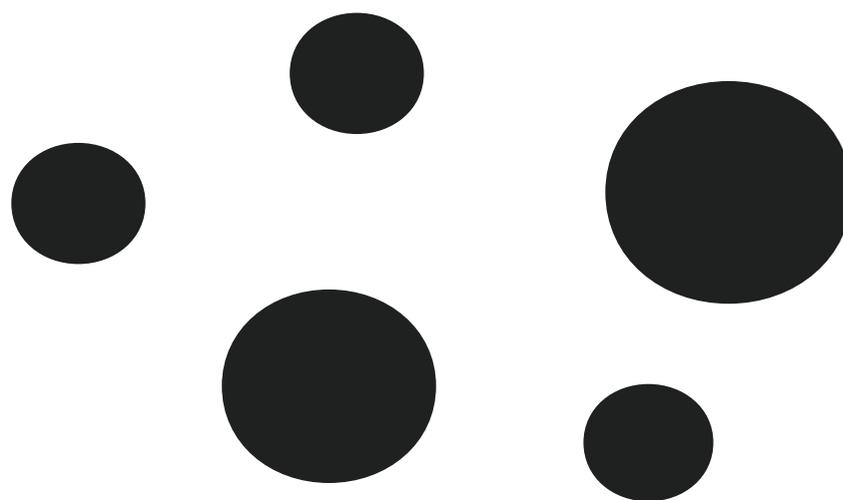


VOLUME 6
2022



multiverso

Revista Eletrônica do Campus Juiz de Fora

MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO DO RIO PARAIBUNA NA REGIÃO CENTRAL DE JUIZ DE FORA/MG*

*Artigo submetido em 31.ago.21 e aceito em 17.mai.22

¹thais_ammauricio@hotmail.com,
²sandro.faria@ifsudestemg.edu.br,
³brunathomazinho@gmail.com.
IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora

Thais Almeida Magalhães Mauricio¹, Sandro Henrique de Faria² e Bruno Thomazinho França³

Resumo: O presente trabalho teve como objetivos: a identificação, delimitação e análise das áreas vulneráveis à inundação na região de planejamento central de Juiz de Fora (MG); obter as vazões máximas para os tempos de retorno de 10, 20, 50, 100 e 500 anos a partir das equações de regionalização para o Rio Paraibuna; e obter suas respectivas manchas de inundação. Para isso, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para a modelagem hidrológica e hidráulica através dos softwares QGis, com a extensão RiverGis, e HEC-RAS. Foram simuladas manchas de inundação na região de interesse para diferentes valores de vazões máximas com diferentes tempos de recorrência. Com os resultados obtidos foi possível discorrer acerca das principais áreas afetadas pelas manchas de inundação e seus impactos para o cotidiano da cidade, com a proposta de soluções através de medidas estruturais e não-estruturais.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Mancha de inundação, modelagem.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho utilizou técnicas de geoprocessamento para o estudo da extensão espacial de inundações ocorridas na região de planejamento central de Juiz de Fora/MG, e teve como objetivo principal a identificação, delimitação e análise das áreas vulneráveis à inundação do Rio Paraibuna nesta região. Os objetivos secundários foram: obter as vazões máximas para os tempos de retorno de 10, 20, 50, 100 e 500 anos a partir das equações de regionalização para o Rio Paraibuna; e obter as manchas de inundação para tempos de retorno de 10, 20, 50, 100 e 500 anos.

Embora as inundações sejam eventos naturais, a urbanização aumenta sua probabilidade de ocorrência (OLIVEIRA; GUASSELLI, 2008). Tucci (2007) descreve as duas principais ocorrências de inundações: a inundação ribeirinha e a inundação urbana, objeto deste trabalho. A inundação ribeirinha ocorre quando a precipitação é intensa, o solo não tem capacidade suficiente para a infiltração e grande parte do volume de água escoar para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. Assim, o excesso do volume de água que não consegue ser drenado ocupa a várzea, inundando as áreas próximas aos rios (TUCCI; BERTONI, 2003).

Com o desenvolvimento urbano, o crescimento das cidades e as alterações ambientais, ocorre a modificação das condições originais do ciclo hidrológico da região (REIS et al, 2013). Essa modificação é ocasionada por fatores tais como: impermeabilização do solo (TUCCI, 2007); desmatamento; exposição de terrenos à erosão e conseqüentemente assoreamento dos cursos d'água; diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água; e ocupação desordenada de

sua várzea (RIBEIRO et al, 2020). Segundo Ribeiro et al (2020), a própria infraestrutura urbana de drenagem faz com que uma parcela da água (que outrora se infiltrava ou escoava lentamente pela superfície do solo e era retida pela vegetação) passe a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial e a vazão, exigindo maior capacidade de drenagem destas seções. Assim, o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial, em conjunto, produzem as inundações em uma frequência maior do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava de forma natural, caracterizando a inundação urbana.

Dos anos de 1850 a 1930, a cidade de Juiz de Fora (MG) passou por um grande processo de industrialização (GIROLETTI, 1988) que contribuiu para o desenvolvimento e a expansão da cidade. Em 1875, foi implantada a Estrada de Ferro Dom Pedro II, paralela ao rio, e para tal construção foram drenados pântanos situados às margens do rio, contribuindo para a modificação do seu traçado. Além disso, o Paraibuna passou a sofrer assoreamento e erosão das suas margens devido ao crescimento acelerado da população com a ocupação desordenada nas suas zonas de baixa elevação, periodicamente inundáveis (BRASIL, 2013).

Dentre as várias inundações registradas na região central da cidade, destacam-se as ocorridas nos anos de 1906 e 1940. Em 1906, a inundação afetou o Largo do Riachuelo, toda a parte baixa da cidade e a região de Mariano Procópio, prejudicando o comércio e a indústria, além de ameaçar construções e interromper o tráfego de bondes (GIAROLA; ALMEIDA NETO; PAULA, 2017). Já a inundação de 1940 foi a responsável pelo avanço nos projetos de retificação do rio Paraibuna, com aprovação dos estudos necessários para a execução da obra, de forma a evitar a recorrência de tal fato (BRASIL, 2013).

Em 1942 deu-se início à primeira grande obra de retificação do rio Paraibuna, concluída em 1950. Nesta obra, um trecho correspondente a 12.200 metros do curso natural do Paraibuna em área urbana foi reduzido a 10.200 metros, alterando significativamente a paisagem fluvial. Para isso foram necessários aterros, dragagens, desmonte de rochas, escavação, proteção das margens, reconstrução e alargamento de pontes, desvio da estrada União & Indústria e desapropriações (MACHADO; CUNHA, 2011). Percebe-se assim que, através de aprofundamento do leito, alargamento das margens e retificação do rio, as intervenções se mostraram eficientes em evitar novas grandes inundações na cidade de Juiz de Fora (PENNA; COLCHETE FILHO, 2017).

O mapeamento das áreas suscetíveis a inundações é um recurso muito importante para a compreensão e previsão destes episódios. A utilização de ferramentas computacionais, com um conjunto de bases digitais e de banco de dados locais que podem ser manipulados, permite realizar a análise espacial deste fenômeno (OLIVEIRA; GUASSELLI, 2008), se tornando um importante instrumento para a tomada de decisão dos gestores públicos, principalmente ao se tratar das decisões relacionadas ao planejamento ambiental (OLIVEIRA; SILVA, 2019).

