



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA - UNIFAEMA**

**AKAELLE DANDREA OMITTI**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL DA AVENIDA  
CANAÃ NA CIDADE DE ARIQUEMES (RO)**

**ARIQUEMES – RO  
2022**

**AKAELLE DANDREA OMITTI**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL DA AVENIDA  
CANAÃ NA CIDADE DE ARIQUEMES (RO)**

Trabalho de Conclusão de  
Curso para obtenção do Grau em  
Engenharia Civil apresentado ao  
Centro Universitário UNIFAEMA.

Orientador (a): Prof. Ms. Silênia  
Priscila da Silva Lemes

**ARIQUEMES – RO  
2022**

**AKAELLE DANDREA OMITTI**

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL DA AVENIDA  
CANAÃ NA CIDADE DE ARIQUEMES (RO)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia Civil  
do Centro Universitário FAEMA –  
UNIFAEMA como pré-requisito para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Ms. Silênia  
Priscila Lemes da Silva.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

---

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

---

Prof. Esp. Bruno Dias de Oliveira  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO  
2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

O55a Omitti, Akaelle Dandrea.

Análise de patologias no pavimento flexível da Avenida Canaã na cidade de Ariquemes (RO). / Akaelle Dandrea Omitti. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.  
66 f. ; il.

Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Patologias Construtivas. 2. Construção Civil. 3. Pavimento Flexível. 4. Avaliação de Obras. 5. Rondônia. I. Título. II. Lemes, Silênia Priscila da Silva.

CDD 620.1

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

*Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me proporcionaram a realização deste sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu tudo em minha vida. E por sempre me proteger com Nossa Senhora de Lourdes e São Miguel Arcanjo.

Agradeço aos meus pais por me incentivarem sempre, por acreditar que eu seria capaz de realizar todos os meus sonhos e por ter orgulho de mim.

Agradeço aos meus irmãos por crerem em mim e me apoiarem.

A todos os meus familiares e amigos eu sou grata.

Agradeço a minha orientadora por me guiar e ajudar na realização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores que nestes 5 anos estiveram me ensinando da maneira mais bela.

*“A única forma de chegar ao impossível, é acreditar que é possível!”  
Alice no País das Maravilhas*

## RESUMO

O Brasil é um país atrasado quando se trata de novos métodos de execução do sistema rodoviário, este, no qual se encontra um grande fluxo de tráfego por ser o principal modo de transporte adotado, e a sua sobrecarga resulta em surgimento de patologias nas vias. O presente trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar as patologias encontradas nos 2,23 km da avenida Canaã em Ariquemes (RO). Através da pesquisa de campo realizada e utilizando normas, artigos e livros, foi possível relatar nos resultados os defeitos encontrados na via, suas causas e assim como também métodos de reversão. As patologias encontradas foram as panelas, corrugações, desgastes, afundamentos, escorregamentos, remendos, trincas isoladas e trincas de couro de jacaré. A anomalia que ocorre com maior incidência em todo o trecho analisado é o desgaste, já o remendo foi considerado por apresentar falhas construtivas, ambos advêm do excesso de cargas pesadas transitadas nas vias, falta de manutenção, processo de execução incorreto e uso de materiais inapropriados. A via se encontra gravemente danificada e demanda de conhecimento das condições do pavimento para definir as técnicas que serão empregadas na recuperação ou restauração, para que assim forneça maior durabilidade, evite reparos que muito prejudicam na locomoção e que pôr fim a avenida passe a oferecer segurança e qualidade aos cidadãos. A avenida foi dividida em três trechos A, B e C e estas possuem respectivamente 44,27%, 14,62% e 41,11% das patologias totais. E assim foi possível definir 253 pontos de manifestações patológicas.

**Palavras-chave:** Patologias. Ariquemes. Pavimento flexível.

## ABSTRACT

Brazil is a backward country when it comes to carrying out new methods of road system implementation, which has a great traffic flow as it is the main mode of transport adopted, and its overload can result in pathologies on the roads. The present study aimed to evaluate and quantify the pathologies found on the 2.23 km of Avenida Canaã in Ariquemes (RO). By means of the field research established with the assistance of regulation, articles and books, it was possible to report the imperfections found on the road, their causes and reversal methods. The pathologies found were pans, corrugations, attritions, sinking, slipping, patching, cracks isolation and alligator cracking. The anomaly that occurs with the highest incidence in the entire section analyzed is wear and tear, since the patch was considered due to presenting constructive failures, both arising from excessive heavy loads carried on the roads, lack of maintenance, incorrect execution process and use of inappropriate materials. The avenue has many problems and the lack of proper maintenance is what most prejudice the local traffic. The road is seriously damaged and requires knowledge of the pavement conditions to define the techniques that will be used in the recovery or restoration, so that it provides greater durability, avoids repairs that greatly impair locomotion and that putting an end to the avenue will offer safety and quality to citizens. The avenue was divided into three sections A, B and C and these have respectively 44.27%, 14.62% and 41.11% of the total pathologies. And so it was possible to define 253 points of pathological manifestations.

**Keywords:** Pathologies. Ariquemes. Flexible flooring.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Produção de materiais asfálticos para pavimentação .....	24
Figura 2 Camadas do pavimento flexível .....	26
Figura 3 Aplicação de cargas em pavimento flexível .....	27
Figura 4 Processo de fabricação do CBUQ.....	28
Figura 5 Desgaste .....	29
Figura 6 Escorregamento .....	30
Figura 7 Exsudação .....	31
Figura 8 Painelas/ covas/ buracos .....	31
Figura 9 Rodeiras ou trilhas de rodas .....	32
Figura 10 Subida de finos.....	32
Figura 11 Ondulações ou corrugações .....	33
Figura 12 Afundamento de trilho de roda .....	34
Figura 13 Afundamento local.....	34
Figura 14 Remendos.....	35
Figura 15 Trinca couro de jacaré.....	36
Figura 16 Trincas em bloco .....	37
Figura 17 Trinca transversal.....	38
Figura 18 Trinca longitudinal .....	38
Figura 19 Trinca de retração .....	39
Figura 20 Extensão avenida Canaã .....	40
Figura 21 Materiais utilizados para levantamento .....	41
Figura 22 Legenda de cores das patologias.....	42
Figura 23 Marcação no AutoCAD.....	43
Figura 24 Extensão da Avenida Canaã, Google Earth.....	44
Figura 25 Trecho A.....	45
Figura 26 Início Trecho A .....	46
Figura 27 Trecho B.....	47
Figura 28 Patologias no quebra-molas do Trecho B .....	48
Figura 29 Trecho C .....	49
Figura 30 Remendos Trecho C .....	53
Figura 31 Painela encontrada no Trecho A (9,4 cm).....	53
Figura 32 Painela encontrada no Trecho C (22 cm) .....	54

Figura 33	Panelas com água no Trecho C .....	55
Figura 34	Trincas no Trecho C .....	56
Figura 35	Recapeamento na Avenida Canaã .....	57
Figura 36	Recapeamento na Avenida Canaã .....	58
Figura 37	Recapeamento da Avenida Canaã .....	58
Figura 38	Panela no Trecho C após o recapeamento .....	59
Figura 39	Panela no Trecho C após o recapeamento .....	59

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Patologias Trecho A .....	45
Tabela 2 Patologias Trecho B .....	47
Tabela 3 Patologias Trecho C .....	49
Tabela 4 Patologias Avenida Canaã .....	50

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 Patologías Trecho A.....	46
Gráfico 2 Patologías Trecho B.....	47
Gráfico 3 Patologías Trecho C .....	49
Gráfico 4 Patologías Avenida Canaã.....	50
Gráfico 5 Patologías Avenida Canaã.....	51

**LISTA DE SIGLAS**

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagens
AD	Asfalto Diluído
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CAN	Cimento Asfáltico Natural
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo
CS	Bissulfeto de Carbono
EAP	Emulsão Asfáltica de Petróleo
RR	Ruptura Rápida
RM	Ruptura Média
RL	Ruptura Lenta
CR	Cura Rápida
CM	Cura Média
CL	Cura Lenta
C	Catiônica
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
ANT	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

**LISTA DE ABREVIATURAS**

cm	Centímetros
m	Metros
pag.	Página
km	Quilômetros

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>21</b>
3.1	MATERIAIS BETUMINOSOS.....	21
3.1.1	<b>Cimento Asfáltico.....</b>	<b>22</b>
3.1.2	<b>Asfalto Diluído.....</b>	<b>22</b>
3.1.3	<b>Emulsão Asfáltica .....</b>	<b>23</b>
3.2	TIPOS DE PAVIMENTOS .....	24
3.2.1	<b>Pavimento flexível.....</b>	<b>25</b>
3.2.2	<b>Camadas .....</b>	<b>25</b>
3.3	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ).....	27
3.3.1	<b>O processo de fabricação do CBUQ na usina.....</b>	<b>28</b>
3.4	PATOLOGIAS .....	29
3.4.1	<b>Desgaste .....</b>	<b>29</b>
3.4.2	<b>Escorregamento do revestimento betuminoso .....</b>	<b>30</b>
3.4.3	<b>Exsudação de asfalto .....</b>	<b>30</b>
3.4.4	<b>Panelas ou covas .....</b>	<b>31</b>
3.4.5	<b>Rodeiras ou trilhas de rodas.....</b>	<b>32</b>
3.4.6	<b>Subida de finos .....</b>	<b>32</b>
3.4.7	<b>Ondulações ou corrugações.....</b>	<b>33</b>
3.4.8	<b>Afundamentos .....</b>	<b>33</b>
3.4.9	<b>Remendos.....</b>	<b>35</b>
3.4.10	<b>Fendas ou fendilhamento (fissura e trinca).....</b>	<b>36</b>
3.4.10.1	<b>Trincas do tipo couro de jacaré.....</b>	<b>36</b>

3.4.10.2	Trincas em bloco .....	37
3.4.10.3	Trincas transversais .....	37
3.4.10.4	Trincas longitudinais.....	38
3.4.10.5	Trincas de retração.....	39
4.	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
5.	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
5.1	TRECHO A.....	44
5.2	TRECHO B.....	47
5.3	TRECHO C.....	48
5.4	AVENIDA CANAÃ .....	50
5.5	DISCUSÃO DOS RESULTADOS.....	50
5.6	RECAPEAMENTO .....	57
6.	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
7.	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>64</b>
	APÊNDICE A – TRECHO A.....	64
	APÊNDICE B – TRECHO .....	65
	APÊNDICE C – TRECHO C .....	66
8.	<b>ANEXO.....</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a ampliação de malhas rodoviárias ocorreu com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagens (DNER) em 1937, que possuía como objetivo ajudar no desenvolvimento do país. Outro grande fator na priorização do sistema rodoviário foram as políticas rodoviaristas, com o intuito de integrar as regiões através das rodovias.

