

**UNIEVANGÉLICA – CAMPUS CERES**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ÉRICA DE LIMA SILVA**

**MELHORIA NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA AVENIDA JACARANDÁ EM  
RUBIATABA-GO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM  
EFICIENTE**

**PUBLICAÇÃO N°:**

**CERES / GO**

**2020**

**ÉRICA DE LIMA SILVA**

**MELHORIA NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA AVENIDA JACARANDÁ EM  
RUBIATABA-GO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM  
EFICIENTE**

**PUBLICAÇÃO Nº:**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

**ORIENTADOR: Rodrigo Nascimento Portilho Faria**

**CO-ORIENTADOR: Vilson Dalla Libera Júnior**

**CERES / GO: 2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, ÉRICA DE LIMA.

Melhoria na pavimentação asfáltica da avenida Jacarandá em Rubiataba-GO:  
Dimensionamento de um sistema de drenagem eficiente. [Goiás] 2020

xi, 98P, 297 mm (UniEvangélica, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC – Unievangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Drenagem urbana

2. Asfalto

3. Deterioração

4. Dimensionamento

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, E. L. Melhoria na pavimentação asfáltica da avenida Jacarandá em Rubiataba-GO: Dimensionamento de um sistema de drenagem eficiente. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, GO, 98p. 2020.

## CESSÃO DE DIREITOS

Érica de Lima Silva

Melhoria na pavimentação asfáltica da avenida Jacarandá em Rubiataba-GO:  
Dimensionamento de um sistema de drenagem eficiente

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Érica de Lima Silva

Rua das Oliveiras, Qd. 04, Lt.08

76.350-000 - Rubiataba/GO - Brasil

**ÉRICA DE LIMA SILVA**

**MELHORIA NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA AVENIDA JACARANDÁ EM  
RUBIATABA-GO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM  
EFICIENTE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

**APROVADO POR:**

---

**RODRIGO NASCIMENTO PORTILHO FARIA, Mestre (Unievangélica)  
(ORIENTADOR)**

---

**JANAINE MONICA OLVEIRA, Mestre (Unievangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**LUIZ TOMAZ DE AQUINO NETO, Especialista (Unievangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: CERES/GO, 07 de DEZEMBRO de 2020.**

**MELHORIA NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA AVENIDA JACARANDÁ EM  
RUBIATABA-GO: DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM  
EFICIENTE**

Érica de Lima Silva<sup>1</sup>  
Rodrigo Nascimento Portilho de Faria<sup>2</sup>

**RESUMO**

A drenagem urbana tem como objetivo o escoamento dos líquidos urbanos, e, nesse processo garante o saneamento básico e evita acúmulo dos fluídos, pois a pavimentação, residências, dentre outras construções obstruem esse escoamento. Em cidades do interior de Goiás, a exemplo Rubiataba-GO, o problema devido o ineficaz sistema de drenagem pode contribuir para o surgimento de vários problemas, um destes relacionado a deterioração do asfalto devido o fator umidade que contribui para redução da vida útil do pavimento. Foi demonstrado, através de estudo de caso, como a avenida Jacarandá é afetada pela obstrução do escoamento devido a fatores como a drenagem urbana ineficiente e lixo jogados na rua pela população. A partir dos levantamentos observados realizou-se um dimensionamento da micro drenagem da avenida Jacarandá, usando o software Excel, capaz de suportar a necessidade de escoamento da região estudada.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana. Asfalto. Deterioração. Dimensionamento.

---

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: ericadelimartb123@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Ciências e Matemática pelo instituto Federal de Goiás, professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: portilhofaria@hotmail.com

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspecto geral do método utilizado.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Estudo de caso.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Pavimentação asfáltica e drenagem urbana.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>Problemas devido a umidade.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Agravantes no pavimento asfáltico na avenida Jacarandá.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>17</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A drenagem urbana tem como objetivo escoar os líquidos e gerenciá-los de forma sustentável. A drenagem é uma questão de alocação de espaços, pois a superfície da várzea onde será projetado, deverá ser sempre requerida conforme rio ou lago a jusante (CANHOLI, 2015). Por isso, a drenagem é composta de vários mecanismos que tem como função permitir a segurança no tráfego de pessoas, e, garantir limpeza urbana por meio do gerenciamento no escoamento das águas urbanas. Uma drenagem urbana satisfatória concorre para a segurança da população e qualidade de vida, pois fornece um ambiente seguro e limpo, do contrário apresenta riscos. Tais riscos estão relacionados a fatores que desencadeiam em danos ao meio ambiente, a qualidade de vida da população e danos ao asfalto.

O meio urbano é desenvolvido em um ambiente que anteriormente era natural, por isso necessita que elementos como a água transite no meio, conforme o ciclo hidrológico, o problema em questão é a necessidade de adaptação desse contexto urbano para que os fluídos percorram sobre o solo onde não há permeabilidade, para que não comprometa as vidas presentes e a infraestrutura urbana. Por isso, a drenagem urbana pode comprometer o meio ambiente, quando não planejada de forma adequada, em razão da água apresentar um comportamento diferente ao meio natural e necessitar de mecanismos que garantem que ela seja direcionada para rios, córregos ou lagos.

