

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**Nádia Gonçalves Leite**

**O urbanismo e a gestão dos desastres:** estudo sobre potenciais rotas de fuga até abrigos emergenciais para vítimas de inundação nas proximidades do Baixo Curso do Córrego Ipiranga em Juiz de Fora/MG

Juiz de Fora  
2024

**Nádia Gonçalves Leite**

**O urbanismo e a gestão dos desastres:** estudo sobre potenciais rotas de fuga até abrigos emergenciais para vítimas de inundação nas proximidades do Baixo Curso do Córrego Ipiranga em Juiz de Fora/MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído, na linha de pesquisa de Gestão do Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Sanches

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves Leite, Nádia.

O urbanismo e a gestão dos desastres: : estudo sobre potenciais rotas de fuga até abrigos emergenciais para vítimas de inundação nas proximidades do Baixo Curso do Córrego Ipiranga em Juiz de Fora/MG / Nádia Gonçalves Leite. -- 2024.

97 f. : il.

Orientador: Fabio de Oliveira Sanches

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2024.

1. Córrego Ipiranga. 2. Inundações. 3. Arquitetura de refúgio. 4. Zona da Mata. I. de Oliveira Sanches, Fabio, orient. II. Título.

**NÁDIA GONÇALVES LEITE**

**O urbanismo e a gestão dos desastres: estudo sobre potenciais rotas de fuga até abrigos emergenciais para vítimas de inundação nas proximidades do Baixo Curso do Córrego Ipiranga em Juiz de Fora/MG,**

Dissertação apresentada ao PPG Ambiente Construído, Programa da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído

Aprovada em 26 de julho de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof Dr** Fabio de Oliveira Sanches - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof Dr** César Henrique Barra Rocha - Membro Interno  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof(a) Dr(a)** Isabela Stiegert - Membro Externo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

Juiz de Fora, 11/07/2024.

---



Documento assinado eletronicamente por **Isabela Stiegert, Usuário Externo**, em 26/07/2024, às 11:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Fabio de Oliveira Sanches, Professor(a)**, em 26/07/2024, às 11:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Cezar Henrique Barra Rocha, Professor(a)**, em 26/07/2024, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj ([www2.uffj.br/SEI](http://www2.uffj.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1857392** e o código CRC **ADDAB8EE**.

---

## AGRADECIMENTOS

Ao alcançar mais essa etapa, amadureci o suficiente para perceber o quanto tenho a ser grata e, rogando para que não peque pela omissão agradeço: A Deus, pela onipresença nos momentos em que injustamente pensei estar só.

Aos meus pais, Maria de Fátima e Marco Antônio, que ao me amarem com toda força de seus corações me concederam o privilégio de fazer parte de uma parcela mínima da população; independente das dificuldades que tivemos, quero dizer a eles que vencemos mais uma etapa.

Ao meu orientador, Fabio Sanches que esteve do meu lado durante todo esse processo, com muito conhecimento e motivação a ser transferida para mim, além da amizade. Obrigada por tudo.

Agradeço também aos amigos e colegas, com os quais aprendemos a lutar, sobreviver, crescer e acreditar, em especial às amigas Vanessa e Priscila, juntas essa caminhada foi mais prazerosa.

Ao geógrafo Yan Vianna, pelo auxílio com as ferramentas necessárias à pesquisa, através do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA).

Aos professores que fizeram parte da minha banca de qualificação e da defesa, Cezar Rocha, Jonathas Gonçalves e Isabela Stiegert pelo convite aceito e por toda colaboração.

Um agradecimento especial ao orientador durante a graduação, Filipe Ribeiro, que auxiliou na escrita e publicação do meu primeiro artigo e no decorrer de todo processo seletivo do mestrado.

Meu reconhecimento à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao programa de pós-graduação em Ambiente Construído (PROAC), especialmente ao secretário João Paulo que não mediu esforços para nos auxiliar durante todo o mestrado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa através da bolsa de estudos.

“[...]O amanhã é ilusório  
Porque ainda não existe  
O hoje é real  
É a realidade que você pode interferir  
As oportunidades de mudança  
‘Tá’ no presente  
Não espere o futuro mudar sua vida  
Porque o futuro será a consequência do presente.”  
(RACIONAIS MC’s, 2002)

## RESUMO

O Brasil apresentou um crescimento significativo da população no contexto urbano no século XX. Este processo acelerado ocorreu, sobretudo, depois da década de 1960 e, como consequência, tem-se uma população com uma infraestrutura inadequada. A sobrecarga dessa infraestrutura apresenta consequências negativas, especialmente em relação aos recursos hídricos, entre elas a drenagem pluvial. O Brasil é um dos países que mais sofre com eventos extremos, e as inundações são as mais devastadoras, sendo que uma em cada três tragédias no Brasil está nesta categoria. De acordo com a Defesa Civil, os registros de inundações no município de Juiz de Fora (MG) aumenta anualmente. Nesse contexto, a pesquisa visa observar os impactos causados no baixo curso da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga, no bairro Santa Luzia, em Juiz de Fora e na vida dos moradores, e, com isso, propor rotas de fuga para abrigos emergenciais, onde as vítimas poderão ser acolhidas em caso de incidentes. A metodologia está baseada em cinco etapas: revisão de literatura; coleta de dados e fotografias referentes aos locais sujeitos às inundações; identificação dos pontos críticos; aplicação de técnicas de geoprocessamento para identificação de áreas sujeitas a inundação e proposição de rotas de fuga. A partir da análise dos veículos de mídia, foi possível identificar os pontos das áreas de risco. Por meio dessas informações, foi possível comprovar os locais mais crônicos e recorrentes com relação às inundações com o transbordamento da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga. Além disso, o emprego de recursos através do software *ArcGis* permitiu identificar áreas potencialmente sujeitas a inundações. A atividade de campo também permitiu identificar estabelecimentos públicos e privados, como escolas e igrejas, que podem ser utilizados como pontos de apoio e refúgio para a população atingida pelas inundações nessa área. Como resultados, identificou-se sete locais como abrigos emergenciais e foram mapeados os trechos das rotas de fuga. Além disso, elaborou-se placas de sinalização para essas rotas e pontos de apoio. Busca-se, com essa pesquisa, oferecer informações para futuros projetos de auxílio às vítimas desses eventos, propor treinamento e simulações de deslocamento a esses pontos, possibilitando medidas mitigadoras aos impactos causados a elas, com a presença de rotas de fuga e abrigos emergenciais.

Palavras-chave: Córrego Ipiranga. Zona da Mata. Inundações. Arquitetura de refúgio.

## ABSTRACT

Brazil experienced significant urban population growth in the 20th century. This accelerated process occurred mainly after the 1960s and, as a result, the population has inadequate infrastructure. The overload of this infrastructure has negative consequences, especially in relation to water resources, including storm drainage. Brazil is one of the countries that suffers most from extreme events, and floods are the most devastating, with one in three tragedies in Brazil falling into this category. According to the Civil Defense, flood records in the municipality of Juiz de Fora (MG) increase annually. In this context, the research aims to observe the impacts caused in the lower course of the Ipiranga Stream Hydrographic Basin, in the Santa Luzia neighborhood, in Juiz de Fora and in the lives of residents, and, with this, propose escape routes to emergency shelters, where victims can be accommodated in the event of incidents. The methodology is based on five stages: literature review; collection of data and photographs related to locations subject to flooding; identification of critical points; application of geoprocessing techniques to identify areas subject to flooding and propose escape routes. Based on the analysis of media outlets, it was possible to identify the points of the risk areas. Through this information, it was possible to confirm the most chronic and recurrent locations in relation to flooding with the overflow of the Ipiranga River Basin. In addition, the use of resources through the ArcGis software allowed the identification of areas potentially subject to flooding. The field activity also allowed the identification of public and private establishments, such as schools and churches, which can be used as support and refuge points for the population affected by the floods in this area. As a result, seven locations were identified as emergency shelters and the sections of the escape routes were mapped. In addition, signage was created for these routes and support points. This research seeks to provide information for future projects to assist victims of these events, propose training and simulations of displacement to these points, enabling mitigating measures to the impacts caused to them, with the presence of escape routes and emergency shelters.

Keywords: Córrego Ipiranga. Zona da Mata. Floods. Refuge architecture.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Municípios com instrumentos de gestão de riscos (%)	15
Figura 2	– Localização das regiões de Juiz de Fora (MG)	20
Figura 3	– Principais vetores de crescimento da malha urbana de Juiz de Fora	21
Figura 4	– Lei Complementar nº 082/2018, Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora: rede de estruturação e transformação urbana	22
Figura 5	– Microbacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga	23
Figura 6	– Cachoeirinha, atualmente Bairro Santa Luzia, em Dezembro de 1955	27
Figura 7	– Córrego Ipiranga (Rua Ibitiguaia) entre 1950 e 1960	28
Figura 8	– Córrego Ipiranga (Rua Ibitiguaia) em 1965	28
Figura 9	– Mapa de uso e ocupação da área em estudo: baixo curso do Córrego Ipiranga	29
Figura 10	– Mortes por excesso de chuva no Brasil	31
Figura 11	– Representação gráfica da diferença do conceito de enchente e inundação	33
Figura 12	– Abrigo temporário para vítimas das inundações em Salvador	38
Figura 13	– Abrigo temporário para vítimas das inundações no Rio Grande do Sul em maio de 2024	39
Figura 14	– Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	40
Figura 15	– ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis	41
Figura 16	– Localização das áreas de risco (P01)	48
Figura 17	– Localização das áreas de risco (P02)	49
Figura 18	– Localização das áreas de risco (P03)	49
Figura 19	– Localização das áreas de risco (P04)	50
Figura 20	– Localização das áreas de risco (P05)	50
Figura 21	– Localização das áreas de risco (P06)	51
Figura 22	– Localização das áreas de risco (P07)	51
Figura 23	– Localização das áreas de risco (P08)	52
Figura 24	– Localização das áreas de risco (P09)	52

Figura 25	– Localização das áreas de risco (P10).....	53
Figura 26	– Localização das áreas de risco (P11).....	53
Figura 27	– Localização das áreas de risco (P12).....	54
Figura 28	– Localização das áreas de risco (P13).....	54
Figura 29	– Localização das áreas de risco (P14).....	55
Figura 30	– Localização das áreas de risco (P15).....	55
Figura 31	– Localização das áreas de risco (P16).....	56
Figura 32	– Localização das áreas de risco (P17).....	56
Figura 33	– Indicação dos pontos afetados e fotografia feita <i>in loco</i> de placa informativa da Defesa Civil.....	57
Figura 34	– Análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada.....	67
Figura 35	– Análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada com os pontos afetados de acordo com os veículos de mídia.....	68
Figura 36	– Localização dos abrigos emergenciais.....	72
Figura 37	– Localização dos abrigos emergenciais.....	73
Figura 38	– Rotas de fuga até os abrigos emergenciais.....	74
Figura 39	– Rotas de fuga até os abrigos emergenciais.....	74
Figura 40	– Número de placas de rotas de fuga por trecho.....	75
Figura 41	– Número de placas de rotas de fuga por trecho.....	76
Figura 42	– Número de placas de rotas de fuga por trecho.....	76
Figura 43	– Indicação das placas dos pontos de encontro.....	77
Figura 44	– Indicação das placas dos pontos de encontro.....	78
Figura 45	– Indicação das placas dos pontos de encontro.....	78
Figura 46	– Indicação dos mapas informativos.....	79
Figura 47	– Indicação dos mapas informativos.....	80
Figura 48	– Indicação dos mapas informativos.....	80
Quadro 1	– Síntese de características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga.....	24
Quadro 2	– Notas da altimetria, declividade e uso e cobertura do solo em relação ao favorecimento de inundações.....	44

Quadro 3	– Coleta de dados sobre as inundações através dos veículos de mídia .....	47
Quadro 4	– Comparativos dos pontos em episódios de alagamento e na estação seca.....	58
Quadro 5	– Imagens dos possíveis abrigos emergenciais e a localização.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Pesos utilizados para cada mapa base na elaboração do análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações.....	45
----------	---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CESAMA	Companhia de Saneamento Municipal
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
CRIPs	Centros de Relações Institucionais e Participativas de Porto Alegre
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGCE/DGA	Instituto de Geociências e Ciências Exatas/ Departamento de Geologia Aplicada
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ODM	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PAEB	Plano de Ação de Emergência para Barragens
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PSB	Plano de Segurança de Barragem
PSB/JF	Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora
SAS	Assistência Social das Subprefeituras
SISEMA	Sistema Estadual do Meio Ambiente
ZAP	Zona de Atendimento Prioritário
ZAS	Zonas de Autossalvamento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1	TRANSFORMAÇÕES URBANAS E A SOCIEDADE DO RISCO.....	17
2.1.1	<b>Localização e caracterização do município de Juiz de Fora (MG).....</b>	<b>19</b>
2.1.2	<b>Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga.....</b>	<b>22</b>
2.1.2.1	<i>Caracterização da área de estudo: baixo curso do Córrego Ipiranga.....</i>	<i>25</i>
2.2	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS.....	29
2.2.1	<b>Eventos extremos pluviométricos.....</b>	<b>32</b>
2.2.1.1	<i>Inundações.....</i>	<i>32</i>
2.3	METODOLOGIAS DE ROTAS DE FUGA.....	33
2.4	ARQUITETURA DE REFÚGIO E OS ABRIGOS EMERGENCIAIS.....	36
2.5	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS).....	39
2.5.1	<b>Cidades e comunidades sustentáveis.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>42</b>
3.1	SEGUNDA ETAPA: ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES.....	43
3.2	TERCEIRA ETAPA: COLETA DE DADOS E FOTOS NOS VEÍCULOS DE MÍDIA.....	45
3.3	QUARTA ETAPA: LOCALIZAÇÃO E MARCAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO (VISITA IN LOCO).....	48
3.3.1	<b>Comparativos das imagens durante o transbordamento e o período sem chuva.....</b>	<b>57</b>
3.4	DESCRIÇÃO E REPRESENTAÇÃO DAS ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO/ABRIGOS EMERGENCIAIS.....	63
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>66</b>
4.1	ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES.....	66
4.2	POSSÍVEIS ABRIGOS EMERGENCIAIS.....	69

4.3	INDICAÇÃO DAS ROTAS DE FUGA.....	73
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO A – Lei Complementar nº 082/2018, Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora: rede de estruturação e transformação urbana.....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou um crescimento significativo da população no contexto urbano, sendo a taxa de 76%, depois da década de 60. Este processo acelerado ocorreu depois da década de 1960, e como consequência tem-se uma população com uma infraestrutura inadequada, segundo Tucci (1997).

Nesse Contexto, Santos (1993) esclarece:

Desse modo, deve ser tentada uma pequena teoria da urbanização brasileira como processo, como forma e como conteúdo dessa forma. O nível da urbanização, o desenho urbano, as manifestações das carências da população são realidade a ser analisada à luz dos subprocessos econômicos, políticos e socioculturais, assim com das realizações técnicas e das modalidades de uso do território nos diversos momentos históricos. Os nexos que esses fatores mantêm em cada fase histórica devem permitir um primeiro esforço de periodização que deve iluminar o entendimento do processo. O período presente será estudado como um resultado da evolução assim descrita e será dada ênfase às suas principais características (Santos, 1993, p. 11).

Os principais problemas relacionados com a infraestrutura e a urbanização nos países em desenvolvimento, com destaque para a América Latina, são: grande concentração populacional em pequena área, aumento da periferia e urbanização espontânea. E os principais problemas relacionados com a infraestrutura de água no ambiente urbano são: falta de tratamento de esgoto, ocupação do leito de inundação ribeirinha, deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes, impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão, de sua frequência e a não implementação da rede de drenagem urbana, de acordo com Tucci (2008).

Sabemos que as cidades atuais apresentam adversidades sociais, econômicas e ambientais, sobretudo, nos países em desenvolvimento. Com isso, as discrepâncias sociais e a insuficiência de recursos financeiros e técnicos para a minimização das problemáticas de infraestrutura urbana e de gerenciamento ambiental são reforçados, de acordo com Gorski (2010).

Os rios urbanos, que já vinham passando por grandes transformações – em especial a partir da intensa urbanização ocorrida após a década de 1950 -, tem sua condição de deterioração agravada pela

precariedade do saneamento básico, pela crescente poluição ambiental, pelas alterações (pontuais ou no âmbito da bacia hidrográfica) da condição hidrológica e morfológica, bem como pela ocupação irregular de suas margens (Gorski, 2010, p. 23).

Conforme estudos divulgados pela organização não governamental *World Resources Institute* (1992), a sobrecarga da infraestrutura urbana apresenta as consequências negativas desse processo referente aos recursos hídricos, como o abastecimento de água, transporte, tratamento de esgotos e drenagem pluvial.

Entre 1985 e 1999, as inundações foram responsáveis por 53% das mortes causadas por catástrofes naturais no mundo, o correspondente a cerca de 302.084 mortes. No mesmo período, os prejuízos causados por inundações corresponderam a 29% dos prejuízos causados por catástrofes naturais, o equivalente a US\$ 275 bilhões (Berz, 2000).

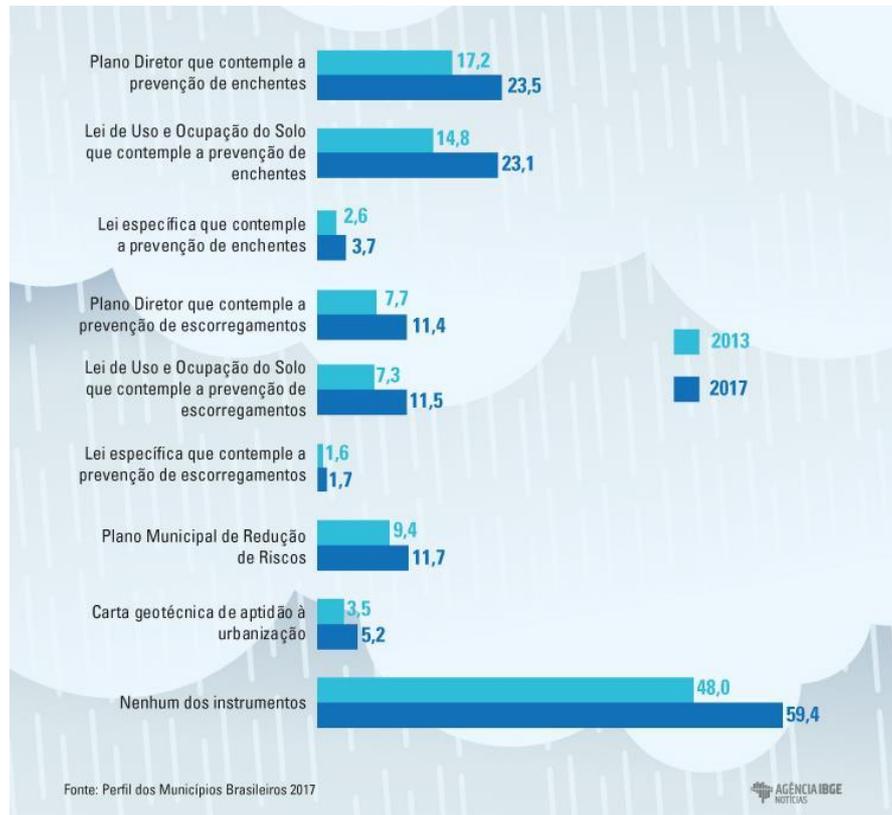
Em concordância com o relatório da Organização Meteorológica Mundial e do Escritório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2021), nos últimos 50 anos as mudanças climáticas e os eventos extremos causaram um aumento nos desastres ambientais. Entre os anos de 1970 a 2019 esses desastres foram responsáveis por 45% das mortes reportadas. Mais de 11 mil desastres registrados foram decorrentes de eventos climáticos, totalizando 2 milhões de mortes e observa-se que mais de 91% dessas mortes ocorreram em países em desenvolvimento.

Segundo matéria disponibilizada pela Câmara dos Deputados (2012), no Brasil acontece muitas catástrofes climáticas, sendo o sexto país do mundo a sofrer com estes eventos extremos. A partir destas informações, as inundações são as mais devastadoras, sendo que uma em cada três tragédias no Brasil enquadra-se nesta categoria, foram mais de 10 mil registros entre 1991 e 2010. A matéria ainda ressalta que considerando tragédias futuras, existe uma tendência, através de ações da Organização das Nações Unidas (ONU), em efetivar medidas de mitigação e prevenção.

Mais da metade dos municípios brasileiros (59,4%) não apresentam medidas de gerenciamento de riscos. Somente 25% possuem Planos Diretores com prevenções de inundações e enxurradas e 23% contemplam Lei de Uso de Ocupação do Solo prevendo esses eventos, como mostra a Figura 1. Dos municípios com mais

de 500 mil habitantes, 93% foram atingidos por alagamentos, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018).

Figura 1: Municípios com instrumentos de gestão de riscos (%)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acesso em: jul. 2022.

Em concordância com dados disponibilizados pela Defesa Civil (2024), Ao longo dos últimos 5 anos, a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil registrou um total de 33 ocorrências de inundações, conforme lista a seguir: 2019 – 1 registro; 2020 – 7 registros; 2021 – 2 registros; 2022 – 1 registro; 2023 – 22 registros. Destaca-se que as ocorrências acima relatadas contemplam todo o território do Município de Juiz de Fora-MG.