Entretanto, mesmo com toda a relevância cultural e histórica, o sistema rodoviário brasileiro apresenta diversos problemas em sua pavimentação. A falta de um fluxo contínuo nos investimentos interferiu diretamente na qualidade das rodovias, tornando-as escassas, pouco densa e com má qualidade, além de utilizarem normas antigas (década de 1960) para dimensionar os pavimentos, estas normas não consideram as diferenças climáticas das regiões, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017).

Os defeitos, também chamados de patologias, podem surgir por diversos motivos. O tipo de pavimento, material utilizado, região, solo, técnicas construtivas, erros no projeto ou na execução, entre outras possibilidades, podem fazer com que venham a surgir diferentes patologias. Em 2017 a CNT afirmou que 99% dos pavimentos no Brasil são flexíveis. E em 2018 esta divulgou os defeitos mais comuns identificados no pavimento das rodovias brasileiras, são estes: fissura, trinca, afundamento, ondulações/corrugações, escorregamento, exsudação, desgaste, panela/buraco, remendo.

De acordo com o plano diretor de 2019 da cidade de Ariquemes (RO), o artigo 224 apresenta 16 diretrizes que tratam sobre a política municipal de trânsito. Duas destas diretrizes serão levadas em consideração para o estudo realizado, sendo elas:

VII - Adaptar a malha viária existente às melhorias das condições de circulação, visando maior fluidez, segurança, conforto.

XIV - Estimular a mobilidade e a acessibilidade a todos os cidadãos, possibilitando deslocamento ágil, seguro, confortável, confiável e econômico.

E quando se trata de pavimentação do Estado de Rondônia, o CNT apresenta em seu boletim unificado as estatísticas de malha rodoviária, com sua extensão em

km, pavimentada e não pavimentada. Em dezembro de 2020, cerca de 212.095 km estavam pavimentados e 1.348.259 km não pavimentados. Muitas destas estradas pavimentadas apresentam patologias nas vias que são extremamente perigosas, podem causar acidentes, danos aos veículos, tráfego lento e nos impedem de ter conforto, segurança e qualidade ao se deslocar. DOMINGUES (1993) afirma que caso um pavimento deixe de ofertar o seu melhor, este deve passar por reparos para voltar a ser seguro. No Brasil, o transporte rodoviário é marcado pelas carências de infraestrutura e disfunções burocráticas. Apesar de ser extremamente importante para a nossa economia, transportando pessoas e cargas, não tem recebido atenção. E como afirma na Agenda Institucional 2021 do CNT, é fundamental a implantação de políticas de transportes, a resolução das patologias nas vias, um aumento da participação da iniciativa privada, além da reconstrução, restauração e manutenção das rodovias.

A cidade de Ariquemes se encontra sobrecarregada pois apresenta o sistema rodoviário como o principal modo de transporte. A Avenida Canaã, por ser uma das principais, possui um intenso fluxo de veículos e o excesso de cargas favorece o surgimentos de patologias.

A operação “Tchau-poeira” que está em andamento e as demais pavimentações que vem ocorrendo nas cidades, são exemplos de um progresso para o Estado de Rondônia, uma boa pavimentação é de direito aos cidadãos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar as patologias do pavimento flexível da avenida Canaã na cidade de Ariquemes (RO).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar quais as patologias existentes neste pavimento, através de uma pesquisa de campo;
- Quantificar as patologias;
- Apontar as possíveis causas das patologias no pavimento flexível.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

As variações das definições de pavimentos são incontáveis, pois cada autor tem sua própria opinião sobre. Bernucci et al. (2010) afirma que os pavimentos devem suportar as cargas de tráfego dos veículos, no Brasil há um fluxo muito grande de veículos transitando pelas vias, e surgem as patologias quando estas não suportam, seja por um excesso de carga, má execução, erro no projeto ou pelas intempéries.

Já no Manual de Pavimentação (2006) do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), o pavimento de uma rodovia pode ser definido como a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes como infinito – a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada o subleito. Ou seja, é uma estrutura de camadas formada por materiais diferentes (em questão de resistência e deformabilidade) a fim de suportar as tensões e deformações das cargas do tráfego.

#### 3.1 MATERIAIS BETUMINOSOS

PINTO (2017) afirma que materiais betuminosos são definidos como misturas de hidrocarbonetos solúveis em bissulfeto de carbono (CS) com propriedades de aglutinação, e os divide em duas categorias, os asfaltos e os alcatrões.

PINTO (2017) define que o asfalto pode ser tanto natural (AN) quanto de petróleo (AP). O asfalto natural ocorre quando o petróleo aparece na superfície da terra, sofrendo uma destilação devido às intempéries (vento, sol) retirando seus gases e permanecendo apenas os óleos leves. Já o asfalto de petróleo surge após uma destilação em torres de destilação a pressão atmosférica ou também conhecida como torres de fracionamento. Esta torre separa a mistura de hidrocarbonetos em frações, o petróleo é posto em um forno ou fornalha e é aquecido, conforme a temperatura aumenta surgem os produtos como os gases, nafta, gasolina, querosene, diesel, óleos lubrificantes, fuel e os resíduos como parafina e asfalto, onde os mais leves sobem e os mais pesados ficam ao fundo.

Os alcatrões surgem através de uma transformação química, por exemplo, quando matérias orgânicas (carvão, linhito, xisto) são destilados destrutivamente.

Na pavimentação são utilizadas as seguintes categorias de materiais betuminosos: cimentos asfálticos, asfaltos diluídos e emulsões asfálticas.

### **3.1.1 Cimento Asfáltico**

De acordo com PINTO (2017), o cimento asfáltico possui características apropriadas para sua utilização em pavimentos, pode ser encontrado tanto naturalmente quanto destilados em refinarias. O cimento asfáltico de petróleo é conhecido como CAP, e o cimento asfáltico natural é conhecido como CAN. Alguns de seus pontos positivos é que possui flexibilidade, durabilidade, aglutinação, impermeabilização e resistência a ação de ácidos, sais e álcalis.

PINTO (2017) demonstra que a classificação se deve de acordo com os graus de dureza resultante do ensaio de penetração ou pela viscosidade. O ensaio de penetração se dá pela penetração vertical de uma agulha padronizada em uma amostra de cimento asfáltico, com uma carga de 100 g, no tempo de 5 s e a 25 °C, a distância que esta percorrer será sua penetração. Quanto menor for a penetração, mais duro será o cimento asfáltico. Existem quatro tipos de CAP, são eles CAP 30/45, CAP 50/70, CAP 85/100, CAP 150/200. Estes são reconhecidos pelo Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP), a ABNT NBR e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

### **3.1.2 Asfalto Diluído**

Pinto (2017) relata que o asfalto diluído (AD) ou cut-backs ocorre quando o cimento asfáltico é diluído em solventes derivados do petróleo, afim de aumentar a fluidez do CAP controlando seu aquecimento. Os solventes são utilizados em serviços de pavimentação, quando estes são evaporados resta apenas o CAP, essa evaporação é conhecida como cura do asfalto diluído.

O asfalto diluído possui três classificações de acordo com o tempo de cura:

- Asfalto diluído do tipo cura rápida - CR: CAP + fração leve, gasolina.
- Asfalto diluído do tipo cura média - CM: CAP + fração média, querosene.
- Asfalto diluído do tipo cura lenta - CL: CAP + fração pesada, óleo diesel.

Os asfaltos diluídos CM-30 e CM-70 possuem o mesmo tempo de cura, porém viscosidades diferentes em uma mesma temperatura.

