



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – CAMPUS I
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS TERRITORIAIS – PROET**

WESLEY LOPES DA SILVA

**RISCOS A INUNDAÇÕES NA CIDADE DE JACOBINA (BA): INTEGRAÇÃO
ENTRE SUSCETIBILIDADES E VULNERABILIDADES**

**SALVADOR – BAHIA
2025**

WESLEY LOPES DA SILVA

**RISCOS A INUNDAÇÕES NA CIDADE DE JACOBINA (BA): INTEGRAÇÃO
ENTRE SUSCETIBILIDADES E VULNERABILIDADES**

Dissertação apresentada à Linha de Pesquisa: Planejamento, Ordenamento e Gestão Territorial e Ambiental do curso de Pós-graduação em Estudos Territoriais (PROET), do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, como requisito obrigatório para obtenção do título de mestre em Estudos Territoriais pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Orientador: Dr. Gustavo Barreto Franco.

**SALVADOR – BAHIA
2025**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – CAMPUS I
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS TERRITORIAIS – PROET**

FOLHA DE APROVAÇÃO

WESLEY LOPES DA SILVA

**RISCOS A INUNDAÇÕES NA CIDADE DE JACOBINA (BA): INTEGRAÇÃO
ENTRE SUSCETIBILIDADES E VULNERABILIDADES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Estudos Territoriais, do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, da Universidade do Estado da Bahia, *Campus I*, Salvador, em 05 de agosto de 2025, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre em Estudos Territoriais, composta pela Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br GUSTAVO BARRETO FRANCO
Data: 23/08/2025 16:32:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Barreto Franco – Orientador Presidente

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Engenharia Civil – UFV
Pós-doutorado em Engenharia Agrícola e Ambiental – UFV

Documento assinado digitalmente
gov.br LILIANE MATOS GOES
Data: 29/08/2025 14:10:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Liliane Matos Góes – Examinadora Interna

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Geografia – UNICAMP

Documento assinado digitalmente
gov.br SAULO ROBERTO DE OLIVEIRA VITAL
Data: 01/09/2025 09:35:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Saulo Roberto de Oliveira Vital – Examinador Externo

Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Doutorado em Geociências – UFPE

Documento assinado digitalmente
gov.br RAUL REIS AMORIM
Data: 23/08/2025 16:54:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Raul Reis Amorim – Examinador Externo

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Doutorado em Geografia – UNICAMP
Pós-doutorado em Geografia - UNICAMP

FICHA CATALOGRÁFICA

Biblioteca Professor Edivaldo Machado Boaventura – UNEB – Campus I

Bibliotecária: Célia Maria da Costa - CRB-5/918

S586r Silva, Wesley Lopes da

Riscos a inundações na cidade de Jacobina (BA): integração entre suscetibilidades e vulnerabilidades / Wesley Lopes da Silva. – Salvador, 2025.

133 f.: il.

Orientador: Gustavo Barreto Franco.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Campus I. Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais – PROET, 2025.

Contém referências e anexos.

Dedico este trabalho aos meus pais, Aparecida e Antonio Lopes, que carregaram o peso da enxada para que eu pudesse carregar o peso dos livros.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que é a lâmpada que ilumina os meus passos e a luz que clareia o meu caminho. Sou grato a Ele pelas bênçãos, milagres, saúde e paz concedidos à minha família ao longo desta jornada.

À minha mãe, Aparecida Lopes, por todas as orações, pela sabedoria, pelo incentivo e pelo amor incondicional. Ao meu pai, Antonio Lopes, pelo caráter, pela responsabilidade e pela alegria de viver, que tanto me ensina.

À Nilma Alves, pelo companheirismo e inteligência. Além de todas as ideias apresentadas neste trabalho, agradeço pelas revisões textuais, pela apresentação de artigos em eventos, pela participação nas atividades de campo e por todas as decisões que tornaram a minha vida melhor.

Ao meu irmão, Oberdan Lopes, por sempre me apoiar e ajudar no possível e impossível. À Vanessa Alves, pela amizade e amorosidade de sempre. À Valentina Alves Lopes, por ter tornado a vida de toda a família mais feliz e, certamente, por lembrar da música infantil “Roda, Roda, Roda” sempre que me vê. À Lindalva Rosa e Antônio Cândido, por me receberem “em casa” com tanta satisfação e alegria.

Agradecimento especial ao meu orientador, Gustavo Barreto Franco, por confiar nas minhas ideias e no meu tempo. Suas orientações, atenção e constante disponibilidade foram essenciais para a realização desta pesquisa.

Ao professor Sirius Oliveira Souza, pela coorientação durante a organização textual desta dissertação e do capítulo de livro submetido ao PROET.

À Professora Liliane Matos Góes, pelas relevantes contribuições oferecidas durante o processo de qualificação, bem como pela disponibilidade e gentileza ao aceitar integrar a Banca Examinadora desta dissertação.

Ao Professor Saulo Roberto de Oliveira Vital, pelas valiosas sugestões apresentadas durante a qualificação, as quais enriqueceram significativamente este trabalho, e pelo aceite de bom grado para participar da banca de defesa.

Ao Professor Raul Reis Amorim, pelo aceite e disponibilidade em integrar a Banca Examinadora da defesa desta dissertação.

Ao professor José Alves de Jesus, por ter me apresentado os caminhos da pesquisa. Suas orientações na Iniciação Científica e TCC foram o alicerce da minha vida acadêmica. Além disso, suas ideias, dados e perspectivas são intrínsecos a este trabalho e, por isso, sou grato.

À professora Jamile da Silva Lima-Payayá, por ter compartilhado importantes dados acerca da história e organização espacial da cidade de Jacobina.

Aos professores Paulo Davi dos Santos e Lucas Pinho Guimarães, pelas visões sócio-históricas apresentadas a esta dissertação de mestrado.

Ao professor Leonardo Ferreira dos Santos, pelas conversas inspiradoras sobre ciência e pelo computador emprestado para processamento de alto desempenho.

A Daniel Carneiro Reis, pela competência e constante disponibilidade, que muito contribuiu ao fornecer dados para esta pesquisa.

À Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Jacobina, pela parceria e pelo apoio a esta pesquisa, com a disponibilização de dados e informações relevantes.

Ao Colégio Horácio Pires de Lima (CHPL), pela flexibilidade que possibilitou minha participação em aulas, orientações e apresentações de trabalhos referentes a esta pesquisa de mestrado.

Ao Colégio Estadual Professora Maria Madalena da Silva, pelo apoio na flexibilização de horários e reposições de aulas, que me permitiram concluir esta pesquisa.

À UNEB e ao corpo docente do PROET, que muito contribuíram para a minha formação acadêmica, e aos colegas de turma, pela partilha e construção coletiva de conhecimentos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente, para que eu pudesse concluir esta importante etapa da minha vida acadêmica.

“Ei bacana, quem te fez tão bom assim?
O que cê deu, o que cê faz, o que cê fez por mim?
Eu recebi seu ticket, quer dizer kit
De esgoto a céu aberto e parede madeirite
De vergonha eu não morri, tô firmão, eis-me aqui
Você não, cê não passa quando o mar vermelho abrir”.

(Racionais MC's)

SILVA, Wesley Lopes da. **Riscos a inundações na cidade de Jacobina (BA):** integração entre suscetibilidades e vulnerabilidades. 133 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Territoriais) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2025.

RESUMO

O uso e ocupação de áreas ambientalmente frágeis são processos recorrentes em muitas cidades brasileiras, resultando em riscos de desastres cada vez mais frequentes e severos. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo elaborar o zoneamento de risco a inundações na cidade de Jacobina (BA) a partir da integração entre os indicadores de suscetibilidade e vulnerabilidade da população. Em termos de metodologia, realizou-se pesquisa bibliográfica, levantamento documental e cartográfico, atividades de campo e processamento de dados no QGIS (versão 3.40), adotado como *software* gerenciador do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para o mapeamento de suscetibilidade, aplicou-se o modelo *Height Above Nearest Drainage* (HAND), analisou-se o mapeamento de propensão à inundação elaborado pela Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEMPDEC) em 2024, além de fotointerpretação e atividades de campo. Já a classificação da vulnerabilidade foi estabelecida a partir das dimensões resiliência e infraestrutura, levando-se em conta variáveis por setores censitários obtidas a partir do Censo Demográfico de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No QGIS, aplicou-se a metodologia de álgebra de mapas para realizar a interseção das camadas de suscetibilidade e vulnerabilidade, com o objetivo de estabelecer o zoneamento de riscos. Os resultados indicam que 3,78 km² da cidade de Jacobina apresentam algum grau de risco aos processos de inundação, correspondendo a 12,58% da área total de estudo. Dentre essas áreas, 17,20% foram classificadas como de muito alto risco, 37,04% como de alto risco, 24,88% como de médio risco e 20,90% como de baixo risco. Além disso, constatou-se que a cidade de Jacobina é marcada por processos de desigualdade e segregação socioespacial, refletidos especialmente nas áreas periféricas, que apresentam maiores índices de vulnerabilidade e, conseqüentemente, menor capacidade de resistência aos desastres hidrológicos. Por fim, depreende-se que o desequilíbrio entre as relações físico-naturais e socioeconômicas contribui para a formação de territórios de risco a inundações na cidade de Jacobina, evidenciando a urgência da utilização de dados e informações científicas nas políticas de ordenamento territorial e planejamento ambiental, com vistas à mitigação desses riscos.

Palavras-chave: Território; Planejamento ambiental; Geoprocessamento; SIG; Desastre.

SILVA, Wesley Lopes da. **Riscos a inundações na cidade de Jacobina (BA):** integração entre suscetibilidades e vulnerabilidades. 133 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Territoriais) – Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2025.

ABSTRACT

The use and occupation of environmentally fragile areas are recurring processes in many Brazilian cities, resulting in increasingly frequent and severe disaster risks. In this context, this research aims to develop flood risk zoning in the city of Jacobina, Bahia, based on the integration of population susceptibility and vulnerability indicators. Methodologically, the study included bibliographic research, documentary and cartographic surveys, fieldwork, and data processing in QGIS (version 3.40), the Geographic Information System (GIS) management software. Susceptibility mapping was performed using the Height Above Nearest Drainage (HAND) model, and flood propensity mapping conducted by the Municipal Secretariat of Civil Defense and Protection (SEMPDEC) in 2024 was analyzed. Photointerpretation and fieldwork were also conducted. The vulnerability classification was determined based on the dimensions of resilience and infrastructure, taking into account variations by census tracts obtained from the 2022 Demographic Census, conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). In QGIS, a map algebra methodology was applied to intersect the susceptibility and vulnerability layers, with the aim of establishing risk zoning. The results indicate that 3.78 km² of the city of Jacobina present some degree of risk from flooding, corresponding to 12.58% of the total study area. Of these areas, 17.20% were classified as very high risk, 37.04% as high risk, 24.88% as medium risk, and 20.90% as low risk. Furthermore, it was found that the city of Jacobina is marked by processes of inequality and socio-spatial segregation, especially reflected in peripheral areas, which have higher levels of vulnerability and, consequently, lower resilience to hydrological disasters. Finally, understanding that the imbalance between physical-natural and socioeconomic relationships contributes to the formation of flood-risk areas in the city of Jacobina highlights the urgent need to use scientific data and information in land use and environmental planning policies to mitigate these risks.

Keywords: Territory; Environmental planning; Geoprocessing; GIS; Disaster.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Risco: interface entre suscetibilidade e vulnerabilidade.....	28
Figura 2 – Curvas de vazão em bacias naturais e urbanizadas.....	32
Figura 3 – Esquema de ocorrência da inundação.....	34
Figura 4 - Desastres hidrológicos, por continente: intervalos de 10 anos (1920-2020).	36
Figura 5 - Desastres por inundação no Brasil: intervalos de três anos (1992-2022).	37
Figura 6 – Fases da gestão de riscos e gerenciamento de desastres.	39
Figura 7 - Mapas de localização: cidade de Jacobina, Bahia, Brasil.....	47
Figura 8 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	48
Figura 9 - Mapa de Pontos Amostrais Coletados na Cidade de Jacobina (BA).	54
Figura 10 - a) Análise da Propagação do Fluxo; b) Correção do MDT; c) Extração da drenagem; d) Topologia HAND.	56
Figura 11 - Riscos a inundações: integração entre suscetibilidade e vulnerabilidade.	64
Figura 12 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Itapicuru, Bahia.	67
Figura 13 - Geologia da cidade de Jacobina (BA).....	68
Figura 14 - Unidades Geomorfológicas da cidade de Jacobina (BA).....	70
Figura 15 – Unidades Pedológicas da cidade de Jacobina (BA).....	71
Figura 16 - Uso e Cobertura da Terra cidade de Jacobina (2022).	72
Figura 17 - Características geossistêmicas da cidade de Jacobina (BA): presença da Serra de Jacobina e de vales encaixados, favorecendo o escoamento superficial concentrado.....	73
Figura 18 - Mapa de Altura Acima da Drenagem mais Próxima: cidade de Jacobina (BA).....	74
Figura 19 - Perfil de Elevação: profundidade do Rio Itapicuru-mirim no Bairro Centro, cidade de Jacobina (BA).	74
Figura 20 - Suscetibilidade à inundação no bairro centro: desastre de 2002.	75
Figura 21 – Potencial de ocorrência de inundação: cidade de Jacobina (BA)	76
Figura 22 - Mapa de suscetibilidade a inundações: cidade de Jacobina (BA).	77
Figura 23 - Dimensão resiliência: impacto na vulnerabilidade na cidade de Jacobina (BA).....	78

Figura 24 - a) Dimensão resiliência: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA); b) Uso e ocupação no setor 291750805000052: pior índice de resiliência da cidade de Jacobina (BA); c) Uso e ocupação no setor 291750805000102: melhor índice de resiliência da cidade de Jacobina (BA).....	79
Figura 25 - a) Faixa etária: setor 291750805000052, Parque de Exposições; b) Faixa etária: setor 291750805000102, Peru); c) Alfabetização: setor 291750805000052, Parque de Exposições; d) Alfabetização: setor 291750805000102, Peru.....	80
Figura 26 - Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade na cidade de Jacobina (BA).....	81
Figura 27 - a) Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA); b) Uso e ocupação em planície de inundação no Bairro da Bananeira, cidade de Jacobina (BA).	82
Figura 28 - a) Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina; b) Vista do setor 291750805000097, Rua João Teixeira.	82
Figura 29 - Mapa de vulnerabilidade: cidade de Jacobina (BA).	83
Figura 30 - a) Área de alta vulnerabilidade: Bairro Jacobina II; b) Área de média vulnerabilidade: Bairro Leader; c) Área de muito alta vulnerabilidade: Jacobina III; d) Área de baixa vulnerabilidade: Bairro Centro.	84
Figura 31 - a) Classificação de vulnerabilidade: Cidade de Jacobina (BA); b) Área de baixa vulnerabilidade: Inocoop, Bairro Tamarindo.	85
Figura 32 - Estabilidade ambiental no município de Jacobina (BA).	87
Figura 33 – Mapa de riscos a inundações: cidade de Jacobina (BA).....	88
Figura 34 – a) Canalização do leito do Itapicuru-mirim: cidade de Jacobina (1947); b) Inundação do Itapicuru-mirim: cidade de Jacobina (1957).....	89
Figura 35 - Mapa de riscos a inundações: Bairro da Grotinha, Jacobina (BA).....	90
Figura 36 - a) Abertura de cratera em domicílio: Rua São Lázaro (2023); b) Rompimento da pavimentação e exposição do subsolo: Rua São Lázaro (2023); c) Intervenção de moradores para mitigar os danos: Rua São Lázaro (2023); d) Prejuízos econômicos públicos e privados: Rua São Lázaro (2023).	91
Figura 37 - a) Riscos a inundações: Bairro da Bananeira, Jacobina; b) Danos materiais: Bairro da Bananeira, Jacobina (2023).	93
Figura 38 - Mapa de riscos a inundações: Bairro do Leader, Jacobina (BA).	94

Figura 39 – a) Encontro do Rio do Ouro com o Rio Itapuru-mirim; b) Inundação do Rio do Ouro; c) Prejuízos nas margens do Rio do Ouro; d) Moradora do Bairro do Leader limpando domicílio que foi invadido pelas águas do Rio do Ouro.	95
Figura 40 - Riscos a inundações: Canal do Mundo Novo, Jacobina (BA).	96
Figura 41 - a) Rua interditada no Bairro Peru, Jacobina (2025); b) Alagamento no espaço da feira livre: Bairro Estação, Jacobina (2025).	97
Figura 42 - Riscos a inundações: Bairro Félix Tomaz, Jacobina (BA).....	97
Figura 43 - Perfil de elevação do Canal Morro do Ouro: Bairro Félix Tomaz, Jacobina (BA).	98
Figura 44 - a) Deposição de sedimentos na Rua Manoel Gomes da Silva, Bairro Félix Tomaz (2015); b) Serviços de limpeza nas ruas do Bairro Félix Tomaz (2015).	98
Figura 45 - Perfil de Elevação do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior: cidade de Jacobina (BA).	99
Figura 46 - a) Inundação na Rua Duque de Caxias: dezembro de 2018; b) Inundação na Rua Duque de Caxias: janeiro de 2020; c) Casa inundada pelo extravasamento do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior: dezembro de 2022; d) Rua Duque de Caxias após evento extremo: fevereiro de 2024.	100
Figura 47 - a) Inundação do Canal Duque de Caxias - Lomanto Júnior: janeiro de 2025; b) Alagamento da Rua Francisco Rocha Pires: janeiro de 2025; c) Alagamento da Rua Artur Diniz Veloso: janeiro de 2025.	101
Figura 48 - a) Alagamento da Rua Ernestino Pires, Bairro Estação: janeiro de 2025; b) Alagamento da Rua J. J. Seabra, Bairro estação: janeiro de 2025; c) Alagamento da Rua J. J. Seabra, Bairro estação: janeiro de 2023; d) Limpeza da Rua J. J. Seabra, Bairro Estação: janeiro de 2025.	102
Figura 49 - Riscos a inundações: áreas de expansão urbana na porção oeste da cidade de Jacobina (BA).	103
Figura 50 - a) Expansão urbana nas várzeas do Rio Catuaba: Bairro Catuaba (2025); Canalização das águas do Rio Catuaba: Bairro Jacobina II (2025); c) Alagamento no Bairro Jacobina II (2024); d) Moradores protestam buscando resolver os problemas de inundação no Bairro Jacobina II (2024).....	104
Figura 51 - a) Formação de área de risco a inundações no Bairro Nazaré: Cidade de Jacobina (2025); b) Desastre por inundação: Bairro Nazaré (2001).	105
Figura 52 - Cidade de Jacobina: Parque Urbano do Rio Catuaba.	105

Figura 53 - Riscos a inundações: Rio Itapicuru-mirim, Bairro Centro, cidade de Jacobina (BA).....	106
Figura 54 - Gráfico de precipitação pluviométrica em (mm): cidade de Jacobina (2002); b) Gráfico de precipitação em (mm); cidade de Jacobina (2004).	107
Figura 55 - Alagamento na Avenida Lomanto Júnior: cidade de Jacobina, 24 de novembro de 2022; b) Alagamento na Avenida João Fraga Brandão: cidade de Jacobina, 11 de janeiro de 2025.	108
Figura 56 - Riscos a inundações: Canal da Jacobina III, cidade de Jacobina (BA).109	
Figura 57 - a) Riscos a inundações: Canal da Jacobina III; b) Área de alto risco a inundações do Canal da Jacobina III: Caminho 11, Jacobina IV.....	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceitos para análise de risco.	26
Quadro 2 - Perigos hidrológicos.	33
Quadro 3 - Dados geoespaciais da pesquisa: fonte, ano, escala e resolução.	50
Quadro 4 - Estações pluviométricas localizadas na cidade de Jacobina (BA).	53
Quadro 5 - Dimensões, componentes e variáveis para o índice de vulnerabilidade.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da suscetibilidade à inundação.	57
Tabela 2 – Classificação da vulnerabilidade social.	64
Tabela 3 - Áreas por classes de suscetibilidade à inundação na cidade de Jacobina.	77
Tabela 4 - Vulnerabilidade da cidade de Jacobina: classificação, área, população e densidade demográfica por classe de vulnerabilidade.	84
Tabela 5 - Áreas de riscos a inundações: cidade de Jacobina.....	88
Tabela 6 - Danos humanos, materiais e ambientais em Jacobina: Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas (2023).....	92

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A12g	Gavião
A12gd	Gavião, dialexito
A3μvc	Máfico-Ultramáfico Vale do Coxo
A23jr	Rio do Ouro
A23js	Serra do Córrego
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANN	Rede Neural Artificial
BA	Bahia
BDiA	Banco de Dados e Informações ambientais
BHO	Base Hidrográfica Ottocodificada
CEMADEN	Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisa em Engenharia Civil
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
CXk	Cambissolo Háplico Carbonático
DPA	Divisão Político-Administrativa Brasileira
DPPO	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados
EM-DAT	<i>Emergency Events Database</i>
FIDE	Formulário de Informações do Desastre
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
HAND	<i>Height Above Nearest Drainage</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IC	Iniciação Científica
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Lad	Latossolo Amarelo Distrófico
LVAd	Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital do Terreno
MMD	Malha Municipal Digital

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PP48ja	Diques da Serra de Jacobina
PVAe	Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico
Q2a	Depósitos Aluvionares
RLd	Neossolo Litólico Distrófico
RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
S2ID	Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres
Sce	Planossolo Háptico Eutrófico
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
SEMPDEC	Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>
TWI	Índice de Umidade Topográfica
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFV	Universidade Federal de Viçosa
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Objetivos	22
1.2 Justificativa	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 Territórios de risco	24
2.2 Risco: interface entre suscetibilidade e vulnerabilidade	25
2.3 Riscos a inundações urbanas	29
2.3.1 Desastres por inundações	35
2.4 Gestão de riscos e gerenciamento de desastres: a importância do SIG	38
2.4.1 Estudos de riscos a inundações	42
3 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1 Abordagens e técnicas	46
3.2 Procedimentos metodológicos	48
3.2.1 Atividades de Gabinete I: levantamento de dados	49
3.2.2 Atividades de Campo	54
3.2.3 Atividades de Gabinete II: processamento de dados	55
3.2.3.1 Mapeamento das suscetibilidades a inundações	55
3.2.3.2 Classificação da vulnerabilidade	58
3.2.3.3 Zoneamento de riscos a inundações	64
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
4.1 Caracterização geográfica da cidade de Jacobina (BA)	66
4.2 Suscetibilidades a inundações na cidade de Jacobina (BA)	73
4.3 Classificação da vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA)	78
4.4 Zoneamento de riscos a inundações na cidade de Jacobina (BA)	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS	116
ANEXOS	133

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades em áreas ambientalmente frágeis tem sido um processo recorrente em diversas partes do mundo. Nesse contexto, problemas ambientais como poluição, perda de ecossistemas, erosão costeira, desastres por movimentos de massa, inundações, alagamentos, entre outros, também têm sido cada vez mais frequentes e severos (Oliveira; Rehbein, 2022). Pontua-se que a ineficácia do ordenamento territorial, principalmente em países subdesenvolvidos, condiciona e acentua os riscos de deflagração desses fenômenos, em especial pela ausência de monitoramento e controle referente à expansão urbana.

Ante a isso, destaca-se que a formação de áreas de riscos de desastres é um dos problemas que atinge muitas cidades brasileiras (Rezende; Marques; Oliveira, 2017). O uso e ocupação de várzeas, por exemplo, expõe a população às inundações, provocando, muitas vezes, consequências nocivas, como óbitos, desabrigados, desalojados, danos e prejuízos econômicos (Amaral; Ross, 2020). A saber, as inundações em áreas ocupadas deflagram os desastres mais frequentes no Brasil (BRASIL, 2023), exigindo alerta constante dos mais variados setores da sociedade, incluindo a comunidade acadêmica, para subsidiar a eficácia da gestão de riscos e gerenciamento dos desastres.

É importante ressaltar que os desastres não são naturais (Alves, 2025). Embora eventos como os hidrológico-geomorfológicos tenham suas origens em fenômenos naturais (Lourenço, 2018), os desastres são condicionados e induzidos pela ocupação de áreas irregulares e dotadas de fragilidades ambientais. Nesse sentido, o desastre é passível de ocorrência em áreas que a população está exposta ao fenômeno perigoso.

Além disso, as condições socioeconômicas da população podem acentuar as consequências dos desastres, em especial, devido à ineficiência das políticas habitacionais (Furlan; Murara, 2018). Muitas vezes, pessoas em situação de pauperismo, por exemplo, são impelidas a ocupar áreas de riscos visando acessar seus direitos básicos e constitucional à moradia (Chaves, 2015). Todavia, estas estratégias de habitação elevam as chances e consequências dos desastres, evidenciando relações entre pobreza, segregação residencial e a formação dos riscos de desastres.

Nessa perspectiva, Lefebvre (2001) estabelece que a produção e reprodução do espaço urbano reflete as dinâmicas do capitalismo e o seu processo desigual de distribuição de riquezas. Pontua-se que as desigualdades socioespaciais intrínsecas a este modelo de produção também originam riscos, refletidos na localização das moradias, materiais construtivos e segurança. Desse modo, a pobreza e o inaccessível a serviços básicos de infraestrutura tendem a aumentar a vulnerabilidade de parcelas da população aos riscos de desastres (Robaina; Trentin, 2013).

Assim, ocupações urbanas em áreas inseguras promovem riscos que em muitas situações causam consequências danosas à população (Freitas; Robaina, 2019). Esses riscos de desastres emergem das relações entre sociedade e natureza, abrangendo tanto aspectos naturais quanto os relacionados ao uso e ocupação da terra (Pontini; Coelho, 2022). Especificamente, a combinação de suscetibilidades e vulnerabilidades gera os riscos de desastres.

Aponta-se que a suscetibilidade diz respeito às características físico-naturais que condicionam as chances de ocorrência de fenômenos, como inundações (Bucogen; Piccolo; Bohn, 2021). Estes eventos, especificamente, ocorrem mediante extrapolação hídrica dos canais de drenagem (Servidoni *et al.*, 2019). Destaca-se que as condições naturais que deflagram fenômenos extremos podem ser intensificadas por transformações do sistema hidrológico, resultantes de intervenções antrópicas, engendrando riscos com menor ou maior chance de prejuízos em função do potencial de perda da população ocupante na área de risco, ou seja, a vulnerabilidade (Chaves *et al.*, 2022).

A cidade de Jacobina, Bahia (BA), encontra-se no cerne desta problemática, pois a sua histórica expansão urbana ocorreu nas margens dos rios do Ouro, Itapicuru-mirim e Catuaba (Araújo, 2013). Esta espacialização gerou riscos a inundações, inclusive, de rios que foram invisibilizados por tamponamentos e considerados, muitas vezes, como efluentes (Nascimento; Silva; Jesus, 2024). É importante ressaltar que a negação hidrológica¹ do rio e dos riscos associados não impede a ocorrência de inundações nem os prejuízos à população exposta.

¹ Trata-se de uma percepção social do rio enquanto efluente. Processos de tamponamento, impermeabilização, deposição de resíduos sólidos, entre outros processos de antropização, muitas vezes, culminam na invisibilidade do canal de drenagem. De acordo com Beck (2011), esta denegação acentua o risco de desastres, tendo em vista o desconhecimento e despreparo social ante ao perigo.

As inundações são fenômenos naturais, todavia podem ser induzidas, principalmente, em cidades. Nesse contexto, as inundações urbanas são entendidas como extravasamentos de canais que sofreram redesenho hidrológico devido ao uso e ocupação da terra (Lopes; Dourado; Souza, 2023). Ante a isso, adotou-se o seguinte problema de pesquisa: considerando a interação entre suscetibilidades a inundações e vulnerabilidades da população, como se classifica o risco a inundações na cidade de Jacobina (BA)?

1.1 Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é elaborar o zoneamento de risco a inundações na cidade de Jacobina (BA) a partir da integração entre os indicadores de suscetibilidade e vulnerabilidade da população.

Para isso, objetiva-se, especificamente:

- i) identificar as áreas de suscetibilidade a inundações do referido recorte espacial, apontando as zonas mais propensas aos extravasamentos hídricos;
- ii) classificar a vulnerabilidade da população por setores censitários da área de estudo, indicando as variações espaciais e socioeconômicas que potencializam os desastres por inundações;
- iii) analisar as causas e os efeitos das áreas de risco a inundações na cidade de Jacobina, propondo medidas de gestão de riscos e gerenciamento de desastres hidrológicos.

1.2 Justificativa

As pesquisas sobre riscos são fundamentais para a construção de cenários que visem mitigar danos ambientais. Nesse sentido, diagnósticos e previsões científicas devem balizar tomadas de decisão referentes à prevenção de desastres, estabelecendo subsídios técnico-operacionais à aplicação de medidas estruturais e não-estruturais (Amaral; Ross, 2020).

No Brasil, diversos trabalhos acadêmicos têm abordado os riscos de desastres, especialmente os hidrológicos (Costa; Miyazaki, 2015). No entanto, ainda há um longo percurso a ser percorrido para a consolidação e integração de indicadores, principalmente, em áreas de estudos com dados incompatíveis aos estudos de riscos

e/ou de escala cartográfica pequena (Lopes; Dourado; Souza, 2023). Desse modo, este estudo busca contribuir para o aprofundamento metodológico dos estudos territoriais, mediante a adoção de técnicas de geoprocessamento, estruturação de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e cartografia de síntese, visando propiciar zoneamentos de risco a inundações em áreas com poucos dados hidrológico-geomorfológicos.

A adoção dessas estratégias está alinhada com a Lei nº 12.608/12 que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), dispondo sobre a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. No contexto do ordenamento territorial, essa política contempla uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de desastres (BRASIL, 2012a).

Em âmbito municipal, o Código Municipal do Meio Ambiente veda a obstrução dos canais naturais de drenagem (JACOBINA, 2003). Além disso, as áreas de várzeas são tipificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) pelo Código Florestal (BRASIL, 2012b) e reiteradas pela Lei Orgânica de Jacobina (JACOBINA, 2008) e pelo Plano Diretor (JACOBINA, 2006). Nesse sentido, esta pesquisa tem o potencial prático de subsidiar o processo de ordenamento territorial de Jacobina, visando a mitigação de riscos e a qualidade ambiental no contexto da proteção e defesa civil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Territórios de risco

Os territórios são delimitações espaciais estabelecidas a partir de relações de poder (Souza, 2000). Estas espacialidades – com fronteiras visíveis ou não – são dotadas de contradições, sobretudo nos espaços urbanos (Carlos, 2013). Neste contexto, problemas como pauperismo, segregação residencial e riscos de desastres são intrínsecos às cidades atuais (Peixoto; Rodrigues; Albuquerque, 2019), atuando na reprodução dos interesses do capital.

Define-se que os riscos são essencialmente territoriais. Sob a ótica sistêmica, Moreno (2018, p. 88) destaca que o território é “um cenário onde se desenrolam processos dinâmicos, no tempo e no espaço, que geram incertezas em resultado da interação ser humano-natureza. Os riscos estão na acumulação das forças negativas dessas interações”. Não há que se falar em risco em espaços inocuados, pois, o risco demanda o potencial de perda (Oulahen, 2021), portanto, pressupõe a existência do território usado.

O território usado conjuga espaço material e espaço social, ou sob outro viés, demanda uso e ocupação da terra. Queiroz (2014, p. 157) destaca que o “território usado é constituído pelo território forma – espaço geográfico do Estado – e seu uso, apropriação, produção, ordenamento e organização pelos diversos agentes que o compõem”. Desse modo, os territórios usados podem ser entendidos a partir das atividades políticas, econômicas e culturais (antrópicas) em espaços delimitados, alterando as dinâmicas naturais.

Nesse sentido, os territórios usados são dotados de riscos, podendo ser entendidos também como áreas de riscos de desastres. Essas espacialidades são percebidas em diversas escalas geográficas, desde o nível do corpo até o nível global – do micro ao macro e vice-versa (Souza, 2013). Dessa forma, vive-se a onipresença dos riscos territoriais (Veyret, 2007), com consequências críticas em todo o mundo (Hinojos *et al.*, 2023).

Beck (2011) escreveu que estamos no crepúsculo da sociedade de risco, contexto em que as decisões são tomadas a partir das inumeráveis possibilidades de danos. Nesse contexto, o modelo de produção estabelecido no cerne da modernidade, subjuga e controla a natureza para a promoção desigual de riqueza, originando degradação e desastres (Trentin; Menezes; Robaina, 2020).

Oulahen (2021) apresenta a ideia de capitalismo de desastres. Postula-se que os riscos e os desastres não geram apenas caos e perdas, mas também possibilidades de ganhos. Costa (2017, p. 19) destaca que “[a apropriação] dos recursos da natureza com intuito de garantir o seu desenvolvimento através da construção de estruturas e objetos técnicos está na base dos desastres naturais”. Nesse sentido, o modelo capitalista de produção principia a sociedade de risco, tanto como gênese dos desastres, quanto na geração de perigo advinda de propostas de resolução das consequências negativas (Marandola Júnior, 2008).

Sob esta ótica, Silva, Nascimento e Jesus (2023, p. 17) corroboram que o “[...] risco é o nó górdio do mundo contemporâneo. A tentativa de desatá-lo (eliminá-lo) gera demanda por técnicas e ações na contemporaneidade, resultando em novas possibilidades de danos aos seres humanos”. Portanto, convive-se com a incerteza e a constante geração de territórios de riscos, num contexto em que o ser humano é produtor/intensificador e vítima (Veyret, 2007; Robaina; Trentin, 2013).