Compreendendo as informações acima, é de extrema importância o estudo aprofundado acerca dos eventos extremos que acarretam as inundações, tendo em vista a relação da ação antrópica através do processo do crescimento urbano. Busca-se nessa pesquisa oferecer informações para futuros projetos de auxílio às vítimas

desses eventos, possibilitando medidas mitigadoras aos impactos causados à elas, com a presença de rotas de fuga e locais para abrigos emergenciais. Será analisando o recorte espacial do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Nesse sentido, tendo em vista o processo de crescimento da cidade e, sobretudo do bairro Santa Luzia e sua relação com os eventos pluviométricos extremos, os quais são responsáveis pelas ocorrências de inundação no bairro, a pesquisa visa identificar a área de inundação em parte da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga, no bairro Santa Luzia, em Juiz de Fora e na vida dos moradores e, com isso, propor rotas de fuga para abrigos emergenciais, onde as vítimas poderão ser acolhidas desses incidentes.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Averiguar o potencial de inundação da área delimitada, através da análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações;
- Analisar quais são os pontos críticos nas proximidades do Córrego Ipiranga, ou seja, os mais atingidos pelas inundações;
- Traçar rotas de fuga para que a população local tenha orientação, apresentando maior segurança;
- Mapear possíveis abrigos emergenciais para as vítimas desses desastres, como redução das consequências.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo contempla os seguintes tópicos, para a compreensão do tema em questão:

### 2.1 TRANSFORMAÇÕES URBANAS E A SOCIEDADE DO RISCO

Como processo de urbanização, estabelece uma necessidade de domesticação da paisagem e dominação da água, presente em meados do século V a.C., nas proximidades do Rio Nilo, onde existiam as primeiras vilas com sistemas de irrigação, momento em que o homem regula o acesso ao uso da água, conforme posto por Ghisleni (2021).

Séculos mais tarde, com o crescimento exacerbado, vilas se tornaram grandes cidades e os rios, em meio ao caos urbano, passaram a sofrer com os conflitos dessa proximidade. A revolução industrial foi um período determinante para que os primeiros impactos das práticas poluidoras atingissem os leitos. Além disso, a diminuição da permeabilidade do solo e da vegetação ribeirinha fizeram com que os níveis da água oscilassem, ocasionando períodos de cheias e inundações. Neste processo, muitas cidades passaram a dar as costas para os rios, classificando-os como espaços insalubres (Ghisleni, 2021).

Davis (2006), assim como outros autores, afirma que a existência das cidades precede o capitalismo. No entanto, assim como ele, as cidades também mudam. Mudam ao ponto que é impossível pensá-lo (o capitalismo) sem elas.

Especificidades no processo de urbanização acompanham as diferentes fases do capitalismo colonial-industrial ou global financeiro nos países centrais ou periféricos. Ao longo da primeira década do século XXI o mundo passou a ser predominantemente urbano e essa crescente concentração de população nas cidades traz novas características para as sociedades e para a humanidade (Davis, 2006).

De acordo Santos (2008, p. 6), as modificações estruturais, sobretudo no que tange a economia, vão se transformando com a predominância dos setores secundário e terciário sobre o primário, mudando a organização demográfica em relação à concentração e adensamento no meio urbano.

Portanto, como destaca Chaves (2010), existe uma relação entre a potencialização dos riscos ambientais com o ambiente urbano construído, além da relação com as ocupações humanas nas áreas urbanas em locais onde apresentam fatores de intensificação de escorregamentos, inundações, entre outros eventos relacionados.

A necessidade do desenvolvimento de novas formas de distribuição espacial surge principalmente com o aumento da aglomeração da população em uma determinada região. A crescente presença do automóvel nos centros urbanos torna-se um fator determinante no funcionamento das cidades, como consequência, a cada dia surgem novas necessidades de criações ou intervenções na malha existente. Dessa forma, as vias vão sendo concebidas e dimensionadas com base em diferentes critérios e escalas. Essas, por vezes, criam conexões, potencializam ocupações e são estruturadoras do espaço, mas, por outro lado, quando mal planejadas, podem tornar-se barreiras fortíssimas à vivência urbana (Araújo, 1998).

A expansão das cidades e industrialização marcou a urbanização baseado nas premissas da arquitetura modernista, resultando na diminuição da qualidade do ambiente construído e da qualidade de vida das pessoas, como expõe Filho, Ribeiro e Nascimento (2017).

O historiador Oliveira (1966) relata a origem do município de Juiz de Fora da seguinte forma:

Sítio ou Fazenda do Juiz de Fora no século XVIII, Vila de Santo Antônio do Paraibuna em 1850, Cidade do Paraibuna em 1856, a localidade e toda a região da qual ficou sendo o centro voltaram a ter a primitiva denominação em 1865, quando o art. 13 de uma lei provincial de 19 de dezembro determinou: “A Cidade do Paraibuna denominar-se-á Cidade do Juiz de Fora” (Oliveira, 1996, p. 63).

Embora ainda seja considerada uma cidade importante para a economia do estado, Juiz de Fora teve maior relevância na transição do século XIX para o XX, graças ao grande crescimento econômico gerado pela cultura do café e pelo pioneirismo na industrialização, motivo que, à época, rendeu à cidade a alcunha de Manchester Mineira. No início do século XX, Juiz de Fora contava com uma área de influência que abrangia toda a Zona da Mata mineira e ainda outros estados do país, o que decorreu, inicialmente, de sua localização estratégica no período de extração aurífera no estado e, a partir de 1850, da intensificação da cultura cafeeira na região.

Porém, foi no contexto da industrialização e das reformas urbanas promovidas no Brasil, na passagem do século XIX para o XX, que a cidade teve seu auge econômico e populacional (Brandão et al., 2021).

O município integra importante malha viária de acesso aos principais mercados consumidores e produtores brasileiros, aos potenciais fornecedores e aos principais terminais marítimos da região Sudeste. Entre os setores mais aquecidos da economia local, destacam-se a indústria, o comércio e o de serviços. A contribuição do setor industrial é da ordem de 34% do Produto Interno Bruto (PIB) da microrregião e advém de seu diversificado parque produtivo, o qual conta com empresas do setor automotivo, têxtil e vestuário, metalúrgico, químico e alimentar. Entre as empresas mais representativas estão: Mercedes Benz, Belgo Mineira, White Martins, Quirela Química do Brasil, Paraibuna de Metais e Laticínios Candido Tostes. Salienta-se, ainda, o setor da construção civil, que tem grande importância na cidade (Brandão et al., 2021).

### **2.1.1 Localização e caracterização do município de Juiz de Fora (MG)**

Para que se compreenda a consolidação do ambiente urbano e as consequências provenientes desse crescimento, bem como os desastres ambientais, é fundamental a menção da caracterização e desenvolvimento espacial e urbano do município de Juiz de Fora (figura 2).

Figura 2: Localização das regiões de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Criado pela autora.

O município de Juiz de Fora se encontra localizado na mesorregião da Zona da Mata mineira, a aproximadamente  $21^{\circ}41'40''$  de latitude sul e  $43^{\circ}20'40''$  de longitude oeste, em um planalto cristalino, assentado sobre rochas do pré-cambriano inferior, constituindo a série Juiz de Fora” (Martins, 1996), compreendida na Região da Mantiqueira Setentrional.

De acordo com Ab’Saber (2003), o município encontra-se no domínio morfoclimático dos mares de morro florestados. Com médias altimétricas que variam entre 700 a 900 metros, Juiz de Fora tem seu ponto mais alto a 1.000 metros de altitude próximo a Serra dos Cocais e os mais baixos variam entre 650 a 750 metros de altitude, correspondendo estes ao fundo do vale do Rio Paraibuna (PDDU, 1999).

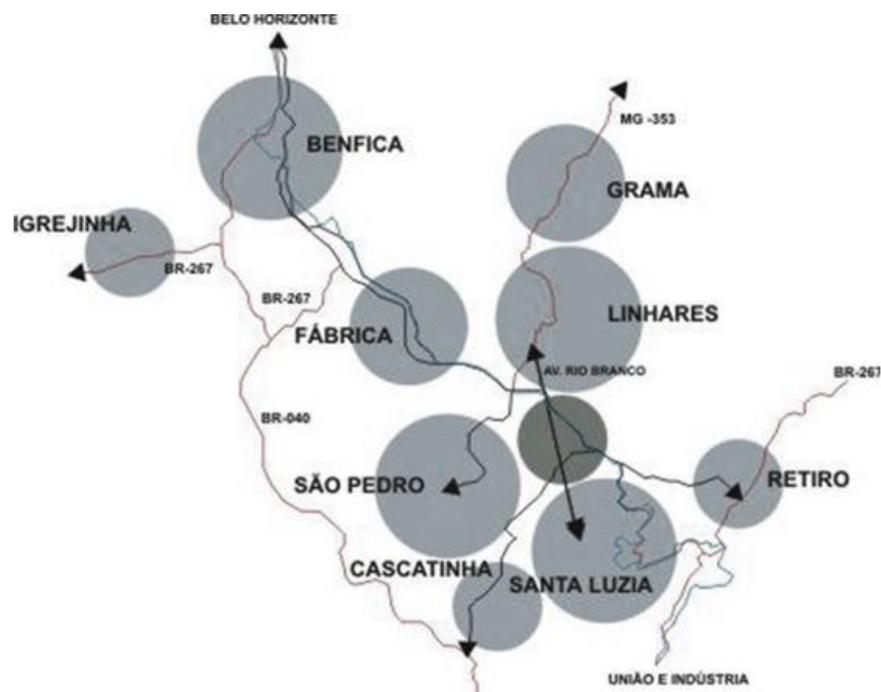
Juiz de Fora está localizada na Unidade Serrana da Zona da Mata, pertencente à Região Mantiqueira Setentrional. Essa região distingue-se por ser montanhosa. O perímetro urbano do Município insere-se totalmente no curso médio do rio Paraibuna. Juiz de Fora está contida na bacia do Médio Paraibuna, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul, e seu perímetro urbano é drenado por 156 sub-bacias de diversas dimensões (CESAMA, s.d.).

A configuração da rede hidrográfica do município contribuiu para o processo de ocupação urbana: “ao longo de seus terraços, se desenvolvem terrenos de declividade menos acidentada, como as únicas áreas favoráveis a ocupação em meio a uma topografia agressiva” (Martins, 1996).

De acordo com os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), em 2010 o município de Juiz de Fora possuía 516.247 habitantes e em 2023 apresentou um crescimento no quantitativo populacional, atingindo 540.756 habitantes. Deste modo, a cidade apresenta um aumento significativo na expansão urbana, sendo considerada a quarta cidade mais populosa de Minas Gerais.

De acordo com os vetores de crescimento da malha urbana da cidade de Juiz de Fora abaixo (Figura 3), observa-se que as regiões que mais cresceram foram: Benfica, Linhares, São Pedro e Santa Luzia.

Figura 3: Principais vetores de crescimento da malha urbana de Juiz de Fora

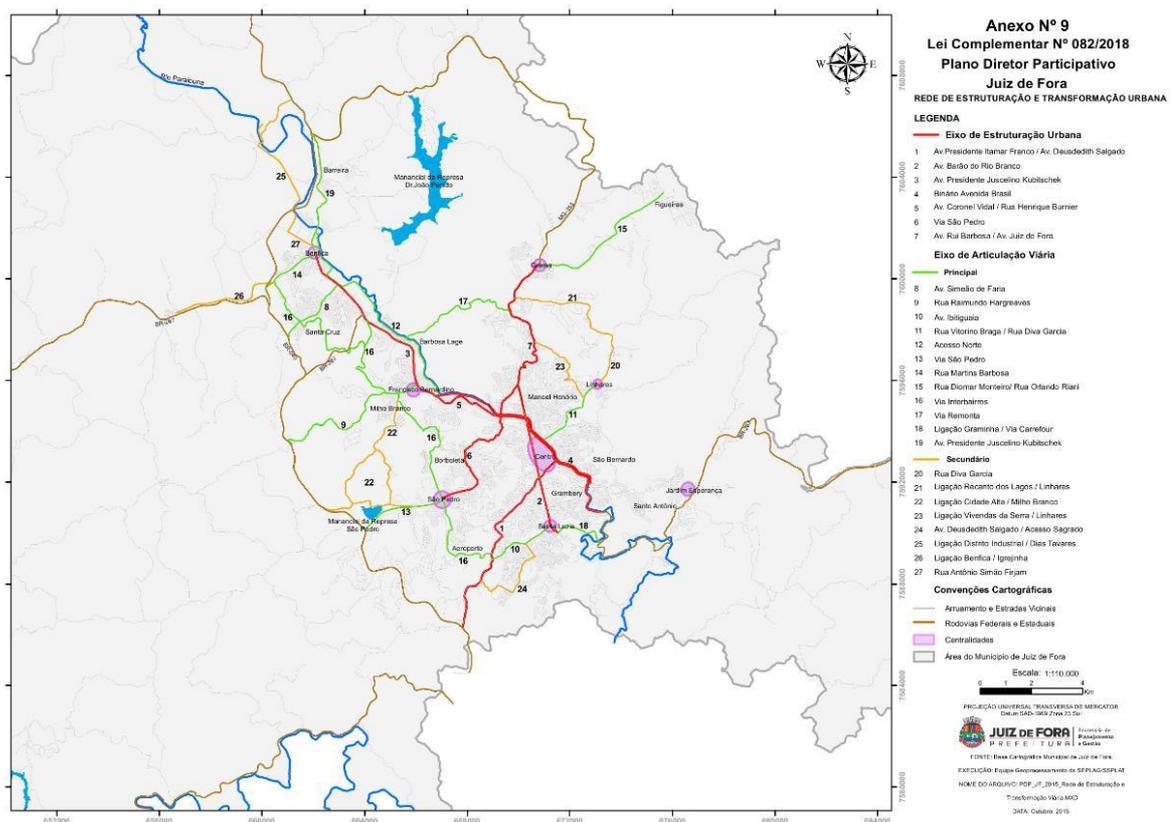


Fonte: Adaptado de Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) - Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, 2000.

A partir do Anexo nº 9 do Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora, do ano de 2018, da Lei Complementar Nº 082/2018 (figura 4), apresenta a rede de estruturação e transformação urbana, que identifica e classifica as vias e centralidades no

município. Nesse mapeamento considera-se o bairro Santa Luzia (sendo objeto de estudo a partir da delimitação da área) como uma das centralidades do Município, e pertencente ao eixo de estruturação urbana através da Avenida Barão do Rio Branco e também ao eixo principal de articulação viária (ANEXO A).

Figura 4: Lei Complementar nº 082/2018, Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora: rede de estruturação e transformação urbana

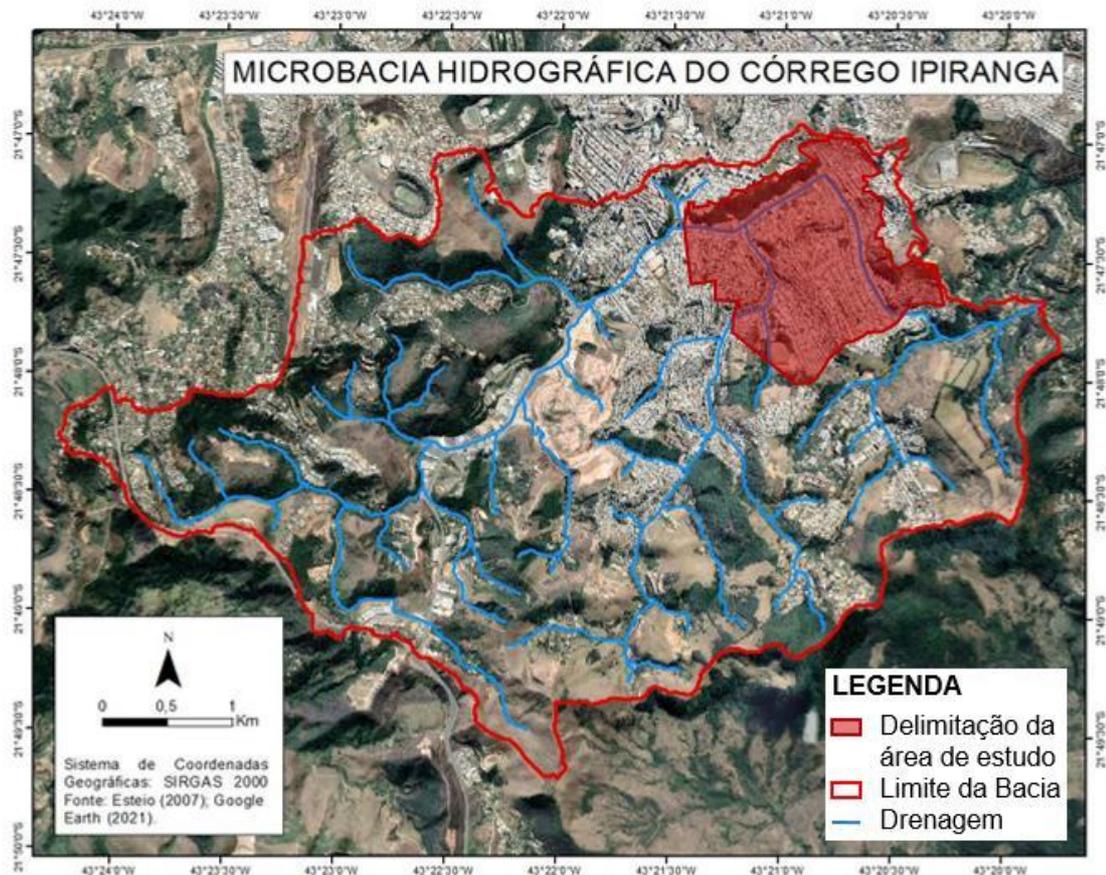


Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora, 2018.

### 2.1.2 Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga

A micro bacia do córrego Ipiranga tem uma área de aproximadamente 21 hectares e o rio principal tem aproximadamente 10.300 metros de extensão. A geomorfologia do local tem amplitudes de 200 m e fica na área do Complexo Juiz de Fora (Silva e Machado, 2011) (figura 5).

Figura 5: Microbacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga



Fonte: Adaptado de Gama, 2021. Acesso em: mai. 2024.

De acordo com afirmação de Martins (2014), a Bacia possui altitudes elevadas, chegando a 970m em seu ponto mais alto e apresenta declividades compreendidas, em sua maior parte, no intervalo de  $0^\circ$  a  $30^\circ$ , podendo chegar a mais de  $45^\circ$  em alguns pontos.

Segundo pesquisa de Gerheim (2016), a Densidade de Drenagem da Bacia é de  $2,3 \text{ km/km}^2$ , classificada como alta, demonstrando que a Bacia é bem drenada, ou seja há presença de características geomorfológicas, pedológicas e/ou vegetacionais que não favorecem a infiltração da água no solo. O escoamento superficial da água é rápido, podendo ocasionar picos elevados nos hidrogramas de enchente.

Além disso, Gerheim (2016), afirma que ela apresenta um Índice de Circularidade de 0,5, conseqüentemente uma maior probabilidade de ocorrências de enchentes e inundações. O Gradiente Altimétrico também é mais elevado, gerando um fluxo mais rápido das águas, concentrando-se a jusante, possibilitando maior

probabilidade de transbordamento, como mostra no quadro 1 algumas características morfométricas:

Quadro 1: Síntese de características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga

<b>CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA</b>	<b>VALORES</b>
Área da bacia (km <sup>2</sup> )	20,7
Perímetro da bacia (km)	22,81
Comprimento do Córrego Ipiranga	8,3
Comprimento do rio principal (km)	9,9
Comprimento total dos canais (km)	47,55
Densidade de drenagem (Dd)	2,3
Qualificação da Dd	Alta
Índice de Circularidade (Ic)	0,5
Ponto de menor elevação do canal principal	659
Ponto de maior elevação do canal principal	851
Gradiente altimétrico	19

Fonte: Adaptado de Gerheim, 2016.

Atualmente, de acordo com Silva e Machado (2011), encontram-se irregularidades ambientais provocadas pela ação antrópica no córrego Ipiranga, como descarte de lixo em local inapropriado, desmatamento contribuindo para a erosão, entre outros pontos. Além disso, as ocupações irregulares e desordenadas, bem como o não cumprimento das leis, contribuíram para a intensificação desses impactos.

A lei que determina esses parâmetros referentes ao descarte inadequado de lixo é a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, nº 12.365/10, porém antecedendo a ela, já havia a proibição pelo Código Nacional de Saúde por intermédio da Lei 2.313/54 e reforçada no ano de 1981 pela Política Nacional do Meio Ambiente, de acordo com Brasil (2010).

Conforme Brasil (1998), para a proibição e criminalização do desmatando tem-se algumas leis, como a de nº 9.605/98, nº 11.284/06 (Brasil, 2006), e atualmente tramita na Câmara dos Deputados o projeto de Lei 2.258/23, chamada de “Desmatamento Zero”, proibindo o corte de vegetação nativa, em todo território

nacional. Além disso, o município de Juiz de Fora sancionou a Lei nº 9.896/00 através do Código Ambiental Municipal.