### **3.1.3 Emulsão Asfáltica**

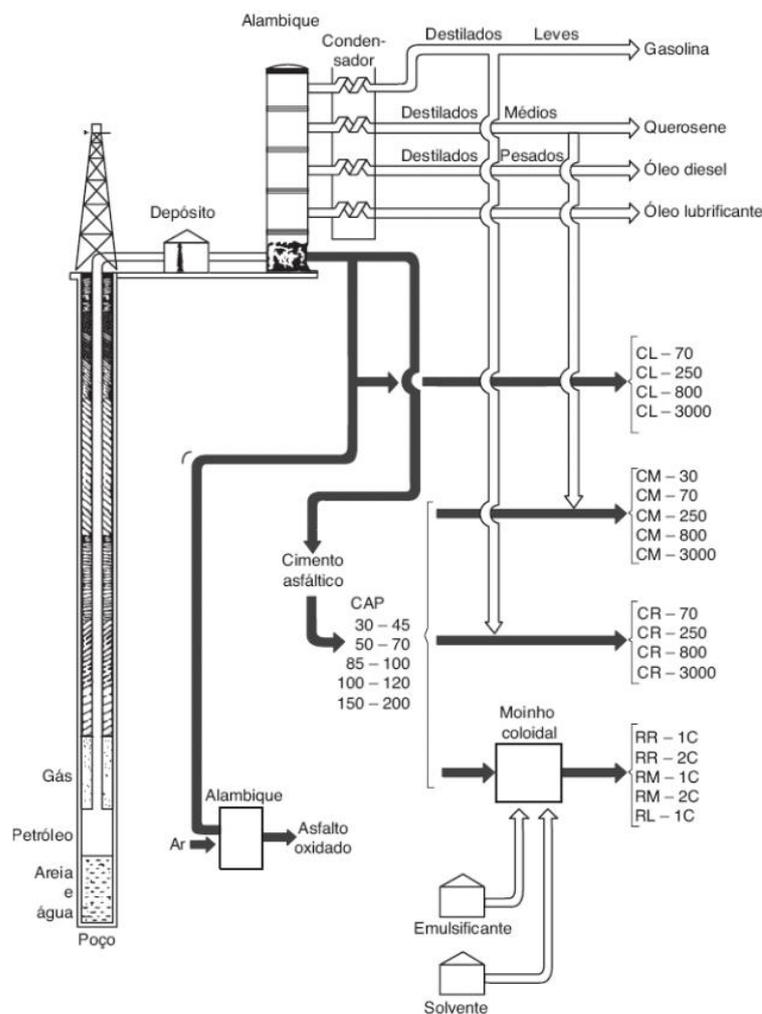
A emulsão asfáltica de petróleo (EAP) é um composto de material betuminoso ou asfalto aplicado a frio. É uma combinação de água com asfalto aquecido, com a presença de emulsificantes. Afim de oferecer estabilidade ao conjunto, favorecer a dispersão e fazer com que uma película protetora seja revestida nos glóbulos de betume, de acordo com PINTO (2017).

Podem ser classificados em catiônicos e aniônicos, onde conferem aos glóbulos de betume carga elétrica positiva e negativa respectivamente. A emulsão asfáltica catiônica é representada pela letra C, e os números 1 e 2 indicam a viscosidade crescente. Outra classificação é de acordo com a sua ruptura, que pode ser rápida (RR), média (RM) ou lenta (RL). De acordo com PINTO (2017), são classificados pela sua ruptura, viscosidade, teor de solvente e resíduo asfáltico, e têm-se os seguintes tipos:

- RR-1C, RR-2C: emulsões asfálticas catiônicas de ruptura rápida.
- RM-1C, RM-2C: emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média.
- RL-1C: emulsões asfálticas catiônicas de ruptura lenta.
- RR-1, RR-2: emulsões asfálticas aniônicas de ruptura rápida.
- RM-1, RM-2: emulsões asfálticas aniônicas de ruptura média.
- RL-1: emulsões asfálticas aniônicas de ruptura lenta.

A figura 1 traz uma representação da produção de materiais asfálticos, começando pela torre de fracionamento.

**Figura 1 Produção de materiais asfálticos para pavimentação**



Fonte: Pavimentação Asfáltica Conceitos Fundamentais sobre Materiais e Revestimentos Asfálticos; pág. 09, 2019.

### 3.2 TIPOS DE PAVIMENTOS

O pavimento é fundamental para o deslocamento, nada mais é do que a melhoria na estrutura de uma via através de materiais e técnicas evoluídas com o passar do tempo, proporcionando assim melhores condições de circulação. De acordo

com o DNIT (2006), os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos:

O pavimento flexível é uma mistura de ligantes asfálticos e agregados, o DNIT (2006) define este como aquele em que as camadas sofrem deformações elásticas devido ao carregamento aplicado, logo a carga é distribuída entre as camadas.

O pavimento semirrígido é um meio termo, geralmente formado por uma camada de solo cimento que é revestida por uma camada asfáltica.

O pavimento rígido é basicamente formado por uma placa de concreto, o DNIT (2006) define este com um revestimento mais rígido que as demais camadas, este revestimento acaba por absorver mais as tensões do carregamento aplicado. Suas camadas são: revestimento, sub-base e subleito.

### **3.2.1 Pavimento flexível**

É construído de maneira que fique maleável (flexível), e o que garante a sua durabilidade é que ele é construído por camadas e cada uma delas são executadas com embasamento em procedimentos e ensaios específicos, muitos deste disponíveis na norma DNIT 031/2006 “Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço”.

### **3.2.2 Camadas**

Os pavimentos são formados por camadas, e estas têm como função ajudar a garantir a segurança e conforto aos veículos que por ali transitam. As camadas devem ser feitas corretamente para que a durabilidade do pavimento cumpra com seu prazo. Abaixo, tem-se a definição destas camadas, todas de acordo com o DNIT (2006):

Subleito: é o terreno de fundação do pavimento.

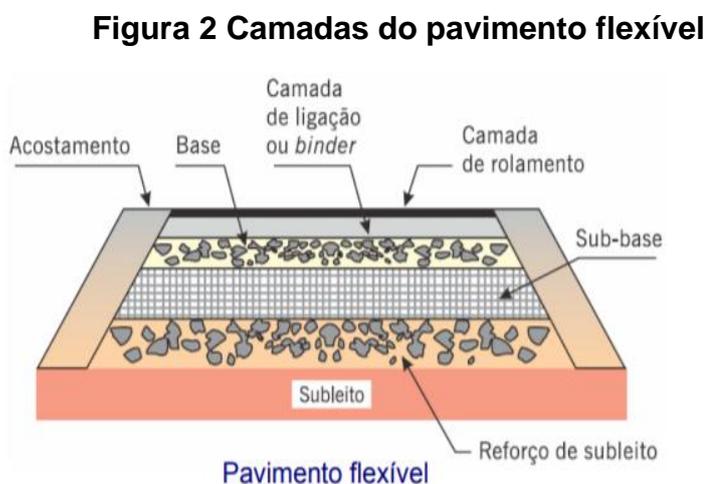
Reforço do subleito: camada granular do pavimento executada com o objetivo de melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito e de reduzir espessura da sub-base.

Sub-base: camada corretiva do subleito e complementar à base, com as mesmas funções desta, e executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base

Base: é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento.

Revestimento: é a camada superior do pavimento, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto a comodidade e segurança e a resistir ao desgaste.

A figura 2 apresenta as camadas do pavimento flexível.

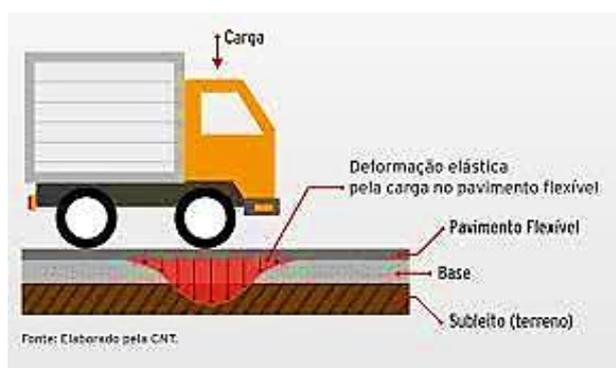


Fonte: Benucci, 2010.

Com exceção do revestimento asfáltico todas as outras camadas possuem como material principal o solo. Em alguns casos são necessários acrescentar ao solo outros materiais como por exemplo a brita, o cimento ou a brita-cimento, isso faz com que a camada fique mais resistente. É por esta razão que as camadas de base e sub-base possuem adições desses materiais, elas estão mais próximas a superfície recebendo mais cargas dos veículos. Mas de fato a camada de revestimento é que

está em contato com o pneu dos veículos e fica exposta as ações do sol e da chuva. Entre os tipos de revestimento um dos mais comuns é o revestimento de concreto asfáltico, em alguns casos esses tipos de revestimentos são divididos em duas camadas, camadas de rolamento e camada de ligação. Os materiais dessas camadas são praticamente os mesmos, o que muda é que cada uma possuem dosagem específica de materiais. A camada de ligação ou binder serve para ligar o revestimento asfáltico com a base, e deve possuir uma superfície uniforme. A camada de rolamento ou capa, deve ser resistente a intempéries, suportando as abrasões. Todas as camadas em si servem para a distribuição de cargas, afim de evitar sobrecargas no pavimento. A Figura 3 representa de maneira simples como se dá a aplicação das cargas em um pavimento flexível.

**Figura 3 Aplicação de cargas em pavimento flexível**



Fonte: CNT (2017)

### 3.3 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ)

O concreto betuminoso usinado a quente, conhecido como CBUQ, é um dos mais utilizados para pavimentar as vias brasileiras, é utilizado como um revestimento asfáltico, e pode formar a camada de rolamento e de ligação, isso vai variar de acordo com o diâmetro de graduação. Produzido em usinas específicas, o CBUQ é composto de ligantes asfálticos (5%) e agregados (95%). O ligante utilizado é o CAP, que permite uma flexibilidade, aglutinação, impermeabilidade e durabilidade desta mistura asfáltica. E os agregados mais utilizados são o pó-de-pedra e as britas, com a função de promover resistência mecânica e estabilidade da mistura. Possui rigoroso controle através de ensaios e métodos para ser realizado e aplicado, devendo ser dosado e

executado na dimensão correta, resultando em um pavimento com maior qualidade (BÚSSOLA DO ENGENHEIRO, 2020).

