



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL - UAEC**

**VINÍCIUS LIMA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO FLEXÍVEL DE TRÁFEGO MÉDIO  
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2024**

VINÍCIUS LIMA DA SILVA

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO FLEXÍVEL DE TRÁFEGO MÉDIO  
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Universidade Federal de Campina Grande –UFCG, para encerramento do componente curricular como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: John Kennedy Guedes Rodrigues

Coorientador: Leonardo Rodrigues Guedes

CAMPINA GRANDE - PB  
2024


VINÍCIUS LIMA DA SILVA

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO FLEXÍVEL DE TRÁFEGO MÉDIO  
ATRAVÉS DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à  
Universidade Federal de Campina Grande  
–UFCG, para encerramento do componente  
curricular como parte dos requisitos necessários  
para obtenção do título de Engenheiro Civil.


Aprovado em: 02 de maio de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **JOHN KENNEDY GUEDES RODRIGUES**  
Data: 15/05/2024 12:20:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Sc. John Kennedy Guedes Rodrigues  
Orientador  
CTRN/UFCG

Documento assinado digitalmente  
 **LEONARDO RODRIGUES GUEDES**  
Data: 15/05/2024 14:46:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Me. Leonardo Rodrigues Guedes  
Coorientador  
PPGECA/UFCG

Documento assinado digitalmente  
 **MANOEL LEANDRO ARAUJO E FARIAS**  
Data: 15/05/2024 11:53:12-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Dr. Manoel Leandro Araújo e Farias  
Examinador Interno  
PPGECA/UFCG

Documento assinado digitalmente  
 **ARTHUR NOBREGA DE SOUSA**  
Data: 15/05/2024 11:23:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eng. Arthur Nóbrega de Sousa  
Examinador Externo  
CCTA/UFCG

Documento assinado digitalmente  
 **ADLA JAMILLY VIEIRA FELIPE**  
Data: 15/05/2024 11:02:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eng. Adla Jamilly Vieira Felipe  
Examinador Externo  
CCTA/UFCG

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por me conceder sabedoria, proteção e foco para conseguir meus objetivos diariamente. Ele tem me fortalecido diante das adversidades e por isso sou grato:

Aos meus pais, Severino Pacífico da Silva Filho e Maria José Lima da Silva, que mesmo sem possuírem um grau de escolaridade elevado, me incentivaram, investiram em mim e me impulsionaram todos os dias para que eu pudesse chegar à conclusão do curso. Vocês foram fundamentais, muito obrigado!

Ao meu irmão Moisés Lima da Silva, pelo companheirismo, parceria e bom convívio em todos esses anos.

À Gabrielly dos Santos Silva, por todo o carinho, cuidado e amparo. Obrigado pelo companheirismo nos momentos alegres e pela fortaleza nas dificuldades.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao corpo docente do curso de Engenharia Civil, pelos ensinamentos e experiências compartilhadas, que contribuíram para minha formação.

A todas as amigas que pude fazer na minha trajetória acadêmica, em especial Eduarda Cristina e Marta Queiroz, a quem foram como irmãs, partilhando momentos de estudo também de descontração, deixando a rotina mais leve.

Ao meu orientador John Kennedy Guedes Rodrigues, por todo ensinamento partilhado, e disposição em contribuir no que eu precisasse.

A Leonardo Rodrigues Guedes, meu coorientador, que esteve comigo durante o levantamento de dados para a pesquisa, por toda disponibilidade, paciência e ensinamentos para o desenvolvimento do trabalho.

À Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA e todos os colaboradores do Setor de Obras da Borborema, local onde aprendi bastante sobre engenharia podendo desenvolver meu estágio, em especial a Matheus Israel, Daniel Franklin e William Barbosa, a quem tenho como irmão e parceiro em desenvolvimento de projetos.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse galgar minha formação profissional como Engenheiro Civil. Muito obrigado!

## RESUMO

A avaliação funcional do pavimento é fundamental para garantir que as rodovias atendam aos padrões de qualidade exigidos por norma, promovendo assim a segurança e conforto ao usuário, além de eficiência ao sistema viário. No entanto, quando não há os requisitos desejáveis no pavimento, pode iniciar o processo de degradação do pavimento por meio de patologias, fazendo-se necessária a realização de métodos avaliativos, para posteriormente eventuais manutenções na via. Desta forma, o trabalho teve como objetivo conduzir uma avaliação funcional pelo método do Índice de Gravidade Global (IGG) em um pavimento flexível, situado no complexo Aluizio Campos, em Campina Grande - PB, visando detectar eventuais falhas na superfície, além de caracterizar o pavimento quanto à sua qualidade de uso de acordo com os conceitos normatizados pelo DNIT. A pesquisa se caracterizou de ordem qualitativa e quantitativa. A metodologia envolveu uma contagem volumétrica de tráfego solicitante ao pavimento. Em seguida, foram identificadas as patologias surgidas na via, além do levantamento de dados para a realização do método do IGG. Com a finalização da análise, a rodovia foi classificada de acordo com o conceito de conforto e segurança aos usuários. A contagem volumétrica de tráfego mostrou que foi possível o entendimento das causas de cada defeito detectado. A identificação de cada defeito foi necessária para poder ponderar sua relevância no grau de degradação do pavimento. Com o fim da aplicação do método, foi observado que o pavimento possui um conceito “Ruim” quanto ao conforto e segurança dos motoristas, em virtude da gravidade dos defeitos encontrados. De acordo com o conceito apresentado é importante que posteriormente se faça um estudo mais completo, além de restaurações ao longo da rodovia a fim de melhorá-la diante ao presente conceito em que esta ocupa.

**Palavras-chave:** pavimentação; tráfego; análise; defeitos; rodovias.

## ABSTRACT

The functional assessment of the pavement is essential to ensure that highways meet the quality standards required by law, thus promoting safety and comfort for the user, as well as efficiency for the road system. However, when the desired requirements are not met on the pavement, the process of pavement degradation through pathologies can begin, making it necessary to carry out evaluation methods for subsequent maintenance on the road. Thus, the work aimed to conduct a functional assessment using the Global Gravity Index (IGG) method on a flexible pavement, located in the Aluizio Campos complex, in Campina Grande - PB, aiming to detect possible surface flaws, in addition to characterizing the pavement regarding its quality of use by the concepts standardized by DNIT. The research was qualitative and quantitative. The methodology involved a volumetric count of traffic requesting the pavement. Then, the pathologies that appeared on the road were identified, in addition to collecting data to carry out the IGG method. With the completion of the analysis, the highway was classified according to the concept of comfort and safety for users. The volumetric traffic count showed that it was possible to understand the causes of each detected defect. The identification of each defect was necessary to be able to consider its relevance in the degree of pavement degradation. At the end of the application of the method, it was observed that the pavement has a "Poor" rating regarding the comfort and safety of drivers, due to the severity of the defects found. According to the concept presented, a more complete study must be carried out later, in addition to restorations along the highway to improve it compared to the current concept in which it occupies.

**Keywords:** paving; traffic; analysis; defects; highways.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resposta mecânica de um pavimento flexível.....	17
Figura 2 - Disposição de camadas de um pavimento flexível.....	18
Figura 3 - Valor de Serventia Atual (VSA).....	24
Figura 4 - Exemplo de fenda na superfície do pavimento.....	30
Figura 5 - Disposição de camadas de um pavimento flexível.....	30
Figura 6 - Exemplo de afundamento na superfície do pavimento.....	31
Figura 7 - Esquema apresentando como pode aparecer o afundamento no pavimento.....	31
Figura 8 - Ondulações na superfície do pavimento.....	31
Figura 9 - Exsudação na superfície do pavimento.....	32
Figura 10 - Desgaste na superfície do pavimento.....	32
Figura 11 - Panela na superfície do pavimento.....	33
Figura 12 - Remendo na superfície do pavimento.....	34
Figura 13 - Fluxograma das etapas executadas.....	37
Figura 14 - Localização do Complexo Multimodal Aluizio Campos.....	38
Figura 15 - Localização do conjunto habitacional que pertence ao Complexo.....	38
Figura 16 - Trecho estudado na avenida Ronaldo José da Cunha Lima.....	39
Figura 17 – Ficha utilizada na contagem volumétrica de veículos.....	40
Figura 18 – Demarcação dos trechos de avaliação.....	42
Figura 19 – Inventário utilizado no levantamento do estado da superfície do pavimento.....	43
Figura 20 – Fissuras identificadas no pavimento estudado.....	48
Figura 21 – Trincas transversais identificadas no pavimento estudado.....	48
Figura 22 – Trincas longitudinais identificadas no pavimento estudado.....	49
Figura 23 – Trincas tipo “couro de jacaré” identificadas no pavimento estudado.....	50
Figura 24 – Trincas tipo “bloco” identificadas no pavimento estudado.....	51
Figura 25 – Afundamento de consolidação local identificado no pavimento estudado.....	52
Figura 26 – Ondulação identificada no pavimento estudado.....	53
Figura 27 – Escorregamento identificado no pavimento estudado.....	53
Figura 28 – Exsudação identificada no pavimento estudado.....	54
Figura 29 – Panela identificada no pavimento estudado.....	55
Figura 30 – Desgaste identificado no pavimento estudado.....	55
Figura 31 – Remendo identificado no pavimento estudado.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação da Serventia Atual (PSR).....	23
Tabela 2 – Conceitos do ICPF.....	25
Tabela 3 – Fatores de cálculo do IGGE.....	26
Tabela 4 – Determinação do Índice de Estado de Superfície (IES).....	27
Tabela 5 – Fator de equivalência em carros de passeio .....	41
Tabela 6 – Fator de ponderação para o cálculo do IGI.....	45
Tabela 7 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.....	45



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Planilha de cálculo do IGG.....	44
Quadro 2 – Volume Médio Diário em UCP.....	46
Quadro 3 – Cálculo do IGG para a Av. Ronaldo José da Cunha Lima.....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de ocorrência das patologias apresentadas.....	58
Gráfico 2 – Contribuição de cada patologia para o valor do IGG.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Afundamento

AC - Afundamento por consolidação

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials

ALC - Afundamento localizado por consolidação

ALP - Afundamentos localizado plásticos

AP - Afundamentos plásticos

ATC - Afundamento de trilhas de roda por consolidação

ATP - Afundamentos longitudinal nas trilhas de roda

ATR - Afundamento na trilha de roda

CNT - Confederação Nacional do Transporte

CMAC - Complexo Multimodal Aluizio Campos

D - Desgaste ou desagregação

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

E - Escorregamento

EX - Exsudação

F - Fendas

Fa - Frequência absoluta

Foap - Frequência do conjunto de deformações

Fp - Fator de ponderação

Fpr - Frequência do conjunto de painéis e remendos

Fr - Frequência relativa

Ft - Frequência do conjunto de trincas t

IES - Índice de Estado de Superfície

ICPF - Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis

IGG - Índice de Gravidade Global

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IGI - Índice de Gravidade Individual

IRI - International Roughness Index

J - Trincas tipo couro de jacaré

JE - Trincas tipo couro de jacaré com erosão

LVC - Levantamento Visual Contínuo

O - Ondulações e corrugações transversais

P - Panela ou buraco

PCI - Pavement Condition Index

PSR - Present Serviceability Rating

QI - Quociente de Irregularidade

R - Remendos

TB - Trincas de bloco

TBE - Trincas de bloco com erosão

TLC - Trincas longitudinais curtas

TLL - Trincas longitudinais longas

TTC - Trincas transversais curtas

TTL - Trincas transversais longas

UCP - Unidades de Carro de Passeio

VMD - Volume Médio Diário

VSA - Valor de Serventia Anual

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 JUSTIFICATIVA.....	16
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.1 Pavimento.....	17
4.2 Estrutura do pavimento flexível.....	19
4.2.1 Revestimento asfáltico.....	20
4.2.2 Base.....	21
4.2.3 Sub-base.....	21
4.2.4 Reforço do Subleito.....	22
4.2.5 Subleito.....	22
4.3 Avaliação de pavimentos flexíveis.....	22
4.3.1 Avaliação subjetiva.....	23
4.3.2 Avaliação objetiva.....	28
4.3.2.1 Índices de avaliação superficial.....	29
4.3.2.2 Causas dos defeitos.....	29
4.3.2.3 Tipos de defeitos.....	30
4.4 Estudo de tráfego.....	35
4.4.1 Volume médio diário - VMD.....	35
5 METODOLOGIA.....	37
5.1 Área de estudo.....	38
5.2 Contagem volumétrica do tráfego.....	41
5.3 Execução do método do Índice de Gravidade Global (IGG).....	43
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
6.1 Estudo de tráfego.....	47
6.2 Análise funcional da superfície do pavimento.....	48
6.2.1 Identificação das patologias.....	48
6.2.1.1 Trincas isoladas.....	48
6.2.1.2 Trincas interligadas.....	51
6.2.1.3 Afundamentos.....	52
6.2.1.4 Outros defeitos.....	53
6.2.2 Aplicação do método do Índice de Gravidade Global (IGG).....	58
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
7.1 Sugestões para trabalhos posteriores.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	67

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, país de vasta extensão territorial, necessita de um transporte eficiente para locomover sua produção, passageiros, cargas, etc. Segundo dados da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2022), o custo operacional para empresas do transporte rodoviário de cargas no Brasil sofre um acréscimo médio de 33,1% por conta do estado de conservação do pavimento das rodovias. Observa-se, o importante papel que o transporte rodoviário desempenha na sociedade e na economia brasileira, uma vez que vem sendo a principal alternativa para a movimentação de cargas e pessoas em todo o país.