No que refere-se à diretrizes gerais da política urbana tem-se a Lei 10.257 de 10 de julho de 2001, e esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, define normas de interesse comunitário e ordem pública que controlam a utilização de propriedades urbanas, o benefício coletivo, a segurança e o conforto dos habitantes, além da preservação ambiental.

#### *2.1.2.1 Caracterização da área de estudo: baixo curso do Córrego Ipiranga*

A região Sul do município, no ano de 2000, apresentava uma população de 52.984 habitantes, com a densidade demográfica de 17,55 hab/ha e as concentrações populacionais situavam-se principalmente em Santa Luzia, com 110,4 hab/ha, seguido do bairro Cascatinha (73 hab/ha), Ipiranga (70,2 hab/ha) e Santa Efigênia (66,7 hab/ha), em concordância com Tasca (2022). Sendo Santa Luzia e Ipiranga bairros delimitados pela área estudada.

A região alvo deste trabalho, o baixo curso do Córrego Ipiranga, se localiza na região Sul da cidade de Juiz de Fora. Distante cerca de 4 km da área central da cidade, o potencial imobiliário dos bairros dessa região despontou nos últimos anos com a chegada de prédios comerciais e residenciais.

A escolha dessa área para estudo foi motivada pelo grande adensamento populacional da região, que a torna um ponto crítico para análise urbana e ambiental. Com a maior concentração populacional, as questões de infraestrutura e planejamento urbano se tornam ainda mais relevantes, influenciando na qualidade de vida e a resiliência do ambiente urbano. Além disso, essa região se destaca como uma maior área de alagamento, um fator que intensifica a necessidade de estudos detalhados para desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação frente aos desafios climáticos e às inundações frequentes.

Essa é a área a mais noticiada quando se trata de inundações, o que ressalta uma maior coleta de dados referente à esse local, além de ser também um grande centro comercial, portanto, a escolha dessa área é fundamental para compreender as dinâmicas complexas envolvidas.

O bairro Santa Luzia teve um processo de revitalização desde que foi iniciada a mudança de zoneamento na área central, um dos fatores que contribuiu para a atração de novos investimentos. No entanto, o local ainda carece de atenção do poder público, para resolver problemas antigos, de modo a melhorar a qualidade de vida (saúde, saneamento, segurança, etc.) dos moradores (PSB/JF 2022).

Uma das principais micro bacias do município de Juiz de Fora, sendo objeto de estudo para a discussão de problemáticas relacionadas à drenagem, é a do Córrego Ipiranga devido, principalmente, ao acumulado de ocorrências referentes a inundações.

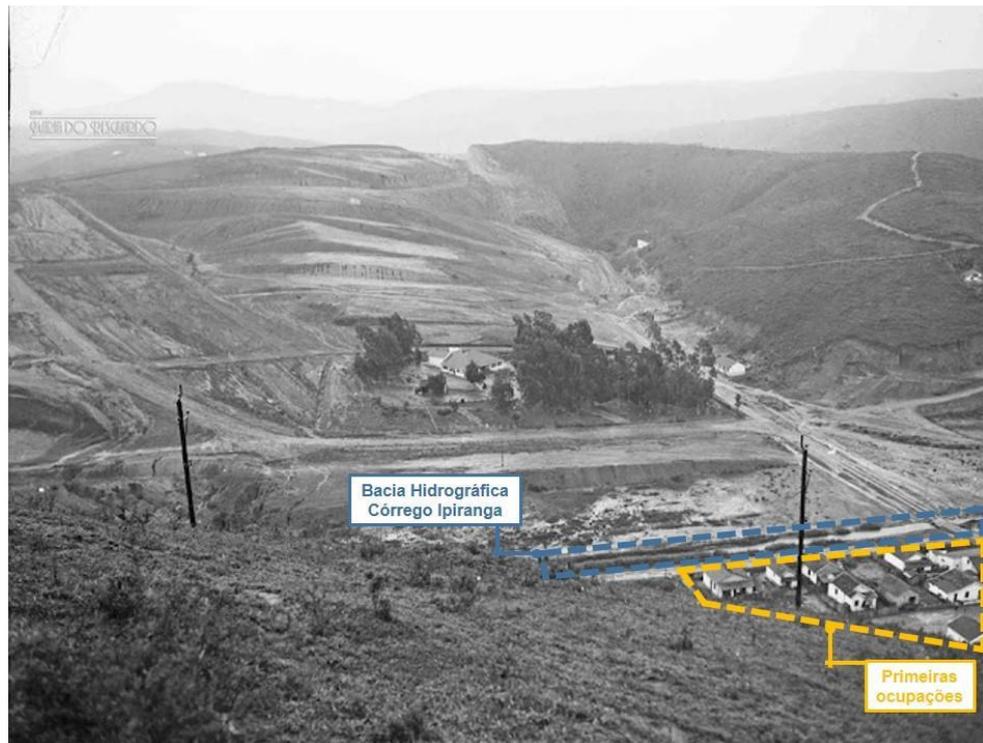
De acordo com Martins (2014), o processo de urbanização da Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga iniciou em 1930, na antiga Fazenda Cachoeirinha, época em que não havia instrumentos legais para garantir a manutenção sustentável da vegetação arbórea, principalmente no entorno de cursos hídricos (Moura, 2016) (Figura 6).

Essa lacuna legal pode ter colaborado para que a especulação imobiliária reduzisse as áreas verdes com processos acelerados de urbanização não planejada e, conseqüentemente, ocupasse áreas sujeitas a inundações. Para gerenciar a crise sanitária na região, o poder municipal promoveu canalizações, rebaixamentos e retificações de córregos – ações que tornaram o bairro ainda mais cobiçado por novos moradores e que acentuaram a impermeabilização do solo, os processos erosivos (o tipo de solo da região, o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd28), se caracteriza por apresentar maior susceptibilidade à erosão (Amaral et al., 2004) e a degradação da vegetação ribeirinha (Martins, 2014).

O processo de urbanização nessa região – inclusive sobre áreas de preservação – ganhou maior fôlego a partir dos anos 2000, principalmente no bairro Santa Luzia, devido à sua proximidade com a região central do município e à variedade de equipamentos urbanos disponíveis na região para atender à população, com a Unidade de Pronto Atendimento (UPA), áreas de lazer, comércio e serviços diversificados. A tendência é que novos empreendimentos geradores de adensamento urbano continuem a ser instalados nos bairros próximos ao bairro Santa Luzia, acentuando o fluxo de pessoas e automóveis na região – fato que é, inclusive, incentivado pelo poder público ao reclassificar algumas vias, adotando zoneamento mais permissivo a construções (Martins, 2014).

De acordo com Carvalho (2023), existem projetos urbanos para outras localidades, comprometendo a cabeceira do canal da bacia e matas das proximidades. Portanto faz-se necessário organizar e ordenar as novas ocupações a fim de conservar a vegetação existente.

Figura 6: Cachoeirinha, atualmente Bairro Santa Luzia, em Dezembro de 1955



Fonte: Adaptado de Maria do Resguardo. Acesso em: out. 2023.

Ainda em concordância com Martins (2014), após dez anos, em 1940, iniciou-se a delimitação dos loteamentos no local, comercializados sem infraestrutura sanitária adequada, dando início à ocupação irregular nas margens do Córrego e o aparecimento de problemas de saúde nos moradores. As obras de saneamento foram realizadas com a finalidade de minimizar os problemas sanitários (retificações, canalizações e rebaixamento de córregos). Com isso, “geraram retiradas de mata ciliar, a desconfiguração do escoamento superficial, diminuição da infiltração, facilidade maior de erosão, impermeabilização do solo, entre outras modificações” (Martins, 2014).

As imagens abaixo (figuras 7 e 8), apresenta o cenário pretérito, entre os anos de 1950 e 1970, destacando-se o início do adensamento da ocupação humana, principalmente nas margens da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga.

Figura 7: Córrego Ipiranga (Rua Ibitiguaia) entre 1950 e 1960



Fonte: Maurício Resgatando o passado. Acesso em: out. 2023.

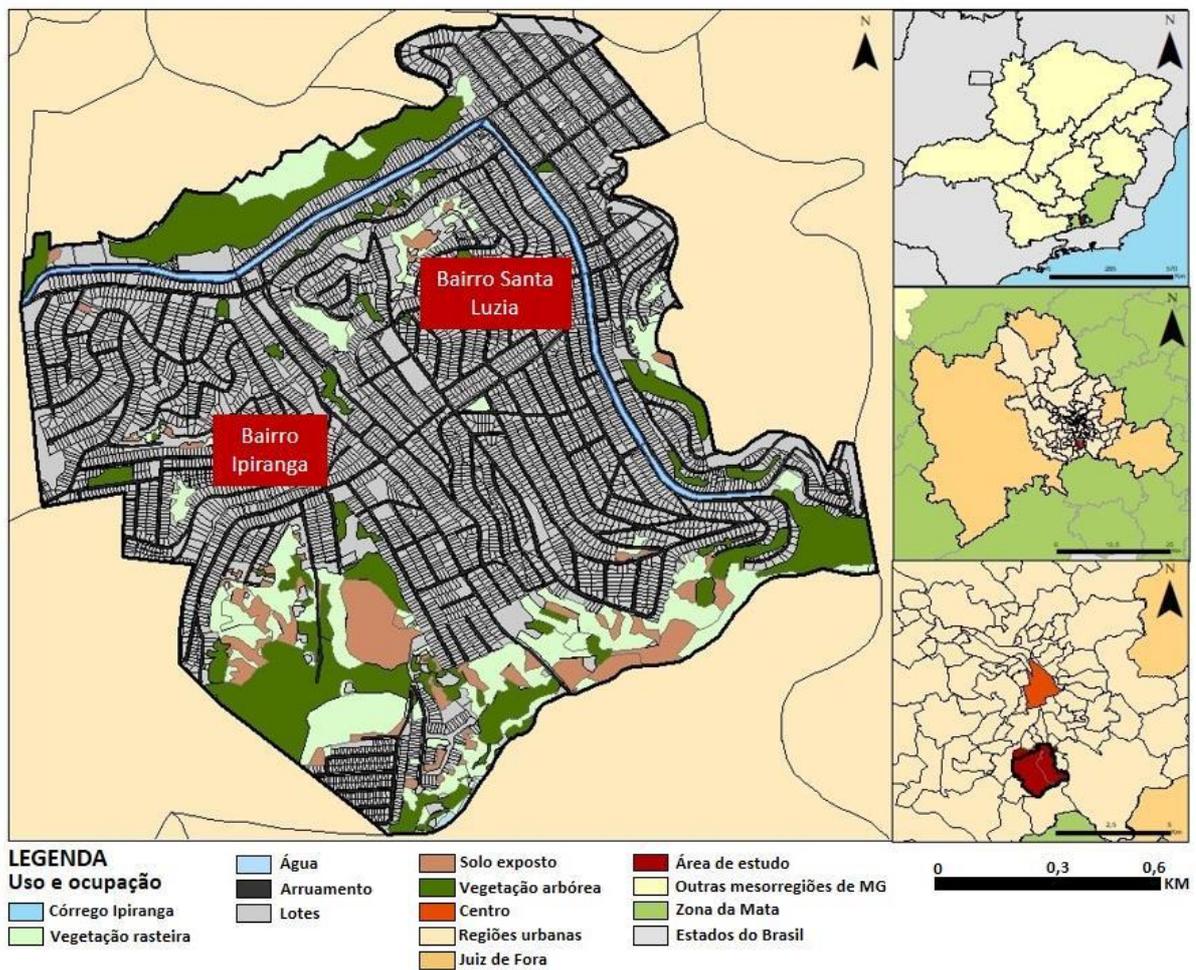
Figura 8: Córrego Ipiranga (Rua Ibitiguaia) em 1965



Fonte: Maurício Resgatando o passado. Acesso em: out. 2023.

No mapeamento a seguir (Figura 9), pode-se observar um grande adensamento demográfico na delimitação da área de estudo, principalmente nos bairros Santa Luzia e Ipiranga. Verifica-se também que é uma área com pouca vegetação rasteira e arbórea, impossibilitando a infiltração da água no solo.

Figura 9: Mapa de uso e ocupação da área em estudo: baixo curso do Córrego Ipiranga



Fonte: Criado pela autora.

Segundo a Prefeitura de Juiz de Fora (PJF) (1996), através do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, o bairro Santa Luzia é uma das mais adensadas por evidenciar um núcleo de comércio e serviços, em meio a um predomínio de uso residencial.

## 2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Enquanto componente da condição ambiental e contribuinte da qualidade de vida no meio urbano, é significativo que o clima urbano seja abordado no mundo moderno. Tal abordagem se mostra difícil, pois busca-se no estudo do clima da

cidade, uma conduta de investigação apartada do antagonismo entre homem e natureza, mas que o conceba como produto de uma coparticipação (Monteiro, 2003).

No Brasil, as maiores consequências das atividades humanas refletem-se no clima por meio de fenômenos de variações bruscas na temperatura, trazendo efeitos negativos. As oscilações hídricas recorrentes, episódios extremos negativo e positivos, sendo de secas ou enchentes, causam impacto no meio ambiente e na vida social e econômica do país, de acordo com Monteiro e Mendonça (2003).

Segundo o relatório IPCC (2022), a base de conhecimento sobre impactos observados e gerados por perigos climáticos, exposição e vulnerabilidade aumentou significativamente com os impactos atribuídos às mudanças climáticas e os principais riscos identificados. Os impactos são expressos por meio de prejuízos, perdas econômicas e não econômicas.

Ainda em concordância com o relatório, os riscos são projetados para curto prazo (2021–2040), médio (2041–2060) e longo prazo (2081–2100), em diferentes níveis de aquecimento global e para caminhos que ultrapassam o nível de aquecimento global, os quais resultam de vários perigos climáticos que ocorrem simultaneamente.

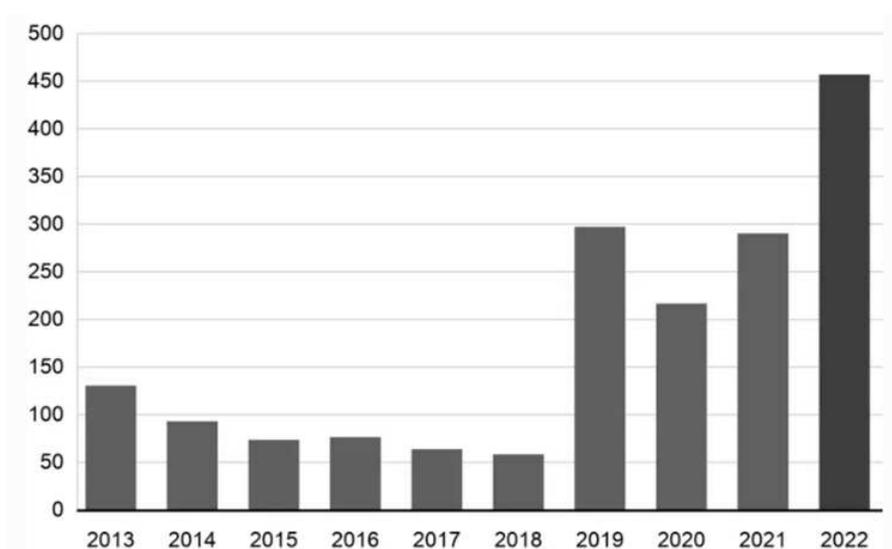
Em um contexto de crescimento demográfico, as tendências de urbanização, mudanças climáticas e as causas das inundações estão mudando e seus impactos acelerando. Com isso, a ocorrência de inundações é a mais frequente de todos os desastres naturais.

Ao longo dos últimos vinte anos, o número de eventos de inundações registrados vem aumentando significativamente. As inundações originam-se de uma combinação de fatores, resultantes de eventos extremos meteorológicos e hidrológicos, como alta precipitação e fluxos. Entretanto, também ocorrem como resultado de atividades humanas (Jha et al., 2012).

De acordo com matéria disponibilizada pela CNN Brasil (2022), um levantamento realizado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM) constatou que cerca de 3,4 mil pessoas foram atingidas pelos desastres ambientais ocorridos apenas no ano de 2022, contabilizando as pessoas desalojadas, desabrigadas, vítimas fatais e afetadas pelas estiagens. E os dados ainda apresentam que quase oito milhões de brasileiros foram afetados por catástrofes ambientais nos primeiros três meses de 2022.

“Nos primeiros cinco meses de 2022, 457 pessoas morreram em desastres causados pelo excesso de chuva no Brasil, segundo levantamento da Confederação Nacional de Municípios (CNM) com base nos dados das defesas civis municipais” (Figura 10) (BBC News Brasil, 2022). O número total de óbitos apresenta um aumento de 57% em relação ao ano de 2021, quando o número de mortos no ano todo foi de 290 pessoas, conforme a BBC News Brasil (2022).

Figura 10: Mortes por excesso de chuva no Brasil



Fonte: Adaptado de Confederação Nacional dos Municípios/Defesas Cívicas, disponibilizado pela BBB News. Acesso em: jul. 2022.

No município de Juiz de Fora/MG, em consoante com matéria do Tribuna de Minas (2021), várias regiões da cidade sofreram com inundações, resultante das fortes chuvas. Foram registrados alagamentos na Avenida Rio Branco, Alto dos Passos, Avenida dos Andradas, Centro, e as ruas Padre Café e Antônio Passarela, próximo à Avenida Itamar Franco. Fora do eixo central, também na Rua Ibitiguaia, no Bairro Santa Luzia, e nos bairros: Vitorino Braga, Linhares, Democrata, Industrial e Nova Era.

Apesar de alguns destes locais, tradicionalmente, serem atingidos pelas enxurradas nesta época do ano, dados da Defesa Civil revelados à Tribuna ilustram o aumento gradual do número de ocorrências relacionadas às chuvas nos últimos meses, além do maior número de registros de alagamentos feitos pelo órgão, ao menos, desde 2016 (Tribuna de Minas, 2021).

### 2.2.1 Eventos extremos pluviométricos

Do ponto de vista específico das chuvas, os extremos podem ser considerados aqueles cujo total anual, sazonal ou diário demonstram desvios de valores superiores ou inferiores à apresentação dos habituais da área no período analisado (Goudard, 2019). Dessa forma, Monteiro (1991, p. 8), aponta que os eventos extremos são importantes pela complexidade, frequência e variação de intensidade dos impactos causados.

Os eventos naturais extremos ocorrem de maneira copiosa nos sistemas ambientais, podendo ser geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e também meteorológicos ou climáticos (Vicente, 2005; Monteiro, 2016).

De acordo com estudo realizado por Oliveira (2021), pode-se observar uma precipitação intensa na cidade de Juiz de Fora, entre os anos de 1980 até 2018, e mesmo esses eventos não ocorrendo de forma extrema em todos esses anos, eles têm uma maior capacidade de impactar a dinâmica urbana.

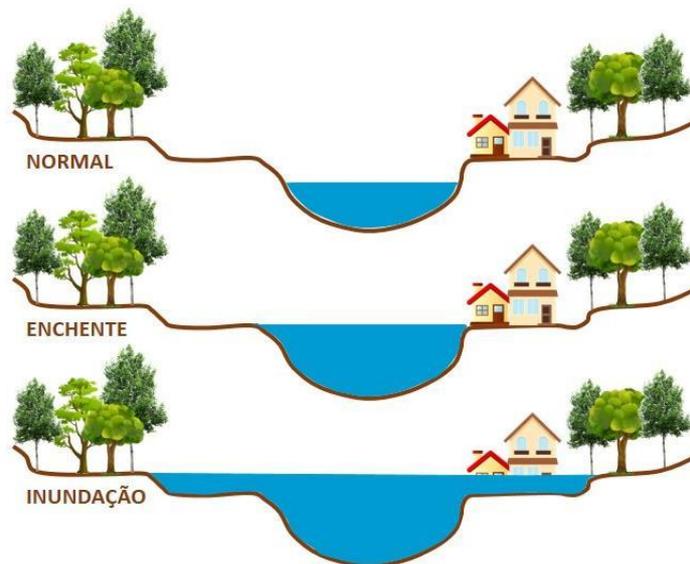
Em conformidade com Greenough, et. al (2007), a temática relacionada à mitigação e prevenção está se tornando um dos assuntos de relevância significativa após os alertas da comunidade científica sobre o potencial de mudanças climáticas em larga escala, bem como as alterações climáticas, que resulta na intensidade das chuvas.

#### 2.2.1.1 Inundações

Entende-se por inundação como um tipo particular de enchente, onde a elevação do nível d'água normal atinge tal magnitude que as águas não se limitam à calha principal do rio, extravasando para áreas marginais, habitualmente não ocupadas pelas águas IGCE/DGA (2004).

Segundo Kobiyama (2006), as enchentes são caracterizadas pelo não transbordamento, apenas com a cheia da bacia. No caso das inundações, há o aumento do nível do rio, além da vazão normal, e ocorre o transbordamento para as zonas e planícies de inundação (Figura 11).

Figura 11: Representação gráfica da diferença do conceito de enchente e inundação



Fonte: Adaptado de Revista Emergência. Acesso: em nov. 2023.

