

## TRABALHO INTEGRALIZADOR MULTIDISCIPLINAR RELACIONADO À INFRAESTRUTURA DE MICRODRENAGEM URBANA, EM UMA DAS SUB-BACIAS DO CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA, NO MUNICÍPIO DE DIVINÓPOLIS – MG

### MULTIDISCIPLINARY INTEGRALIZING WORK RELATED TO URBAN MICRODRAINAGE INFRASTRUCTURE IN ONE OF THE SUB-BASINS OF CÓRREGO OLHOS D'ÁGUA, IN THE MUNICIPALITY OF DIVINÓPOLIS – MG

Elvis Caetano Oliveira<sup>1</sup>

Gabriel Cabral Pinto<sup>2</sup>

Gregory Dias Ferreira<sup>3</sup>

Igor Macedo Freire<sup>4</sup>

Wesley Jonathan Ferreira Castro<sup>5</sup>

Ivana Prado de Vasconcelos<sup>6</sup>

Thaís Prado Vasconcelos Silva<sup>7</sup>

Alessandro Leonardo da Silva<sup>8</sup>

Marcelo Robert Fonseca Gontijo<sup>9</sup>

**RESUMO:** Este trabalho compõe parte do Trabalho Integralizador Multidisciplinar, proposto pelo curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Minas Gerais, unidade de Divinópolis/MG. Teve por objetivo diagnosticar e apresentar propostas para a melhoria da infraestrutura de drenagem urbana, em uma das sub-bacias do córrego Olhos d'água, no município de Divinópolis/MG. A sub-bacia apresenta uma área de 453.197,9 m<sup>2</sup>, está localizada nos bairros Chanador, Jardim Belvedere II e Bela Vista e apresenta uma ocupação que equivale a 43% da sua área total. Verificaram-se problemas relacionados à ineficiência de manutenção e limpeza nas bocas de lobo, ausência de cadastro das galerias pluviais e intervenções pelos proprietários das edificações no funcionamento das sarjetas. A partir do

1553

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Divinópolis.

<sup>2</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Divinópolis.

<sup>3</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Divinópolis.

<sup>4</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Divinópolis.

<sup>5</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Divinópolis.

<sup>6</sup> Possui mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (1997). Professora do Centro Universitário do Sul de Minas - FEPESMIG, em Varginha e da Universidade do Estado de Minas Gerais - unidade de Divinópolis (MG). É sócia da empresa de consultoria em meio ambiente, Ética - Engenharia de Segurança e Meio Ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: resíduos sólidos, meio ambiente, gerenciamento, drenagem urbana, gestão e segurança.

<sup>7</sup> Mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pelo Instituto Federal de Minas Gerais (2019). Professora designada do ensino superior da Universidade do Estado de Minas Gerais e professora de ensino superior da Fundação Universidade de Itaúna.

<sup>8</sup> Mestrado em Ciências dos Materiais para Engenharia na área de Semicondutores e Isolantes pela Universidade Federal de Itajubá (2006).

<sup>9</sup> Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área de Materiais e Processo de Fabricação no Instituto Tecnológico de Aeronáutica ITA (2014). Tem experiência na área de Física dos Materiais, Ciências dos Materiais, Física da Matéria Condensada e Novos Materiais, atuando principalmente nos seguintes temas: Física dos Materiais e Dispositivos Semicondutores, Materiais Cerâmicos e Magnéticos com ênfase em produção de materiais cerâmicos e caracterização eletromagnética de filmes finos.

diagnóstico foram apresentadas propostas a partir de medidas estruturais e não estruturais, com base nas diretrizes para a drenagem urbana dos municípios de Curitiba/PR e Belo Horizonte/MG.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana. Trabalho Integralizador Multidisciplinar. Sub-bacia. Córrego Olhos d'água.

**ABSTRACT:** This work is part of the Multidisciplinary Integrating Work, proposed by the Civil Engineering course at the Universidade do Estado de Minas Gerais, unit of Divinópolis / MG. It aimed to diagnose the presentation of proposals for the improvement of urban drainage infrastructure, in one of the sub-basins of the Olhos d'água stream, in the municipality of Divinópolis / MG. A sub-basin has an area of 453,197.9 m<sup>2</sup>, is located in the neighborhoods Chanador, Jardim Belvedere II and Bela Vista and has an occupation equivalent to 43% of its total area. There were problems related to the inefficiency of maintenance and cleaning in the gutters, lack of registration of the storm sewers and resources by the owners of the buildings in the operation of the gutters. Based on the diagnosis, adequate measures were proposed, based on the guidelines for urban drainage in the cities of Curitiba / PR and Belo Horizonte / MG.

**Keywords:** Urban Drainage. Multidisciplinary Integration Work. Sub-basin. Olhos d'água Stream.

1554

## 1. INTRODUÇÃO

O Trabalho Integralizador Multidisciplinar (TIM) é uma proposta do curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade de Divinópolis/MG, que compõe o trabalho de conclusão de curso. Tem por objetivo propiciar aos discentes o desenvolvimento de projetos de engenharia, para uma situação real à medida que evoluem na sua formação. O TIM é desmembrado em dois, sendo o I voltado para a prática profissional na área de infraestrutura urbana e o II para a edificação (PPC, 2016).

Este trabalho trata de um dos componentes do TIM I, relacionado à infraestrutura de microdrenagem urbana, em uma das sub-bacias do córrego Olhos d'Água, no município de Divinópolis – MG.

O sistema de infraestrutura urbana é constituído por subsistemas que a cidade necessita para o seu funcionamento, de modo a garantir aos moradores as condições de acesso a água, esgoto, acessibilidade, segurança, dentre outros. Para se pensar na infraestrutura urbana é necessária a integração de várias áreas do conhecimento de engenharia civil, tais como, a geologia, a topografia e a hidrologia da região para analisar se os sistemas como os de

drenagem pluvial, abastecimento de água, esgotamento sanitário, o sistema viário e seu controle de resíduos atendem a região de modo correto e satisfatório.

O acelerado crescimento populacional sem um planejamento adequado pode levar a consequências para toda sociedade e para o ambiente da região. Esse crescimento, quando é desordenado, gera a ocupação de locais inapropriados e sem infraestrutura adequada.