Apesar de ser o principal modo de transporte de pessoas e cargas no país, o transporte rodoviário dispõe de uma infraestrutura com qualidade inadequada e quantidade insuficiente, de modo que a eficiência do serviço é afetada negativamente. Como efeitos adversos da qualidade das rodovias disponíveis no país, pode-se citar o aumento do custo operacional do transporte, a maior probabilidade de ocorrência de acidentes rodoviários e, ainda, impactos ambientais (CNT, 2022).

Para que esse transporte seja realizado de forma eficiente, faz-se necessário que o pavimento das vias esteja em boas condições, oferecendo economia, segurança e conforto aos usuários. Porém, de tal modo que não se tenha os requisitos desejáveis no pavimento, determinadas ocorrências patológicas podem surgir, iniciando o processo de degradação do pavimento, fazendo-se necessária a realização de atividades de avaliação seguidas de eventuais manutenções na via (GIRARDI, 2021).

De acordo com Bernucci (2022), a avaliação funcional indica a qualidade e conforto que uma via pode proporcionar ao usuário, fazendo uma classificação da mesma pelo grau de deterioração, a fim de 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. A avaliação objetiva de pavimentos corresponde a execução de um levantamento quantitativo dos defeitos e da determinação da severidade dos mesmos.

A norma DNIT 005/2003 – TER abrange as principais terminologias referente aos defeitos que podem ser encontrados, ao se analisar o pavimento de maneira objetiva. Em complemento a esta, a norma DNIT 006/2003 – PRO indica o procedimento que deve ser seguido para obtenção do Índice de Gravidade Global (IGG), que determina o estado do pavimento em função da quantificação dos defeitos identificados na via, após a realização dos cálculos de frequências absoluta e relativa da ocorrência dos defeitos.

Em função da importância do trecho para o crescimento futuro da região, já que se localiza em uma região que orienta o crescimento e desenvolvimento da cidade, além do descontentamento por parte da população com relação às condições de tráfego ofertadas, este trabalho aspira uma avaliação funcional, por meio do Índice de Gravidade Global - IGG, de um trecho da avenida Ronaldo José da Cunha Lima, localizado no complexo Aluizio Campos, em Campina Grande - PB.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Realizar avaliação funcional em um trecho da avenida Ronaldo José da Cunha Lima, localizado no complexo Aluizio Campos, em Campina Grande - PB, de modo a identificar os possíveis defeitos na superfície do pavimento flexível.

### 2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o tráfego da via de acordo com a contagem volumétrica de tráfego no trecho estudado, de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).
- Identificar as possíveis patologias apresentadas no segmento estudado conforme a norma DNIT 005/2003 - TER, com a finalidade de compreender suas possíveis causas.
- Executar as análises referente às condições funcionais do pavimento, realizando uma avaliação objetiva da superfície de rolamento da rodovia através do cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) conforme o procedimento que consta na norma DNIT 006/2003-PRO.
- Atestar o estado de conservação do pavimento no trecho estudado, após a determinação do grau de deterioração do mesmo e classificá-lo quanto à qualidade da superfície.



### 3 JUSTIFICATIVA

As condições da via se relacionam com a segurança dos usuários, 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. Tais medidas tornam a via insegura, principalmente para condutores desatentos ou com pouca experiência, aumentando a probabilidade de acidentes. Estudos acerca das condições superficiais de um pavimento proporcionam uma redução do emprego de capital para a restauração de rodovias, haja visto que a avaliação funcional possibilita a adoção de medidas preventivas corretas, garantindo também um aumento na vida útil do trecho. (RIBEIRO et al., 2020)

Por ser o principal acesso ao Complexo Aluizio Campos, no município de Campina Grande/PB, o trecho avaliado é de grande relevância para o desenvolvimento da região no futuro, uma vez que o complexo foi idealizado e projetado para estrategicamente, orientar o crescimento da cidade para a região sudeste do município, que possui um grande potencial de crescimento e de integração logística, pois, a região possui áreas destinadas à implantação de condomínios residenciais privados, logísticos, área industrial e de serviços, áreas de uso misto, áreas verdes, além de áreas destinadas ao conjunto habitacional e à implantação de equipamentos urbanos para população que reside na parte do conjunto habitacional do Complexo.

Somado a isso, a justificativa para a realização deste trabalho deve-se ao fato de haver insatisfação da população da região sobre a qualidade e segurança da via em estudo, uma vez que no trecho estudado, existem duas rotas de transporte coletivo que trafegam diariamente e é comum o desvio da rota original devido à reparos e manutenções em função das patologias apresentadas. Isso se torna um agravante para os usuários da avenida, uma vez que todo o Complexo (incluindo a avenida), foi inaugurado no fim de 2019, e após alguns meses houve o surgimento das primeiras patologias.

Portanto, a avaliação funcional e objetiva no trecho avaliado irá permitir classificar a superfície do pavimento quanto ao seu estado de operação e facilitar a escolha de alternativas para a restauração do mesmo.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Pavimento

O arranjo de um pavimento é organizado em múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem. Tal composição é destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços vindos do tráfego de veículos e às degradações como a do clima, além de propiciar aos usuários melhorias nas condições de tráfego, conforto, economia e segurança. Os pavimentos são projetados para que cada camada tenha uma certa espessura e rigidez e que o sistema de camadas responda com uma rigidez conjunta adequada às condições climáticas e geométricas do local e ao tráfego, durante sua vida de projeto. (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Quando se pavimenta uma via de fluxo de veículos, primeiramente, há a intenção de se obter uma melhoria operacional para o tráfego. Tem-se esta condição quando se constrói uma superfície mais regular, melhorando assim as condições de conforto no ato de sua utilização; mais aderente, obtendo maior segurança aos usuários; com menos ruídos transmitidos, gerando uma qualidade sonora agradável. Além disso, um pavimento em boas condições de tráfego proporciona benefícios ao usuário, haja visto que haverá a diminuição de custos com manutenção de veículos, a economia no consumo de combustível, uma vez que se mantém uma velocidade constante por mais tempo, e uma menor quantidade de tempo gasto no deslocamento (BALBO, 2007).

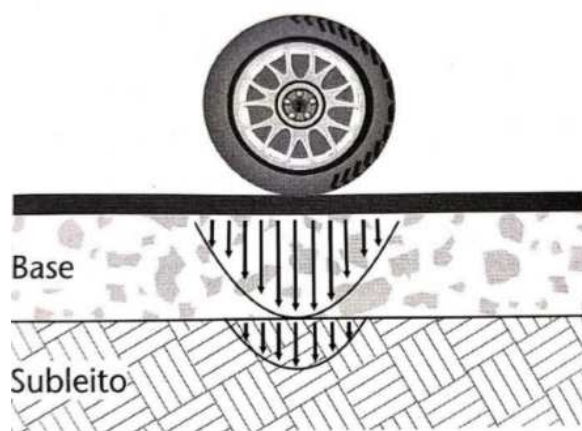
De uma forma geral, os pavimentos são classificados em rígidos, semi-rígidos e flexíveis. De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (BRASIL, 2006), o pavimento rígido é identificado como aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, como, por exemplo, o pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

O pavimento semi-rígido caracteriza-se por uma base cimentada através de algum aglutinante com propriedades cimentícias como, por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica (BERNUCCI *et al.*, 2022). Por fim, o pavimento flexível é caracterizado como aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, assim, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (OSPINA CAMACHO, 2019).

Os pavimentos flexíveis apresentam um revestimento composto por uma mistura contendo agregados e ligantes asfálticos, sendo assim associados aos pavimentos asfálticos propriamente ditos, além de caracterizar a composição mais usual em nosso país. É formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Abaixo das camadas do pavimento há o subleito, que representa a plataforma da estrada onde foi feito o nivelamento do terreno. Dependendo do tráfego solicitado e dos materiais que estão à disposição, pode-se haver a ausência de algumas das camadas citadas (BERNUCCI *et al.*, 2022).

As solicitações que atuam em pavimentos flexíveis geram um campo de tensões concentrado no ponto onde as cargas estão atuando e em suas proximidades. Dessa forma, pode-se afirmar que nesse tipo de pavimento, o revestimento asfáltico absorve as tensões e as distribui verticalmente para as demais camadas, em uma distribuição concentrada (BALBO, 2007). A Figura 1 representa a resposta mecânica de um pavimento flexível.

**Figura 1** – Resposta mecânica de um pavimento flexível



Fonte: Balbo (2007).

O pavimento flexível ainda pode ser descrito como aquele em que todas as camadas apresentam deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado, dessa forma, a carga distribui-se em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (CARVALHO, 2019).

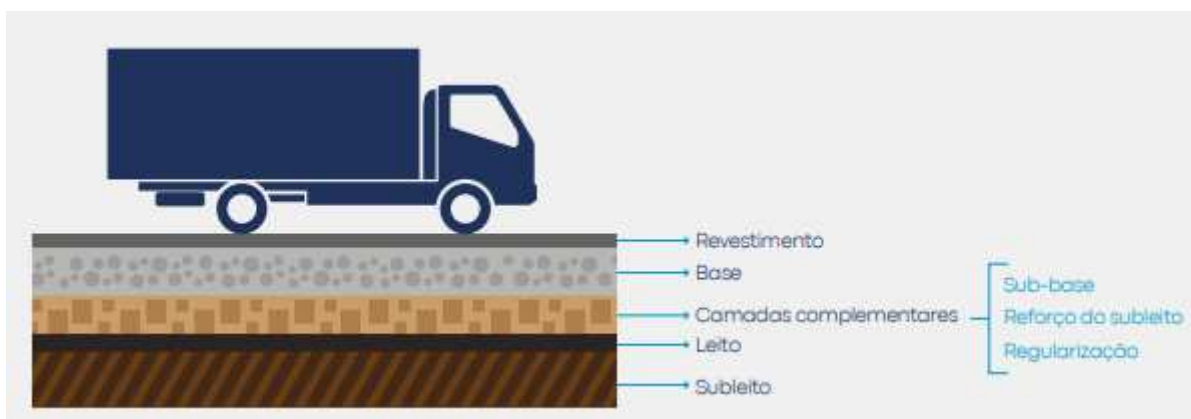
Os pavimentos flexíveis são determinados como estruturas onde as deformações não levam ao rompimento até um certo limite. Pode-se dimensionar a compressão e a tração na flexão, decorrente do aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que

ao longo do tempo levam o aparato a deformações permanentes, e ao posterior rompimento por fadiga (SENÇO, 2007).

#### 4.2 Estrutura do pavimento flexível

O pavimento dito como flexível, comumente associado aos pavimentos asfálticos, é geralmente composto pelo revestimento asfáltico (camada de superfície), apoiado sobre camadas de base, sub-base e o reforço do subleito, que se dispõe acima do subleito. Estas camadas são constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes. A depender do volume de tráfego, da capacidade de suporte das camadas inferiores (especialmente o subleito), da rigidez e espessura das mesmas, e até das condições ambientais da região determinada, uma ou mais camadas podem ser suprimidas (BERNUCCI *et al.*, 2022). A Figura 2 representa a distribuição de camadas usualmente utilizada em estruturas de pavimento flexíveis.

**Figura 2** – Disposição de camadas de um pavimento flexível



Fonte: CNT (2021).

As estruturas de pavimento são projetadas com a finalidade de resistirem a variadas solicitações de carga advindas do tráfego, dentro do período de projeto, sem que ocorram danos estruturais fora do aceitável e previsto, onde futuramente acarretará gastos com manutenção ou retrabalho (BALBO, 2007). O autor afirma ainda que, os principais danos considerados no dimensionamento do arranjo do pavimento são a deformação permanente e a fadiga.

De acordo com Bernucci *et al.* (2006), para se dimensionar adequadamente uma estrutura de pavimento, é essencial o bom conhecimento das propriedades dos materiais que a compõem, sua resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade, frente à repetição de carga e ao efeito do clima da região em questão.

#### 4.2.1 Revestimento asfáltico

O revestimento asfáltico consiste na camada de contato direto com o tráfego, que geralmente deve possuir características funcionais tais como impermeabilidade, conforto e segurança aos usuários, reagindo adequadamente às ações do tráfego como resistência aos esforços horizontais (aceleração e frenagem) e distribuindo verticalmente, estas cargas para as camadas inferiores do pavimento (FILHO, 2016).

É importante ressaltar que, além de resistir aos esforços verticais e horizontais nela aplicados, sem que ocorram consideráveis deformações elásticas e plásticas, a camada de revestimento tem um papel importante no que diz respeito à drenagem da rodovia, uma vez que ela deve criar uma superfície plana para o rolamento das rodas dos veículos e permitindo um rápido escoamento das águas provenientes das precipitações, impedindo que a água penetre no interior da estrutura do pavimento (ROQUE, 2019).