Quando o CBUQ sai da usina sua faixa de temperatura deve ser de 175 °C, e a faixa de aplicação pode variar de 140 °C à 145 °C. O CAP utilizado geralmente é o CAP 30/45 ou o CAP 50/70. O asfalto diluído de petróleo utilizado para imprimação da base geralmente é o CM-30. E a emulsão asfáltica para a pintura de ligação pode ser RR-1C, RR-2C ou RM-1C, RM-2C (ROSSI, 2019).

### 3.3.1 O processo de fabricação do CBUQ na usina

Nas usinas o CBUQ é formado basicamente pelo seguinte processo:

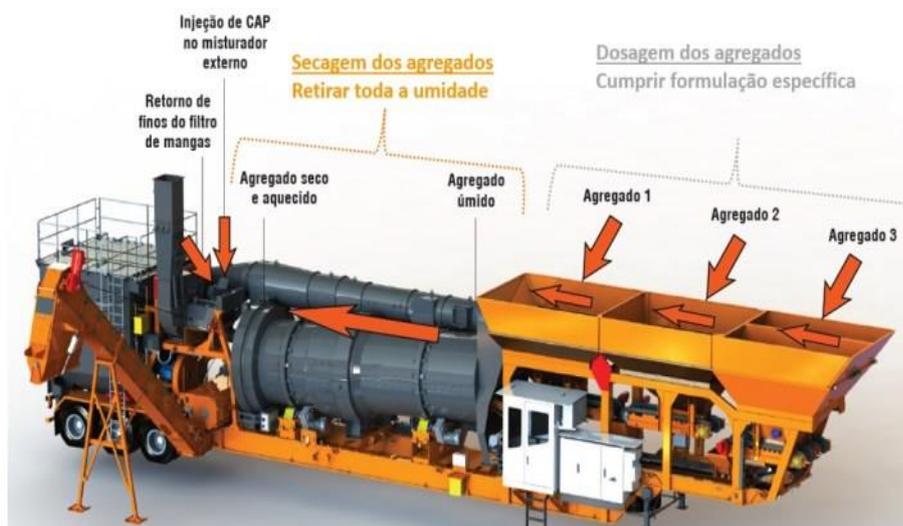
1° \_ os materiais são levados até as usinas, e com uma pá carregadeira são depositadas as quantidades calculadas em seus nichos para a dosagem.

2° \_ depois os materiais vão para a máquina de secagem dos materiais, onde toda a umidade é retirada.

3° \_ quando o material está seco e aquecido, é injetado o CAP no misturador externo.

A figura 4 é uma representação deste.

**Figura 4 Processo de fabricação do CBUQ**



Fonte: Felipe Cava, 2017.

### 3.4 PATOLOGIAS

Patologias de pavimentos flexíveis são os defeitos das vias, e estes defeitos de acordo com Yoder e Witczak (1957) podem ser definidos como defeitos estruturais ou defeitos funcionais. Os defeitos estruturais se referem a capacidade do pavimento de suportar as cargas, e os defeitos funcionais estão relacionados a qualidade do rolamento, conforto e segurança das pessoas, permanecendo com a estrutura íntegra.

#### 3.4.1 Desgaste

É quando o pavimento está desgastado devido ao tráfego e ao intemperismo, uso de materiais não apropriados e erros de construção, possuindo assim um efeito de arrancamento, com uma superfície áspera (DNIT. P. 2, 2003). Este varia conforme o tempo de uso e a intensidade do tráfego durante a vida útil do pavimento, e pode ocorrer pelo atrito das rodas e seu envelhecimento, gerando outros defeitos como a desagregação, afirma SOUZA (2004). A figura 5 representa esta patologia.

**Figura 5 Desgaste**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.2 Escorregamento do revestimento betuminoso

Formação de fendas meia-lua, como demonstra a figura 6. Ocorre pela baixa resistência do pavimento ou má formação de suas estruturas, e/ou pelo esforço de tração causado pelas rodas dos veículos ao frear e acelerar, como afirma Silva (2008). A falta de limpeza entre as camadas, espessuras reduzidas, altas temperaturas, baixa aderência e resistência, todos estes fatores podem causar o escorregamento do revestimento.

**Figura 6 Escorregamento**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.3 Exsudação de asfalto

Quando ocorre uma dilatação térmica do asfalto, a subida do ligante betuminoso do revestimento à superfície do pavimento é chamada de exsudação (PINTO, 2003). Este apresenta um aspecto de brilho de cor preta, com uma superfície lisa e de baixa resistência (DOMINGUES, 1993). Suas principais causas são: mistura betuminosa com excesso de betume, baixa porosidade; temperaturas elevadas e alto tráfego; viscosidade decrescente conforme aumenta a temperatura. A figura 7 demonstra como fica esta patologia no pavimento.

**Figura 7 Exsudação**

Fonte: NORMA DNIT 005/2003

#### **3.4.4 Painelas ou covas**

Cavidades ou buracos presentes no revestimento do pavimento, que possuem uma certa profundidade e podem acabar atingindo as outras camadas, como demonstrado na figura 8. Ocorre por causa de outras patologias (afundamentos, desgaste, trincas), má compactação, umidade, imprimação executada de maneira incorreta, baixa resistência e falta de ligantes. (França e Fernandes, p. 28, 2007).

**Figura 8 Painelas/ covas/ buracos**

Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.5 Rodeiras ou trilhas de rodas

Depressões longitudinais que modificam as camadas do pavimento. São formadas rodeiras grandes quando as camadas e fundações não tem capacidade de carga adequada. E são rodeiras pequenas quando existe baixa plasticidade da mistura betuminosa (ALVES et al. 2008). Patologia representada na figura 9.

**Figura 9 Rodeiras ou trilhas de rodas**



Fonte: Pinto, 2003, p 50.

### 3.4.6 Subida de finos

A subida dos finos nada mais é do que o vazamento da água do lençol freático até a superfície. Estes materiais que vem das camadas inferiores através das fendas irão apresentar uma cor clara. Patologia representada na figura 10.

**Figura 10 Subida de finos**



Fonte: Pinto (2003)

### 3.4.7 Ondulações ou corrugações

É uma deformação transversal que se repete com frequência no pavimento, e ocorrem na camada de desgaste com revestimento superficial ou betão betuminoso, de acordo com Pereira e Miranda (1999). Pode ser causado por alguma deficiência na construção, má distribuição do ligante, deformação plástica devido ao arrastamento da mistura por causa do revestimento, deformação na fundação. A figura 11 apresenta como esta patologia é identificada nos pavimentos.

**Figura 11 Ondulações ou corrugações**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.8 Afundamentos

De acordo com a NORMA DNIT 005/2003 “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos”, o afundamento é uma deformação permanente, aparentando ser uma depressão na superfície com solevamento ou não, pode ser definida como um afundamento plástico ou de consolidação.

O afundamento plástico ocorre pela fluência plástica em uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, e possui solevamento. Quando possui até 6 m de

extensão é chamado de afundamento plástico local, quando possui mais de 6 m e sua localização for na trilha de roda é chamado de afundamento plástico de trilha de roda.

O afundamento de consolidação ocorre pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem possuir solevamento. Quando possui até 6 m de extensão é chamado de afundamento de consolidação local, quando possui mais de 6 m e sua localização for na trilha de roda é chamado de afundamento de consolidação de trilha de roda.

A figura 12 é a representação desta patologia caracterizada como afundamento de trilho da roda, e a figura 13 é caracterizada como afundamento local.

**Figura 12 Afundamento de trilho de roda**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

**Figura 13 Afundamento local**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.9 Remendos

O remendo é a parte do revestimento original que foi removido e outro material ocupou seu lugar, como representa a figura 14. Apesar de ser a “correção” de um defeito, este é considerado também um defeito por causar desconforto aos usuários e ser mais suscetíveis à deterioração, de acordo com SOUZA (2004).

Os remendos são as panelas/buracos/covas preenchidos por camada (s) de pavimento conhecida como “tapa-buraco”. Pode ser um remendo profundo, quando é necessário substituir o revestimento e camadas inferiores; possui um formato retangular. Ou pode ser remendo superficial quando ocorre apenas uma correção da superfície do revestimento, aplicando uma camada betuminosa (NORMA DNIT 005/2003)

**Figura 14 Remendos**



Fonte: DNIT 2016

### **3.4.10 Fendas ou fendilhamento (fissura e trinca)**

Aberturas na superfície do pavimento que impedem sua continuação, e a NORMA DNIT divide em duas categorias, as fissuras e as trincas. As fissuras não causam problemas funcionais ao revestimento, são perceptíveis a menos de 1,50 m de distância e não possuem uma única direção, podem ser encontradas na longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via. Já as trincas que são maiores que as fissuras, são vistas facilmente. Podem ser trincas interligadas (couro de jacaré, bloco) ou trincas isoladas (transversal, longitudinal, de retração).

#### **3.4.10.1 Trincas do tipo couro de jacaré**

Várias fendas, sem direção preferencial, possuem uma aparência de couro de jacaré. Podem ou não apresentar erosões nas bordas (NORMA DNIT 005/2003). Representação da patologia na figura 15.

**Figura 15 Trinca couro de jacaré**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.10.2 Trincas em bloco

Trincas que irão dividir o pavimento em vários blocos, podendo ou não apresentar erosão nas bordas (NORMA DNIT 005/2003). Representação da patologia na figura 16.

**Figura 16 Trincas em bloco**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.10.3 Trincas transversais

De acordo com Domingues (1993), as trincas transversais são aquelas perpendiculares ao eixo do pavimento. Quando estas possuem uma extensão menor do que 100 cm é denominada trinca transversal curta, mas quando sua extensão é maior do que 100 cm é denominada trinca transversal longa. Representação da patologia na figura 17.