Aliado ao crescimento tem-se também a falta de manutenção dos sistemas já existentes, seja por parte dos órgãos municipais quanto por parte da população. Sem a manutenção adequada, os equipamentos de microdrenagem instalados perdem sua eficiência. Esta situação leva aos sérios problemas verificados nas cidades, relacionados ao sistema de drenagem, que precisam ser repensados pelos técnicos, administradores e população, de forma a se reduzir os impactos negativos gerados pelas chuvas, à população e ao ambiente.

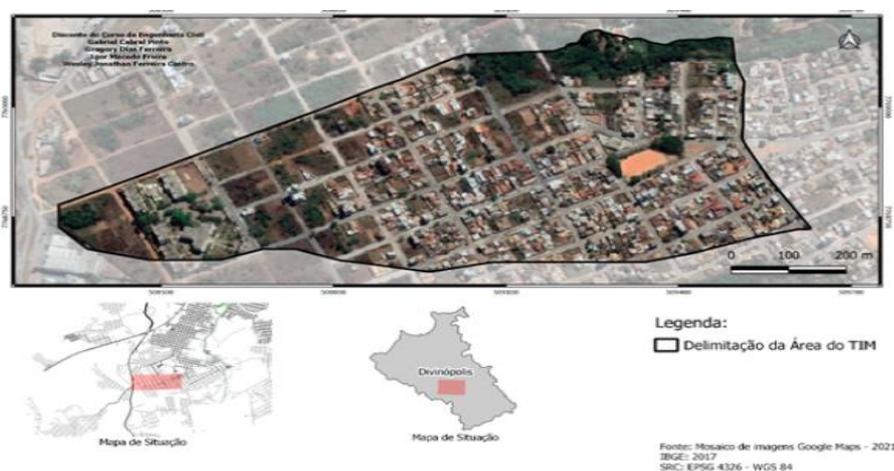
Para o desenvolvimento deste trabalho foi feito o diagnóstico sobre a situação verificada quanto aos dispositivos de microdrenagem existentes na sub-bacia em estudo, apresentando propostas que contemplam a adoção de medidas estruturais e não estruturais, para a região em estudo e para o município de Divinópolis - MG

1555

## 2. Metodologia

A sub-bacia em estudo se insere na bacia Córrego Olhos d'Água, no município de Divinópolis - MG. Apresenta uma área de 453.197,9 m<sup>2</sup> e está localizada nos bairros Chanador, Jardim Belvedere II e Bela Vista, conforme a Figura 1.

Figura 1: Sub-bacia em estudo

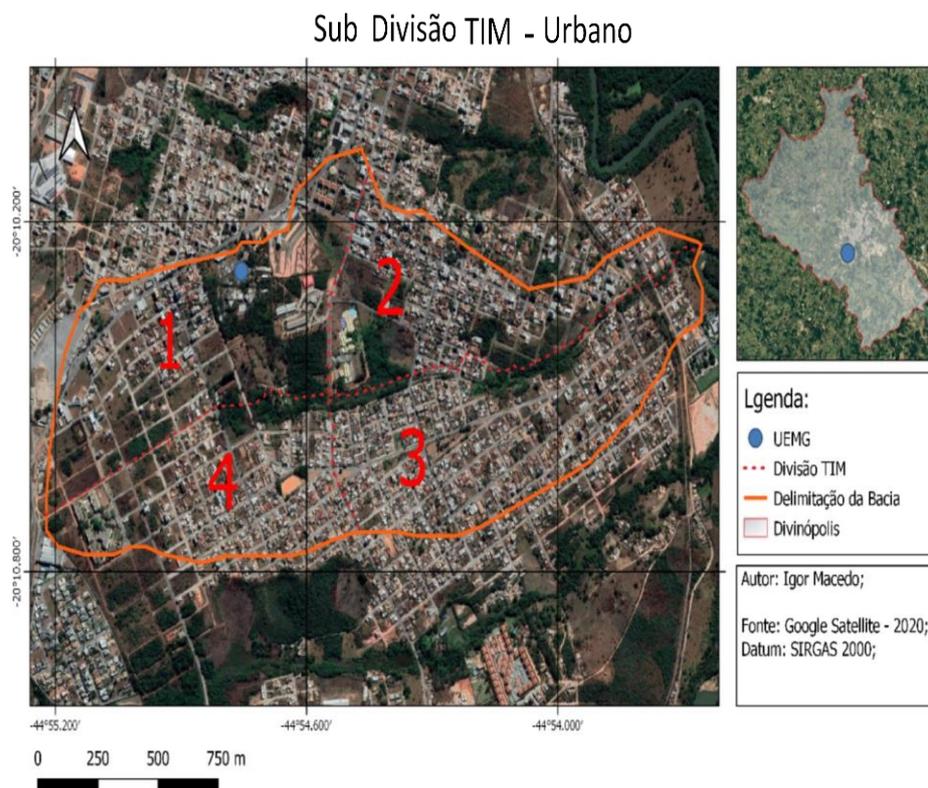


Fonte: autores, 2020

A visualização da bacia e a determinação da região de estudo foi utilizado o aplicativo QGIS de georreferenciamento, que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU" (QGIS, 2021). Por meio desse software multiplataforma de sistema de informação geográfica foi possível realizar a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. A partir do QGIS foram elaborados mapas para auxiliar localização da bacia hidrográfica e região de estudo.

A Figura 2 está demarcada a bacia do córrego Olhos D'Água, que foi dividida em quatro sub-bacias e neste trabalho foi realizado um estudo sobre o sistema de microdrenagem na sub-bacia 4.

**Figura 2:** Subdivisão da bacia Olhos d'Água identificando a sub-bacia 4



**Fonte:** autores, 2020

Após a determinação das ruas que compõe a região de estudo da sub-bacia 4, foi feito uma pesquisa de campo identificando todas as ruas os componentes de microdrenagem pluvial urbana que estavam acessíveis. Foram analisados os tipos de componentes, a sua

localização dentro da região e a situação em que estava. Assim, registros fotográficos de alguns componentes foram realizados.

O componente drenagem e manejo das águas pluviais urbano deve ser constituído por um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, (BRASIL, 2020).