A drenagem urbana além de ser um elemento imprescindível de infraestrutura urbana é também de saneamento básico, pois contribui para um meio ambiente limpo e seguro, do contrário, quando não há gerenciamento e uso eficiente do mecanismo, acaba gerando riscos ao meio ambiente. Riscos esses devido a ausência de estudo sobre o ciclo hidrológico local, inexistência do cálculo de drenagem urbana, falta de inspeção e manutenção. Os efeitos desse processo influenciam em todo aparelhamento urbano relativo ao recurso hídrico, como abastecimento de água, transporte e tratamento de esgoto local (TUCCI, 1997).

A poluição devido ao acúmulo de água, junto a lixos e resíduos gerados no contexto urbano, contribui para poluição do ambiente. Isso ocorre em razão da evaporação de águas urbanas contaminadas, que poluem o ar, atingem a água e o solo, que por fim afeta a população abastecida por estes recursos. Além dos prejuízos ocasionados aos recursos naturais, há prejuízos quanto a infraestrutura urbana, como os ocasionados no pavimento asfáltico por não ocorrer o escoamento adequado, além disso a umidade pode acontecer também por evaporação do nível freático, contribuindo para a degradação do pavimento (SUZUKI, 2013). De acordo com a figura 1, é possível perceber situações que levam a saturação do asfalto.



Fonte: SUZUKI (2013).

Um dos problemas relacionados ao fraco desempenho do pavimento asfáltico é em relação a aplicação de cargas de tráfego quando os materiais estão em condição saturada, demonstrando problemas precoces funcionais e estruturais (SUZUKI, 2013). Segundo DNIT (2006) a função principal do pavimento asfáltico, em relação ao seu desempenho, é fornecer uma superfície com serventia adequada em relação a qualidade do seu rolamento, mas para isso é necessário que os outros elementos de infraestrutura urbana, como a drenagem, exerça em conjunto a limpeza urbana e escoamento necessário, para evitar que a umidade e as cargas que passam sobre o asfalto danifiquem o material.

Em Rubiataba-GO, cidade localizada na região do Vale do São Patrício, apresenta um asfalto expressivamente deteriorado devido a vários fatores. A exemplo disso, a avenida Jacarandá, que liga o setor Rubiatabinha aos demais setores da cidade. Dentre vários fatores que influenciam na deterioração do asfalto na avenida, está o ineficaz sistema de drenagem que contribui para o processo acelerado de deterioração.

O trecho de 757,97 metros na Avenida Jacarandá, entre as avenidas Jataí e Jatobá é um caso a ser analisado. Por isso este artigo irá demonstrar o estado das vias urbanas da avenida Jacarandá em Rubiataba-GO, os déficits encontrado que podem ter contribuído para a deterioração do pavimento, como o ineficaz sistema de drenagem. Além disso, os danos ocasionados ao meio ambiente. Por isso, baseando-se no sistema de drenagem existente na avenida Jacarandá, terá como objetivo o dimensionamento de um sistema de drenagem que seja eficiente e que supra as necessidades existentes devido ao acúmulo de águas urbanas, e, reduza a influência na deterioração do pavimento, como instrumento de sustentabilidade e desenvolvimento urbano.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Aspecto geral do método utilizado**

Trata-se de uma pesquisa realizada de fevereiro a novembro de 2020. A partir do referencial bibliográfico, foram analisados os problemas encontrados na avenida Jacarandá, como os agravantes comuns em asfaltos urbanos que contribuem para ocasionar buracos no pavimento, a exemplo disso a ineficiência do sistema de drenagem urbano presente; a partir de artigos de referência, livros, normas, dentre outros. Baseando as informações com os problemas encontrados na avenida Jacarandá, relacionou-se o que tem contribuído para agravar os danos ao asfalto, selecionar um problema que é constante e necessita de análise para contribuir na conservação do pavimento.

Conforme DNIT (2006) entre as causas do comprometimento da vida útil do asfalto em relação ao seu estado de conservação, estão os fatores relacionados as cargas inseridas no pavimento, espessura das camadas, materiais utilizados, temperatura e umidade. Com base nessas causas que podem levar aos problemas encontrados no asfalto, realizou-se levantamento de informações com fotos por meio de visitas in loco. Observou-se que o sistema de drenagem ineficiente é uma das causas da deterioração do asfalto da avenida Jacarandá, por isso, a imprescindibilidade em estimar os danos presentes e possível solução para o problema.

### **2.2 Estudo de caso**

É importante a inter-relação sobre o relevo, uso do solo, controle ambiental e recursos hídricos para o planejamento e execução do sistema de drenagem urbana (TUCCI, 2002). Para isso fez-se uma análise da área de estudo, as ruas coletoras que a avenida recebe, as influências ambientais, como o a nascente de um córrego próximo a avenida, a declividade da avenida, e as ruas coletoras que deságuam os fluídos superficiais, como as ruas Massaradúba, Canela, Sobro e Guatambú, conforme figura 2.