Neste contexto, o SIG (Sistema de Informação Geográfica) se mostra como um instrumento para a melhor compreensão e gestão destes acontecimentos, sendo uma ferramenta adequada para a modelagem de fenômenos tanto ambientais quanto sociais, em função de sua versatilidade e capacidade de processamento de grande quantidade de dados, gerando o produto para a análise e

visualização dos resultados (REIS, 2015).

O uso de tais tecnologias são importantes na gestão pública urbana, pois permitem uma abordagem ampla de informações que auxilia na geração de planos diretores mais estruturados e confiáveis, com a implementação de técnicas de avaliação das relações planialtimétricas e de fluxos de drenagem (REIS; SCHMIDT, 2014). Essas ferramentas, com o uso das imagens de satélites, são úteis ao monitoramento do uso e ocupação do solo, fundamentais para o planejamento territorial de áreas de ocupações futuras e na implantação de ações preventivas e mitigadoras.

Para o cenário-problema, o mapeamento digital garante uma percepção ampla e prática das áreas sujeitas a inundações que, por serem muitas, correriam o risco de não serem solucionadas com eficiência e tornarem-se dispendiosas financeiramente, se considerassem apenas a análise de trabalhos em campo. Com o uso do SIG, portanto, é possível a construção de uma base de dados dos pontos de inundação, áreas suscetíveis e vulneráveis (REIS, 2015), permitindo a formulação de propostas de ações preventivas e não reativas no combate a estes problemas.

MATERIAL E METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho, foram aplicadas técnicas de geoprocessamento para o estudo da extensão espacial de inundações ocorridas na região de planejamento central de Juiz de Fora/MG (Figura 1). O trecho do Rio Paraibuna que foi definido para este estudo se estende das proximidades de uma ponte de ferro no bairro Santa Terezinha (interseção entre a avenida Brasil e a rua Tereza Cristina), até as proximidades de uma ponte da linha férrea (próximo à avenida Francisco Valadares) no bairro Poço Rico, de forma a abranger a totalidade do rio que percorre a região objeto de estudo, conforme figura 2.

Para a definição da base de dados foram utilizados: informações do plano dire-

Figura 1
Mapa da Região de Planejamento Central de Juiz de Fora
Fonte: Autora (2021)

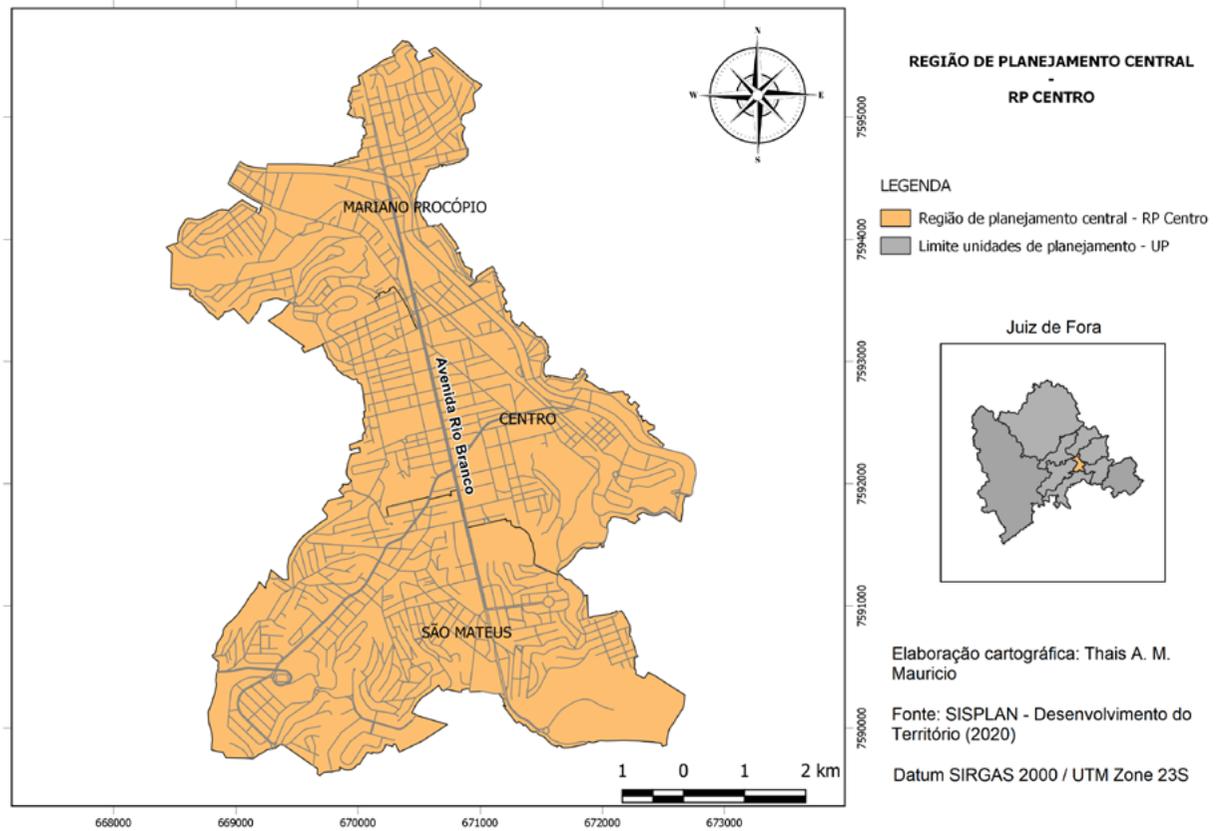
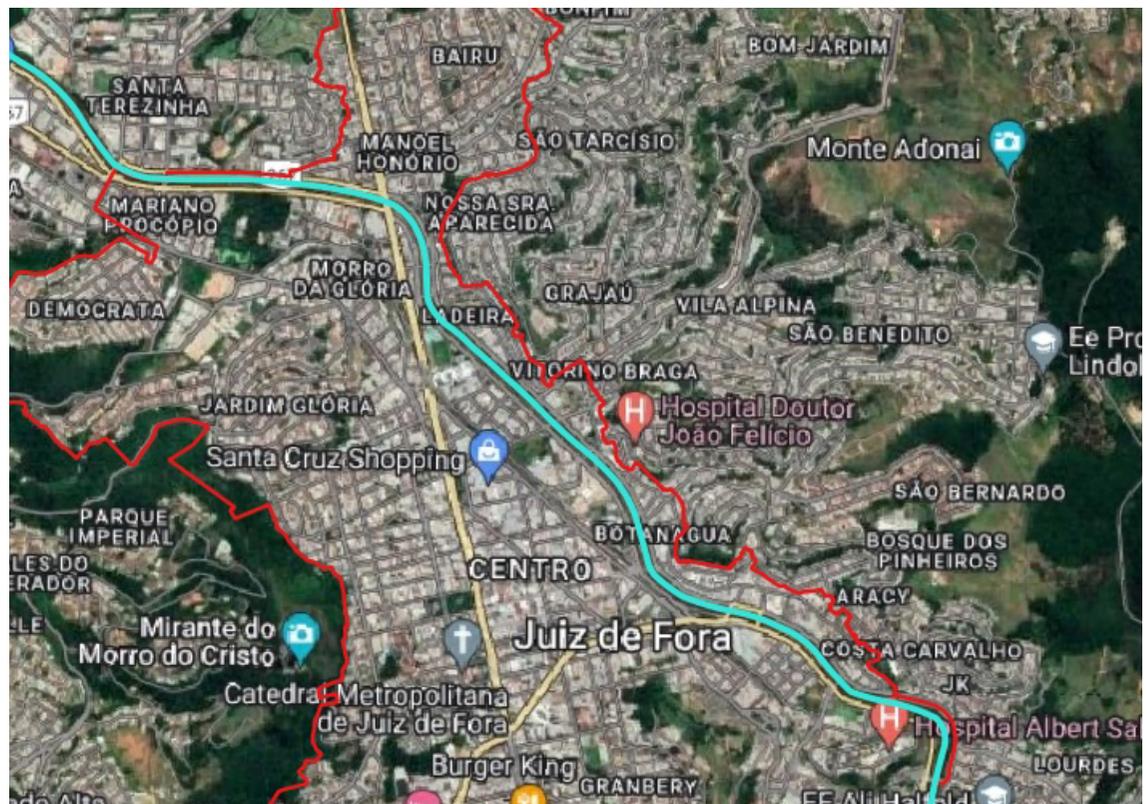