Os componentes de microdrenagem, que foram objetos de análise, são estruturas que coletam pequenos volumes de águas pluviais, de modo a evitar que a população tenha contato com essas águas e o acúmulo de água nas vias, bem como o seu devido encaminhamento à macrodrenagem. Ela envolve um conjunto de estruturas, como o sistema de condutos ou pequenos canais, meios-fios, sarjetas, bocas de lobo, tubulações de ligação, galerias e poços de visita." (SCALIZE; BEZERRA, 2020)

1557

Depois de completar a pesquisa de campo, foi feito um levantamento de dados a respeito da região de estudo para elaborar a sua caracterização. Para isto utilizou-se a base cadastral da Prefeitura Municipal de Divinópolis. Por meio de imagens de satélite foi estabelecida uma proporção de edificações construídas na região de estudo para determinar a área ocupada na região. Assim como a presença de instituições públicas, comerciais, de ensino e religiosas. Os mapas elaborados nessa seção possuem como objetivo indicar a distribuição dos componentes pela região. Foi realizada a caracterização dos componentes de microdrenagem existentes e uma análise das suas localizações, elaborando um diagnóstico, com base no registro fotográfico, sobre a situação dos componentes de drenagem quanto a sua integridade, manutenção e eficiência.

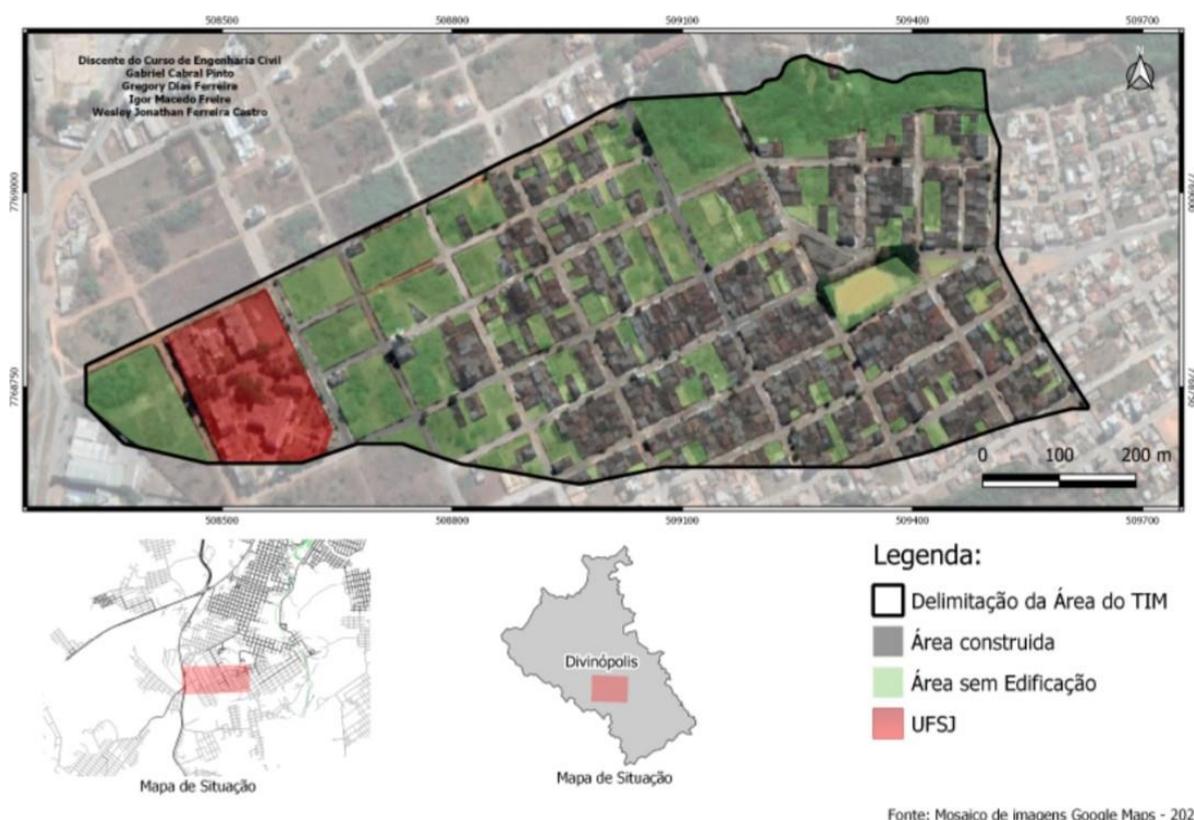
Como a cidade de Divinópolis não possui leis, projetos municipais e programas a respeito de drenagem pluvial urbana foi feito um comparativo por meio de pesquisa bibliográfica baseando nas cidades de Curitiba/Pr e de Belo Horizonte/MG com o propósito de compreender como os grandes centros urbanos planejam, legislam e controlam os componentes de drenagem, analisando os tipos de instrumentos utilizados por essas cidades, os quais poderiam ser implementados na cidade de Divinópolis visando um aprimoramento do sistema de drenagem pluvial urbana municipal.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### DIAGNÓSTICO DA REGIÃO DE ESTUDO

A região onde foi realizado o estudo está localizada na cidade de Divinópolis, no estado de Minas Gerais. A região está inserida na bacia do córrego Olhos D'Agua, que perfaz uma área total de 453.197,9 m<sup>2</sup>. Toda a área da bacia tem 43% da área ocupada e de acordo com a lei de uso e ocupação do solo (Lei nº 2418,1988) ela está localizada na zona residencial 1. A distribuição das áreas pode ser melhor visualizada na figura 3, onde se podem verificar a existência de edificações destinadas ao comércio local, instituições de ensino, igrejas e outras instalações públicas, como hospitais e sede administrativa da Prefeitura Municipal.

**Figura 3:** Uso e ocupação na área proposta para estudo



1558

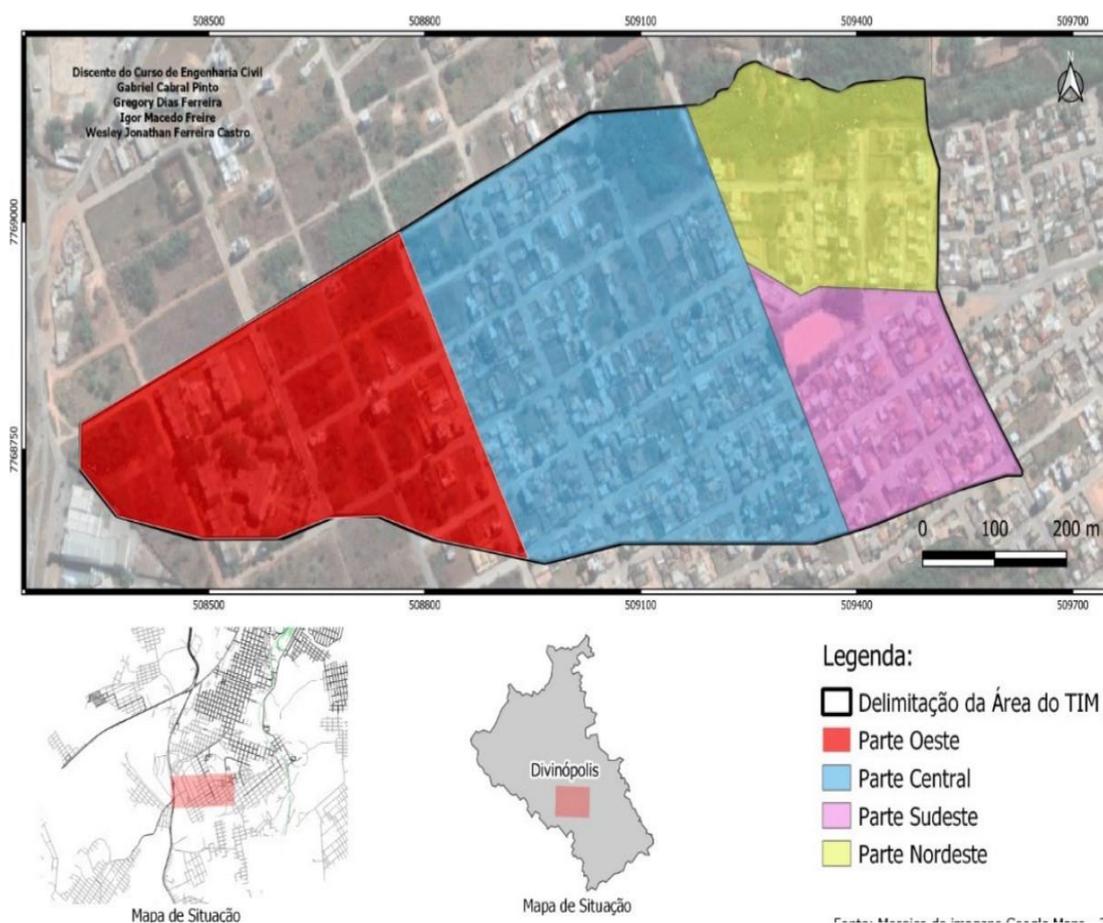
SRC: EPSG 4326 • WCS 84

Fonte: Autores, 2021

Para a melhor caracterização da área, quanto à ocupação do solo, a sub-bacia foi dividida em 4 partes, sendo elas: Parte Oeste (PO), Parte Central (PC), Parte Nordeste

(PNE) e Parte Sudeste (PSE), conforme mostra a Figura 4. Verificam-se que as partes PC, PNE e PSE estão em sua maioria urbanizadas com a predominância de residências e comércio local. A parte PO conta com uma pequena quantidade de residências e uma instituição de ensino, o restante de sua área está distribuída em lotes vagos.

**Figura 4:** Divisão da sub-bacia que compõe: Parte Oeste (PO), Parte Central (PC), Parte Sudeste (PSE) e Parte Nordeste (PNE)



1559

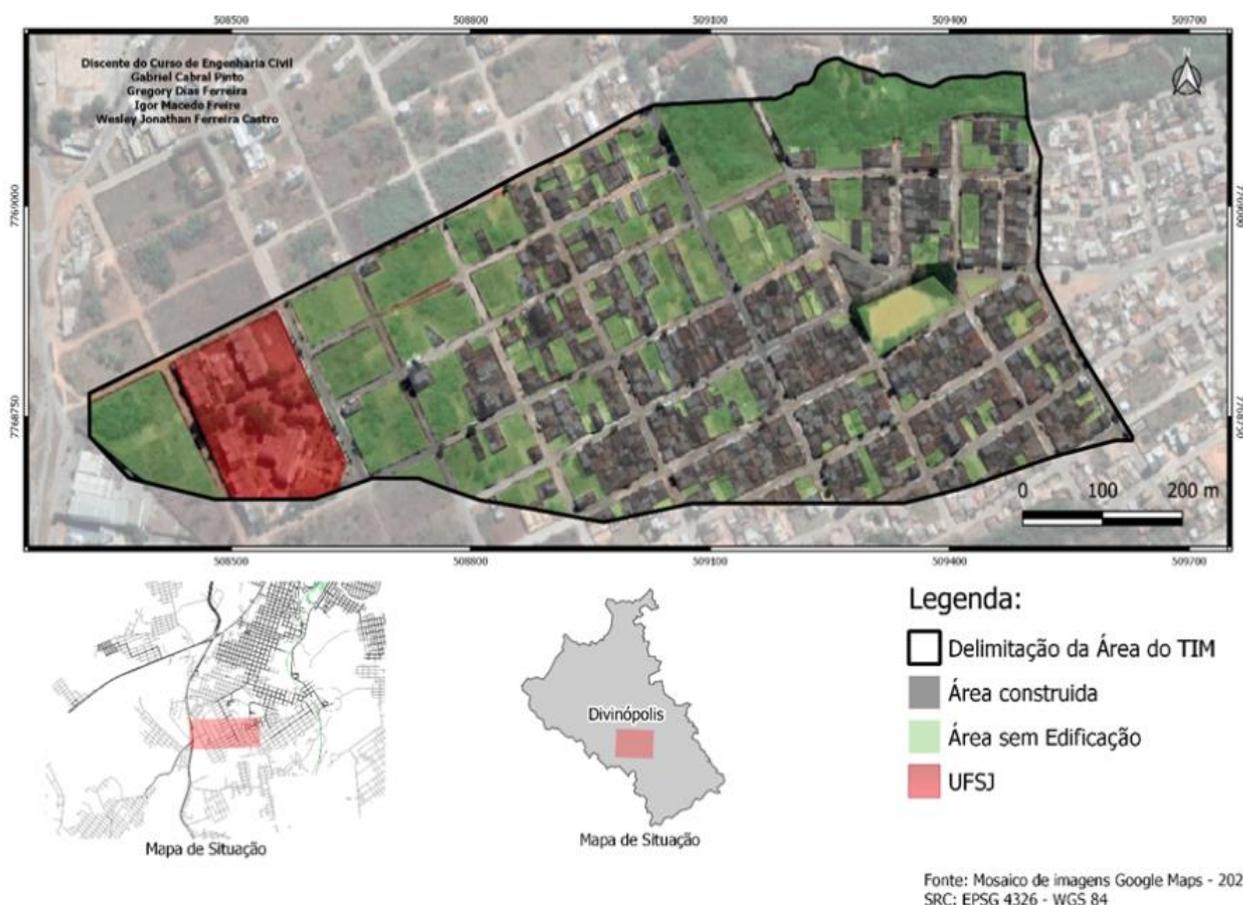
**Fontes:** Mosaico de imagens Google Maps – 2021, IBGE: 2017

SRC: EPSG 4326 - WGS 84

As vias de trânsito podem ser encontradas de três formas nessa região, sendo elas: pavimento asfáltico, paralelepípedos e sem pavimento. A Figura 5 contém informações com os tipos de pavimentos que estão distribuídos para cada trecho. O pavimento feito com

paralelepíedos é o mais recorrente nos trechos analisados, seguido pelo pavimento asfáltico encontrado nas vias principais de circulação. E por último, as ruas sem pavimento que são encontradas na parte que apresenta a menor ocupação (PO).

**Figura 5:** Situação quanto à pavimentação das ruas.



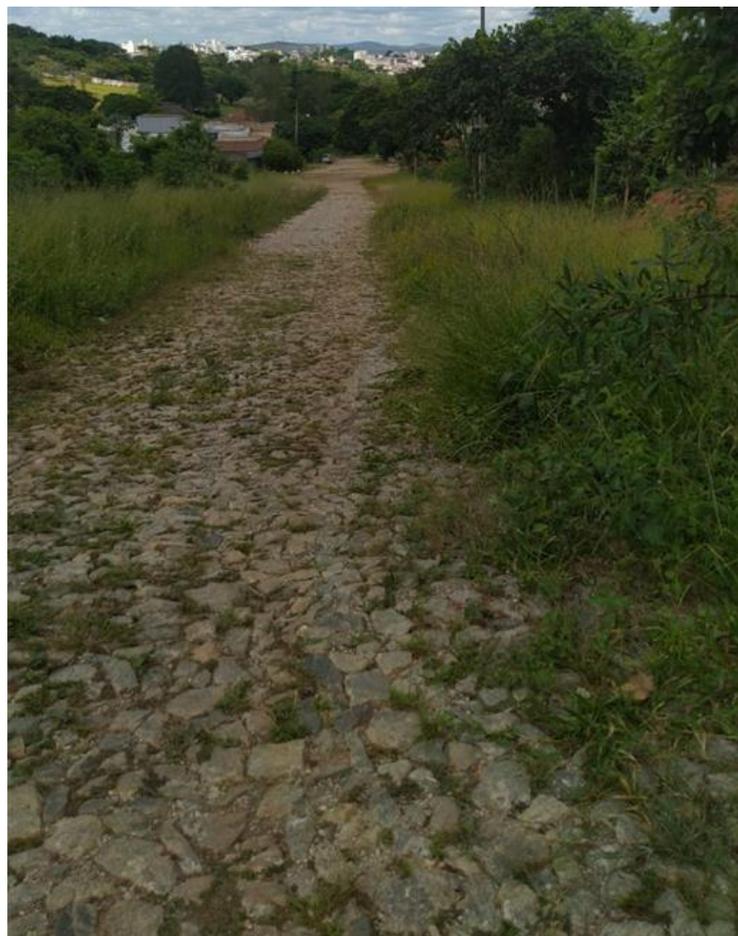
Fonte: autores, 2020

## CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE, INFORMAÇÕES SOBRE SARJETAS

De acordo com o DNIT-018, 2006, as sarjetas são canais que representam dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento. As sarjetas têm como objetivo conduzir, superficialmente, as águas pluviais, até as bocas de lobo ou à sua disposição final. A maior parte das sarjetas encontradas na sub-bacia apresentam geometria triangular, cujo canal é formado apenas com a declividade transversal da rua e o meio fio.

Não se observam a adoção de declividades adicionais e nem faixa de escoamento visivelmente definida. Essas sarjetas são encontradas nas ruas de paralelepípedo. Já nas vias com pavimentação asfáltica verificam-se sarjetas com largura visivelmente definida e declividade transversal adicional, superior à via. Uma situação comumente verificada, principalmente na região PL, é a inexistência do serviço de capina de vias, que permite o crescimento de vegetação nas sarjetas, conforme mostra a Figura 6. A vegetação impede o escoamento das águas pluviais pela sarjeta, que passam a escoar pela calha viária. Este fato, além de reduzir a eficiência dos equipamentos de drenagem, os torna sem finalidade.

**Figura 6:** Via com vegetação excessiva nas sarjetas



1561

**Fonte:** autores, 2021

O meio fio, parte componente das sarjetas, deve estar em bom estado de conservação e manutenção, para que garanta o bom funcionamento do superficial de drenagem. Entretanto, foram identificados em alguns trechos que o meio fio está em processo de

degradação, como mostra na Figura 7. Avarias no meio fio impedem que as águas pluviais escoem adequadamente e nesse caso, as águas de chuva podem escoar para a calçada, o que, dependendo da intensidade da chuva, pode apresentar riscos para a vida de pedestre que estiverem passando por esse trecho ou, ainda, invadir as residências próximas.

**Figura 7:** Meio fio em processo de degradação



**Fonte:** Autores, 2021

1562

Em alguns pontos nos trechos de pavimento de paralelepípedos, moradores fizeram modificações na área de escoamento da sarjeta. Em algumas residências, os proprietários cobriram o piso com argamassa, modificando o coeficiente de rugosidade da sarjeta, e outras modificações como rampas de acesso para veículos que impedem o fluxo da água na sarjeta como mostrado na Figura 8.

**Figura 8:** Modificações feitas na área da sarjeta

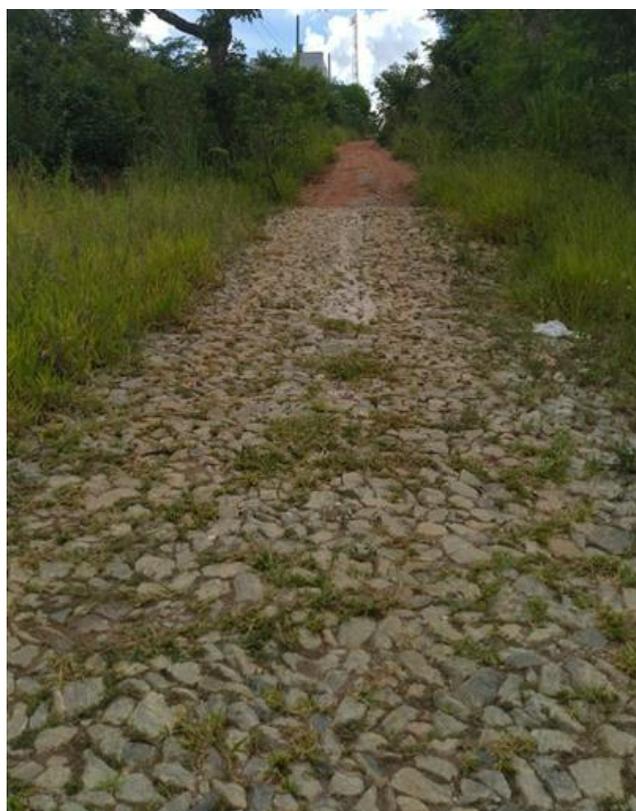


**Fonte:** autores, 2021

Foi encontrado um trecho de rua em que o seu início e fim estavam pavimentados com paralelepípedos, mas o meio do trecho não estava pavimentado, figura 9. Essa falta de

pavimentação pode ocasionar um alagamento e intensificar os processos erosivos nessa via, o que prejudica o restante do trecho pavimentado. Além disso, as águas de chuva que passam pelos trechos sem pavimento carregam porções de solo. Essas porções de solo, quando escoadas para outras sarjetas, podem ocasionar em assoreamento se estiver em grande quantidade.

**Figura 9:** Via com pavimento incompleto



1563

**Fonte:** Autores, 2021

## CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE, INFORMAÇÕES SOBRE AS BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo encontradas são do tipo combinada, Figura 10, padronizadas para toda a região de estudo. Em toda a sub-bacia foi identificada somente uma boca de lobo, tipo caixa com grelha.

As bocas de lobo da região não contam com serviço de manutenção e limpeza, como pode ser visto na Figura 11. Os resíduos sólidos das ruas são arrastados pelas chuvas e

aglomeram-se nas entradas das bocas de lobo. Esta situação compromete a capacidade de engolimento de água pelas bocas de lobo.

O excesso de vegetação em torno das bocas de lobo mostrado na Figura 12 também impede a entrada das águas, o que resulta em alagamento além de representar um risco para os pedestres. Durante a verificação no local e em conversa com moradores da região, foi informado, que eventos com alagamentos e formações de poças de água são recorrentes quando chove, o que indica a ineficiência na captação de água pelas bocas de lobo.

**Figura 10:** Boca de lobo do tipo combinada



1564

**Fonte:** Autores, 2021

**Figura 11:** Boca de lobo com obstruída por lixo



**Fonte:** Autores, 2021

**Figura 12:** Boca de lobo obstruída por excesso de vegetação



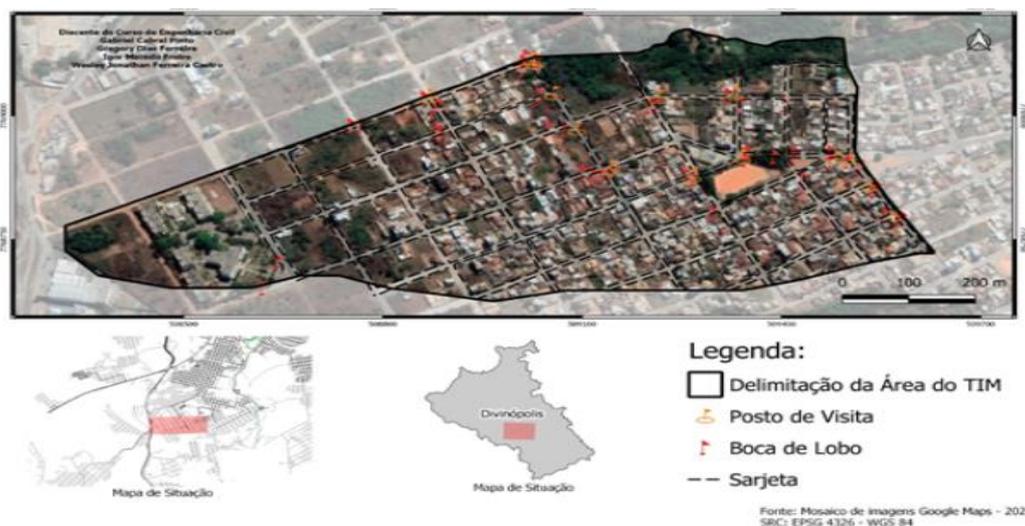
**Fonte:** Autores, 2021

## CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE, INFORMAÇÕES SOBRE GALERIAS E POÇOS DE VISITA

Não há qualquer informação sobre a posição, diâmetros e profundidade das galerias pluviais. A Prefeitura Municipal não tem qualquer cadastro destes dispositivos. Desta forma, não se pode informar a situação que se encontram. As localizações dos poços de visita puderam ser determinadas e estão demonstradas na Figura 13. Nesta figura, demonstram-se ainda, a localização de bocas de lobo existentes na sub-bacia.

1565

**Figura 13:** Equipamentos de drenagem urbana na área proposta para estudo



**Fonte:** Mosaico de imagens Google Maps - 2021

SRC: EPSG 4326 - WGS 84

Fonte: Autores, 2021

Um problema identificado nos poços de visita é que suas tampas estavam, em alguns casos, totalmente ou parcialmente coberta por asfalto, como mostrado na Figura 14. Esse descuido na hora de fazer o recapeamento da pavimentação asfáltica dificulta a abertura das tampas do poço de visita, impedindo, assim, a manutenção e limpeza das galerias.

**Figura 14:** Situação de alguns tampões dos poços de visitas PVs.



1566

**Fonte:** autores, 2020

## PROPOSTAS PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE DRENAGEM

As propostas para a melhoria do sistema de drenagem diagnosticado na sub-bacia 4, podem se dar por meio de medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são aquelas que requerem a intervenção de engenharia, por meio de projetos e obras. As não estruturais consistem em medidas preventivas e educativas.

### PROPOSTAS PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE DRENAGEM VIA MELHORIAS ESTRUTURAS

Enquanto medida estrutural é necessário que todos os dispositivos de microdrenagem sejam projetados e executados de acordo com as recomendações técnicas, tais como: sarjetas, sarjetões, bocas de lobo, galerias, dentre outros equipamentos. Na região em estudo, como esses equipamentos já foram instalados, o que se propõe, prioritariamente, é o cadastramento de todos os dispositivos existentes, tendo em vista a impossibilidade de verificação da sua totalidade, por exemplo, galerias, e a certificação técnica da sua eficiência. Para realizar tal verificação o primeiro passo é mapear todos os equipamentos de drenagem da região. Em seguida, elaborar os cálculos de dimensionamento do sistema de drenagem para a situação atual da região, considerando todas as edificações e demais modificações feitas no terreno. Por último, elaborar um comparativo da capacidade de escoamento superficial e entubado do sistema de drenagem atual e do dimensionado.

1567

Uma opção seria a Prefeitura Municipal de Divinópolis realizar um estudo mais aprofundado da região, podendo esta análise ser realizada de maneira participativa por meio de uma parceria com uma instituição de ensino ou uma empresa privada. Esse estudo aprofundado ficaria responsável por calcular se os equipamentos já instalados conseguem escoar com segurança as águas pluviais. E caso seja necessário, deve haver uma ampliação dos equipamentos de drenagem ou até mesmo uma substituição de todo ou parte dele. Algumas medidas para controle de enchentes podem ser implementadas caso seja necessário, medidas como bacia de retenção/detenção, desvio de escoamento, restauração de calhas naturais etc. Melhorias estruturais apresentam um resultado imediato no combate aos problemas derivado das águas de chuva, mas por se tratar de construção o seu custo é elevado.

## PROPOSTAS PARA A MELHORIA DO SISTEMA DE DRENAGEM VIA MELHORIAS NÃO ESTRUTURAIIS

Apenas a instalação de instrumentos para a captação das águas pluviais não resolve o problema por completo. Com o tempo, tais medidas em si não serão mais suficientes. Sendo assim, é necessário a implementação de melhorias não estruturais para auxiliar ou até mesmo direcionar as melhorias estruturais. Para as melhorias não estruturais, se propõe a elaboração do instrumento que irá direcionar os projetos de drenagem pluvial da cidade, o Plano de Drenagem Urbana. Em 2011, foi aprovado e instituído o Plano Municipal de Saneamento Básico. Esse plano foi destinado ao aperfeiçoamento/implemento da execução dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação de resíduos sólidos no município de Divinópolis. Como não se identificou a existência de um plano de drenagem urbana para o município de Divinópolis – MG, serão apresentadas sugestões para a sua elaboração, com base em pesquisas realizadas nestes instrumentos em outros municípios e, especialmente de Curitiba/Pr.

1568

O Plano de Drenagem Urbana para a cidade de Divinópolis, baseado no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Curitiba (2002) poderia ser inicialmente apresentado em 3 partes:

- Caracterização das bacias: consistiria nas caracterizações das áreas em estudo por unidade de bacia, estudos hidrológicos e hidráulicos, análises e cenários possíveis;
- Políticas e ações não estruturais: apresentaria as políticas e ações para controle do solo urbano, planos de gerenciamento e manutenção, planos de conscientização da população sobre a drenagem pluvial e órgãos elou instrumentos de fiscalização dos assuntos a respeito do Plano de Drenagem Urbana;
- Manual de drenagem: manual que apresentaria as diretrizes, fundamentação teórica e dados e coeficientes que deveriam ser adotados pelos projetos, baseados em trabalhos elaborados ou adotados de outros planos. Apresentaria também as recomendações da Prefeitura Municipal de Divinópolis quanto às intervenções para escoamento, retenção e infiltração da água excedente de chuva assim como os elementos estruturais que poderiam ser utilizados.

Dentre as diretrizes e coeficientes que podem ser incluídas no Manual de Drenagem tem-se:

- Período de recorrência para o desenvolvimento de projetos de microdrenagem, compreendidos entre 2 e 10 anos. O período de retorno de 2 anos, a ser adotado para as regiões da área urbana com menor adensamento, conforme previsto na Lei de Uso e Ocupação do solo, enquanto o de 10 anos a ser adotado para as regiões mais adensadas;
- Coeficiente de escoamento superficial: deve ser calculado a partir da média ponderada das áreas e seus respectivos usos. O coeficiente de escoamento superficial deve prever a ocupação das áreas, urbanizáveis, mas ainda não ocupadas, ã montante da bacia de contribuição à área em estudo.

Para o dimensionamento das estruturas hidráulicas que compõem o sistema de microdrenagem, baseou-se nas diretrizes da SUDECAP/2008, do município de Belo Horizonte. Dentre eles, destacam-se:

1569

#### **a) Sarjetas**

- Declividade transversal para a sarjeta: podem ser adotadas pelo projetista três tipos, que variam em função da declividade longitudinal da via. 3%, para as vias com declividade longitudinal de, 15% para aquelas com declividade longitudinal de, e, 25% para declividades;
- Largura de alagamento da sarjeta, dimensionamento da sua capacidade hidráulica deve considerar uma faixa de alagamento da pista de 1,67m;
- Velocidade máxima de escoamento superficial de 4 m/s.

#### **b) Velocidade máxima e mínima de escoamento tubular:**

- O valor máximo de 5 m/s e mínimo de 0,75 m/s.