2.2 Risco: interface entre suscetibilidade e vulnerabilidade

O risco é produzido na interface sociedade e natureza (Oulahen, 2021), podendo ser considerado a percepção de um futuro indesejado pela iminência do perigo (Veyret, 2007). “Riscos têm, portanto, fundamentalmente que ver com antecipação. [...] Em outras palavras: a bomba-relógio está armada. Nesse sentido, indicam um futuro que precisa ser evitado” (Beck, 2011, p. 27). Desse modo, o risco é intangível e irreal, pois seu núcleo está no futuro, ou seja, no porvir. Porém, é uma percepção fundamental para prevenir a crise (desastre), sobretudo, quando estudado e zoneado cientificamente (Alves *et al.*, 2022).

A saber, o estudo do risco requer uma análise da propensão de ocorrência (suscetibilidade) de um fenômeno (perigo) em uma dada área com potencial de perda (vulnerabilidade), possivelmente, promotora de consequências sociais e econômicas (desastre) em um território usado com riscos intrínsecos (área de risco) (Quadro 1). Esses conceitos devem ser tratados de forma indissociável, sendo fundamentais para a gestão de riscos e gerenciamento de desastres. Pontua-se que estes conceitos não esgotam a variedade de perspectivas adotadas e desenvolvidas sobre a categoria risco.

Quadro 1 - Conceitos para análise de risco.

TERMO	DEFINIÇÃO
Risco	Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado fenômeno ou processo, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento ou comunidade (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).
Perigo	Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007)
Suscetibilidade	Propensão ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo em uma dada área (Bitar <i>et al.</i> , 2014)
Vulnerabilidade	É um processo e estado que resulta do somatório das características sociais, econômicas, políticas e educacionais de uma população, grupo de pessoas ou indivíduo expostos ao risco, sendo capaz de gerar perdas e danos (Alves, 2025).
Área de risco	Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).
Desastre	Consequência de um evento adverso sobre um ambiente vulnerável, que excede a capacidade de resposta do sistema social atingido. Destacam-se danos humanos e materiais (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018).

Fonte: Carvalho; Macedo e Ogura, 2007; Bitar *et al.*, 2014; Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018; Alves, 2025. Elaboração: o autor, 2024.

Assim, Veyret (2007, p. 23) destaca que o “risco é uma construção social. A percepção que os atores têm de algo que representa um perigo para eles próprios para os outros e seus bens”. Nesse viés, o risco é uma apreensão da realidade presente, levando em conta desastres no passado e a projeção de um futuro indesejado (Silva; Franco; Jesus, 2025). Desse modo, compreender o risco como uma construção social permite uma abordagem da dinâmica espaço-temporal, reconhecendo que as produções, percepções e respostas ao risco são estabelecidas por contextos históricos, sociais e culturais (Moreno, 2018).

Ressalta-se que o risco é continuamente produzido e reproduzido espacialmente pelas vicissitudes históricas, condicionando a ocorrência de desastres (Seemuangngam; Lim, 2024). De acordo com Beck (2011), a busca contante pelo desenvolvimento econômico está na base da produção de riscos, uma vez que a natureza foi subjugada pelos interesses capitalistas. Nesse sentido, desmatamento excessivo, contaminação de recursos naturais, desigualdades socioeconômicas e uso e ocupação da terra sem planejamento adequado são apenas alguns dos problemas gerados sob a lógica deste modelo de produção, atuando no aumento de

vulnerabilidades aos riscos de desastres que se intensificam no contexto das mudanças climáticas (Trentin; Menezes; Robaina, 2020).

Embora as dinâmicas de uso e ocupação sejam fundamentais para a ocorrência dos desastres (Furlan; Spinelli, 2020), ainda é possível verificar na mídia e em discursos políticos uma culpabilização da natureza após as catástrofes. Estes discursos são contraproducentes a nível de gestão de riscos, pois mascaram os problemas oriundos da ineficácia do ordenamento territorial, inviabilizando a resolução dos desequilíbrios sistêmicos.

Enquanto produção territorial, o risco de desastre deve ser analisado levando em conta as dinâmicas sistêmicas. Nesse sentido, Mendonça e Buffon (2021) estabeleceram a concepção de riscos híbridos, ressaltando a associação entre aspectos naturais e sociais. Os autores apontam que

A concepção de riscos híbridos está assentada no fato de que raramente os riscos estão relacionados a somente uma condição. Admitindo-se que os riscos constituem uma construção social, entende-se, de maneira direta, que há uma fortíssima imbricação entre as instâncias da natureza, da sociedade e da tecnologia. [...] Nessa perspectiva, os chamados riscos naturais não são apenas naturais, visto que, apesar de terem sua gênese em fenômenos excepcionais da natureza, a ameaça, o perigo e os impactos se dão na sociedade que a eles se encontra exposta (Mendonça; Buffon, 2021, p. 22-23).

Sob esta ótica, os riscos são, em essência, híbridos. Essa característica deriva da lógica sistêmica, onde as partes inter-relacionadas compõem o todo, ou seja, o sistema ambiental (Christofolletti, 1999). Amorim (2012) destacou que um sistema ambiental é formado por subsistemas: o físico/natural (geossistema) e o socioeconômico (antrópico), ambos interagindo dinamicamente.

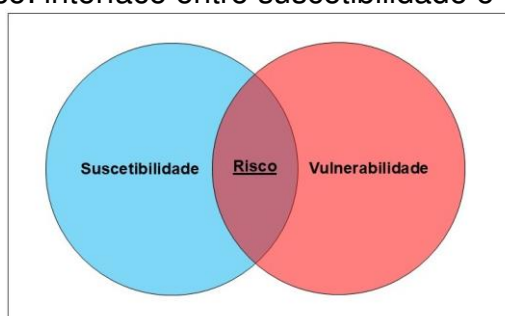
Se por um lado, o geossistema é composto por elementos e processos naturais, como clima, geologia, relevos, hidrografia, fauna e flora, por outro, o subsistema antrópico abarca elementos sociodemográficos ligados à urbanização, cadeias produtivas, processos migratórios, agropecuária, etc. (Franco; Amorim, 2023). Pontua-se que os indicadores para os subsistemas que compreendem o sistema ambiental variam em razão do objeto de estudo, limitando-se à impossibilidade do enciclopedismo no contexto da unidade organizada (Morin, 1977).

No seio das relações ambientais, a “cidade é um sistema composto por partes (as atividades humanas e os espaços que as suportam)” (Franco; Amorim, 2023, p. 223). Dessa forma, o todo integra a interconexão de elementos naturais e

socioeconômicos, condicionando equilíbrios e desequilíbrios ambientais, incluindo os riscos híbridos (Moreno, 2018).

Nesse sentido, a avaliação de riscos deve abarcar características físicas e sociodemográficas do espaço geográfico (Smith, 2024). Sob esta ótica, a avaliação de risco deve envolver análises de fatores naturais (suscetibilidade) e socioeconômicos (vulnerabilidade), sistemicamente (Figura 1).

Figura 1 - Risco: interface entre suscetibilidade e vulnerabilidade.



Fonte: o autor, 2024.

A suscetibilidade é a propensão natural para a ocorrência de um fenômeno em razão das características geográficas de uma determinada área (Miranda *et al.*, 2023). Nesse sentido, a suscetibilidade à inundação é estabelecida pelos atributos físicos que compõe o sistema hidrológico-geomorfológico, possibilitando a concretização de um extravasamento de um curso d'água (Bucogen; Piccolo; Bohn, 2021).

Pontua-se que a ocupação humana em áreas suscetíveis é dotada de vulnerabilidade. À guisa de explicação, destaca-se:

A vulnerabilidade, numa definição lata, é o potencial para a perda. A vulnerabilidade inclui quer elementos de exposição ao risco (as circunstâncias que colocam as pessoas e as localidades em risco perante um determinado perigo), quer de propensão (as circunstâncias que aumentam ou reduzem a capacidade da população, da infraestrutura ou dos sistemas físicos para responder a e recuperar de ameaças ambientais) (Cutter, 2011, p. 60).

Desse modo, a vulnerabilidade é multifacetada, abarcando diversas características espaciais e socioeconômicas, incluindo a marginalidade e a pobreza. Os grupos e espaços mais vulneráveis apresentam potenciais limitados no que se refere à antecipação, resistência ou recuperação de desastres (Trentin; Menezes; Robaina, 2020). Embora pauperismo não seja sinônimo de vulnerabilidade, os mais

pobres, geralmente, são os mais vulneráveis, demonstrando uma baixa capacidade de resposta aos riscos híbridos (Furlan; Murara, 2018).

Para analisar a vulnerabilidade, é essencial partir das seguintes perguntas: “vulnerabilidade a que?” e “onde e quem está/é vulnerável?” (Marandola Júnior; Hogan, 2004, p. 37). A partir dessas questões, destaca-se, por exemplo, a vulnerabilidade de pessoas que moram em bairros periféricos suscetíveis às inundações. Como estratégia para mitigar as vulnerabilidades, ressalta-se a importância da geração de produtos cartográficos, a fim de identificar zonas dos territórios mais propensas a sofrerem com a plena manifestação do risco.

De acordo com Bottoms *et al.* (2024), o desenvolvimento de modelos de vulnerabilidade enfrenta limitações, em especial pela ausência de dados em escalas adequadas à gestão de riscos. No Brasil, os dados com maior nível de confiabilidade derivam dos Censos Demográficos realizados decenalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (Furlan; Murara, 2018). A saber, os dados são divulgados por setores censitários, entendidos como unidades territoriais para coleta e divulgação de dados estatísticos (IBGE, 2024). São múltiplas as metodologias para a geração de índices de vulnerabilidade, entretanto ainda é necessário o aprofundamento e seleção de indicadores consistentes, visando o melhor aproveitamento dos dados e espacialização adequada da vulnerabilidade (Amorim; Alves; Magdalena, 2024).

Nesse contexto, pontua-se que identificar e gerir a vulnerabilidade é fundamental, pois sem vulnerabilidade “o risco se anula” (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018, p. 28). Desse modo, as estratégias para a redução de riscos de desastres não devem ser apenas voltadas às medidas corretivas da suscetibilidade, mas também ao combate das vulnerabilidades. Destaca-se a importância da melhoria de índices de desenvolvimento humano, como educação, saúde, saneamento básico, segurança pública, transporte público de qualidade, entre outros direitos básicos assegurados constitucionalmente.

2.3 Riscos a inundações urbanas

A ocupação de áreas adjacentes aos rios é uma característica sócio-histórica, com distintas civilizações florescendo próximo a corpos hídricos, a exemplo da egípcia, que se desenvolveu às margens do Rio Nilo, visando o consumo hídrico, a

irrigação de terras agricultáveis, a criação e dessedentação de animais, entre outras técnicas produtivas (Almeida, 2010). Esta relação com os rios também suscita uma relação com as inundações, tendo em vista os extravasamentos hídricos periódicos dos canais de drenagem, com implicações físico-naturais e socioeconômicas.

Nesse sentido, Amorim, Alves e Magdalena (2024) destacaram que uma inundação é um processo referente à cheia de um rio que se eleva acima da margem. Os efeitos diretos e indiretos das inundações são múltiplos, reverberando diversamente a depender da área na bacia fluvial. Se por um lado, as inundações contribuem ao dinamizar ecossistemas aquáticos e/ou fertilizar o solo a partir da deposição aluvionar, por outro, estes fenômenos podem provocar consequências desastrosas à população que ocupa as planícies de inundação (Amorim; Alves; Magdalena, 2024).

Sob esta ótica, Hinojos *et al.* (2023) apontaram que as inundações são perigos de origem natural que causam impactos cada vez mais severos em distintas partes do mundo. Nesse sentido, Seemuangngam e Lin (2024) destacam que as mudanças climáticas têm influenciado na frequência e na intensidade das inundações, principalmente em áreas urbanas. Desse modo, o número de óbitos, desabrigados, desalojados, danos e prejuízos resultantes dos desastres por inundações tendem a aumentar no futuro (Minano *et al.*, 2021).

Além das mudanças climáticas em curso, as interferências antrópicas no sistema hidrológico são elementos-chave para a ocorrência das inundações (Bucogen; Piccolo; Bohn, 2021). No contexto das cidades, a impermeabilização das várzeas e o assoreamento de rios urbanizados intensificam as chances desses eventos de excedência hídrica, em especial devido ao aumento das vazões em períodos chuvosos (Ibeanu; Nejad; Ghasemi, 2023). Esta situação evidencia uma relação conflituosa entre cidade e bacia hidrográfica, que resulta em vulnerabilidades (exposição) e riscos de desastres.

A bacia hidrográfica “compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de cursos d’água confluentes que formam uma rede de drenagem até o rio principal ou de base, até que o mesmo atinja o seu exutório” (Lorandi; Cançado, 2002, p. 51). A confluência das drenagens direciona as correntes líquidas para um rio principal, ocorrendo desembocadura em outro rio ou mar (Christofoletti, 1980). Ressalta-se que a bacia hidrográfica é limitada por divisores de águas, que

representam o perímetro externo da bacia, estabelecendo a área de drenagem (Jorge; Guerra, 2020).

A avaliação dos elementos e processos de uma bacia hidrográfica é fundamental para garantir seu equilíbrio e a qualidade ambiental (Botelho; Silva, 2007). Os estudos sobre processos de inundação demandam a adoção de dados mensuráveis, especialmente, em bacias com escassez de dados em escala de detalhe acerca dos componentes físicos (Rana; Suryanarayana, 2021). Além da morfometria, é importante considerar a adoção de dados qualitativos e documentais visando ratificar os parâmetros estabelecidos (Bullen; Miles, 2024).

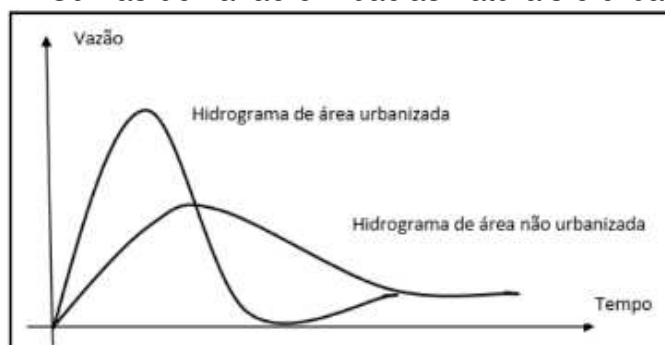
No que se refere às expressões espaciais, Botelho e Silva (2007) apontam que uma bacia hidrográfica tem entre 5 e 100.000 km² e uma sub-bacia tem dimensões entre 0,8 a 700 km². Uma sub-bacia é também denominada de microbacia, sendo considerada estratégica para resolução de problemas localizados em função do seu tamanho. A análise das sub-bacias é essencialmente importante em estudos de caso sobre os aspectos ambientais, em especial mediante utilização de dados cartográficos de detalhe ou semi-detalhe (Reis; Amorim; Ferreira, 2015).

No contexto da bacia hidrográfica, os rios atuam como canais de drenagem ou escoamento, processando-se em uma área plana delimitada por divisores topográficos. Quanto aos leitos fluviais, Christofolletti (1980) propôs a seguinte categorização: o leito de vazante, que acompanha o talvegue, definido como a linha de maior profundidade do canal; o leito menor, encaixado entre as margens; e o leito maior, correspondente à planície de inundação ou várzea, que periodicamente recebe os extravasamentos hídricos. O reconhecimento dos leitos é importante tanto para evitar ocupação em APP, quanto de riscos hidrológicos (Servidoni *et al.*, 2019).

Nesse sentido, é importante considerar a relação entre urbanização em planícies de inundação e os desastres hidrológicos, bem como, outros problemas ambientais (Moura; Frenzel; Moura, 2019). Destaca-se que a urbanização é o processo que resulta na criação e crescimento das cidades (Bezerra *et al.*, 2020), promovendo, desse modo, o aumento da população urbana em detrimento da rural (Sposito, 1988). Ressalta-se que a dinâmica citadina é multiescalar e multidimensional (Souza, 2010), sendo capaz de acelerar e reestruturar elementos e processos da bacia hidrográfica. Nesse sentido, destaca-se a impermeabilização do solo, canalização e tamponamento de rios (Peixoto; Rodrigues; Albuquerque, 2019).

Esse contexto favorece a formação de rios urbanos, isto é, canais de escoamento cuja dinâmica hidrológica foi alterada pelo processo de urbanização (Lopes; Dourado; Souza, 2023). Frequentemente, esses canais de drenagem tornam-se invisibilizados e passam a ser tratados como “[...] fundos de lote, cloacas, receptáculo de esgotos, latrinas, canais, valões, zonas de botafora, rampas, repositórios de resíduos sólidos e efluentes em geral” (Almeida, 2010, p. 86). Nesse sentido, Jorge (2011) destaca que zonas de urbanização consolidada, caracterizadas por alto grau de impermeabilização, são propensas à formação de áreas de risco de inundações urbanas, devido ao rápido aumento das cotas de vazão dos canais de drenagem em momentos de *inputs* pluviométricos (Figura 2).

Figura 2 – Curvas de vazão em bacias naturais e urbanizadas.



Fonte: Tucci, 2003.

Define-se a vazão é a quantidade de água que passa por uma determinada seção do rio em um período estabelecido. A urbanização não planejada nas áreas de leito maior do canal tem o potencial de aumentar o volume de água que escoam superficialmente em um curto intervalo, intensificando, assim, o risco a inundações bruscas (Tucci, 2003).

Nesse contexto, medidas estruturais destinadas a prevenir inundações, muitas vezes, acabam por intensificá-las. A retificação dos canais, como a canalização, geralmente corrige problemas pontuais, entretanto pode aumentar o risco de excedentes hídricos à jusante (Pita; Franco; Amorim, 2023). Ademais, esses processos estão frequentemente associados à remoção de matas ciliares e à impermeabilização dos canais.

A finalidade é atenuar as consequências do aumento contínuo do volume de água superficial, o qual ocorre com o avanço da urbanização sem o concomitante aumento da capacidade da rede de drenagem de receber as novas cargas. Pelo fato de o objetivo ser controlar um problema já existente,

as ações são consideradas “exclusivamente corretivas” (Custódio, 2002, p. 38).

Essas alterações e correções paliativas dos canais da bacia hidrográfica, frequentemente, criam riscos de desastres hidrológicos em distintas cidades do Brasil (Rezende; Marques; Oliveira, 2023). Processos como enchentes, inundações, enxurradas e alagamentos, resultantes de eventos hidrometeorológicos e/ou problemas de drenagem, são perigos com grande potencial de dano, especialmente em territórios densamente ocupados (Quadro 2).

Quadro 2 - Perigos hidrológicos.

TERMO	DEFINIÇÃO
Enchente	Elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal, caracterizando a ascensão do hidrograma no período de cheia (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018).
Inundação	Extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planícies de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).
Enxurrada	Escoamento superficial com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).
Alagamento	Acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).

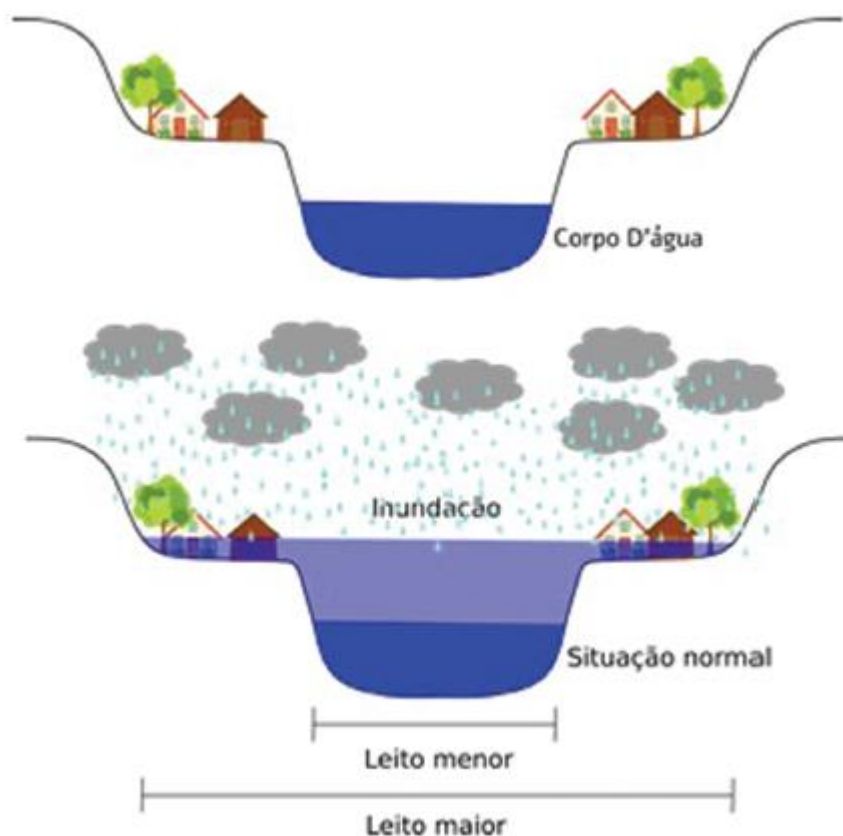
Fonte: Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018; Carvalho; Macedo; Ogura, 2007. Elaboração: o autor, 2024.

Geralmente, esses eventos são confundidos e anunciados de forma que dificulta a identificação dos fatores que os originaram. Embora sejam perigos com consequências referentes ao excedente hídrico em áreas de baixa declividade, é fundamental analisar suas causas para geri-los adequadamente (Lourenço, 2018). Reitera-se que desastres hidrológicos só ocorrem após o uso e ocupação de áreas de suscetibilidade.

Enchente e inundação são processos hidrometeorológicos correlatos e resultam da elevação da lâmina d'água em relação à base do canal de drenagem (aumento da vazão), tendo o *input* pluviométrico como fato gerador – *vide* Quadro 2. Todavia, é a transformação da chuva em vazão que promove ambos os eventos perigosos (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018). A diferença entre eles reside da

permanência ou não da água no canal normal de drenagem – leito de vazante e/ou leito menor (Figura 3).

Figura 3 – Esquema de ocorrência da inundação.



Fonte: Amorim; Alves; Magdalena, 2024.

Ambos os processos são dinâmicos e podem causar impactos dependendo da localização e vulnerabilidade da população. Almeida (2010) apontou alguns fatores primordiais para o estudo desses perigos, entre os quais estão as características físicas do sistema hidrológico e o processo de urbanização na bacia hidrográfica da área de estudo. A partir desses indicadores, identificam-se causas e possíveis impactos de enchentes e inundações, que muitas vezes se sobrepõem ou se alternam na deflagração.

As enchentes são definidas pela elevação do nível da água em decorrência de cheias, sem, no entanto, ultrapassar o canal normal de drenagem (Amaral; Ross, 2020). Em contrapartida, as inundações ocorrem quando o canal de drenagem transborda, atingindo as várzeas (Ibeanu; Nejad; Grasemi, 2023). Nos rios urbanos, a identificação das planícies de inundação e dos terraços fluviais é dificultada pelas

alterações instituídas pela urbanização, tornando necessário definir as zonas externas das calhas como áreas inundáveis.

Além disso, essas zonas inundáveis, episodicamente, recebem excedentes de alagamentos e enxurradas. Como apontado no Quadro 2, os alagamentos são acúmulos hídricos em áreas de baixas declividades em razão de problemas de drenagem (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018). Entre os principais fatores, destacam-se: entupimento de bueiros, transformação de chuva em vazão, águas servidas, etc. Por sua vez, as enxurradas são movimentos hídricos com elevado potencial de transporte, podendo ter origem fluvial ou não.

Nesse contexto, as crises ambientais resultam das relações contraditórias entre a sociedade e a natureza, especialmente no âmbito das modificações antrópicas na bacia hidrográfica. Enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas se complementam e se alternam, causando danos e prejuízos cada vez mais severos, o que torna os sistemas ambientais progressivamente mais frágeis e desequilibrados (Franco, 2022). A análise desses elementos e processos é fundamental para garantir tomadas de decisão que possam mitigar os riscos de desastres hidrológicos.

2.3.1 Desastres por inundações

Como já evidenciado no Quadro 1, o desastre é a efetivação do perigo, ou seja, os efeitos adversos resultantes da manifestação do risco. O desastre atinge territórios usados com desequilíbrios intrínsecos às relações sociedade e natureza, propiciando perdas ambientais e socioeconômicas.

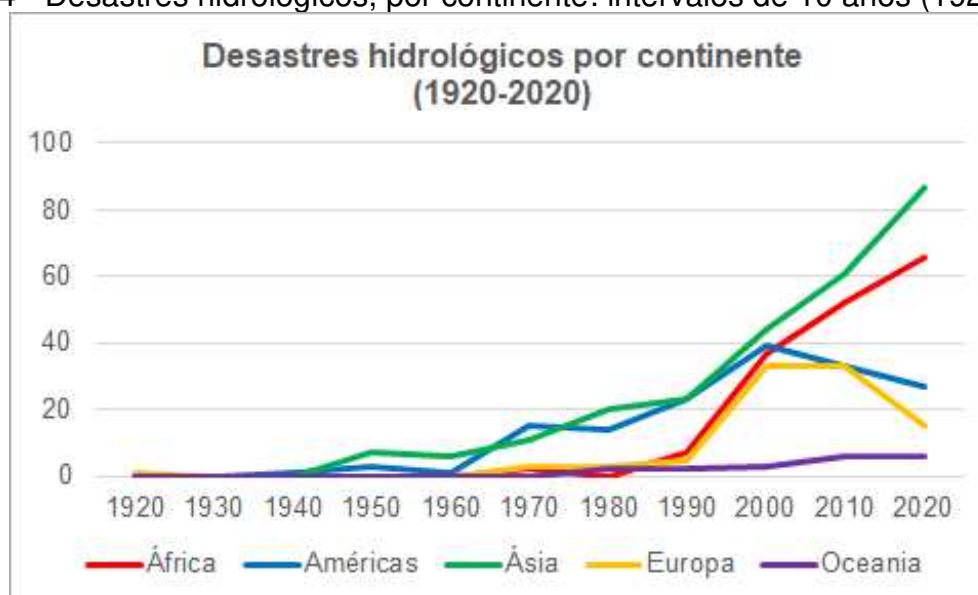
Ávila (2015) classificou a evolução dos desastres de origem natural em três categorias: i) desastres súbitos; ii) desastres graduais; e iii) o somatório dos efeitos parciais. Essa variação considera o tempo necessário para a efetivação dos danos, levando em conta a intensidade e as condições ambientais que os propiciaram. Desastres súbitos tendem a ter consequências severas em termos de perdas humanas, pois reduzem o tempo de reação diante da desorganização do sistema ambiental. Em contrapartida, desastres graduais e o somatório dos efeitos parciais tendem a provocar perdas materiais e prejuízos econômicos mais acentuados.

Pontua-se que desastres de distintas classificações evolutivas ocorrem cada vez mais no mundo (EM-DAT, 2024). Reitera-se que o aumento do número de desastres tem relação direta com os processos de urbanização que se intensificaram

nas últimas décadas no mundo inteiro, sobretudo, em países subdesenvolvidos e emergentes (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018). Conforme estimativas do *Our World in Data*, a população urbana mundial em 1960 era de aproximadamente 1,02 bilhão, já em 2023 correspondia a cerca de 4,61 bilhões de pessoas, indicando um crescimento aproximado de 352% (Ritchie; Samborska; Roser, 2024).

Nesse contexto, Berling (2019, p. 19) apontou que devido ao “avanço da urbanização ao decorrer das últimas décadas, eventos de inundações vêm ocorrendo com uma maior frequência, devido à realização de inúmeras mudanças, principalmente, no meio ambiente”. Nesse sentido, Amorim, Alves e Magdalena (2024) apontaram que o processo de urbanização pode ser entendido como um elemento propulsor das inundações antropogênicas, dado o potencial de transformação dos aspectos geossistêmicos, impermeabilização da bacia fluvial e elevação do escoamento superficial após a ocorrência de precipitação pluviométrica. Desse modo, as alterações antrópicas nas bacias hidrográficas têm promovido desequilíbrios insustentáveis, ocasionado desastres por inundações em todos os continentes do mundo de forma diversa (Figura 4).

Figura 4 - Desastres hidrológicos, por continente: intervalos de 10 anos (1920-2020).



Fonte: EM-DAT, 2024. Elaboração: o autor, 2024.

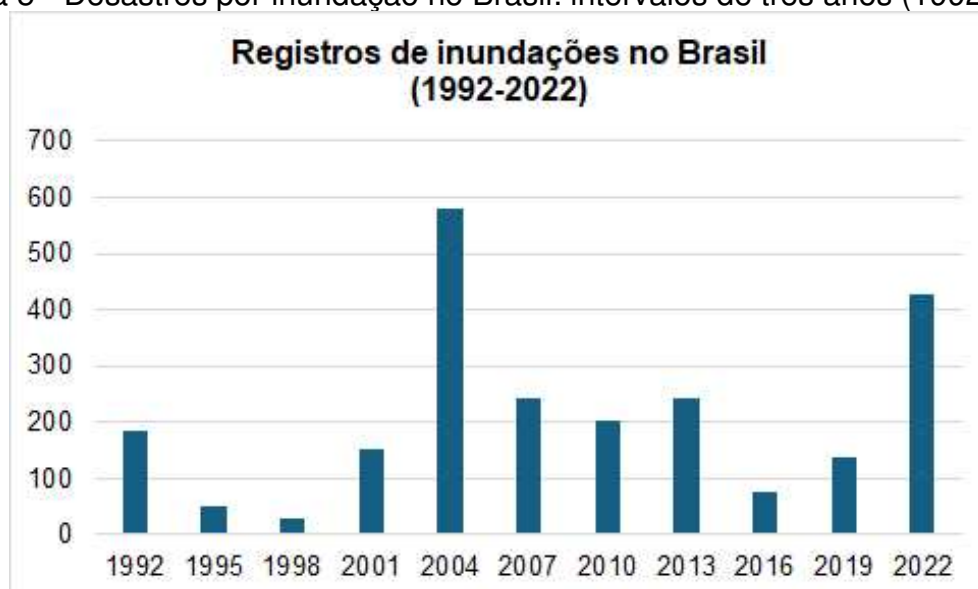
Estes dados derivam do *Emergency Events Database* (EM-DAT), gerenciado pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED), da Universidade Católica de Louvain, sediada na Bélgica. Os critérios adotados para a definição do evento como desastre são os seguintes: 10 ou mais mortes; 10 ou mais pessoas

afetadas; declaração de estado de emergência e pedido de auxílio internacional (EM-DAT, 2024). Ante a isso, os números desastres no mundo tendem a ser maiores do que o registrado no banco de dados, especialmente devido às limitações dos sistemas de monitoramento de desastres de muitos países, incluindo, o Brasil (Chaves, 2015).

No que se refere ao Brasil, houve um avanço nos processos de urbanização a partir da década 1960 (Brazil, 2016). Não por coincidência, ocorreu também um aumento nos números de desastres deflagrados por processos de origens naturais. Nesse sentido, Chaves (2015) destacou que o aumento de vitimados, danos e prejuízos por desastres no Brasil, tem uma íntima relação com o processo de urbanização sem ordenamento, planejamento e gestão ambiental adequados, que se intensificou na segunda metade do século XX.

Neste cenário, desastres hidrológicos, como inundações, geram perdas e prejuízos todos os anos nas cidades brasileiras (Costa, 2017). De 1991 a 2022 foram registradas 6183 inundações no Brasil, conforme dados do Atlas brasileiro de desastres naturais (BRASIL, 2023). Porém, a inexistência e/ou ineficiência da Defesa Civil em diversos municípios brasileiros, dificulta uma quantificação exata do número de desastres no país (Figura 5).

Figura 5 - Desastres por inundação no Brasil: intervalos de três anos (1992-2022).



Fonte: BRASIL, 2023. Elaboração: o autor, 2024.

Embora, existam incongruências nos registros, estes dados são fundamentais para traçar um panorama dos desastres por inundações em todo o país, oportunizando a verificação da recorrência e as causas dos eventos nocivos. Verificar

a existência de “buracos” na série histórica também é importante, pois, evidencia a necessidade de investimento em bases técnicas e capacitação de equipes para o monitoramento de desastres. Nesse contexto, tanto a análise robusta de séries históricas, quanto a identificação de ausência de dados por ano, são fundamentais para nortear processos de planejamento ambiental e territorial.

Neste mesmo período (1991-2022), foram registrados os seguintes dados referentes a inundações no estado da Bahia: 151 ocorrências; 31 óbitos; 60.334 desabrigados e desalojados; 283.338 afetados (BRASIL, 2023). Além disso, a soma de danos e prejuízos totais alcançam centenas de milhões de reais, especificamente, R\$ 902,37 milhões. Estes dados indicam a necessidade de suplantar a cultura de tomadas de decisão emergenciais pós-desastre. Além de salvar vidas, as medidas preventivas têm o potencial de evitar gastos exorbitantes do Estado e da população com recuperação de eventos recorrentes e que podem ser evitados.

No contexto de Jacobina, Marinho (2018) pontuou desastres por inundações com base em pesquisa documental, a saber foram registradas cinco inundações do Rio Itapicuru-mirim nos anos de 1974, 1980, 1994, 2002 e 2004. Além destas inundações, consta no Atlas de Desastres que ocorreram inundações nos anos de 2006 e 2019 (BRASIL, 2023). Embora, os eventos de inundação não sejam restritos apenas aos anos mencionados, ressalta-se que estes processos são recorrentes na cidade de Jacobina, evidenciando a necessidade de medidas preventivas com potencial para evitar ocupação de áreas suscetíveis, bem como, mitigar os riscos existentes (Silva; Franco; Jesus, 2025).