A camada de revestimento também pode ser subdividida em mais camadas, isso podendo ser considerado por influência de questões econômicas ou técnicas construtivas. Balbo (2007), apresenta algumas terminologias referente as camadas de revestimento asfáltico:

- Camada de nivelamento: é caracterizada por ter a função corrigir desníveis, para posteriormente ser executada uma nova camada de rolamento, sendo assim considerada uma camada empregada na execução de reforços.
- Camada de ligação ou *Binder asfalto*: É considerada uma subcamada intermediária por se localizar entre a camada de rolamento e a camada de base.
- Camada de rolamento ou *capa de rolamento*: Entendida como a camada superficial, a qual mantém contato direto com as cargas e ações provenientes do tráfego. Associa-se também ao revestimento propriamente dito.
- Camada de reforço: Podendo ser executada com finalidade estrutural ou funcional, essa é a nova camada de rolamento, popularmente chamada de recapeamento.

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), os materiais dos revestimentos asfálticos podem ser fabricados em usinas específicas, designados como misturas usinadas, ou também

preparados diretamente na pista onde será aplicado, como no caso de tratamentos superficiais. Os autores enfatizam, ainda, que no tocante aos tipos de revestimentos asfálticos, vários se apresentam como disponíveis para utilização na pavimentação, entretanto, geralmente, de acordo com o volume de tráfego, um pavimento novo recebe apenas uma única camada de mistura asfáltica. Os tipos de misturas asfálticas mais conhecidas são os tratamentos superficiais, o macadame betuminoso e o concreto asfáltico.

#### 4.2.2 Base

Souza (2021), designa a camada de base como sendo a camada que possui a função de suportar e disseminar os esforços resultantes das ações de uso da rodovia. É responsável também por amenizar as tensões para as camadas subjacentes e por isso deve ser construída com materiais de boa procedência, uma vez que se faz necessário que os esforços transmitidos até o subleito do pavimento sejam compatíveis com a capacidade de resistência que os materiais possuem.

De acordo com Roque (2019), dividem-se as bases de um pavimento em dois grupos distintos: as bases coesivas e as granulares. O autor argumenta que as bases granulares não possuem coesão, não resistem à tração, e diluem as tensões de compressão, em função da sua espessura. Já as bases coesivas, diluem as tensões de compressão, devido à sua rigidez, provocando tensões de tração em sua face inferior.

A base pode ser composta de solo estabilizado naturalmente, misturas de solos e agregados, brita graduada, brita graduada tratada com cimento, concreto compactado com rolo, solo estabilizado quimicamente com cimento ou betume, entre outros materiais (ROQUE, 2019).

#### 4.2.3 Sub-base

Balbo (2007), qualifica a sub-base como sendo a camada que complementa a base e sua execução é imprescindível quando não for possível a construção da base pontualmente no reforço do subleito. Assim, os materiais que a constituem devem possuir uma qualidade maior que os materiais de reforço e, conseqüentemente, qualidade menor que os materiais constituintes da base.

Souza (2021), complementa que a camada de sub-base possui na sua constituição os mesmos materiais utilizados na execução das bases, tendo, como exemplo: solo estabilizado

com agregados, brita graduada, brita graduada tratada com cimento, solo estabilizado com ligante hidráulico ou asfáltico.

#### 4.2.4 Reforço do Subleito

Caracterizada como uma camada de espessura constante, construída, quando necessário, sobre o subleito, o reforço do subleito possui características de resistência superiores às da camada inferior, e inferiores às das camadas superiores. É usualmente sobreposta quando as características do subleito são consideradas inadequadas para a construção do pavimento (ROQUE, 2019).

Como referido anteriormente, esta camada não é obrigatória, uma vez que as camadas superiores podem ser aumentadas, substituindo-a. Além do mais, sua utilização envolve questões econômicas, pois, interfere nas espessuras de base e sub-base, as quais são consideradas mais onerosas (GIRARDI, 2021).

Para Carvalho (2019), o reforço do subleito é constituído de materiais advindos de jazidas ou empréstimos. Em sua maioria, o autor evidencia que estes materiais terão sempre características superiores às do subleito e escolhidos dentre os melhores disponíveis, ao longo do trecho, porém inferiores às camadas superiores.

#### 4.2.5 Subleito

É qualificado como a camada final da terraplenagem, e sendo esta, espera-se que seja a mais firme de modo a obter o suporte necessário proveniente das cargas transmitidas pelas camadas superiores, também considerada como a fundação do pavimento ou o terreno natural (LIMA, 2022).

Balbo (2007), ainda corrobora afirmando que a camada do subleito é composta por materiais naturais consolidados ou compactados, ou por materiais transportados e compactados, quando é oriundo de aterros.

### 4.3 Avaliação de pavimentos flexíveis

É de fundamental importância a avaliação dos defeitos da superfície do pavimento, uma vez que se pretende definir métodos de manutenção ou restauração do mesmo, haja visto que é de objetivo da pavimentação a execução de uma superfície asfáltica que possua boa

qualidade da superfície, através das condições de segurança e conforto do pavimento (GUEDES, 2021).

De acordo com Balbo (2007), os materiais de construção, ao decorrer de sua vida útil de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração inevitáveis ao longo do tempo e que, implicam na alteração de suas propriedades mecânicas. Ao se tratar de qualidade de pavimentos estrutural e funcionalmente, é indispensável a presença de termos como dano, degradação e deterioração no âmbito da avaliação de pavimentos (BALBO, 2007).

Corroborando com Balbo (2007), o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, desenvolvido pelo DNIT (2006), sintetiza que a condição de um pavimento representa o nível de degradação resultante dos processos relacionados ao meio ambiente e ao seu uso frequente pelo tráfego. A avaliação desta condição é feita por meio do conhecimento de diversos parâmetros de referência, normalizados pelo próprio DNIT, que permitem a determinação das condições de superfície, estruturais, de rugosidade longitudinal, avaliação das solicitações do tráfego e das condições de aderência pneu/pavimento.

Dentre as formas de avaliação, a avaliação estrutural dos pavimentos visa conhecer as características das camadas que compõem o pavimento, quanto à sua resistência e deformabilidade conforme a ação do tráfego. Por sua vez, a avaliação funcional é aquela que envolve as condições de degradação e desempenho do pavimento, dando foco ao conforto ou qualidade de rolamento e sendo realizadas medições de irregularidades superficiais, de resistência à derrapagem, além de contagem de defeitos visíveis na superfície de rolamento (BALBO, 2007).

A avaliação subjetiva é baseada nos conceitos pessoais, no que diz respeito às condições de conforto e segurança ao tráfego de uma rodovia, enquanto a avaliação objetiva se apresenta como o levantamento das ocorrências de defeitos presentes na superfície do pavimento (GUEDES, 2021).

#### 4.3.1 Avaliação subjetiva

Ao analisar o comportamento funcional ou desempenho dos pavimentos, se faz necessário, as informações sobre a qualidade da superfície de rolamento do período em questão, além do tráfego advindo ao trecho analisado. Tais informações são obtidas através de avaliações subjetivas. A avaliação subjetiva da superfície do pavimento é executada empregando o conceito de serventia, onde preliminarmente foi desenvolvido para ser utilizado em pesquisas do AASHTO Road Test, estudo experimental realizado nos Estados Unidos da



América no fim dos anos 1950s, de grande relevância para a pavimentação (DANIELESKI, 2004).

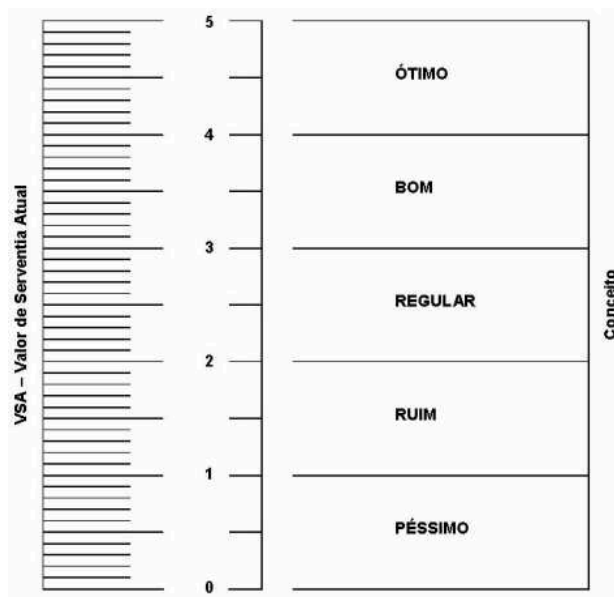
O conceito de serventia relaciona-se com o propósito para o qual o pavimento foi projetado, ou seja, proporcionar ao usuário um rolamento confortável e seguro. Sua medição considera de uma maneira geral a perspectiva do usuário. Sendo assim, a AASHTO criou o PSR – Present Serviceability Rating, que basicamente era uma nota de desempenho atribuída ao pavimento no referido momento de análise (AASHTO, 1962). A Tabela 1 apresenta as faixas de valores com a respectiva concepção de cada um.

**Tabela 1 – Avaliação da Serventia Atual (PSR)**

CONCEPÇÃO	NOTA
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: Adaptado de AASHTO (1962).

Uma das formas de avaliação subjetiva no Brasil é adotada através do método empregado pelo DNIT, regido pela norma DNIT 009/2003-PRO. O procedimento é realizado inicialmente com a seleção de trechos que possuem características semelhantes, contendo uma extensão menor que 2 km. A partir disso, é feito o percurso de cada trecho em um veículo médio (de passeio), por um grupo de cinco avaliadores, que percorrem a velocidades próximas ao limite daquela via. Ao findar o percurso, cada avaliador atribui notas (entre zero e cinco), e a média dessas notas é designada como Valor de Serventia Anual (VSA). A Figura 3, expressa a escala do Valor de Serventia Atual, relacionando-a com os conceitos pré-estabelecidos pelo DNIT.

**Figura 3 – Valor de Serventia Atual (VSA)**

Fonte: DNIT 009/2003-PRO

Outra norma padronizada no país para procedimentos de avaliação subjetiva é a DNIT 008/2003-PRO, que designa o método do Levantamento Visual Contínuo (LVC). A partir desse método é possível determinar o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice de Estado de Superfície (IES).

O método empregado pelo DNIT, consiste na avaliação do trecho em questão, utilizando um veículo trafegando em média a 40 km/h, onde os defeitos são registrados manualmente. Conforme os defeitos encontrados ao longo da avaliação, é estimado o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), com atribuições de notas de zero a cinco, consoante a necessidade de manutenção. Assim, o ICPF é determinado ao calcular-se a média dos valores atribuídos. A Tabela 2, representa os conceitos determinados pelo DNIT para a determinação do ICPF.

**Tabela 2 – 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 escapeamento (pavimento trincado com "panelas" pouco frequentes e com irregularidade longitudinal e/ou transversal)	3-2
Ruim	Recapeamento com correções prévias (defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas remendos superficiais profundos)	2-1
Péssimo	Reconstrução (defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Deterioração do revestimento e das demais camadas infiltração de água e descompactação)	1-0

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

Para a determinação do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE), a norma DNIT 008/2003-PRO, determina que seja feito através da frequência dos defeitos e seus respectivos pesos. Os defeitos são classificados em três conjuntos: trincas, deformações e panelas/remendos, conforme a equação a seguir:

$$IGGE = (F_t * P_t) + (P_{oap} * F_{oap}) + (P_{pr} * F_{pr})$$

Onde:

$F_t, P_t$  = Frequência e Peso do conjunto de trincas (t);

$F_{oap}, P_{oap}$  = Frequência e Peso do conjunto de deformações (oap);

$F_{pr}, P_{pr}$  = Frequência (em km) e Peso do conjunto de panelas (p) e remendos (r).

A frequência de ocorrência dos defeitos é que determina o peso de cada conjunto, como determina a Tabela 3.

**Tabela 3 – Fatores de cálculo do IGGE**

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>			
<b>Frequência</b>	<b>Fator Fpr - Quantidade/km</b>	<b>Gravidade</b>	
A - ALTA	>5	3	
M - MÉDIA	2 - 5	2	
B - BAIXA	≤ 2	1	
<b>Demais defeitos (trincas, deformações)</b>			
<b>Frequência</b>	<b>Fator Ft e Foap</b>	<b>Gravidade</b>	
A - ALTA	>50	3	
M - MÉDIA	50 - 10	2	
B - BAIXA	≤ 10	1	
<b>Peso</b>			
<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: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

Por fim, para a obtenção do Índice de Estado de Superfície (IES), é considerado o IGGE e o ICPF, constituindo uma síntese entre os dois índices. Dessa forma, o IES varia entre 0 e 10 e relaciona-se com os conceitos do pavimento já avaliados no ICPF e no IGGE. Os valores do IES com o Código e o Conceito, atribuídos ao estado da superfície do pavimento são determinados de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4** – Determinação do Índice de Estado de Superfície (IES)

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	Ótimo
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	Bom
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	Regular
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	Ruim
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF < 2,5$	7		
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	Péssimo
$IGGE > 90$	10		

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003-PRO.

#### 4.3.2 Avaliação objetiva

Souza (2021), indica que a avaliação objetiva dos pavimentos flexíveis tem como função executar um levantamento quantitativo dos defeitos e determinar a severidade dos mesmos. A autora ainda complementa afirmando que a avaliação objetiva trata-se de um conjunto de procedimentos que consiste em analisar a via e constatar a presença de defeitos, onde estes devem ser identificados conforme a norma DNIT 005/2003-TER .