Figura 2
Trecho do Rio Paraíbauna
Fonte: Autora (2021)



tor da cidade de Juiz de Fora, com foco para a região de planejamento central; o mapa hipsométrico; o traçado do rio Paraibuna; equações de regionalização das vazões do rio; os valores dos Coeficientes de Manning e o valor de declividade do rio para o trecho estudado. Para a modelagem, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento gratuitas e de acesso livre, sendo elas: o software QGIS 3.4 (que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados), o plugin RiverGIS (desenvolvido para o QGIS e destinado a criar a geometria de modelo de fluxo HEC-RAS a partir de dados espaciais) e o software HEC-RAS 5.0.7 (que modela a hidráulica do fluxo de água em rios naturais e canais). O trabalho foi desenvolvido no datum SIRGAS 2000 / UTM Zone 23S.

Modelagem Hidrológica

Antes do início da modelagem hidrológica, foi instalado o PostgreSQL com a extensão PostGIS. Após a instalação, foi acessada a ferramenta pgAdmin 4 para a criação do banco de dados a ser utilizado. Dentro deste banco de dados, foi criado um schema para ser acessado pelo RiverGIS. No ambiente QGIS, primeiramente foi criada uma conexão para acessar o banco de dados PostGIS definido para a modelagem. Em seguida, o plugin RiverGIS foi conectado à conexão definida e ao schema, onde foram guardados os dados do projeto.

Neste momento, foi iniciada a preparação dos dados. Para os dados referentes à cidade de Juiz de Fora, recorreu-se aos disponibilizados pela própria Prefeitura. Assim, foram possíveis obter: o shapefile dos limites da cidade de Juiz de Fora (para localização espacial); o shapefile dos limites da região de planejamento central (objeto de estudo); o raster de hipsometria da cidade de Juiz de Fora, que se refere ao modelo digital de elevação (MDE); e o shapefile do eixo do rio Paraibuna. O trabalho foi desenvolvido no datum SIRGAS 2000 / UTM Zone 23S.

A camada XYZ Tiles do Google Satellite foi adicionada de forma a servir como base visual para o traçado posterior das margens. Optou-se por extrair as curvas de nível do raster com precisão de 1 metro para auxiliar na precisão desse traçado.

Em seguida, foram definidos no QGIS os shapefiles vetoriais, que são a base da modelagem. Para isso, primeiramente foram criados, adicionados e editados tais shapefiles com os nomes de Rio (para as StreamCenterLines), Margens (para as Banklines), Cross Profiles (para as XSCutlines) e Fluxo (para as FlowPathCenterlines), de acordo com as características necessárias a cada um (Tabela 1).

Após esta etapa, os shapefiles gerados foram importados com o plugin River-

Tabela 1
Camadas vetoriais
para RiverGIS
Fonte: Autora (2021)

StreamCenterLines	<ul style="list-style-type: none"> - refere-se ao eixo do rio estudado; - deve ser desenhado no sentido de montante à jusante; - deve ser identificado na tabela de atributos com o nome do rio e trecho a que se refere. <p>* neste trabalho foi utilizado o eixo do rio disponibilizado pela Prefeitura, posteriormente editado e otimizado de forma a representar a realidade de forma mais fidedigna. Em casos gerais pode ser desenhado manualmente.</p>
Banklines	<ul style="list-style-type: none"> - referem-se às margens do rio estudado; - deve conter duas linhas, referentes a ambas as margens, sendo desenhada primeiramente a margem esquerda e em seguida a margem direita, no sentido de montante à jusante.
XSCutlines	<ul style="list-style-type: none"> - referem-se às seções transversais do rio estudado; - devem conter quantas linhas forem necessárias para a definição do trecho estudado; - em trechos lineares, o espaçamento entre as linhas pode ser constante e pré definido. Em trechos meandrosos, as linhas devem ser dispostas de forma a melhor abranger as características do rio, como as mudanças de direção e largura da calha; - devem cortar a StreamCenterLines em um ângulo reto; - não deve ocorrer o cruzamento entre as linhas das XSCutlines. <p>* neste trabalho, as XSCutlines foram criadas a partir da função Cross profiles do plugin SAGA no QGis, e estendidas de forma a abranger toda a área com até 10m de desnível do leito do rio.</p>
FlowPathCenterlines	<ul style="list-style-type: none"> - refere-se à direção de fluxo do rio estudado; - deve conter três linhas, referentes à margem esquerda, eixo do rio e margem direita; - as linhas devem cortar as XSCutlines apenas uma vez; - devem ser desenhadas no sentido de montante à jusante, na ordem margem esquerda - eixo - margem direita, e identificadas na tabela de atributos como Left (margem esquerda), Stream (eixo) e Right (margem direita).

GIS, que os adiciona como camadas do modelo sob os nomes de StreamCenterLines, Banklines, XSCutlines e FlowPathCenterlines (Figura 3). Desta forma, foi possível a atribuição dos valores e características necessárias para o modelo HEC-RAS através da ferramenta RAS Geometry, com a definição dos StreamCenterLines Attributes e XS Cutlines Attributes.