2.4 Gestão de riscos e gerenciamento de desastres: a importância do SIG

No contexto de áreas suscetíveis e vulneráveis às inundações, é fundamental que as tomadas de decisão sejam baseadas na gestão de riscos e no gerenciamento de desastres (Kastopoulou; Pagageorgiou, 2025). Segundo Ramos (2017), a gestão de riscos refere-se ao desenvolvimento de medidas preventivas, enquanto o gerenciamento de desastres tem como objetivo a remediação das crises ambientais decorrentes da deflagração dos perigos, como, por exemplo, os extravasamentos hídricos (Figura 6).

Figura 6 – Fases da gestão de riscos e gerenciamento de desastres.

Gestão de Riscos			Gerenciamento de Desastre	
<p>Prevenção</p> <p>Ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres, por meio da identificação, mapeamento e monitoramento de riscos, ameaças e vulnerabilidades, bem como a capacitação da sociedade</p>	<p>Mitigação</p> <p>Medidas estruturais e não estruturais para limitar os danos e prejuízos visto que não é possível prevenir todos os impactos adversos das ameaças</p>	<p>Preparação</p> <p>Medidas tomadas antecipadamente para assegurar uma resposta eficaz aos desastres, como planos de contingência, simulações, monitoramento, emissão de alertas e a evacuação da população</p>	<p>Resposta</p> <p>Ações de socorro, assistência à população afetada e reabilitação do cenário de desastre com o objetivo de salvar vidas e reduzir os danos e prejuízos</p>	<p>Recuperação</p> <p>Medidas tomadas logo após o desastre para reestabelecer a normalidade da comunidade afetada, como a recuperação de serviços essenciais, a realocação de pessoas e ações de reconstrução</p>

Fonte: Ramos (2017).

Nesse sentido, ações de gestão de riscos (prevenção, mitigação e preparação) e gerenciamento de desastres (resposta e recuperação), etapas estabelecidas pela PNPDEC, visam a redução de desastres e apoio às comunidades atingidas em casos extremos (BRASIL, 2012). Vale ressaltar que estas etapas podem se sobrepor no espaço-tempo, tendo por objetivo principal o subsídio à aplicabilidade de medidas estruturais e não-estruturais.

De acordo com Peixoto, Rodrigues e Albuquerque (2019), as medidas estruturais são baseadas em obras de engenharia, adequando o sistema fluvial às dinâmicas antrópicas, enquanto as medidas não-estruturais são atividades que visam reduzir a vulnerabilidade da população sem alterar a dinâmica da bacia hidrográfica. Ambas as medidas devem ser implantadas em conjunto, uma vez que as medidas estruturais não são suficientes para reduzir os impactos das inundações em todo o sistema hidrológico (Amaral; Ross, 2020). Além disso, é importante que estas medidas estejam baseadas em políticas de planejamento ambiental e ordenamento territorial, levando em conta análises espaciais sistematizadas.

Santos (2004) considera que o planejamento ambiental envolve a sistematização de dados referentes aos aspectos físicos e socioeconômicos, objetivando indicar caminhos adequados para resolução de problemas e fragilidades ambientais. Desse modo, planejamento ambiental se refere ao conhecimento do futuro a partir da simulação de cenários, sendo fundamental aos estudos de riscos (Gomes; Lapa; Zaidan, 2023).

O planejamento ambiental tem uma íntima relação com o ordenamento territorial. Este, de acordo com Soares (2009), tem como objetivo a organização e

administração do espaço a partir de dispositivos jurídicos, inclusive, no que concerne ao uso e ocupação da terra e combate a riscos de desastres. Assim, é importante que os Estudos Territoriais sobre os riscos comportem análises sistêmicas e atreladas às normas de uso e ocupação da terra, suscitando novos arranjos da administração das bases espaciais.

Nesse contexto, pontua-se que a Geomática é fundamental, pois possibilita a integração de dados espaço-temporais referentes a aspectos naturais e sociais, mediante aplicação de técnicas matemáticas e computacionais (Meirelles; Câmara; Almeida, 2007). Sob esta ótica, o Geoprocessamento, enquanto técnica da Geomática, é indispensável para a modelagem ambiental, estabelecendo sínteses sistêmicas e elucidativas da realidade (Silva, 2007).

Druck *et al.* (2004, p. 59) definem Geoprocessamento como “sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações”. Nesse sentido, o grande objetivo do Geoprocessamento é a análise espacial, especialmente, com a estruturação de banco de dados em ambiente SIG (Oliveira; Duete, 2022).

De acordo com Câmara *et al.* (1996), um SIG é um conjunto de metodologias de processamento utilizado para armazenar, analisar e manipular dados espaciais georreferenciados. Florenzano (2011) ressalta a potencialidade do SIG também para representar a realidade por meio de mapas. Estes procedimentos, atualmente, envolve a utilização de *Softwares* de Geoprocessamento, elevando agilidade e precisão (Ferreira, 2006).

No contexto dos Estudos Territoriais, a estruturação de banco de dados multitemático em ambiente SIG, propicia, entre outras coisas, a modelagem computacional (Moura; Frenzel; Moura, 2019). O principal objetivo desta técnica é realizar a simulação de cenários ambientais, incluindo previsões hidrológicas. Christofolletti (1999, p. 14) entende simulação “[...] como a descrição matemática da resposta de um sistema hidrológico de recursos hídricos a uma série de eventos durante um determinado período de tempo”. Estas descrições matemáticas são originadas de modelos preditivos da realidade, mediante análise de componentes e processos do sistema ambiental.

Uma das formas de produzir modelos preditivos é mediante a execução de métodos paramétricos. Nesse sentido, utiliza-se análises morfométricas do relevo a partir de indicadores, entre os quais: altitude, declividade, orientação de vertentes, etc.

(Marinho; Silva, 2016). Estes parâmetros são passíveis de espacialização cartográfica, sobretudo a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), que consiste em um conjunto de dados originados de levantamento planialtimétrico armazenado em ambiente SIG (Valeriano, 2008). Em síntese, um MDE é um dado matricial que contém informações altimétricas e é estruturado em uma matriz georreferenciada (Marques Filho; Silva; Costa, 2025).

A partir de métodos de análises quantitativas das formas da terra, é possível estabelecer cenários de processos hidrológicos, como enchentes e inundações. Para tanto, é necessário estabelecer indicadores representativos à realidade em análise. Conforme Santos (2004), os indicadores são parâmetros com potencial para descrever as características dos temas referentes ao objeto de estudo, sendo fundamentais para o desenvolvimento de prognoses mediante atribuição de pesos aos dados. Estes parâmetros e funções derivadas permitem a representação espacial por meio da cartografia de síntese.

A cartografia de síntese permite a combinação de mapas de temas variados, tendo a álgebra de mapas como uma das suas principais técnicas (Martinelli, 2003). Este procedimento é fundamental para o mapeamento de riscos híbridos, como inundações, pois permite integrar dados de suscetibilidade natural/induzida e a vulnerabilidade da população (Mendonça; Buffon, 2021). Assim, a integração de indicadores de temas naturais e socioeconômicos são princípios centrais para o zoneamento desses riscos, possibilitando a classificação das chances de ocorrência.

O zoneamento é uma estratégia metodológica capaz de sintetizar um conjunto de informações em compartimentações espaciais a partir de indicadores pré-estabelecidos (Santos, 2004). No que tange aos riscos de inundação, realiza-se o cruzamento de dados de suscetibilidade e de vulnerabilidade para a delimitação do zonamento (Freitas; Robaina, 2019). Esta metodologia permite hierarquizar os graus de riscos, estabelecendo as áreas e suas chances de desastres.

É essencial que a escala do zoneamento de riscos seja a nível de detalhe (Bitar et al, 2014). A saber, a escala cartográfica pode ser entendida como a relação proporcional entre o mundo real e o representado. Nesse sentido, destaca-se o modelo de detalhamento progressivo de Sobreira e Souza (2012), que entendem a necessidade de estudo de risco em escala de 1:2.000 ou maiores.

No entanto, ressalta-se que a resolução dos dados físicos e hidrometeorológicos disponibilizados por órgãos nacionais como IBGE, a Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), muitas vezes, não são compatíveis com os estudos de riscos à inundação (Lopes; Dourado; Souza, 2023).

Além disso, a definição de uma escala cartográfica em um ambiente SIG pode parecer incoerente, uma vez que uma simples aproximação ou afastamento (*zoom in* e *zoom out*) altera a representação dos dados (Soares; D'Elge, 2005). Destaca-se, ainda, que a integração de dados com escalas distintas pode resultar em incompatibilidades metodológicas. Nesse sentido, o zonamento de risco deve considerar a disponibilidade de dados da área de estudo, reconhecendo as limitações estatísticas na integração de dados multiescalares e a necessidade de adotar outros procedimentos para a análise espacial, como atividades de campo e levantamento documental, tanto para viabilizar o mapeamento quanto para validá-lo (Freiras; Robaina, 2019).

Os mapas de síntese oriundos desse processo são fundamentais para as tomadas de decisão. De acordo com Santos (2004, p. 152) “[...] a tomada de decisão refere-se à escolha que se faz frente ao conjunto de alternativas, dentro de uma conduta dirigida pelas metas, meios usados e fins esperados”. Nesse sentido, os zoneamentos de riscos a inundações são procedimentos basilares para a gestão de riscos e gerenciamento de desastres, configurando-se como atividade de prevenção aos desastres (Miguez; Di Gregorio; Veról, 2018).

2.4.1 Estudos de riscos a inundações

Diversas pesquisas internacionais abordam a temática de riscos a inundações. Nesse sentido, é importante ressaltar os estudos calcados na Teoria do Risco em Portugal. De acordo com Lourenço e Almeida (2018), essa teoria está assentada na definição de três conceitos fundamentais aos estudos cindínicos (estudo dos perigos): risco, perigo e crise, possibilitando a análise de fenômenos naturais, antrópicos e mistos, da probabilidade ao desastre.

Nessa perspectiva, destaca-se o trabalho de Gouveia e Lourenço (2017). Os autores produziram cenários de riscos de inundações urbanas em Mirandela, Portugal, mediante a integração dos seguintes elementos socioespaciais: número de edifícios, número de habitantes e evolução das áreas impermeabilizadas na cidade.

Os resultados permitiram indicar medidas de mitigação, entre as quais realocação da população em risco para áreas ambientalmente seguras (Gouveia; Lourenço, 2017).

Sob outra perspectiva teórico-metodológica, Tamiru e Dinka (2021) integraram os modelos de Rede Neural Artificial (ANN) e HEC-RAS (software de simulação usado em dinâmica de fluidos) para o mapeamento de inundações no rio Baro, na Bacia do Akobo, Etiópia. Utilizando dados de 14 estações meteorológicas e o Índice de Umidade Topográfica (TWI), a pesquisa vinculou os resultados dos modelos supramencionados, gerando profundidades de inundação.

Visando avaliar o risco e danos por inundação na cidade de Segamat (Malásia), Romali e Yusop (2021) adotaram modelos HEC-HMS/RAS e o ArcGIS como software gerenciador do banco de dados. Mediante combinação de risco, vulnerabilidade e exposição, os autores estabeleceram modelagem indicando danos esperados para áreas residenciais e comerciais, bem como, os respectivos prejuízos econômicos.

Thapaa *et al.* (2020) realizaram o mapeamento de risco de inundação para a bacia hidrográfica do Rio Khando no leste do Nepal, mediante criação de banco de dados no ARQGIS. Os autores também adotaram o HEC-RAS para a produção de mapa síntese de inundações, indicando suas profundidades. Em termos de vulnerabilidade, houve uma verificação do material construtivo das residências, com evidências de maior vulnerabilidade daquelas de pau-a-pique.

Darabi *et al.* (2020) aplicaram algoritmos de aprendizado de máquina para prever áreas propensas a inundações na cidade de Amol, Irã. A metodologia consistiu na implementação de um modelo ensemble, combinando algoritmos como árvore de regressão impulsional, spline de regressão adaptativa multivariada, modelo linear generalizado e modelo aditivo generalizado, com base em variáveis preditoras geoespaciais e avaliação ROC-AUC. Os resultados mostraram que a distância até canais, o uso do solo, densidade populacional e a geração de escoamento foram os fatores que alavancaram o risco.

Komolafe *et al.* (2020) zonaram potenciais de risco de inundação na Bacia do Rio Ogun, Nigéria. A metodologia integrou os modelos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Height Above Nearest Drainage* (HAND), utilizando dados geoespaciais em um banco de dados gerenciado pelo ArcGIS para gerar mapas de inundação. Os principais resultados indicaram que grande parte da bacia hidrográfica detém alto risco, com possibilidades de desastres à população.

No Brasil, destaca-se o trabalho do Ministério das Cidades em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), realizado em 2007, que foi fundamental tanto a nível conceitual quanto para o estabelecimento de critérios de mapeamento e análise de riscos a inundações. Esse trabalho propôs uma classificação de risco em quatro níveis: Risco Muito Alto, Risco Alto, Risco Médio e Risco Baixo, tendo como base a inter-relação, em ambiente SIG, entre cenários hidrológicos (susceptibilidade), vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo, considerando a distância das moradias ao eixo de drenagem (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).

Vários autores fazem referência ao caminho teórico-metodológico proposto por Carvalho, Macedo e Ogura (2007), entre eles Ramalho, Oliveira e Dorado (2017), Saito *et al.* (2019), Mira e Silva (2023). Ramalho, Oliveira e Dorado (2017) mapearam, através de geoprocessamento, áreas suscetíveis à inundação e alagamento na bacia do córrego Josefa Gomes na cidade de Formosa - GO. Saito *et al.* (2019) verificaram a exposição da população urbana aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. Por sua vez, Mira e Silva (2023) realizaram o mapeamento da susceptibilidade à inundação na Bacia do Alto-médio rios Mogi Guaçu e Pardo - MG.

Além dos estudos mencionados, diversos outros trabalhos têm contribuído significativamente para subsidiar tomadas de decisão frente aos riscos de inundação no Brasil. Na maioria desses estudos, adotam-se técnicas de Geoprocessamento e SIG para a definição de zoneamentos em diferentes escalas.

Nesse sentido, Mengue *et al.* (2017) adotaram o *HAND Model* para a delimitação de áreas suscetíveis à inundação na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). O modelo *HAND* normaliza a grade matricial do MDE de entrada para a altura acima da drenagem mais próxima (Nobre *et al.*, 2011). Os autores consideraram o modelo fundamental para a identificação de áreas propensas a inundações; no entanto, ressaltaram a importância de adotar MDE de entrada com alta resolução espacial para melhor eficácia do modelo hidrológico.

Fonseca *et al.* (2022) também adotaram o *HAND Model* para o mapeamento de áreas de risco a inundações na bacia hidrográfica do Ribeirão Caladão, Coronel Fabriciano - MG. Por sua vez, Queiroga, Figueira e Cunico (2024) utilizaram MDEs de entrada com resoluções distintas visando verificar o melhor desempenho do *HAND Model* para o mapeamento de susceptibilidade a inundações no município de João

Pessoa - PB. Ambos os trabalhos evidenciaram a necessidade de MDE de alta resolução para a geração de topologia HAND e consequente classificação da suscetibilidade.

Outro método fundamental para o zoneamento de riscos é o AHP, capaz de combinar variáveis ambientais por meio da atribuição de pesos. Além de possibilitar a delimitação da propensão do sistema hidrológico a inundações mediante análise multicritério (Ramos *et al.*, 2018; Freiman; Carvalho, 2020; Tolentino *et al.*, 2023), é possível estabelecer a vulnerabilidade a partir da adoção de indicadores socioeconômicos, como afirmam Oliveira e Rehbein (2022).

No que se refere ao mapeamento de vulnerabilidades sociais, verifica-se na literatura, inúmeras pesquisas baseadas em dados oriundos dos censos demográficos realizados pelo IBGE. Os indicadores de vulnerabilidades sociais são variados e abrangem distintas características socioeconômicas, tais como: renda, alfabetização, etnia, infraestrutura, saneamento básico, etc.

Fulan e Murara (2018), Trentin, Menezes e Robaina (2021), Oliveira e Rehbein (2022), Amorim, Alves e Magdalena (2024), utilizaram-se de dados do censo de 2010 para a classificação de vulnerabilidade na área urbana de Erechim - RS, cidade de Alegrete - RS, orla municipal de Pelotas - RS e no município de Petrópolis - RJ, respectivamente. A variável presente em todos os trabalhos mencionados é a renda. Com base nos indicadores, os autores lançaram mão de técnicas estatísticas em ambiente SIG para a classificação das vulnerabilidades sociais.

Portanto, os estudos sobre inundações realizados ao redor do mundo são potencializados por abordagens integrativas que consideram as relações entre sociedade e natureza. Destaca-se a adoção de diversos procedimentos teórico-metodológicos, especialmente aqueles que utilizam modelos preditivos para a realidade, oferecendo caminhos para a prevenção de desastres. É nessa perspectiva integrativa que esta dissertação se insere, buscando subsidiar o planejamento ambiental da cidade de Jacobina.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Abordagens e técnicas

De acordo com Alves e Ferreira (2010), o espaço geográfico é dotado de complexidade, sendo fundamental a adoção de procedimentos técnico-operacionais para sua devida interpretação. Trata-se de suplantar noções pré-concebidas no senso comum acerca das relações entre sociedade e natureza, visando responder problemas de pesquisa a partir de metodologias cientificamente coerentes (Maturana; Varela, 2001).

Nesse sentido, destaca-se que a tipologia desta pesquisa é a descritiva, pois, foi de interesse verificar e descrever a natureza dos fenômenos (Rudio, 2007). A necessidade de classificar suscetibilidades, vulnerabilidades sociais e riscos de inundação torna esta tipologia viável. Cabe ressaltar que a explicação também foi essencial, afinal a explicação é intrínseca à descrição, sendo uma tipologia fundamento da outra (Santos, 2006).

Em termos de abordagem, adotou-se a quali-quantitativa. De acordo com Fonseca (2002), esta abordagem se baseia na obtenção de dados que não podem ser mensurados, assim como de dados matemáticos quantificáveis em tabelas e mapas. Desse modo, esta abordagem se justifica pelo levantamento de dados envolvendo observações sistemáticas em campo e a produção de banco de dados em ambiente SIG, entre outras técnicas.

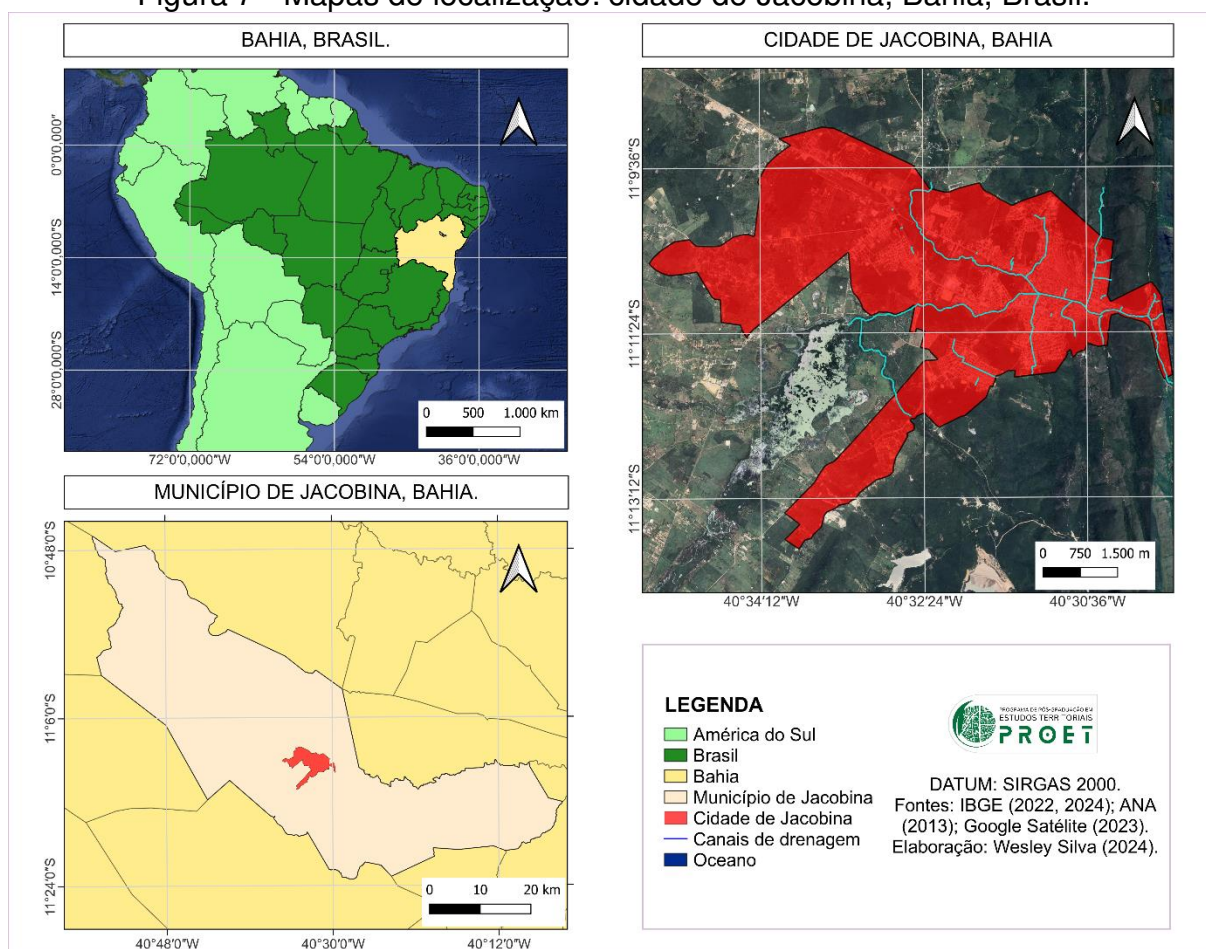
O método adotado foi o sistêmico, levando-se em conta a inter-relação entre sociedade e natureza que é inerente ao objeto de estudo. Esta relação complexa é permeada pela integração entre o geossistema e o sistema antrópico, que compõem o sistema ambiental (Amorim, 2012). Trata-se de articular elementos físico-territoriais e a antropização (Christofolletti, 1999), verificando os desequilíbrios na estabilidade ambiental que culminam em riscos de desastres (Franco; Amorim, 2023). Desse modo, verificou-se a classificação dos Geossistemas, Antropização e Estabilidade Ambiental do município de Jacobina, realizada por Pinheiro (2004). Por fim, realizou-se a seleção de indicadores de suscetibilidade (aspectos físico-territoriais) e de vulnerabilidade da população (aspectos socioeconômicos) para o zoneamento de riscos a inundações na cidade de Jacobina.

As fontes utilizadas foram classificadas como primárias e secundárias. As fontes primárias são caracterizadas pela originalidade, como, por exemplo, os

levantamentos de dados em campo. Já as fontes secundárias são apresentadas “[...] desde a forma de trabalhos de pesquisa até simples cadastros ou apontamentos” (Santos, 2004, p. 65). A utilização dessas fontes se justifica pela diversidade de dados coletados, incluindo dados de campo, cartográficos e censitários.

A escala geográfica de análise desta pesquisa, segundo perspectiva de Souza (2013), é de nível mesolocal. Trata-se da escala de análise típica de estudos urbanos, especialmente de cidades pequenas e médias (Souza, 2010). Nesse contexto, a cidade de Jacobina (BA), compreende a área de estudo desta dissertação (Figura 7). Este recorte espacial está localizado entre as latitudes $11^{\circ}09'11''\text{S}$ e $11^{\circ}13'47''\text{S}$ e as longitudes $40^{\circ}35'25''\text{O}$ e $40^{\circ}29'39''\text{O}$, distante cerca de 320 km de Salvador.

Figura 7 - Mapas de localização: cidade de Jacobina, Bahia, Brasil.



Fonte: IBGE, 2022; ANA, 2013; Google Satélite, 2023. Elaboração: o autor, 2024.

A cidade de Jacobina foi delimitada a partir dos setores censitários estabelecidos para o Censo Demográfico de 2022 pelo IBGE. Conforme estes dados,

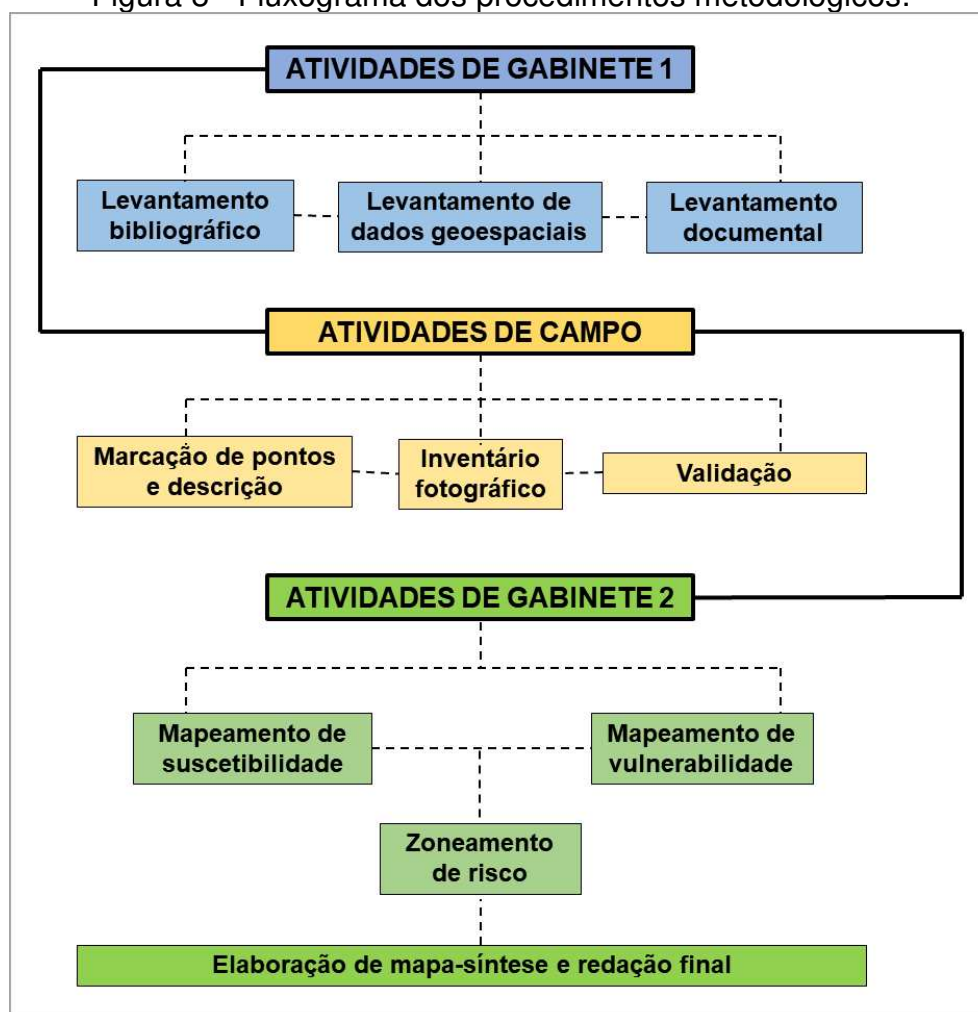
a área total da cidade de Jacobina é de 30,05 km², contendo uma população de 52.677 pessoas e uma densidade demográfica de 1.753,07 habitantes por km² (IBGE, 2024).

Por sua vez, a escala cartográfica foi estabelecida em 1:5.000, tendo em vista o nível de detalhamento do MDE, bem como, dos setores censitários. Nesta escala, o mapeamento de risco se torna fundamental para apresentar soluções ante as possibilidades de desastre.

3.2 Procedimentos metodológicos

Em termos de procedimentos metodológicos, este trabalho foi estruturado sob as seguintes etapas: Etapa de gabinete I, Atividades de Campo e Etapa de Gabinete II. Estas atividades de pesquisa aconteceram de forma inter-relacionada (Figura 8).

Figura 8 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: O autor, 2024.

3.2.1 Atividades de Gabinete I: levantamento de dados

De início, realizou-se um levantamento bibliográfico com base na problemática e objetivos da pesquisa, visando fornecer subsídios teóricos, conceituais e metodológicos (Marconi; Lakatos, 2003). Nesse sentido, foram levantados artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais, com ênfase em periódicos indexados nas bases *Web of Science*, *Scopus* e *SciELO*, além de periódicos Qualis/CAPES A. Também foram consultados livros, teses, dissertações, anais de eventos, relatórios, legislações e outros documentos relevantes.

Os dados referentes à ocorrência das inundações nas últimas décadas foram obtidos a partir de levantamento documental. Através da Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEMPDEC) de Jacobina, obteve-se relatórios do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Com base nos documentos, foi possível identificar causas e efeitos dos desastres, danos humanos, materiais ou ambientais, prejuízos econômicos públicos e privados, entre outras informações acerca de eventos hidrológicos ocorridos e registrados entre 2018 e 2024 na cidade de Jacobina. O curto recorte temporal deve-se ao fato de que muitos eventos hidrológicos anteriores não foram registrados ou foram pouco detalhados.

Além disso, a SEMPDEC forneceu outros documentos importantes para esta pesquisa, entre os quais: resumo das ações implementadas pela secretaria nos anos de 2023 e 2024; lista de logradouros em áreas de risco; relatório de registro de ocorrência das chuvas intensas nos dias 21 e 23 de fevereiro de 2024 no município de Jacobina; relatório fotográfico dos setores com ocorrência de desastres; e relatórios técnicos acerca de eventos extremos de chuvas.

Ademais, realizou-se levantamento de dados no Atlas de Desastres no Brasil, elaborado por meio de uma cooperação técnica entre o Banco Mundial e o Centro de Estudos e Pesquisa em Engenharia Civil (CEPED) da Universidade de Santa Catarina (UFSC). Atualmente, o banco de dados é mantido pela SEDEC e disponibiliza informações de 1991 a 2022 (BRASIL, 2023).

Foram também consultadas publicações em sites, blogs, redes sociais e reportagens veiculadas em canais abertos de televisão (Rede Bahia, por exemplo). A sistematização de fotos, vídeos e textos em um único documento foi o procedimento adotado para a análise das causas e efeitos dos riscos, além de refletir, em muitos

casos, as percepções das vítimas entrevistadas acerca dos desastres. Optou-se por reportagens dos jornais locais Augusto Urgente e Jacobina Notícias, considerando a alta frequência de notícias publicadas, incluindo aquelas sobre eventos extremos.

Além disso, foi realizado o levantamento de dados geoespaciais para a implementação do banco de dados em ambiente SIG (Quadro 3). Adotou-se o QGIS (versão 3.40 'Bratislava') como software gerenciador, principalmente devido à sua gratuidade (QGIS, 2024). A organização dos dados vetoriais e matriciais seguiu a metodologia de Bitar *et al.* (2014), sendo estruturada em duas categorias: base e produtos. Além disso, todos os dados foram reprojeto para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S.

Quadro 3 - Dados geoespaciais da pesquisa: fonte, ano, escala e resolução.

Dados	Fonte e ano	Escala ou resolução²
Malha Municipal Digital (MMD)	IBGE (2022)	1:250.000
Setores Censitários	IBGE (2024)	1:5.000
Bairros	JACOBINA (2024)	-
Geologia	CPRM (2022)	1:250.000
Geomorfologia, solo e vegetação	IBGE (2021a)	1:250.000
Cobertura e Uso da Terra	MapBiomias (2022)	10 m
Bacia Hidrográfica do Itapicuru	ANA (2006)	1:1.000.000
Base Hidrográfica	ANA (2013)	1:1.000.000
Canais de drenagem	SEMPDEC (2024a)	-
Curvas de nível	Jesus (2007)	1 m
Ortofoto	JACOBINA (2018)	8 cm
Locais de sinistros	SEMPDEC (2024b)	-
Mapeamento de risco	SEMPDEC (2024c)	1:2.000

Fonte: O autor, 2024.

Os dados vetoriais da Malha Municipal Digital (MMD) utilizados neste trabalho incluem País, Unidades da Federação e Municípios (IBGE, 2022). Essas informações representam a Divisão Político-Administrativa Brasileira (DPA) e auxiliam na identificação de aspectos espaciais relevantes para a pesquisa.

No que se refere aos dados dos setores censitários, destaca-se que foram disponibilizados em formato vetorial, na escala de 1:5.000 (IBGE, 2024). A união dos setores censitários urbanos foi a estratégia utilizada para delimitar a área de estudo desta pesquisa. A adoção desse procedimento visou a padronização dos dados

² Alguns dados não tiveram suas escalas cartográficas explicitadas devido à divulgação incompleta dos metadados por parte de algumas instituições.

utilizados, uma vez que a classificação da vulnerabilidade também foi estabelecida sob a espacialidade dos setores censitários.

Ademais, realizou-se a sobreposição de bairros aos setores censitários, visando a análise espacial dos riscos de desastres³. Os dados referentes aos bairros foram oficializados pela Lei N° 2.073, de 02 de dezembro de 2024, que entende bairro como uma unidade territorial com aspectos históricos, culturais e relativa autonomia consolidada no espaço urbano, incorporando noções de identidade e pertencimento entre os sujeitos sociais que compartilham serviços comunitários (JACOBINA, 2024).

Em termos de geologia, adotou-se arquivo vetorial (shp) resultantes do projeto com o seguinte título: Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e Sequências Metavulcanossedimentares do Greenstone Belt Mundo Novo (ARIM Serra de Jacobina). Trata-se de dados de unidades litológicas publicadas em escala de 1:250.000, no ano de 2022. Segundo informações dispostas nos metadados, a cartografia geológica foi gerada a partir da coleta sistemática de dados em campo, integrada às informações consistidas da literatura, interpretação de produtos de sensoriamento remoto (imagens satélites e/ou fotografias aéreas), inclusive imagens aerogeofísicas, e demais dados disponíveis e/ou adquiridos no projeto, tais como geocronologia, petrografia e geoquímica (CPRM, 2022).