Caracterizar a estrutura de um pavimento existente corresponde a determinação dos materiais e espessuras que constituem cada camada do pavimento, incluindo desde os solos do subleito, até a verificação dos materiais presentes na constituição do pavimento, via parâmetros estruturais, em particular, da medida das deformações (BALBO, 2007). Se faz possível, assim, a emissão de conclusões sobre a integridade das camadas de materiais ocultos ao revestimento através da avaliação objetiva, onde os defeitos muitas vezes não estão visíveis a olho nu, ou seja, não são detectados através da avaliação funcional.

Em vista disso, é possível a avaliação de defeitos como trincas, desgaste, panelas, remendos, exsudação e corrugação. As flechas presentes em trincas são também mensuradas e os afundamentos são classificados em afundamentos plásticos ou de consolidação, local ou em trilha de roda. Todo o procedimento a ser realizado para a avaliação objetiva no Brasil é exposto na norma DNIT 006/2003-PRO (GUEDES,2021).

#### 4.3.2.1 Índices de avaliação superficial

Presentes na norma DNIT 006/2003-PRO, o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice de Gravidade Individual (IGI), são indicadores analisados na avaliação de pavimentos de forma superficial. O Índice de Gravidade Global (IGG) é um índice combinado de falhas que nos permite classificar um trecho homogêneo de pavimento, em razão da ocorrência dos defeitos de superfície, atribuindo um conceito de condição do pavimento em função do valor encontrado (SILVA, 2019). O autor ainda afirma que a metodologia de cálculo inicia-se pela multiplicação da frequência relativa de cada evento pelo seu respectivo fator de ponderação, de modo a determinar o valor do Índice de Gravidade Individual (IGI). O somatório destes índices (IGI), fornece o IGG.

Há ainda o *Pavement Condition Index* (PCI) ou Índice de Condição do Pavimento, onde o método consiste na avaliação da superfície sendo feita de maneira contínua ou por amostragem. Ao término das análises, pode-se apresentar a classificação adotada por uma escala que compara os diversos tipos de pavimento, de acordo com a sua condição.

Outros índices são o *International Roughness Index* (IRI) ou Índice de Irregularidade Longitudinal e o Quociente de Irregularidade (QI), ambos indicadores que servem para quantificar a irregularidade de um pavimento.

#### 4.3.2.2 Causas dos defeitos

Para Bernucci *et al.* (2022), ao final da vida útil do pavimento, por excesso de carga transportada pelos veículos, ou devido à utilização de parâmetros incompatíveis com o propósito da rodovia durante a fase de concepção do projeto, o pavimento acaba por apresentar determinadas patologias que comprometem sua utilização, seu conforto e segurança.

Na previsão do tráfego que atuará durante o período projetado, há sempre dificuldades, e em consequência a isso, erros no projeto, como incoerência na espessura das

camadas, ou ainda a ausência de compactação, ou a compactação inadequada das camadas do pavimento (GUEDES, 2021).

Bernucci *et al.* (2022) enfatiza que a seleção dos materiais no momento da dosagem também se mostra determinante, uma vez que interfere diretamente na vida útil do pavimento. Somado a isso, fatores como a compatibilidade entre camadas devem ser considerados, a fim de evitar fadiga precoce do pavimento. Segundo o autor, após a execução, é essencial a atenção à conservação e manutenção, uma vez que se pode mitigar, assim, danos futuros como novos defeitos.

A falta de cuidado na conservação e manutenção pode levar ao surgimento de novos problemas. Dentre essa relação, pode-se citar a aplicação de um revestimento asfáltico muito rígido sobre um pavimento com muitas trincas que pode acelerar o aparecimento de novos defeitos. Da mesma forma, a utilização de revestimentos permeáveis em áreas já trincadas também pode resultar em problemas adicionais (GUEDES, 2021).

#### 4.3.2.3 Tipos de defeitos

Se faz importante a identificação precoce de defeitos no pavimento, uma vez que algumas ocorrências não são percebidas tão facilmente pelos usuários, como trincas e outras fraturas que podem culminar em sérios problemas caso não sejam seladas de imediato (ALVES, 2022). A identificação dos defeitos presentes na superfície do pavimento são indicadores para cálculo de qualidade do pavimento (IGG). São as fendas (F); afundamento (A); corrugação e ondulações transversais (O); exsudação (EX); desgaste ou desagregação (D); panela ou buraco (P); e remendos (R) (GUEDES, 2021).

A norma DNIT 005/2003 - TER, define as fendas como quaisquer discontinuidades ao longo da superfície do pavimento que resultem em aberturas de diferentes portes, conforme as classificações presentes na própria norma. As fendas podem ser classificadas em fissuras quando a abertura é perceptível à vista de uma distância menor que 1,5 m, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via (DNIT, 2003). A gravidade das fendas é caracterizada por classes, sendo a classe 1: com abertura não superior a 1 mm, classe 2: com abertura superior a 1 mm, classe 3: com abertura superior a 1 mm e desagregação ou erosão junto às bordas (BERNUCCI *et al.*, 2022).

A trinca é definida como a fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada (DNIT, 2003). Quanto à tipologia, as trincas isoladas podem ser:

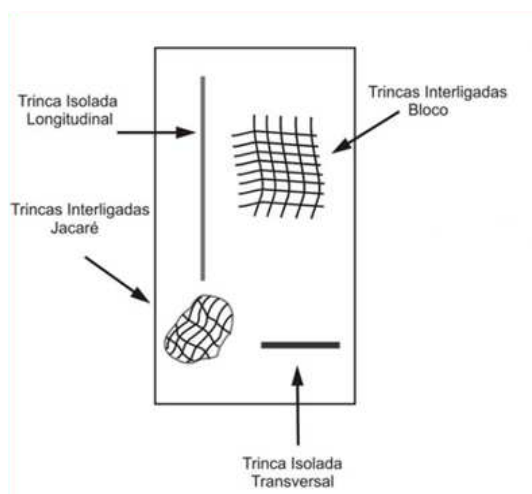
transversais curtas (ortogonal ao eixo da via e com extensão de até 100 cm) ou transversais longas (ortogonal ao eixo da via e com extensão de mais de 100 cm), longitudinais curtas (paralelo ao eixo da via e com extensão de até 100 cm) ou longitudinais longas (paralelo ao eixo da via e com extensão de mais de 100 cm), ou ainda de retração (trinca atribuída aos fenômenos de retração térmica). As trincas interligadas são subdivididas em: trincas de bloco quando tendem a uma regularidade geométrica, ou trincas tipo couro de jacaré (J) quando não seguem um padrão de reflexão geométrico de trincas como as de bloco e são comumente derivadas da fadiga do revestimento asfáltico (BERNUCCI *et al.*, 2022). A Figura 4 indica um exemplo de fenda na superfície do pavimento. A Figura 5 representa uma esquematização de como se apresenta as fendas na superfície do pavimento.

**Figura 4** – Exemplo de fenda na superfície do pavimento.



Fonte: Autoria própria (2023).

**Figura 5** – Esquema apresentando como pode aparecer a fenda no pavimento.



Fonte: Mota (2019).

O afundamento se caracteriza como a deformação permanente em função da depressão na superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (BERNUCCI *et al.*, 2022)..

Os afundamentos plásticos são causados pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento, ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda. Os afundamentos de consolidação são causados pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento, ou subleito sem estar acompanhado de solevamento.



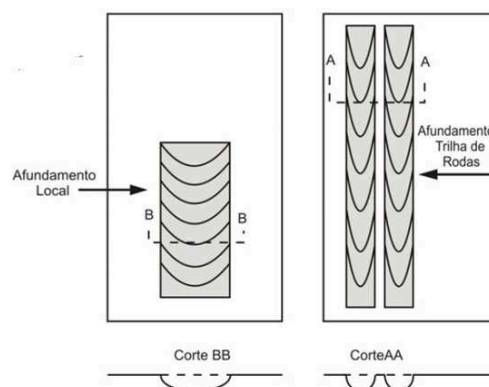
Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT, 2003). A Figura 6 indica um exemplo de afundamento na superfície do pavimento. A Figura 7 representa uma esquematização de como se apresenta os afundamentos na superfície do pavimento.

**Figura 6** – Exemplo de afundamento na superfície do pavimento.



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

**Figura 7** – Esquema apresentando como pode aparecer o afundamento no pavimento.



Fonte: Mota (2019).

A norma DNIT 005/2003 - TER, define corrugação ou ondulação como uma deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais ao eixo, na superfície do pavimento. Relaciona-se a essas deformações, o comprimento de onda entre duas cristas da ordem de metros, geralmente causadas pela instabilidade da mistura asfáltica ou pelo excesso de umidade nas camadas (GUEDES,2021). A Figura 8 representa as ondulações na superfície do pavimento.

**Figura 8** – Ondulações na superfície do pavimento.



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

A exsudação é caracterizada em função da presença exagerada de aglomerante betuminoso que migra para a superfície do pavimento por meio do revestimento, como está indicando a Figura 9.

**Figura 9** – Exsudação na superfície do pavimento.



Fonte: DNIT (2003).

Também conhecido como desagregação, a norma DNIT 005/2003 - TER, aponta que o desgaste é caracterizado pelo arrancamento progressivo do agregado, além do revestimento apresentar superfície áspera, e é resultado principalmente das ações e esforços tangenciais do tráfego, além do intemperismo. Bernucci *et al.* (2022), enfatiza que o desgaste pode decorrer

do desprendimento de agregados da superfície ou ainda da perda de mástique junto aos agregados. A Figura 10 representa o desgaste na superfície do pavimento.

**Figura 10** – Desgaste na superfície do pavimento.



Fonte: Mota (2019).

A panela ou buraco, conforme Bernucci *et al.* (2022), é uma cavidade no revestimento asfáltico, podendo ou não atingir camadas subjacentes. Para Silva (2008), as panelas são consideradas evoluções de trincas, afundamentos ou desgaste, devido à acumulação de água, causando a desagregação ou amolecimento das camadas. Sendo assim, entre os meses do período chuvoso do ano, a tendência de formação de buracos é maior, conforme o autor. A Figura 11 representa a panela na superfície do pavimento.

**Figura 11** – Panela na superfície do pavimento.



Fonte: Mota (2019).

O remendo é definido pelo preenchimento de panelas ou qualquer outra cavidade, ou ainda depressão com massa asfáltica. O remendo é considerado um defeito, devido a ressaltar

um lugar de fragilidade do revestimento e por ocasionar prejuízos ao conforto ao rolamento (BERNUCCI et al., 2006).

A norma DNIT 005/2003 - TER, subdivide o remendo em remendo profundo e remendo superficial. O primeiro refere-se aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular, enquanto o último, a correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa. A Figura 12 representa o remendo na superfície do pavimento.

**Figura 12** – Remendo na superfície do pavimento.



Fonte: Mota (2019).

#### 4.4 Estudo de tráfego

Para a contagem de veículos que trafegam em uma rodovia, é interessante buscar e analisar os veículos de carga, uma vez que estes afetam diretamente o pavimento e contribuem para o dano. Ao final da contagem, tem-se uma informação imprescindível para o dimensionamento e também para prever manutenções nos pavimentos (BALBO, 2007).

A contagem volumétrica tem por objetivo quantificar, analisar o sentido e o fluxo dos veículos em determinada rodovia, e servem para o dimensionamento e estudo de pavimentos nos cálculos do número de solicitações do eixo padrão (número N) e também do Volume Diário Médio (VDM), conforme DNIT (2006). Na sua realização, o Manual de Estudos de Tráfego cita as contagens manuais, com o auxílio de fichas e feitas normalmente em locais de

baixo tráfego por pesquisadores, e também as automáticas, através de contadores de diversos tipos (DNIT, 2006).

#### 4.4.1 Volume médio diário - VMD

Para Balbo (2007), o volume médio diário pode ser entendido como o volume total de veículos que passa por uma seção completa da via. Esse volume é essencial para apontar a necessidade de melhorias em vias existentes ou da implantação de novas vias, além de estimar benefícios esperados, calcular as taxas de acidentes, entre outros índices.

Uma vez que são diversas as solicitações geradas pelos diferentes veículos rodoviários, o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) enfatiza a necessidade de uma classificação da frota que passa na rodovia, de modo mais minucioso possível, principalmente ao se tratar de veículos comerciais. A classificação designada pelo DNIT compreende as subclasses como caminhão leve, médio, pesado, reboque/semirreboque, mas também em detalhes que variam em função do tipo de veículo e sua rodagem, de acordo com DNIT (2006).

De acordo com o DNIT (2006), compreender a quantidade e as características dos veículos em circulação é crucial para conduzir estudos econômicos, determinar as especificações geométricas das rodovias, dimensionar os pavimentos e os níveis de serviço, além de auxiliar na definição de tarifas de pedágio em trechos concedidos à iniciativa privada. O órgão ainda destaca que o principal propósito de uma contagem volumétrica é determinar a quantidade, direção e composição do fluxo que atravessa um ponto de um sistema viário em uma unidade de tempo específica. Uma contagem volumétrica global não considera o sentido de circulação de uma via e sim o registro do número de veículos que por ali circulam. O DNIT ainda salienta que esse tipo de contagem serve para o emprego de cálculo de volume diário, preparação de mapas de fluxo e tendências de tráfego (DNIT, 2006).