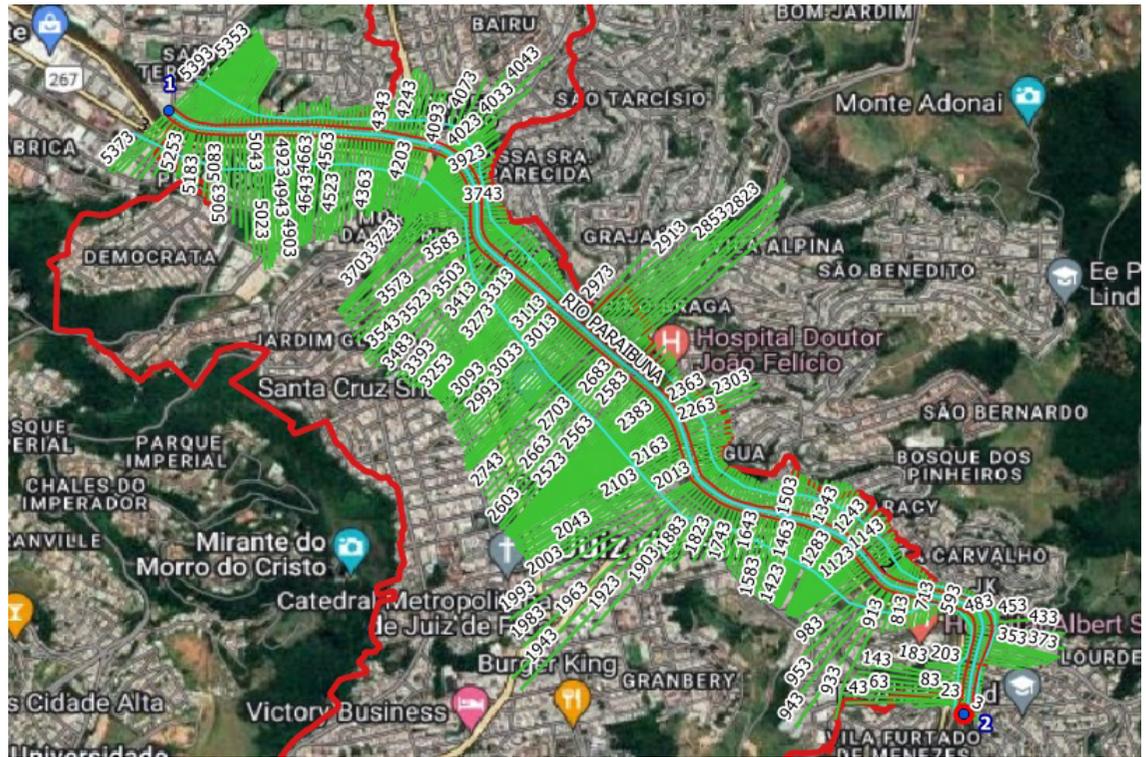
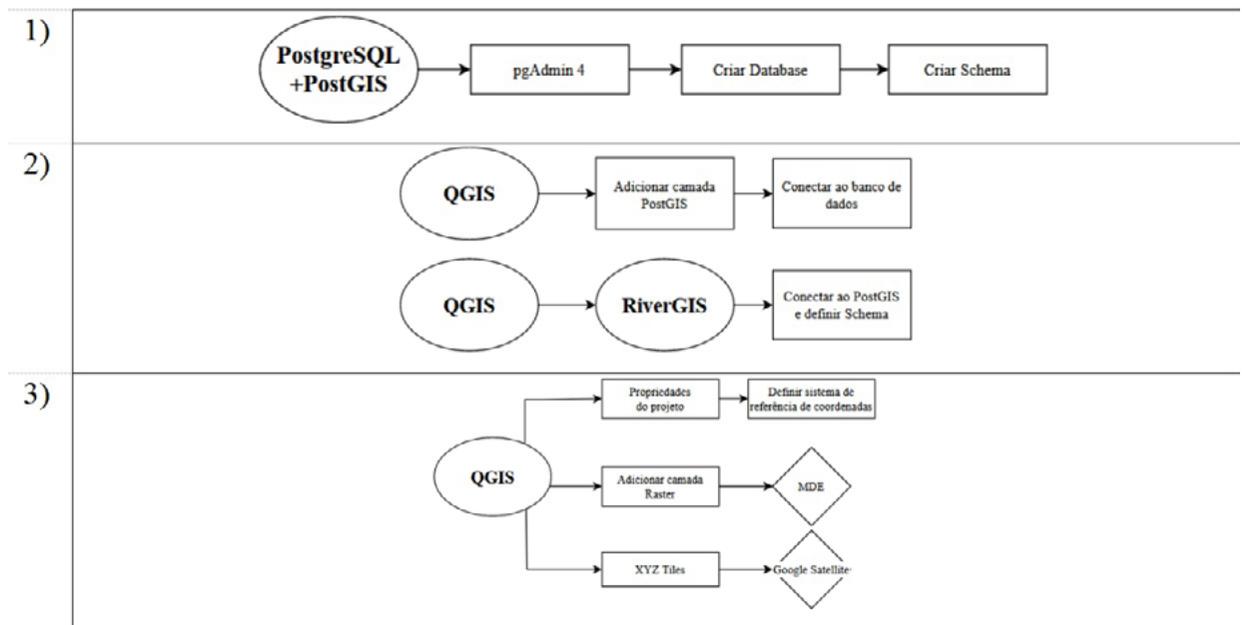


Figura 3 - Dados no QGIS
Fonte: Autora (2021)

Por fim, os dados foram exportados através da ferramenta Extract GIS data. As etapas para a preparação dos dados com o QGIS e o RiverGIS são apresentadas na figura 4.



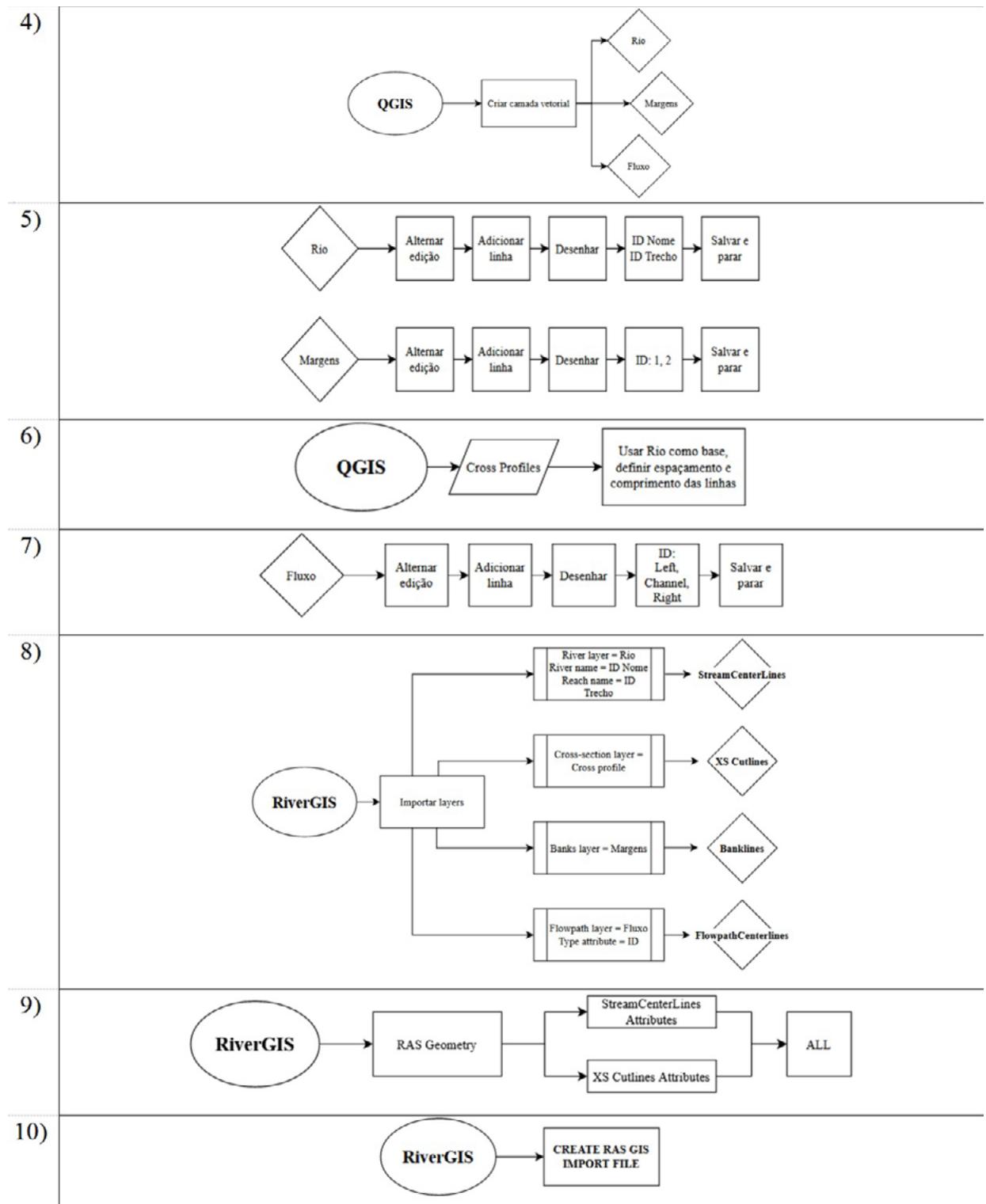


Figura 4 - Etapas
Fonte: Autora (2021)