**Figura 17 Trinca transversal**

Fonte: NORMA DNIT 005/2003

#### **3.4.10.4 Trincas longitudinais**

Domingues (1993) afirma que as trincas longitudinais são aquelas que surgem paralela ao eixo do pavimento. Quando esta possui uma extensão menor do que 100 cm é denominada trinca longitudinal curta, mas quando sua extensão é maior do que 100 cm é denominada trinca longitudinal longa. Representação da patologia na figura 18.

**Figura 18 Trinca longitudinal**

Fonte: NORMA DNIT 005/2003

### 3.4.10.5 Trincas de retração

A Norma DNIT 005/2003 apresenta a definição de trinca de retração como as trincas isoladas que não corresponde aos fenômenos de fadiga, mas sim aos fenômenos de retração térmica, podendo ser do material do revestimento ou da base. Representação da patologia na figura 19.

**Figura 19 Trinca de retração**



Fonte: Bariani Bernucci, Goretti da Motta, Pereira Ceratti, Barbosa Soares, 2008).

#### 4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi feito um estudo de caso na Avenida Canaã, na cidade de Ariquemes/RO.

A escolha do local se deu em análises pessoalmente das avenidas da cidade sendo aquelas que apresentavam maior número de defeito. Por esse motivo, foi escolhido este trecho da avenida Canaã. A figura 20 foi retirada do Google Earth, esta mostra a extensão pavimentada da avenida Canaã, mas a parte estudada será apenas o segundo trecho, destacado na cor vermelha.

**Figura 20 Extensão avenida Canaã**



Fonte: Google Earth (2022)

As visitas em campo foram realizadas aos sábados e domingos durante o período da tarde (das 13:00 horas às 18:00 horas), devido a um menor fluxo de veículos comparado a semana e aos sábados de manhã, o Quadro 1 apresenta o cronograma de visitas.

**Quadro 1 Cronograma de Visitas em Campo**

<b>DATA</b>	<b>ATIVIDADE</b>
13/06/2022	Análise da Avenida
18/06/2022	Registro Fotográfico
19/06/2022	Registro Fotográfico
25/06/2022	Registro Fotográfico
08/10/2022	Registro Fotográfico
29/10/2022	Registro Fotográfico
02/11/2022	Verificação Final

Fonte: Autor (2022)

Afim de analisar as patologias foram utilizados uma trena de 5 m e uma régua metálica de 30 cm de comprimento e 3,2 cm de largura, identificados na figura 21, estas aparecem em algumas imagens servindo com referência de dimensionamento; e também o uso do aplicativo Timestamp para registro fotográfico com coordenadas.

**Figura 21 Materiais utilizados para levantamento**



Fonte: Autor (2022)

Após ser concluído estes passos, começou a elaboração da parte teórica do trabalho, afim de informar quais os defeitos e patologias existentes. Através de artigos, normas, livros, notícias, pode-se retirar informações relevantes para a elaboração dos resultados, e mesmo que sem análises em laboratório, foi possível entender de onde se vem as patologias e como solucioná-las. Baseando-se na Norma DNIT 005/2003, foi possível caracterizar e distinguir as diferentes patologias no local, sendo esta a principal base deste trabalho, mas ainda assim utilizando outras fontes de estudo pelo fato da Norma ser curta e não possuir todas as informações necessárias.

Para uma melhor compreensão a avenida foi dividida em 3 trechos, o quadro 2 apresenta seus dados.

**Quadro 2 Identificação dos trechos**

TRECHO	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	EXTENSÃO
A	9°54'48.04"S 63° '53.80"O	9°54'47.70"S 63° 1'29.19"O	750 m
B	9°54'47.70"S 63° '29.19"O	9°54'47.37"S 63° 1'4.58"O	750 m
C	9°54'47.37"S 63° 1'4.58"O	9°54'47.10"S 63° 0'40.62"O	730 m

Fonte: Autor (2022)

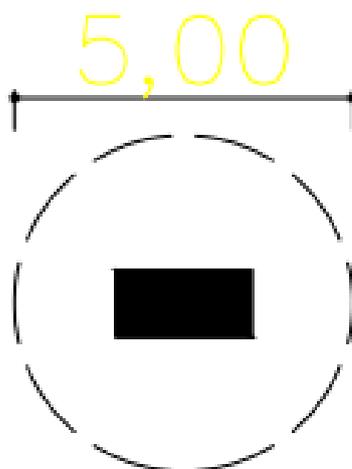
As patologias foram mapeadas no Google Earth através das coordenadas das imagens tiradas no local com o auxílio do aplicativo Timestamp. Mas para um entendimento melhor esses dados foram repassados para o software AutoCAD, onde estas estão sendo identificadas de acordo com o seu tipo, a legenda abaixo indica a cor e a patologia:

**Figura 22 Legenda de cores das patologias**

	<b>AFUNDAMENTO</b>
	<b>CORRUGAÇÃO/ONDULAÇÃO</b>
	<b>DESGASTE</b>
	<b>ESCORREGAMENTO</b>
	<b>PANELAS/COVAS/BURACOS</b>
	<b>REMENDOS</b>
	<b>TRINCAS COURO DE JACARÉ</b>
	<b>TRINCAS ISOLADAS</b>

Fonte: Autor (2022)

A metodologia adotada foi baseada no autor SCHMIDT (2021). As patologias são identificadas por um retângulo, com um diâmetro de 5m, a patologia do mesmo tipo que estiver dentro desta área será contabilizada apenas uma vez.

**Figura 23 Marcação no AutoCAD**

Fonte: Autor (2022)

Para a apresentação dos resultados quantitativos das patologias, foram utilizados gráficos desenvolvidos no Excel para cada trecho (A, B, C) e um gráfico comparando e analisando toda a avenida. Com os dados dos trechos e de toda a extensão da avenida foi possível analisar e relatar as possíveis causas para estes acontecimentos.

## 5. RESULTADOS

A avenida analisada neste trabalho é conhecida como Avenida Canaã, a figura 24 representa a localização do trecho escolhido, esta fica entre os setores 2 e 4, este possui uma extensão de aproximadamente 2,23 km (medida calculada no Google Earth) e a largura de aproximadamente 21,5 metros (com canteiro central) (medida calculada em campo).

**Figura 24 Extensão da Avenida Canaã, Google Earth**



Fonte: Google Earth (2022)

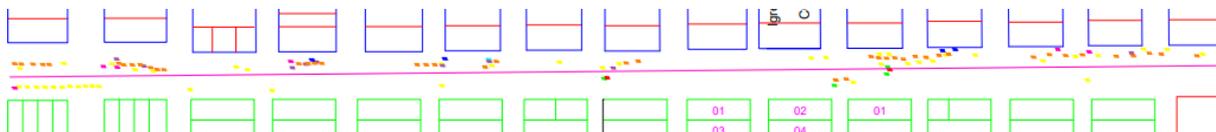
O trecho escolhido começa na Avenida Juscelino Kubitschek e termina quando não há mais asfalto cerca de 2,23 km após, e segue sendo ainda uma estrada sem pavimento. Faz ligação com as avenidas Perimetral Leste, Diamantes, Rio Pardo e Vimberê. Foi realizado um levantamento de dados na avenida (no mês de junho de 2022), a fim de verificar a quantidade de residências e comerciais que ali existem. Assim, foi constatado que neste trecho há um total de 95 residências e 137 comércios.

### 5.1 TRECHO A

O trecho A possui 750 m de extensão, começa na sua intersecção com a Avenida Juscelino Kubitschek. A figura 25 é a representação deste trecho no AutoCAD

com demonstrações das manifestações patológicas. Após isso os pontos foram tabelados com indica a tabela 1 e realizado o gráfico 1 para melhor análise.

**Figura 25 Trecho A**



Fonte: Autor (2022)

Para a realização do cálculo das porcentagens de acordo com a quantidade de patologias foram seguidos os seguintes passos:

1° - Somou a quantidade de todas as patologias, no caso do Trecho A o total é igual a 112.

2° - Após realizou-se a regra de 3, onde as 112 patologias totais correspondem a 100% do valor, então para saber dos outros valores bastou multiplicar a quantidade de cada um por 100 e dividir por 112. Como mostra o exemplo abaixo, utilizando o valor do desgaste do Trecho A:

$$112 \text{ patologias} = 100 \%$$

$$44 \text{ patologias} = X \%$$

Onde:

$$112 * X = 44 * 100$$

$$112 * X = 4400$$

$$X = 4400/112$$

$$X = 39\%$$

Assim foi feito o cálculo em cada item de cada trecho.