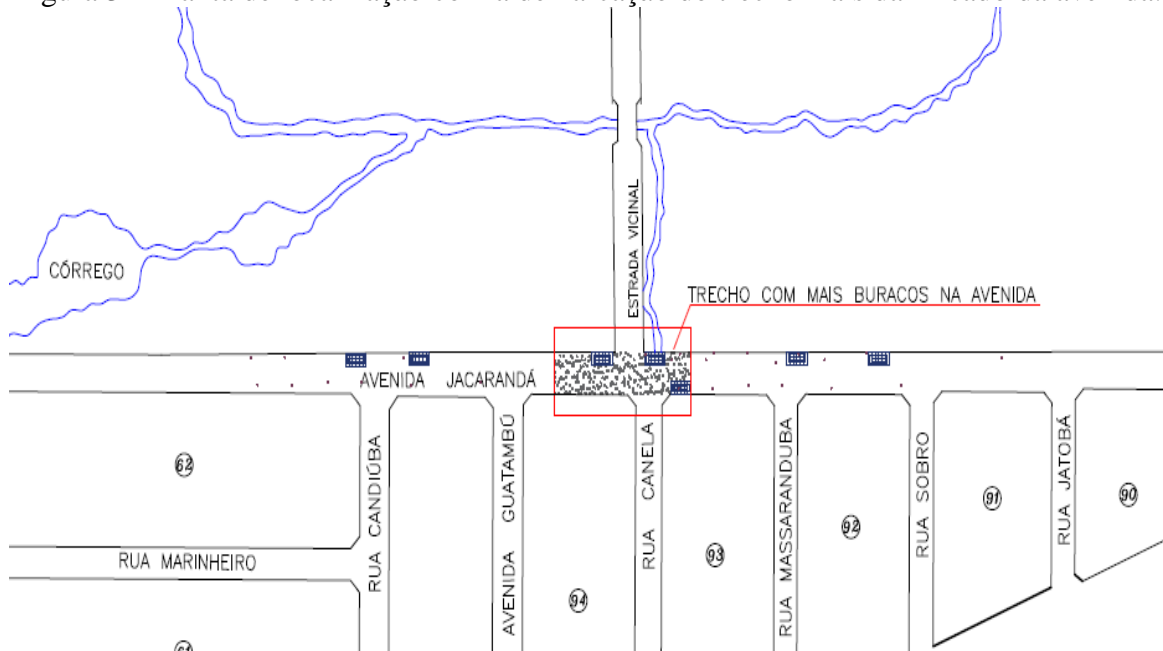
Figura 2 – Mapa da área de influência da Avenida.



Fonte: Google Maps.

Foi possível verificar a influência do sistema de drenagem urbana na avenida Jacarandá, realizando o levantamento do sistema de drenagem presente, como as bocas de lobo, a partir de medições in loco, google maps, e, fotos. Segundo DNIT (2011) é importante realizar o gerenciamento de trechos prioritários da malha rodoviária, pois assim será possível verificar locais que necessitam de um ciclo de manutenção constante para assegurar a conservação do asfalto. A partir disso, foi analisado o trecho e demarcado os buracos encontrados na avenida, destacando-se o trecho com a presença de mais buracos, definindo assim as características que desencadearam as deteriorações presentes, a partir da planta baixa da avenida, desenvolvida no Autocad (software de desenho do CAD), esse trecho foi identificado, figura 3.

Figura 3 – Planta de localização com a demarcação do trecho mais danificado da avenida.

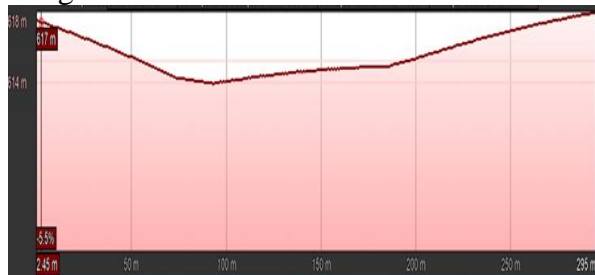


Fonte: Próprio Autor (2020)

Entre as características levantadas da avenida está a inclinação devido ao relevo, no qual foram levantadas, pelo Google Earth, as declividades da avenida e das ruas que a avenida recebe, o escoamento superficial, das ruas Canela, Massaranduba e Guatambu; de acordo com as figuras 4, 5, 6, e 7. Para que seja possível estimar os problemas relacionados ao sistema de drenagem existente, foi necessário uma pesquisa quali-quantitativa, por meio dos dados levantados conforme deve ser dimensionado o sistema de drenagem que seja eficiente para a avenida

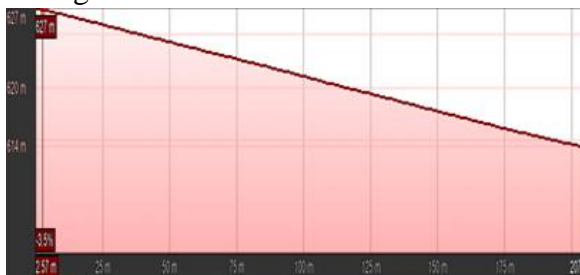
Jacarandá, aqui estudada. A partir do levantamento planialtimétrico das ruas ao redor da avenida, devido a sua declividade.

Figura 4 – Declividade Avenida Jacarandá.



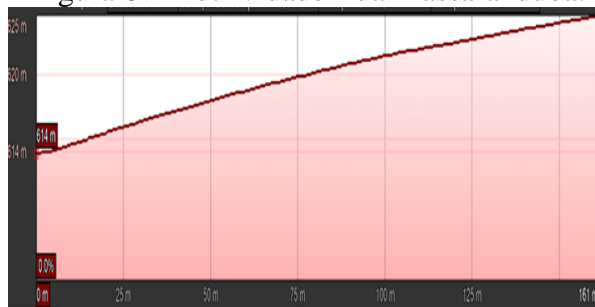
Fonte: Google Earth

Figura 5 – Declividade Rua Canela.