De acordo com o IGCE/DGA (2004), existe a condicionante natural para a inundação, que é causada pela topografia, pouca ou nenhuma vegetação no decorrer da bacia hidrográfica, permeabilidade do solo na área da bacia, pluviosidade, pela forma da bacia, entre outras características. Já a condicionante antrópica pode-se ressaltar o assoreamento e estrangulamento do canal de drenagem, desmatamento, impermeabilização do solo, elevada densidade de edificação, águas pluviais rapidamente conduzidas para a drenagem, entre outros.

Os níveis atuais e projetados de impactos de inundações implicam na necessidade de tornar a gestão de risco de inundações uma prioridade na agenda política. Compreender as causas e efeitos dos impactos das inundações e projetar, investir e implementar medidas que os minimizem devem tornar-se parte do pensamento de desenvolvimento e estar incluídos nos objetivos mais amplos (Jha et al., 2012).

### 2.3 METODOLOGIAS DE ROTAS DE FUGA

Evacuação de área é definida como um processo onde pessoas ameaçadas por um evento são movidas de locais expostos a tal evento/fenômeno para locais seguros, de modo a reduzir a vulnerabilidade à saúde e à vida de cada pessoa

(Saadatseresht et al., 2009). Evacuações de áreas são fundamentais para a proteção de uma população em eventos como incêndios, furacões, tsunamis, desastres industriais, atentados terroristas etc. que podem atingir uma determinada localidade (Brachman e Dragicevic, 2014).

De acordo com material disponibilizado pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2021):

rota de fuga é o caminho seguro, que apresente boas condições de trafegabilidade, que deve ser percorrido pelas pessoas que estão dentro da área de risco em direção à área segura. São caminhos destinados à evacuação em caso de emergência e que conduzem ao ponto de encontro. Deverão possuir condições adequadas para locomoção das pessoas, serem sinalizadas e de conhecimento da comunidade local (Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2021).

Como comprovam Yi e Özdamar (2007) e complementando com informações dos estudos Saadatseresht et al. (2009), as rotas de fuga e evacuações são consideradas atividades muito importantes como resposta dos desastres. Com isso, o treinamento e planejamento de um plano de evacuação são primordiais nessa preparação.

Embora existam muitos estudos sobre evacuação de áreas, eles abordam diversas perspectivas, como aprimorar estratégias de controle de tráfego durante desastres (Cova e Church, 1997; Cova e Johnson, 2003), maximização de fluxo na rede de transporte (Kalafatas e Peeta, 2009; Brachman e Dragicevic, 2014), comportamento dos evacuados frente aos riscos existentes (Pidd et al., 1996; Liu et al., 2006) e seleção de abrigos e rotas de fuga (Yamada, 1996; Yi e Özdamar, 2007; Alçada-Almeida et al., 2009; Campos et al., 2012), dentre outros.

As sinalizações de emergência, modelos e especificações, conforme informações apresentadas pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (2021), como as placas, as quais são feitas de modo que possibilite a visualização no período diurno e noturno. Incluem placas de advertência, placas ou indicações de rotas de fuga, entre outros parâmetros necessários.

Como exemplo de metodologia, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) (2020), elaborou um plano de segurança da Barragem Ceraíma. A metodologia desenvolvida para definição da ZAS (Zonas de Autossalvamento) foi aplicada para determinação da Zona de Atendimento Prioritário (ZAP).

Contudo, esta zona foi delimitada pela seção em que o nível de água demora, traçada a partir de um ponto situado a 10 km a jusante do eixo da barragem, percorridos pela calha do rio.

Buscando dar subsídios aos agentes responsáveis pelas operações de resgate, produziu-se para a ZAP informações que podem colaborar com as medidas de proteção da população vulnerável. Para tanto, foram sugeridas as rotas de fuga e os pontos de encontros, nos quais a população deverá ser instruída a como proceder em caso de evacuação. No entanto, destaca-se a importância do trabalho de validação em campo, em conjunto com os agentes responsáveis (CODEVASF, 2020).

Nesse caso, foram considerados como rotas de fuga os seguintes pontos: (i) presença ou não de aglomerados de edificações uniformes (edificações com destinação de uso semelhante); (ii) o agrupamento das edificações deve permitir a possibilidade de escoamento das populações abrangidas, através de uma via (ou mais) até um ponto de encontro; (iii) deverá considerar número de pessoas estimadas, as quais deveram escoar por uma ou mais vias, até um ponto de encontro; (iv) preferencialmente, a rota de fuga não deve cruzar por um rio, banhando ou outra impedância que impeça o escoamento das pessoas; (v) pode haver mais de um ponto de encontro (CODEVASF, 2020)

Para definir os pontos de encontro levou-se em consideração as seguintes características: (i) pontos bem identificáveis no terreno e de fácil acesso; (ii) evitar percursos muito longos, que obriguem pessoas a percorrerem grandes distâncias a pé; (iii) preferência por locais com acesso rodoviário e/ou vias de maior hierarquia no sistema viário, para facilitar chegada do resgate; (iv) estar preferencialmente em altimetria mais elevada que a ZAS e a macha de inundação; (v) local com livre acesso (CODEVASF, 2020).

Outro exemplo encontrado nas pesquisas, é o plano de contingência de Porto Alegre (RS), devido as cheias que ocorrem no lago/rio Guaíba, apresenta recomendações para fuga da área do desastre, como por exemplo: acionamento da equipe responsável por comparecer no local de risco, para continuar mobilizando a comunidade para uma área segura, previamente determinada, juntamente com os CRIPs - Centros de Relações Institucionais e Participativas de Porto Alegre (Prefeitura de Porto Alegre, s.d.).

Com isso, essa fuga poderá ser realizada nas modalidades a pé, com viaturas ou embarcações, conforme a necessidade e disponibilidade. Terão prioridade as pessoas enfermas e as crianças. Os abrigos deverão estar em boas condições para receber as pessoas, possuindo infraestrutura mínima, como banheiros privativos para homens e para mulheres (Prefeitura de Porto Alegre, s.d.).

Para que os modelos de evacuação sejam precisos é necessário que gestores saibam previamente a distribuição espacial das pessoas a serem evacuadas, dos riscos no local, a localização de áreas seguras e quais as rotas e modais de transporte disponíveis (Cova; Johnson, 2003).

Conforme Jha et al. (2012), para uma gestão de risco de inundação, é necessário um planejamento do uso do solo e regulamentação dos novos desenvolvimentos de uma cidade, para evitar o aumento previsto e expressivo de impactos por inundações.

## 2.4 ARQUITETURA DE REFÚGIO E OS ABRIGOS EMERGENCIAIS

Entre todos esses problemas, o presente estudo também aborda a questão referente aos chamados abrigos temporários de caráter emergencial, percorrendo formas de atendimento à população atingida e desabrigada.

No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, existe uma série de problemas e desastres cotidianos: o desastre social, econômico, político, tecnológico, ambiental, entre diversos outros. Como consequência desse cenário de pobreza, podemos apontar algumas situações de desastre, como por exemplo, os moradores de rua; a criminalidade; a corrupção; a elevada taxa de analfabetismo; o sistema público de saúde precário; as favelas e os loteamentos irregulares e clandestinos, onde milhões de pessoas moram sem acesso à água potável e esgotamento sanitário; entre muitas outras situações (Anders, 2007).

Tem-se a arquitetura emergencial de refúgio para vítimas de desastres ambientais, mas também para vítimas de violência doméstica, imigrantes e refugiados em geral e de guerras, por exemplo.

Existem arquitetos que trabalham com foco na arquitetura de refúgio, como, por exemplo, Shigeru Ban<sup>1</sup>, um arquiteto japonês muito atuante na área. Em 1990, Ban constatou que suas abordagens e projetos poderiam ser empregados para melhorar a vida dos refugiados e vítimas de desastres naturais, como método de assistir pessoas em situações de risco, criando soluções inovadoras, econômicas e sustentáveis, segundo matéria disponibilizada no site Archdaily (2016).

Alguns dos projetos mais imponentes do arquiteto, para refugiados, são Casas Paper Log, localizado na Índia; Projeto de Reconstrução pós-tsunami, em Kirinda, Sri Lanka; Sistema 4 de Partições de Papel e Escola Primária Temporária Hualin entre outros.

Como exemplo para a pesquisa, o atendimento emergencial em São Paulo, após um "desastre natural" que tenha causado danos humanos, materiais e ambientais, é acionado por meio do Sistema Municipal de Defesa Civil. A Supervisão da Assistência Social das Subprefeituras (SAS) é responsável pelo atendimento social às famílias e indivíduos desalojados ou desabrigados (Anders, 2007).

O atendimento compreende o cadastramento dos moradores, distribuição dos materiais de emergência, e o encaminhamento para a casa de parentes, amigos, albergues e abrigos provisórios, dependendo do caso. É atribuição de cada Subprefeito identificar e definir previamente, os locais que poderão funcionar como abrigo provisório, sejam em imóveis públicos ou particulares. É tarefa do Serviço Social verificar se esses locais são adequados, se há condições mínimas de conforto, e se há banheiros suficientes e em condições de serem usados (Anders, 2007).

Como exemplo da importância do papel dos refúgios em resposta aos desastres ambientais, na cidade de Salvador (G1, 2024), os moradores foram orientados para a evacuação de suas casas até abrigos temporários, devido às fortes chuvas.

Para isso foram utilizadas 12 escolas municipais, após o Sistema de Alerta e Alarme da Defesa Civil de Salvador (Codesal) ser acionado em 14 localidades. O Sistema é acionado quando a quantidade de chuva atinge os 150mm em um período de 72 horas, devido ao risco de deslizamento de terra, de acordo com matéria disponibilizada pelo G1 (2024).

---

<sup>1</sup> Shigeru Ban, nascido em 5 de agosto de 1957, é um arquiteto japonês vencedor do Prêmio Pritzker 2014 por sua significativa contribuição às inovações na arquitetura e filantropia.

O Sistema de Alerta e Alarme da Defesa Civil de Salvador (Codesal), registrou 141 deslizamentos de terra, 110 ameaças de deslizamentos, 121 avaliações de imóveis alagados e 17 desabamentos de muros e 126 pessoas estão acolhidas em escolas municipais (G1, 2024) (figura 12).

Figura 12: Abrigo temporário para vítimas das inundações em Salvador



Fonte: G1 Bahia. Acesso: em mai. 2024.

De acordo com a BBC News Brasil (2024), ao longo do mês de maio, no Rio Grande do Sul as inundações provocaram mais de 100 mortes e atingiram 447 municípios do estado. Além disso, 155,7 mil pessoas deixaram suas residências e 48,1 mil estão morando em abrigos emergenciais, ainda em concordância com a BBC News Brasil (2024).

A matéria da Agência Brasil, segundo Pontes (2024), destaca que o número de abrigos temporários no Rio Grande do Sul ultrapassou 700 (figura 13), devido às fortes chuvas e inundações que afetaram o estado. Esses abrigos são essenciais para proporcionar um lugar seguro e apoio às vítimas das enchentes. O governo estadual, junto com outras entidades, está avaliando as condições desses abrigos para garantir acesso a água potável, medicamentos e outros itens necessários.

Figura 13: Abrigo temporário para vítimas das inundações no Rio Grande do Sul em maio de 2024



Fonte: Agência Brasil. Acesso: em mai. 2024.

Com isso, o Instituto Cidades Responsivas<sup>2</sup>, dedicado às esferas da arquitetura, tecnologia e economia urbana, publicou um formulário para recrutamento de auxílio voluntário de profissionais visando a colaboração no mapeamento e localização de abrigos emergenciais para a população em vulnerabilidade no Rio Grande do Sul, além da execução de outras demandas pertinentes.

Os abrigos emergenciais fornecem proteção imediata e condições básicas para a população afetada pelos desastres, promovendo segurança, bem-estar e a resiliência das comunidades, contribuindo diretamente no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU.

## 2.5 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2022).

---

<sup>2</sup> Instituto Cidades Responsivas é uma Instituição educacional em Porto Alegre, Rio Grande do Sul que integra arquitetura, tecnologia e economia urbana, além de promover consultoria em urbanismo estratégico ([https://app.ospa.place/sos-rs?utm\\_campaign=formulario\\_de\\_voluntariado\\_10\\_05&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://app.ospa.place/sos-rs?utm_campaign=formulario_de_voluntariado_10_05&utm_medium=email&utm_source=RD+Station))

### 2.5.1 Cidades e comunidades sustentáveis

As discussões sobre desenvolvimento sustentável foram incluídas na pauta da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano realizada em Estocolmo, Suécia (Lavall e Olsson, 2019).

Segundo Buss et al. (2015), foram criadas várias iniciativas relacionadas à essa temática, através da construção de acordos e agendas globais, gerando debates entre as nações. Entre as iniciativas, estão Rio+20 e a Agenda dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), com início no ano de 2000 e finalizadas em 2015.

Em consonância com o IBGE (2018), nessa Agenda estão incluídos os 17 objetivos (Figura 14) e 169 metas de ação global para serem atingidas até o ano de 2030. A perspectiva é que, além do alcance de todas as metas globais, os países também tracem suas próprias metas nacionais e introduzam em suas políticas e programas de governo.

Figura 14: Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). Manual de identidade visual – ODS. Acesso: em set. 2023.

A presente pesquisa se insere no ODS 11 (Figura 15), Cidades e comunidades sustentáveis, que tem como objetivo “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (ONU, 2022), mais precisamente nos seguintes tópicos desse Objetivo:

**11.3** Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países; (...)

**11.5** Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade (ONU, 2022, n. p).

Figura 15: ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis



Fonte: Organização das Nações Unidas Brasil. Acesso: em set. 2023.

Com isso, a proposta descrita referente ao ODS 11 reflete diretamente na temática da presente pesquisa, pois materializa ações efetivas com a finalidade de mitigar as consequências dos eventos extremos, principalmente com relação às inundações e os seus prejuízos materiais e humanos.

Neste cenário, a utilização de mecanismos de proteção à vida humana e adaptação do meio são fundamentais para que as cidades do futuro sejam modelos resilientes e sustentáveis, preparadas para enfrentar os desastres e desafios da atualidade.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia desse estudo está baseada em cinco etapas para o seu desenvolvimento.

A **primeira etapa** consiste em uma revisão de literatura embasada com uma investigação crítica sobre a região estudada, nas proximidades do Córrego Ipiranga, além de outros fatores importantes.

A investigação da pesquisa requer diferentes abordagens, parâmetros e metodologias técnicas, pois “toda pesquisa se baseia em uma teoria que serve como ponto de partida para a investigação” (Prodanov e Freitas, 2013, p. 43). Para potencializar um estudo “é necessário ler muito, continuada e constantemente, pois a maior parte dos conhecimentos é obtida por intermédio da leitura” (Marconi e Lakatos, 2003, p. 19).

Na busca da investigação bibliográfica para desenvolver a temática proposta, na primeira etapa, fundamenta-se na verificação e levantamento das áreas de risco da região estudada, no que refere-se aos problemas pertencentes às inseguranças dos moradores. Diante disso, foram analisados materiais de fontes primárias como artigos, dissertações e teses, a fim de apresentar e detalhar o conteúdo exposto, comprovando as afirmações e justificativas.

A pesquisa contou com outros instrumentos mais aprofundados de estudo, como livros com conteúdo de áreas distintas, como urbanismo, arquitetura, geografia, com ênfase em climatologia e eventos extremos, bem como ciências sociais e políticas, para melhor absorção e entendimento do assunto em questão, reforçando e ampliando a argumentação necessária.

Os sites, jornais e noticiários também foram pertinentes e importantes para o estudo, visto que são notícias verídicas e comprobatórias, para compreensão necessária da finalidade de todo o conteúdo da pesquisa. O conceito que envolve o estudo é de Pesquisa Básica que objetiva gerar novos conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais, de acordo com Kauark et al. (2010).

Foi realizado também um estudo de caso na região onde foi realizou-se a delimitação da área, a fim de investigar a frequência dos riscos hidrológicos e suas consequências para a região e seus moradores. Deste modo, para as resoluções

propostas, fez-se necessário comparações heterogêneas e analogias em direção a identificação das problemáticas de áreas com agravantes correspondentes.

A **segunda etapa** compreende na aplicação do geoprocessamento mediante análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações, e para isso, utilizou-se o *software* ArcGis como obtenção de informações geográficas substanciais.

A **terceira etapa** corresponde à coleta de dados e fotografias referentes aos locais sujeitos às inundações da região e suas consequências, através de jornais e noticiários locais, bem como dados fornecidos pela Defesa Civil de Juiz de Fora.

Na **quarta etapa**, realizou-se a localização e marcação no mapa dos pontos mais críticos da região, ou seja, onde a água atinge com o transbordamento da Bacia. Nessa etapa também está inserida a atividade de campo para a identificação e registro dos locais que sofrem com os episódios de inundação descritos nos veículos de mídia.

A **quinta e última etapa**, compõe a seleção de rotas de fuga até os abrigos emergenciais selecionados em função de suas características, onde foi apresentado um conjunto de procedimentos utilizados para o direcionamento da população atingida, como, por exemplo, instalação de placas de rotas de fuga, dos pontos de encontro, de área de risco, entre outros mecanismos.

### 3.1 SEGUNDA ETAPA: ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES

Na segunda etapa da investigação, utilizou-se para o processamento de dados o *Software* ArcGis, realizando o mapeamento necessário, e com isso analisando o Potencial de Inundação da área delimitada para o estudo, comprovando os pontos mais críticos coletado e mapeados na segunda e terceira etapas (Figura 30).

A hipsometria foi dividida em dez classes, sendo com menor intervalo nas classes próximas as menores altitudes que condizem com o fundo de vale. Atribuiu-se uma nota para cada classe, sendo as menores altitudes as áreas para onde a água das precipitações escorrem, por isso recebem valores mais altos, por serem mais propensas a inundações. A ferramenta utilizada para atribuição dos pesos é a *Reclassify* do *Spatial Analyst*.

Para a declividade foram usadas oito classes, sendo áreas de menores declividades com menor velocidade de escoamento e sujeitas a inundações pelo acúmulo do fluxo de água, recebendo maiores valores com relação ao risco.

Para o mapa de uso e ocupação, atribui-se as notas conforme a capacidade de infiltração da água no solo, comparando impermeabilidade, rugosidade da superfície, por isso quanto maior a velocidade de escoamento menor é a infiltração. Superfícies impermeáveis e lisas são fatores que contribuem para aumentar o risco de inundação.

No Quadro 2 pode-se observar os valores utilizados para classificar cada informação conforme o seu potencial favorável às inundações.

Quadro 2: Notas da altimetria, declividade e uso e cobertura do solo em relação ao favorecimento de inundações

<b>Altimetria (m)</b>	<b>Nota</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>Nota</b>	<b>Uso e cobertura do solo</b>	<b>Nota</b>
299,4 - 300	10	0-3	10	Corpos Hídricos ou rios canalizados	10
300 - 310	9	3-5	8	Asfalto ou Rochas	9
310 - 320	8	5-8	7	Área edificada	8
320 - 330	7	8-20	5	Mancha Urbana	7
330 - 350	6	20-45	4	Solo Exposto ou Estradas de Terra	6
350 - 370	5	45-75	3	Pastagem	2
370 - 400	4	>75	1	Vegetação Arbórea	1
400 - 440	3				
440 - 480	2				
480 - 642	1				

Fonte: Adaptado de Ferraz et al., 2018.

Utilizou-se a ponderação já realizada por Magalhães et al (2011), Ferraz et al. (2018) e Gomes, Lapa, Zaidan (2023), podendo-se comparar os resultados do presente trabalho com pesquisa anteriores, sendo assim optou-se por essa matriz (Tabela 1).

Tabela 1: Pesos utilizados para cada mapa base na elaboração do análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações

	<b>Altitude</b>	<b>Uso do Solo</b>	<b>Declividade</b>	<b>Peso</b>
<b>Altitude</b>	1	0,3333	0,1429	0,0882
<b>Uso do Solo</b>	3	1	0,3333	0,2431
<b>Declividade</b>	7	3	1	0,6687

Fonte: Criado pela autora.

Para integração dos planos e geração do mapa de risco a inundações utilizou-se a ferramenta do ArcGis 10.7 chamada *Raster Calculator*. Ela é uma ferramenta que permite somar os mapas ou fazer outra operação matemática com os mesmos, nesse caso foi realizada a soma de mapas, ponderando cada um pelos pesos. A equação utilizada no *Raster Calculator* é:

$$RI = 0,0882*A + 0,2431*U + 0,6687*D \text{ (Equação 1)}$$

Sendo:

RI = Risco de Inundação (Resultado que será gerado com *Raster Calculator*)

A = Mapa de Altitude Reclassificado

U = Mapa de Uso e Ocupação do Solo Reclassificado

D = Mapa de Declividade Reclassificado

Sendo a cor verde as áreas com pouco ou nenhum potencial inundável, o mapa indica, na cor vermelha, as áreas com o maior potencial de inundação, e consegue-se observar que essas regiões estão nas proximidades da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga, onde predominam as cores vermelha e laranja.

### 3.2 TERCEIRA ETAPA: COLETA DE DADOS E FOTOS NOS VEÍCULOS DE MÍDIA

Na sociedade da informação, tudo que está sendo produzido está sendo publicado na internet. É uma maneira encontrada de publicar rapidamente informações técnicas científicas, com a finalidade de democratizar a informação. A comunicação entre pessoas, empresas, instituição de ensino também se beneficiaram com a internet, devido à facilidade de comunicação que não encontra obstáculos (Eduvirges e Santos, 2012).