Modelagem Hidráulica

No ambiente do HEC-RAS, obteve-se o modelo hidráulico a partir do arquivo importado do QGIS. Para a realização da modelagem das manchas de inundação foram necessárias as XSCutlines (já definidas), os Coeficientes de Manning e diferentes valores de vazões máximas para diferentes tempos de recorrência. Além disso, foram definidas as condições de contorno e o tipo de regime de escoamento permanente.

Conforme Baptista e Coelho (2014), o Coeficiente de Manning pode ser estimado através de tabelas, de acordo com o material do revestimento local. Para o trecho de estudo, foram adotados para a calha o valor de 0,023 (solo sem revestimento), e para as margens o valor de 0,035 (canal artificial com espécies vegetais).

Em seguida, foram inseridos os valores das vazões para o cálculo das superfícies de inundação a serem modeladas. As vazões foram obtidas a partir da equação de regionalização de vazão para o rio Paraíba, conforme tabela 2, para os tempos de retorno de 10 anos, 20 anos, 50 anos, 100 anos e 500 anos, em que A é a área da bacia hidrográfica do rio em km².

Equação de regionalização de vazão: Rio Paraíba

Vazões máximas (m ³ /s)	Tempo de retorno	Equação
Q _{max} 10	10 anos	0,8201. A ^{0,7912}
Q _{max} 20	20 anos	0,9406. A ^{0,7912}
Q _{max} 50	50 anos	1,0961. A ^{0,7912}
Q _{max} 100	100 anos	1,2129. A ^{0,7912}
Q _{max} 500	500 anos	1,4830. A ^{0,7912}

Tabela 2
Modelos hidrológicos
ajustados por
curso d'água
Fonte: Atlas Digital das
Águas de Minas
(UFV, 2010)

A área da bacia que se refere ao rio Paraíba até a jusante do trecho estudado foi extraída através do QGIS e adicionada às equações com o valor arredondado de 971 km², permitindo a obtenção dos valores de vazão (em m³/s) para os tempos de retorno definidos.

Na definição do regime de escoamento permanente, optou-se pelo regime misto (mixed), o que exigiu a inserção das condições de contorno (reach boundary conditions, necessárias para que o perfil de velocidade e altura de lâmina de água fossem calculados pelo software) à montante e à jusante. Assim, definiu-se à montante (upstream) como critical depth (profundidade crítica, calculada pelo software); e à jusante (downstream) como normal depth (profundidade normal), cujo dado de entrada foi a declividade do rio, que no trecho urbano é de 1 m/Km ou 0,001 m/m (CEIVAP, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores de vazões máximas para os tempos de retorno de 10, 20, 50, 100 e 500 anos, obtidos a partir das equações de regionalização para o Rio Paraíba para a área de estudo.

Tabela 3
Vazões definidas para
tempos de retorno:
Rio Paraibuna
Fonte: Autora (2021)

Vazões máximas	Tempo de retorno	Equação	Vazão (m ³ /s)
Qmax 10	10 anos	$0,8201. 971^{0,7912}$	189
Qmax 20	20 anos	$0,9406. 971^{0,7912}$	217
Qmax 50	50 anos	$1,0961. 971^{0,7912}$	253
Qmax 100	100 anos	$1,2129. 971^{0,7912}$	280
Qmax 500	500 anos	$1,4830. 971^{0,7912}$	343

As Figura 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam os resultados obtidos para as manchas de inundação provocadas por precipitações com 10, 20, 50, 100 e 500 anos de recorrência, respectivamente. Para a melhor visualização das áreas afetadas, foi utilizada como base a imagem do Google Satellite.

Figura 5
Mancha de inundação
para tempo de retorno de
10 anos
Fonte: Autora (2021)

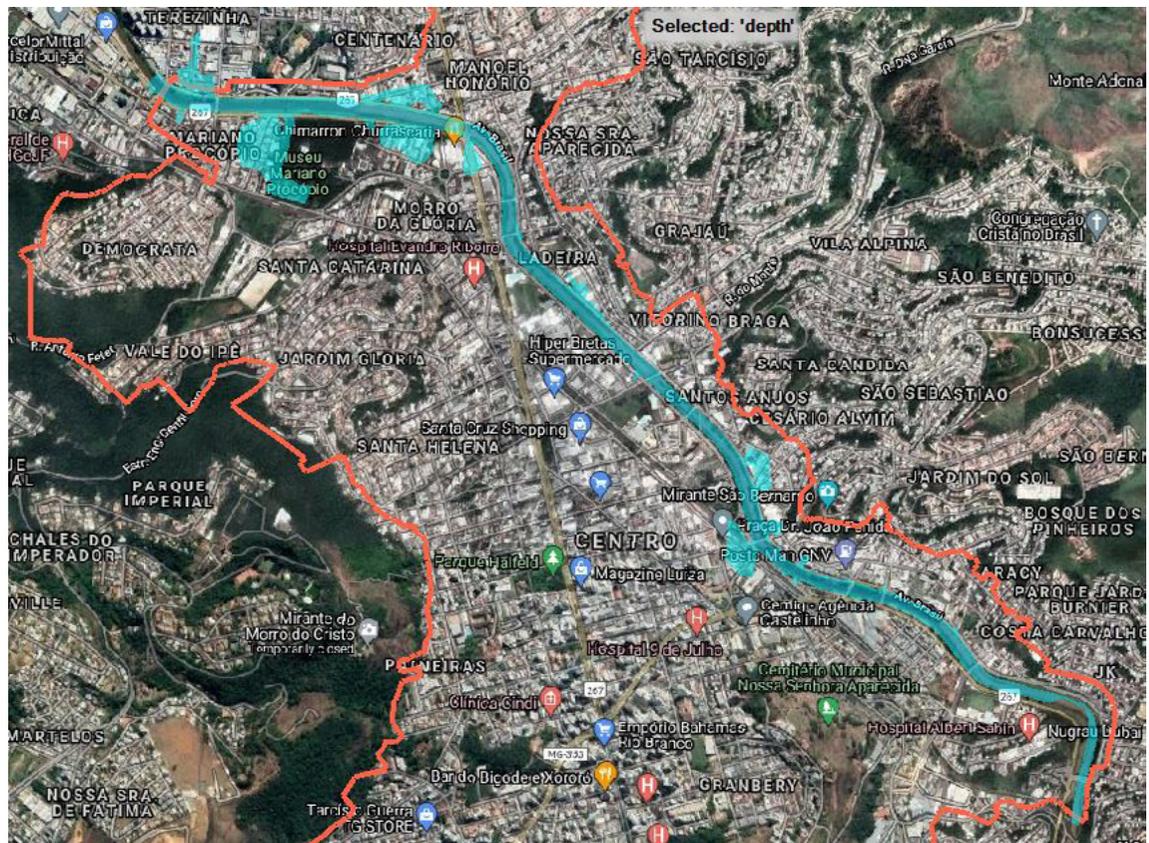


Figura 6
 Mancha de inundação
 para tempo de retorno
 de 20 anos
 Fonte: Autora (2021)