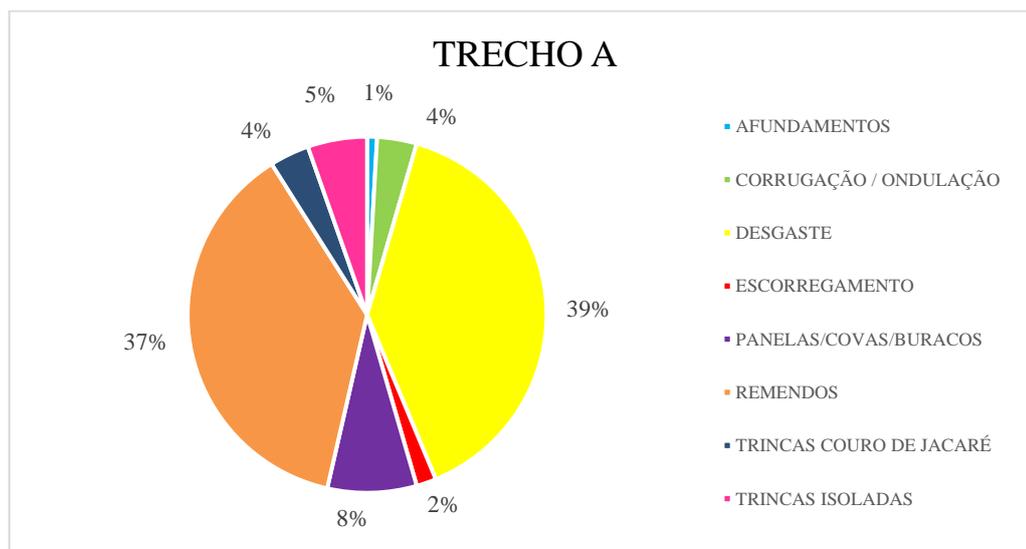
**Tabela 1 Patologias Trecho A**

TRECHO	PATOLOGIA	QUANTID.	PORCENT.
TRECHO A	AFUNDAMENTOS	1	1%
	CORRUGAÇÃO / ONDULAÇÃO	4	4%
	DESGASTE	44	39%
	ESCORREGAMENTO	2	2%
	PANELAS/COVAS/BURACOS	9	8%

REMENDOS	42	37%
TRINCAS COURO DE JACARÉ	4	4%
TRINCAS ISOLADAS	6	5%
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2022)

**Gráfico 1 Patologias Trecho A**



Fonte: Autor (2022)

O Trecho A possui 112 patologias, e cerca de 76% destas são apenas desgaste e remendos, a patologia menos identificada foi o afundamento com apenas um ponto em toda a via. Sendo este o trecho que mais possui patologias onde a maior parte destas se encontram no sentido em direção à Avenida Juscelino Kubitschek. A figura 26 demonstra o início da Avenida Canaã e como estava repleta de defeitos.

**Figura 26 Início Trecho A**



Fonte: Autor (2022)

## 5.2 TRECHO B

O Trecho B se inicia logo após o final do Trecho A, em frente a Paróquia Cristo Rei, e segue por 750 m. Na imagem 27 é possível observar as marcações das patologias deste trecho, e analisar os dados pela tabela 2 e gráfico 2.

**Figura 27 Trecho B**



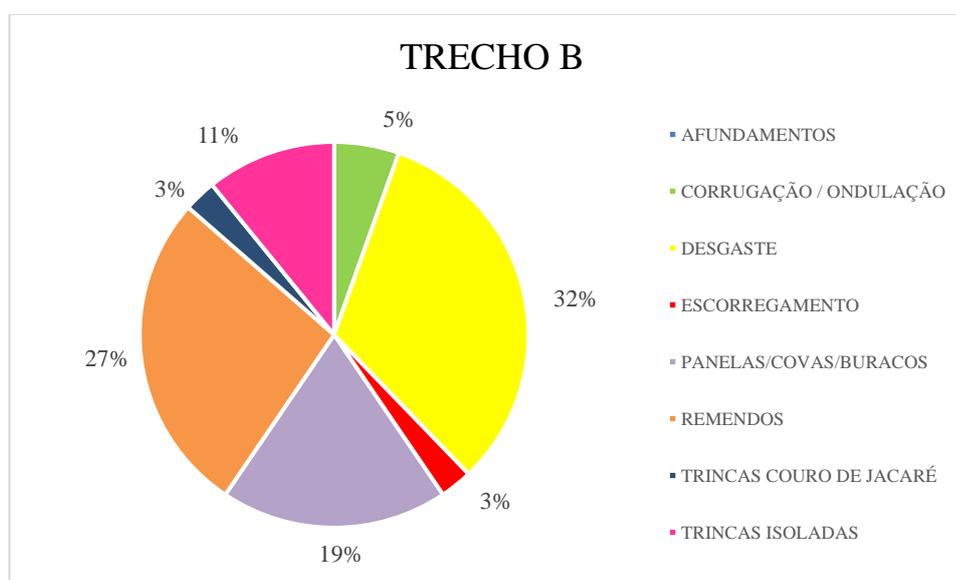
Fonte: Autor (2022)

**Tabela 2 Patologias Trecho B**

TRECHO	PATOLOGIA	QUANTID.	PORCENT.
TRECHO B	AFUNDAMENTOS	0	0%
	CORRUGAÇÃO / ONDULAÇÃO	2	5%
	DESGASTE	12	32%
	ESCORREGAMENTO	1	3%
	PANELAS/COVAS/BURACOS	7	19%
	REMENDOS	10	27%
	TRINCAS COURO DE JACARÉ	1	3%
	TRINCAS ISOLADAS	4	11%
	<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2022)

**Gráfico 2 Patologias Trecho B**



Fonte: Autor (2022)

O Trecho B possui uma diminuição significativa de patologias quando comparados aos demais trechos, contendo apenas 37 pontos de manifestações patológicas, e assim como no Trecho A as patologias mais encontradas foram desgaste e remendo. Parte deste trecho é formado por um declive natural da avenida, e está se encontra bem preservada e por isso não foram identificadas muitas patologias, apenas um remendo e as patologias perto dos quebra-molas, como indica a imagem 28.

**Figura 28 Patologias no quebra-molas do Trecho B**

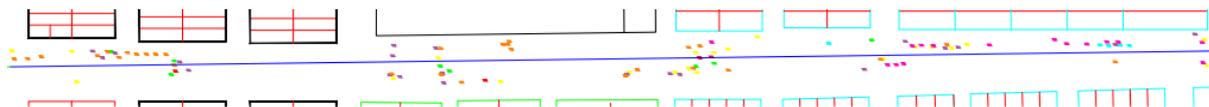


Fonte: Autor (2022)

### 5.3 TRECHO C

O trecho C é o último trecho da Avenida, e este possui cerca de 730 m de extensão. Na imagem 29 é possível observar as marcações das patologias deste trecho, e analisar os dados pela tabela 2 e gráfico 2.

Figura 29 Trecho C



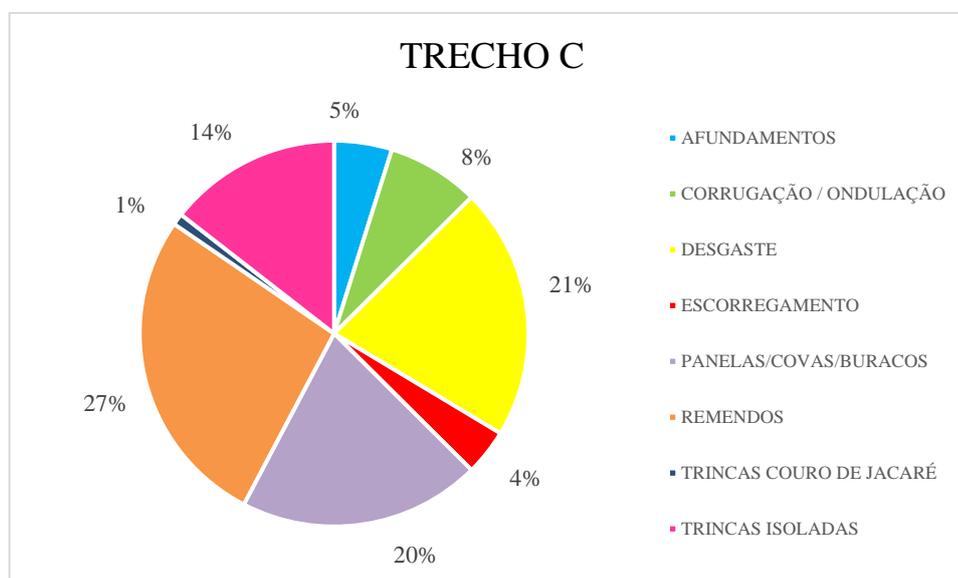
Fonte: Autor (2022)

Tabela 3 Patologias Trecho C

TRECHO	PATOLOGIA	QUANTID.	PORCENT.
TRECHO C	AFUNDAMENTOS	5	5%
	CORRUGAÇÃO / ONDULAÇÃO	8	8%
	DESGASTE	22	21%
	ESCORREGAMENTO	4	4%
	PANELAS/COVAS/BURACOS	21	20%
	REMENDOS	28	27%
	TRINCAS COURO DE JACARÉ	1	1%
	TRINCAS ISOLADAS	15	14%
	<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2022)

Gráfico 3 Patologias Trecho C



Fonte: Autor (2022)

Com um total de 104 pontos de manifestações patológicas, o último trecho apesar de possuir menos patologias em relação ao primeiro, possui uma quantidade maior de patologias do tipo: afundamento, corrugação, escorregamento, panelas e trincas isoladas.