Os recursos tecnológicos podem e devem ser utilizados para implementar estratégias de cariz construtivista, que possibilitam aos alunos construir autonomamente o seu conhecimento, dotando-os de capacidades essenciais para o seu futuro, como é o caso da autonomia, da colaboração ou do espírito crítico (Pinheiro, 2017).

As reportagens mais recentes do município de Juiz de Fora estão acessíveis e disponibilizadas por busca na internet, em telejornais e portais de notícia. Assim, os impactos causados pelas chuvas na cidade também são identificados a partir dos órgãos oficiais, Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, do mesmo modo que através de investigação de mídia eletrônica e telejornais, como foi realizado.

Por meio de noticiários locais pôde-se coletar dados importantes para a pesquisa, como em matérias disponibilizadas pelo Tribuna de Minas, G1: Zona da Mata, O Pharol: informação à luz dos fatos e Coluna Acontecendo. Através das imagens publicadas nas matérias, foi possível analisar até onde a água atingiu com o transbordamento da Bacia e os pontos mais críticos.

Além disso, os meios de comunicação pesquisados apresentam informações que enfatizam a situação alarmante dos moradores em períodos de chuva. De acordo com as referências seguintes, preenchendo o quadro 3, tem-se o título da matéria noticiada, a data de ocorrência, o veículo em que foi transmitida a notícia, link de acesso e as observações complementares e essenciais mostrando a circunstância do atual cenário.

Quadro 3: Coleta de dados sobre as inundações através dos veículos de mídia

<b>Título</b>	<b>Dia/mês/ano</b>	<b>Veículo</b>	<b>Link</b>	<b>Observações complementares</b>
Chuva forte e alagamento causam transtornos no Santa Luzia	24/01/2023	Tribuna de Minas	<a href="https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/24-01-2023/pessoas-e-animais-ficam-ilhados-em-alagamento-no-santa-luzia.html">https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/24-01-2023/pessoas-e-animais-ficam-ilhados-em-alagamento-no-santa-luzia.html</a>	“Os bombeiros tiveram que resgatar duas pessoas que ficaram ilhadas dentro do carro na Avenida Ibitiguaia.”
VÍDEOS: Córrego Santa Luzia transborda em nova tarde de temporal em Juiz de Fora	24/01/2023	G1: Zona da Mata	<a href="https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2023/01/24/juiz-de-fora-tem-nova-tarde-de-alagamentos-corrego-santa-luzia-volta-a-transbordar.ghtml">https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2023/01/24/juiz-de-fora-tem-nova-tarde-de-alagamentos-corrego-santa-luzia-volta-a-transbordar.ghtml</a>	“Segundo informações do Corpo de Bombeiros, a corporação foi acionada para retirada de ocupantes de um veículo, para o resgate de passageiros que ficaram ilhados dentro de dois ônibus na Ibitiguaia e também para o socorro a moradores de casas da Rua Água Limpa.”
Chuvas voltam a alagar Santa Luiza nesta quinta-feira	01/12/2022	Tribuna de Minas	<a href="https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/01-12-2022/chuvas-voltam-a-alagar-santa-luiza-nesta-quinta-feira.html">https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/01-12-2022/chuvas-voltam-a-alagar-santa-luiza-nesta-quinta-feira.html</a>	“Carros foram levados pela enxurrada e comércio foi invadido pelas águas e pela lama.”
Tem algo além da chuva nas inundações do bairro Santa Luzia	04/01/2022	O Pharol: informação à luz dos fatos	<a href="https://jornalopharol.com.br/2022/01/tem-algo-alem-da-chuva-nas-inundacoes-do-bairro-santa-luzia/">https://jornalopharol.com.br/2022/01/tem-algo-alem-da-chuva-nas-inundacoes-do-bairro-santa-luzia/</a>	“Quando cai o primeiro pingão de chuva, o Santa Luzia não dorme”, lamenta Ary Raposo, presidente da associação de moradores do bairro.”
Chuva da tarde em Juiz de Fora já causa problemas	28/02/2016	Coluna Acontecendo	<a href="https://colunaacontecendo.blogspot.com/2016/02/chuva-da-tarde-em-juiz-de-fora-ja-causa.html">https://colunaacontecendo.blogspot.com/2016/02/chuva-da-tarde-em-juiz-de-fora-ja-causa.html</a>	“Carro foi arrastado pela correnteza na rua Ibitiguaia.”

Fonte: Criado pela autora.

### 3.3 QUARTA ETAPA: LOCALIZAÇÃO E MARCAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO (VISITA IN LOCO)

De acordo com Frederico, Neiman e Pereira (2018), as experiências de visita *in loco* podem constituir uma ruptura do paradigma educacional e configuram oportunidades de motivação para momentos reflexivos e práticos.

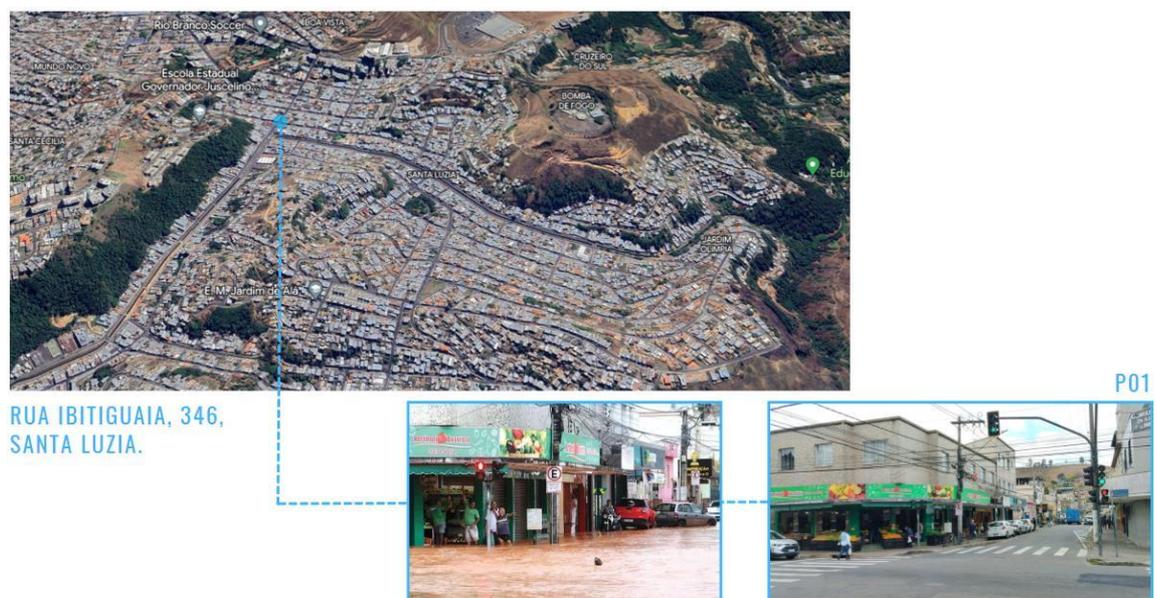
Os alunos precisam “fazer observações, formular críticas, ou ainda realizar qualquer tipo de operação intelectual que favoreça o desenvolvimento de sua capacidade reflexiva” (Guedes, 1981).

Na terceira etapa, com base em todas as imagens coletadas nos noticiários e reportagens, pôde-se mapear os locais com maior precisão e localizar através da visita *in loco* (em períodos de seca) os pontos encontrados.

Utilizou-se a letra ‘P’ a fim de nominar cada ‘ponto’ representado, seguidamente o número ao qual se refere (do P01 até o P17), e abaixo de cada mapa a seguir apresenta-se, também, o endereço dos mesmos, sendo eles no bairro Santa Luzia e bairro Ipiranga.

Segue abaixo a primeira marcação do ponto em área de risco (P01) (figura 16), o qual encontra-se na Rua Ibitiguaiá, 346, bairro Santa Luzia.

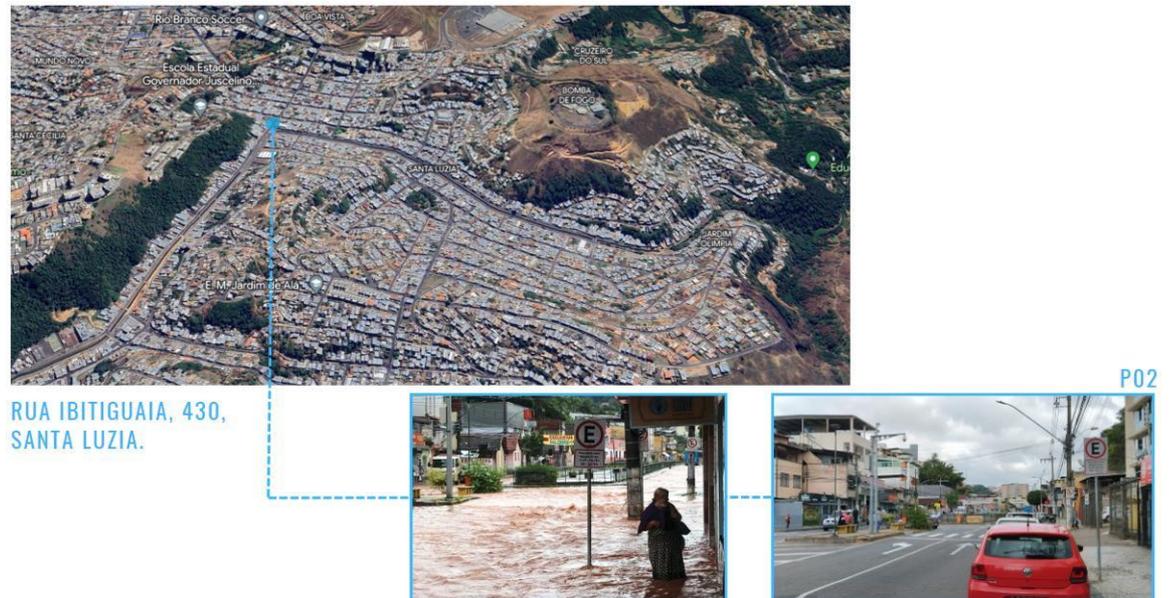
Figura 16: Localização das áreas de risco (P01)



Fonte: Criado pela autora.

Os pontos P02 e o P03 localiza-se também na Rua Ibitiguaia, números 430 e 417, respectivamente, no bairro Santa Luzia (figuras 17 e 18).

Figura 17: Localização das áreas de risco (P02)



Fonte: Criado pela autora.

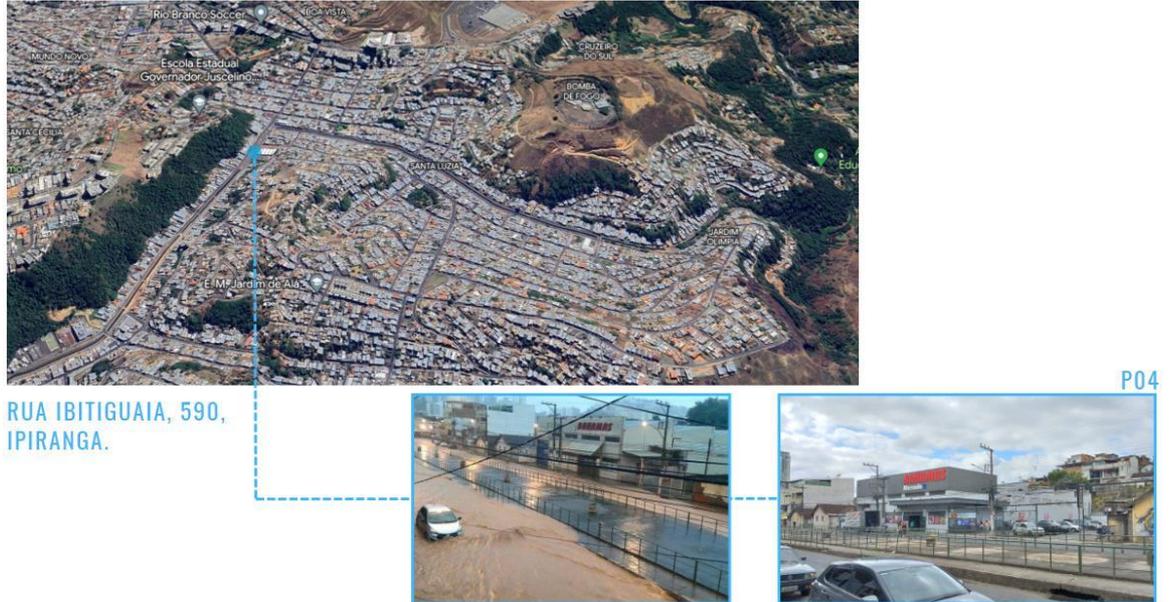
Figura 18: Localização das áreas de risco (P03)



Fonte: Criado pela autora.

Na figura 19 (P04) pode-se observar o ponto crítico na Rua Ibitiguaia, porém já no bairro Ipiranga, assim como na figura 20 (P05). Na primeira, a referência do local é a proximidade com o empreendimento comercial Bahamas.

Figura 19: Localização das áreas de risco (P04)



Fonte: Criado pela autora.

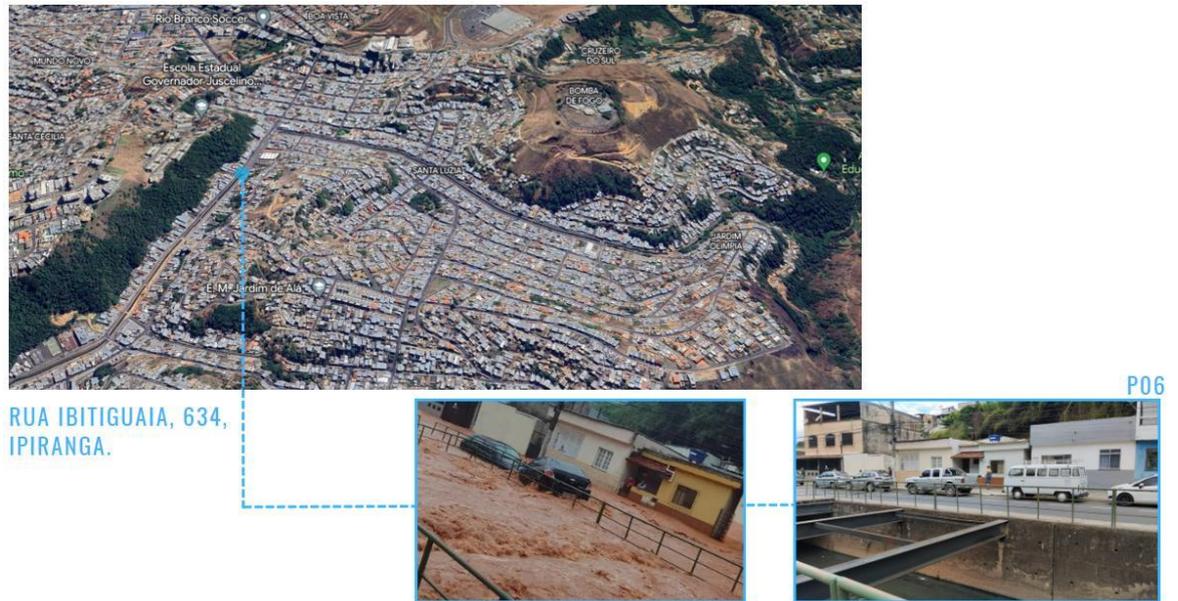
Figura 20: Localização das áreas de risco (P05)



Fonte: Criado pela autora.

O mapeamento dos próximos pontos (P06, P07, P08, P09 e P10), presentes nas figuras 21, 22, 23, 24 e 25 ainda percorre toda a Rua Ibitiguaiá, no bairro Ipiranga.

Figura 21: Localização das áreas de risco (P06)



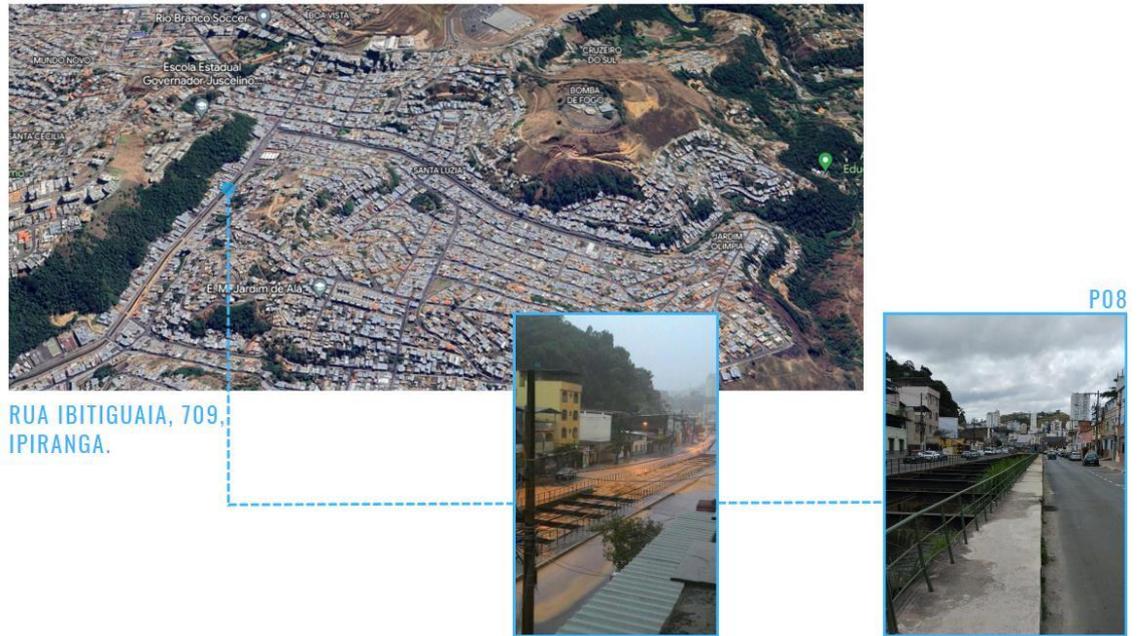
Fonte: Criado pela autora.

Figura 22: Localização das áreas de risco (P07)



Fonte: Criado pela autora.

Figura 23: Localização das áreas de risco (P08)



Fonte: Criado pela autora.

Figura 24: Localização das áreas de risco (P09)



Fonte: Criado pela autora.

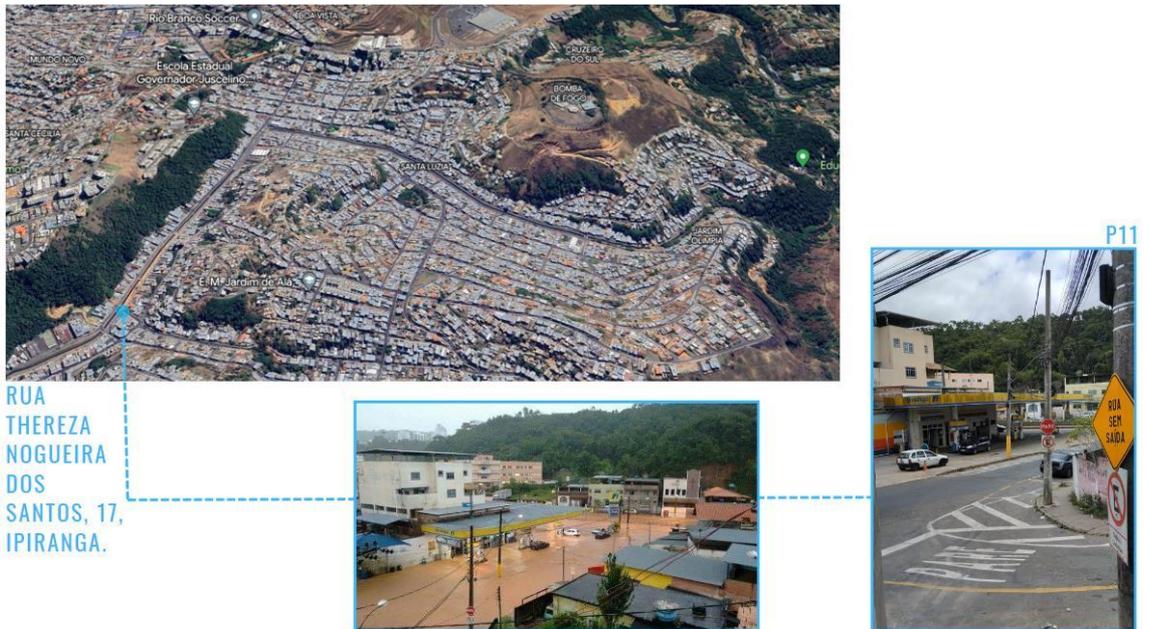
Figura 25: Localização das áreas de risco (P10)



Fonte: Criado pela autora.

Na Rua Thereza Nogueira dos Santos, número 17, no bairro Ipiranga está localizado o ponto P11 (figura 26).