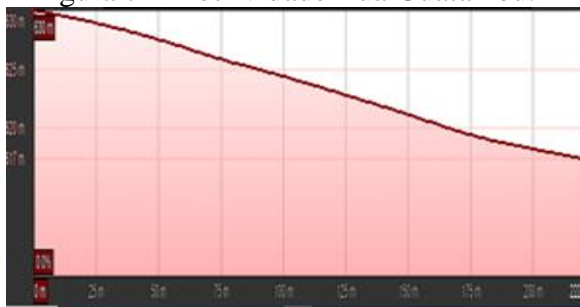
Fonte: Google Earth

Figura 6 – Declividade Rua Massaranduba.



Fonte: Google Earth

Figura 7 – Declividade Rua Guatambu.



Fonte: Google Earth

Por meio dos dados encontrados, foi delimitado a micro drenagem da área de influência da avenida para que possa contribuir para o desenvolvimento sustentável. O dimensionamento será realizado com base em livros de referência sobre dimensionamento de galerias de drenagem. O projeto hidráulico de uma galeria de águas pluviais deve ter como objetivo básico, a funcionalidade de um projeto bem equilibrado, onde todos os componentes do sistema trabalhem em sua plena capacidade, evitando sempre causar impactos negativos de qualquer espécie em qualquer lugar que seja (DAEE/CETESB, 1980).

Trata-se de um dimensionamento realizado com base em equações para o cálculo da velocidade e da relação da altura da lâmina d'água e diâmetro. Após a delimitação das áreas da bacia e localização das bocas de lobo, será realizado os cálculos em planilha no Excel, para demonstrar os cálculos e projetar uma drenagem funcional e equilibrada. Tendo como base os cálculos da declividade do terreno no trecho ( $St$ ); cota inferior da galeria a montante ( $Cim$ ); cota inferior da galeria a jusante ( $Cij$ ); declividade da galeria ( $Sg$ ); constante ( $k$ ); relação altura e diâmetro ( $h/D$ ); área molhada ( $A$ ); velocidade do escoamento ( $V$ ); tempo de percurso ( $tp$ ).

$$St = cm - cjL$$

$$Cim = cm - (rm + D)$$

$$Cij = Cim - (Sg \cdot L)$$

$$Sg = (Cim - Cij) / L$$

$$k = 0,0496062 \cdot \theta - 23 \cdot \theta - \text{sen} \theta 53$$

$$h/D = 12 \cdot 1 - \cos \theta 2$$

$$A = D 2 \theta - \text{sen} \theta 8$$

$$V = Q / A$$

$$tp = LV \cdot 60$$

Essas fórmulas foram elaboradas no excel, para preenchimento da planilha, para dimensionamento do escoamento e área de influência. A planilha é um instrumento importante para alguns dos problemas de drenagem urbana, como na otimização do projeto, com uma rede estável, de menor profundidade, e que respeite o recobrimento mínimo dos tubos (BOHNENBERGER, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Pavimentação asfáltica e drenagem urbana: influência no escoamento superficial da infraestrutura urbana

O asfalto é um material proveniente da mistura a quente de rochas e derivados do petróleo (DNIT, 2004). Essa pavimentação, no contexto urbano, junto a edifícios e outros elementos de infraestrutura, influenciam no escoamento superficial de águas, proveniente de chuvas e atividades do cotidiano, gerando um grande problema devido a impermeabilização, e, incapacidade de escoamento rápido, que reflete drasticamente na drenagem urbana (PINTO, 2011, p.11).

A drenagem urbana baseia-se no conceito de escoar a água o mais rápido possível, isso nos países em processo de desenvolvimento, o que acarreta a elevação da água a jusante, e finda-se não resolvendo o problema com inundações e acúmulo de água (TUCCI, 2003, p.36). O escoamento da água tende a ser canalizado, porém a canalização não é a resolução do problema, já que a água junto a resíduos urbanos são gerados em grandes volumes.

O desenvolvimento da infraestrutura urbana está em tomar medidas que possam contribuir para a melhoria do espaço urbano. A drenagem urbana, as vias asfálticas, dentre outras ferramentas, precisam ser analisadas e planejadas para que ocorra o melhor aproveitamento possível das suas funcionalidades no espaço urbano. O escoamento superficial é um dos parâmetros utilizados para estimar os danos devido aos impactos da urbanização, em razão da influência no controle das bacias hidrográficas de uma determinada região e assim avaliar medidas de controle e prevenção de possíveis danos maiores, como enchentes, dentre outros; ao meio urbano (TUCCI, 2007).

A impermeabilização encontrada na área urbana, devido as áreas construídas, como residências, comércios, indústrias e pavimentação asfáltica; impedem o escoamento da água, além da influência dos resíduos na obstrução desse escoamento, em razão das atividades cotidianas da população. Quando os resíduos são deixados em ruas e avenidas, acabam poluindo o ambiente e reduzindo a capacidade de escoamento, obstrui as detenções urbanas para o controle local do escoamento e danificam as redes de drenagem (TUCCI, 2005, p.70).

O planejamento urbano prevê fatores que podem ocorrer no cotidiano de cidades, e solucionar problemas antes que os mesmos possam acontecer, a exemplo disso, o sistema de drenagem pluvial (LIMA *et al.*, 2020, p.118). O plano diretor é um exemplo de ferramenta, que pode ser utilizada para realizar o planejamento urbano necessário. Em tese, é um plano que tem como finalidade apresentar, a partir da análise econômica, social e cultural da cidade; medidas para o futuro socioeconômico, organização do uso do solo urbano, das redes de infraestrutura e elementos fundamentais da infraestrutura urbana (VILLAÇA, 1995). Todavia, a cidade de Rubiataba não possui plano diretor, e o mesmo por si só não é capaz de resolver problemas de infraestrutura, mas capaz de direcionar medidas para melhoria dos objetos de infraestrutura.