## 5.4 AVENIDA CANAÃ

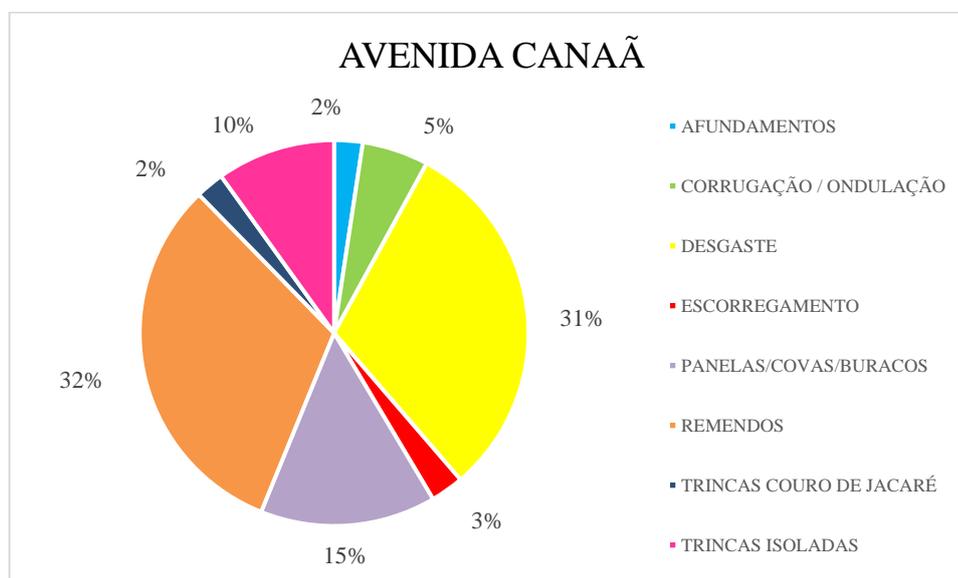
A tabela 4 e o gráfico 4 quantificam os pontos das manifestações patológicas por toda a extensão da avenida, a para se ter uma melhor compreensão de suas patologias em geral.

**Tabela 4 Patologias Avenida Canaã**

TRECHO	PATOLOGIA	QUANTID.	PORCENT.
AVENIDA CANAÃ	AFUNDAMENTOS	6	2%
	CORRUGAÇÃO / ONDULAÇÃO	14	5%
	DESGASTE	78	31%
	ESCORREGAMENTO	7	3%
	PANELAS/COVAS/BURACOS	37	15%
	REMENDOS	80	32%
	TRINCAS COURO DE JACARÉ	6	2%
	TRINCAS ISOLADAS	25	10%
	<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2022)

**Gráfico 4 Patologias Avenida Canaã**



Fonte: Autor (2022)

## 5.5 DISCUSÃO DOS RESULTADOS

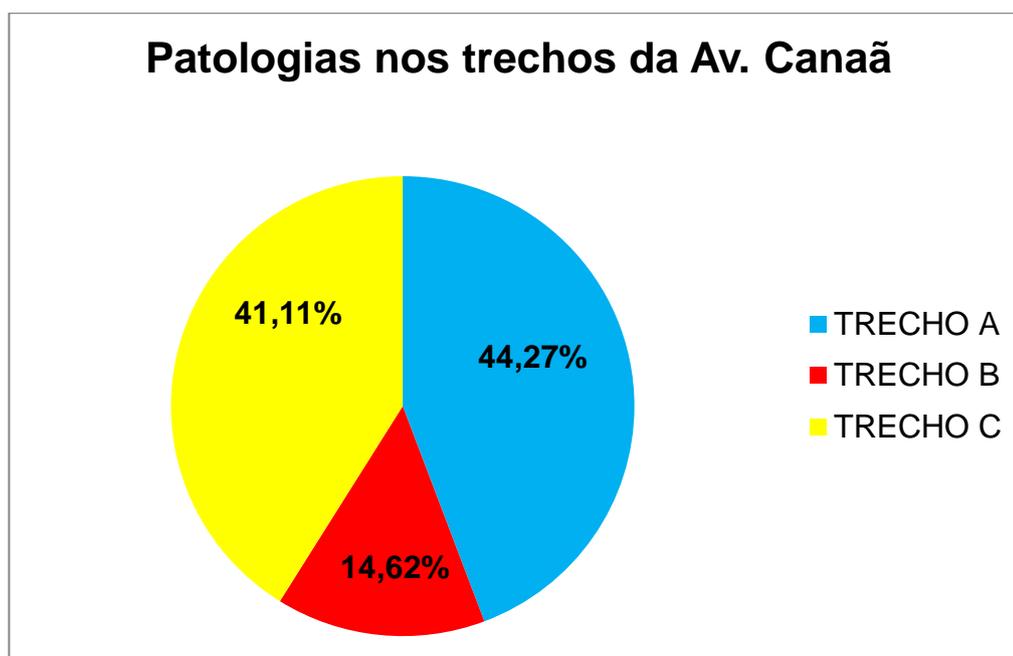
O Trecho A é o começo da avenida, a parte que seria mais movimentada já que possui alguns comércios e lanchonetes, devido a este fato está passa por muitas restaurações para facilitar a locomoção, por isso cerca de 76% deste trecho é formado por desgaste e remendos, enquanto as outras patologias correspondem a somente 24%. A patologia em terceiro lugar são os buracos, foram mapeados 9 buracos, estes presentes onde havia muito desgaste da avenida.

Como se pode observar o Trecho B possui menos patologias quando comparados aos outros trechos, e nenhum caso de afundamento.

O Trecho C possui menos patologias que o Trecho A, e boa parte destas patologias estão localizadas no final da Avenida, onde está se encontra com uma estrada sem pavimento. Porém o Trecho C tem uma diversidade de patologias maior do que os outros trechos, com patologias de diferentes tipos encontrados com maior facilidade.

Ao se realizar uma análise geral observou-se que as patologias do Trecho A correspondem a 44,27% do total, o Trecho B corresponde a 14,62%, e o Trecho C a 41,11%.

**Gráfico 5 Patologias Avenida Canaã**



Fonte: Autor (2022)

Quando se analisa de uma forma geral se observa também que 63% da Avenida é formada por remendos e desgaste, é muito comum encontrar remendos sobre remendos por toda a Avenida, como é o caso da figura 26 (pág. 45) e a figura 30 (pág. 51).

Uma das áreas que foram afetadas pelas falhas construtivas se localiza na intersecção da Avenida Canaã com a Avenida Diamantes, no Trecho C. E há também muito desgaste no encontro da avenida com a calçada do comércio que fica localizado na esquina destas, pode ser por causa do excesso de cargas nesta área, com veículos transitando a todo instante.

O remendo é uma das soluções para se reparar as painelas ou alguma outra patologia que venha a surgir na Avenida, mas essa se torna uma patologia quando apresenta fragilidade dos revestimentos e leves depressões que causam desconforto. Souza (2004) trata os remendos como falhas construtivas quando estes são executados de forma errônea. Os remendos podem surgir devido a uma má execução do pavimento, e/ou quando se utilizam materiais de qualidade baixa, as ações do meio ambiente e os esforços do tráfego podem levar a necessidade de executar os remendos.

O desgaste pode levar a outras patologias que possivelmente se veem necessitadas de remendos para uma rápida recuperação da via. O desgaste pode ocorrer pela presença de água na camada de revestimento, causando uma precariedade na mistura e no teor de ligante. Para a recuperação de trechos desgastados é recomendável a remoção do trecho e refeita as camadas, para pavimentar novamente. Bernucci (2010) afirma que para um bom tratamento superficial dos pavimentos, deve-se utilizar de métodos como o tratamento superficial simples ou duplo, assim será possível restaurar a aderência da superfície.

**Figura 30 Remendos Trecho C**

Fonte: Autor (2022)

Apesar do Trecho A possuir mais patologias a gravidade destas no Trecho C é bem maior, na figura 31 e 32 pode-se observar a diferença de largura das placas encontradas no Trecho A e Trecho B respectivamente:

**Figura 31 Placa encontrada no Trecho A (9,4 cm)**

Fonte: Autor (2022)

**Figura 32** Painela encontrada no Trecho C (22 cm)



Fonte: Autor (2022)

As painelas podem surgir devido a uma má compactação, muita umidade nos solos, falha na imprimação, desgaste de agregados e revestimentos, trincas. Suas causas podem ser variadas, mas estas oferecem grandes riscos à segurança, caso um buraco esteja coberto pela água, não há como ver este, o que pode ocasionar em acidentes e estragos aos veículos.

Parte do canteiro central existente hoje na Avenida Canaã, não estava construído ainda em 2012 (de acordo com as imagens disponíveis no Google Earth), muitas ruas eram ligadas, mas para um melhor fluxo e menores riscos de acidentes os canteiros foram construídos. Porém pode-se observar um certo declive na avenida por causa da má execução destes. No Trecho C é muito comum ver estes locais cheios de água e com muitos buracos, como mostra a imagem 33, vale ressaltar que as águas visualizadas nas imagens foram das casas da rua acima como observado no local, e visto que não havia ocorrido precipitação nesta área nos últimos dias. Uma forma de tratar as painelas é realizar os remendos nestas.

**Figura 33 Painéis com água no Trecho C**

Fonte: Autor (2022)

Há também a presença de muitas trincas, principalmente no final da Avenida, conforme figura 34. Trincas isoladas de grandes extensões e trincas do tipo couro de jacaré espalhadas por toda a via. Estas podem ocorrer devido a variação das temperaturas, desgaste do pavimento, projeto inadequado, perda da base ou sub-base do pavimento, deficiência na drenagem, má execução.

O final da Avenida Canaã possui um número reduzido de remendos, apesar do asfalto estar em condições consideravelmente boas, este apresenta muitas trincas isoladas, perto destas há um grande número de desgaste e buraco.

No caso das trincas isoladas, uma boa forma de repará-las quando acabam de surgir é através do tratamento por selagem, esta evita a sua evolução fazendo com que não seja necessário intervir com métodos de maiores amplitudes. Mas quando estas já são antigas e já ocorreu infiltração de água, por exemplo, são necessárias abordagens mais robustas para seu tratamento.

**Figura 34 Trincas no Trecho C**

Fonte: Autor (2022)

Os remendos, desgaste, panelas e as trincas foram as patologias com maior número na Avenida Canaã. Mas também foi possível observar as ondulações, escorregamentos e afundamentos.