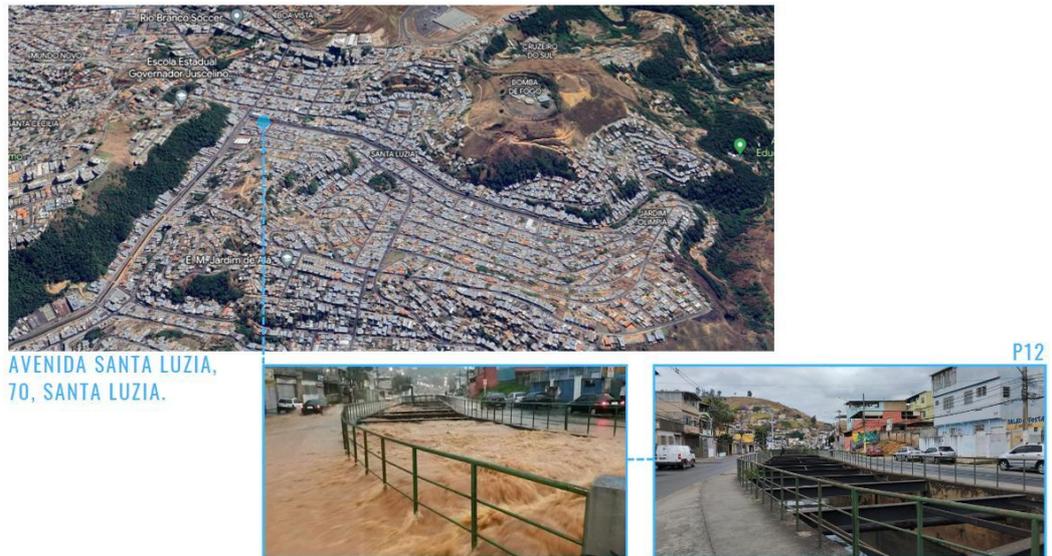
Figura 26: Localização das áreas de risco (P11)



Fonte: Criado pela autora.

Voltando ao bairro Santa Luzia, mapeou-se outros pontos com risco de inundação. Na figura 27 esse ponto (P12) localiza-se na Avenida Santa Luzia, às margens do Córrego Ipiranga.

Figura 27: Localização das áreas de risco (P12)



Fonte: Criado pela autora.

Na Rua Pôrto das Flores, apresentam dois pontos identificados, o P13 e o P14 (figuras 28 e 29), números 271 e 344, respectivamente, bairro Santa Luzia.

Figura 28: Localização das áreas de risco (P13)



Fonte: Criado pela autora.

Figura 29: Localização das áreas de risco (P14)



Fonte: Criado pela autora.

A Rua Água Limpa também é atingida e afetada com o transbordamento do Córrego Ipiranga, como apresenta a localização dos pontos presentes na figura 30 (P15).

Figura 30: Localização das áreas de risco (P15)



Fonte: Criado pela autora.

Por fim, as figuras 31 e 32 apresentam os último pontos identificados (P16 e P17). O P16 localizado na Avenida Santa Luzia, 175 e o P17 na Rua José Nunes Leal, 260, ambos no bairro Santa Luzia.

Figura 31: Localização das áreas de risco (P16)



Fonte: Criado pela autora.

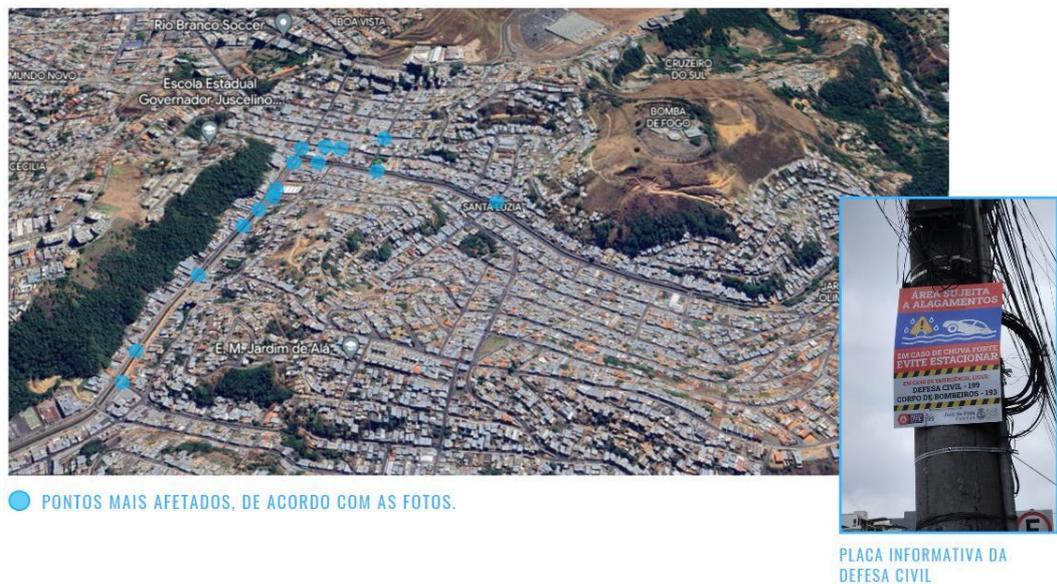
Figura 32: Localização das áreas de risco (P17)



Fonte: Criado pela autora.

A partir das figuras acima, com a representação dos pontos mais afetados dessa região, criou-se um único mapa expondo todos eles em conjunto para uma maior visualização do contexto (figura 33). Com isso, a placa informa sobre as inundações presentes nessa área e seus riscos, orientando o não estacionamento dos veículos em períodos de chuvas fortes.

Figura 33: Indicação dos pontos afetados e fotografia feita *in loco* de placa informativa da Defesa Civil



Fonte: Criado pela autora.

### 3.3.1 Comparativos das imagens durante o transbordamento e o período sem chuva

Abaixo (quadro 4) tem-se o resumo comparativo das fotos coletadas dos noticiários, com o transbordamento da Bacia Hidrográfica Córrego Ipiranga e ao lado, as fotos obtidas por meio do trabalho de campo, no período sem chuva.

Quadro 4: Comparativos dos pontos em episódios de alagamento e na estação seca

	Fotos coletadas dos noticiários, com o transbordamento do Córrego Ipiranga	Fotos da autora, no período sem chuva
P01	 <p>A street scene during a flood. The water is murky brown and covers the road. In the background, there are shops with signs, including one for 'Frutifruti e mais' and another for 'Frutas'. A red car is partially submerged in the water. A 'No Parking' sign (E) is visible on the sidewalk.</p>	 <p>The same street scene during dry weather. The road is clear and paved. The shops and cars are visible without any water. The sky is blue with some clouds.</p>
P02	 <p>A woman in a purple top and patterned skirt is wading through deep floodwaters. The water is very muddy. In the background, there are buildings and a 'No Parking' sign (E).</p>	 <p>The same street scene during dry weather. A red car is driving on the clear road. The sky is overcast.</p>
P03	 <p>Several motorcycles are parked in the middle of a flooded street. The water is brown and reaches up to the handlebars. In the background, there are signs for 'LAVAGEM, TINTAS' and 'CURIUM'.</p>	 <p>The same street scene during dry weather. People are walking on the sidewalk, and a car is visible in the distance. The shops have signs for 'AGENS JARANGON' and 'DENTISTAS'.</p>
P04	 <p>A white car is driving through floodwaters on a bridge or elevated road. The water is very muddy and reaches up to the car's headlights. In the background, there is a building with a 'BARBARS' sign.</p>	 <p>The same street scene during dry weather. A grey car is driving on the clear road. The buildings and signs are visible without any water.</p>

<p><b>P05</b></p>		
<p><b>P06</b></p>		
<p><b>P07</b></p>		

<p><b>P08</b></p>		
<p><b>P09</b></p>		
<p><b>P10</b></p>		

<p><b>P11</b></p>		
<p><b>P12</b></p>		
<p><b>P13</b></p>		

<p>P14</p>		
<p>P15</p>		
<p>P16</p>		



Fonte: Criado pela autora.

### 3.4 DESCRIÇÃO E REPRESENTAÇÃO DAS ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO/ABRIGOS EMERGENCIAIS

A quinta e última etapa da análise compreende o mapeamento das rotas de evacuação, além da concepção de mecanismos eficazes para sua implementação e consolidação. Este estágio engloba a identificação e delimitação das rotas de fuga, considerando criteriosamente as especificidades geográficas e demográficas da região em estudo.

Destaca-se que as rotas de fuga são direcionadas especificamente para abrigos emergenciais destinados aos indivíduos afetados pelos eventos de inundação, visando assegurar uma resposta ágil e coordenada diante de situações de emergência.

Ao traçar rotas de fuga para situações de inundação, a elevação do terreno emerge como um fator crítico. Preferencialmente, as rotas devem direcionar-se para áreas mais altas, minimizando o risco de serem submersas pelas águas em rápida ascensão. Além disso, a distância é uma consideração fundamental.

As rotas devem ser curtas o suficiente para garantir que as pessoas possam alcançar áreas seguras em tempo hábil, evitando qualquer atraso que possa colocá-las em risco. Isso implica em identificar áreas altas ao longo do percurso, que possam servir como refúgios seguros durante a evacuação.

É imperativo evitar rotas que dependam de estruturas vulneráveis às inundações, como pontes ou áreas baixas suscetíveis a alagamentos. Tais locais podem se tornar rapidamente intransitáveis. Além disso, é essencial que as pessoas estejam familiarizadas com as rotas de fuga e saibam como acessá-las em caso de emergência. Isso requer a divulgação clara e regular das rotas de evacuação, bem

como a realização de exercícios de evacuação para garantir que todos estejam preparados para agir rapidamente quando necessário.

Um aspecto importante é garantir que as rotas de fuga sejam acessíveis para todas as pessoas. Isso inclui fornecer alternativas para aqueles que possam ter dificuldades com determinados obstáculos, como escadas íngremes ou barreiras arquitetônicas. Além disso, é essencial estabelecer um sistema de comunicação de emergência eficaz para alertar as pessoas sobre a necessidade de evacuação e fornecer informações atualizadas sobre as rotas seguras. Investir em educação, prática e preparação em situações de inundação, garantindo que as pessoas possam agir com calma e eficácia para alcançar a segurança.

Como exemplo dessa etapa metodológica, também no município de Juiz de Fora, com relação ao plano de ação e emergência para evacuação em casos de barragens, tem-se a empresa Nexa Recursos Mineiras S. A. (2022), a qual produziu o documento "Plano de Ação de Emergência para Barragens (PAEB) da Barragem dos Peixes".

Trata-se de um relatório técnico, em conformidade com diversas leis e regulamentações federais e estaduais, visando garantir a segurança da barragem localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais. Ele integra o Volume V do Plano de Segurança de Barragem (PSB) e aborda, em sua Seção I, os requisitos das entidades fiscalizadoras.

O PAEB tem como objetivo identificar e classificar situações de emergência que possam comprometer a integridade da barragem e estabelecer ações para mitigar riscos, preservando vidas humanas e o meio ambiente. A barragem, destinada ao depósito de resíduos industriais classificados como perigosos, está sujeita às diretrizes do Sistema Estadual do Meio Ambiente (SISEMA) e segue o Decreto Estadual Nº 48.140/2021, que define categorias de risco e dano potencial ambiental, além do Decreto Estadual Nº 48.078/2020, que regulamenta a análise e aprovação do PAEB.

O documento detalha o estudo de ruptura hipotética da barragem, desenvolvido pela HIDROBR, que avalia a propagação da onda de cheia e delimita as áreas potencialmente inundáveis a jusante.

Cabe ressaltar que, adicionalmente, o relatório descreve as responsabilidades das diversas entidades envolvidas na gestão de emergência, incluindo a Secretaria

Municipal de Sustentabilidade em Meio Ambiente e Atividades Urbanas de Juiz de Fora, que deve participar de simulados, aprovar e apoiar a sinalização nas rotas de fuga, pontos de encontro e interditar vias públicas quando necessário. Ações de gestão de crise também são previstas para situações de emergência.

Por fim, o PAEB também define o fluxo de comunicação e as ações necessárias após a ocorrência de um incidente, incluindo o abastecimento de água, a recuperação das áreas atingidas, a assistência às pessoas e animais afetados, etc.

As sinalizações propostas são cruciais para orientar a população durante uma evacuação, indicando claramente as rotas de fuga seguras e os locais onde as pessoas devem se reunir.

Sendo assim, de acordo com a Legislação ambiental de Minas Gerais, a Resolução GMG nº 83 (2024), foram considerados alguns aspectos para a instalação das placas em locais específicos:

- Colocação das placas na entrada de cada bairro contemplado pela área do recorte do estudo (bairros Ipiranga, Santa Luzia e Jardim de Alá);
- em todas as bifurcações e esquinas principais, é necessário colocar placas indicando a direção a ser seguida (através de mapas informativos);
- colocar placas nas áreas de maior risco de inundação, indicando rotas alternativas seguras;
- placas na entrada de todos os abrigos emergenciais com informações claras sobre o ponto de encontro e orientações adicionais.

Ainda segundo a Resolução GMG nº 83 (2024), referente à distância entre as placas informativas:

- As placas devem ser colocadas, no máximo, a cada 50 metros em áreas urbanas, as de ponto de encontro deverão possuir a dimensão de 100 cm x 75 cm, as placas de rota de fuga, a dimensão de 75 cm x 50 cm, as placas de advertência a dimensão de 100 cm x 75 cm, para garantir que as rotas sejam claramente visíveis e fáceis de seguir;
- A distância específica pode variar conforme a visibilidade e as condições locais, mas deve sempre assegurar que a próxima placa esteja visível.

Além da localização das placas, foram implementadas estratégias de sinalização e comunicação para orientar os cidadãos sobre as rotas de fuga. Incluem-se:

- **Placas Direcionais**, que são sinalizações visíveis tanto durante o dia quanto à noite;
- **Mapas Informativos** colocados em locais estratégicos mostrando as rotas de fuga e a localização dos abrigos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

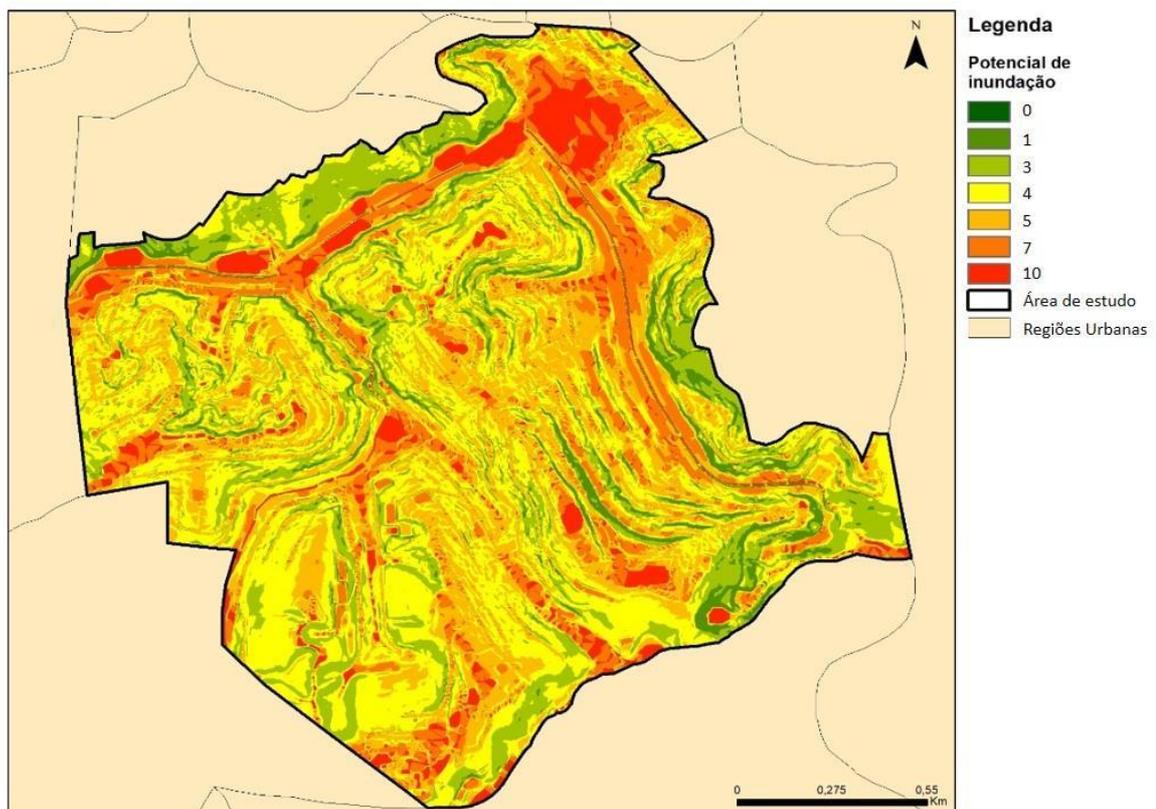
### 4.1 ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE A INUNDAÇÕES

No mapa referente à análise multicritério para o mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada (figura 34), distingue-se áreas de baixo potencial inundável através da cor verde, enquanto destaca em vermelho aquelas com maior risco de inundação.

Nota-se uma concentração dessas áreas vermelhas nas proximidades da calha do Córrego Ipiranga, destacando um padrão consistente de vulnerabilidade observada.

Destaca-se que, além das moradias e comércios próximos à margem do Córrego serem atingidas, as ruas Porto das Flores e Água Limpa também são extremamente afetadas com as fortes chuvas e apresenta uma maior distância do Córrego.

Figura 34: Análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada

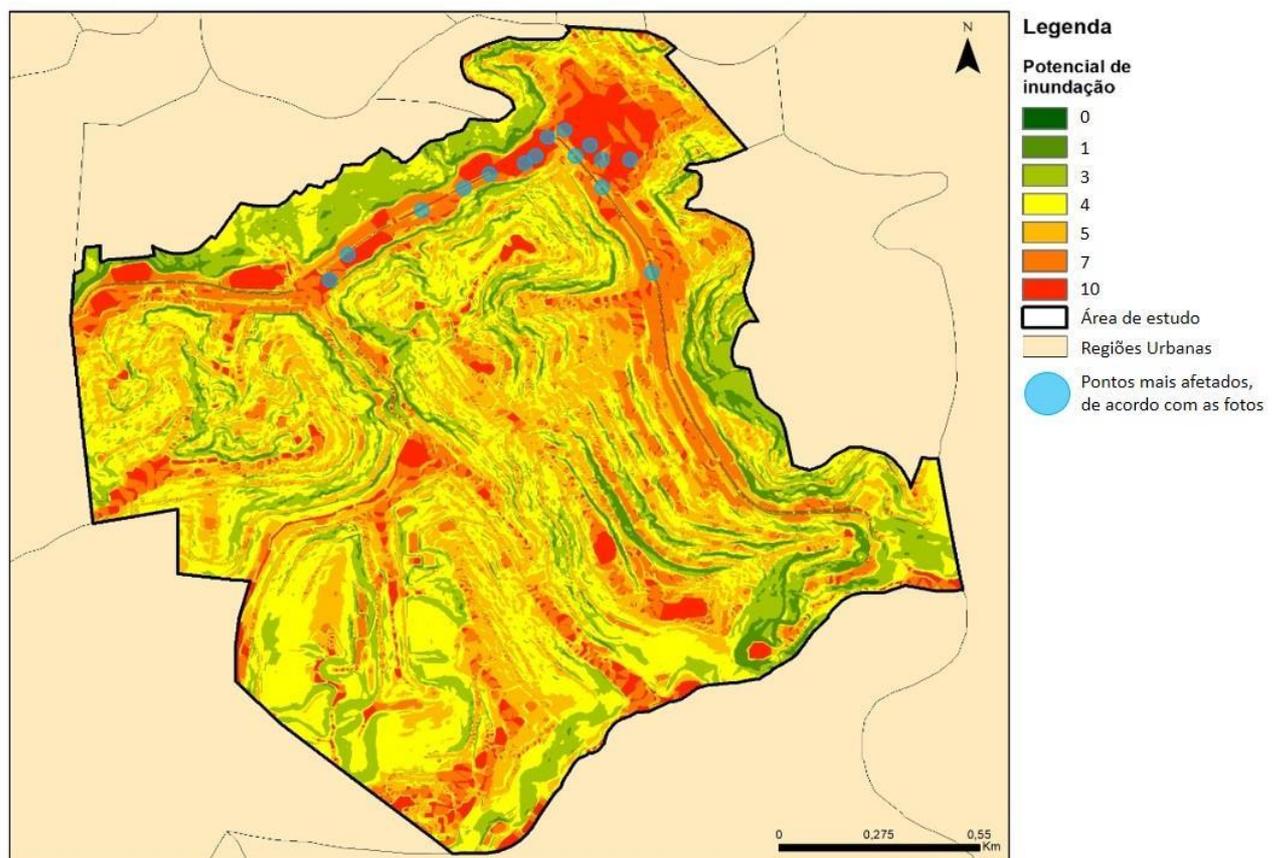


Fonte: Criado pela autora.

O mapa abaixo (figura 35), apresenta a base cartográfica da análise multicritério para o mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada com a inserção dos pontos de inundação. Os dados encontrados na análise multicritério, sendo as áreas em vermelho as mais afetadas, confirma a localização dos dados encontrados nos veículos de mídia, fornecendo uma visão pontual e detalhada da problemática local.