Os níveis de tráfego seguem uma tendência semanal consistente. Sexta-feira registra o maior volume de veículos, enquanto terça, quarta e quinta-feira apresentam um tráfego mais equilibrado. Segunda-feira mostra uma ligeira diminuição no tráfego de carga, mas um aumento no tráfego de veículos de passeio em comparação com os outros dias úteis. Já sábado e domingo têm um tráfego reduzido, especialmente para veículos de carga (CARVALHO, 2015).

## 5 METODOLOGIA

Define-se a pesquisa como estudo de caso, uma vez que para obter-se os resultados do objetivo da pesquisa, foi necessário a retirada de dados através de trabalho em campo. A pesquisa foi de ordem qualitativa, pois, através de uma classificação das patologias do pavimento, foram utilizados conceitos de ótimo a péssimo, a fim de permitir diagnosticar o estado de conservação do pavimento. A pesquisa ainda pode ser classificada de ordem quantitativa, uma vez que para conceituar o pavimento, foi expresso um valor para o IGG. A principal bibliografia consultada foi a norma DNIT 006/2003 – PRO que indica o embasamento teórico específico e necessário para a execução do método de avaliação de pavimento flexível pelo Índice de Gravidade Global. Assim, o planejamento do estudo de campo e a obtenção dos resultados respeitaram-se às instruções de tal norma.

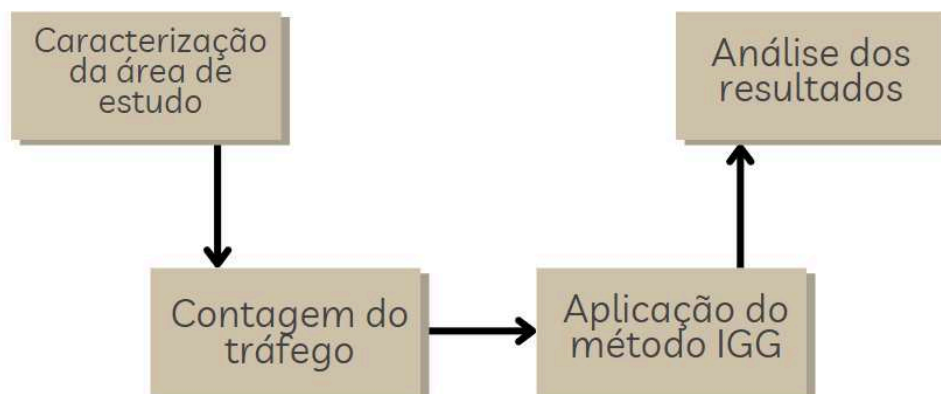
Primeiro foi realizada uma revisão da literatura com foco em trabalhos que aplicaram os mesmos métodos e nas normas DNIT 005/2003 – TER, DNIT – Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006) e DNIT – Manual de Estudos de Tráfego (2006). Posterior a isso e já como parte da metodologia adotada, foi executada a caracterização da área de estudo, que ocorreu mediante consultas às representações cartográficas da região fazendo uso da ferramenta Google Earth Pro e Google Maps, além de visitas ao local de estudo.

A contagem de tráfego do trecho analisado seguiu as recomendações do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), para contagem volumétrica e consideraram-se apenas os veículos de mais influência sobre a camada asfáltica, sendo os veículos do tipo CO (caminhões e ônibus).

A metodologia principal da pesquisa fundamentou-se na aplicação do IGG. A partir disso, foi feita uma inspeção no local registrando todas as patologias e a gravidade das mesmas em uma ficha de inspeção onde consta todos os dados do trecho analisado. O levantamento manual foi executado por uma equipe técnica composta por duas pessoas que caminharam pelo pavimento a ser avaliado e, através do uso de ferramentas como trena e régua, identificando o tipo de defeito, sua extensão e sua severidade.

Por fim, foi realizada a análise dos dados aferidos em campo com o auxílio da planilha eletrônica Google Sheets e posteriormente, se obteve a classificação da rodovia quanto ao estado atual da superfície.

A Figura 13 representa a sequência de etapas seguidas na metodologia da pesquisa, a fim de se obter um melhor discernimento de cada etapa.

**Figura 13** – Fluxograma das etapas executadas.

Fonte: Autoria própria (2024).

### 5.1 Área de estudo

Localizado no município de Campina Grande-PB a 130 km da capital do estado João Pessoa, o conjunto habitacional do Complexo Multimodal Aluizio Campos (CMAC) está localizado na área que circunda o bairro do Ligeiro, onde anteriormente se localizava a fazenda de mesmo nome, região considerada urbana, se situando entre o Norte da cidade de Queimadas-PB e a uma distância de 9 km de seu Centro Administrativo, limítrofe com a cidade de Campina Grande.

O Complexo Multimodal Aluizio Campos se constitui aproximadamente em 800 hectares, o que corresponde de 20% a 25% da mancha urbana da cidade (MOTA, 2020). Para o conjunto habitacional, especificamente, alocou-se uma área de aproximadamente 117 hectares, o que resulta em torno de 1,17 km<sup>2</sup>. A Figura 14 representa a localização do Complexo Multimodal Aluizio Campos. A Figura 15 representa a localização específica do conjunto habitacional pertencente ao Complexo.



**Figura 14** – Localização do Complexo Multimodal Aluizio Campos.



Fonte: Google Earth Pro (2024).

**Figura 15** – Localização do conjunto habitacional que pertence ao Complexo.



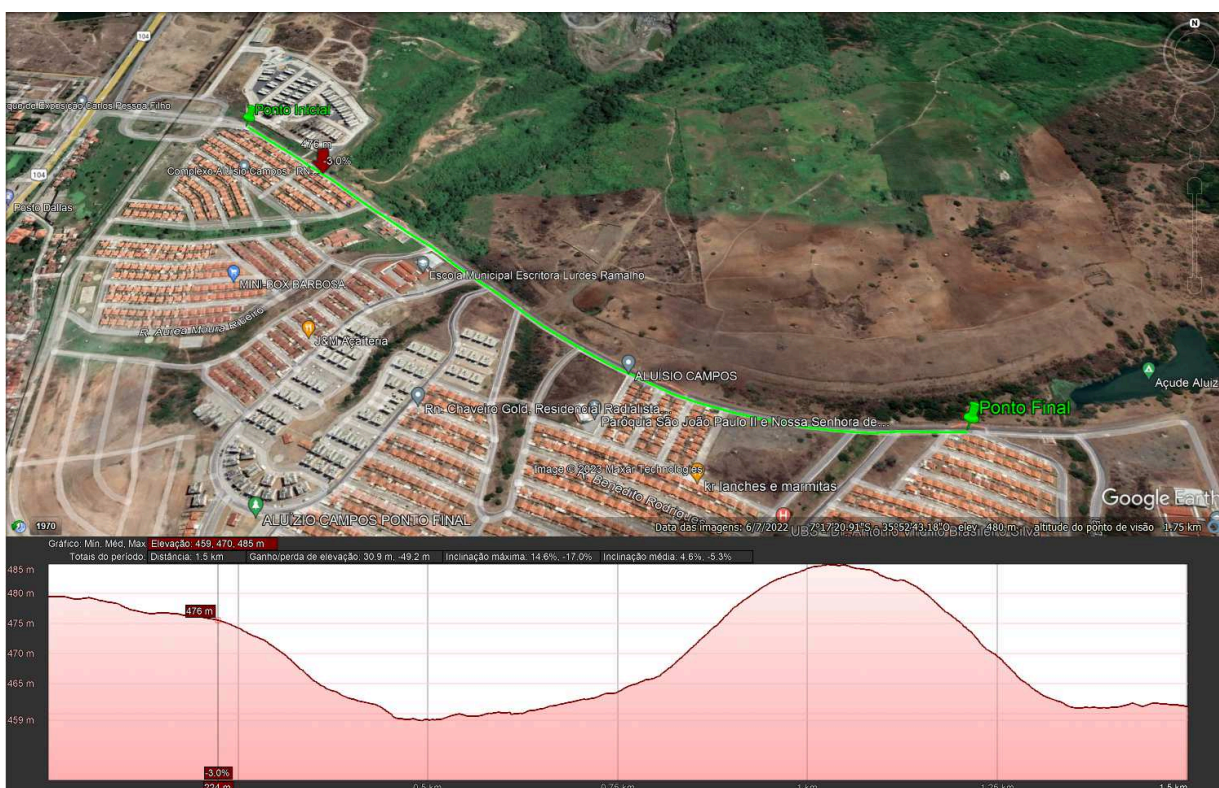
Fonte: Google Earth Pro (2024).



A avenida Ronaldo José da Cunha Lima é caracterizada como uma rodovia municipal, coletora, que permite o acesso à BR 104, onde esta interliga os estados do Rio Grande do Norte a Alagoas, passando pela Paraíba, mais precisamente nos municípios de Queimadas e Campina Grande, onde se localiza o acesso referente ao trecho estudado. 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.

A extensão total da avenida estudada corresponde a aproximadamente 1,5 km, a mesma apresenta vários estados de conservação e patologias, de tal forma a prejudicar o tráfego de veículos. A fim de demarcar o local de pesquisa, adotaram-se os marcos inicial (Latitude: 7°17'10,94"S; Longitude: 35°53'10,35"O) e final (Latitude: 7°17'32,96"S; Longitude: 35°52'31,30"O). A avenida permite o acesso à BR 104, como mostrado na Figura 16.

**Figura 16** – Trecho estudado na avenida Ronaldo José da Cunha Lima.



Fonte: Google Earth Pro (2024).

## 5.2 Contagem volumétrica do tráfego

Para a avaliação funcional de um pavimento, a contagem volumétrica do tráfego solicitante se faz de suma importância, uma vez que com ela é possível correlacioná-la para entender a deterioração do pavimento estudado. A fim de obter a contagem volumétrica de tráfego na avenida avaliada, foi determinado o Volume Médio Diário (VMD) de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006). O método foi desenvolvido com o auxílio das fichas de contagem apresentadas na Figura 17, sendo, portanto, o procedimento mais adequado para determinar a solicitação média de uma via.

**Figura 17** – Ficha utilizada na contagem volumétrica de veículos.

FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA DO TRÁFEGO

Via:	Data:	Avaliador:
Sentido:	Turno:	

Horário	Número de veículos			Volume de tráfego por hora	
	Caminhão	Ônibus	Frequência acumulada	Número de veículos	UCP
Volume Total					
Volume Médio Diário (VMD)					

\_\_\_\_\_  
Assinatura do avaliador

O Volume Médio Diário (VMD) compreende a circulação de veículos em qualquer direção da via, seja em uma ou ambas as faixas. Para representar o tráfego total na via em estudo, os veículos contados foram convertidos em unidades equivalentes de carros de passeio, permitindo assim a expressão do VMD em Unidades de Carro de Passeio (UCP), conforme os fatores de equivalência especificados na Tabela 5, adaptada de (DNIT, 2006).

**Tabela 5** – Fator de equivalência em carros de passeio

<b>Tipo de Veículo</b>	<b>VP (Veículo de Passeio)</b>	<b>CO (Caminhões e Ônibus)</b>	<b>SR (Semi-Reboques)</b>	<b>RE (Reboques)</b>	<b>M (Motocicletas)</b>	<b>B (Bicicletas)</b>	<b>SI (Sem Informação)</b>
Fator de Equivalência	1	1,5	2	2	1	0,5	1,1

Fonte: Adaptado de Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

Uma vez que o tráfego da avenida estudada se caracteriza por solicitações maiores vindas de ônibus e caminhões de eixo tandem duplo (por ser rota principal de duas linhas de transporte público que atende ao bairro e ainda as passagens do caminhão coletor de resíduos dos moradores), optou-se por considerar na contagem apenas os dois tipos de veículos mais influentes na deterioração do pavimento em virtude da característica de fluxo da avenida, que é uma rodovia municipal apenas de acesso, de baixo porte.

A amostra utilizada na contagem volumétrica abrange os picos de tráfego característicos do local, sendo que a amostra mínima desejável para estudos de capacidade, conforme o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), consiste em contagens realizadas durante 2 a 4 horas nos horários de pico da manhã e da tarde. Por isso, foram definidos os horários de 06:00 às 08:00 horas da manhã e 17:00 às 19:00 horas no período da tarde, que coincide com a passagem dos veículos mais influentes: o caminhão coletor e os ônibus, que trafegam com um menor tempo de intervalo entre eles.

O levantamento foi realizado nos dias 09 e 11 de abril de 2024, uma terça-feira e uma quinta-feira dia útil, a fim de obter uma melhor amostra representativa do tráfego. Além disso, tem-se que esses dias são os mais recomendados, pois não sofrem a influência do fim de semana como a segunda-feira e a sexta-feira, às quais podem comprometer a contagem tendo em vista que nesse período os padrões de tráfego podem sofrer alterações.