No que se refere à geomorfologia, solo e vegetação, utilizou-se os dados geoespaciais disponibilizados pelo Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) do IBGE (2021a). Estes dados vetoriais são herança de levantamentos do Projeto RADAM/RADAMBRASIL desenvolvidos nas décadas de 1970 e 1980. A utilização desses dados refinados para escala cartográfica de 1:250.000, deve-se à ausência de mapeamentos para a área de estudo em escala de maior detalhamento.

Os dados de Cobertura e Uso da Terra é resultante da Coleção BETA do MapBiomas. Refere-se a uma classificação do ano de 2022, desenvolvida a partir de cenas do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 10 metros (MapBiomas, 2022). A saber, utilizou-se as classes, códigos e cores da legenda conforme a Coleção 7.1 do MapBiomas.

³ A não adoção da delimitação dos bairros para a definição da área de estudo desta pesquisa justifica-se pela sua divergência em relação aos limites dos setores censitários. Nesse sentido, adotou-se as delimitações dos setores censitários visando compatibilizar os produtos cartográficos (vulnerabilidade, por exemplo) à área de estudo.

O dado concernente à delimitação da bacia hidrográfica do Itapicuru foi estabelecido pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e aprovada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) no ano de 2006. O processo de construção envolveu interpretação das bacias hidrográficas e delimitação de unidades a partir da metodologia de ottobacias (ANA, 2006). A metodologia de Otto Pfafstetter estabelece a necessidade de determinar o curso d'água principal da bacia a partir da foz e, conseqüentemente, agregar afluentes até atingir o ponto mais a montante (ANA, 2017).

Além disso, adotou-se a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) de 2013 para a caracterização hidrográfica da bacia do Itapicuru. De acordo com a ANA (2013), a BHO é topologicamente consistente, representando o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo. Especificamente para a área de estudo, utilizou-se dados hidrográficos disponibilizados pela SEMPDEC, tendo em vista a presença de canais de drenagens tamponados (SEMPDEC, 2024a). Estes dados foram fundamentais para a rasterização e aplicação do *HAND Model*.

No que se refere às curvas de nível com equidistância de 1 metro, estas foram obtidas a partir do trabalho de Jesus (2007). A saber, o autor realizou coleta de dados altimétricos em campo, utilizando um receptor GPS de dupla frequência (296 pontos amostrais). Ademais, procedeu-se à correção do MDE *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com o auxílio do *software* Blackart, a fim de eliminar valores negativos e inconsistências nos dados. Por fim, Jesus (2007) estabeleceu as seguintes etapas metodológicas: geração de uma grade altimétrica com curvas de nível com equidistância de 10 m; interpolação e associação de dados coletados em campo com GPS à grande altimétrica; e geração de curvas de nível com resolução de 1 m, viabilizando análises hidrológicas.

Além disso, realizou-se a importação de Ortofoto originada de levantamento de *Remotely Piloted Aircraft System* (RPAS), ou seja, Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada, utilizando-se drone (JACOBINA, 2018). Por se tratar de um mosaico de 2018, algumas áreas urbanas atuais não foram abarcadas em sua totalidade. Ainda assim, 94 dos 100 setores censitários que compõem a cidade de Jacobina estão integralmente cobertos pela Ortofoto, que apresenta resolução espacial de 8 cm. Desse modo, trata-se de uma importante ferramenta para a análise espacial dos riscos às inundações, embora com a limitação intrínseca à sua extensão espacial.

Ademais, dado vetorial disponibilizado pela SEMPDEC também foi adicionado ao SIG. Trata-se de um *shapefile* contendo 34 pontos georreferenciados acerca das ocorrências de sinistros após chuvas intensas nos dias 21 e 23 de fevereiro de 2024. Foram registradas 67 ocorrências, envolvendo deslizamentos, alagamentos, enxurradas, etc., propiciando prejuízos diretos a 122 pessoas (SEMPDEC, 2024d).

Pontua-se que a CPRM (2014) realizou mapeamento de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa em Jacobina na escala de 1:2.000. Os dados vetoriais oriundos deste trabalho foram atualizados em 2024 pela SEMPDEC, levando em conta as transformações físico-territoriais estabelecidas em um interregno de 10 anos. O produto final foi disponibilizado pela Defesa Civil (SEMPDEC, 2024c), sendo um dado fundamental para análise e ratificação dos resultados desta pesquisa.

Além disso, realizou-se a coleta de dados de precipitação diária das estações pluviométricas localizadas na cidade de Jacobina. O levantamento foi feito junto ao Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA), obtendo-se dados de quatro estações pluviométricas (Quadro 4).

Quadro 4 - Estações pluviométricas localizadas na cidade de Jacobina (BA).

Estação – Código	Instituição	Localização	Operação
Jacobina – 83186	INMET	Lat.: -11172778 Long.: -40534167	(1961-2023)
Jacobina - A440	INMET	Lat.: -11205136 Long.: -40464979	(2008-2020)
Jacobina (Ladeira Vermelha) - 291750801A	CEMADEN	Lat.: -11161707 Long.: -40554213	(2018-2025)
Jacobina (Feliz Tomaz) - 291750802 ^a	CEMADEN	Lat.: -11174316 Long.: -40517837	(2018-2025)

Fonte: SEIA (2025). Elaboração: o autor, 2025.

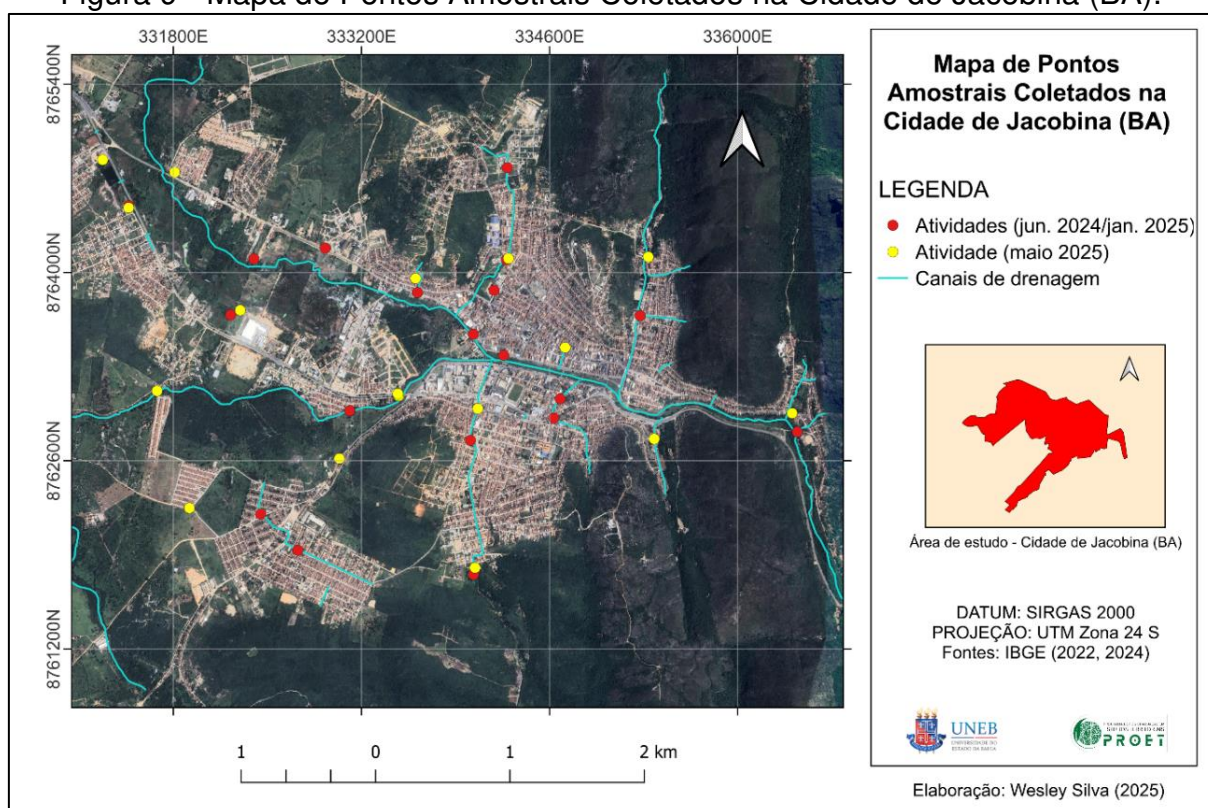
Em termos qualitativos, foram utilizadas informações disponibilizadas pelas SEMPDEC de Jacobina nos anos de 2024 e 2025. Este procedimento encontra respaldo ético e legal, uma vez que compete à Defesa Civil, nos termos da Lei nº 1957 de 2023, manter a população informada sobre áreas de risco e ações adotadas em circunstâncias de desastres (JACOBINA, 2023). Fundamentalmente, as informações contribuíram com a vetorização e validação do mapeamento de risco a inundações, além de nortear análises sobre as medidas estruturais e não-estruturais implementadas na cidade.

Pontua-se que a partir do levantamento bibliográfico e estruturação do banco de dados, foi possível realizar a sistematização dos aspectos que condicionam a formação de áreas de riscos a inundações. Além disso, as atividades de campo e o levantamento de dados alfanuméricos também contribuíram para analisar as dinâmicas do sistema ambiental.

3.2.2 Atividades de Campo

De acordo com Suertegaray (2002), as atividades de campo visam à sistematização do objeto de estudo por meio de observações empíricas e descritivas, assim como coleta e verificação de dados. Desse modo, realizou-se atividade de campo (Figura 9) a partir de caderneta de campo em conformidade com Sampaio (2021) e com o roteiro proposto no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), visando a sistematização analítica do sistema ambiental (ANEXO 1).

Figura 9 - Mapa de Pontos Amostrais Coletados na Cidade de Jacobina (BA).



Fonte: IBGE (2022, 2024). Elaboração: o autor, 2025.

Para o georreferenciamento dos pontos de análise (Figura 12), utilizou-se o receptor GPS de navegação Garmin GPSmap 60CS. Além disso, utilizou-se

dispositivo móvel para o inventário fotográfico, explorando os elementos visuais como aporte para a análise espacial.

Os trabalhos de campo foram realizados nas margens dos canais que drenam a cidade de Jacobina, com ênfase em áreas de urbanização consolidada e em processo de expansão urbana, conforme metodologia de Freitas e Robaina (2019). Nesse contexto, foram realizadas três atividades de campo durante esta pesquisa.

As atividades realizadas nos dias 08/06/2024 e 11/01/2025 visaram fundamentalmente o reconhecimento da problemática de estudo. Ambos os trabalhos de campo somaram 19 pontos amostrais, norteando a descrição geográfica do recorte espacial em análise. Ademais, realizou-se atividade de campo no dia 02/05/2025, com o intuito de validar os mapeamentos de suscetibilidade, vulnerabilidade social e risco a inundações, sendo estabelecidos 16 pontos amostrais.

3.2.3 Atividades de Gabinete II: processamento de dados

Nesta etapa, aplicou-se metodologias e técnicas necessárias ao zoneamento de riscos a inundações. Desse modo, realizou-se o mapeamento de suscetibilidade a inundações, classificação da vulnerabilidade e as análises das causas e efeitos dos riscos de desastres a inundações na cidade de Jacobina

3.2.3.1 Mapeamento das suscetibilidades a inundações

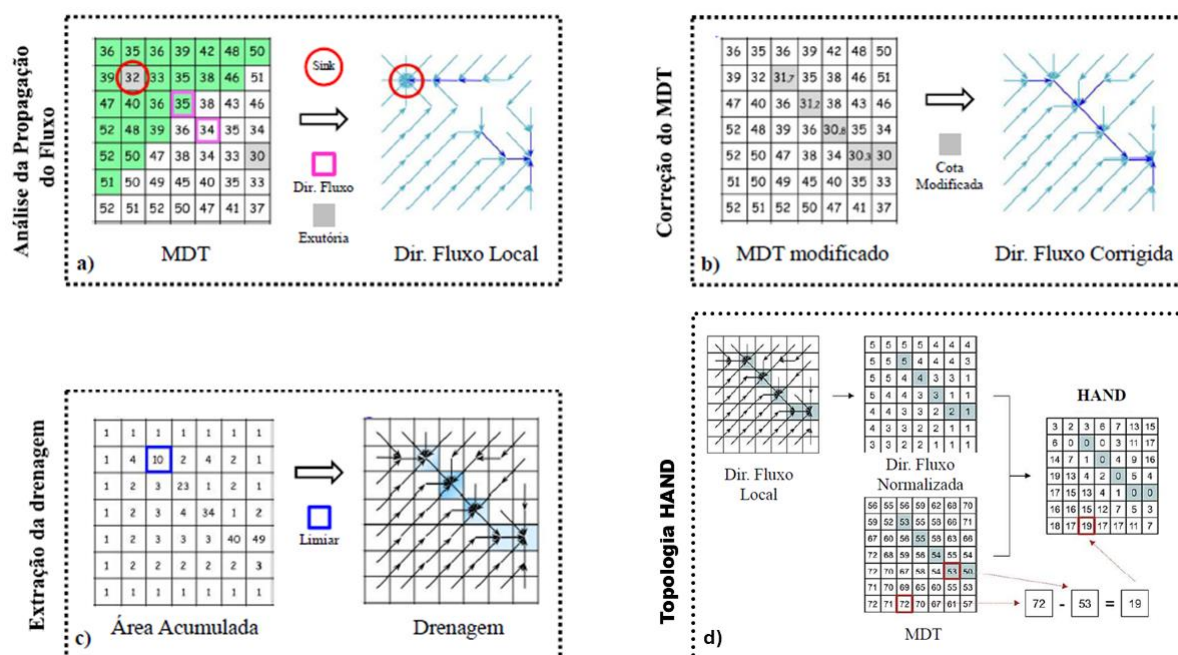
Inicialmente, adotou-se abordagem descritivo-qualitativa, baseada em análises hidrológicas para classificação das suscetibilidades, segundo proposta do IPT/CPRM (Bitar *et al.*, 2014). Trata-se de identificar características da área de estudo que potencializam as chances de inundações. Nesse sentido, adotou-se os seguintes indicadores de suscetibilidade: desníveis topográficos e proximidade relativa dos rios.

Nesse contexto, realizou-se a interpolação linear das curvas de nível de 1 metro, derivadas do trabalho de Jesus (2007), por meio de uma *Triangular Irregular Network* (TIN), ou seja, uma rede triangular irregular. O TIN é uma estrutura poliédrica gerada a partir da interpolação matemática das isolinhas (Namikawa *et al.*, 2003). Este procedimento resultou em um MDE com 1 metro de resolução espacial.

O MDE foi inserido ao *HAND Model* (Figura 10a), um software escrito em C++ desenvolvido pelo INPE em parceria com o CEMADEN (INPE; CEMADEN, 2011).

Este modelo preditivo foi adotado devido a precisão estabelecida pela normalização de grade matricial em micro escalas geográficas (Nobre *et al.*, 2011).

Figura 10 - a) Análise da Propagação do Fluxo; b) Correção do MDT; c) Extração da drenagem; d) Topologia HAND.



Fonte: Adaptado de Goerl, Michel e Kobiyama (2017). Organização: o autor, 2025.

No executável do *HAND Model*, realizou-se a correção de ruídos dos dados a partir do algoritmo *Fill*. Este procedimento permitiu preencher buracos (sem dados), estabelecendo um Modelo Digital do Terreno (MDT) modificado. A saber, um MDT leva em conta os valores planialtimétricos do relevo, sem incluir os objetos biológicos e antrópicos que estão sobre ele. A partir do MDT modificado foi possível gerar a direção de fluxo corrigida, identificando as áreas propensas ao escoamento superficial na área de estudo (Figura 10b).

Para a geração da drenagem (Figura 10c), realizou-se a rasterização dos canais de drenagem (dado vetorial) fornecida pela SEMPDEC (2024a) – *vide* Quadro 4. Nessa etapa, os canais foram convertidos em um raster binário, no qual os pixels correspondentes à hidrografia receberam o valor 1, e as demais áreas, o valor 0. Em seguida, utilizou-se a calculadora raster para interpolar essa camada binária ao MDT corrigido, de modo a extrair apenas os valores altimétricos nos locais onde há drenagem. Como resultado, foi gerado um raster contendo a rede de drenagem com os valores da elevação do terreno.

A integração do MDT modificado, da direção de fluxo corrigida e da rede de drenagem permitiu a geração do modelo HAND (Figura 10d). Nesse sentido, realizou-se a normalização da topografia com base nas alturas relativas locais em relação à drenagem mais próxima, partindo da premissa de que o relevo condiciona as trajetórias de escoamento e os potenciais gravitacionais da água no terreno. O processo de normalização substituiu a referência altimétrica em relação ao nível do mar por uma matriz que foi atribuído valor zero às células da drenagem e valores positivos crescentes conforme a distância vertical em relação a ela, mantendo a coerência topológica e hidrológica do MDT (Nobre *et al.*, 2011).

A topologia HAND foi importada para o ambiente SIG, permitindo a classificação da suscetibilidade a inundações em quatro níveis: baixa, média, alta e muito alta. Essa metodologia foi adaptada de Queiroga, Figueira e Cunico (2024), que aplicaram o modelo HAND para mapear áreas inundáveis no município de João Pessoa (PB) (Tabela 1). Ressalta-se que, quanto menor a altura relativa à drenagem (cota HAND), maior a probabilidade de excedente hídrico — seja como enchente ou inundação —, uma vez que valores próximos a zero (nível do canal de drenagem) indicam maior saturação do solo.

Tabela 1 - Classificação da suscetibilidade à inundação.

SUSCETIBILIDADE	HAND (m)
Muito Alta	$0 < x \leq 1$
Alta	$1 < x \leq 2$
Média	$2 < x \leq 3$
Baixa	$3 < x \leq 4$

Fonte: Adaptado de Queiroga, Figueira e Cunico (2024).

Para estabelecer as cotas HAND e classificar a suscetibilidade a inundações, realizou-se um levantamento altimétrico em campo com receptor GNSS (L1/L2) no modo RTK à jusante da bacia hidrográfica estabelecida, garantindo precisão centimétrica na coleta de dados topográficos⁴. A análise integrou dados de campo, fotointerpretação de áreas afetadas e registros históricos de eventos extremos, identificando que o transbordamento do canal mais extenso da bacia ocorre quando a altura da lâmina d'água atinge aproximadamente 4 metros acima da base da

⁴ Este levantamento de campo foi realizado em pesquisa de Iniciação Científica (IC), no ano de 2021 (Silva; Jesus, 2021).

drenagem (nível HAND = 0, correspondente ao leito do canal). Em virtude da ausência de monitoramento fluviométrico de precisão para a sub-bacia estabelecida, levou-se em conta este limiar para a modelagem hidrológica.

No QGIS, a topologia HAND foi reclassificada a partir da ferramenta 'Reclassificar por tabela' levando em conta as cotas HAND (Tabela 1). Ademais, realizou-se a conversão do dado matricial reclassificado para *Shapefile*. Em seguida, utilizou-se o mapeamento de riscos a inundações realizado pela SEMPDEC (2024c) como camada de validação, estabelecendo ajustes à modelagem HAND. Além disso, a atividade de campo realizada no dia 02/05/2025, a fotointerpretação e os registros de inundações na cidade de Jacobina, subsidiaram a classificação final de suscetibilidade a inundações em quatro classes: Muito Alta, Alta, Média e Baixa.

3.2.3.2 Classificação da vulnerabilidade

Para a classificação e mapeamento da vulnerabilidade, adotou-se proposições metodológicas de Prates (2019). Nesse sentido, foi realizada a seleção de indicadores alfanuméricos referentes às características socioeconômicas que potencializam chances de desastres por inundações. Desse modo, utilizou-se como indicadores algumas variáveis originadas do Censo Demográfico de 2022, realizado pelo IBGE. A saber, os dados foram publicados na categoria "Agregados por Setores Censitários: Resultados do Universo" (IBGE, 2024).

Neste trabalho, foram estabelecidas duas dimensões para a estruturação do Índice de Vulnerabilidade: resiliência e infraestrutura, conforme Prates (2019). A resiliência refere-se à capacidade de uma determinada comunidade resistir e/ou suportar a manifestação de eventos adversos (Amorin; Alves; Magdalena, 2024). Por sua vez, a infraestrutura é um indicativo das condições espaciais dos setores censitários, que podem reduzir ou aumentar o potencial de perda (Destefani, 2022). Nessa perspectiva, elencou-se dados de estrutura etária e alfabetização enquanto componentes referentes à resiliência⁵; e dados de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo enquanto componentes de infraestrutura.

⁵ Destaca-se que dados de renda são fundamentais para classificar a resiliência da população, sendo adotados em diversas pesquisas brasileiras (Moreira; Kobiyama, 2021). Todavia, o IBGE não divulgou estas variáveis em novembro de 2024, inviabilizando a adoção do componente renda nesta pesquisa.

Na dimensão resiliência, Bortoluzzi (2022) destaca a importância de analisar a estrutura etária da população, identificando grupos sensíveis. Nesse sentido, destaca-se que crianças e idosos podem enfrentar limitações no processo de evacuação de áreas de riscos de desastres, em especial, por problemas ligados à locomoção. Ademais, estes grupos suscitam um maior cuidado com alimentação, segurança e atendimento à saúde, aumentando, em algumas situações, a vulnerabilidade das famílias.

Referente à alfabetização, ressalta-se a sua importância no contexto das tomadas de decisão da população. É sabido que o analfabetismo pode incorrer em inúmeras limitações aos coletivos humanos, entre as quais: dificuldade para acessar o mercado formal de trabalho, ter uma renda adequada para viver dignamente, bem como, dificuldades para assimilar medidas não-estruturais de combate a desastres, por exemplo, placas de perigo (Amorim; Alves; Magdalena, 2024). Assim, a espacialização de índices de alfabetização por setor censitário pode evidenciar níveis diferentes de vulnerabilidade, considerando a capacidade de parte da população para interpretar e reagir a informações, muitas vezes, simplificadas.

Acerca da dimensão infraestrutura, os componentes abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo são essenciais na definição da vulnerabilidade (Freitas, 2017). A ausência e/ou limitação desses aspectos reflete injustiças sociais no espaço urbano, com consequências negativas à saúde dos moradores, contaminação do meio físico e até mesmo intensificação de excedentes hídricos (Amorim; Alves; Magdalena, 2024). Trata-se de serviços básicos que devem ser propiciados a todos os cidadãos brasileiros, visando dirimir desigualdades e vulnerabilidades aos riscos híbridos, incluindo inundações.

Após a seleção das dimensões e componentes, foram estabelecidas as respectivas variáveis e pesos (Quadro 5). Pontua-se que o IBGE realizou a divulgação das variáveis de forma alfanumérica, passíveis de verificação no dicionário disponibilizado nos metadados (IBGE, 2024). Referente aos pesos, adotou-se a metodologia de Prates (2019), que considerou as médias nacionais para atribuição dos valores. Além disso, partiu-se da seguinte proposição: quanto maior o peso mais a variável intensifica a vulnerabilidade. Por exemplo, atribuiu-se à variável '15 anos ou mais, morador sabe ler e escrever' peso 1, enquanto à variável '15 anos ou mais, morador não sabe ler e escrever' peso 2.

Quadro 5 - Dimensões, componentes e variáveis para o índice de vulnerabilidade.

Dimensões	Componentes	Variáveis	Códigos	Pesos
Resiliência	Estrutura etária	0 a 14 anos	V01031 V01032 V01033	3
		15 a 29 anos	V01034 V01035 V01036	1
		30 a 59 anos	V01037 V01038 V01039	0,5
		60 anos ou mais	V01040 V01041	4
	Alfabetização	15 anos ou mais, morador sabe ler e escrever	V00900	1
		15 anos ou mais, morador não sabe ler e escrever	V00901	2
Infraestrutura	Abastecimento de água	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza rede geral de distribuição	V00111	1
		Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, não utiliza rede geral de distribuição	V00112 V00113 V00114 V00115 V00116 V00117 V00118	2
	Esgotamento sanitário	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é rede geral ou pluvial	V00309	1
		Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções não é rede geral ou pluvial	V00310 V00311 V00312 V00313 V00314 V00315 V00316	2
	Coleta de lixo	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza	V00397	1
		Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo não é coletado no domicílio por serviço de limpeza	V00398 V00399 V00400 V00401 V00402	2

Fonte: Adaptado de Prates (2019). Organização: o autor, 2025.

Para a tabulação dos dados disponibilizados pelo IBGE⁶, utilizou-se o programa Microsoft® Excel® LTSC MSO. Neste *software*, referente ao componente estrutura etária (componente de resiliência), considerou-se a faixa etária de 0 a 14 anos como criança, 15 a 29 como jovens, 30 a 59 como adultos e 60 anos ou mais como idosos, segundo Prates (2019). Os pesos para este componente também seguiram a perspectiva desta autora, mantendo-se os valores estabelecidos.

No contexto da alfabetização (componente de resiliência), o IBGE entende que uma pessoa alfabetizada é aquela que sabe ler e escrever um bilhete simples. Sob esta ótica, a pesquisa censitária de 2022 levou em conta pessoas com 15 ou mais para estabelecer os índices de alfabetização nos setores censitários. Por este motivo, realizou-se, nesta dissertação, o levantamento das variáveis '15 anos ou mais, morador sabe ler e escrever' e '15 anos ou mais, morador não sabe ler e escrever', estabelecendo pesos 1 e 2, respectivamente, levando em conta os níveis de contribuição à vulnerabilidade social.

Acerca do abastecimento de água (componente de infraestrutura), levou-se em conta duas variáveis: Domicílios Particulares Permanentes Ocupados (DPPO), utiliza rede geral de distribuição; e DPPO, não utiliza rede geral de distribuição. Esta última variável é uma adaptação realizada por esta dissertação, levando-se em conta a soma dos DPPO que utilizam: poço profundo ou artesiano (V00112); poço raso, freático ou cacimba (V00113); fonte, nascente ou mina (V00114); carro-pipa (V00115); água da chuva armazenada (V00116); rios, açudes, córregos, lagos e igarapés (V00117); e outra forma de abastecimento de água (V00118). Nesse sentido, domicílios que não utilizam a rede geral de distribuição tendem a ser mais vulneráveis, especialmente, pelas chances de ausência e/ou contaminação da água em contextos de inundação. Assim, definiu-se os seguintes pesos: 1 para DPPO, utiliza rede geral de distribuição; e 2 para DPPO, não utiliza rede geral de distribuição.

Referente ao Esgotamento Sanitário (componente de infraestrutura), adotou-se duas variáveis: DPPO, destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é rede geral ou pluvial; e DPPO, destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções não é rede geral ou pluvial. Mantendo-se a mesma lógica técnica, esta última variável resulta da soma dos domicílios que a destinação

⁶ As planilhas utilizadas foram as seguintes: 'Agregados_por_setores_alfabetizacao_BR', 'Agregados_por_setores_caracteristicas_domicilio2_BR' e 'Agregados_por_setores_demografia_BR'.

do esgoto é: fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede (V00310); fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede (V00311); fossa rudimentar ou buraco (V00312); vala (V00313); rio, lago, córrego ou mar (V00314); outra forma (V00315); inexistente, pois não tinham banheiro nem sanitário (V00316). Nessa perspectiva, considera-se que moradias que não estão ligadas à rede geral de esgotamento sanitário tendem a ser mais vulneráveis, sobretudo pelos riscos à saúde em razão de possíveis contaminações hídrica e do solo, além de potencializar extravasamentos hídricos pela disposição inadequada dos efluentes. Portanto, definiu-se os seguintes pesos: 1 para DPPO, destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é rede geral ou pluvial; e 2 para DPPO, destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções não é rede geral ou pluvial.

No que se refere à coleta de lixo (componente de infraestrutura), definiu-se duas variáveis: DPPO, lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza; e DPPO, lixo não coletado no domicílio por serviço de limpeza. Esta última variável também resulta da soma de outras variáveis estabelecidas pelo IBGE, a saber: o lixo é depositado em caçamba de serviço de limpeza (V00398); o lixo é queimado na propriedade (V00399); o lixo é enterrado na propriedade (V00400); o lixo é jogado em terreno baldio, encosta ou área pública (V00401); o lixo tem outro destino (V00402). Destaca-se que a disposição inadequada do lixo pode obstruir canais de drenagem e bueiros, induzindo inundações de rios urbanos e alagamentos em áreas de baixas declividades, intensificando a vulnerabilidade da população aos riscos de desastre. Nesse sentido, auferiu-se os seguintes pesos às variáveis supramencionadas: 1 para DPPO, lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza; e 2 para DPPO, lixo não coletado no domicílio por serviço de limpeza.

Após a seleção desses indicadores de vulnerabilidade, calculou-se os percentuais para cada variável por setor censitário. A título de exemplo, realizou-se o levantamento da quantidade de moradores com '15 anos ou mais' do setor censitário '291750805000057', obtendo-se um valor de '199' pessoas. No que se refere à alfabetização, verificou-se que '197' das pessoas com '15 anos ou mais' deste setor sabem ler e escrever. Desse modo, ficou registrado que 98,99% da população desse setor censitário é alfabetizada. Destaca-se que quanto menor for a população alfabetizada do setor, maior tende a ser a vulnerabilidade.

Após estabelecer os percentuais e pesos para cada variável por setor censitário, foi possível obter a contribuição dos componentes para o índice de vulnerabilidade (eq. 1).

$$Componente = \frac{\sum_{i=1}^n Peso_i * Variável_i}{\sum_{i=1}^n Peso_i} \quad (1)$$

Assim, para cada setor censitário, multiplica-se o percentual de cada variável pelo peso correspondente, soma-se os resultados obtidos e, por fim, divide-se pela soma dos pesos atribuídos a todas as variáveis do componente.

Após a obtenção dos resultados dos componentes, realizou-se a soma dos valores para estabelecer os resultados das dimensões. Para a dimensão resiliência, somou-se os valores referentes à estrutura etária e à alfabetização. Já para a dimensão infraestrutura, somou-se os valores de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Ademais, somou-se os valores das dimensões resiliência e infraestrutura para a obtenção da vulnerabilidade por setor censitário. Isso feito, efetuou-se a normalização dos dados obtidos para a lógica *fuzzy*, segundo fórmula aplicada por Olímpio, Cunico e Lucena (2024) (eq. 2).

$$I_n = \frac{I_{(x)} - Min_{(x)}}{Max_{(x)} - Min_{(x)}} \quad (2)$$

Onde: I_n = valor normalizado da variável “I” no setor censitário “s”; $I_{(x)}$ = valor da variável “I” no setor censitário “s”; $Min_{(x)}$ = menor valor da variável “I” no universo de setores censitários, e; $Max_{(x)}$ = maior valor da variável “I” no universo de setores censitários. A aplicação desta modelo algébrico forneceu resultados *fuzzy* variando de 0 a 1 para o índice de vulnerabilidade, sendo que quanto maior o valor obtido maior é a vulnerabilidade social do setor censitário, tal qual estabelecido por Ramos *et al.* (2018).

Em seguida, realizou-se a vinculação da planilha do Excel, contendo dados fuzzificados de vulnerabilidade, à tabela de atributos do dado vetorial referente aos setores censitários no ambiente SIG. No QGIS, adotou-se o modo Quebra Natural (Jenks) para a classificação da vulnerabilidade social (Tabela 2). Esse método foi

adotado devido à sua capacidade de identificar padrões inerentes aos dados, maximizando as variações entre as classes (Prates, 2019).

Tabela 2 – Classificação da vulnerabilidade social.

VULNERABILIDADE	ÍNDICES
Muito Alta	$0,65 < x \leq 1,00$
Alta	$0,37 < x \leq 0,65$
Média	$0,19 < x \leq 0,37$
Baixa	$0,00 \leq x \leq 0,19$

Fonte: O autor, 2025.

O índice de vulnerabilidade foi validado a partir da coleta de dados em 16 localidades representativas de diferentes níveis de potencial de perda, conforme Amorim, Alves e Magdalena (2024). A atividade de campo foi realizada no dia 02/05/2025. Essa abordagem permitiu a validação da metodologia desenvolvida nesta pesquisa, observando-se as condições de infraestrutura dos setores censitários.

3.2.3.3 Zoneamento de riscos a inundações

Para o zoneamento de risco a inundações, realizou-se a interpolação entre suscetibilidade e vulnerabilidade (Figura 11). A metodologia de álgebra de mapas, sendo caracterizada como uma operação local, foi adaptada da metodologia de Bitar *et al.* (2014).

Figura 11 - Riscos a inundações: integração entre suscetibilidade e vulnerabilidade.

Suscetibilidade	Muito alta	Alta	Média	Baixa
Vulnerabilidade				
Muito alta	Muito alto risco	Muito alto risco	Alto risco	Médio risco
Alta	Muito alto risco	Alto risco	Alto risco	Médio risco
Média	Alto risco	Alto risco	Médio risco	Baixo risco
Baixa	Médio risco	Médio risco	Baixo risco	Baixo risco

Fonte: Adaptado de Bitar *et al.* (2014). Organização: o autor, 2025.

Utilizou-se método de interseção no QGIS para o cruzamento das camadas de suscetibilidade e vulnerabilidade, obtendo-se a classificação de riscos. Nesse sentido, aplicou-se uma expressão condicional na calculadora de campo, utilizando a estrutura *CASE WHEN*, a fim de estabelecer o mapeamento de risco em quatro classes: Muito alto, Alto, Médio e Baixo.