Sendo assim, a inserção dos pontos com evidência de inundação no mapa corrobora e consolida os dados já encontrados referentes às áreas afetadas pelas inundações, fornecendo informações precisas para a elaboração de estratégias de prevenção e mitigação dos desastres. O indicativo desses locais auxiliam as tomadas de decisão, podendo ser mais direcionadas e eficientes aos bairros vulneráveis.

Figura 35: Análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações da área estudada com os pontos afetados de acordo com os veículos de mídia



Fonte: Criado pela autora.

## 4.2 POSSÍVEIS ABRIGOS EMERGENCIAIS

Os pontos de encontro são locais seguros, previamente informados, para os quais a população em risco deve se dirigir. Geralmente os pontos de encontro são locais públicos como pátios de igreja, campos de futebol, áreas de lazer e outros espaços abertos localizados em cotas mais elevadas (Balbi, 2008).

Foram identificados e mapeados possíveis abrigos emergenciais em casos de risco, com a ocorrência dos eventos extremos e transbordamento da Bacia. Considera-se a utilização de abrigo em escolas e igrejas, levando em consideração a localização, com um afastamento considerável da Bacia e em áreas mais altas.

Para nominar cada refúgio encontrado e escolhido, utilizou-se a letra 'A', seguidamente o número ao qual se refere (do A01 ao A07) (quadro 5). O abrigo emergencial A01, Igreja Matriz Santa Luzia, localiza-se na rua Ingrácia Pinheiro, 160, no bairro Santa Luzia, situada em uma posição mais elevada. No mesmo bairro, rua José Nunes Leal, 70, está o abrigo A02, ou seja, a Escola Estadual Maria de Magalhães Pinto.

No endereço rua Francisco Henriques, 121, no bairro Jardim de Alá está o abrigo emergencial A03, a Creche Arco Íris, o qual situa-se também em um ponto mais alto. Já o abrigo A04 fica na rua Ibitiguaia, 1240, com localização no bairro Ipiranga e o espaço é de uma escola chamada Creche Municipal Professora Maria de Lourdes Rezende.

Seguidamente, tem-se o A05, o quinto abrigo emergencial mapeado, situado na Rua Ibitiguaia, 72, bairro Santa Luzia. O A06 é o Santuário Santa Luzia, e encontra-se na rua Ibitiguaia, 440, no bairro Santa Luzia e, por fim, o abrigo emergencial A07, que está na rua Capitão Antônio Carias, 42, bairro Jardim de Alá, onde atualmente é a Escola Municipal Jardim de Alá.

Quadro 5: Imagens dos possíveis abrigos emergenciais e a localização

	<b>Abrigo emergencial</b>	<b>Endereço</b>
<b>A01</b>		Rua Ingrácia Pinheiro, 160, Santa Luzia
<b>A02</b>		Rua José Nunes Leal, 70, Santa Luzia
<b>A03</b>		Rua Francisco Henriques, 121, Jardim de Alá

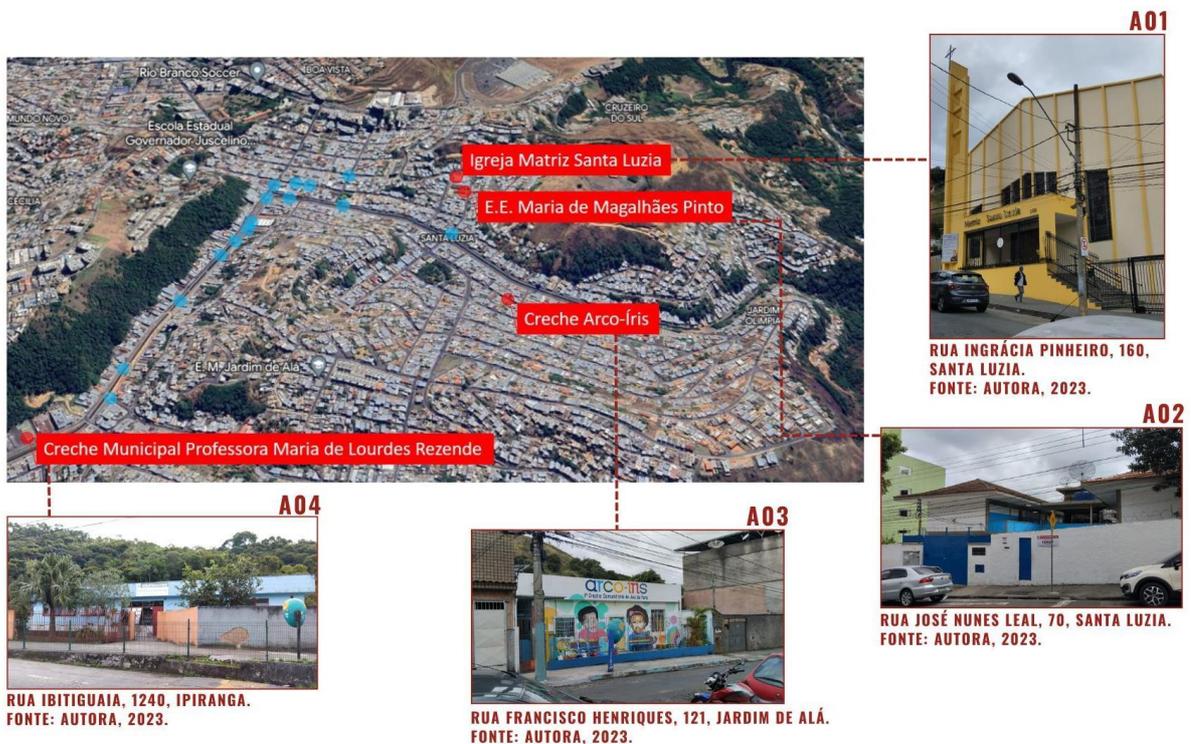
<p><b>A04</b></p>		<p>Rua Ibitiguaia, 1240, Ipiranga</p>
<p><b>A05</b></p>		<p>Rua Ibitiguaia, 72, Santa Luzia</p>
<p><b>A06</b></p>		<p>Rua Ibitiguaia, 440, Santa Luzia</p>



Fonte: Criado pela autora.

Os mapas são instrumentos de comunicação visual, que possuem variadas possibilidades de informar o conteúdo geográfico de forma gráfica, proporcionado ao leitor visualizar a organização do espaço (Marchezini et al., 2017). Visto isso, a partir dos abrigos selecionados na coleta, bem como posto o endereço, para uma melhor observação do posicionamento de cada um, elaborou-se uma marcação no mapa com a posição estratégica desses refúgios (figuras 36 e 37).

Figura 36: Localização dos abrigos emergenciais



Fonte: Criado pela autora.

Figura 37: Localização dos abrigos emergenciais



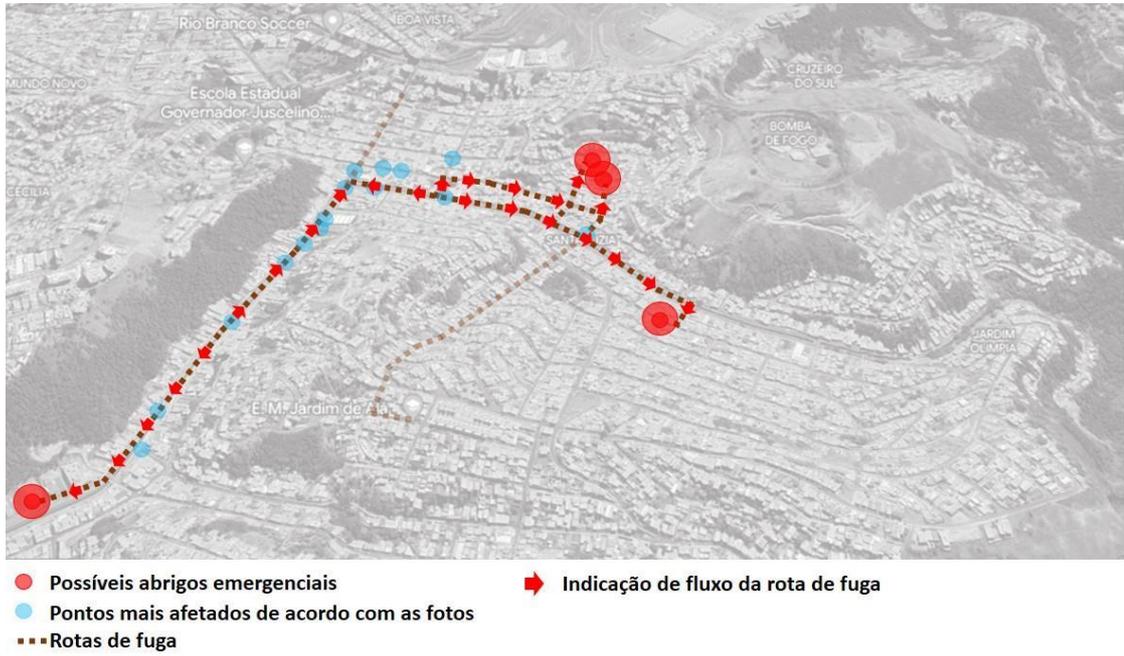
Fonte: Criado pela autora.

#### 4.3 INDICAÇÃO DAS ROTAS DE FUGA

Após a identificação e localização dos abrigos emergenciais, o último tópico dos resultados da pesquisa inclui traçar as rotas de fuga que garantem o acesso rápido e seguro às instalações em situações de emergência. Mecanismos foram empregados para criar rotas eficientes, capazes de guiar os moradores da região para os abrigos, minimizando os riscos durante evacuações.

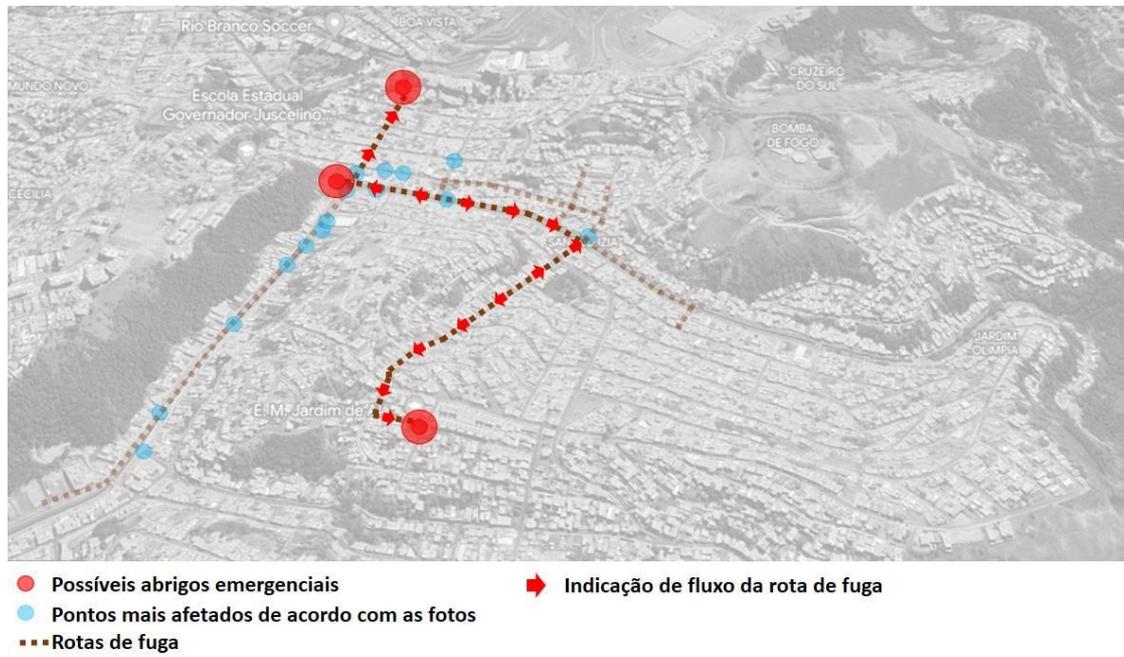
Além disso, foram implementadas estratégias de sinalização e comunicação para orientar os cidadãos sobre as rotas de fuga, incluindo a utilização de placas direcionais e informações sobre a situação das vias e a localização dos abrigos (figuras 38 e 39).

Figura 38: Rotas de fuga até os abrigos emergenciais



Fonte: Criado pela autora.

Figura 39: Rotas de fuga até os abrigos emergenciais



Fonte: Criado pela autora.

A colocação de placas de rotas de fuga a cada 50 metros em áreas urbanas é fundamental para orientar a população durante enchentes. Em situações de inundação, é crucial que os moradores e transeuntes saibam exatamente para onde se dirigir para alcançar áreas seguras. Esse espaçamento regular facilita a leitura e compreensão das rotas de evacuação, reduzindo o tempo de resposta e aumentando as chances de evitar áreas de risco, como ruas inundadas e pontos de transbordamento.

Além de indicar o caminho para os abrigos, com cores chamativas e informações claras, essas placas fornecem informações adicionais, como números de emergência, da Defesa Civil, Bombeiro militar, Polícia Militar e do Samu.

Este processo envolve a análise detalhada da topografia urbana, identificando áreas de maior risco de inundação e os pontos altos que podem servir como refúgio seguro. O mapeamento deve ser disponibilizado em diversos formatos, mas principalmente através de sinalização física nas ruas. As figuras 40, 41 e 42 apresentam a quantidade exata de placas de rotas de fuga, totalizando 75, as quais foram calculadas e marcadas em cada trecho da rota.

Figura 40: Número de placas de rotas de fuga por trecho



Fonte: Criado pela autora.

Figura 41: Número de placas de rotas de fuga por trecho



Fonte: Criado pela autora.

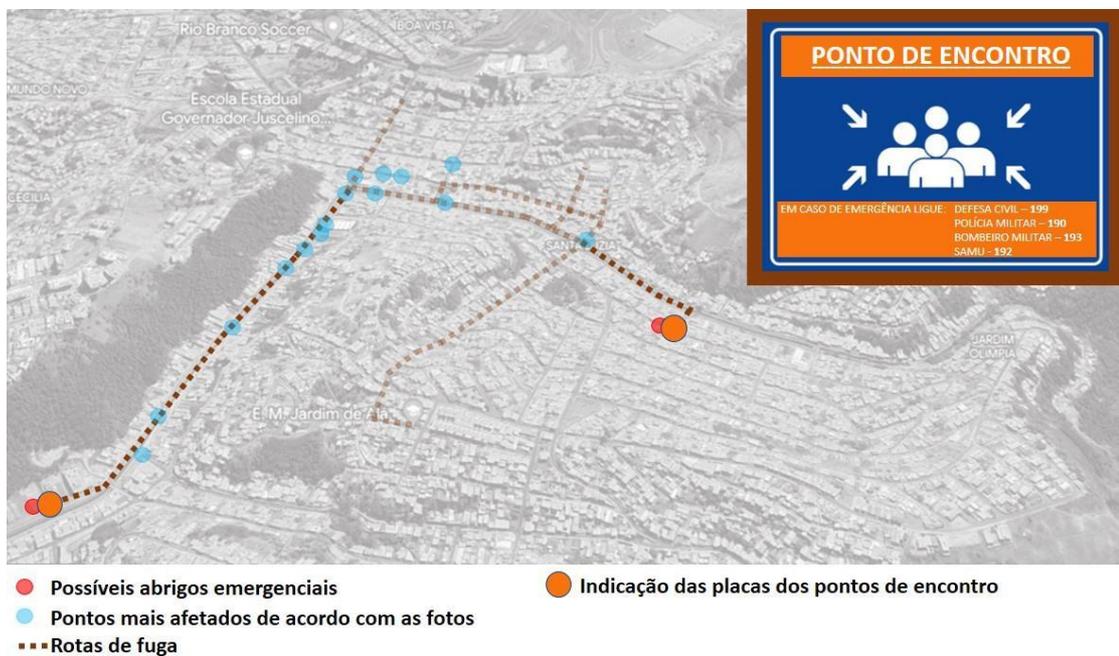
Figura 42: Número de placas de rotas de fuga por trecho



Fonte: Criado pela autora.

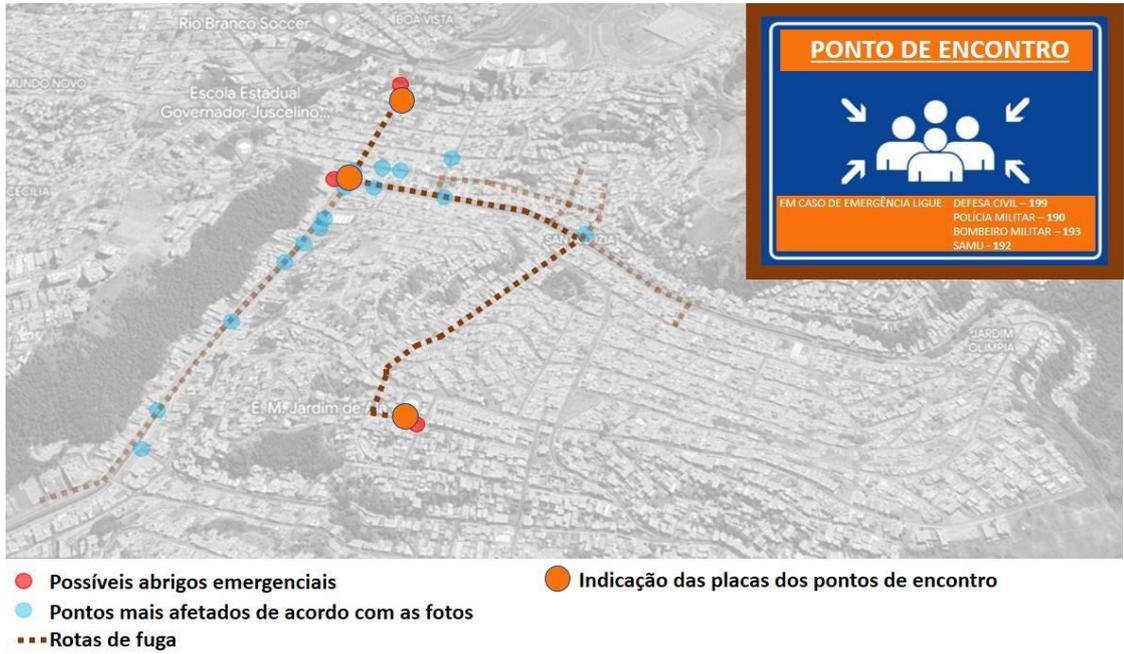
As placas de ponto de encontro colocadas próximas aos abrigos emergenciais desempenham um papel crucial na organização e segurança durante situações de emergência. Esses pontos de encontro são locais pré-designados onde as pessoas podem se reunir após evacuar uma área de risco. As placas, posicionadas estrategicamente perto dos abrigos emergenciais, fornecem orientação clara e visível, ajudando a evitar a dispersão entre os evacuados, facilitando uma resposta mais eficiente e coordenada (figuras 43, 44 e 45).

Figura 43: Indicação das placas dos pontos de encontro



Fonte: Criado pela autora.

Figura 44: Indicação das placas dos pontos de encontro



Fonte: Criado pela autora.

Figura 45: Indicação das placas dos pontos de encontro



Fonte: Criado pela autora.

Nas figuras 46, 47 e 48, foram indicados os mapas informativos, os quais fornecem uma visão clara e detalhada das rotas de evacuação disponíveis, indicando o caminho indicado e os pontos de encontro. Ao serem posicionadas em todos os cruzamentos, eles garantem que as pessoas que estejam no percurso da rota de fuga, possam consultar o mapa e prosseguir o trajeto, informadas sobre a melhor direção a seguir.

Figura 46: Indicação dos mapas informativos



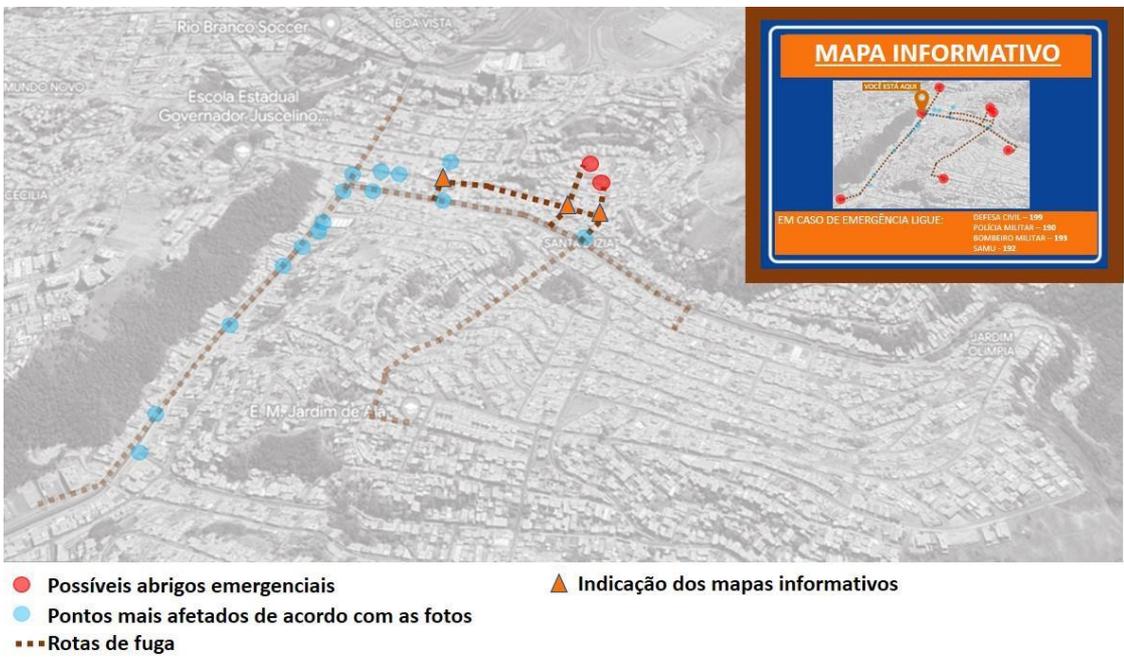
Fonte: Criado pela autora.