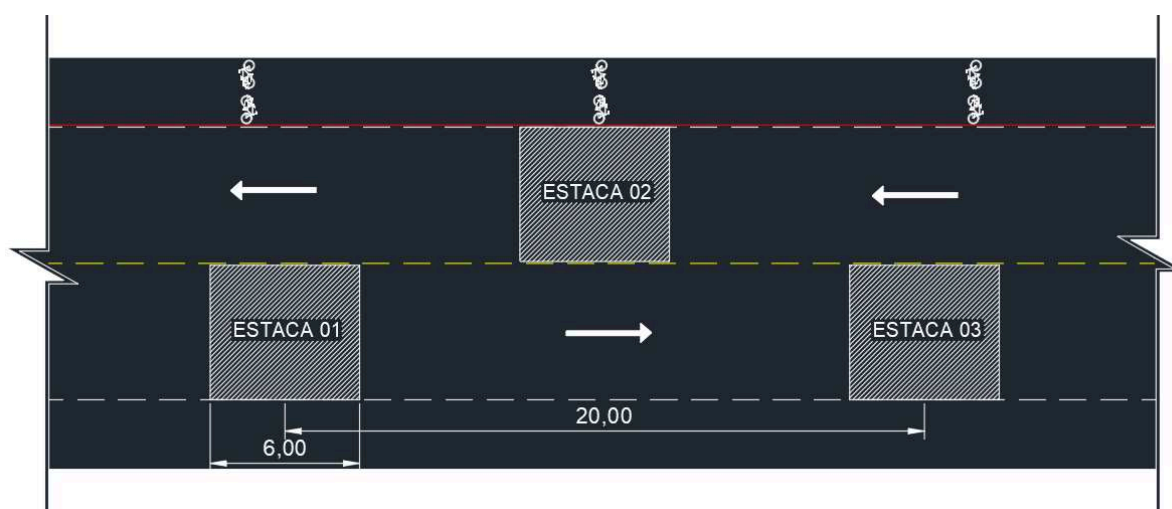
### 5.1 Execução do método do Índice de Gravidade Global (IGG)

A aplicação do método do Índice de Gravidade Global (IGG), foi desenvolvida com base nas recomendações do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) e na norma DNIT 006/2003 – PRO – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento.

Os materiais utilizados para a realização do levantamento foram de suma importância para a coleta dos dados. Utilizou-se cal, trena com 30 metros, cones e coletes sinalizadores, prancheta, caneta, manual para identificação dos defeitos e formulário disponível na norma para registro dos dados. Como no trecho avaliado não foi identificado nenhum afundamento por trilha de roda, não se fez uso da treliça padronizada para a medição das flechas.

O levantamento de dados ocorreu no dia 10 de abril de 2024, onde foram analisados 1360 m da avenida, o que representa aproximadamente 91% da extensão total da rodovia, resultando em 68 estações. Uma vez que a rodovia estudada é de pista simples, a medição das estações ocorreu a cada 20 metros, revezando entre as faixas de rolamento. As estações foram designadas através de uma linha transversal sobre o pavimento, situada entre as bordas de tráfego. Para demarcar as áreas de análise, foram traçadas duas linhas transversais adicionais, posicionadas a 3 metros antes e 3 metros depois de cada estação em consideração. A Figura 18 esboça o esquema adotado para delimitar as superfícies avaliadas.

**Figura 18** – Demarcação dos trechos de avaliação.



Fonte: Autoria própria (2024).

Ao observar as patologias presentes na superfície do pavimento, fez-se o registro das mesmas com base nas diretrizes da norma DNIT 005/2003 - TER. Além dos defeitos encontrados, foram anotados também a característica da seção de terraplanagem que

compreende o trecho em estudo (se é corte, seção mista ou aterro). Na Figura 19 apresenta um exemplo de inventário utilizado no levantamento do estado da superfície do pavimento.

**Figura 19** – Inventário utilizado no levantamento do estado da superfície do pavimento.

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																						
RODOVIA:		OPERADOR:																	FOLHA:			
TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:																	ESTACA OU QUILOMETRO		ESTACA OU QUILOMETRO	
SUBTRECHO:		DATA:																				
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS						AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS			INTERLIGADAS			PLASTICO		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE		
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC - 2		FC - 3											ALP
1	1	1	1	1	1	J	TB	JE	TBE	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	mm	mm	

Fonte: DNIT 006/2003-PRO.

Após completar o formulário de inventário que descreve o estado da superfície do pavimento e registrar as anomalias patológicas identificadas em diferentes estações, as frequências absolutas e relativas para cada defeito foram determinadas por meio da fórmula:

$$f_r = \frac{fa * 100}{n}$$

Onde:

fr – frequência relativa;

fa – frequência absoluta;

n – número de estações inventariadas.

Após isso, foi realizado o Índice de Gravidade Individual (IGI) para cada defeito inventariado, correlacionando a frequência relativa dos defeitos com um fator de ponderação fornecido pela norma DNIT 006/2003 - PRO, pela fórmula:

$$IGI = f_r * f_p$$

Onde:

fr – frequência relativa;

fa – fator de ponderação, obtido conforme a Tabela 6.

Com a soma dos valores do IGI, foi possível determinar o valor do Índice de Gravidade Global (IGG) e determinar finalmente as condições do pavimento de acordo com o conceito de degradação do pavimento em função do IGG calculado, que classifica a condição do pavimento do conceito indo de péssimo a ótimo, como está definido na Tabela 7.

O Índice de Gravidade Global (IGG) foi obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \Sigma IGI$$

Onde:

$\Sigma$  IGI - somatório dos Índices de Gravidade Individuais.

Para o desenvolvimento do cálculo do Índice de Gravidade Global do pavimento em análise, foi utilizada uma planilha de cálculo que está exposta no Quadro 1

**Quadro 1** – Planilha de cálculo do IGG.

CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG						
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	Frequência Absoluta (Fa)	Frequência Relativa (Fr)	Fator de Ponderação (Fp)	IGI	OBS.
1	(FC-1) Fi, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR			0,2	0	
2	(FC-2) J, TB			0,5	0	
3	(FC-3) JE, TBE			0,8	0	
4	ALP, ATP			0,9	0	
5	O e P			1,0	0	
6	Ex			0,5	0	
7	D			0,3	0	
8	R			0,6	0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm TRI e TRE			4/3	0,00	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas			1,0	0,00	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS			ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)		0	Conceito

Adaptado de DNIT 006/2003-PRO.

**Tabela 6** – Fator de ponderação para o cálculo do IGI.

<b>TIPO</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>FATOR DE PONDERAÇÃO</b>
1	Fissuras; Trincas Isoladas	0,2
2	Trincas tipo couro de jacaré; Trincas de bloco	0,5
3	Trincas tipo couro de jacaré (erosão); Trincas de bloco (erosão)	0,8
4	Afundamento plástico local; Afundamento Trilha de roda	0,9
5	Ondulação; Panela; Escorregamento	1,0
6	Exsudação	0,5
7	Desgaste	0,3
8	Remendo	0,6

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003-PRO.

**Tabela 7** – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

<b>CONCEITO</b>	<b>LIMITES</b>
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003-PRO.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa, além das análises discursivas acerca dos mesmos. Inicialmente, as análises referentes ao estudo de tráfego envolvendo a contagem volumétrica de veículos e a obtenção do número N, além dos resultados da avaliação funcional do pavimento pelo método do IGG no trecho estudado.

### 6.1 Estudo de tráfego

O estudo de tráfego partindo da contagem volumétrica de veículos, ocorreu na terça-feira do dia 09 de abril de 2024 e na quinta-feira do dia 11 de abril de 2024, com o intuito de obter o número de veículos que trafega no trecho estudado em intervalos de duas horas, subdivididos em análises a cada 20 minutos, como apresenta o Quadro 1 do Apêndice A. Diante dos dados obtidos referente ao número de veículos, foi possível fazer a conversão deste para Unidades de Carro de Passeio (UCP), de acordo com o fator de equivalência atribuído ao tipo de veículo, para ser possível a caracterização da via e do tráfego no local.

Nos horários do período matutino, o horário de pico identificado foi de 6:00 às 8:00 horas, enquanto no período vespertino e noturno, o horário de maior tráfego foi determinado no intervalo de 17:00 às 19:00 horas. Em vista disso, foi constatado um valor médio de 36 veículos trafegando no trecho estudado durante o período matutino, o que resultou em um volume médio de 54 UCP. Já no período vespertino e noturno obteve-se um valor médio de 29 veículos trafegando, o que resultou em um volume médio de 44 UCP.

O volume diário de veículos foi obtido com a soma dos valores totais em cada turno e o Volume Médio Diário (VMD) foi alcançado com a média simples do volume de cada turno, conforme expresso no Quadro 2.

**Quadro 2 – Volume Médio Diário em UCP.**

<b>DATA</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>VOLUME DE TRÁFEGO (UCP)</b>
09/04/2024	6:00 às 8:00 horas	54
	17:00 às 19:00 horas	45
11/04/2024	6:00 às 8:00 horas	53
	17:00 às 19:00 horas	42
<b>Volume Médio Diário (UCP)</b>		<b>97</b>

Fonte: Autoria própria (2024).



Fazendo a relação dos valores encontrados de número de veículos em Unidades de Carro de Passeio (UCP) é possível caracterizar o volume de tráfego obtido como leve, uma vez que o VMD < 1000 UCP's (Pantigoso, 2018). Porém, vale ressaltar que a amostragem contém apenas os veículos do tipo CO (caminhões e ônibus), e em duas horas de aferição das amostras para cada horário de pico considerado.

Também foi possível caracterizar o nível de serviço da rodovia como A, já que possui um fluxo inferior a 490 UCP/h (DNIT, 2006). O trecho em estudo possui a maior capacidade entre as vias presentes no bairro Aluizio Campos e é utilizado como rota de ônibus de duas linhas distintas que atendem a população, o que resulta em um volume como o que foi constatado.

Caracterizando a via estudada, ela pode ser entendida como corredor de ônibus possuindo um volume médio com um "N" característico =  $10^7$  solicitações, mediante a um volume inicial de tráfego de veículos do tipo CO < 500, conforme a IP - 05/2004 para dimensionamento de pavimentos flexíveis (SÃO PAULO, 2004).

## 6.1 Análise funcional da superfície do pavimento

O processo de coleta de dados na Av. Ronaldo José da Cunha Lima foi essencial para identificar e quantificar as patologias presentes no pavimento, permitindo uma avaliação prática da condição da superfície. Essa avaliação se baseou nos efeitos funcionais causados pelas diversas falhas encontradas.

### 6.2.1 Identificação das patologias

A identificação das manifestações patológicas da superfície do pavimento foi desenvolvida com o auxílio da norma DNIT 005/003 - Terminologia, e com ela foi possível constatar os defeitos e quantificá-los.

#### 6.2.1.1 Trincas isoladas

Ao longo do trecho analisado, foram detectadas fissuras em 62 estações, apresentadas na Figura 20. Já as trincas transversais curtas e as trincas transversais longas foram inventariadas em 40 estações (Figura 21), enquanto as trincas longitudinais curtas e as trincas longitudinais longas apresentaram-se em 45 estações (Figura 22).

**Figura 20** – Fissuras identificadas no pavimento estudado.



Fonte: Aatoria própria (2024).

**Figura 21** – Trincas transversais identificadas no pavimento estudado.



Fonte: Aatoria própria (2024).



**Figura 22** – Trincas longitudinais identificadas no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

Estas patologias possivelmente têm sua ocorrência relacionada ao envelhecimento do asfalto e das variações de temperatura que causam expansão e contração do revestimento, intensificadas pelas cargas solicitantes ao pavimento e a precipitação pluviométrica. Além disso, a má qualidade na execução da junta longitudinal que separa as faixas e a borda pode contribuir para esse defeito.

Com a pouca proteção ao pavimento quanto à drenagem de águas pluviais em algumas estações, uma vez que se notou a infiltração de água em direção ao interior do pavimento, o que ocasionou o enfraquecimento de toda a sua estrutura, constituindo as trincas.

Foi observado ainda, que houve uma intensificação da constatação do defeito, em estações com seção de terraplanagem em aterro ou mista (considerando a faixa de rolamento disposta na seção em aterro). A ocorrência pode ser relacionada com uma possível degradação das camadas de base do pavimento, influenciando na camada de revestimento, em virtude da infiltração de precipitação nas camadas, gerando instabilidade na compactação.

### 6.2.1.2 Trincas interligadas

Foram detectadas trincas interligadas do tipo “couro de jacaré” em 23 estações, onde está apresentada na Figura 23. Já as trincas do tipo “bloco” pôde ser encontrado em apenas duas estações ao longo do trecho inventariado (Figura 24)

Em sua grande maioria, as trincas interligadas encontradas ao longo do levantamento, podem ser classificadas em um grau de severidade média, uma vez que são constituídas por trincas conectadas com presença de erosão, porém, não foi identificado o bombeamento de finos. Quanto à área das trincas, em sua maioria foi de aproximadamente 1 m<sup>2</sup>, podendo ser considerada pequena.

A presença desses problemas pode ocorrer devido à sua localização no pavimento, que inclui uma região de manobras onde veículos convergem para acessos à avenida em estudo, requerendo uma estrutura resistente à frenagem de carros, motos e principalmente aos ônibus.

Essas patologias também podem estar ligadas à fadiga das camadas do pavimento ou à baixa qualidade delas, seja pela falta de capacidade de carga da estrutura ou pela inadequação das espessuras. Esses defeitos podem permitir a infiltração de água nas camadas inferiores, o que prejudica o desempenho dos materiais em cada camada.

**Figura 23** – Trincas tipo “couro de jacaré” identificadas no pavimento estudado.





**Figura 24** – Trincas tipo “bloco” identificadas no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

#### 6.2.1.3 Afundamentos

Os afundamentos inventariados no trecho, se caracterizam como afundamentos de consolidação local (Figura 25), onde foi possível identificá-los em 17 estações. Também foi inventariada em uma estação, uma ocorrência de afundamento plástico local.