#### 3.2 Problemas no asfalto devido a umidade e outros fatores

A umidade é um fator imprescindível para a construção de rodovias, desde ensaios realizados do solo a compactação realizada no sub-solo para realizar a pavimentação, como também na mistura do material betuminoso. Todavia, é importante salientar que toda umidade deve ser relacionada com o percentual devido em sua utilização na pavimentação asfáltica, como por exemplo na compactação do sub-solo; de acordo com a NBR 15115 (2014), em locais onde há concentração de umidade é inviável a correção para a compactação no dado momento.

Os fatores que influenciam e levam a deterioração e comprometimento da estrutura do asfalto, devido a umidade, são diversos e complexos. A alteração nas propriedades devido a umidade no asfalto, variam entre aspectos físicos e químicos, como no aspecto físico, a composição do material e no aspecto químico as alterações internas causadas por interações de oxidação entre a água e o betume (HERRERA, 2013, p.429). A oxidação confere endurecimento permanente, tanto no material quanto na mistura, além disso, pode causar fragilidades diferentes, quando a umidade é constante após alguns anos de serviço na camada asfáltica (HUANG, 2015).

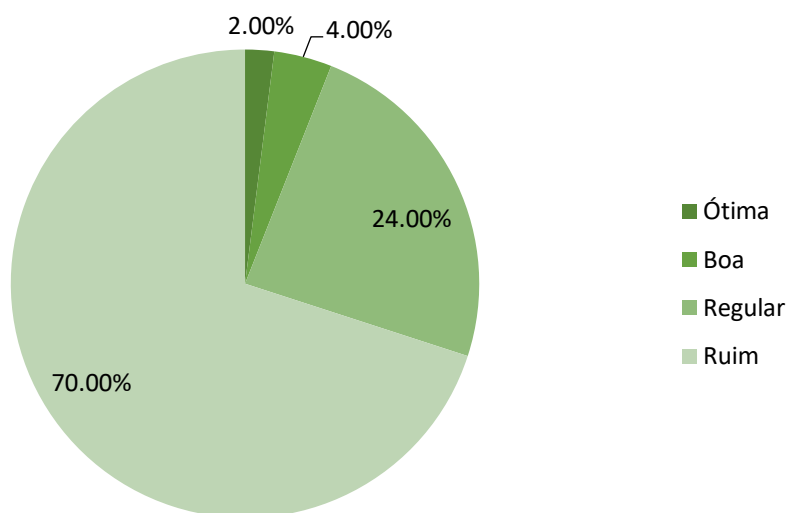
O fator umidade influencia na durabilidade, resistência mecânica, perda de coesão e aderência do material asfáltico, gerando perda de resistência entre a face ligante e a camada de pedra (QUINTANA *et al*, 2016, p.559). A norma de desempenho, Performance Grade (PG), não fornece garantia de que as informações referentes a rigidez do asfalto serão as mesmas quando a água estiver presente no pavimento (HUANG, 2015).

As trincas superficiais na camada do asfalto podem originar devido a vários outros fatores, que estão relacionados com as propriedades do material, como a flexibilidade ou elasticidade (HIRSCH, 2009, p.). De acordo com LEANDRO e col. (2015), podem ocorrer patologias no asfalto devido a solitação de tráfego, variações climáticas, como chuva e temperatura e pela influência da geometria da via, como aclives curvas, dentre outros.

### 3.3 Agravantes no pavimento asfáltico na avenida Jacarandá

O problema referente ao estado da pavimentação asfáltica no contexto urbano, é um problema nacional. Na cidade de Rubiataba não é diferente. A questão sempre é resolvida com uma massa de asfalto quente, inserida nos buracos das ruas e avenidas da cidade, pela operação tapa buracos da prefeitura, que após alguns dias de chuva facilmente voltam ao seu estado anterior de deterioração. A insatisfação da população de Rubiataba quanto a este problema dos buracos no asfalto é evidenciado no estudo de (SILVA, 2019), conforme o gráfico 1, demonstra a opinião da população referente a como classificam o estado do asfalto da cidade.

**Gráfico 1.** Opinião da população sobre a qualidade do asfalto.



Fonte: SILVA (2019). Adaptado

Na avenida Jacarandá o estado do asfalto denota a displicência por parte da prefeitura, devido a existência de tantos buracos, a mesma se encontra em processo de deterioração constante, principalmente quando há chuvas, conforme figura 8. Medidas devem ser tomadas para que ocorra a restauração da mesma, e, assim o problema quanto a infraestrutura urbana seja resolvido. A questão é que o recapeamento asfáltico é realizado de forma simplista com frequência. Na restauração das vias é realizada uma emulsão asfáltica que é inserida onde há a presença de buracos, o dilema proposto é a adesão que é alcançada entre as camadas do pavimento antigo e novo, figura 9, pois a funcionalidade devida de um pavimento ocorre quando as camadas inferiores e superficiais trabalham em conjunto (DELBONO, 2019).

Figura 8 –Buracos na Avenida Jacarandá.