As ondulações são as saliências na via causadas por forças tangenciais, onde possui um tráfego intenso e zonas de frenagem ou acelerações, pode-se observar que boa parte destas estão localizadas perto dos retornos e antes dos quebra-molas, sendo próximas ao trilho das rodas. Para sua recuperação podem ser utilizados dois métodos, o recapeamento ou a fresagem.

Os escorregamentos são causados pela baixa resistência da massa asfáltica, falta de aderência da camada de revestimento e a base, os veículos também podem causá-las devido as frenagens. Assim como as ondulações estas também estão próximas aos retornos, mas ainda há sinal destas nas bordas das avenidas. Para evitá-la é necessário recompor a camada de rolamento da área afetada, caso sua base seja afetada é necessário refazer a base e recompor a camada de rolamento, de acordo com Silva (2008).

O número de afundamento foi bem pequeno, tanto que no Trecho B não foi quantificado nenhum caso deste. No Trecho C é possível notar sua presença sendo caracterizada como Afundamento Plástico de Trilha, por possuir uma extensão de quase 20 m. Um grande número de caminhões pesados e tratores transitam neste trecho e uma das principais causas do afundamento é a repetição da passagem das rodas dos automóveis com cargas pesadas, mas outras causas podem ser o enfraquecimento do pavimento devido a infiltração de água, compactação inadequada, espessura insuficiente das camadas. Para Pinto (2003), a solução desta patologia é recompor a camada de rolamento de toda esta área afetada.

## 5.6 RECAPEAMENTO

Após o levantamento das manifestações patológicas da Avenida Canaã iniciou-se o recapeamento desta. Conforme a nota da Prefeitura Municipal de Ariquemes, o recapeamento foi iniciado em 30 de junho de 2022. Executada pelo DER (Departamento de Estradas de Rodagem), fazendo parte do programa “Tchau-Poeira” do Governo do Estado juntamente com a prefeitura de Ariquemes. O material utilizado é o CBUQ com uma espessura de aproximadamente 4 cm. As figuras 35 e 36 mostram parte deste processo de recapeamento, e a figura 37 após a finalização deste.

**Figura 35 Recapeamento na Avenida Canaã**



Fonte: Prefeitura Municipal de Ariquemes (2022)

**Figura 36 Recapeamento na Avenida Canaã**



Fonte: Prefeitura Municipal de Ariquemes (2022)

**Figura 37 Recapeamento da Avenida Canaã**



Fonte: Autor (2022)

Durante uma visita realizada no dia 30 de outubro de 2022, foi observado a existência de panelas em um dos retornos conforme indica figura 38 e 39, este se localiza dentro do Trecho C, e por estar com outros defeitos acredita-se que este retorno não recebeu o novo recapeamento.

**Figura 38** Painela no Trecho C após o recapeamento



Fonte: Autor (2022)

**Figura 39** Painela no Trecho C após o recapeamento



Fonte: Autor (2022)

## 6. CONCLUSÃO

O trabalho teve como intuito realizar uma análise das patologias presentes nos 2,23 km da Avenida Canaã. Através da quantificação chegou-se à conclusão de quais eram as patologias mais recorrentes nos três trechos e em toda a extensão da Avenida. Com o suporte de livros e artigos, foi possível relatar as causas destas manifestações patológicas.

Pode-se identificar em toda a Avenida patologias como desgaste (31%), remendos (32%), trincas isoladas (10%), trincas do tipo couro de jacaré (2%), painéis (15%), escorregamentos (3%), corrugações (5%) e afundamentos (2%). Tendo como maior incidência os remendos e desgastes em todos os três trechos avaliados. Foram contabilizados 253 pontos de manifestações patológicas, onde no Trecho A foram identificados 112 pontos, no Trecho B 37 pontos e no Trecho C 104 pontos. Desse modo os trechos correspondem, respectivamente, à 44,27% 14,62% e 41,11%.

A avenida Canaã se encontra bastante sobrecarregada, já que o sistema rodoviário da cidade de Ariquemes é sobrecarregado por ser a única opção. A pavimentação também deve oferecer segurança e conforto aos motoristas e passageiros dos veículos, então quando uma estrada pavimentada apresenta diversas patologias, ela não está a cumprir com seus objetivos. No Brasil, grande parte das patologias ocorrem também pela falta de manutenção, caso se trabalhe nestas e na concertação dos defeitos o pavimento flexível poderá chegar a sua vida útil de 10 anos.

O conhecimento técnico faz com que os profissionais saibam melhor avaliar suas vias e projetar com mais qualidade afim de ter maior durabilidade, são necessárias manutenções recorrentes, mas feita de maneira certa para evitar os remendos, apesar destes serem considerados uma forma de recuperação do pavimento é necessário lembrar que este também é caracterizado por ser uma patologia, logo se vê a importância da boa execução e escolhas de bons materiais para pavimentar as Avenidas da cidade, e assim o pavimento manter a sua vida útil. A utilização de novos métodos e tecnologias pode ser muito eficiente quando se trata de evitar patologias, novos tipos de asfaltos podem ajudar.

Os aumentos de investimentos públicos ainda possuem um cenário pessimista, por isso a CNT espera que haja um maior espaço da nossa infraestrutura no Orçamento da União e conta com a participação privada como investidora.

A Avenida Canaã acabou de passar por um recapeamento, logo se espera que este dure o tempo que foi projetado e durante este período sejam feitas as inspeções e acertos nos defeitos da Avenida, não deixando esta apresentar grandes manifestações patológicas para que ocorra a recuperação da via.

## REFERÊNCIAS

- BERNUCCI et al, L.B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1.ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2006.
- BERNUCCI, Lieidi Bariani [et al.]. **Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros**. - 3 ed. - [Reimp.]. – Rio de Janeiro: PETROBAS: ABEDA, 2006.
- BÚSSOLA DO ENGENHEIRO. **Pavimento Flexível | Pavimentação Asfáltica**. YouTube, 29 abril 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kOSxmTy9Ux4>>. Acesso em: 28 outubro 2022.
- CAVA, FELIPE. **Características do CBUQ – A principal mistura asfáltica utilizada no Brasil!**. Disponível em: <<https://alemdainercia.com/2017/10/30/caracteristicas-do-cbuq-a-principal-mistura-asfaltica-utilizada-no-brasil/>>. Acesso em: 26 nov 2022.
- CNT. **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/>>. Acesso em 20 setembro 2021.
- DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.
- DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Manual de recuperação de pavimentos rígidos**. Rio de Janeiro, 2010.
- DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.
- DOMINGUES, F. A. A., MID – **Manual para identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos**. São Paulo, s.n., 1993.
- FRANÇA, Frederico Lemos; FERNANDES, Táris Maday Jorge. **Patologias em Pavimento Asfáltico**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 57p. 2017
- PEREIRA, MIRANDA. **Pavimentos rodoviários**. Gráfica de Coimbra, 5ª reimpressão; abr.2016.

PINTO, Isaac Eduardo; PINTO, Salomão. **Pavimentação asfáltica: conceitos fundamentais sobre materiais e revestimentos asfálticos**. - 1 ed. - [Reimp.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2017.

PINTO, J. I. B. R. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários**. 2003. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2003.

ROSSI, FABRICIO. **Misturas Betuminosas: CBUQ, CAP, RR, CM!**. Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/misturas-betuminosas-cbuq-cap-rr-cm-passo-a-passo/>>. Acesso em: 28 outubro 2022.

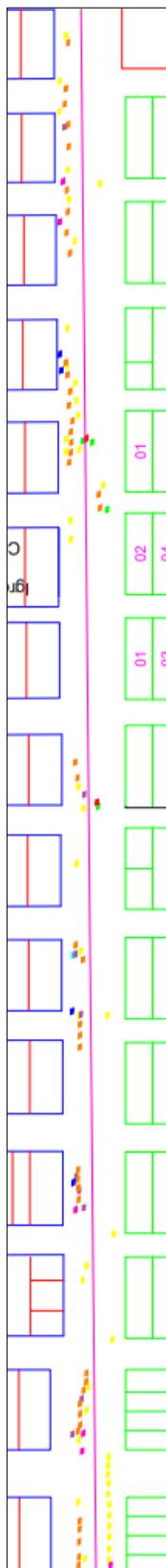
SCHMIDT, GUIBSON FELIPE. **Incidência de manifestações patológicas no pavimento da av. Juscelino Kubistchek da cidade de Ariquemes – RO**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Civil, UNIFAEMA, Ariquemes, RO, 67 pag. 2021.

SITE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARIQUEMES. **Iniciado recapeamento da Avenida Canaã do Setor 02**. Disponível em: <<http://site.ariquemes.ro.gov.br/noticias/obras-e-servicos-publicos/iniciado-recapeamento-da-avenida-canaa-do-setor-02>>. Acesso em: 08 set 2022.

SOUZA, M. J. **Patologias de pavimento flexível**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2004  
YODER, E. J.; WITCZAK, M. W. **Principles of pavement design**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1975.

## 7. APÊNDICE

### APÊNDICE A – TRECHO A



## APÊNDICE B – TRECHO





## 8. ANEXO

### ANEXO A – FICHA CATALOGRÁFICA



**DISCENTE:** Akaelle Dandrea Omitti

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 08.11.2022

#### RESULTADO DA ANÁLISE

##### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **5,78%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **5,24%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **84,34%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5  
terça-feira, 8 de novembro de 2022 17:41

#### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **AKAELLE DANDREA OMITTI**, n. de matrícula **31128**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com percentagem conferida em 5,78%. Devendo a aluna fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
**Bibliotecária CRB 1114/11**  
Biblioteca Central Júlio Bordignon  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Assinado digitalmente por: Herta Maria de Açucena do Nascimento Soeiro  
Razão: Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA