

# ESTUDO DE FORMAS INOVADORAS PARA AUXILIAR O SISTEMA DE DRENAGEM

Bernardo Daniel Neves\*

Larissa Aparecida Cabral das Neves\*\*

Luis Gustavo Schröder e Braga\*\*\*

## RESUMO

Neste trabalho será discutido, o uso dos equipamentos de drenagem como forma de solucionar os problemas causados pela falta de canalização das águas pluviais. Serão apresentadas as correções elaboradas no estudo de caso, no bairro Parque Serra Verde, onde aconteceram diversas complicações, ocorridas por falha no dimensionamento das redes de drenagem e por falta de manutenção dos dispositivos de captação. Contudo, a utilização do aplicativo que foi desenvolvido tem como objetivo diminuir e amenizar esses problemas frequentes que ocorrem no período das chuvas, como o entupimento de bocas-de-lobo. O aplicativo funciona como uma forma para auxiliar nas manutenções preventivas, nas Prefeituras, agilizando o processo e diminuindo o impacto na sociedade, que é a mais prejudicada nesses ocorridos. O aplicativo será disponibilizado para ou está sendo utilizado pela prefeitura de Juiz de Fora.

**Palavras Chaves:** Drenagem, Equipamentos, Aplicativo

\*Rede de Ensino Doctum – Unidade Dom Orione – e-mail: [bernardo.danev@gmail.com](mailto:bernardo.danev@gmail.com) – graduando em Engenharia Civil

\*\*Rede de Ensino Doctum – Unidade Dom Orione – e-mail: [neveslarissa@yahoo.com](mailto:neveslarissa@yahoo.com) – graduando em Engenharia Civil

\*\*\*Rede de Ensino Doctum – Unidade Dom Orione– e-mail: [luis.braga@doctum.edu.br](mailto:luis.braga@doctum.edu.br) - Professor Orientador

## ABSTRACT

This work will discuss the use of drainage equipment as a way of solving problems caused by the lack of rainwater pipes. The corrections elaborated in the case study will be presented, in the Parque Serra Verde neighborhood, where several complications occurred, caused by failure in the dimensioning of the drainage networks and lack of maintenance of the collection devices. However, the use of the application that was developed aims to reduce and alleviate these frequent problems that occur during the rainy season, such as clogging of storm drains. The application works as a form of assist at preventive maintenance, in City Halls, speeding up the process and reducing the impact on society, which is most affected by these incidents. The application will be made available to or is being used by the city of Juiz de Fora.

**Keywords:** Drainage, Equipment, Application

### Introdução

O clima tropical abrange quase todas as regiões do Brasil, os períodos de chuvas intensas ocorrem do início de Setembro até Dezembro. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE entre 2018 e 2020 os estados do Sudeste e Sul foram os que tiveram mais cidades atingidas por desastres, os deslizamentos atingiram 895 municípios e os alagamentos deixaram 2,1 milhões de pessoas desalojadas. Grandes centros urbanos apresentam dificuldades na captação das águas pluviais durante o período chuvoso.

O Sistema de drenagem é muito importante para o bom funcionamento da cidade, pois permite minimizar os efeitos negativos causados pelas chuvas, como, deslizamento de encostas, alagamentos e erosões, que são mais visíveis em grandes centros (TUCCI, 2012).

As principais contribuições da drenagem urbana são o escoamento rápido das águas superficiais, redução de danos e riscos à população, redução de águas estagnadas e focos de doenças (TUCCI, 2012).

Entende-se que para ocorrer o funcionamento adequado dos dispositivos de drenagem, devem ter manutenção. Diante da maioria das ocorrências de alagamentos, estas estão relacionadas com a falta de manutenção dos

equipamentos de captação das águas pluviais (HÖLTZ, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo a análise das dificuldades do escoamento das águas, faz-se necessário entender quais motivos são relevantes para que o problema ocorra. É de conhecimento de todos que o crescimento desordenado da população traz consequências graves, como a falha no escoamento das águas pluviais para os dispositivos de captação.

Neste trabalho pretende-se enfatizar a importância do planejamento do sistema de drenagem. A falha em incorporar a drenagem na fase inicial do desenvolvimento urbano em geral resulta em projetos muito caros, ou em estágios muito avançados na viabilidade técnico-econômica (BRAGA, 1994).

O intuito da pesquisa é apresentar um aplicativo desenvolvido pelos autores, para ajudar na redução de estragos na sociedade causados pelas águas pluviais e por falhas nos sistemas de drenagem.

Este estudo tem como base o caso do bairro Parque Serra Verde, em Juiz de Fora, Minas Gerais, onde no início de 2021 teve uma grande chuva que ocasionou diversos estragos por consequência das falhas dos dispositivos do sistemas de drenagem.

Assim, o objetivo geral deste estudo é avaliar o sistema de drenagem de uma localidade para auxiliar na prevenção de alagamentos. Corroborando, os objetivos específicos são: analisar as dificuldades do escoamento das águas e apresentar um aplicativo para auxiliar na manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Planejamento Urbano**

A busca pelo desenvolvimento econômico gera questionamentos sobre a deterioração do meio ambiente em toda região do país. Para Philippi (2005) o efeito da urbanização tem uma intensa degradação de recursos naturais, fazendo com que seja praticamente impossível criar um modelo que harmonize o desenvolvimento com a sustentabilidade.

A fim de garantir uma futura qualidade de vida futuramente, a cada ano

tenta-se preservar o meio ambiente, com a utilização moderada dos recursos naturais. A partir deste passo, surge a necessidade de criar programas de urbanização. Philippi (2005), afirma que a maior parte dos problemas das áreas urbanas se dá, a partir das chamadas megacidades, ou seja, cidades cuja a sua população seja superior a 8 milhões de habitantes. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), a taxa de crescimento das áreas urbanas é quatro vezes maior que as de zona rural.

## 2.2 Saneamento básico

Segundo a autora Conterato (2018), o sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário é constituído pela ligação predial que interliga o esgoto do imóvel para o sistema de coleta pública. O coletor público de esgoto é a canalização que coleta os efluentes dos sistemas prediais em qualquer ponto da sua extensão. Geralmente o sistemas de coletas de esgoto de alguns pontos das cidades são ligados com o sistemas de drenagem das águas pluviais, por não existir rede coletora principal de esgoto.

## 2.3 Drenagem urbana

Não é segredo que o Brasil, em grande parte de suas cidades, sofrem problemas devido à água, seja elas, alagamentos, inundações. Muitas vezes estes tipos de problema, são devido a ocupação desordenada, complicando assim o escoamento natural das águas e também a falta de sistema de drenagem, ou até mesmo o erro no dimensionamento dos sistemas. Fatores que estão diretamente ligados ao poder público e ao saneamento básico. (TUCCI, 2003)

Tais problemas como os alagamentos urbanos, são gerados a partir de sistemas de drenagem mal dimensionados e o acúmulos de águas nas vias, assim como o entupimento de equipamentos de drenagem. Segundo Tucci (2003), devido as impermeabilizações do solo e a obstrução do escoamento, ocorrem as inundações devido à urbanização. Geralmente os alagamentos se dão através desses fatores, excluindo quando as condições não possuem chuvas intensas.

Além dos fatores citados anteriormente, segundo Batista(2005), as condições das vias públicas estão certamente vinculadas aos sistemas de drenagens, as vias

que esta estrutura sofrem influência e prejudicam as condições de rolamento. Desta maneira, o sistema de drenagem urbana das águas pluviais no município de Juiz de Fora são de responsabilidade da prefeitura, e a execução dos serviços fica a cargo da Secretaria de Obras.

## 2.4 Sistemas de drenagem

Segundo Miguez (2015), o problema das inundações e deslizamentos de encostas são os principais desafios das grandes cidades na atualidade , causando inúmeros prejuízos e afetando diversos aspectos da vida urbana, como nos setores de habitação, transporte, entre outros. O escoamento das águas pluviais ocorre mesmo existindo ou não o sistema de drenagem , sendo assim ocorre a drenagem natural , que acaba afetando a estrutura dos taludes, ocasionando o deslizamento de encostas e provendo riscos aos moradores.

Conforme Miguez (2015), um dos principais objetivos do sistemas de drenagem é minimizar os prejuízos da comunidade, redução de alagamentos, preservação das condições de tráfego da rede de drenagem e o empenho entre o sistema de drenagem e o destino final das águas.

Os equipamentos utilizados para redes de drenagens são :

**Aduelas:** São galerias de canalização pública usadas para conduzir as águas das chuvas provenientes das bocas-de-lobo e das ligações privadas. Além delas suportarem mais forças, sua instalação não necessita de cobrimento.

**Manilhas:** São galerias de canalização pública usadas para conduzir as águas das chuvas provenientes das bocas-de-lobo e das ligações privadas. Geralmente utiliza diâmetros menores que 1 m e na instalação necessita de cobrimentos maiores.

**Bocas-de-lobo:** Dispositivos localizados em pontos específicos, como esquinas, para a captação de águas pluviais, recomenda-se o distanciamento máximo de 60 m entre as bocas-de-lobo, as águas captadas desses dispositivos são lançadas para a rede principal.

**Poços de visitas (PV) :** Tem a função de permitir a inspeção , manutenção e limpeza das redes, de modo que se possa mantê-las em bom estado de funcionamento. A locação dos PV's são em pontos de mudança de direção, cruzamento de ruas e mudança de diâmetros.

## **Metodologia**

Este trabalho, possui o foco no estudo de equipamentos de drenagem que auxiliam no escoamento das águas pluviais , assim evitando problemas recorrentes, como, alagamentos, erosões, deslizamentos, entre outros.

A classificação da pesquisa quanto aos seus objetivos se divide em três grandes grupos: exploratórios, descritivas e explicativas.

A pesquisa descritiva tem o objetivo descrever as características dos dispositivos de drenagem, através do referencial teórico.

A pesquisa exploratória é o estudo de caso relacionado ao tema, com intuito de descrever os problemas reais.

Além disso, a pesquisa explicativa visa analisar o caso e identificar as causas dos problemas , relacionando o conhecimento científico com a realidade.

Este estudo apresentado conta com a abordagem qualitativa e teve como foco o estudo de caso do bairro Parque Serra Verde, em Juiz de Fora - MG.

A proposta da criação do aplicativo se iniciou com o acompanhamento do estudo de caso, onde nele aconteceram diversos problemas ocorridos pela falta de equipamentos de drenagem adequados e por falta de manutenção destes. O objetivo com a criação do aplicativo é diminuir e amenizar as complicações, tendo em vista que com a manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem, como a limpeza das bocas-de-lobo, reduziria os inúmeros casos de alagamentos, que são problemas frequentes nas cidades.

## **3 PROTÓTIPO**

### **3.1 O Georreferenciamento**

Para o trabalho foi feito o georreferenciamento dos pontos de bocas de lobos , PV'S e o novo sistema de drenagem. Com isso foram armazenados os dados dos diâmetros das manilhas e aduelas utilizadas no sistema de drenagem, para facilitar o acesso à informação. Os polígonos dos pontos são identificados por cores e camadas com seus nomes específicos. No mapa foi utilizado um banco de dados e

a imagem de satélite EPSG 29193 para o alinhamento dos dados geográficos com o sistema de coordenadas.

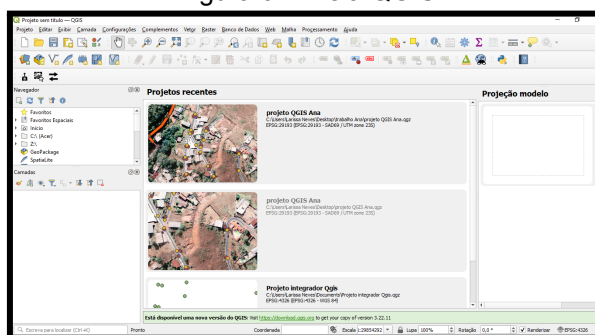
### 3.2 QGIS

O QGIS é um software livre que contém um sistema de informações geográficas que permite a visualização e análise de dados georreferenciados. O geoprocessamento é um procedimento baseado em trabalhar em torno de imagens de satélites e fotografias aéreas, para a produção de mapas e representações cartográficas.

O programa é muito intuitivo, as representações do georreferenciamento são elaboradas por pontos feitos no mapa para identificar algo na localização exata, o software armazena os dados nos formatos vetoriais e raster e possibilita conexão com bancos de dados que facilita na elaboração de mapas.

A ferramenta permite criar diversas funcionalidades, como: A criação de geometrias gerando pontos, linhas e polígonos. A sobreposição são dois mapas ou duas camadas para mostrar a relação entre eles. O georreferenciamento alinha os dados geográficos (mapas ou camadas) com um sistema de coordenadas para sobreposição. A figura 01, demonstra um pouco dessa ferramenta.

Figura 01 - Tela QGIS



Fonte: Os Autores (2022)

### 3.3 KODULAR

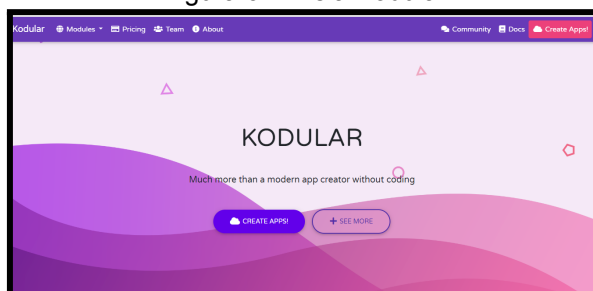
O Kodular é uma evolução do Makeroid, uma plataforma baseada na App Inventor, criada no MIT (Massachusetts Institute of Technology).

É uma aplicação gratuita, sendo assim é muito utilizada para fins acadêmicos e pessoas que tem interesse em aprender uma linguagem de programação.

Seu desenvolvimento é muito simples, pois para criar aplicativos basta apenas arrastar "blocos", começando do zero, ou seja, a partir de uma tela em branco, conforme figura 02 e 03.

Atualmente esta aplicação somente desenvolve aplicativos para dispositivos android, seu diferencial está na grande facilidade de elaboração, pois uma pessoa que nunca programou na vida, consegue desenvolver algum tipo de aplicação, somente utilizando a lógica. A maneira na qual se programa, é muito intuitiva e amigável.

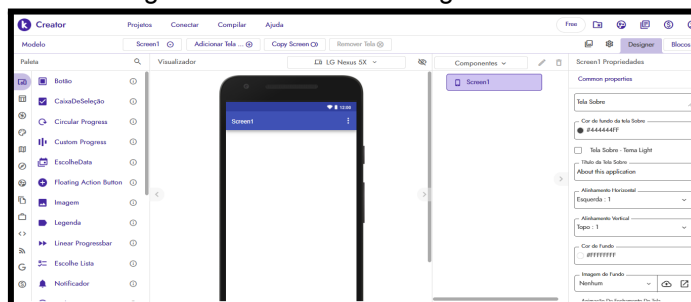
Figura 02 - Tela Kodular



Fonte: Os Autores (2022)

O kodular foi escolhido por ser uma aplicação inovadora, e principalmente uma ferramenta muito completa, conversando com várias outras ferramentas, sem necessidade de extensões. Além disso, não requer nenhum tipo de especificação de máquina para o aplicativo rodar, não é necessário instalar nenhum tipo de programa no computador, basta se conectar a internet e entrar na sua conta, através de qualquer computador.

Figura 03 - Tela de modelagem Kodular



Fonte: Os Autores (2022)

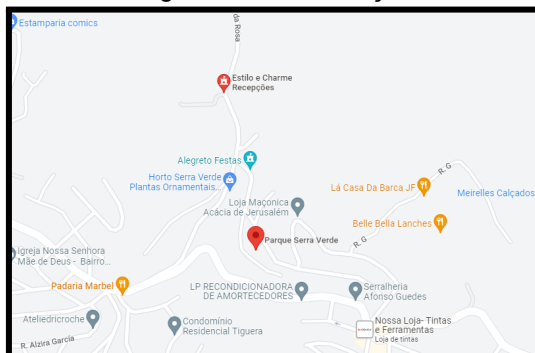
## 4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO



#### 4.1 O Local

O local escolhido pelos autores fica em Juiz de Fora, no bairro Parque Serra Verde, com sua localização na figura 04.

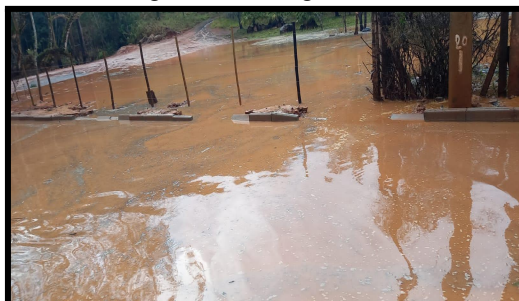
Figura 04 - Localização



Fonte: Google Maps (2022)

Neste bairro, após uma grande chuva em 2021, aconteceram vários alagamentos, quebra de manilhas, entupimento de bocas de lobo, erosão e deslizamento de encostas, como mostram as figuras 05 e 06.

Figura 05 - Alagamento



Fonte: Os Autores (2021)

Figura 06 - Entupimentos de Boca de Lobo



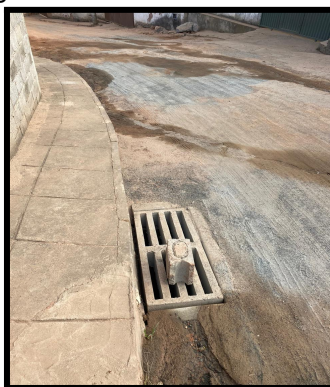
Fonte: Os Autores (2021)

Após estas ocorrências, foi feito um novo projeto, foi feito as seguintes melhorias:

- Colocação de Aduelas
- Criação de novas bocas de lobo
- Mudança no fluxo de manilhas

Atualmente está no final das obras de melhorias, e já consegue observar que não voltaram a ter os problemas citados anteriormente. A figura 07 apresenta um dos serviços realizados no Parque Serra Verde.

Figura 07 - Bocas de Lobo Novas



Fonte: Os Autores (2021)

## 4.2 O Aplicativo

O aplicativo em questão, foi desenvolvido com 2 finalidades:

- 1 - Mapear/cadastrar as bocas de lobo de Juiz de Fora
- 2 - Mapear/registrar as bocas de lobo entupidas em Juiz de fora.

Em sua primeira finalidade, o objetivo é que uma equipe da prefeitura, envie a campo, os mapeadores, para fazer o cadastro. Esse mapeamento é de maneira bem simples. Com o auxílio do aplicativo desenvolvido, no momento que o mapeador estiver em uma boca de lobo, basta que o mesmo pressione o botão do aplicativo conforme a figura 08.

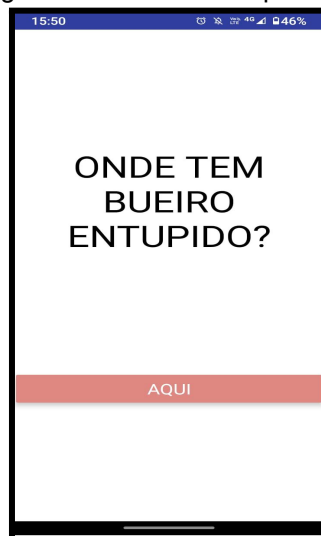
Após clicar no botão, automaticamente, o aplicativo envia informações, como, latitude, longitude e endereço para o banco de dados..

Ao concluir o envio, a prefeitura já fica de posse das informações.

Indo mais a fundo no tratamento dos dados, essas informações, enviadas ao FireBase, criam um banco de dados que pode ser enviado ao aplicativo QGIS, criando pontos, facilitando a visualização dos pontos, conseguindo até mesmo visualizar os pontos em 3D.

A partir de novembro de 2023 o aplicativo obteve atualização de informações mediante a necessidade da PJF. Assim, foram incluídas as seguintes informações PV e Erosão (estas por sua vez não são objetivo de estudo deste trabalho de conclusão de curso. Desta forma, o aplicativo ficou com o seguinte layout, de acordo com a figura 09.

Figura 08 - Tela inicial Aplicativo



Fonte: Os Autores (2022)

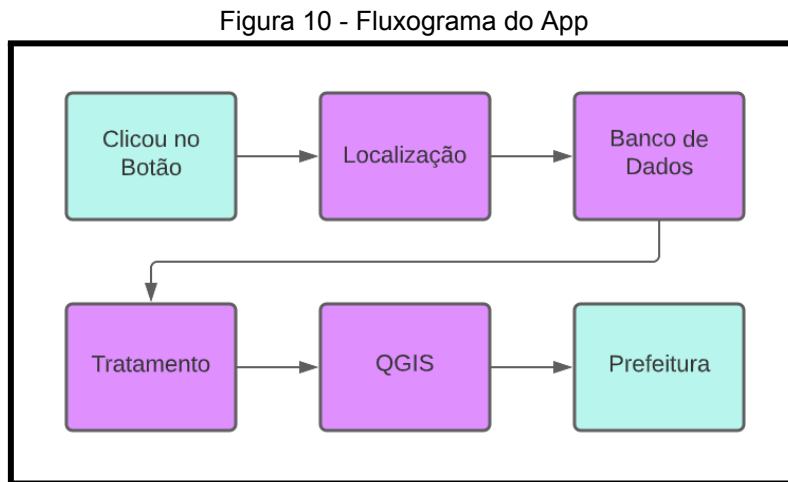
Figura 09 - Fluxograma do App



Fonte: Os Autores (2023)