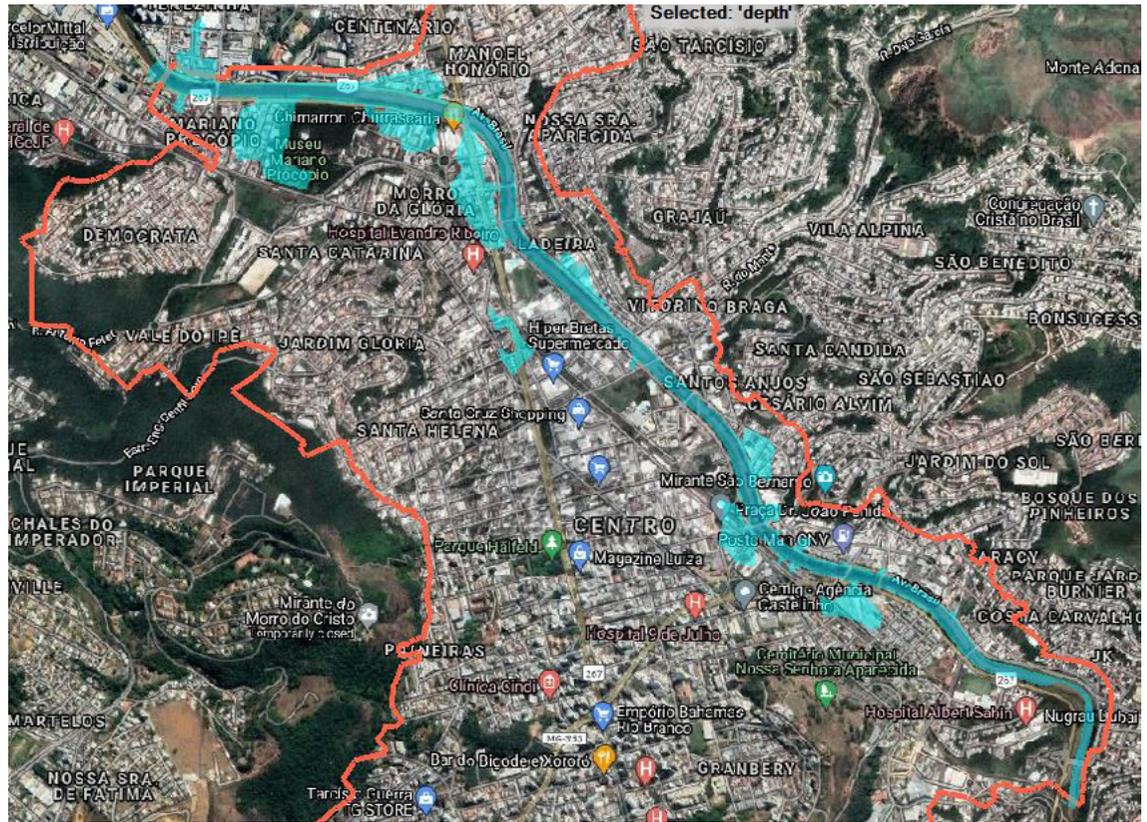


Figura 7
 Mancha de inundação
 para tempo de retorno
 de 50 anos
 Fonte: Autora (2021)

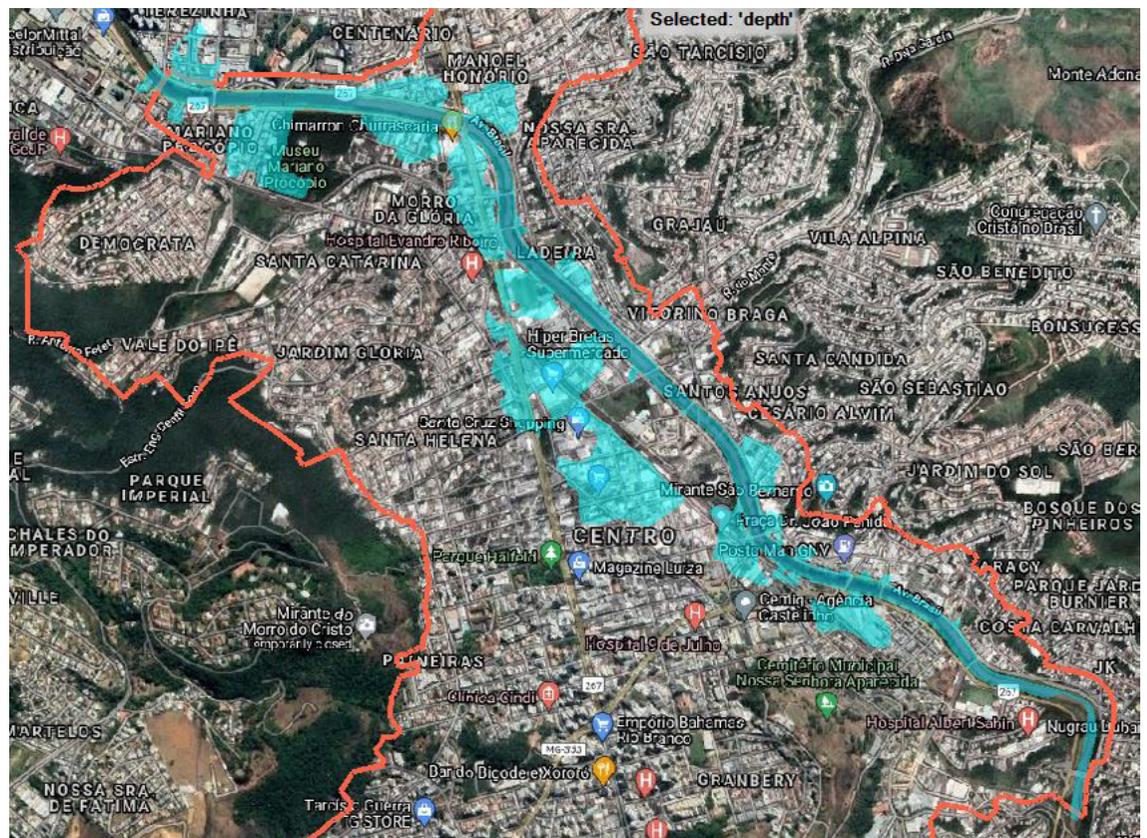


Figura 8
 Mancha de inundação
 para tempo de retorno de
 100 anos
 Fonte: Autora (2021)