Ainda a compor o Plano de Drenagem Urbana, devem estar as medidas relacionadas à conscientização da população e à sua participação na gestão do sistema. Desta forma, é possível que a população tenha consciência da importância da drenagem urbana e a sua

participação para auxiliar na redução, parcial ou completa, dos problemas relacionados ao sistema de drenagem e as águas pluviais. Como sugestões de temas a serem contemplados:

- Ligações clandestinas de esgoto nas redes pluviais; cuidados na hora de descartar os resíduos domésticos na rua;
- Medidas de segurança para situações especiais, como enchentes e alagamentos e,
- Abrir um canal de comunicação para sugestões e denúncias.

Um ponto importante notado durante o diagnóstico foi a falta de manutenção e limpeza dos equipamentos de drenagem. Seja com relação ao lixo estacionado nas entradas das bocas de lobo, quanto à vegetação excessiva atrapalhando o fluxo nas sarjetas. Um Plano de Manutenção e Gerenciamento deveria ser criado para gerenciar e manter tais equipamentos assim como reparar aqueles que estiverem danificados. Com o auxílio da população e dos canais de comunicação seria possível identificar os pontos críticos onde para limpeza e reparos, permitindo assim que se mantenha a eficiência dos equipamentos de drenagem.

1570

Por fim, para garantir que o Plano de Drenagem Urbana de Divinópolis esteja sendo respeitado, um órgão de fiscalização deverá ser criado ou delegado para um órgão já existente. Esse órgão de fiscalização seria responsável por analisar e supervisionar os projetos de drenagem, garantindo que eles estejam de acordo com o Manual de Drenagem da cidade, assim como qualquer assunto relacionado às águas pluviais, como o Plano de Manutenção e Gerenciamento e as políticas públicas de conscientização.

## CONCLUSÕES

Um sistema de drenagem eficiente auxilia no combate de certos impactos ambientais, sociais e econômicos que estão relacionados com as águas pluviais. Podem ser citados como exemplos as doenças de veiculação hídrica, prejuízos econômicos, poluição difusa, erosões, assoreamento de rios e canais, perdas de vidas e etc.

Ao se concluir este trabalho pode-se afirmar que o sistema de microdrenagem da sub-bacia analisada apresenta problema relacionados à ausência de manutenção dos dispositivos e de instrumentos cadastrais que permitam o gerenciamento desta infraestrutura.

A comunidade não é considerada como coparticipante do processo. Isto pode ser verificado pelas interferências que ocasiona ao sistema de microdrenagem, tais como, bloqueio das sarjetas pelas rampas de acesso às garagens, pelo lançamento de resíduos sólidos nas vias públicas e pelas ligações clandestinas de esgotos no sistema de drenagem pluvial.

A Prefeitura Municipal de Divinópolis, não dispõe de instrumentos que permitam a gestão integrada do sistema de drenagem às demais infraestruturas urbanas. Não cumpre, portanto, a Lei Federal 14.026 de 2020, que estabelece a obrigatoriedade de os municípios terem os seus planos de saneamento básico, que permite auxiliar o crescimento urbano a partir da busca pela universalização dos sistemas de saneamento, de forma eficiente e segura.

Aliado a estes fatores, há que se ressaltar que os projetos de um sistema de microdrenagem, para ser eficiente, deve estar desenvolvido por meio de normas e diretrizes municipais que sejam estabelecidas para as características físicas e socioambientais das regiões urbanas.

Espera-se que o trabalho possa contribuir para a administração municipal, especialmente, na gestão e manutenção do sistema de microdrenagem da região alvo do estudo, bem como, despertar para a importância de se elaborar instrumentos que permitam a melhoria da qualidade do sistema de drenagem urbana.

1571

## REFERÊNCIAS

BRASIL,2020. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020 - Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

Brasília, DF. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm). Acesso em: 20 jun. 2021

DNIT-018,2006. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Drenagem: Sarjetas e valetas - especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servicos/dnit\\_018\\_2006\\_es.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servicos/dnit_018_2006_es.pdf). Acesso em: 20 jun. 2021. Ok!

Lei 2418, 1988. PREFEITURA MUNICIPAL DE DIVINÓPOLIS. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Divinópolis e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/d/divinopolis/lei-ordinaria/1988/241/2418/lei-ordinaria-n-2418-1988-dispoe-sobre-o-uso-e-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-divinopolis-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 31/10/2021

1572

PPC,2016. Plano pedagógico do curso de engenharia civil, Universidade do Estado de Minas Gerais unidade de Divinópolis. Disponível em: <http://intranet.uemg.br/comunicacao/arquivos/Arq20180726091155PP.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021

QGIS,2021. Sistema de Informação Geográfica (SIG). de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. Disponível em: [https://qgis.org/pt\\_BR/site/about/index.html](https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html). Acesso em: 25 mai. 2021.

SCALIZE, P. S.; BEZERRA, N. R. Curso de especialização de saneamento e saúde ambiental: saneamento básico rural. Goiânia: UFG, 2020. Disponível em: <[https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5\\_modulo\\_saneamento/02-4.html](https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/02-4.html)>. Acesso em: 24 set. 2021

SUDECAP/2008, SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL. Drenagem urbana. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/noticia/sudicap\\_capitulo\\_19.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/noticia/sudicap_capitulo_19.pdf)>

( não achei essa referência) poderia ser substituído por essa:

[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Capitulo\\_19\\_R13.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/Capitulo_19_R13.pdf) ok

. Acesso em: 20 jul. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DIVINÓPOLIS. Lei nº 2148 - Uso e Ocupação do Solo no Município de Divinópolis, de 08 de abril de 2014. Prefeitura Municipal de Divinópolis, Divinópolis, MG, 1988. Disponível em: <http://177.69.246.150/portal/instar/aprovaprojetos/documentos/ocupacaoSolo.pdf>. Acesso em: 24 set. 2021

1573

PREFEITURA MUNICIPAL DE DIVINÓPOLIS. Decreto nº 9.843 – Plano Municipal de Saneamento Básico. Divinópolis, 2011. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/mg/d/divinopolis/decreto/2011/985/9843/decreto-n-9843-2011-aprova-e-institui-o-plano-municipal-de-saneamento-basico-destinado-ao-aperfeicoamento-implemento-da-execucao-dos-servicos-de-abastecimento-de-agua-esgotamento-sanitario-e-destinacao-de-residuos-solidos-no-municipio-de-divinopolis>>.

Acesso em: 20 jul. 2021.