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 9 – Situação das camadas do asfalto



Fonte: Próprio autor (2020)

O asfalto necessita ser planejado e estruturado, desde o sub-solo, por isso os componentes utilizados no recapeamento devem estar em estado de conservação para o bom desempenho. No pavimento asfáltico a maioria das cargas exercidas sobre o mesmo é suportada pelos agregados, que desenvolve o desempenho do pavimento e por isso deve estar de acordo com as exigências mínimas de qualidade (NEVES, 2004).

A manutenção também é uma etapa fundamental para averiguar sempre que for necessário a restauração do pavimento asfáltico, e tomar medidas de restauração antes que o mesmo se encontre em estado de colapso generalizado. A delimitação de áreas no asfalto que constantemente sofrem alguma alteração em sua superfície, é indispensável antes mesmo que ocorra a correção de buracos e de escorregamentos para que assim possa se garantir que o problema inicial seja corrigido (BALBO, 2015). Segundo DINIZ (2016) é importante a escolha adequada dos instrumentos de drenagem urbana, como as valas, dentre outros, pois irá interferir na execução de serviços de manutenção e alterar o estado de conservação do pavimento asfáltico.

A drenagem urbana influencia no escoamento superficial do meio urbano, por isso é necessário que este sistema mantenha-se dentro das vazões que o sistema atual precisa, para que os mecanismos medidos da área, na onde serão projetadas, sejam em conformidade com a necessidade requerida (TUCCI, 2012); pois assim permitirá que o mecanismo de drenagem possa contribuir para o retardo de patologias presentes no asfalto devido a umidade, e manter o pavimento em estado de conservação.

O sistema de drenagem na avenida Jacarandá e nas ruas que a avenida é ligada, apresentam dispositivos, bocas de lobo, bem locadas, porém em alguns locais que necessitam não possuem os dispositivos, e, os que estão presentes necessitam de inspeção de limpeza contínua, pois estão sempre com muito resíduos; figuras 10 e 11, o que dificulta no escoamento das águas urbanas.

Figura 10 –Boca de Lobo com resíduos.



Fonte: Próprio autor (2020)

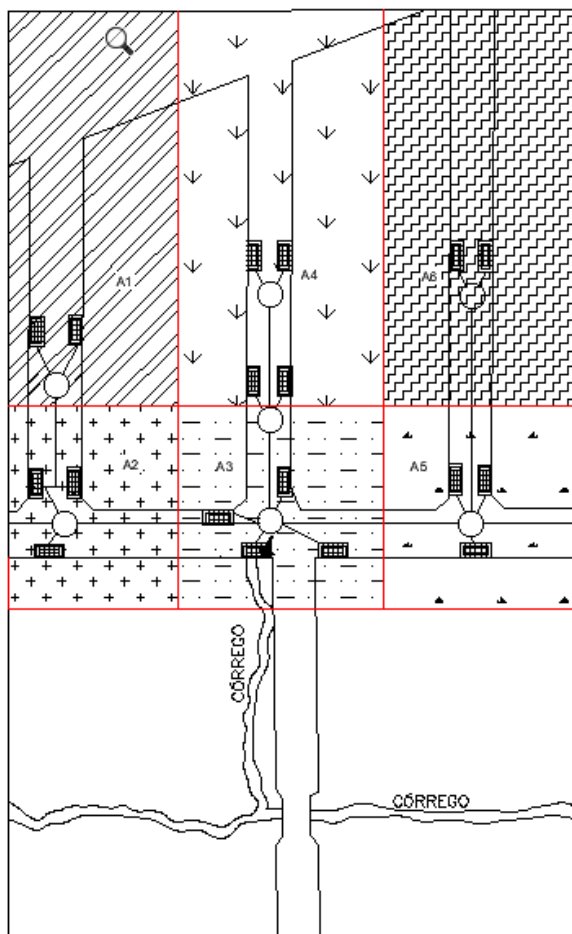
Figura 11 –Gretas entupidas.



Fonte: Próprio autor (2020)

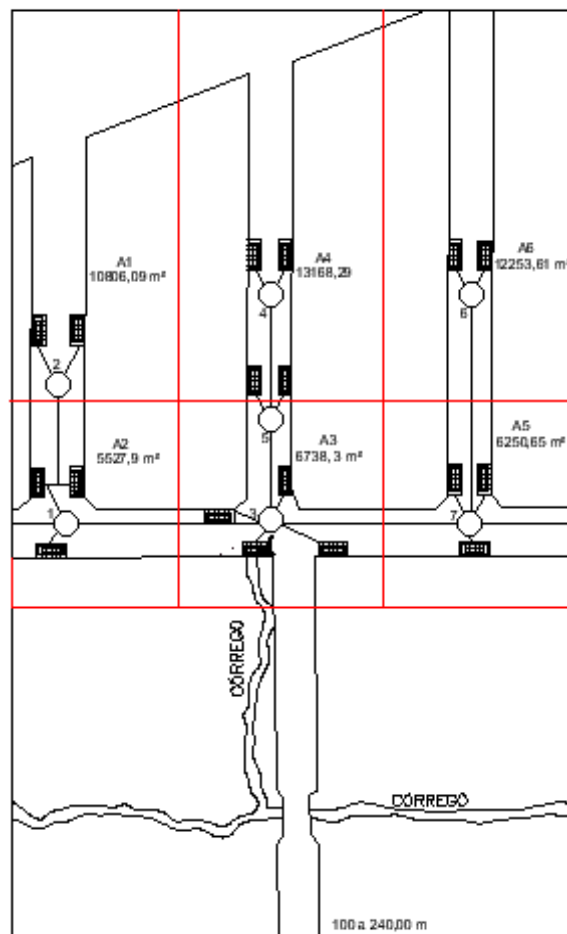
No dimensionamento do sistema de drenagem urbana que possa contribuir e melhorar o estado da avenida Jacarandá, foi realizado a locação dos dispositivos de drenagem na avenida e ruas Canela, Massaranduba e Guatambu, que desaguam na avenida, e, assim realizado o levantamento das áreas de influencia dos poços de visita presentes neste dimensionamento, conforme as figuras abaixo, 12 e 13.