Causado pela fluidez de uma ou mais camadas do revestimento, ou das camadas subjacentes, a patologia apresentada pode ser resultado de falhas na execução da obra, especialmente compactação mal feita. Esse tipo de patologia, classificado como afundamento de consolidação local por não apresentar levantamento e ter extensão inferior a 6 m, está relacionado à consolidação de uma ou mais camadas da estrutura do pavimento, ou da fundação.

**Figura 25** – Afundamento de consolidação local identificado no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

#### 6.2.1.4 Outros defeitos

O trecho analisado apresentou ondulações em 4 estações, como pode ser observado na Figura 26. Já o defeito caracterizado como escorregamento pôde ser identificado em apenas uma estação, como expõe a Figura 27.

A explicação para o aparecimento dessas ondulações no pavimento pode estar relacionada ao tráfego e à frenagem de veículos pesados, uma vez que as estações onde o defeito ocorreu, foram estações localizadas em pontos de acesso à avenida e em pontos de declive acentuado.

O escorregamento pode ter ocorrido quando o revestimento se deslocou em relação às camadas abaixo, resultando no surgimento de fendas em formato de meia-lua. Seu surgimento no pavimento pode estar relacionado principalmente com a falta de aderência à camada de base ou pela baixa resistência da mistura asfáltica. Foi detectado o escorregamento em uma área de interseção e frenagem na via, inclusive sendo essa área comum às ondulações também identificadas, onde o veículo provoca o deslocamento ou deformação da camada asfáltica.



**Figura 26** – Ondulação identificada no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 27** – Escorregamento identificado no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).



Apenas uma estação apresentou o defeito de exsudação na superfície de rolamento, como pode ser visualizado na Figura 28.

**Figura 28** – Exsudação identificada no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

A ocorrência dessa patologia pode estar associada à presença excessiva de ligantes, onde em temperaturas elevadas, o asfalto se dilata, levando esses ligantes a migrarem para a superfície do pavimento devido à dificuldade de preencher espaços vazios ou por estarem em excesso na composição da camada asfáltica.

Foram inventariadas apenas duas “panelas” no pavimento ao longo do trecho, onde é exposto na Figura 29.

A principal causa dessa patologia pode se dar em detrimento da fase avançada do trincamento por fadiga, agravada pela ação do tráfego, o que compromete tanto a estrutura quanto a funcionalidade do pavimento. Isso pode ter resultado na desintegração localizada na superfície do pavimento, classificada como um defeito estrutural e funcional, tornando a manutenção consideravelmente mais onerosa. Além disso, a deterioração causada pela infiltração de água nas camadas do pavimento também contribui para esse problema.

Observou-se que algumas depressões encontradas surgiram da progressão de outros defeitos já existentes, como por exemplo a trinca interligada do tipo “couro de jacaré”.



**Figura 29** – Panela identificada no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

O defeito mais presente no levantamento foi o “desgaste” do pavimento, onde foi possível visualizá-lo em 67 das 68 estações. A Figura 30 mostra exemplos de desgastes inventariados no trecho.

**Figura 30** – Desgaste identificado no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024).

O desgaste ou desagregação pode estar associado ao desprendimento de agregados da superfície, ou à perda de adesividade ligante-agregado, sendo diretamente influenciado pelas ações do tráfego e do intemperismo no local. Também há a possibilidade das principais causas se referirem à utilização de materiais inadequados, falhas no processo de construção ou inadequada ligação entre os componentes da mistura betuminosa empregada.

Por fim, o defeito “remendo” foi identificado em 9 estações, como está evidenciado na Figura 31.

**Figura 31** – Remendo identificado no pavimento estudado.



Fonte: Autoria própria (2024)

Foi possível observar que o serviço de execução desses “remendos” foi a partir da utilização de concreto betuminoso e explicitamente está associado a um reparo de defeitos anteriormente existentes, sendo o mais comum e provável, a “panela”. Sua localização na via também diz respeito às constantes solicitações de tráfego e frenagem de veículos, e sempre em estações repletas de outros defeitos distintos.

### 6.2.2 Aplicação do método do Índice de Gravidade Global (IGG)

Por meio do levantamento de dados *in situ*, foi possível inventariar 68 estações, como pode ser observado nos formulários que constituem os anexos D, E, F e G. Durante a análise ao longo do segmento, foi constatado a inexistência de flechas nas trilhas de roda interna e externa, ficando fora da contagem para o cálculo do IGG, em virtude disso.

Com os inventários preenchidos, calculou-se as Frequências Absoluta e Relativa, e com o Índice de Gravidade Individual de cada defeito, obteve-se o valor para o Índice de Gravidade Global do pavimento, bem como o seu conceito de degradação em função do IGG.

O Quadro 3 dispõe os resultados para o IGG do pavimento estudado.

**Quadro 3** – Cálculo do IGG para a Av. Ronaldo José da Cunha Lima.

CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL - IGG						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta (Fa)	Frequência Relativa (Fr)	Fator de Ponderação (Fp)	IGI	OBS.
1	(FC-1) Fi, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	146	214,71	0,2	42,94	
2	(FC-2) J, TB	13	19,12	0,5	9,56	
3	(FC-3) JE, TBE	17	25,00	0,8	20	
4	ALC, ATC, ALP, ALT	22	32,35	0,9	29,12	
5	O e P	6	8,82	1,0	8,82	
6	Ex	1	1,47	0,5	0,74	
7	D	67	98,53	0,3	29,56	
8	R	9	13,24	0,6	7,94	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm TRI e TRE	-	-	4/3	0,00	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	-	1,0	0,00	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		68	Índice de Gravidade Global (IGG)		<b>149</b>	Conceito <b>RUIM</b>

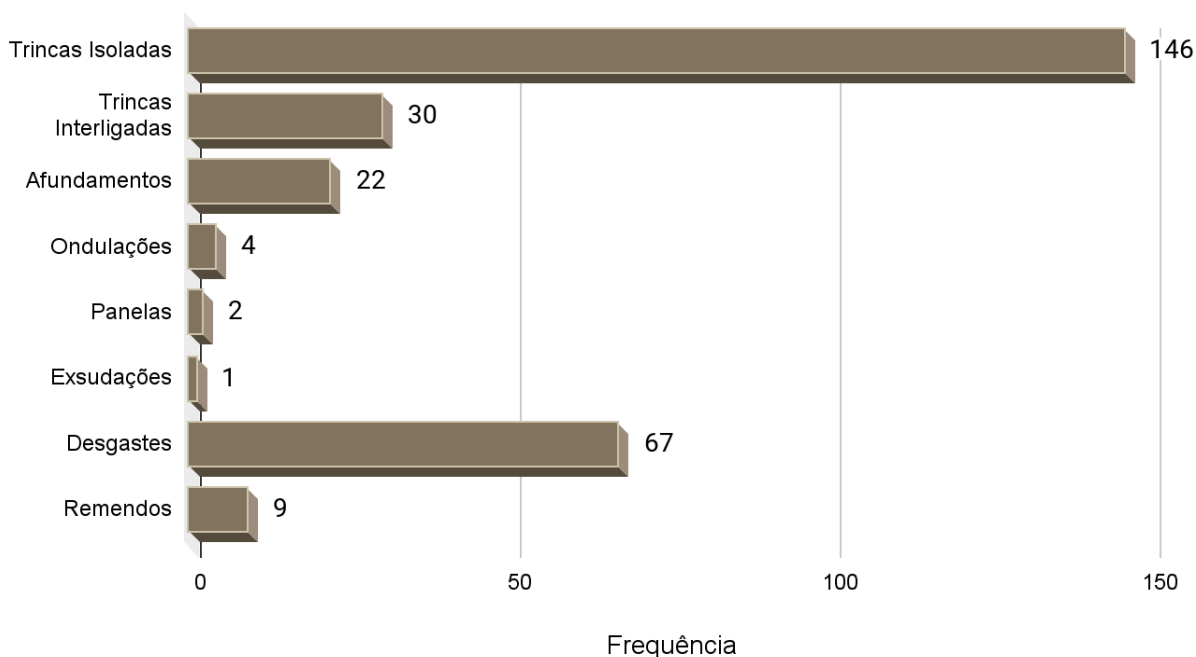
Fonte: Autoria própria (2024).



Ao observar a tabela, nota-se que o Índice de Gravidade Global (IGG) está situado na faixa entre 80 e 160, mais precisamente o valor de 149. Conseqüentemente, o trecho é categorizado como "ruim", indicando que não proporciona total segurança e conforto aos usuários. Grande parte desse resultado, se associa a frequência dos defeitos mais encontrados: as trincas isoladas e interligadas, e o desgaste.

O Gráfico 1 apresenta a frequência com que ocorre cada defeito inventariado, com base nos dados coletados em campo. Para as trincas isoladas, consideraram-se as fissuras, trincas transversais longas e curtas, e as trincas longitudinais longas e curtas. Por sua vez, para as trincas interligadas, considerou-se as do tipo “couro de jacaré” e as do tipo “bloco”.

**Gráfico 1** – Frequência de ocorrência das patologias apresentadas.



Fonte: Autoria própria (2024)

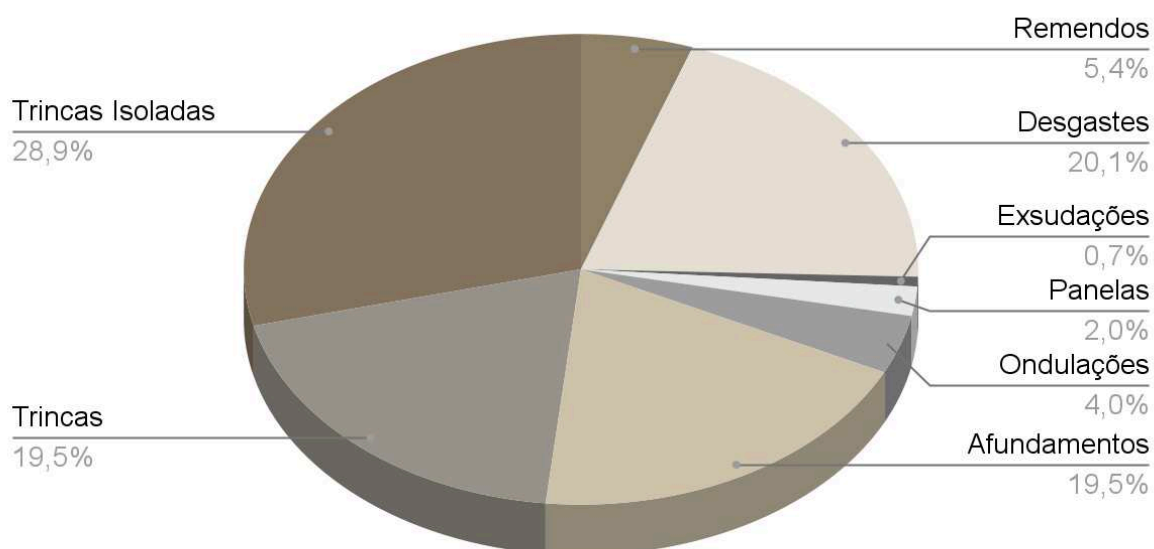
Pode-se notar que os defeitos com mais aparições foram as “trincas isoladas”, aparecendo em 146 vezes, principalmente nas 30 primeiras estações, considerando o somatório de todos os tipos de trincas isoladas. O defeito “desgaste” também foi bastante identificado, estando presente em 67 estações. O defeito “trincas interligadas” também teve

uma frequência relevante com 30 aparições, considerando todos os tipos de trincas interligadas.

Calculadas as frequências de cada defeito, foi possível obter o Índice de Gravidade Individual para cada defeito, ou seja, a influência e contribuição de cada patologia detectada para o Índice de Gravidade Global e o conceito de desgaste do pavimento, que analisa a trecho por completo, totalizando todas as estações.

O Gráfico 2 evidencia a contribuição, em porcentagem, dos Índices de Gravidade Individual encontrados de cada defeito, para o valor obtido que representa o Índice de Gravidade Global do pavimento.

**Gráfico 2** – Contribuição de cada patologia para o valor do IGG.



Fonte: Autoria própria (2024)

A partir do Gráfico 2, percebe-se que a maior influência no valor final do IGG foi do defeito “trincas isoladas”, significando 28,9% do valor total, seguido das “trincas interligadas”, representando 19,5%. Os afundamentos, com frequência de 22 aparições, representaram os mesmos 19,5% do defeito “trincas interligadas” que dispôs de 30 aparições, enquanto os “desgastes” dispostos em 67 aparições, representaram cerca de 20% do valor

total do IGG. Isso ocorre devido ao fator de ponderação implicado a cada defeito, conforme a sua relevância e influência para o grau de severidade do pavimento. Assim, para obter um conceito melhor quanto à qualidade de tráfego da rodovia é necessário a solução dos problemas relacionados às patologias. Porém, fica explícito quais os principais defeitos que foram responsáveis pelo conceito obtido através da análise.