Ademais, produziu-se pré-mapa mediante técnicas de cartografia de síntese no ambiente SIG. A validação foi estabelecida a partir das atividades de campo, fotointerpretação e dados referentes ao histórico de desastres, subsidiando a consolidação do zoneamento de riscos a inundações na cidade de Jacobina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização geográfica da cidade de Jacobina (BA)

Conforme Lima (2019, p. 36), “Jacobina é testemunho dos movimentos de colonização em direção ao interior brasileiro, sendo, desde o século XVII, um ponto de apoio fundamental para as chamadas entradas no sertão”. Trata-se de uma região matizada por processos de dominação e exploração desde o século XVII, com invasão e massacres de territórios indígenas, como ocorreu aos povos Payayás.

O topônimo ‘Jacobina’ tem origem na palavra indígena ‘Ya-cuâ-apina’, que significa cascalho limpo (Lima, 2018). Destaca-se que a expansão inicial do seu sítio urbano foi impulsionada a partir da criação de gado e agricultura nas adjacências aos rios que drenam a região, ganhando ainda mais intensidade com o ciclo mineiro a partir do século XVII (Araújo, 2013). Evidentemente, estes fatos não devem apagar a existência, modos de vida e produções espaciais dos povos indígenas que viveram antes da colonização e que ainda resistem à dominação e exploração de seus territórios, seja na atual Jacobina ou em outros espaços.

Tratando-se do aumento da população vivendo na “cidade do ouro”, Araújo, Hadlich e Pereira (2013) evidenciaram intensa urbanização na década de 1980, em razão do auge da mineração. Esta atividade do setor primário da economia atraiu trabalhadores em busca de melhores condições de vida, intensificando as produções e reproduções do espaço urbano jacobinense. As interações entre sociedade e natureza foram estabelecidas de forma contraditória, originando desequilíbrios do sistema ambiental em função da ineficácia histórica do planejamento urbano e de riscos (Pinheiro, 2004).

Nesse contexto, Araújo (2013) aponta que a cidade despontou nos vales do Rio Itapicuru-mirim e do Ouro, com alterações estruturais na dinâmica hidrológica e, posteriormente, houve a expansão urbana horizontal para as encostas. Em razão das localizações das moradias, diversos problemas ambientais afligem Jacobina, entre os quais: alagamentos, inundações, corridas de detritos, etc. (CPRM, 2014). Assim, o uso e ocupação da terra desvinculado de estratégias de segurança tem potencializado estes problemas, ganhando intensidade devido às fragilidades e propensões naturais (Pinheiro, 2004).

Quanto aos aspectos físicos, a cidade de Jacobina está localizada na Bacia Hidrográfica do Itapicuru, Bahia (Figura 12). Esta bacia situa-se na porção nordeste

do estado, abarcando 49 municípios, com área de 37.345 km² (Purificação *et al.*, 2016). Em termos hidrográficos, a cidade de Jacobina é drenada por três rios principais, a saber: Rio Itapicuru-mirim, Rio do Ouro e Rio Catuaba. Os canais se encontram no centro da cidade e escoam de oeste para leste até desaguar no oceano atlântico, especificamente, no município de Conde, Bahia.

Figura 12 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Itapicuru, Bahia.



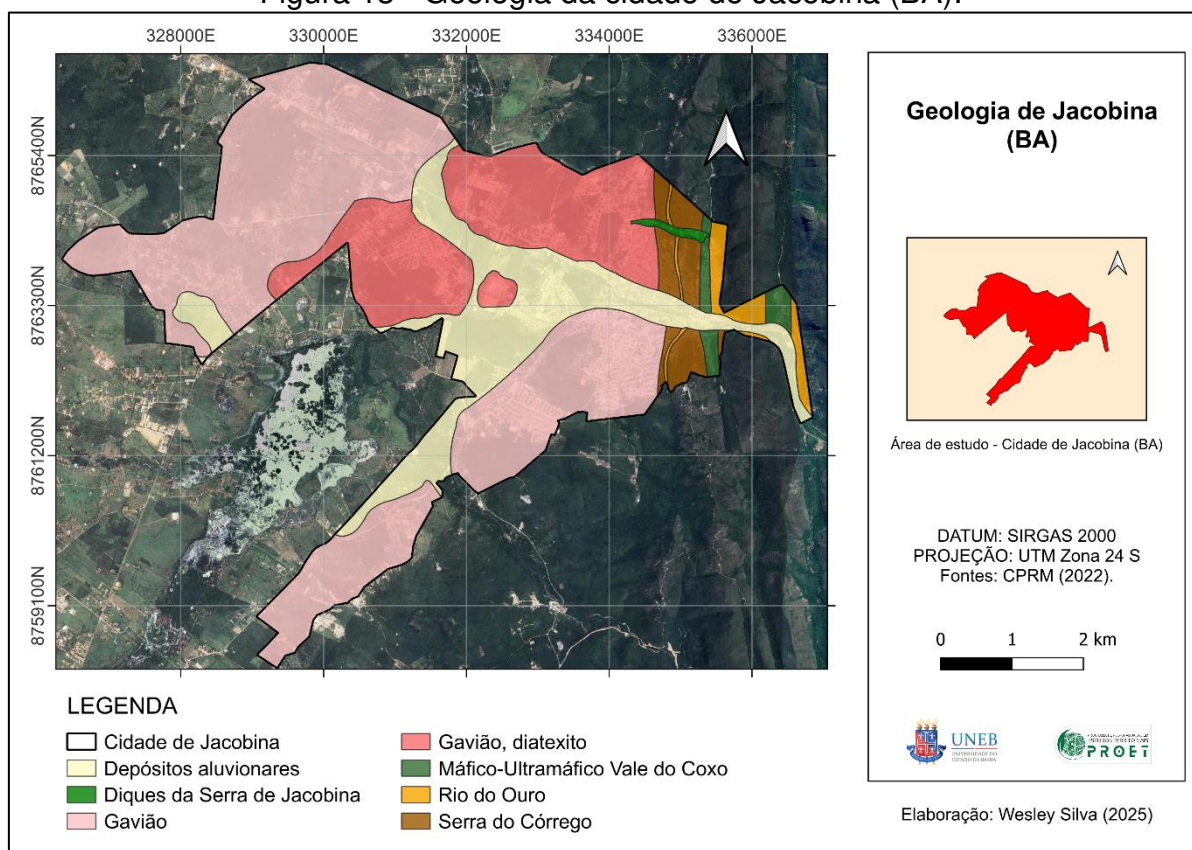
Fonte: IBGE (2022, 2024); ANA (2013); Google Satélite (2023). Organização: o autor, 2024.

Jacobina possui um clima tropical quente e úmido (classificação Aw de Köppen), caracterizado por duas estações distintas: uma seca e outra chuvosa (JACOBINA, 1999). O período mais quente se estende de outubro a abril, quando a temperatura máxima pode atingir até 38°C. A precipitação anual varia entre 900 e 1200 mm, um índice relativamente alto para o Polígono das Secas, devido principalmente às chuvas orográficas resultantes do efeito barlavento promovido pela serra de Jacobina. Grande parte das precipitações se concentra entre novembro e abril, período em que se intensificam as chances de desastres hidrometeorológicos.

Geologicamente, o município de Jacobina localiza-se no Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá, situado no setor leste do Orógeno Bahia-Minas e na porção norte

do Cráton do São Francisco (Sousa; Pereira; Cruz, 2024). Essa configuração geológica favorece a presença de diversas litologias no perímetro da cidade de Jacobina (Figura 13), cuja idade varia entre o Arqueano e o Cenozóico.

Figura 13 - Geologia da cidade de Jacobina (BA).



Fonte: CPRM (2022). Organização: o autor, 2025.

A análise dos atributos litológicos evidencia, na porção central da cidade de Jacobina, a ocorrência de Depósitos Aluvionares (Q2a). De acordo com a CPRM (2021), esses depósitos consistem em materiais alóctones compostos predominantemente por areia, níveis de cascalho e material argiloso, além de matéria orgânica transportada pelos canais de drenagem.

Com relação aos Diques da Serra de Jacobina (PP48ja), estes são formados por rochas maciças de coloração preta, com granulação variando de fina a grossa, cuja composição é descrita como diabásico-gabróica a diorítica (CPRM, 2021).

O Complexo Gavião (A12g), por sua vez, é constituído por ortognaisses, bem como por associações de rochas supracrustais e anfibolitos submetidos a metamorfismo de grau médio. No interior dessa unidade, encontra-se a subunidade

denominada Gavião, dialexito (A12gd), formada por rochas de composição granítica e granodiorítica (CPRM, 2021).

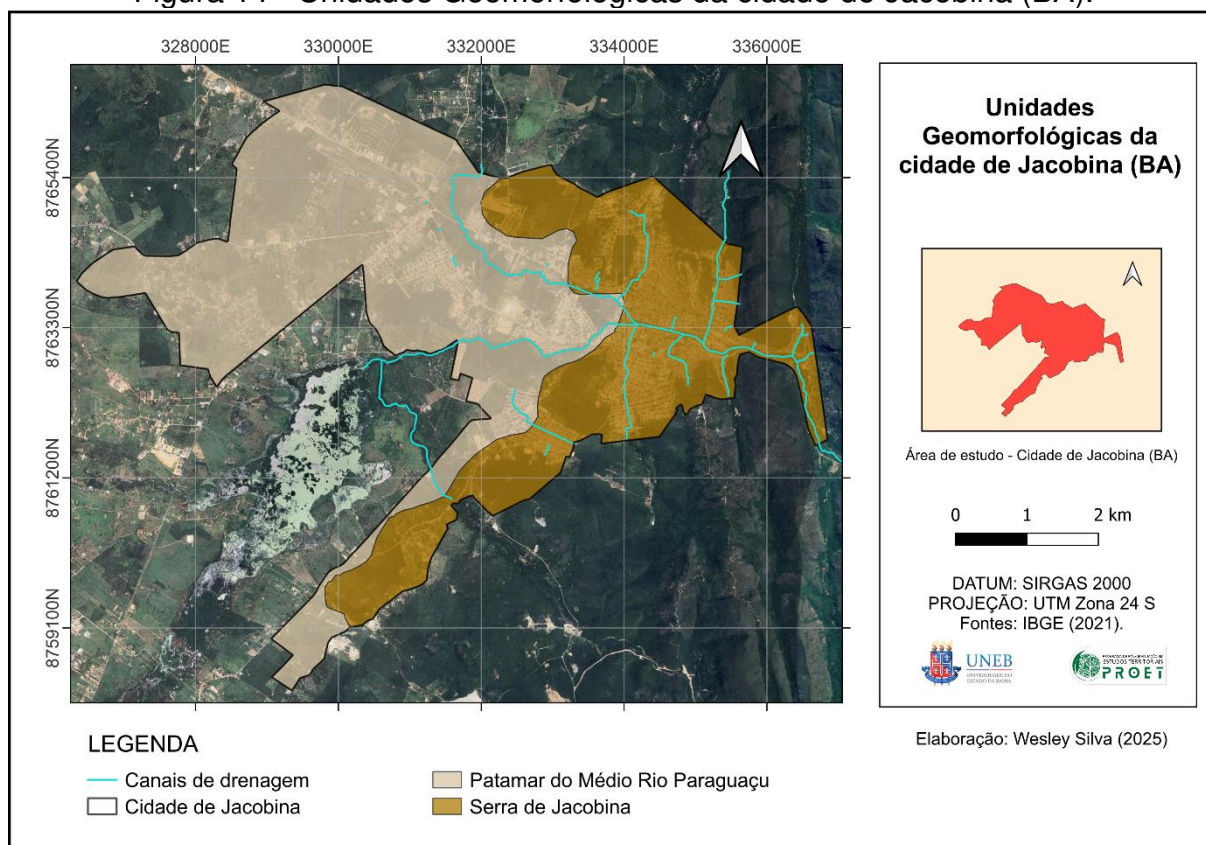
Já o Complexo Máfico-Ultramáfico Vale do Coxo (A3 μ vc) apresenta um conjunto litológico heterogêneo, compreendendo tremolititos, piroxenitos e peridotitos, frequentemente afetados por processos de serpentinização, cloritização e talcificação (CPRM, 2021).

A Formação Rio do Ouro (A23jr) é composta por quartzitos tabulares a sigmoidais, com estratificações cruzadas e onduladas, além de marcas espinha de peixe, típicas de um ambiente marinho influenciado por marés. Segundo Reis (2018), essas estruturas indicam condições deposicionais dinâmicas, relacionadas à ação de correntes e oscilação do nível do mar.

Por fim, a Formação Serra do Córrego (A23js) é caracterizada pela associação de metaconglomerados e quartzitos, os quais estão assentados diretamente sobre o embasamento gnáissico do Complexo Gavião, evidenciando, portanto, uma relação estratigráfica de importância regional (CPRM, 2021).

Em termos geomorfológicos, IBGE (2021b) destaca que o município abrange as seguintes unidades: Baixada dos Rios Jacaré e Salitre; Chapadas de Morro do Chapéu; Patamar do Médio Rio Paraguaçu; Serra de Jacobina; Tabuleiros Interioranos. Na cidade de Jacobina e adjacências, encontra-se as unidades Serra de Jacobina e Patamar do Médio Rio Paraguaçu (Figura 14).

Figura 14 - Unidades Geomorfológicas da cidade de Jacobina (BA).

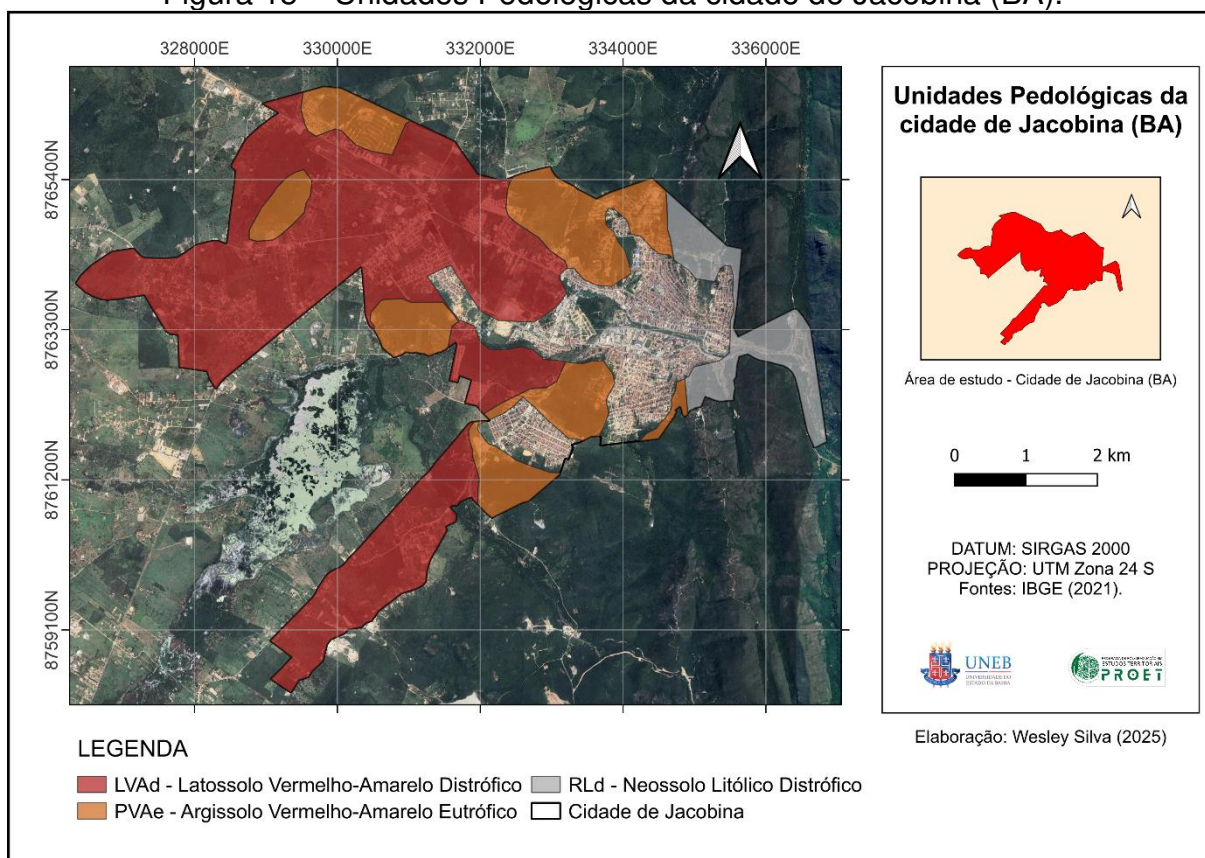


Fonte: IBGE (2021b, 2024); Google Satélite (2023). Organização: o autor, 2024.

A serra de Jacobina é composta de quartzito, com formas de cristas de alinhamento norte-sul de até 1200 metros de altitude, intercaladas por vales escavados pelas águas do Itapicuru. Destaca-se também a presença de morros residuais oriundos de processos de erosão. Por sua vez, o Patamar do Médio Rio Paraguaçu é caracterizado pela existência de amplas várzeas, episodicamente alagadas no decorrer da transformação de chuva em vazão.

Em termos pedológicos, o município de Jacobina apresenta grande diversidade com presença de Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico – PVAe; Cambissolo Háplico Carbonático – CXk; Latossolo Amarelo Distrófico – Lad; Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico – LVAd; Neossolo Litólico Distrófico – RLd; Planossolo Háplico Eutrófico – Sce (IBGE, 2021c). Na cidade de Jacobina, para além da impermeabilização, identifica-se as classes LVAd, PVAe e RLd (Figura 15). Essa diversidade pedológica ressalta a complexidade geossistêmica de Jacobina, estabelecendo a necessidade de estudos detalhados do solo e de erosão para mitigar problemas de drenagem.

Figura 15 – Unidades Pedológicas da cidade de Jacobina (BA).

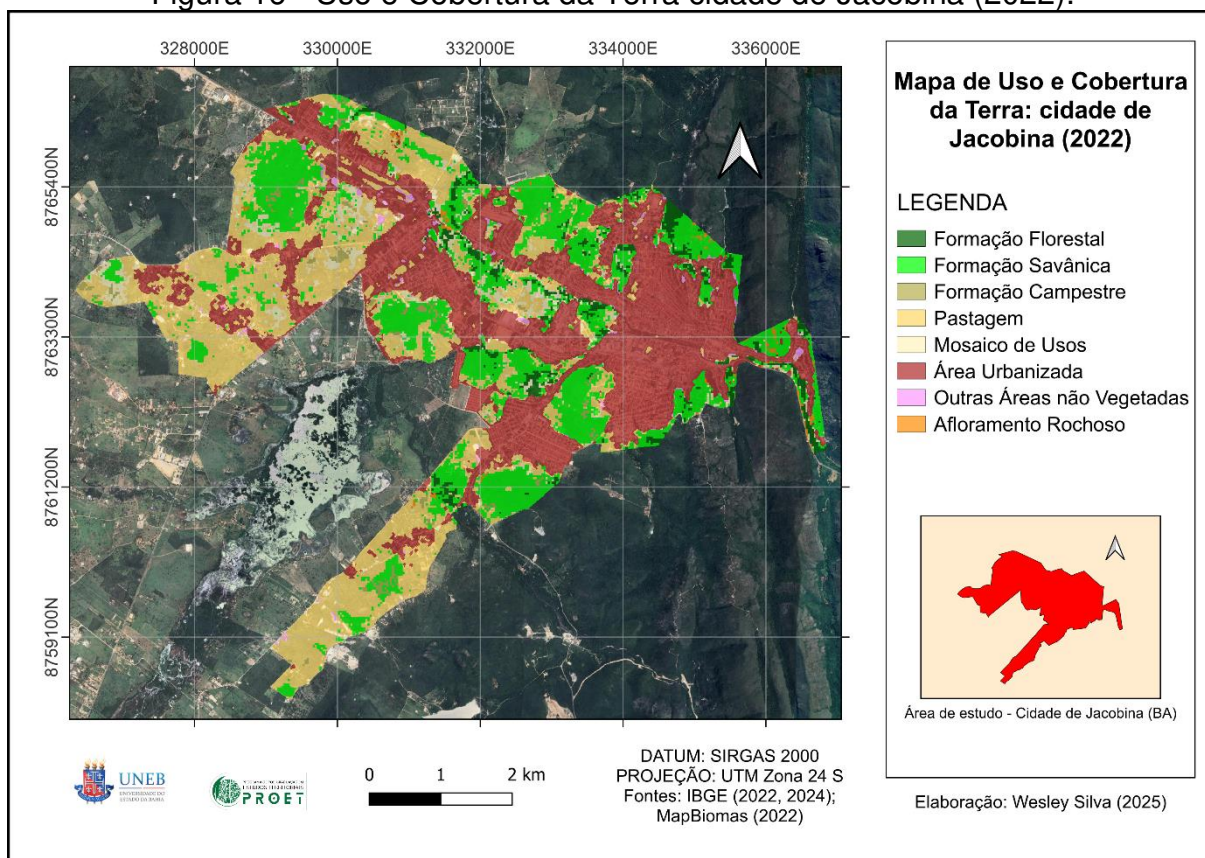


Fontes: IBGE (2021c, 2024); Google Satélite (2023). Organização: o autor, 2024.

Sousa, Pereira e Cruz (2024, p. 4) afirmam que Jacobina está inserida “no bioma caatinga, no entanto, a geomorfologia/geologia local condiciona a existência de uma vegetação diversa como mata atlântica, cerrado, restinga, mata de galeria e campos de altitude”. Relacionando-se com estas dinâmicas físico-naturais, pontua-se que o uso e ocupação da terra na cidade de Jacobina promove degradações e riscos. Este fato é evidenciado na antropização dos aspectos hidrológico-geomorfológicos, desmatamento de matas ciliares, impermeabilização do solo, indução de erosão e ocupação de APP.

A partir da classificação do projeto MapBiomias (2022), é possível evidenciar vazios urbanos (Figura 16), com gênese nas condições geossistêmicas, em especial pela presença dos rios que drenam a cidade, assim como das encostas íngremes. Além disso, identifica-se que muitas áreas densamente povoadas estão localizadas nas partes centrais da cidade, matizadas pela histórica ocupação das margens do Rio Itapicuru-mirim.

Figura 16 - Uso e Cobertura da Terra cidade de Jacobina (2022).



Fonte: IBGE (2022, 2024); MapBiomias (2022). Organização: o autor, 2025.

Ademais, analisa-se expansão horizontal para as encostas e áreas de planícies de inundação nas porções norte, sul e oeste da cidade de Jacobina, refletindo dinâmicas de segregação e autosegregação espacial. Este processo estabelece riscos hidrológico-geomorfológicos em razão dos condicionantes físico-naturais inerentes ao sistema ambiental, em especial, variações altimétricas que condicionam movimentos gravitacionais de massa nas encostas e excedentes hídricos nas várzeas (Nascimento; Silva; Jesus, 2024).

Em termos de discussão, Pinheiro (2004) evidenciou a dissecação do relevo pelos canais da Bacia Hidrográfica do Itapicuru: Rio Itapicuru-mirim, Rio do Ouro e Rio Catuaba, na cidade de Jacobina. Essa configuração hidrológico-geomorfológica associada à uma estação chuvosa concentrada no verão, com destaque para chuvas orográficas, bem como, à presença de depósitos aluvionares (Q2a) (CPRM, 2021), evidenciam condições naturais para a ocorrência de inundações na cidade de Jacobina.

4.2 Suscetibilidades a inundações na cidade de Jacobina (BA)

Aponta-se que presença da Serra de Jacobina e de vales encaixados favorecem o escoamento superficial concentrado, elevando a suscetibilidade de extravasamentos hídricos (Figura 17). Além disso, a presença de solos rasos, como os Neossolos Litólicos (RLd), e de solos com baixa capacidade de retenção, como os Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos (LVAd), assim como os processos de supressão das matas ciliares e impermeabilização do solo urbano, intensificam o escoamento superficial e reduz a capacidade de absorção do solo em eventos extremos (Silva; Franco; Jesus, 2025).

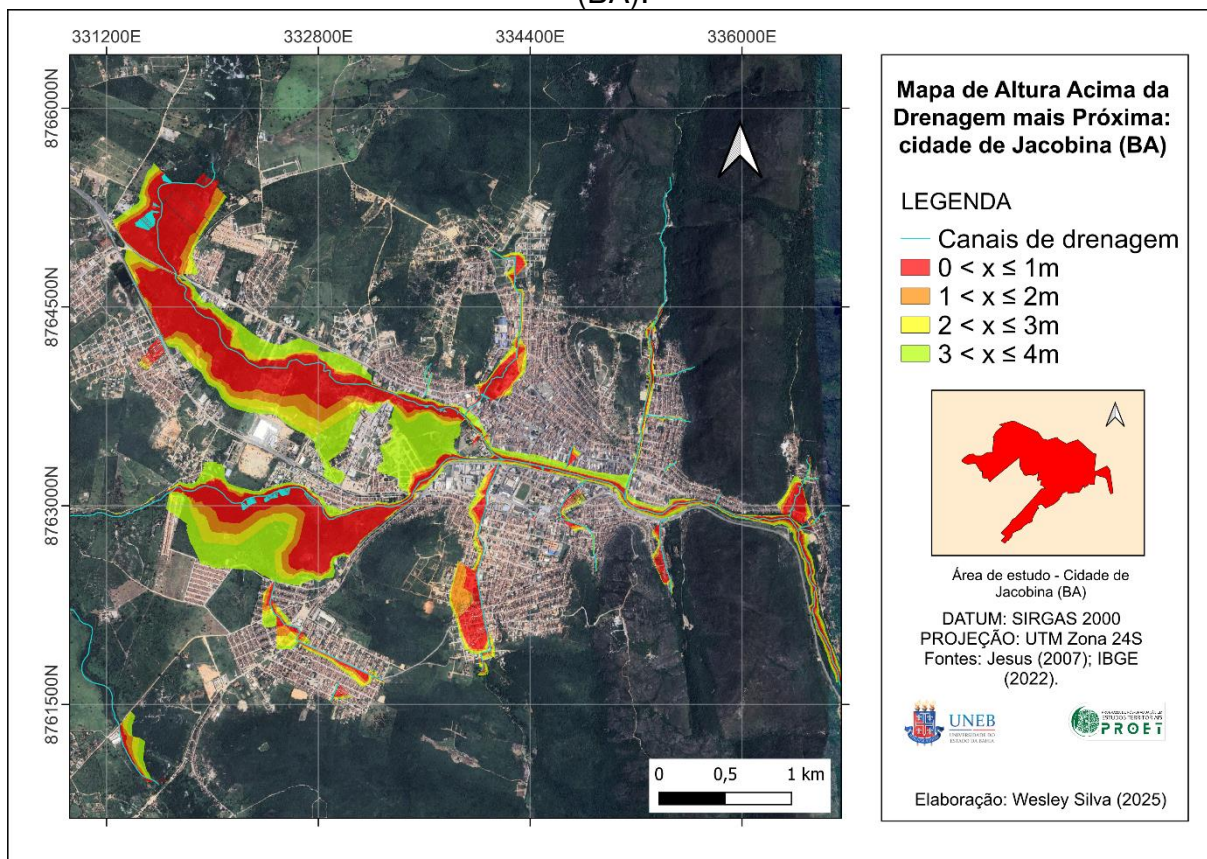
Figura 17 - Características geossistêmicas da cidade de Jacobina (BA): presença da Serra de Jacobina e de vales encaixados, favorecendo o escoamento superficial concentrado.



Fonte: Jacobina Notícias (2024).

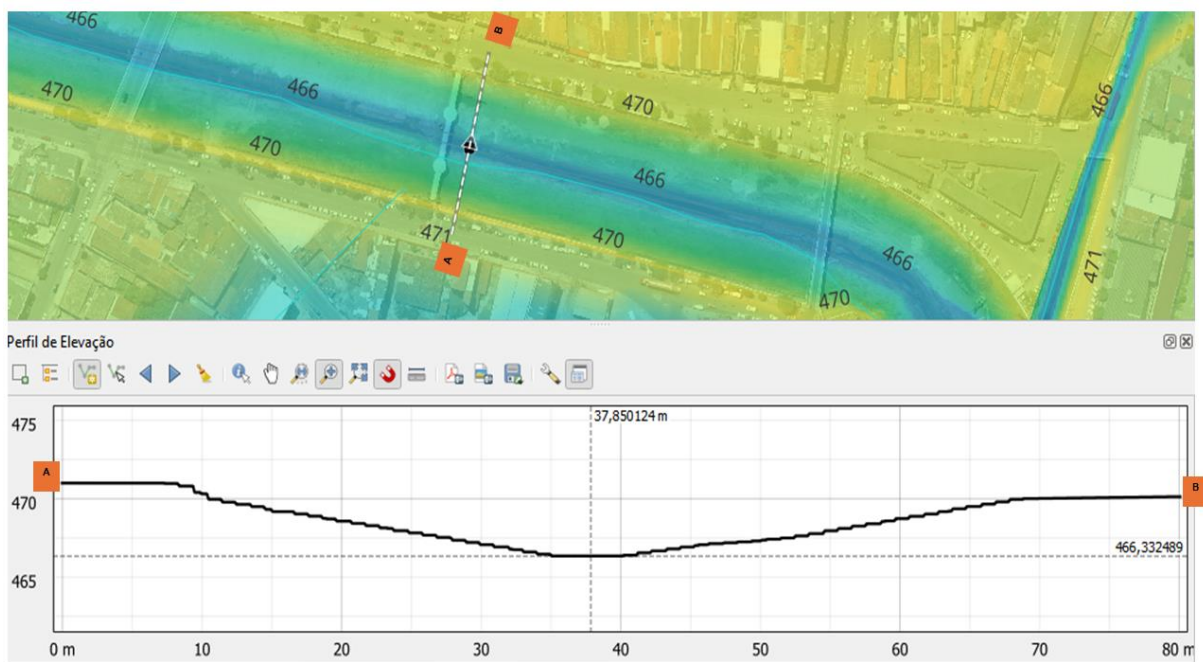
Levando-se em conta as características geossistêmicas realizou-se o mapeamento da altura acima da drenagem mais próxima (Figura 18). A modelagem permitiu identificar áreas propensas às inundações da cidade de Jacobina, sendo validada por levantamento planialtimétrico. Nesse sentido, verificou-se que para os extravasamentos do Rio Itapicuru-mirim, Rio do Ouro e Rio Catuaba são necessárias cotas fluviométricas de aproximadamente 4 metros (Figura 19).

Figura 18 - Mapa de Altura Acima da Drenagem mais Próxima: cidade de Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022). Elaboração: o autor, 2025.

Figura 19 - Perfil de Elevação: profundidade do Rio Itapicuru-mirim no Bairro Centro, cidade de Jacobina (BA).



Fonte: o autor, 2025.

Este limiar é compatível com as medidas estruturais realizadas nas décadas de 1940, 1950 e 1990, que resultaram nas seguintes altimetrias aos rios supracitados: a) base do canal: aproximadamente 466m; b) margens impermeabilizadas: aproximadamente 470m (Silva; Nascimento; Jesus, 2023).

De acordo com o *HAND Model*, quanto mais próxima da base do canal se encontra uma determinada área, maior é a probabilidade de ocorrência de extravasamento hídrico (Queiroga; Figueira; Cunico, 2024). Evidencia-se que muitas áreas apontadas pela modelagem já foram atingidas pelos excedentes hídricos, ratificando a importância da aplicação matemática para a gestão de riscos. Entre estas áreas, destaca-se o processo de inundação do Rio Itapicuru-mirim no mês de janeiro de 2002 no Bairro Centro, especificamente na Avenida Orlando Oliveira Pires (Figura 20). A saber, o acumulado de chuvas em janeiro de 2002 atingiu 444 mm, conforme registrado pela estação pluviométrica (Jacobina – 83186) (INMET, 2002).

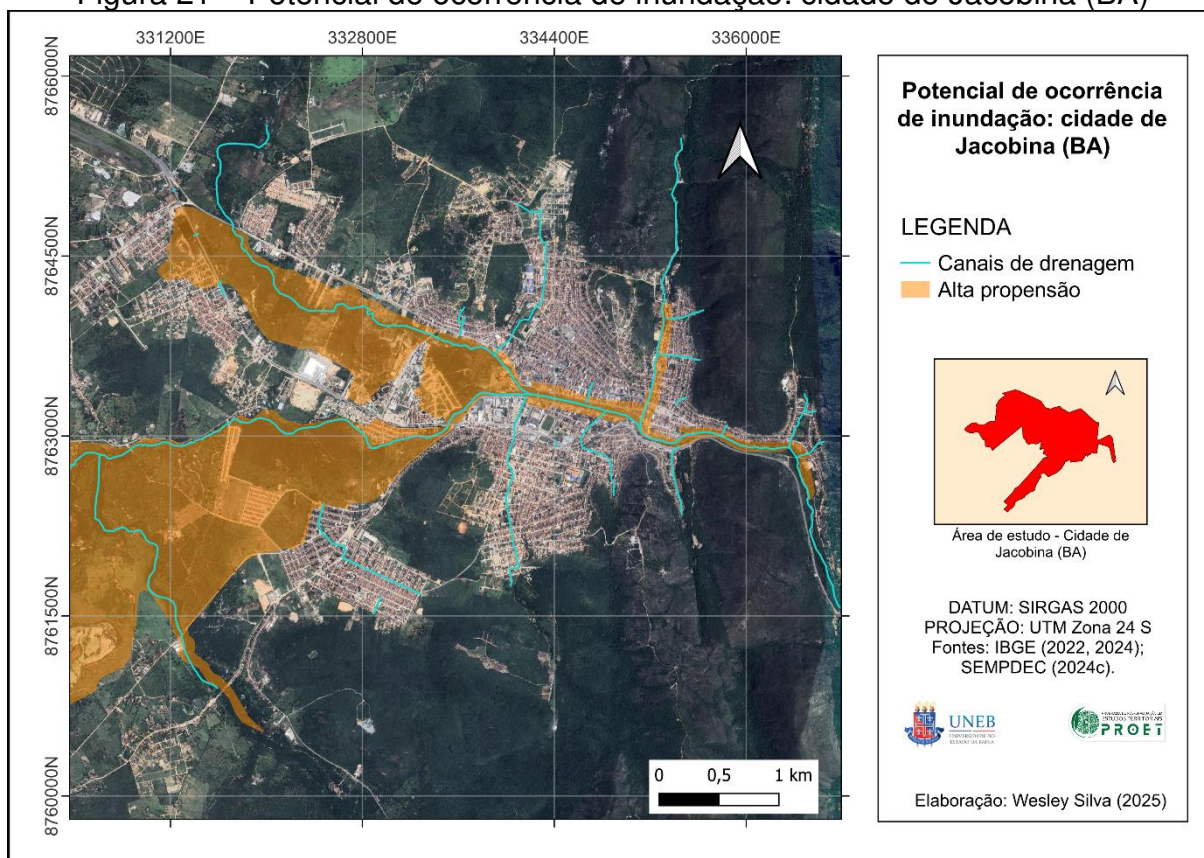
Figura 20 - Suscetibilidade à inundação no bairro centro: desastre de 2002.