Figura 12 –Demarcação das áreas de influência



Fonte: Próprio autor (2020)

Figura 13 –Medida das áreas de influência



Fonte: Próprio autor (2020)

Após a definição e locação dos elementos, cálculo das áreas, foi realizado o dimensionamento com base nos dados das ruas próximo a avenida Jacarandá, e, na avenida. Conforme as tabelas 1, 2 e 3, é possível analisar todas as etapas do dimensionamento realizado para o escoamento devido dos fluídos.

**Tabela 1** – Primeira etapa: Definição da extensão dos trechos até o cálculo da vazão dos mesmos.

Trecho	Extensão	Área (m <sup>2</sup> )		c	tc (min)	i (mm/min)	Qloc (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
		Trecho	Total					
1-3	87,93	10806,09	10806,09	0,83	5	2,92	0,436	0,436
2-1	57,42	5527,9	5527,9	0,83	5	2,92	0,223	0,223
4-5	52,22	6738,3	23072,29	0,83	5,42	2,88	0,268	0,928
5-3	39,48	13168,29	36240,58	0,83	5,61	2,86	0,521	1,450
6-7	91,58	6250,65	42491,23	0,83	5,74	2,85	0,246	1,696
7-C	81,29	12253,61	54744,84	0,83	6,03	2,82	0,479	2,175

Fonte: Próprio autor (2020)

Nomenclatura das siglas da tabela: (c) coeficiente de escoamento superficial; (tc) tempo de concentração; (i) intensidade pluviométrica; (Qloc) Vazão superficial local; (Q) vazão total.

**Tabela 2** – Segunda etapa: Definição do diâmetro das galerias até declividade.

D (mm)	Cota do PV no terreno (m)		St	Cotas inf. Galeria (m)		Sg
	Cm	Cj		Cim	Cij	
400	293,26	290	0,0371	291,86	288,60	0,037
400	291,14	290	0,0199	289,74	288,60	0,02
600	290	287,5	0,0479	288,4	285,90	0,048
800	287,5	284,25	0,0823	279,72	278,00	0,044
800	284,25	280	0,0464	282,45	278,20	0,046
1000	284,25	280	0,0523	282,25	278,00	0,052

Fonte: Próprio autor (2020)

**Tabela 3** – Terceira etapa: Definição profundidade até o tempo de percurso.

Prof. galeria (m)		k	$\theta$ (rad)	h/D	A	V	tp
Mont.	Jus.						
1,4	1,4	0,3914	7,33	0,9328	0,129	3,38	0,43
1,4	1,4	0,2736	4,08	0,7254	0,098	2,29	0,42
1,6	1,6	0,2485	3,86	0,6757	0,203	4,57	0,19
1,8	1,8	0,1889	3,39	0,5618	0,291	4,99	0,13
1,8	1,8	0,214	3,59	0,6112	0,322	5,2694	0,29
2	2	0,143	3,0296	0,472	0,365	5,9633	0,23

Fonte: Próprio autor (2020)

No dimensionamento aqui realizado, foram acrescentados quatro bocas de lobo além das existentes nas ruas e avenida. Além dos danos causados ao asfalto onde se encontra a avenida Jacarandá, o córrego que recebe os fluídos do mesmo foi poluído em razão dos lixos que são jogados nas ruas, que não só contribuem na obstrução do escoamento e impedem o escoamento nas galerias para levarem as águas até o córrego, mas também danifica os cursos d'água que são poluídos.

Figura 13 –Poluição no córrego próximo a avenida



Fonte: Próprio autor (2020)

Essa poluição se deve ao fato da população não contribuir para a limpeza e organização da cidade, jogando lixos nas ruas e limpeza urbana. As bocas de lobo, em sua maioria, não possuem gretas para evitar que o lixo caia diretamente nas galerias e entopem as mesmas ou evite que esses lixos cheguem até o córrego.

Nomenclatura das siglas da tabela: (D) Diâmetro da galeria; (PV) Poço de Visita; (Cm) Cota do terreno no PV a montante; (Cj) Cota do terreno no PV a jusante; St (declividade do terreno no trecho); (Cim) Cota inferior da galeria a montante; (Cij) Cota inferior da galeria a jusante; (Sg) declividade da galeria; (k) constante; ( $\theta$ ) ângulo central; (h/D) altura da lâmina d'água-diâmetro; (V) Velocidade; (tp) tempo de percurso.



#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A avenida necessita de uma intervenção no sistema de drenagem urbana para que a mesma possa realizar o escoamento adequado e contribuir para o saneamento básico da região, minimizar as deteriorações do asfalto e contribuir para a transição segura da população na via urbana.