#### 4.2.1 Fluxograma do aplicativo

Para melhor entendimento do aplicativo, observe a figura 10:



Fonte: Os Autores (2022)

Após a aplicação estar aberta, no celular do operador, o mesmo deve se posicionar, próximo ao bueiro que deseja efetuar o cadastro ou o que queira informar o entupimento. Após se posicionar, o mesmo deverá clicar no botão que aparece na tela. Assim que ele clicar, o aplicativo pega as informações de localização, latitude, longitude e endereço, e envia esses dados para o banco de dados.

Com os dados já georreferenciados, há um tratamento dos dados, e posteriormente é encaminhado para o QGIS. Os dados são tratados de forma que as informações cheguem na aplicação em formato de pontos. Após a criação de camada destes pontos, serão disponibilizados para a prefeitura, tanto o mapeamento das bocas de lobo, quanto o entupimento das mesmas para que as devidas providências possam ser realizadas.

#### 4.3 Mapeamento dos pontos

Após o tratamento dos dados capturados pelo o aplicativo, foi realizado junto a ferramenta Qgis o mapeamento dos pontos de bocas-de-lobos, poços de visitas (PV's), novo sistema de drenagem, contendo as informações sobre os diâmetros dos equipamentos de drenagem da região citada.

Legenda dos pontos :

- Ponto vermelhos - Bocas de Lobo
- Pontos amarelos - PV's
- Linha azul - Manilhas
- Linha Laranja - Aduelas

Em seguida , realizou-se o carregamento da imagem 3D da região do Parque Serra Verde, com as elevações do terreno e os pontos mapeados, conforme a figura 11:

Figura 11 - Pontos QGIS



Fonte: Os Autores (2022)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo da criação do aplicativo desenvolvido é amenizar os impactos gerados pelas chuvas na sociedade, por falta do funcionamento correto dos dispositivos de drenagem.

Com o aplicativo e o QSIS, funcionando em harmonia, podemos dizer que a sociedade é a maior beneficiada, pois uma vez que esse aplicativo esteja sendo executado de maneira correta, antes dos períodos de chuva, a Prefeitura, juntamente com a Secretaria de Obras, podem realizar as limpezas das bocas-de-lobo, facilitando assim o escoamento das águas e evitando possíveis alagamentos.

Além disso, com o mapeamento das bocas-de-lobo a Prefeitura também pode criar projetos de extensão de redes pluviais, nos locais em que ainda estão

com déficit de drenagem e armazenar dados da rede nova, como diâmetros, comprimento da rede e localização.

No estudo de caso, onde ocorreu um obra de melhoria da rede principal do parque serra verde, foi feito o mapeamento e o armazenamento de dados dos equipamentos de drenagem novos, conforme a figura 15 evidenciada anteriormente.

Diante a boa aceitação do aplicativo, se pode evidenciar através da figura 14 a evolução/expansão das funcionalidades do aplicativo.

Com o uso do aplicativo diariamente, pode-se notar que algumas melhorias futuras podem ajudar na funcionalidade dos serviços, como fazer um sistema de classificação do estado das bocas-de-lobo, priorizando as em piores condições.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BATISTA, M. E. M. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para gestão urbana baseado em indicadores ambientais-2005. Dissertação – Mestrado em Engenharia Urbana Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005.

TUCCI, C. E. M. Inundações e Drenagem Urbana. In TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C.(org.) Inundações Urbanas na América do Sul, ABRH, Porto Alegre, 2003.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, Secretaria de Planejamento Urbano. Disponível em: <<https://jfllegis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000050753>> Acesso em 21 de setembro de 2022.

Miguez, Marcelo. Drenagem Urbana - Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo GEN, 2015.

Conterato, Eliane, et al. *Saneamento*. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo A, 2018.

TUCCI, Carlos. E. M. Gestão da Drenagem urbana. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, vol. 10, 54p, Brasileira; 2012.

HÖLTZ. Fabiano da Costa. Uso de concreto permeável na drenagem urbana: Análise da viabilidade técnica e do impacto ambiental. 2011. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.