Fonte: Lidenício Ribeiro, 2002 – NECC/ UNEB. Organização: o autor, 2025.

Pontua-se que a modelagem apreende as medidas estruturais realizadas nos canais de drenagem. Este resultado é fundamental, pois evidencia a complexidade do sistema ambiental, abarcando aspectos do geossistema e do sistema antrópico. Ademais, esta e outras áreas também foram apresentadas pelo mapeamento de áreas inundáveis realizado pela SEMPDEC (2024c). Trata-se de uma importante camada de validação (Figura 21).

Figura 21 – Potencial de ocorrência de inundação: cidade de Jacobina (BA)

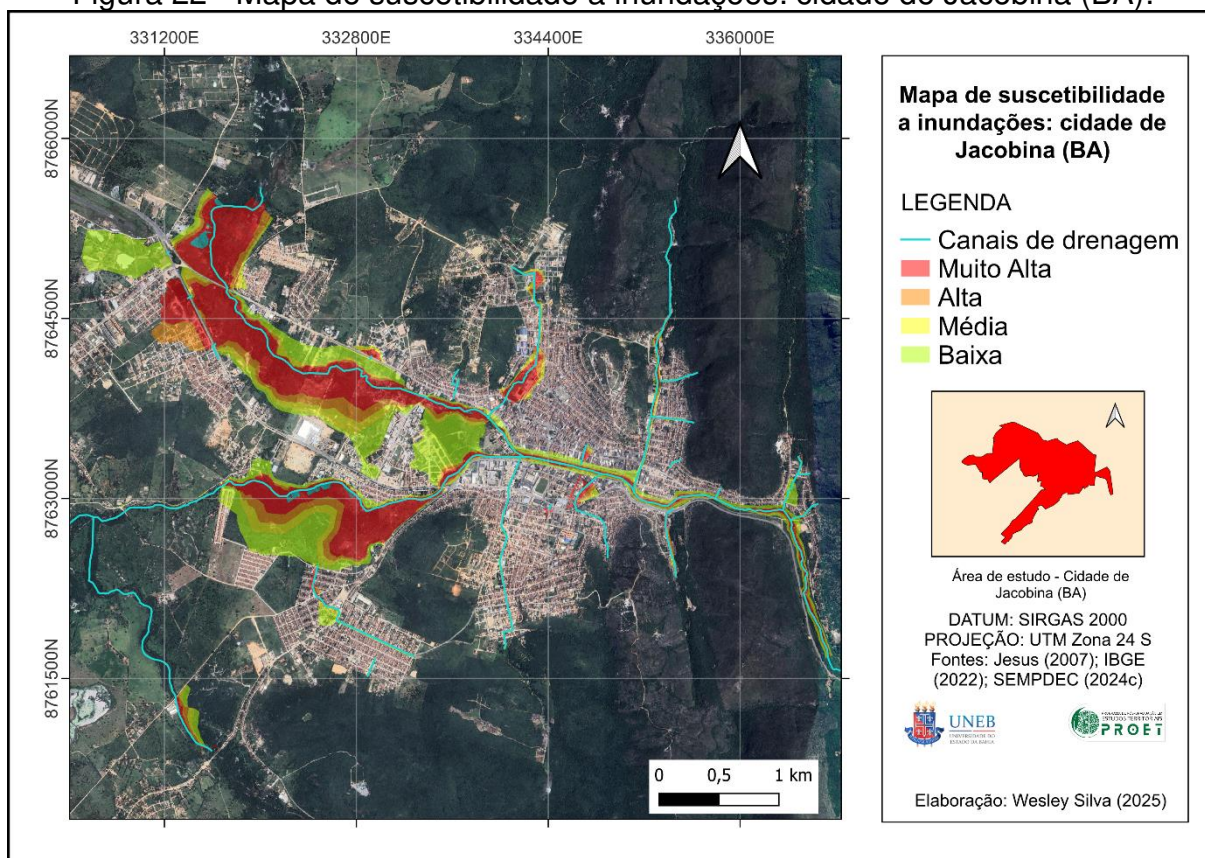


Fonte: SEMPDEC (2024c). Organização: o autor, 2025.

Este dado evidencia áreas com altas possibilidades de inundação do Rio Itapicuru-mirim, Rio do Ouro e Rio Catuaba, porém não indica suscetibilidade de canais tamponados e/ou de primeira ordem. Por este motivo, o mapeamento final de suscetibilidade a inundações na cidade de Jacobina compreendeu a aplicação de cotas HAND, análises do mapeamento da Defesa Civil, atividades de campo, histórico de desastres e foteointerpretação (Figura 22).

Apointa-se que 3,78 km² da cidade de Jacobina apresenta algum grau de suscetibilidade à inundação (Tabela 3). Esse valor corresponde a 12,58% dos 30,05 km² que compreendem a totalidade da área de estudo. Dentre as áreas suscetíveis, 42,33% apresentam Muito Alta suscetibilidade, 13,49% Alta, 10,86% Média e 32,28% Baixa. Trata-se de propensões a inundações dos canais de drenagem de Jacobina, incluindo possibilidade de extravasamento do Rio Itapicuru-mirim, Rio Catuaba, Rio do Ouro, entre outros rios urbanos.

Figura 22 - Mapa de suscetibilidade a inundações: cidade de Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022, 2024); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025).

Tabela 3 - Áreas por classes de suscetibilidade à inundação na cidade de Jacobina.

SUSCETIBILIDADE	Área (km²)
Muito Alta	1,60 km ²
Alta	0,51 km ²
Média	0,45 km ²
Baixa	1,22 km ²

Fonte: o autor, 2025.

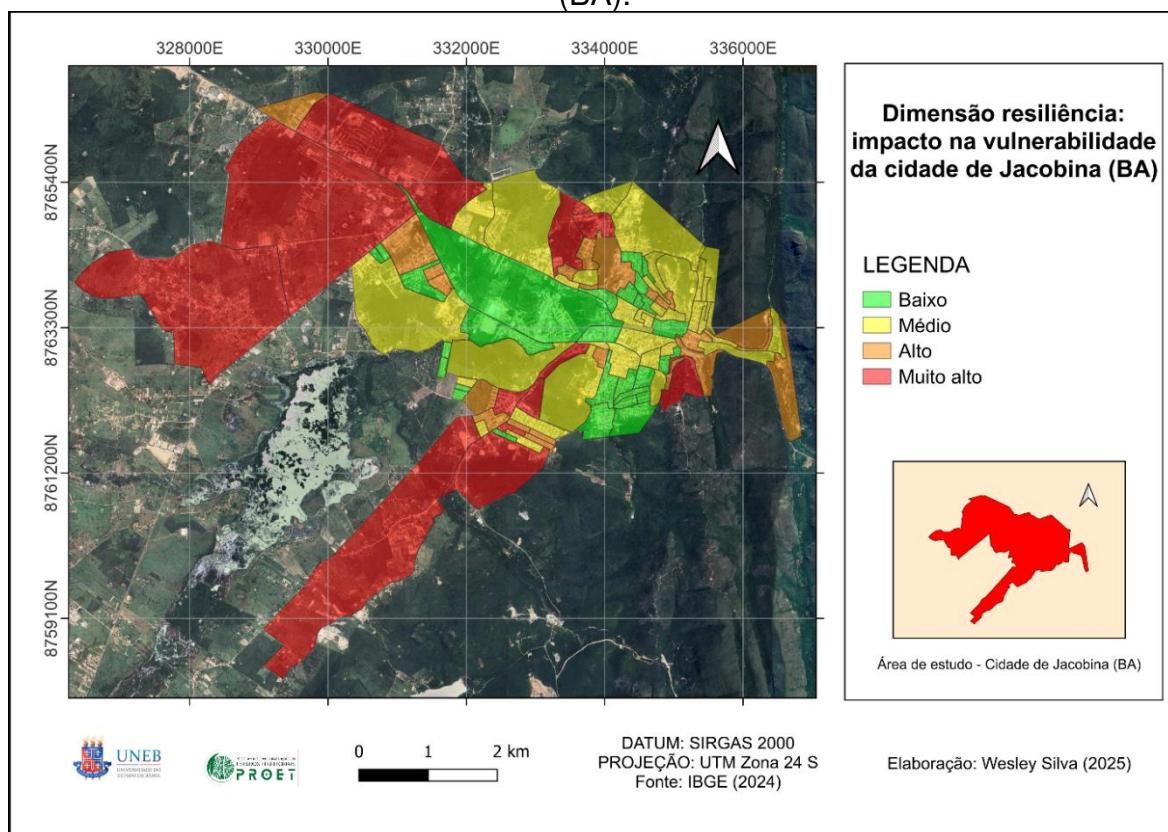
Ressalta-se que o crescimento da cidade de Jacobina inviabiliza uma clara elucidção de elementos morfológicos, tais como planícies de inundação e terraços fluviais. Dessa forma, o mapeamento de suscetibilidade indica propensões a inundações em áreas marginais aos canais de drenagem retificados e/ou modificados por atividades antrópicas.

4.3 Classificação da vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA)

De acordo com Pinheiro (2004), a cidade de Jacobina apresenta elevado grau de antropização, promovendo alterações nas dinâmicas físico-naturais, assim como impactos ambientais. Neste cenário, a vulnerabilidade da população está intrinsecamente relacionada ao uso e à ocupação da terra desordenado, sendo marcada por limitações socioeconômicas. É importante dizer que a vulnerabilidade não está atrelada apenas aos riscos e impactos ambientais (Alves, 2025), entretanto, o escopo deste estudo está centrado nas características de resiliência e infraestrutura que elevam os potenciais de perda da população aos desastres hidrológicos.

Sob este viés, aponta-se que as desigualdades sociais retroalimentam segregações residenciais na cidade de Jacobina e expõem a população aos riscos híbridos. Constatou-se que as áreas com as menores resiliências populacionais estão nas periferias, evidenciando desigualdades socioespaciais na cidade de Jacobina (Figura 23).

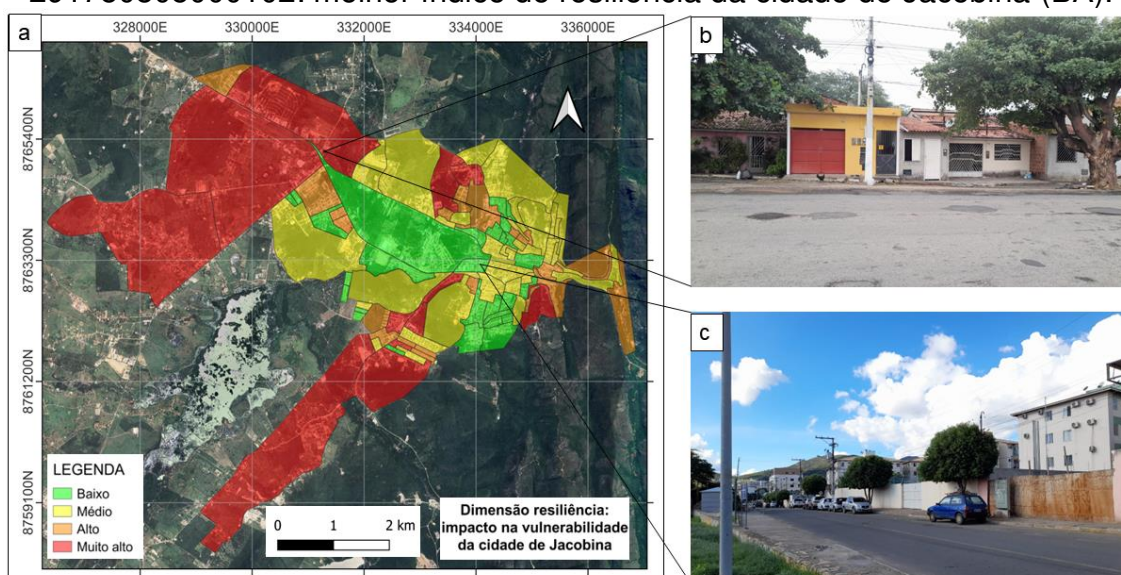
Figura 23 - Dimensão resiliência: impacto na vulnerabilidade na cidade de Jacobina (BA).



Fonte: IBGE (2024). Elaboração: o autor, 2025.

Aponta-se que, quanto maior a resiliência de uma área, menor tende a ser sua vulnerabilidade, e vice-versa, destacando uma relação inversamente proporcional. Além disso, o mapa de resiliência evidencia disparidades sociais entre as áreas centrais e periféricas de Jacobina. A título de comparação, verifica-se que o pior índice de resiliência corresponde ao setor censitário 291750805000052 (Fuzzy = 1), localizado predominantemente no Bairro Parque de Exposições (porção oeste da cidade). Em contrapartida, o melhor índice é observado no setor 291750805000102 (Fuzzy = 0), situado no Bairro Peru (porção central da cidade), especificamente em uma área onde se encontra prédios condominiais (Figura 24).

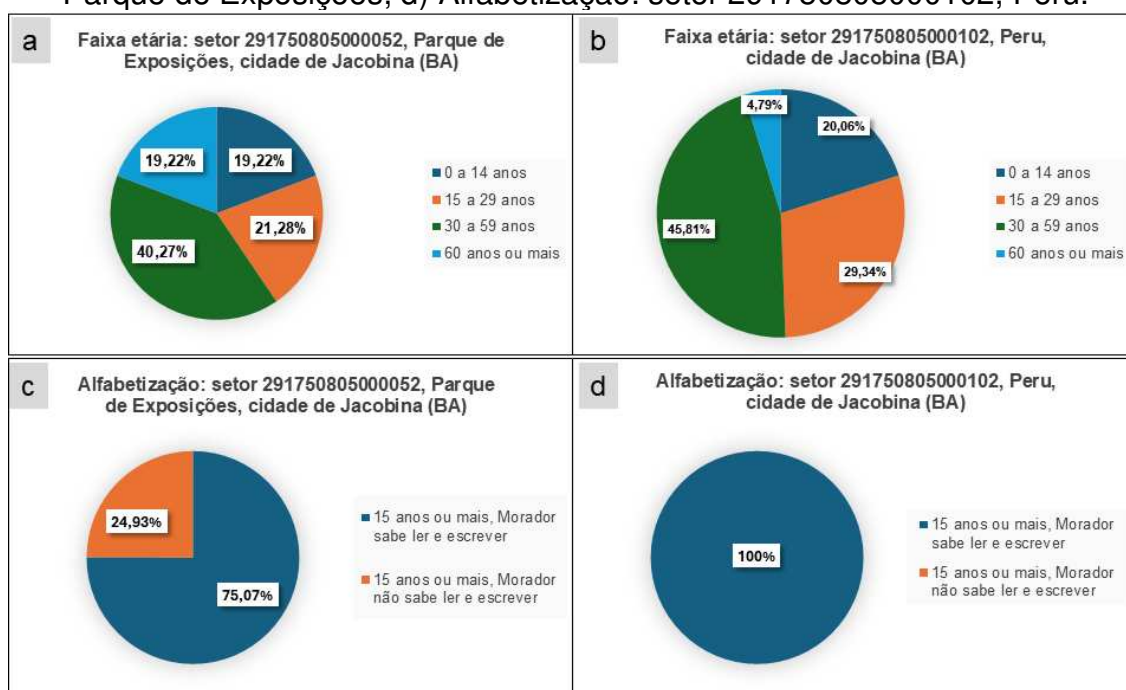
Figura 24 - a) Dimensão resiliência: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA); b) Uso e ocupação no setor 291750805000052: pior índice de resiliência da cidade de Jacobina (BA); c) Uso e ocupação no setor 291750805000102: melhor índice de resiliência da cidade de Jacobina (BA).



Fonte: o autor, 2025.

Dados referentes aos componentes faixa etária e alfabetização são fundamentais para evidenciar as desigualdades em termos de resiliência (Figura 25). No setor censitário 291750805000052 (Bairro Parque de Exposições), observa-se que 38,44% dos habitantes são de grupos etários mais sensíveis (crianças de 0 a 14 anos e idosos com 60 anos ou mais), e a taxa de analfabetismo entre pessoas com 15 anos ou mais é de 24,93%, valor significativamente superior à média nacional, que é de 7%. Por sua vez, no setor 291750805000102 (Bairro Peru), 24,85% dos residentes pertencem aos grupos etários sensíveis e 100% da população com 15 anos ou mais é alfabetizada.

Figura 25 - a) Faixa etária: setor 291750805000052, Parque de Exposições; b) Faixa etária: setor 291750805000102, Peru; c) Alfabetização: setor 291750805000052, Parque de Exposições; d) Alfabetização: setor 291750805000102, Peru.

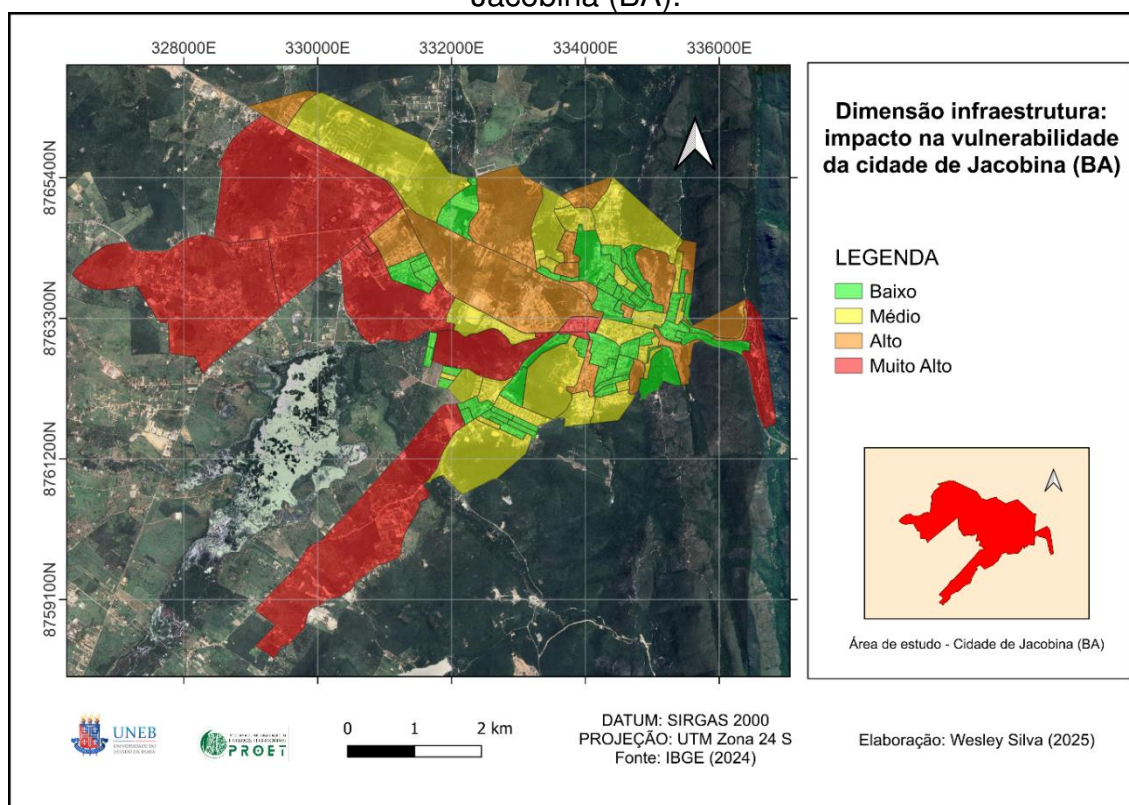


Fonte: o autor, 2025.

Como evidenciado por Alves (2025), crianças, idosos e pessoas analfabetas apresentam menor resiliência frente aos riscos. Desse modo, quanto maior o contingente desses grupos, maior tende a ser a vulnerabilidade dos territórios. Além disso, infere-se que os espaços periurbanos — como o setor 291750805000052 (Bairro Parque de Exposições) — apresentam condicionantes relacionados à distância do centro urbano, o que limita o acesso a serviços básicos, incluindo à educação. Por sua vez, áreas com materiais construtivos adequados, como evidenciado nas residências condominiais (setor 291750805000102), refletem condições socioeconômicas que favorecem maior capacidade de resistência frente a crises multidimensionais do território.

Ademais, aponta-se que a dimensão infraestrutura também impacta significativamente à vulnerabilidade da população aos riscos de desastres na cidade de Jacobina. Verifica-se o mesmo padrão de segregação residencial, sendo que os domicílios particulares permanentes ocupados em áreas periféricas apresentam os menores índices de oferta de serviços de infraestrutura, especificamente, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo (Figura 26).

Figura 26 - Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade na cidade de Jacobina (BA).

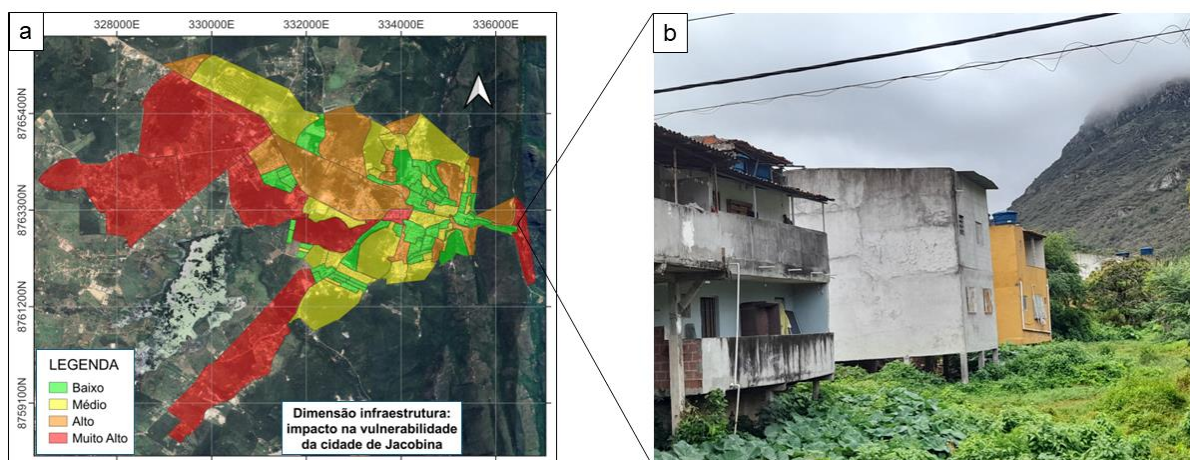


Fonte: IBGE (2024). Elaboração: o autor, 2025.

Assim como na dimensão resiliência, quanto maior o acesso a serviços de infraestrutura de uma área, menor tende a ser o índice de vulnerabilidade, e vice-versa. Pontua-se, ainda, que esta pesquisa analisou o acesso a serviços de infraestrutura levando em conta os 19.606 domicílios particulares permanentes ocupados da cidade Jacobina, haja vista o efetivo uso e ocupação da terra.

Nesse contexto, pontua-se que o pior índice de acesso a serviços de infraestrutura foi verificado no Bairro da Bananeira, setor 2917508050000012 (Fuzzy = 1). Dos 142 domicílios particulares permanentes ocupados, aponta-se que: 69,72% não estão vinculados à rede geral de distribuição e utiliza água de fonte, nascente ou mina; 59,86% não estão vinculados à rede geral de esgoto; e 8,45% dos domicílios não têm o lixo coletado por serviço de limpeza (Figura 27).

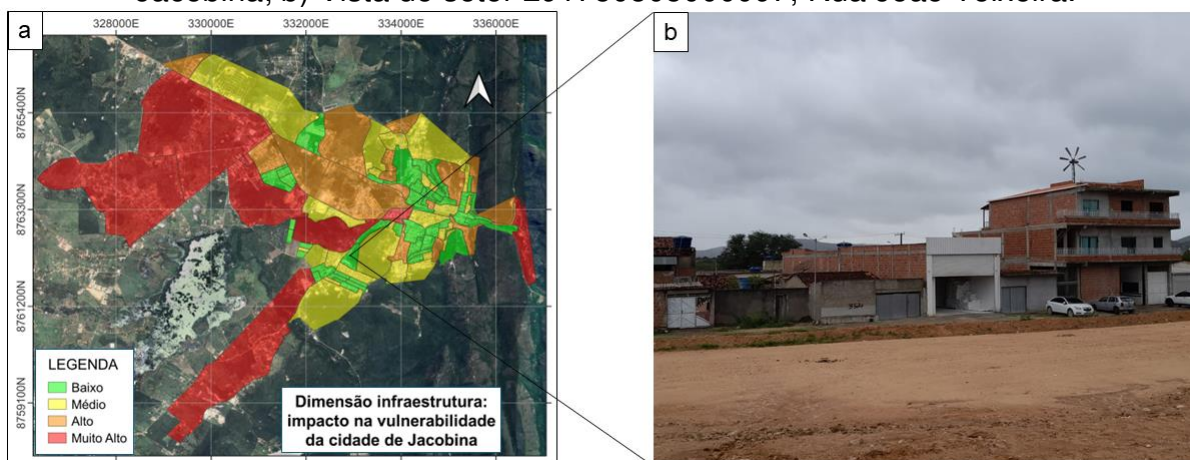
Figura 27 - a) Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina (BA); b) Uso e ocupação em planície de inundação no Bairro da Bananeira, cidade de Jacobina (BA).



Fonte: o autor, 2025.

Contrastando com essa realidade, diversos setores apresentaram bons indicadores de infraestrutura. Nesse contexto, o setor 291750805000097, localizado predominantemente no bairro Jacobina III, apresenta o melhor índice relacionado aos serviços de infraestrutura dos domicílios particulares permanentes ocupados (Fuzzy = 0). Destaca-se que 100% dos domicílios possuem acesso à rede geral de abastecimento de água, 80% estão conectados à rede geral de esgoto e 86,77% têm o lixo coletado por serviço de limpeza. Pontua-se, todavia, que este setor detém apenas 15 domicílios, sendo considerado uma área de expansão urbana (Figura 28).

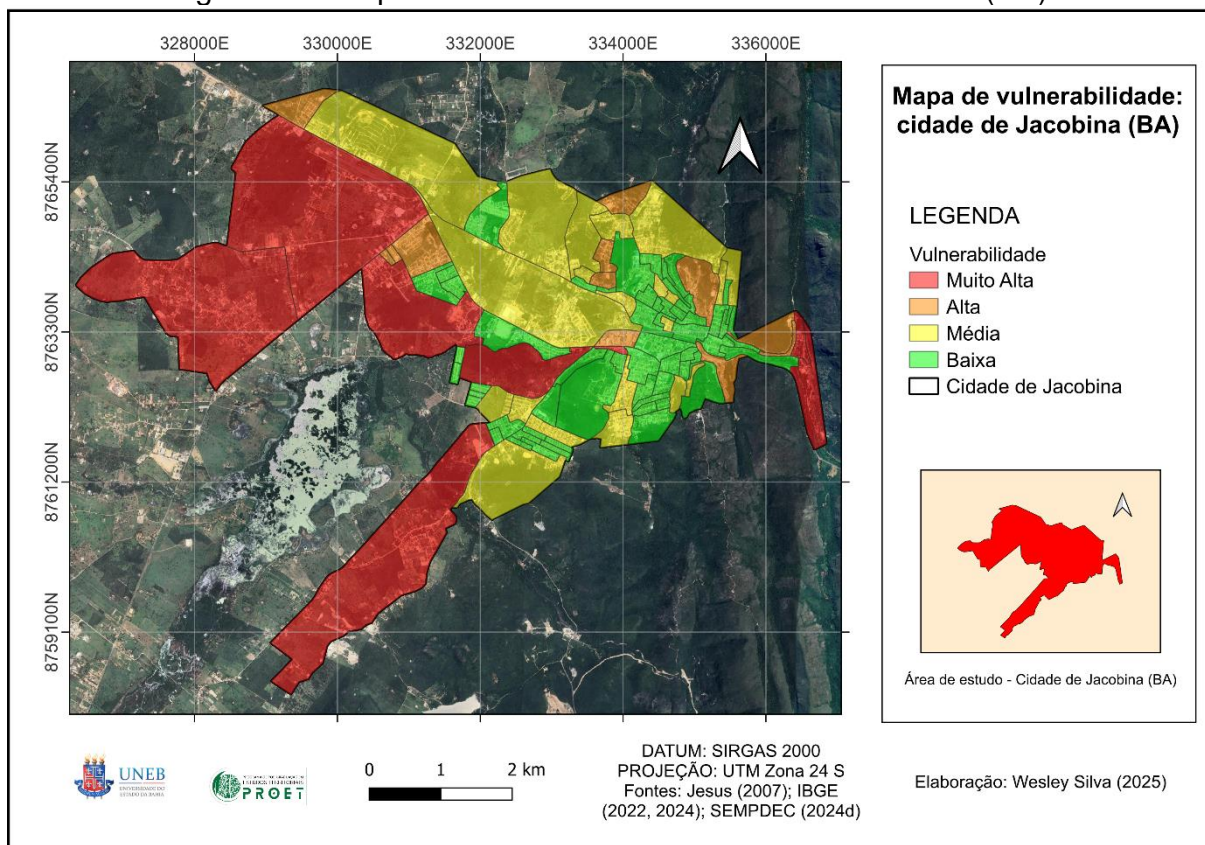
Figura 28 - a) Dimensão infraestrutura: impacto na vulnerabilidade da cidade de Jacobina; b) Vista do setor 291750805000097, Rua João Teixeira.



Fonte: o autor, 2025.

De forma geral, essas evidências alfanuméricas e provenientes das atividades de campo constituem camadas importantes para a validação dos mapeamentos das dimensões de resiliência e infraestrutura, assim como de seus impactos no índice de vulnerabilidade (Figura 29).

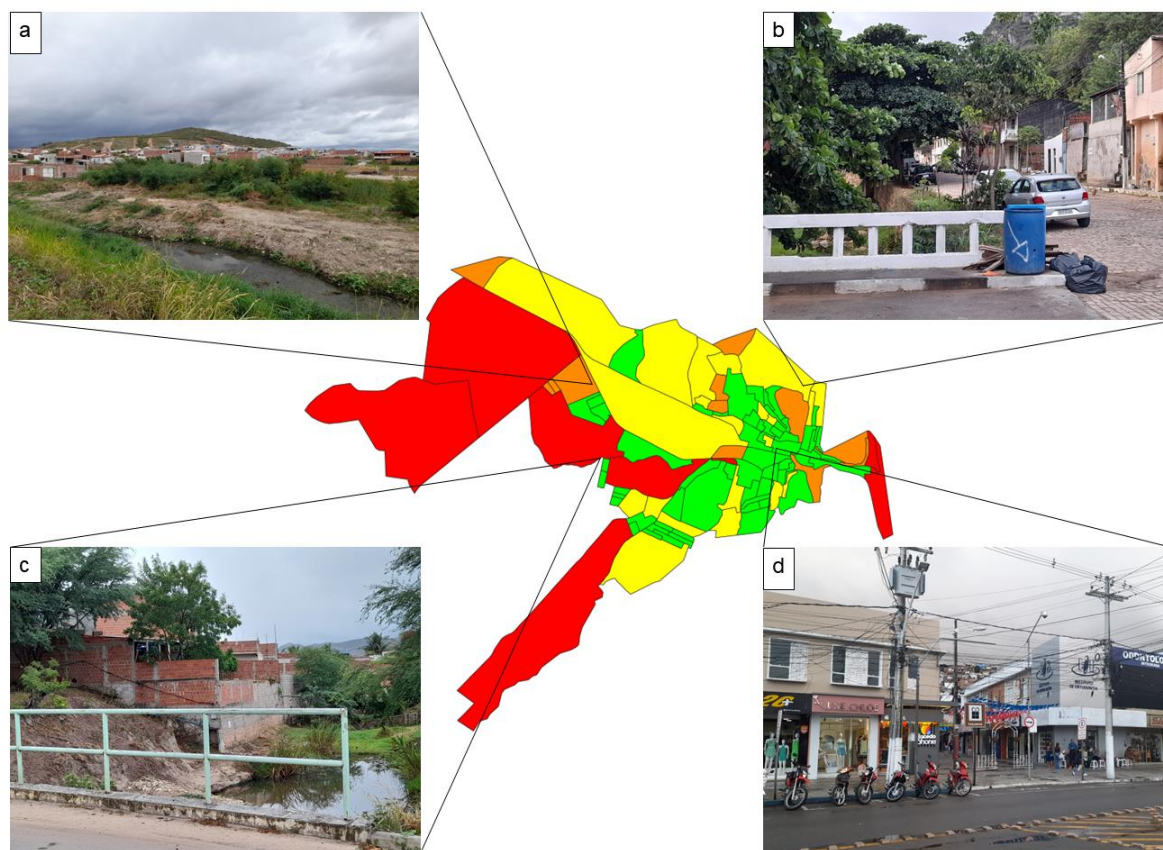
Figura 29 - Mapa de vulnerabilidade: cidade de Jacobina (BA).