Figura 47: Indicação dos mapas informativos



Fonte: Criado pela autora.

Figura 48: Indicação dos mapas informativos



Fonte: Criado pela autora.

Essa abordagem integrada não apenas facilita a evacuação ordenada da população, mas também fortalece a resiliência da comunidade diante de potenciais desastres, garantindo que todos tenham acesso rápido a locais seguros em momentos críticos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada nesta dissertação, aliada à análise minuciosa dos veículos de mídia, revelou-se crucial para identificar os pontos de maior vulnerabilidade nas áreas de risco. Ao examinar os relatos presentes na mídia, pôde-se observar os locais mais críticos e frequentemente afetados pelo transbordamento do Córrego Ipiranga. Essas observações foram posteriormente validadas durante as atividades de campo, reforçando a veracidade e a relevância dos dados obtidos.

Além disso, a utilização de recursos avançados de geoprocessamento, como o software ArcGIS, desempenhou um papel fundamental ao permitir a identificação precisa das áreas com potencial para alagamentos e inundações. Essa análise espacial corroborou integralmente os registros de casos de inundações presentes nos meios de comunicação, oferecendo uma visão ampla e detalhada das áreas mais suscetíveis a esses eventos. A análise multicritério para mapa de susceptibilidade a inundações desenvolvida neste estudo amplia ainda mais nossa compreensão, ao indicar a possibilidade de ocorrência de inundações em outras regiões dentro do escopo do estudo.

Destaca-se ainda que as atividades de campo desempenharam um papel essencial ao não apenas confirmar as informações obtidas por meio da análise remota, mas também ao identificar pontos estratégicos, como escolas e igrejas, que podem desempenhar um papel crucial como centros de apoio e refúgio para a população em caso de inundações. Esta identificação não só contribuiu para o planejamento eficaz de medidas de mitigação, mas também para a preparação da comunidade local frente a possíveis eventos extremos.

Assim, a combinação entre análise de mídia, geoprocessamento e atividades de campo revelou-se uma abordagem abrangente e eficaz para a identificação e compreensão dos riscos associados às inundações na área de estudo. Essa integração de metodologias e ferramentas oferece uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de gestão de riscos mais eficientes e adaptáveis, visando a proteção e o bem-estar das comunidades vulneráveis.

Os dados levantados revelam resultados que são relevantes para debater sobre a situação atual, especialmente em relação às consequências das mudanças climáticas e à ocupação irregular, por exemplo. Esses aspectos destacam a urgência

de abordar reflexões referentes às questões ambientais e de planejamento urbano, pois o impacto das mudanças climáticas e da má gestão do território urbano afeta diretamente a frequência e a gravidade dos desastres naturais, como as inundações, que vêm se tornando cada vez mais frequentes e devastadoras.

Por fim, espera-se que a metodologia do presente estudo, possa ser utilizado para a inserção em outras localidades do município de Juiz de Fora, como por exemplo, nos bairros Igrejinha e Industrial, bem como em diferentes regiões do Brasil que são afetadas frequentemente pelos eventos extremos pluviométricos. Cria-se também uma forma de contribuição e assistência junto ao poder público para a tomada de decisões referente à essa problemática.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, p.153, 2003.
- ALÇADA-ALMEIDA, L., TRALHÃO, L., SANTOS, L. e COUTINHO-RODRIGUEZ, J. **A multiobjective approach to locate emergency shelters and identify evacuation routes in urban areas**. *Geographical Analysis*, v. 41, n. 1, p. 9–29, 2009.
- AMARAL, F. C. S. et al. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 63). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/965988/mapeamento-de-solos-e-aptidao-agricola-das-terras-do-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- ANDERS, G. C. **Abrigos Temporários de Caráter Emergencial**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2007. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/publico/Dissertacao.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- ARAÚJO, Maria do Carmo Vila-Real de. **Avaliação da qualidade do espaço público: Redes Viárias Urbanas**. 1998.136 p. Dissertação. Faculdade de Arquitetura da Cidade do Porto. Porto 1998. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/12931>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- ARCHDAILY. **Em foco: Shigeru Ban**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/792780/em-foco-shigeru-ban>. Acesso em: 17 jul. 2023.
- BALBI, D. A. F. Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens. **Estudo de Caso: Barragens de PETI - MG**. p. 353, 2008.
- BBC NEWS BRASIL. **As três ondas de doenças infecciosas que devem acometer o Rio Grande do Sul - e como contê-las**, 2024. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cy9x5dl2yw7o>>. Acesso em: 13 mai. 2024.
- BBC NEWS BRASIL. **Inundações no Rio Grande do Sul: Estado deve ter mais chuvas e vento esta semana; mortos chegam a 90**, 2024. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cjljpe8gn88o>>. Acesso em: 07 mai. 2024.
- BBC NEWS BRASIL. **Mortes por chuvas em 2022 já superam ano passado inteiro**, 2022. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-61651974>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- BERZ, Gerhard. **Flood Disasters: Lessons from the Past – Worries for the Future**. Kassel: Herkules Verlag, 2000.

BRACHMAN, M. L. e DRAGICEVIC, S. **A spatially explicit network science model for emergency evacuations in an urban context.** Computers, Environment and Urban Systems, v. 44, p. 15-26, 2014.

BRACHMAN, M. L. e DRAGICEVIC, S. **A spatially explicit network science model for emergency evacuations in an urban context.** Computers, Environment and Urban Systems, v. 44, p. 15–26, 2014.

BRANDÃO, E. C. C. R. et al. **Urbanização e crescimento da cidade de Juiz de Fora:** Aspectos político-criminais na transição do século XIX para o XX. Revista Internacional de História Política e Cultura Jurídica, Rio de Janeiro, vol. 13, n. 2, 2021, p.328-364.

BRASIL. Legislação ambiental de Minas Gerais. **Resolução nº 83, de 16 de abril de 2024.** William Freire Advogados Associados. Brasília, 16 de abril de 2024. Disponível em: <<https://www.williamfreire.com.br/areas-do-direito/direito-ambiental/legislacao/legislacao-ambiental-minas-gerais/resolucao-gmg-no-83-de-16-de-abril-de-2024/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Desastres naturais:** 59,4% dos municípios não têm plano de gestão de riscos, 2018. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/21633-desastres-naturais-59-4-dos-municipios-nao-tem-plano-de-gestao-de-riscos.html>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável,** 2018. Disponível em: <<https://ods.ibge.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **População no último censo,** 2022. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>>. Acesso em: jul. 2023.

BRASIL. Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União:** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 2001. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.285, de 02 de março de 2006. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União:** Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm#art82](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm#art82)>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União:** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº

9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BUSS, P. M., FERREIRA, J. R., HOIRISCH, C., MATIDA, Á. H. **Desenvolvimento sustentável e governança global em saúde – Da Rio+20 aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pós-2015**, 2012. Disponível em: <<https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/759/1401>> Acesso em: 12 out. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Enchentes** – O Brasil é 6º país do mundo que mais sofre com catástrofes climáticas. 2012. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/radio/programas/396885-enchentes-o-brasil-e-6o-pais-do-mundo-que-mais-sofre-com-catastrofes-climaticas/>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

CAMPOS, V., BANDEIRA, R. e BANDEIRA, A. **A method for evacuation route planning in disaster situations**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 54, p. 503–512, 2012.

CARVALHO, Y. M. **Caracterização geomorfológica e de ocupação do solo de bacia em área urbanizada de Juiz de Fora/MG e proposição de infraestrutura verde como agente promotor de qualidade de vida e minimizador de inundações**. Revista Vértices, Campos dos Goitacazes, v. 25, n. 2, p. e25218091, 2023.

CESAMA. **Hidrografia em Juiz de Fora** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.cesama.com.br/pesquisa-escolar/hidrografia-em-juiz-de-fora>>. Acesso em: 19 jul. 2023.

CHAVES, T. S. **Expansão Urbana e Degradação de Encostas em Juiz de Fora MG**: um estudo de Caso do Alto Três Moinhos e do Morro do Imperador, 2012. Dissertação (Especialização em Análise Ambiental), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012. Juiz de Fora, 2010.

CHUVA em Salvador: mais de 120 pessoas são abrigadas em escolas após precisarem sair de casa. **G1**, 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/04/09/pessoas-acolhidas-chuvas-salvador.ghtml>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CHUVAS deixam mais de 5 mil alunos sem aulas em Salvador; escolas se tornaram abrigos temporários. **G1**, 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/04/08/alunos-sem-aula-em-salvador.ghtml>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CNN BRASIL. **A cada desastre natural no Brasil, em média, 3,4 mil pessoas são afetadas**, 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/a-cada-desastre-natural-no-brasil-em-media-34-mil-pessoas-sao-afetadas/>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA. **Barragem Ceraíma**: Plano de Segurança da Barragem. Brasília, v. 3, p.1-85, 2020.

COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. **Instrução técnica 01/2021**, 2021. Disponível em: <[http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/2021\\_Instrucao%20T%C3%A9cnica\\_vers%C3%A3o\\_publicada.pdf](http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/2021_Instrucao%20T%C3%A9cnica_vers%C3%A3o_publicada.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2022.

CORRÊA, M. L. **Resgatando o Passado**: a história de Juiz de Fora, 2023. Disponível em: <<https://mauricioresgatandoopassado.blogspot.com/2016/07/bairros-da-zona-sul-1-foto.html>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

COVA, T. J. e CHURCH, R. L. **Modelling community evacuation vulnerability using GIS**. International Journal of Geographical Information Science, v. 11, n. 8, p. 763–784, 1997.

COVA, T. J. e JOHNSON, J. P. **A network flow model for lane-based evacuation routing**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 37, n. 7, p. 579-604, 2003.

COVA, T. J. e JOHNSON, J. P. **A network flow model for lane-based evacuation routing**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 37, n. 7, p. 579–604, 2003.

DAVIS, Mike. **Planet of Slums**. New York: WW Norton, 2006.

DOROTEO, Jan. **Em foco**: Shigeru Ban, 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/792780/em-foco-shigeru-ban>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

EDUVIRGES, J. R., SANTOS, M. N. A contextualização da internet na sociedade da informação. **Documentação, Ciência e Gestão da Informação**. p. 1-12. Ceará, 2012.

FERRAZ, C. M. L., VALADÃO, R. C.; HENRIQUE, R. J.; TRINDADE, B. C. Uso de geotecnologias para mapeamento da suscetibilidade a inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: potencialidades e limitações.

**Revista Vozes dos Vales**, v. 7, n. 14, p. 1-31, 2018.

FILHO, A. F. C; RIBEIRO, T. G; NASCIMENTO, V. H. G. Transformações urbanas em Juiz de Fora/MG: a Avenida Barão do Rio Branco e a história da cidade. **Redes**, Rio Grande do Sul, v. 22, n. 1, p. 162-183, 31 dez. 2016.

FREDERICO, I. B., NEIMAN, Z., PEREIRA, J. C. A educação ambiental através das visitas técnicas no ensino superior: estudo de caso. **Educação Ambiental em Ação**.

São Paulo, Set-Nov/2023. Disponível em:  
<<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1123>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

GAMA, J. P. A. C. **Aplicação do modelo SinMAP para análise de risco na Microbacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga em Juiz de Fora – MG**. Monografia (graduação em Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2022.

GERHEIM, D. K. M., **Alagamentos, enxurradas e inundações na área urbana de Juiz de Fora: Um Olhar Sobre as Bacias Hidrográficas dos Córregos São Pedro e Ipiranga**. Monografia (graduação em Geografia), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora. p. 90. 2016.

GHISLENI, Camilla. **As cidades e seus rios no curso da história**, 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/970590/as-cidades-e-seus-rios-no-curso-da-historia>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

GOMES, F. C. M.; LAPA, D.P.; ZAIDAN, R. T. Risco a Inundação na Sub-bacia do Rio Paquequer em Teresópolis - RJ. **Revista Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 13, N.1, p. 29-41, 2023

GORSKI, Maria Cecília. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2019.

GOUDARD, G. **Eventos naturais extremos e riscos hidrometeorológicos híbridos na bacia do Alto Iguaçu**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2019.

GREENOUGH, G. et al. **The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States**. Environmental Health Perspectives 2001.

GUEDES, S.P. **Educação, pessoa e liberdade: Propostas rogerianas para uma práxis psico-pedagógica e centrada no aluno**. São Paulo: Moraes, 1981.

IGCE/DGA. **Geologia Ambiental: Enchentes e inundações**, 2004.

IPCC. Climate Change - The Physical Science Basis. Summary for Policymakers ±Technical Summary, **Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2022. 222p. Disponível em:  
<[https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.shtml](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml).> Acesso em: 15 fev. 2023.

JHA, Abhas; BLOCH, Robin; LAMOND, Jessica. **Cidades e inundações: Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o Século XXI**, 2012. Disponível em:  
<[https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/Cidades\\_e\\_inundcoesguiaBancoMundial.pdf](https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/Cidades_e_inundcoesguiaBancoMundial.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2022.

JUIZ DE FORA. **1º revisão do Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora – MG (2022)**. Disponível em:

[https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/sepur/planos\\_programas/saneamento\\_basico/revisao\\_psb2022/index.php](https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/sepur/planos_programas/saneamento_basico/revisao_psb2022/index.php). Acesso em: 10 nov. 2022.

JUIZ DE FORA. Lei Complementar nº 12/2014. Dispõe sobre a alteração da Zona de Uso e Ocupação do Solo da área que menciona. **Diário Oficial Eletrônico**.

Prefeitura de Juiz de Fora: Sistema de Legislação Municipal, 2014. Disponível em: <https://jflgis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000037492>. Acesso em: 27 ago. 2023.

KALAFATAS, G. e PEETA, S. **Planning for evacuation**: Insights from an efficient network design model. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 15, n. 1, p. 21–30, 2009.

KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda; MEDEIROS, Carlos. **Metodologia da pesquisa**: um guia prático. 1. ed. Bahia: via litterarum, 2010.

KOBIYAMA, M. et. al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, p.109, 2006.

LAVALL, T.P., OLSSON, G. **Governança global e o desenvolvimento na sua pluridimensionalidade**: um olhar sobre a Agenda 2030 das Nações Unidas. *Direito e Desenvolvimento [Internet]*. v. 10, n. 1, 2019, p. 51–64. Disponível em:

<https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/990> doi: 10.26843/direitoedesenvolvimento.v10i1.990

LIU, Y., Lai, X. e CHANG, G.-L. **Two-level integrated optimization system for planning of emergency evacuation**. *Journal of Transportation Engineering*, v. 132, n. 10, p. 800–807, 2006.

MARCHEZINI, V. **The biopolitics of disaster**: power, discourses, and practices. *Human Organization*, v.74, p.362-371, 2015.

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: atlas, 2003. p. 19.

MARIA DO RESGUARDO. Cachoeirinha, hoje, Bairro Santa Luzia, em dezembro de 1955. Blog Maria do Resguardo, 30 dez. 2013. Disponível em:

<<https://www.mariadoresguardo.com.br/2013/12/cachoeirinha-hoje-bairro-santa-luzia-em.html>>. Acesso em: out. 2023.

MARTINS, L. A. **A temperatura do ar em Juiz de Fora - MG**: Influência do Sítio e da Estrutura Urbana. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP – Rio Claro, p.168, 1996.

MARTINS, L. A. **A Temperatura do ar em Juiz de Fora – MG**: influência do Sítio e da Estrutura Urbana. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Rio Claro: UNESP: 1996, 168p.

MARTINS, R. A. **Proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga - Juiz de Fora, MG**. Monografia. (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. **A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano**: Estratégias na Abordagem Geográfica, Revista Geosul, n. 09, p. 75-107, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**: um projeto e seus caminhos. Editora Contexto: São Paulo, 2003.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo de; MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano**. 1. ed. São Paulo: contexto, p. 69, 2003.

MONTEIRO, J. B. **Desastres naturais no estado do Ceará**: uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pósgraduação do Departamento de Geografia. Universidade Federal do Ceará - UFC, 2016.

MOURA, A. M. M. Trajetória da Política Ambiental Federal no Brasil. *In*: MOURA, A. M. M. (org.). **Governança Ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: IPEA, p. 13-43, 2016.

NEXA RECURSOS MINEIRAI S.A. **Plano de ação de emergência para barragens – PAEB**: Barragem dos peixes. 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfeindmkaj/https://www.nexaresources.com/wp-content/uploads/2023/04/Barragem-dos-Peixes-PAEB-Secao-I-Entidades-Fiscalizadoras.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

OLIVEIRA, Paulino de. **História de Juiz de Fora**. 2. ed. Juiz de Fora: Gráfica Comércio e Indústria Ltda, 1966.

OLIVEIRA, T. A. **O clima urbano como risco climático**: os impactos das chuvas em Juiz de Fora-MG no período de 1980-2018. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas - ICH, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Desastres naturais foram responsáveis por 45% de todas as mortes nos últimos 50 anos, mostra OMM**, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/142679-desastres-naturais-foram-respons%C3%A1veis-por-45-de-todas-mortes-nos-%C3%BAltimos-50-anos-mostra-omm>. Acesso em: 11 jul. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 14 set. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **ODS 11**, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: set. 2023.

PIDD, M., DE SILVA, F. N. e EGGLESE, R. W. **A simulation model for emergency evacuation**. European Journal of Operational Research, v. 90, n. 3, p. 413–419, 1996.

PINHEIRO, J. D. F. **Visita de Estudo Virtual versus Visita de Estudo in Loco**: Contributos para aprendizagem de História no 1.o e 2.o Ciclo do Ensino Básico. Braga: Universidade do Minho, 2017.

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO (PDDU). **Desenvolvimento Territorial**: Sistema Municipal de Planejamento do Território – SISPLAN. Disponível em: <

[https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/plano\\_diretor/plano\\_anterior.php](https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/plano_diretor/plano_anterior.php)> Acesso em: 19 mar. 2023.

PONTOS, Fellipe. Passa de 700 o número de abrigos temporários no Rio Grande do Sul. **Agência Brasil**, 2024. Disponível em:

<<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-05/passa-de-700-o-numero-de-abrigos-temporarios-no-rio-grande-do-sul>> Acesso em: 03 mai. 2024.j

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 1ª Edição. Juiz de Fora: Concorde, 1996.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Plano de Contingência**. Cenário: Enchentes. Porto Alegre. p. 1-30, [s.d.].

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**: Diagnóstico. PJF/IPLLAN, 1999.

PRODANOV, C; FREITAS, E. **Metodologia do trabalho científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2. ed., 2013. p 43.

QUIRK, V. **A arquitetura da cura**: situações de emergência e recuperação, 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/941340/a-arquitetura-da-cura-situacoes-de-emergencia-e-recuperacao>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

REVISTA EMERGÊNCIA. **Representação gráfica do conceito de inundação e enchente**. Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<https://www.revistaemergencia.com.br/>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

SAADATSERESHT, M., MANSOURIAN, A., TALEAI, M. **Evacuation planning using multiobjective evolutionary optimization approach**. European Journal of Operational Research, v. 198, n. 1, p. 305–314, 2009.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, M. **O centro da cidade do Salvador**: estudo de geografia urbana. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SILVA, R. S. MACHADO, P. J. O. Inundações urbanas: o caso da micro-bacia hidrográfica do Córrego Ipiranga – Juiz de Fora/MG. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. São Paulo, V.07, N. 02, p. 152-165, 2011.

SOUZA, J. C. **O impasse da arquitetura para abrigar pessoas atingidas por desastres**, 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/939699/o-impasse-da-arquitetura-para-abrigar-pessoas-atingidas-por-desastres>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

TASCA, L., **Percursos urbanos da Manchester Mineira: do código de obras de 1938 ao plano diretor de 2018**. 1. ed. Editora Appris: Curitiba, 2022.

TUCCI, C. **Águas Urbanas**. Estudos avançados 22, Rio Grande do Sul, p. 98-99. 2008.

TUCCI, C. **Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 5, jun-dez, 1997.

VICENTE, A. K. **Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **World Resources**. New York: Oxford University Press, 1992. p. 385.

YAMADA, T. **A network flow approach to a city emergency evacuation planning**. International Journal of Systems Science, v. 27, n. 10, p. 931–936, 1996.

YI, W. e ÖZDAMAR, L. **A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities**. European Journal of Operational Research, v. 179, n. 3, p. 1177-1193, 2007.

# ANEXO A – Lei Complementar nº 082/2018, Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora: rede de estruturação e transformação urbana