Notou-se que os dispositivos de drenagem carecem de inspeção, como limpeza dos mecanismos de drenagem, manutenção das gretas, e, vistoria para que as mesmas possam ser úteis e contribuir para a segurança e também evitar que os fluídos não escoem e poluem o córrego.

É necessário que a população contribua para a limpeza urbana, assim evitando tais danos em relação ao saneamento básico que desencadeia em vários problemas urbanos como na drenagem urbana e poluição de nascentes e córregos.

Conforme o dimensionamento aqui realizado, foram locadas apenas mais algumas bocas de lobo para melhor atender as solicitações da avenida. O dimensionamento tem como base um sistema de drenagem que irá suportar o escoamento de forma realista e evitar o desgaste no asfalto.

A situação dos buracos da avenida, além de ser necessário um sistema de drenagem eficiente também é necessário um novo recapeamento e recuperação do asfalto deste a base até a manta asfáltica.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS. AGETOP. IT-02 Manual de pavimentação urbana. Goiás, 2016.

BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. Câmara Brasileira do Livro. São Paulo. 2015.

BOHNENBERGER, J.C.; CÉSAR Jr, Kléos Magalhães Lenz. Planilhas eletrônicas para o dimensionamento de redes de drenagem urbana. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE, Natal-RN. p.1952-1959, 1999.

CANHOLI, A. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana: Manual de projeto**. São Paulo: DAEE-CETESB, 1980. 466p.

DELBONO, H. **Restauração de pavimentos: adesão entre camadas com interposição de geossintéticos com diferentes aberturas de malha**. Rev. ing. constr. Dez. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT IPR 720/2006 – ME**. Manual de restauração de pavimentos asfálticos. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT IPR 745/2011 – ME**. Manual de gerência de pavimentos. Rio de Janeiro, 2011.

DINIZ, C.M.; R, P.M.; OLIVEIRA, M.B.; ROSTAGNO, P.V. **A interferência das redes subterrânea na qualidade da pavimentação urbana: Comparativo econômico entre alternativas de traçado**. Revista Interdisciplinar do pensamento científico. Julh/Dez. 2016.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte). **Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – especificação do serviço**. Diretoria de planejamento e pesquisa. 2004.

HERRERA, O. A.; VELÁSQUEZ, C. E. D.; FIGUEROA-INFANTE, A. S.; FERNÁNDEZ-GÓMEZ, W. D.; REYES-LIZCANO, F. A. **Análisis de la alteración del asfalto colombiano en inmersión en agua**. Ing. Univ. Bogotá (Colombia). Jul-Dez. 2013.

HIRSCH, F. **Avaliação das propriedades de fratura de misturas asfálticas através de ensaio de tração em disco circular com fenda**. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, Set.2009.

HUANG, S.C; DI BENEDETTO, H. **Advances in Asphalt Materials: Road and pavement construction**. Woodhead Publishin Series in Civil and Structural Engineering.2015.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/rubiataba/panorama>. Acesso em: 02 fev. 2020.

LEANDRO, P. R. e col. **Desenvolvimento do modelo de deterioração de pavimentos asfálticos com uso de instrumentação e Sistema Weigh in Motion**. Revista ANTT. Nov. 2015.

LIMA, ANIELLY IASMIN NUNES *et al.* **Draining Half-Wire with Bamboo Fibers applied in the Search of Reducing Damage Occasioned to Asphalt in the City of Rialma.** International Journal of Advanced Engineering Research and Science. Vol-7, Issue-3. Mar. 2020

NBR 15115. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Norma Brasileira Regulamentadora. 2004.

NEVES, C.L.D.F. **Avaliação laboratorial de misturas asfálticas SMA produzidas com ligante asfalto-borracha.** Dissertação Universidade de Engenharia para título de Mestre. São Carlos. 2004.

PINTO, L. L. C. A. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano.** Tese de doutorado. São Paulo, 2011.

QUINTANA, H. A. R.; CÁRDENAS, J. C. R.; ANSELMÍ, L. A. M. **Efecto del agua sobre el asfalto y su posible influencia en el daño por humedad en una mezcla asfáltica porosa.** Revista chilena de ingeniería. Ingeniare. Out. 2016.

SILVA, É. L., LIBERA, V. D. J. **A qualidade do asfalto em Rubiataba-GO: Sob uma perspectiva da população.** Anais do Integra If Goiano. Journal of Human Growth and Development. 2019.

SUZUKI, C. Y; AZEVEDO, A.M; KABBACH, F. I. J. **Drenagem subsuperficial de pavimentos conceito e dimensionamento.** Câmara Brasileira do livro. São Paulo, 2013.

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p.5-12, 1997.

TUCCI, CARLOS E.M. **Plano diretor de drenagem urbana: Princípios e concepção.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Jul/Dez 1997.

TUCCI, . E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.1, p.5-27, 2002.

TUCCI, CARLOS E.M. **Drenagem Urbana.** Ciência Cultura. São Paulo. Oct/Dec. 2003

TUCCI, CARLOS E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Escritório no Brasil/IPEA, 2005.

TUCCI, CARLOS E. M. **Gestão da Drenagem Urbana.** Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, CEPAL. LC/BRS/R.274. Brasília, 2012.

TUCCI, CARLOS E.M. **Gestão da drenagem urbana.** Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

VILLAÇA, FLÁVIO. **Dilemas do Plano Diretor.** Revista Perspectiva, v. 9, n. 2, abr./jun.1995.