Fonte: IBGE (2024). Elaboração: o autor, 2025.

No que se refere ao mapeamento de vulnerabilidade, verifica-se contradições socioespaciais marcadas por condições geossistêmicas e sociodemográficas na cidade de Jacobina (Figura 30), as quais influenciam diretamente o potencial de perdas diante dos riscos de desastres, especialmente aqueles de gênese hidrológico-geomorfológica (Tabela 4).

Figura 30 - a) Área de alta vulnerabilidade: Bairro Jacobina II; b) Área de média vulnerabilidade: Bairro Leader; c) Área de muito alta vulnerabilidade: Jacobina III; d) Área de baixa vulnerabilidade: Bairro Centro.



Fonte: o autor, 2025.

Tabela 4 - Vulnerabilidade da cidade de Jacobina: classificação, área, população e densidade demográfica por classe de vulnerabilidade.

VULNERABILIDADE	Área (km²)	População	Densidade Demográfica
Muito Alta	13,74 km ²	3.042 moradores	221,3 hab/km ²
Alta	1,99 km ²	6.218 moradores	3.124,6 hab/km ²
Média	9,06 km ²	12.518 moradores	1.381,8 hab/km ²
Baixa	5,23 km ²	30.899 moradores	5.906,1 hab/km ²

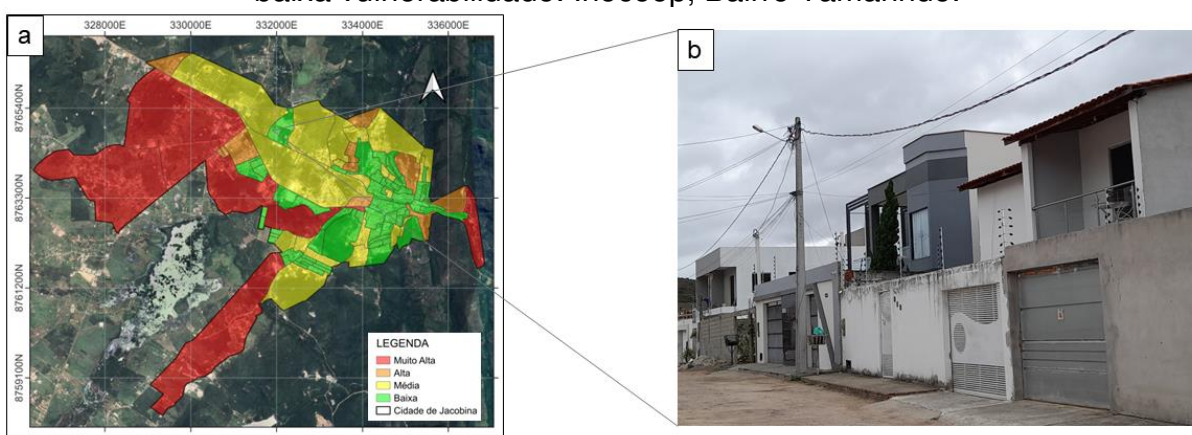
Fonte: o autor, 2025.

Esta classificação da vulnerabilidade está assentada na organização socioespacial das localidades centrais, onde se observa uma hierarquização dos espaços que resulta na distribuição diferenciada das classes sociais (Corrêa, 2001). Nessa perspectiva, os espaços centrais tendem a apresentar melhores condições de infraestrutura e qualidade de vida, enquanto as áreas periféricas permanecem negligenciadas, inclusive no que se refere ao acesso a serviços e políticas públicas.

Observa-se que as áreas centrais da cidade de Jacobina apresentam baixos índices de vulnerabilidade. Embora ocupem uma área relativamente pequena, essas centralidades concentram elevada densidade demográfica, o que se explica por fatores históricos, econômicos, culturais e políticos que marcaram o processo de urbanização local. Vale destacar que o sítio urbano de Jacobina se desenvolveu inicialmente nas proximidades do Rio Itapicuru-mirim e, nas últimas décadas, tem se expandido em direção às encostas (Araújo, 2013). Diante desse cenário, verifica-se que 30.899 moradores (58,6% da população total da cidade) reside em áreas de baixa vulnerabilidade (5,23 km²), predominantemente situadas nas zonas centrais.

Todavia, aponta-se que nem todas as áreas de baixa vulnerabilidade estão situadas nas áreas centrais. Nesse contexto, destaca-se o sistema de construção de moradias Inocoop no Bairro Tamarindo, que é uma área caracterizada por domicílios de alto padrão e está localizada na porção oeste da cidade de Jacobina (Figura 31). Trata-se de uma área de auto segregação espacial (Souza, 2005), que evidencia a influência da dimensão econômica nas estratégias de territorialidade.

Figura 31 - a) Classificação de vulnerabilidade: Cidade de Jacobina (BA); b) Área de baixa vulnerabilidade: Inocoop, Bairro Tamarindo.



Fonte: o autor, 2025.

Margeando as áreas de baixa vulnerabilidade, percebe-se áreas de média vulnerabilidade. Em termos numéricos, aponta-se que 23,8% da população da cidade de Jacobina ocupa estas áreas. Trata-se de 12.518 moradores habitando uma extensão de 9,06 km² da área de estudo. É um indicador importante, visto que, de forma geral, estas áreas apresentam índices medianos de serviços de infraestrutura e resiliência.

Por sua vez, as áreas de alta e muito alta vulnerabilidade da cidade de Jacobina estão, em sua maioria, situadas nas zonas periféricas, incluindo áreas periurbanas, de encostas e de planícies de inundação. Nesse contexto, bairros como Pontilhão, Barro Branco, Catuaba, Pedra Branca, Grotinha, Bananeira, Caixa D'água e Vila Feliz são indicados como áreas com baixo potencial de resposta frente aos riscos de desastres.

Acerca das áreas classificadas como de alta vulnerabilidade, destaca-se a presença de elevada densidade demográfica. Em uma área total de 1,99 km², concentram-se 6.218 habitantes. Algumas dessas áreas, como a Grotinha, porções dos bairros Catuaba e Jacobina II, são suscetíveis a inundações. Por sua vez, setores do bairro Bananeira e da Vila Feliz apresentam suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (Nascimento; Silva; Jesus, 2024).

Diversamente, as áreas classificadas como de muito alta vulnerabilidade encontram-se, em sua maioria, em processo de urbanização, o que contribui para a baixa densidade demográfica nessas localidades. Embora uma parcela significativa do território urbano esteja enquadrada nessa categoria, apenas 5,8% da população da cidade de Jacobina (3.042 habitantes) residem nessas áreas, que totalizam 13,74 km².

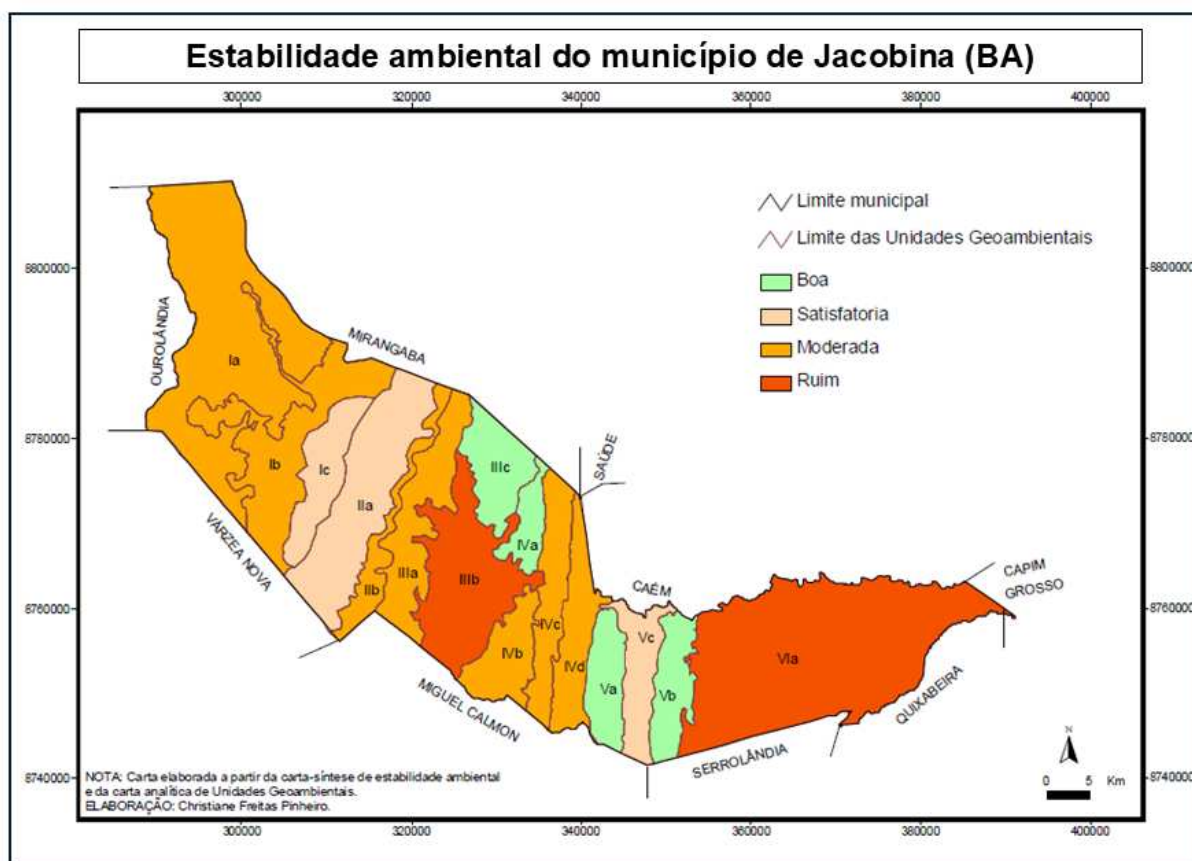
Resultados similares foram apontados em outras pesquisas. Nesse sentido, Amorim, Alves e Magdalena (2024) evidenciaram que áreas de alta vulnerabilidade na cidade de Petrópolis enfrentam limitações no que tange à resiliência e infraestrutura, assim como a negligência dos Poderes Públicos para a mitigação dos riscos de desastres. Por sua vez, Olímpio *et al.* (2024) destacaram diferenciações espaciais no estado da Paraíba, apresentando dificuldades no contexto da gestão de riscos e gerenciamento de desastres, especialmente em áreas vulneráveis.

4.4 Zoneamento de riscos a inundações na cidade de Jacobina (BA)

O contínuo processo de antropização dos geossistemas tem contribuído para a geração de instabilidades ambientais no município de Jacobina (Pinheiro, 2004). Nesse sentido, destaca-se que a urbanização na cidade de Jacobina é uma das principais causas de impactos no sistema ambiental, incluindo poluição de rios, desmatamentos, alterações de APP, etc. (Silva; Franco; Jesus, 2025). Pontua-se que a cidade de Jacobina apresenta graus de estabilidade ambiental que variam de

moderada a ruim (unidades geoambientais IIIb e IVc), tendo como princípio causal as interferências socioeconômicas no sistema físico-natural sem o devido ordenamento territorial (Figura 32).

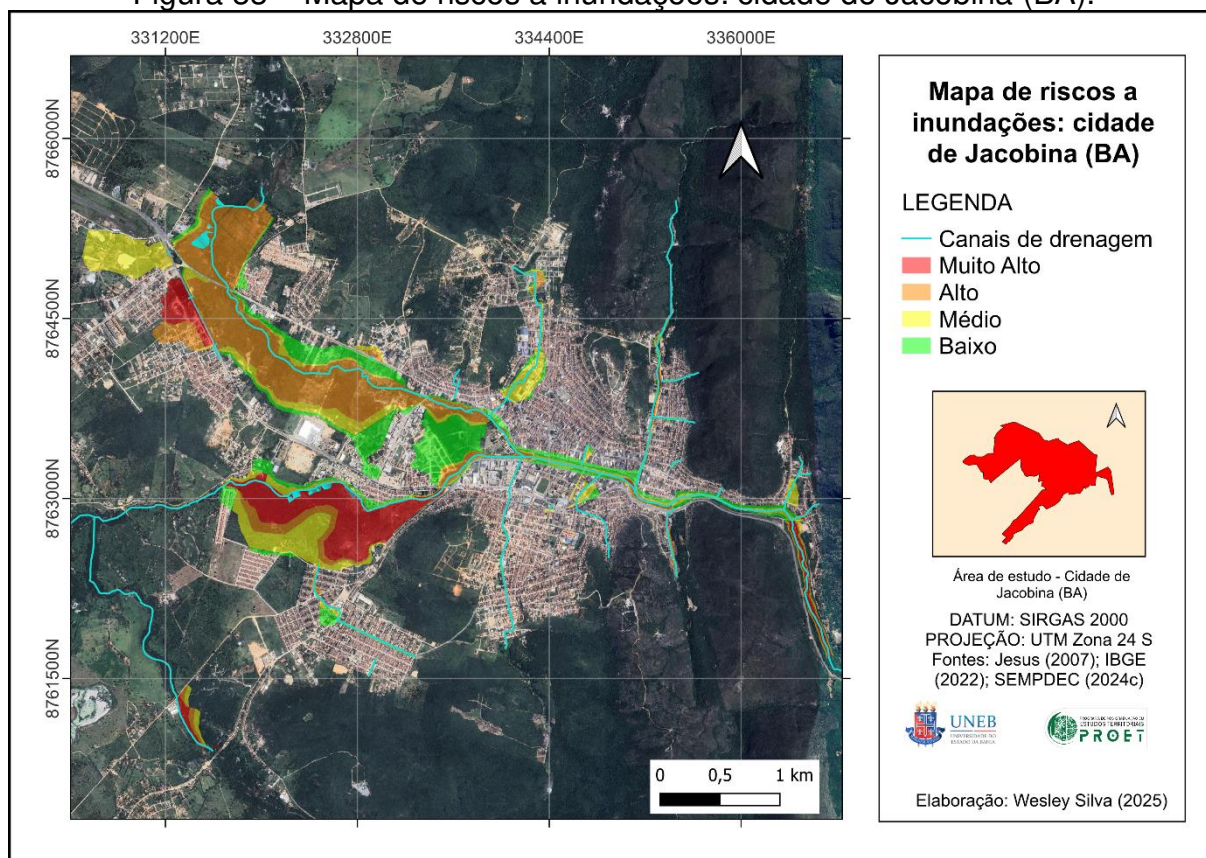
Figura 32 - Estabilidade ambiental no município de Jacobina (BA).



Fonte: Adaptado de Pinheiro (2004).

Nesse cenário, aponta-se que as transformações na bacia hidrográfica do Itapicuru, principalmente os processos de impermeabilização e assoreamento dos canais de drenagem, intensificam os riscos híbridos na cidade de Jacobina, incluindo eventos como inundações, enxurradas e alagamentos (Novais, 2019). Em áreas que não há urbanização consolidada, destaca-se a retirada da mata ciliar e, muitas vezes, aterros para loteamentos irregulares (Silva; Franco; Jesus, 2025). Nesse contexto, as apropriações socioeconômicas das planícies de inundação são as principais causas dos riscos a inundações na cidade de Jacobina (Figura 33).

Figura 33 – Mapa de riscos a inundações: cidade de Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Com base neste zoneamento de riscos, aponta-se que 3,78 km² da cidade de Jacobina apresenta algum grau de risco aos processos de inundação (Tabela 5).

Tabela 5 - Áreas de riscos a inundações: cidade de Jacobina.

RISCO	Área (km²)
Muito Alto	0,65 km ²
Alto	1,40 km ²
Médio	0,94 km ²
Baixo	0,79 km ²

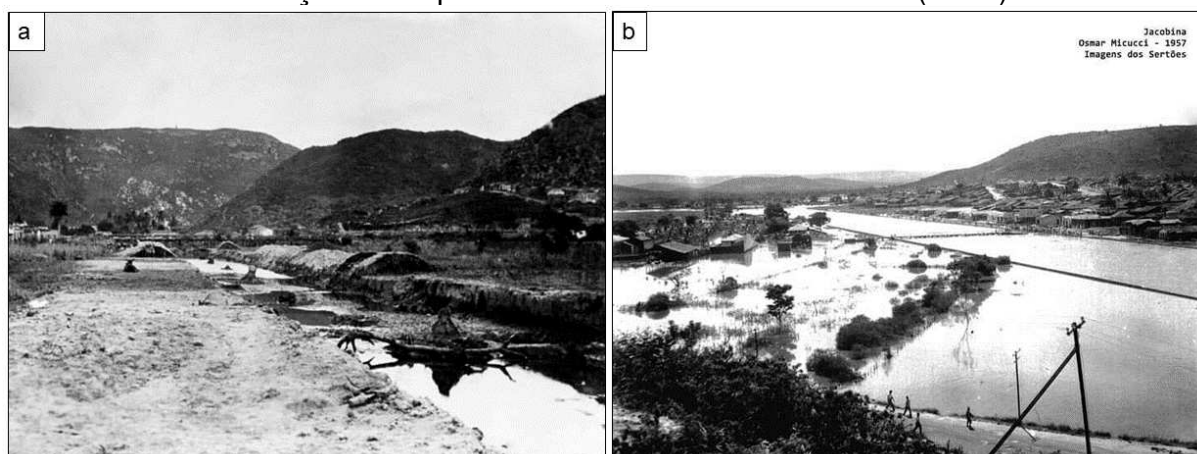
Fonte: o autor, 2025.

Com base nos dados desta pesquisa, 12,58% da cidade de Jacobina apresenta possibilidades de sofrer consequências nocivas em razão das inundações, com variações potenciais devido à suscetibilidade físico-natural e à vulnerabilidade da população. Referente aos territórios de riscos a inundações, 17,20% das áreas apresentam muito alto risco, 37,04% alto risco, 24,88% médio risco e 20,90% baixo

risco. A saber, tratam-se de áreas com possibilidades de perdas em razão da ocupação, circulação de pessoas e expansão urbana.

Reitera-se que a cidade de Jacobina se desenvolveu entre serras e morros residuais, tendo a mineração de ouro iniciada no século XVII como pressuposto econômico. Desde então, destacam-se os processos de expansão urbana nas planícies de inundação, principalmente, o do Rio Itapicuru-mirim (Figura 34). Atrrelados aos usos e ocupações em áreas de fragilidade ambiental, verifica-se que os excedentes hídricos acompanham a história da cidade, ocasionando impactos negativos à população, com destaque para os prejuízos econômicos públicos e privados (Silva; Nascimento; Jesus, 2023).

Figura 34 – a) Canalização do leito do Itapicuru-mirim: cidade de Jacobina (1947); b) Inundação do Itapicuru-mirim: cidade de Jacobina (1957).



Fonte: a) Juventino Rodrigues, 1947; b) Osmar Miccuci, 1957. NECC/UNEB.

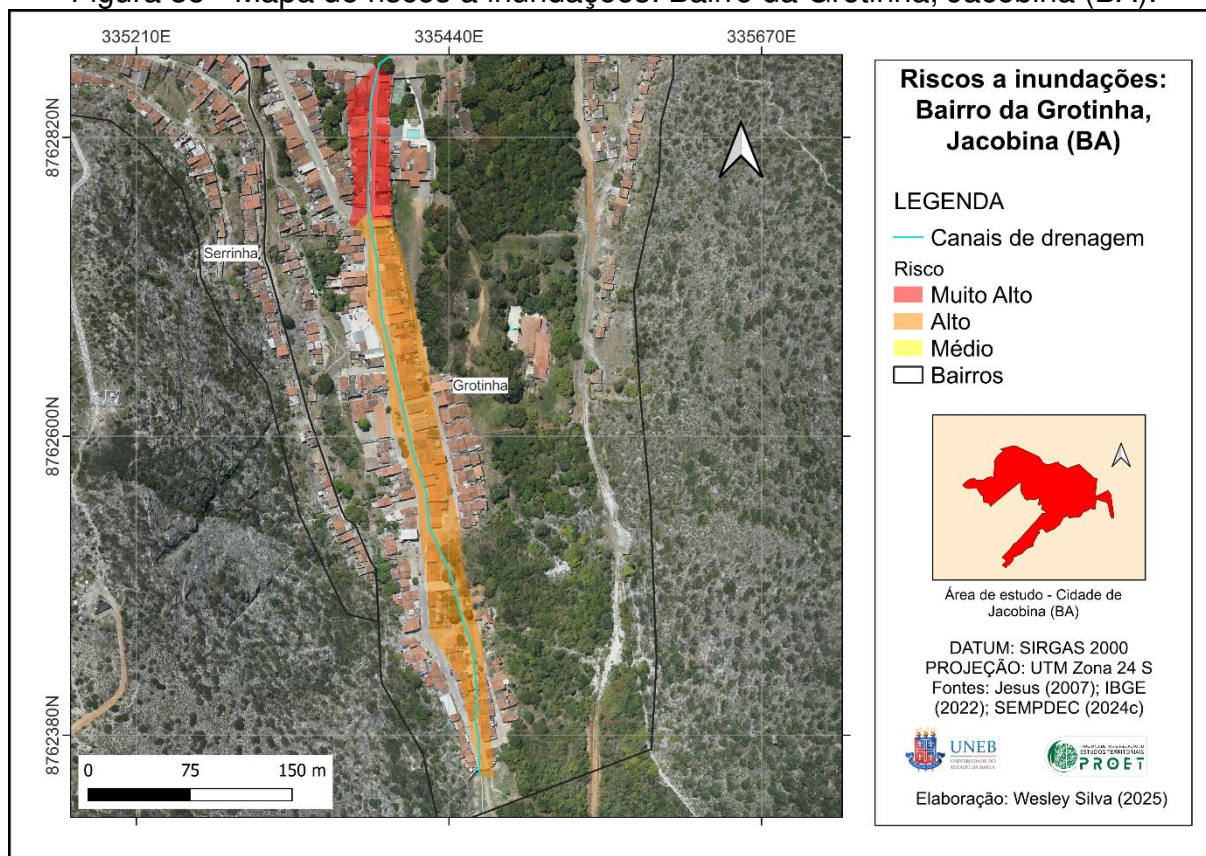
Pontua-se que o principal objetivo das alterações fluviais realizadas no século XX foi minimizar inundações na cidade de Jacobina, entretanto, as medidas estruturais não cumpriram fielmente o esperado (Marinho; Góes; Baitz, 2021). Reitera-se que inundações foram registradas nas últimas décadas, indicando a ineficiência das alterações sistêmicas na hidrografia local (Silva; Nascimento; Jesus, 2023).

Nesse contexto, o zoneamento de riscos proposto nesta pesquisa é fundamental para diagnosticar as causas e efeitos das inundações na cidade de Jacobina. As evidências apontam as áreas suscetíveis também apresentam algum grau vulnerabilidade, tendo em vista a exposição e o potencial de perdas sociodemográficas. Nesse sentido, o amálgama entre sociedade e natureza confere

ao território um futuro que se espera evitar, visto o desequilíbrio intrínseco ao sistema ambiental e as possibilidades de desastres na cidade de Jacobina.

No Bairro da Grotinha, verifica-se a existência de áreas com alto e muito alto risco a inundações (Figura 35). Destaca-se que este bairro está encaixado em uma área de vale, tendo como referência a unidade geomorfológica Serra de Jacobina. Ademais, o uso e ocupação da terra nas margens do Canal da Grotinha – Rio Itapicuru, com processos de impermeabilização e tamponamento do canal, é uma das causas dos riscos a inundações no bairro, especialmente, na Rua São Lázaro. A vulnerabilidade da população também é considerada alta no Bairro, tendo em vista as condições de resiliência e infraestrutura local, conforme os dados desta pesquisa.

Figura 35 - Mapa de riscos a inundações: Bairro da Grotinha, Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022) SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Aponta-se que por ser uma área de vale toda a água resultante das chuvas conflui para o canal de drenagem, gerando processos de inundação acompanhados de danos e prejuízos, a exemplo do desastre ocorrido em 03 de janeiro de 2023 (Figura 36).

Figura 36 - a) Abertura de cratera em domicílio: Rua São Lázaro (2023); b) Rompimento da pavimentação e exposição do subsolo: Rua São Lázaro (2023); c) Intervenção de moradores para mitigar os danos: Rua São Lázaro (2023); d) Prejuízos econômicos públicos e privados: Rua São Lázaro (2023).



Fonte: G1 2023a. Organização: o autor, 2025.

De acordo com os dados registrados no Formulário de Informações do Desastre (FIDE) pela SEMPEDEC, choveu entre os dias 23 de dezembro de 2022 e 03 de janeiro de 2023. A saber, neste intervalo, foi registrado um acumulado de chuvas de 133,6 mm, conforme o pluviômetro 291750801A (CEMADEN, 2022, 2023). O evento extremo foi denominado de Tempestade Local/Convectiva – Chuvas Intensas (SEDEC, 2023).

Em termos de efeitos e consequências, aponta-se que outros bairros além da Grotinha também foram afetados pelo desastre em janeiro de 2023. Bairro da Serrinha, Bairro do Leader, Centro, Matriz, Bairro da Felix Tomaz, Bairro do Peru, Bairro da Caeira, Bairro da Caixa D'água, Bairro da Ladeira Vermelha, Bairro da Serrinha, Bairro da Bananeira, além de áreas rurais, sofreram com prejuízos resultantes dos excedentes hídricos (Tabela 6).

Tabela 6 - Danos humanos, materiais e ambientais em Jacobina: Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas (2023).

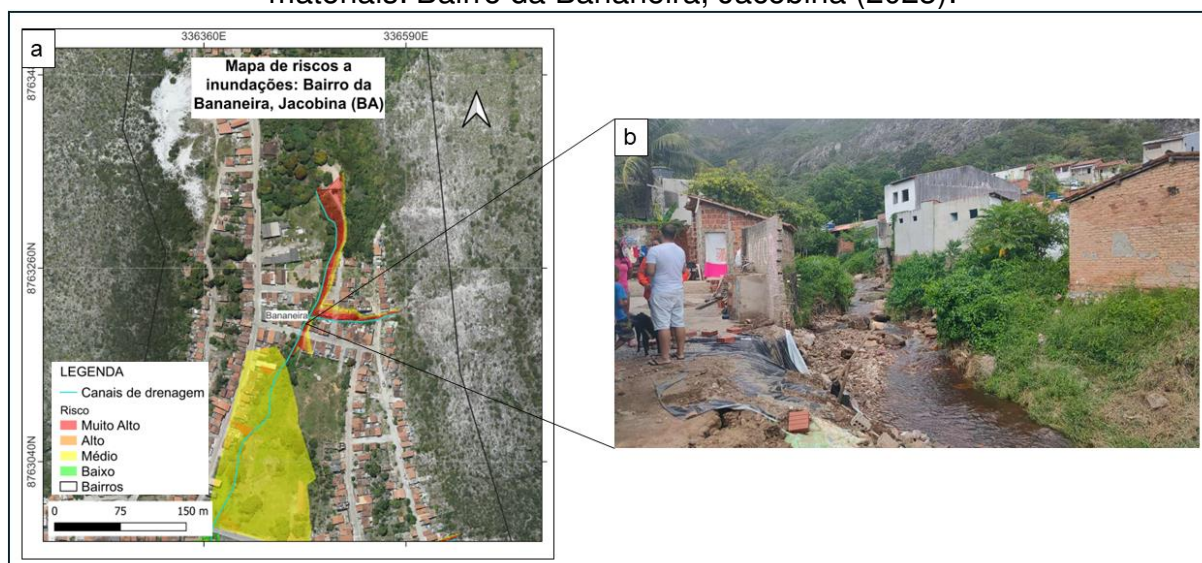
DANOS HUMANOS, MATERIAIS E AMBIENTAIS	QUANTIDADE
Desabrigados	2.000 pessoas
Desalojados	3.988 pessoas
Desaparecidos	4.400 pessoas
Outros Afetados	4.612 pessoas
Unidades habitacionais	R\$ 11.331.364,80
Instalações públicas de ensino	R\$ 650.000,00
Obras de infraestrutura pública	R\$ 3.472.343,70
Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários	R\$ 1.852.114,18
Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do lixo	R\$ 150.000,00
Poluição ou contaminação da água	De 5% a 10% da população do município foi afetada

Fonte: SEDEC (2023).

Desse modo, 15.000 pessoas foram afetadas direta e indiretamente pelo desastre no município de Jacobina. Além disso, 90 casas foram destruídas – valor estimado de R\$ 7.097.929,20 para a reconstrução; 120 casas foram danificadas – valor estimado de R\$ 4.233.435,60 para a reforma; pontes, contenção de encostas, vias públicas e problemas com esgotamento sanitário também suscitaram despesas para a mitigação dos prejuízos. A contaminação da água também foi constatada pela equipe da Defesa Civil, indicando danos ambientais imensuráveis (SEDEC, 2023).

Uma outra área evidenciada pelo zoneamento de riscos a inundações, que também sofreu com danos resultantes do desastre de janeiro de 2023, está localizada no Bairro da Bananeira (Figura 37). Na ocasião, o Canal Riacho Serra Dourada extrapolou e causou danos estruturais no bairro.

Figura 37 - a) Riscos a inundações: Bairro da Bananeira, Jacobina; b) Danos materiais: Bairro da Bananeira, Jacobina (2023).



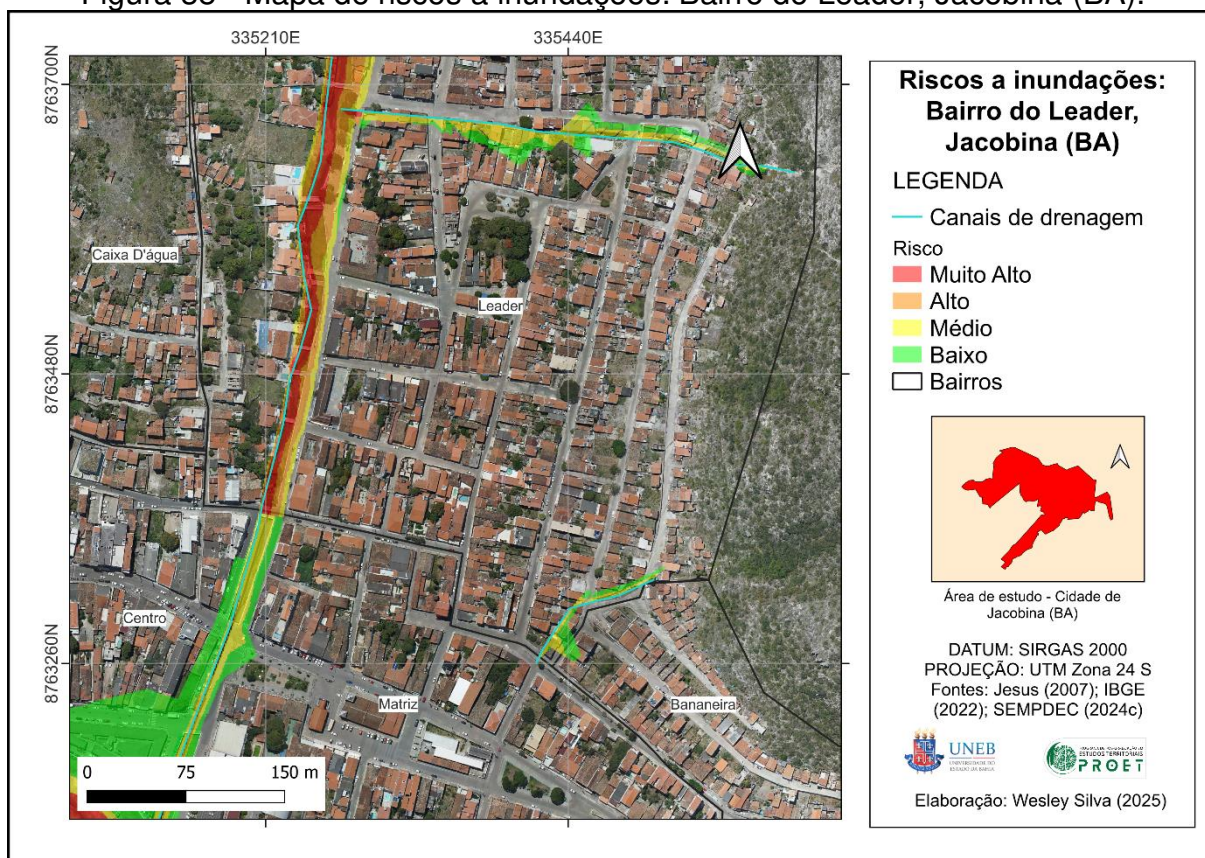
Fonte: a) Dados da pesquisa, 2025; b) G1, 2023a. Organização: o autor, 2025.

Reitera-se que esta área apresenta o menor índice de serviços de infraestrutura da cidade de Jacobina, sendo que grande parte dos domicílios particulares permanentes ocupados não estão vinculados à rede geral de abastecimento de água nem à rede geral de esgoto. Nesse contexto, o Bairro da Bananeira detém setores censitários com uma vulnerabilidade muito alta, conferindo potenciais de perdas que acentuam os riscos de desastres em algumas áreas.

No que se refere ao bairro do Leader, também são identificadas áreas com risco de inundações, variando de baixo a muito alto. (Figura 38). Nesse contexto, aponta-se que o Rio do Ouro e o Riacho do Judeu apresentam propensões naturais aos extravasamentos hídricos, havendo uma potencialização da suscetibilidade devido à confluência desses canais em um vale encaixado entre os afloramentos rochosos da Unidade Geomorfológica Serra de Jacobina (IBGE, 2021b).