Ao final da obtenção dos dados de IGG da via estudada e do seu conceito de degradação do pavimento, foi possível perceber que o conceito “RUIM” identificado pela análise condiz com a realidade do trecho em estudo, e previamente já era uma possibilidade de resultado esperada.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante a avaliação dos resultados obtidos, pode-se concluir:

- O estudo de tráfego partindo da contagem volumétrica de veículos, se mostrou de grande importância para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que partindo do entendimento de como se apresenta o tráfego no segmento estudado, foi possível a compreensão das causas de cada patologia identificada, além da caracterização da rodovia quanto ao volume tráfego e ao nível de serviço.
- De acordo com a inventariação dos defeitos apresentados, foi possível atestar que dentre as patologias, as que mais se mostraram influentes no valor final do IGG foram as “trincas isoladas” com quase 30% de interferência, além das “trincas interligadas”, os “afundamentos” e os “desgastes” com cerca de 20% cada.
- Após a análise funcional realizada, o pavimento se mostrou classificado como tendo um estado de conservação "ruim", o que significa que não está em conformidade com os padrões de segurança e conforto esperados em uma rodovia, indicando a urgência de medidas de reabilitação do pavimento. No processo de avaliação, o método do IGG ofereceu uma avaliação rápida e abrangente, sendo simples de aplicar, além de ser economicamente viável em comparação com outros métodos.
- As condições de tráfego mediante as solicitações utilizadas, não se mostraram eficientes, uma vez que, com base na análise feita no pavimento, detectou-se a má qualidade de seu estado de conservação com relação ao conforto e segurança dos usuários. Dessa forma, enxerga-se a necessidade da utilização de novas condições de tráfego para o pavimento.

## 7.1 Sugestões para trabalhos posteriores

A partir do estudo realizado e dos resultados das análises, surgem novas possibilidades para pesquisas futuras, visando a complementação da avaliação da rodovia:

- Analisar com mais detalhes as possíveis causas dos defeitos encontrados, bem como realizar um estudo de tráfego mais preciso e verificar o projeto da via para verificar se houve um sub dimensionamento.
- Conduzir avaliações estruturais para examinar o desempenho estrutural do pavimento e avaliar a qualidade dos materiais utilizados em suas camadas.
- Realizar outros tipos de procedimentos para avaliações funcionais da condição superficial do pavimento, como indica o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT): DNIT 007/2003 – PRO, DNIT 008/2003 – PRO, DNIT 009/2003 – PRO, a fim de confrontar os dados e obter uma análise mais ampla.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (1962). **The AASHTO Road Test. Report 5. Pavement Research.** Highway Research Board. Special Report 61E. Washington, D.C. United States of America.

ALVES, Raquel Patriota. **Avaliação funcional de pavimento flexível em trechos das rodovias BR- 426 e PB - 306, na cidade de Princesa Isabel - PB.** 2022. 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

\_\_\_\_\_. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2ª edição, 2022.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. **Manual de Pavimentação.** 3ª edição. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 274p.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. **Manual de estudos de tráfego.** 3ª edição. Rio de Janeiro, 2006. 384p.

CARVALHO, Carlos Fábio Cortezão. **Avaliação do desempenho de pavimentos flexíveis restaurados com revestimento asfáltico para região de Urucu (Coaril/AM).** 2019. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

\_\_\_\_\_, A. P. **Análise da Margem de erro do volume médio diário - VMD estimado com base em pesquisas de tráfego de curta duração.** - Ouro Preto, 2015.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Rodovias brasileiras apresentam piora de qualidade: Nova Pesquisa CNT de Rodovias avalia 110.333 km e revela problemas em mais da metade dessa extensão.** – Brasília : CNT, 2022.

\_\_\_\_\_. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2021.** – Brasília: CNT, 2021.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: Aplicação à Rede Viária de Porto Alegre.** Dissertação (Mestrado

Profissionalizante em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003 - TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. DNIT 006/2003 - PRO. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento.** Rio de Janeiro. 2003

\_\_\_\_\_. DNIT 009/2003 – PRO: **Avaliação subjetiva de superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

FILHO, Armando Machado Castro. **Noções básicas sobre pavimentos asfálticos.** São Luís: AMCF, 2016.

FRANCO, Filipe Augusto Cinque de Proença. **Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SisPav.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), COPPE. Rio de Janeiro, 2007.

GIRARDI, Bianca Milena. **Avaliação funcional das ruas laterais operadas como desvio de tráfego na BR-285 em Bozano - RS.** 2021. 69p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2021.

GUEDES, Leonardo Rodrigues. **Estudo de segmento na Rodovia BR 230-PB com aplicação do novo método de dimensionamento de pavimentos asfálticos MeDiNa.** 2021. 102p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.

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.** 2022. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Cajazeiras, 2022.

MOTA, Taynar. **Canteiro de Engenharia - Geotecnia e pavimentação - Defeitos em pavimentos: você sabe a diferença entre eles?.** 2019 Disponível em: <<https://canteirodeengenharia.com.br/2019/07/03/defeitos-em-pavimentos/>>. Acesso em agosto de 2023.

MOTA, Leonardo de Araújo e. **Macroeconomia, Habitação e Desenvolvimento Regional: o Complexo Multimodal Aluizio Campos em Campina Grande-PB.** Qualitas Revista Eletrônica ISSN 1677 4280 v.21, n.2, p.59-86, 2020.

OSPINA CAMACHO, Janette Patricia. **Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal–departamento del Tolima.** 2019.

PANTIGOSO, J. F. G.: **Uso dos Sistemas de Informações Geográficas para a Integração da Gerência de Pavimentos Urbanos com as Atividades das Concessionárias de Serviços Públicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

RIBEIRO, L. de A. et al; **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.

ROQUE, Pablo. Backes. **Avaliação da vida útil de pavimento flexível através de estudo de caso no município de Santa Rosa – RS**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Santa Rosa, 2019.

SÃO PAULO, Prefeitura Municipal de. **Instrução de Projeto IP - 05/2004 - Dimensionamento de Pavimentos flexíveis: tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus**. São Paulo, 2004.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação: volume 1**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2007. 761 p

SILVA, Lauro Lúcio Martins. **Avaliação superficial de pavimentos, usando o método IGG, (Índice de Gravidade Global): um estudo de caso em um trecho na Av. Anhanguera, Goiânia, Goiás**. 2019. 100p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Bacharelado em Engenharia de Transportes - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiás, 2019.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2008.

SOUZA, Murillo Lopes de. **Método de projeto de pavimentos flexíveis**. 3 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, IPR., 1981 (IPR. Publ. 667)

SOUZA, Wanessa da Nóbrega e. **Avaliação funcional da rodovia Alça Sudeste no município de Patos-PB por meio dos métodos de levantamento visual contínuo (LVC) e índice de gravidade global (IGG)**. 2021.67p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.

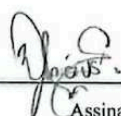
## **ANEXOS**

## ANEXO A - Formulário para contagem volumétrica de tráfego - I

## FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA DO TRÁFEGO

Via: Av. Rorilde José da Cunha Lima	Data: 09/04/24	Avaliador: Vinícius
Sentido: Pista Simples	Turno: Integral	

Horário	Número de veículos			Volume de tráfego por hora	
	Caminhão	Ônibus	Frequência acumulada	Número de veículos	UCP
6:00 - 6:20		12	12	20	30
6:20 - 6:40		4	4		
6:40 - 7:00		4	4		
7:00 - 7:20		6	6	16	24
7:20 - 7:40	1	4	5		
7:40 - 8:00	1	4	5		
17:00 - 17:20		10	10	20	30
17:20 - 17:40		6	6		
17:40 - 18:00		4	4		
18:00 - 18:20		4	4	10	15
18:20 - 18:40		4	4		
18:40 - 19:00		2	2		
Volume Total				66	99
Volume Médio Diário (VMD)				64,5	96,75



Assinatura do avaliador

## ANEXO B - Formulário para contagem volumétrica de tráfego - II

## FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA DO TRÁFEGO

Via: Av. Raulo Dix de Costa Lima	Data: 11/04/24	Avaliador: J. Reis
Sentido: Pista Simples	Turno: Integral	

Horário	Número de veículos			Volume de tráfego por hora	
	Caminhão	Ônibus	Frequência acumulada	Número de veículos	UCP
6:00 - 6:20		10	10	18	27
6:20 - 6:40		5	5		
6:40 - 7:00		3	3		
7:00 - 7:20		8	8	17	25,5
7:20 - 7:40	1	4	5		
7:40 - 8:00		4	4		
17:00 - 17:20		8	8	22	33
17:20 - 17:40		8	8		
17:40 - 18:00		6	6		
18:00 - 18:20		2	2	6	9
18:20 - 18:40		2	2		
18:40 - 19:00		2	2		
Volume Total				63	94,5
Volume Médio Diário (VMD)				64,5	96,75



Assinatura do avaliador

## ANEXO C - Terminologia e classificação dos defeitos

DNIT 006/2003-PRO

9

## Anexo D (normativo)

Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
	OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO		
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O			
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E			
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX			
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D			
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P			
Remendos			Remendo Superficial		RS		
			Remendo Profundo		RP		

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

- FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.  
FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.  
FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

- As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

\_\_\_\_\_ /Índice Geral



ANEXO D - Inventário dos defeitos para o cálculo do IGG - I.

DNIT 006/2003-PRO

7

Anexo B (normativo)

Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento

Estaca ou Terrap.		OK	TRINCAS						AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS					TRINCAS RODAS		Observações:					
			ISOLADAS		FC-2		FC-3		PLASTICO	CONSOLID			P	E	EX	D	R	TRI	IRE						
Estaca ou km	Seção ou Terrap.	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE		
01	ATERRO	X	X			X		X											X		X				TTC - 0,00
02										X															
03						X																			
04						X																			
05		X	X					X																	
06		X	X					X																	
07		X	X					X																	
08		X	X					X																	
09		X	X					X																	
10		X	X					X																	
11	CORTE	X	X					X																	
12	CORTE	X	X					X																	
13		X	X					X																	
14	ATERRO	X	X					X																	
15	ATERRO	X	X					X																	
16		X	X					X																	
17		X	X					X																	
18		X	X					X																	
19		X	X					X																	
20		X	X					X																	
21		X	X					X																	

/Anexo C



ANEXO E - Inventário dos defeitos para o cálculo do IGG - II.

DNIT 006/2003-PRO

7

Anexo B (normativo)

Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento

Estaca ou Terrap.		OK	TRINÇAS						INTERLIGADAS			AFUNDAMENTOS			OUTROS DEFEITOS						TRINÇAS RODAS			Observações:
			ISOLADAS			TRR			J	TB	FC-2	FC-3	ALP	ATP	ALC	ATC	D	E	EX	R	TRI	IRE		
Fi	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	FC-2	FC-3	ALP	ATP	ALC	ATC	D	E	EX	R	TRI	IRE	mm	mm			
22	X	X	X	X	X	X								X										
23	X	X	X	X	X	X								X										
24	X	X	X	X	X	X								X										
25	X	X	X	X	X	X								X										
26	X	X	X	X	X	X								X										
27	X	X	X	X	X	X								X										
28	X	X	X	X	X	X								X										
29	X	X	X	X	X	X								X										
30	X	X	X	X	X	X								X										
31	X	X	X	X	X	X								X										
32	X	X	X	X	X	X								X										
33	X	X	X	X	X	X								X										
34	X	X	X	X	X	X								X										
35	X	X	X	X	X	X								X										
36	X	X	X	X	X	X								X										
37	X	X	X	X	X	X								X										
38	X	X	X	X	X	X								X										
39	X	X	X	X	X	X								X										
40	X	X	X	X	X	X								X										
41	X	X	X	X	X	X								X										
42	X	X	X	X	X	X								X										

/Anexo C

ANEXO F - Inventário dos defeitos para o cálculo do IGG - III.

DNIT 006/2003-PRO

7

Anexo B (normativo)

Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento

RODOVIA: <i>Av. Leopoldo José da Cunha Lima</i>		FOLHA: <i>03</i>		ESTACA OU QUILÔMETRO		TRINÇAS RODAS		OUTROS DEFEITOS							Observações:											
		ESTACA OU QUILÔMETRO	ESTACA OU QUILÔMETRO	TRI	IRE	R	D	EX	E	P	O	ATC	ALC	ATP		ALP										
TRECHO:	SUBTRECHO:	Seção Terrap.	OK	TRINÇAS			INTERLIGADAS			AFUNDAMENTOS			OUTROS DEFEITOS													
				ISOLADAS			FC-2			FC-3			PLASTICO			CONSOLID				O			P			E
Estaca ou km				FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE	
43	ATERRO			X																			X			
44				X																			X			
45				X			X																X			
46				X				X															X			
47				X																			X			
48				X																			X			
49				X																			X			
50				X																			X			
51				X																			X			
52				X																			X			
53				X																			X			
54				X																			X			
55				X																			X			
56				X																			X			
57				X																			X			
58				X																			X			
59				X																			X			
60				X																			X			
61				X																			X			
62				X																			X			
63				X																			X			

/Anexo C

ANEXO G - Inventário dos defeitos para o cálculo do IGG - IV.

DNIT 006/2003-PRO 7

**Anexo B (normativo)**  
Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento

Estaca ou km		Seção ou Terrap.		OK		TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS					TRINCAS RODAS			Observações:	
						ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE		
						FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE		
64	ATERRO					X	X	X	X														X						
65	"					X	X	X	X														X						
66	"					X	X	X	X														X						
67	"					X	X	X	X														X						
68	"					X	X	X	X														X						

/Anexo C

Fonte: Autoria própria (2024).