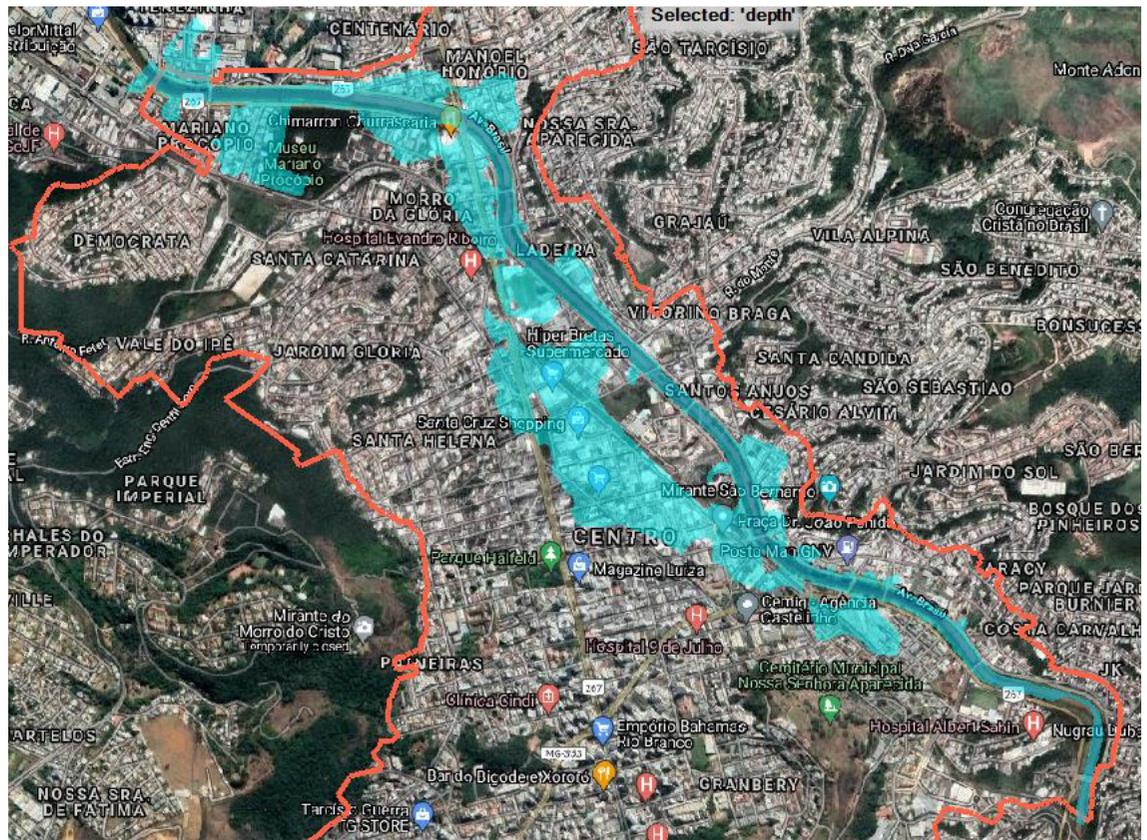
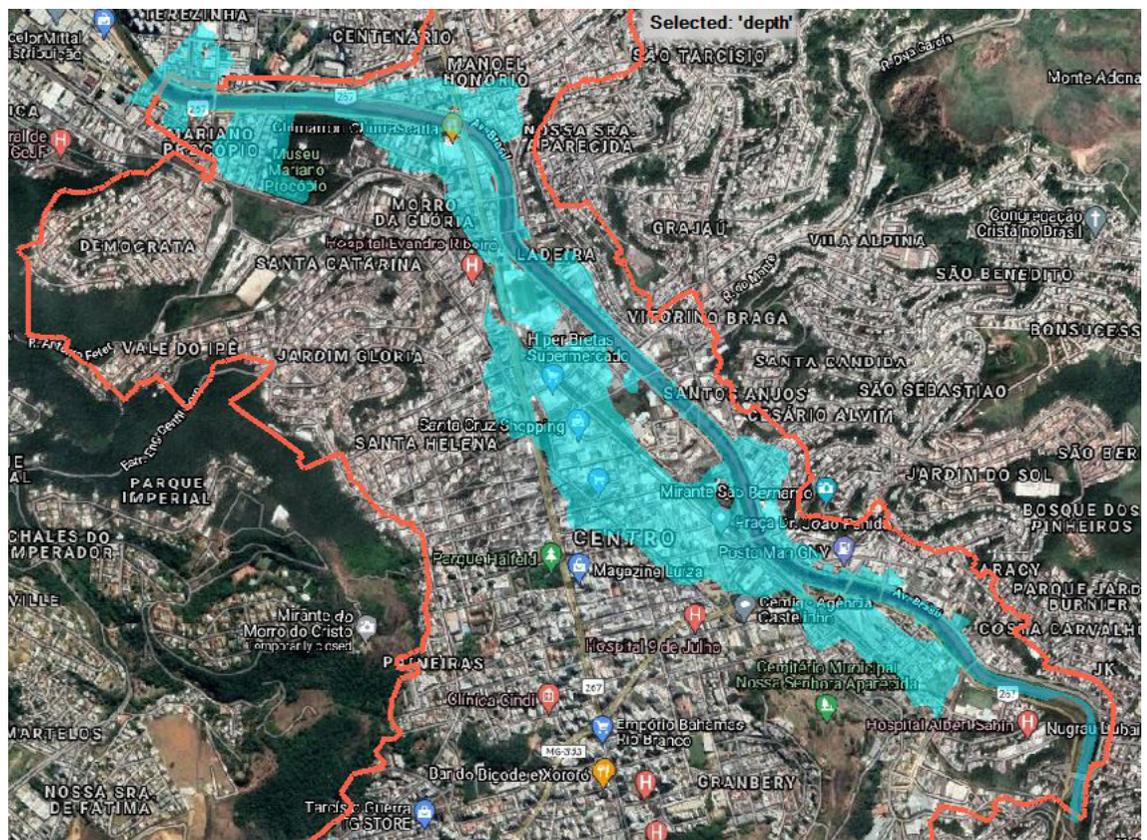


Figura 9
 Mancha de inundação
 para tempo de retorno de
 500 anos
 Fonte: Autora (2021)



Como é possível visualizar nas imagens, o impacto das vazões na ocorrência das inundações varia gradativamente. Na Figura 5 é observado um baixo impacto na extensão analisada, limitando-se a ocorrências pontuais e que abrangem uma área pequena. No entanto, o transtorno para a população local é evidente principalmente na região do bairro Mariano Procópio, de predomínio residencial, onde este fato é recorrente nos períodos chuvosos.

Ao analisar a situação mais crítica (Figura 9), verifica-se o grande impacto em áreas consideradas de maior importância econômica da cidade. É possível visualizar que ruas importantes para o fluxo de veículos e pessoas no centro econômico de Juiz de Fora seriam afetadas, como Avenida Francisco Bernardino, Avenida Getúlio Vargas, partes da Rua Halfeld e da Avenida Rio Branco, além da Avenida Brasil, que margeia o rio. A concentração de atividades comerciais (como galerias de lojas, farmácias e mercados, dentre outras) existente nessa área seria imediatamente impactada pela inundação, resultando em prejuízos materiais e financeiros.

A inundação na região do túnel conhecido como Mergulhão causa transtornos na circulação de veículos entre as regiões leste, norte e nordeste e a região central da cidade. O impedimento do tráfego neste setor impacta principalmente a circulação dos ônibus urbanos municipais, que não dispõem de rota alternativa para seguir seu fluxo. Já a inundação de trechos da ferrovia que atravessa a região central coloca em risco a circulação de trens. Além disso, corre-se o risco da deterioração de sua estrutura, como leito e dormentes.

O conhecimento destas possíveis áreas de impacto das inundações é de grande importância para a tomada de decisões do poder público. Isso permite a antecipação de danos, formulação de ações preventivas e intervenções públicas que foquem nesta problemática, através de medidas estruturais e não estruturais. Como exemplo, podem ser citadas:

- Conscientização da população sobre a importância de não jogar lixo no rio, de forma a evitar a formação de ilhas de lixo que impedem o fluxo natural da água;
- Desassoreamento periódico do rio Paraibuna, visto que o acúmulo de sedimentos diminui a área da seção transversal e a velocidade de escoamento, propiciando a ocorrência de inundações;
- Revisão do plano de drenagem municipal, de forma a buscar meios de desacelerar a chegada da água pluvial aos córregos e rios, propiciar a infiltração natural e aliviar o sistema de drenagem;
- Substituição do asfalto por pavimento intertravado permeável em ruas de menor movimentação, de forma a permitir a infiltração da água da chuva e reduzir o montante destinado às canalizações pluviais, que chegam rapidamente ao rio;
- Alteração no plano de uso e ocupação do solo, exigindo de grandes empreendimentos a implementação de reservatórios de captação de águas pluviais no lote, tanto para retardo da vazão quanto para seu aproveitamento.

CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu seu objetivo ao identificar, delimitar e analisar as áreas vulneráveis à inundação do Rio Paraibuna na região de planejamento central de Juiz de Fora/MG. Os objetivos secundários também foram alcançados ao obter as vazões máximas para determinados tempos de retorno, e suas respectivas manchas de inundação, utilizadas para a análise final.

Como visto ao longo do estudo, a ocorrência das inundações urbanas está fortemente associada às intervenções antrópicas no contexto da cidade, juntamente à falta de uma estrutura de escoamento eficaz. Em Juiz de Fora, verifica-se na região central um alto índice de adensamento urbano com retirada das áreas verdes, alta impermeabilização do solo, canalização e confinamento dos córregos tributários ao rio Paraibuna.

A análise efetuada foi simplificada, visto que possui limitações quanto à presença de edificações residenciais e comerciais, galpões, muros e demais construções que possam afetar e alterar o curso das águas de inundação. A área e o processo de modelagem do estudo foram limitados, não levando em consideração a interação com córregos existentes. Além disso, chuvas torrenciais ocasionam ainda os alagamentos pluviais e as enxurradas, agravados ao se considerar o alto grau de impermeabilidade do centro urbano de Juiz de Fora, que é uma cidade de topografia acidentada. A ocorrência destes eventos simultâneos à inundação agravariam a situação apresentada.

Estudos futuros poderão realizar a análise conjunta dos demais fatores (córregos tributários, alagamentos pluviais e enxurradas), tanto para regiões de interesse quanto para o todo. Outros estudos poderão avaliar a implantação de medidas estruturais e não estruturais para minimizar tais problemas, bem como identificar o percentual de impermeabilização do solo urbano e seu impacto na bacia regional.

HYDROLOGICAL AND HYDRAULIC MODELING OF FLOOD SUSCEPTIBLE AREAS OF THE PARAIBUNA RIVER IN THE CENTRAL REGION OF JUIZ DE FORA / MG.

Abstract: The objectives of this work were: the identification, delimitation and analysis of flooding vulnerable areas in the central planning region of Juiz de Fora (MG, Brazil); to obtain the maximum flow rates for the return times of 10, 20, 50, 100 and 500 years from the regionalization equations for Rio Paraibuna; and to get their respective flood spots. For this, geoprocessing techniques were used for hydrological and hydraulic modeling through QGis software, with RiverGis extension, and HEC-RAS. Flood spots were simulated in the region of interest for different maximum flow values with different recurrence times. With the results obtained, it was possible to discuss the main areas affected by flooding spots and their impacts on the daily life of the city, with the proposal of solutions through structural and non-structural measures.

Keywords: geoprocessing, flood spots, modeling.

BIBLIOGRAFIA

BAPTISTA, Márcio Benedito; COELHO, Márcia Maria Lara Pinto. **Fundamentos da Engenharia Hidráulica**. 3ª edição, Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.

BRASIL, Camila Campos Grossi. **Paisagem e Ambiente Construído: Intervenções Antrópicas no Traçado do Rio Paraibuna em Juiz De Fora – MG**. 2013, 171 pp. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes**. Relatório de Diagnóstico RP - 06. TOMO I, 2014.

OLIVEIRA, Kaíque de; SILVA, Mirna Karla Amorim da. **Mapeamento das Áreas de Risco à Inundação no Município de Rio Grande da Serra/SP**. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos, INPE, 2019, pp. 1060-1063.

REIS, Patrícia Antunes dos. **Identificação de Áreas Vulneráveis às Enchentes e Inundações em Áreas Urbanas Através de Modelos Topográficos e Hidráulicos**. 2015, 125p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

REIS, Patrícia Antunes dos; SCHMIDT, Márcio Augusto Reolon. **Análise da Expansão Urbana e Delimitação de Áreas de Inundação na Cidade de Patrocínio, MG**. In: XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória, ABES, 2014, pp. 1-7.

REIS, Taiana Evangelista dos; VILAS BOAS, Lucas Guedes; OLIVEIRA, Mateus Campos de Paula; OLIVEIRA, Bárbara Thaís Ávila de; FELIPPE, Miguel Fernandes. **Caracterização Hidrogeomorfológica do Rio Paraibuna no Trecho Urbano de Juiz de Fora/MG**. Revista de Geografia, Juiz de Fora, v. 2, nº 2, pp. 1-8, 2013.

GIAROLA, Isabela Belmira Santos; ALMEIDA NETO, José Oliveira de; PAULA, Rafaela Teixeira. **As Enchentes e a Urbanização do Rio Paraibuna - MG**. In: 1º Workshop ARTE & Ciência: Reflexão Integrada na Paisagem. UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

GIROLETTI, Domingos. **Industrialização de Juiz de Fora: 1850-1930**. Juiz de Fora, EDUFJF, 1988.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Juiz De Fora: Inundações, Saneamento e Ordenamento Territorial**. Revista Geográfica de América Central, Costa Rica, Número Especial EGAL, pp. 1-15, 2011.

OLIVEIRA, Guilherme Garcia de; GUASSELLI, Laurindo Antônio. **Comparação de métodos para a elaboração do mapa de suscetibilidade a inundações - Sub-bacia do Arroio da Areia, Porto Alegre/RS**. In: VII Simpósio Nacional De Geomorfologia, Sinageo, Belo Horizonte, 2008.

PENNA, Lívea Rocha Pereira; COLCHETE FILHO, Antônio Ferreira. **Rio, Cidade e Paisagem Fluvial: o Território Paraibuna em Juiz de Fora/MG**. Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Juiz de Fora, v.17, nº2,

pp. 83-98, 2017.

RIBEIRO, Christina Ricardo; DURÇO, Karol Araújo; SOUZA, Jordan Henrique de.; SANTOS, Gislaine dos.; FERNANDES, Lucas Henrique; GOMES, Marlilene Silva. **Aperfeiçoamento em Engenharia Pública: Uma Ferramenta para o Desenvolvimento Social**. 1ª ed., reimpr, Juiz de Fora, CEJF, 2020.

SISPLAN, **Sistema Municipal de Planejamento do Território. Desenvolvimento Territorial**. Juiz de Fora. Disponível em:

<https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/dados/rp_centro.php> Acesso em 10/10/2020.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Inundações Urbanas**. 1ª ed, Porto Alegre, ABRH, 2007.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações Urbanas na América do Sul**. 1ª ed, Porto Alegre, ABRH, 2003.

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **Atlas Digital das Águas de Minas**. Viçosa, 2016. Disponível em: <<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/home.html>>. Acesso em: 08/11/2020.