De acordo com Novais (2019), os eventos pluviométricos extremos tornam-se desastrosos no Bairro Leader devido à antropização do relevo e do sistema hidrológico. Ademais, a vulnerabilidade da população é intrínseca a este uso e ocupação da terra, muitas vezes, dificultando uma resposta eficiente aos desastres. Enquanto nas adjacências ao Rio do Ouro é dotada de média vulnerabilidade social, verifica-se que as margens do Riacho do Judeu apresentam uma baixa vulnerabilidade, levando-se em conta índices de resiliência e serviços de infraestrutura.

Figura 38 - Mapa de riscos a inundações: Bairro do Leader, Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Destaca-se que nos anos de 2018 e 2019 foram registrados eventos hidrometeorológicos que causaram danos humanos, materiais e ambientais no Bairro do Leader (Silva; Franco; Jesus, 2025). De acordo com as informações disponibilizadas no FIDE, o evento de 2018 foi classificado como enxurrada, enquanto o de 2019 foi considerado como inundação (SEDEC, 2018, 2019).

Em 2018, o desastre ocorreu especificamente no dia 09 de dezembro, tendo como causas principais: *input* pluviométrico de 125 mm em um intervalo de 2 horas, deficiência na drenagem pluvial, expansão urbana para as encostas e consequente aumento da vazão nos canais de drenagem (SEDEC, 2018; Novais, 2019). Destaca-se que danos resultantes deste evento atingiram diversas áreas da cidade, incluindo o Bairro do Leader, promovendo efeitos nocivos à população: 1 enfermo por leptospirose, 22 desabrigados, 35 desalojados e outras 800 pessoas afetadas diretamente. Além disso, 130 unidades habitacionais foram danificadas e 8 destruídas; 1 instalação pública de saúde foi danificada; 4 instituições públicas de ensino foram danificadas; e outras 2 instalações públicas prestadoras de outros serviços também

foram danificadas. Os danos materiais foram estimados em R\$ 1.000.000,00 (SEDEC, 2018).

Em 2019, o desastre aconteceu no dia 02 de abril. Com 155 mm de chuva em 4 horas, o Rio do Ouro transbordou causando prejuízos econômicos e privados no Bairro do Leader, principalmente na Rua Margem Rio do Ouro (Figura 39). Nesse sentido, aponta-se que a transformação da chuva em vazão e o processo de expansão urbana desordenada são as principais causas dos desastres hidrológicos no Bairro do Leader.

Figura 39 – a) Encontro do Rio do Ouro com o Rio Itapuru-mirim; b) Inundação do Rio do Ouro; c) Prejuízos nas margens do Rio do Ouro; d) Moradora do Bairro do Leader limpando domicílio que foi invadido pelas águas do Rio do Ouro.

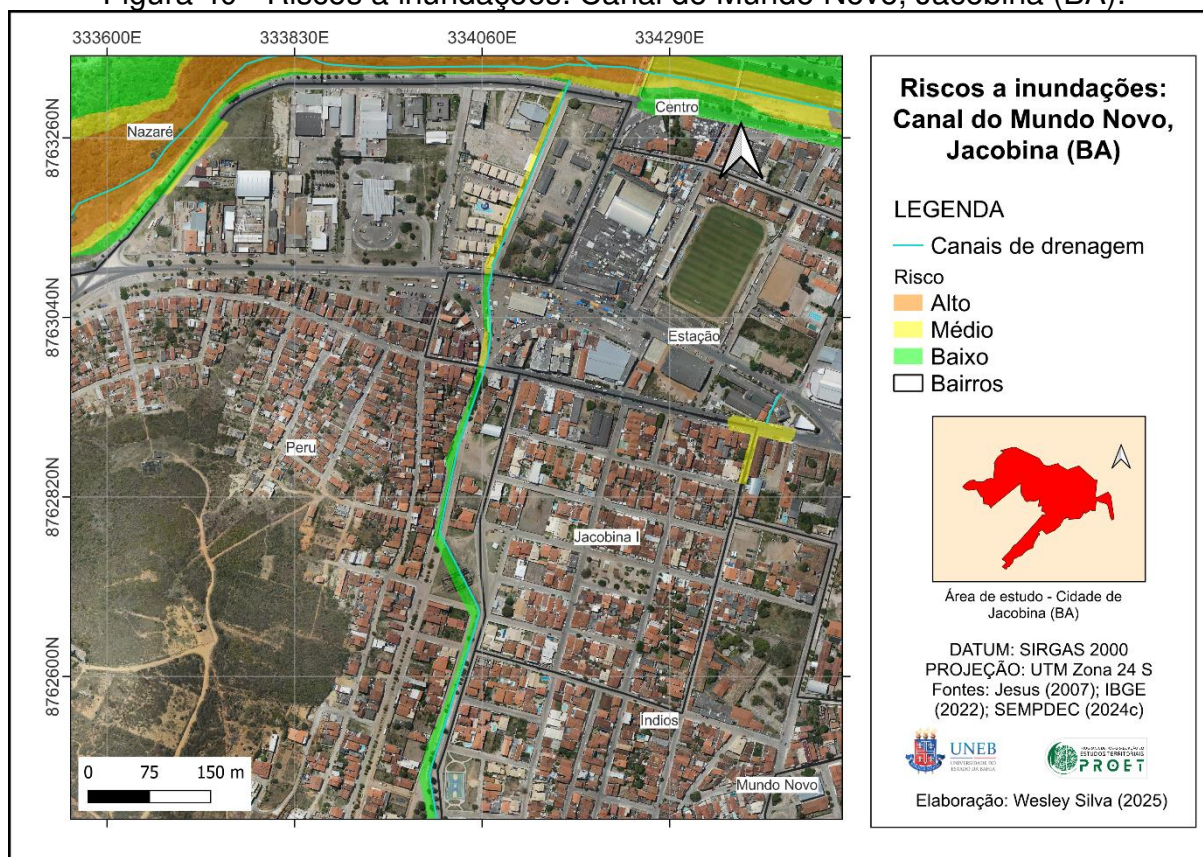


Fonte: Jacobina Notícias, 2019; G1, 2019a; G1, 2019b. Organização: o autor, 2025.

Acerca do desastre ocorrido em 2018, supracitado, outras áreas da cidade também foram atingidas. Destaca-se que a rede de drenagem da cidade de Jacobina não comporta o volume de água que escoar para os canais, sobretudo devido à ocupação desordenada das encostas, que acelera o escoamento superficial e a carga de sedimentos, contribuindo para a obstrução dos canais impermeabilizados. Na descrição das áreas com população afetada, conforme registrado no FIDE, destacou-se que o Canal do Mundo Novo (Figura 40) — responsável por absorver a contribuição de águas pluviais dos bairros Mundo Novo, Bairro dos Índios, Bairro do Peru e Bairro da Estação, até seu deságue no Rio Itapicuru-mirim — foi totalmente danificado em

razão do alto fluxo de água. As placas de fechamento do canal também foram comprometidas pelo desastre (SEDEC, 2018).

Figura 40 - Riscos a inundações: Canal do Mundo Novo, Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Para além do desastre ocorrido em 2018, destaca-se que uma das ruas mais afetadas pelos excedentes hídricos é a Rua do Triângulo, onde se observam recorrentes problemas relacionados à circulação de veículos e pedestres (Figura 41a). Nas adjacências desse logradouro, a Defesa Civil registrou, em 25 de janeiro de 2025, alagamentos no Bairro Estação após uma chuva de 35 mm em um intervalo de 30 minutos (Figura 41b). Os danos materiais decorrentes, relacionados a obras de infraestrutura, foram estimados em R\$ 3.000,00 (três mil reais) (SEDEC, 2025). Trata-se de uma área de intenso fluxo, especialmente em razão da feira livre realizada no Bairro Estação.

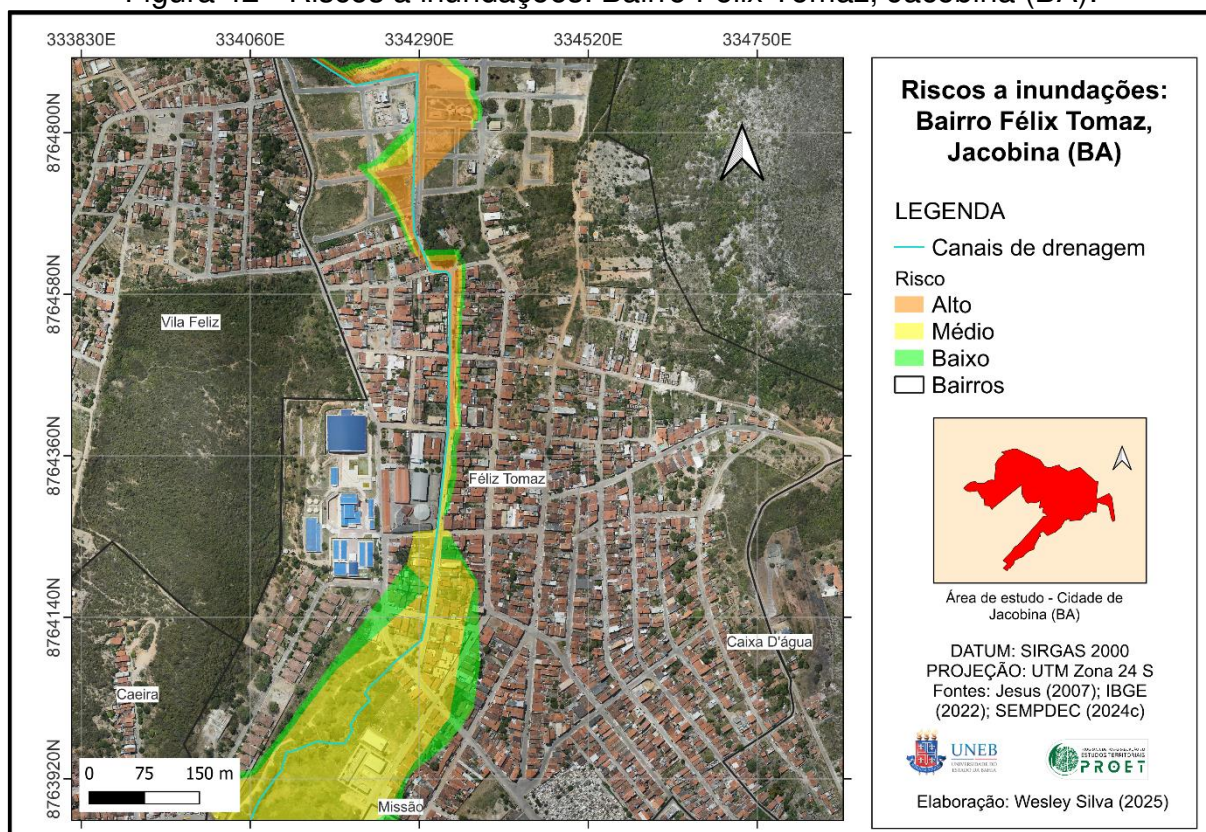
Figura 41 - a) Rua interditada no Bairro Peru, Jacobina (2025); b) Alagamento no espaço da feira livre: Bairro Estação, Jacobina (2025).



Fonte: o autor, 2025; G1, 2025.

Outra área afetada pelo desastre de 2018 foi o Bairro Félix Tomaz. De acordo com os registros no FIDE, o bairro recebeu excedentes hídricos provenientes das áreas elevadas que o circundam, especialmente da Serra da Pingadeira, o que ocasionou prejuízos econômicos públicos (SEDEC, 2018). Aponta-se que algumas áreas deste bairro também foram zoneadas como de risco (Figura 42).

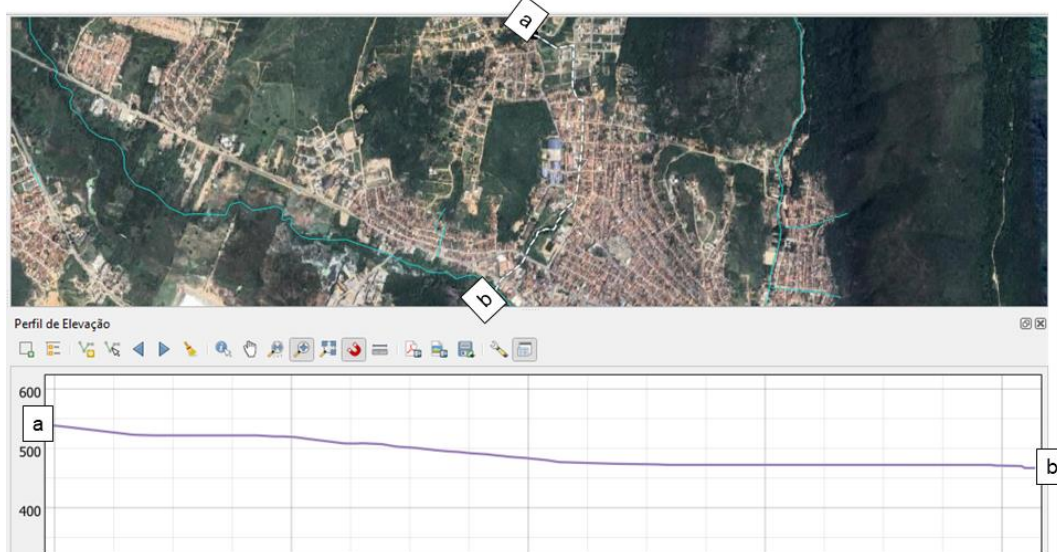
Figura 42 - Riscos a inundações: Bairro Félix Tomaz, Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Pontua-se que a construção do Condomínio Morro do Ouro, localizado na porção norte da cidade, especialmente em razão da retirada da mata ciliar e da impermeabilização do Canal Morro do Ouro, estabeleceu os riscos de inundações no bairro Félix Tomaz. Este rio urbano não suporta o volume de água e sedimentos provenientes das áreas mais elevadas (Figura 43).

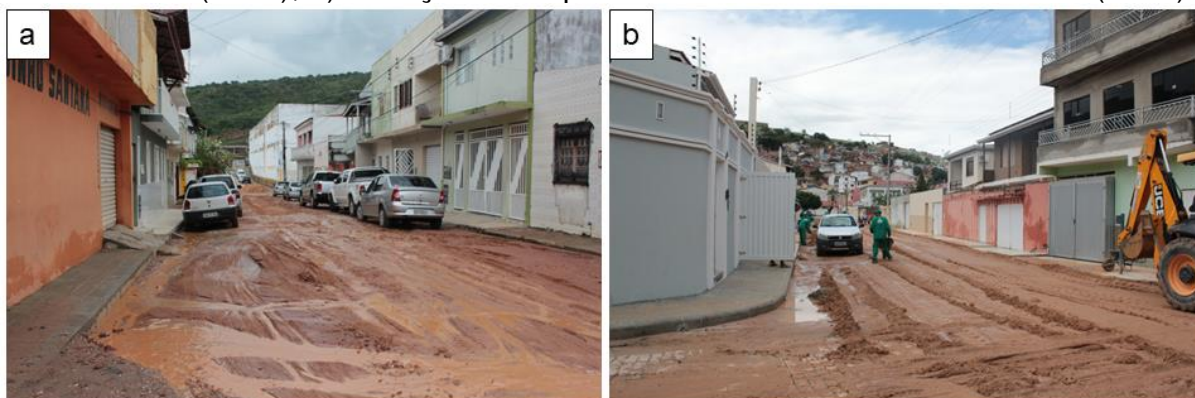
Figura 43 - Perfil de elevação do Canal Morro do Ouro: Bairro Félix Tomaz, Jacobina (BA).



Fonte: o autor, 2025.

O Canal Morro do Ouro apresenta amplitude altimétrica de aproximadamente 72 metros, sendo tipificado como misto (exposto e coberto) levando em conta o processo de impermeabilização. Estas e outras características estabelecem riscos de inundação de baixo a alto nas ruas do Bairro Félix Tomaz (Figura 44).

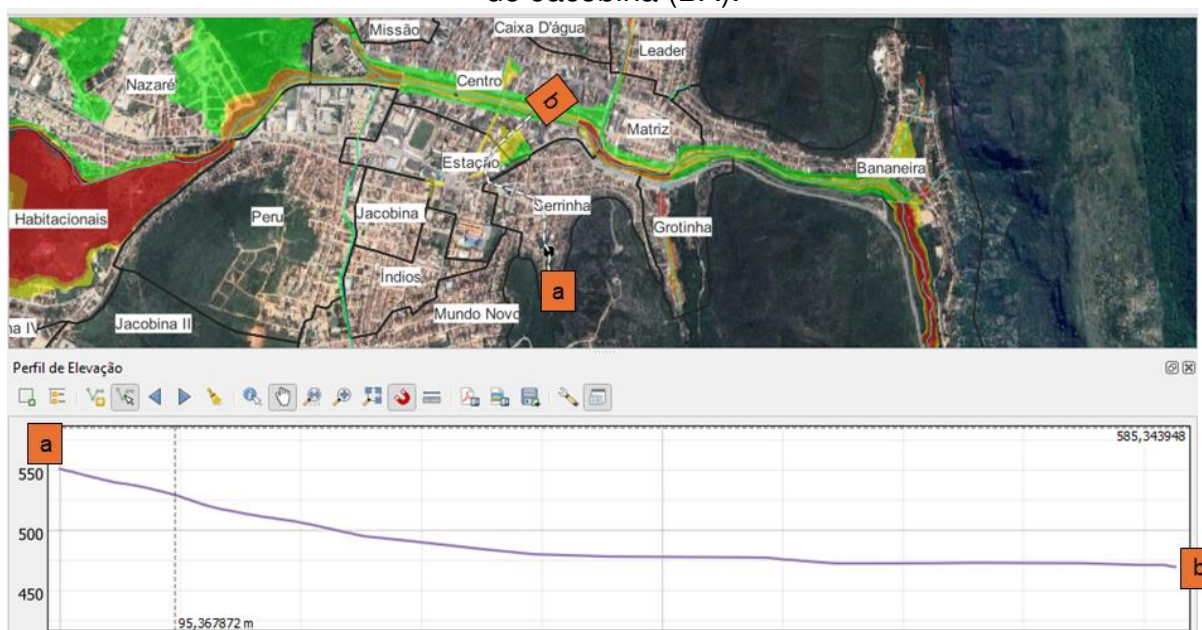
Figura 44 - a) Deposição de sedimentos na Rua Manoel Gomes da Silva, Bairro Félix Tomaz (2015); b) Serviços de limpeza nas ruas do Bairro Félix Tomaz (2015).



Fonte: José Alves de Jesus, 2015.

Ademais, aponta-se que um outro rio urbano que necessita de medidas emergenciais de gestão de riscos e gerenciamento de desastres é o Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior. Este canal tem sua nascente no Bairro da Serrinha e deságua no Rio Itapicuru-mirim (Bairro Centro). Em termos de morfometria, o canal detém cerca de 925 metros de extensão e amplitude altimétrica de aproximadamente 82 metros (Figura 45).

Figura 45 - Perfil de Elevação do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior: cidade de Jacobina (BA).



Fonte: o autor, 2025.

Estas condições físico-naturais atreladas ao processo de impermeabilização são as principais causas das inundações na Rua Duque de Caxias (Figura 46). Destaca-se recorrentes deflagrações de desastres principalmente devido a obstrução do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior, seja por entupimento devido à deposição de resíduos sólidos e sedimentos, seja pelo uso e ocupação que sobrepõe este rio urbano.

Verificou-se, por meio das atividades de campo, que moradores da Rua Duque de Caxias adotaram estratégias para mitigar os efeitos das inundações, entre as quais se destacam: a instalação de contenções nas portas dos domicílios e a alteração da localização das entradas (Figura 46c), com o objetivo de evitar a invasão da água proveniente do canal de drenagem. Além disso, indica-se que a lâmina d'água já atingiu cerca de 1 metro no interior de residências desta rua, resultando em danos

materiais e à saúde psicológica dos moradores. Mesmo diante da resistência da população, verifica-se que a recorrência dos desastres hidrológicos tem causado muitos prejuízos, em especial os econômicos públicos e privados.

Figura 46 - a) Inundação na Rua Duque de Caxias: dezembro de 2018; b) Inundação na Rua Duque de Caxias: janeiro de 2020; c) Casa inundada pelo extravasamento do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior: dezembro de 2022; d) Rua Duque de Caxias após evento extremo: fevereiro de 2024.



Fonte: Jacobina Notícias, 2018; TV Augusto Urgente, 2020; G1, 2022; TV Augusto Urgente, 2024a.

De acordo com informações do FIDE, a Defesa Civil classificou o desastre ocorrido em 22 de fevereiro de 2024 como Tempestade Local/Convectiva – Chuvas Intensas, com um acumulado pluviométrico de 135 mm (SEDEC, 2024). Na ocasião, um morador concedeu entrevista à TV Augusto Urgente, relatando que, em 20 anos de vivência na Rua Duque de Caxias, o Poder Público não resolveu os recorrentes problemas de inundações no canal de drenagem (TV Augusto Urgente, 2024).

Todavia, verifica-se que índices pluviométricos menores do que o ocorrido em 2024 são suficientes para que o Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior ultrapasse. A média acumulada de chuva dos dias 01 a 11 de janeiro de 2025 foi de apenas 8,5 mm (CEMADEN, 2025), entretanto, o necessário para deflagrar inundações na Rua Duque de Caxias (Figura 47a). Além disso, o processo de extravasamento deste rio

urbano pressiona a macrodrenagem pluvial das adjacências, contribuindo para os também recorrentes alagamentos da Rua Francisco Rocha Pires (Figura 47b) e Rua Artur Diniz Veloso (Figura 47c).

Figura 47 - a) Inundação do Canal Duque de Caxias - Lomanto Júnior: janeiro de 2025; b) Alagamento da Rua Francisco Rocha Pires: janeiro de 2025; c) Alagamento da Rua Artur Diniz Veloso: janeiro de 2025.



Fonte: o autor, 2025.

A coloração avermelhada da água (Figuras 47a e 47b) indica presença de sedimentos em suspensão. O material carreado tem origem, principalmente, na exposição do solo (PVAe) resultantes da expansão urbana do Bairro Mundo Novo (Nascimento; Silva; Jesus, 2024).

Nesse contexto, pontua-se que as drenagens da porção sul da cidade de Jacobina, incluindo as do Bairro Mundo Novo, convergem para áreas de relevo plano da cidade de Jacobina. Nesse cenário, o Canal – ACIJA-UNEB não consegue drenar toda a água, ocasionando acumulação hídrica principalmente nas ruas Ernestino Pires e J. J. Seabra, Bairro Estação. Foi constatado que baixos índices pluviométricos promovem os extravasamentos hídricos, uma vez que os 8,5 mm acumulados nos dias 10 e 11 de janeiro ocasionaram os alagamentos (Figuras 48a e 48b). Logicamente, em situações de eventos extremos como o registrado no dia 03 de

janeiro de 2023 (Figuras 48c e 48d), as consequências tendem a ser mais acentuadas (SEDEC, 2023).

Figura 48 - a) Alagamento da Rua Ernestino Pires, Bairro Estação: janeiro de 2025; b) Alagamento da Rua J. J. Seabra, Bairro estação: janeiro de 2025; c) Alagamento da Rua J. J. Seabra, Bairro estação: janeiro de 2023; d) Limpeza da Rua J. J. Seabra, Bairro Estação: janeiro de 2025.



Fonte: o autor, 2025; G1, 2023b.

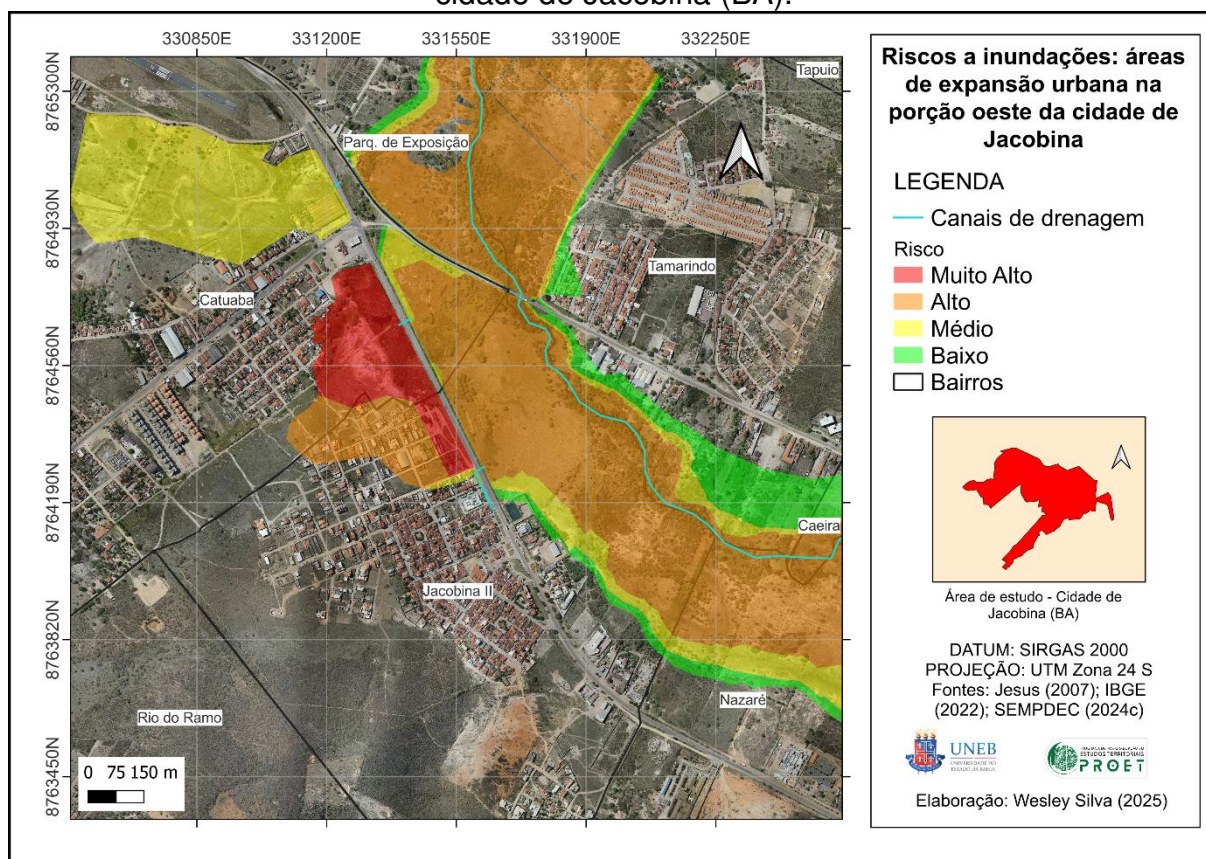
Já na porção oeste da cidade de Jacobina, aponta-se a existência de áreas de expansão urbana para as várzeas do Rio Catuaba. Especificamente nos bairros Jacobina II⁷ e Catuaba, é possível identificar áreas que variam de baixo a muito alto risco, conjugando, em algumas situações, intensas suscetibilidades às inundações e baixa capacidade de resposta da população (Figura 49). Trata-se de uma área que não garante acesso integral a serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo nos domicílios, acentuando a vulnerabilidade da população frente aos eventos extremos.

Os aterros das planícies de inundação também são observados, indicando um processo de degradação e invasão de APP. Trata-se de áreas de risco em formação, tendo em vista a antropização e formação de novos territórios (Figuras 50a e 50b). Nesse cenário, as possibilidades de desastres são iminentes, refletindo as

⁷ Área conhecida popularmente como Loteamento Robertão.

contradições entre os aspectos socioeconômicos e físico-naturais que são intrínsecas às unidades geoambientais onde a cidade de Jacobina está inserida.

Figura 49 - Riscos a inundações: áreas de expansão urbana na porção oeste da cidade de Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Evidencia-se que a ocupação destes espaços fere o Código Municipal do Meio Ambiente de Jacobina, uma vez que este dispositivo veda a obstrução dos canais de drenagem (JACOBINA, 2003). Desse modo, o ordenamento territorial não tem garantido a qualidade ambiental e de vida da população, culminando em possibilidade de desastres nos bairros Catuaba e Jacobina II, bem como, a jusante.

Em fevereiro de 2024, os efeitos da transformação das chuvas em vazão causaram prejuízos ao Bairro Jacobina II (Figura 50c). Reitera-se que o acumulado pluviométrico alcançou 135 mm. Em sinal de protesto, moradores do Bairro Jacobina II fecharam a Avenida Centenário solicitando medidas contra os excedentes hídricos nas ruas do bairro (Figura 50d).

Figura 50 - a) Expansão urbana nas várzeas do Rio Catuaba: Bairro Catuaba (2025); Canalização das águas do Rio Catuaba: Bairro Jacobina II (2025); c) Alagamento no Bairro Jacobina II (2024); d) Moradores protestam buscando resolver os problemas de inundação no Bairro Jacobina II (2024).



Fonte: o autor, 2025; Mais Política, 2024; Augusto Urgente, 2024b.

Além disso, verifica-se expansão urbana do leito normal do Rio Catuaba também no Bairro Nazaré. Nas proximidades do supermercado do Grupo Mix Mateus, visualiza-se retirada da mata ciliar e construção de via de circulação ligando o Bairro Nazaré ao Bairro da Caeira (Figura 51a). São pressões antropogênicas ao sistema hidrológico, que acentuam as fragilidades e instabilidades do sistema ambiental. Em termos de potenciais danos, indica-se que o estreitamento dos canais de drenagem tende a acentuar o aumento da vazão em períodos chuvosos.

No ano de 2001, ocorreu uma inundação com danos à população do Bairro Nazaré. De acordo com matéria do Jornal Primeira Página (2001), três pessoas morreram vítimas de afogamento e mais três pessoas ficaram desaparecidas. A publicação ainda aponta que o acumulado de chuvas foi de 430 mm até a deflagração do desastre (Martins; Cruz, 2018) (Figura 51b).

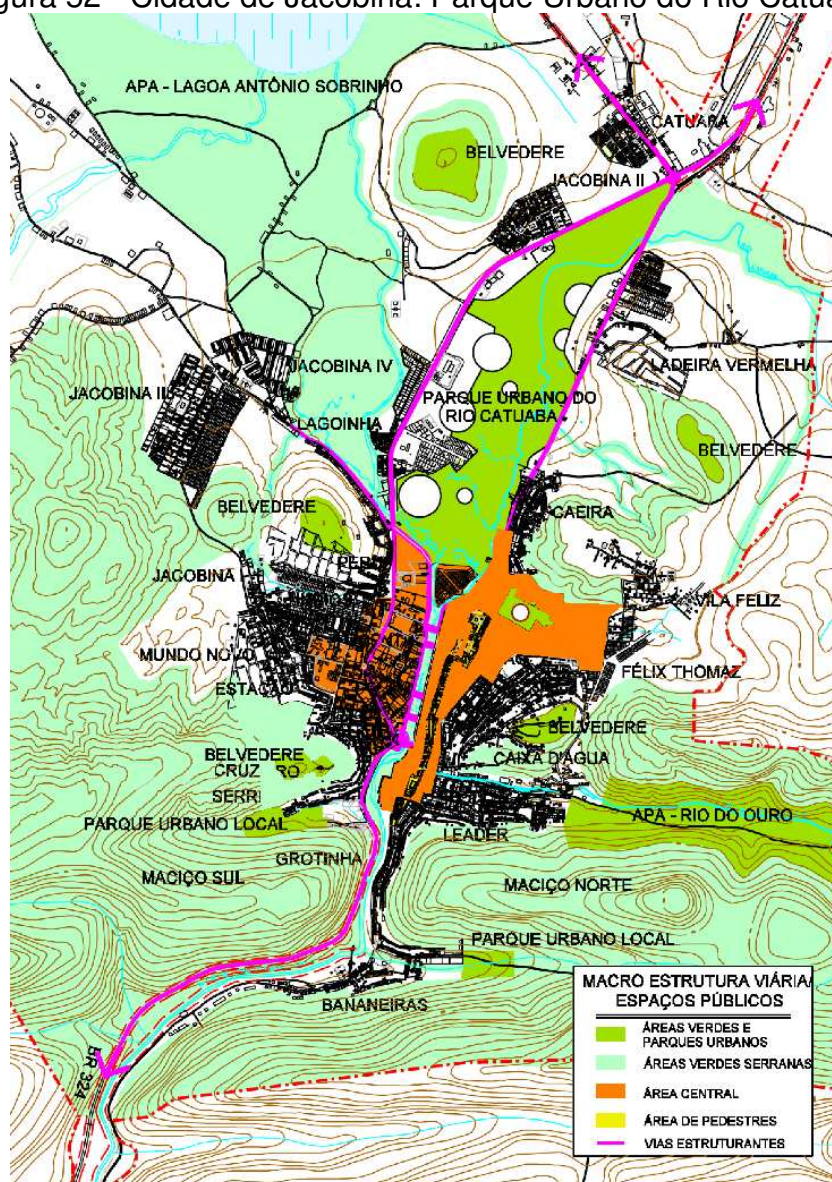
Em termos de gestão de riscos e gerenciamento de desastres, o Plano Diretor de Jacobina contempla medidas baseadas na natureza. Entre as propostas estabelecidas, destaca-se a criação do Parque da Catuaba (Figura 52).

Figura 51 - a) Formação de área de risco a inundações no Bairro Nazaré: Cidade de Jacobina (2025); b) Desastre por inundação: Bairro Nazaré (2001).



Fonte: o autor, 2025; Retrato da Cidade, 2001, reproduzido em Martins e Cruz (2019).

Figura 52 - Cidade de Jacobina: Parque Urbano do Rio Catuaba.

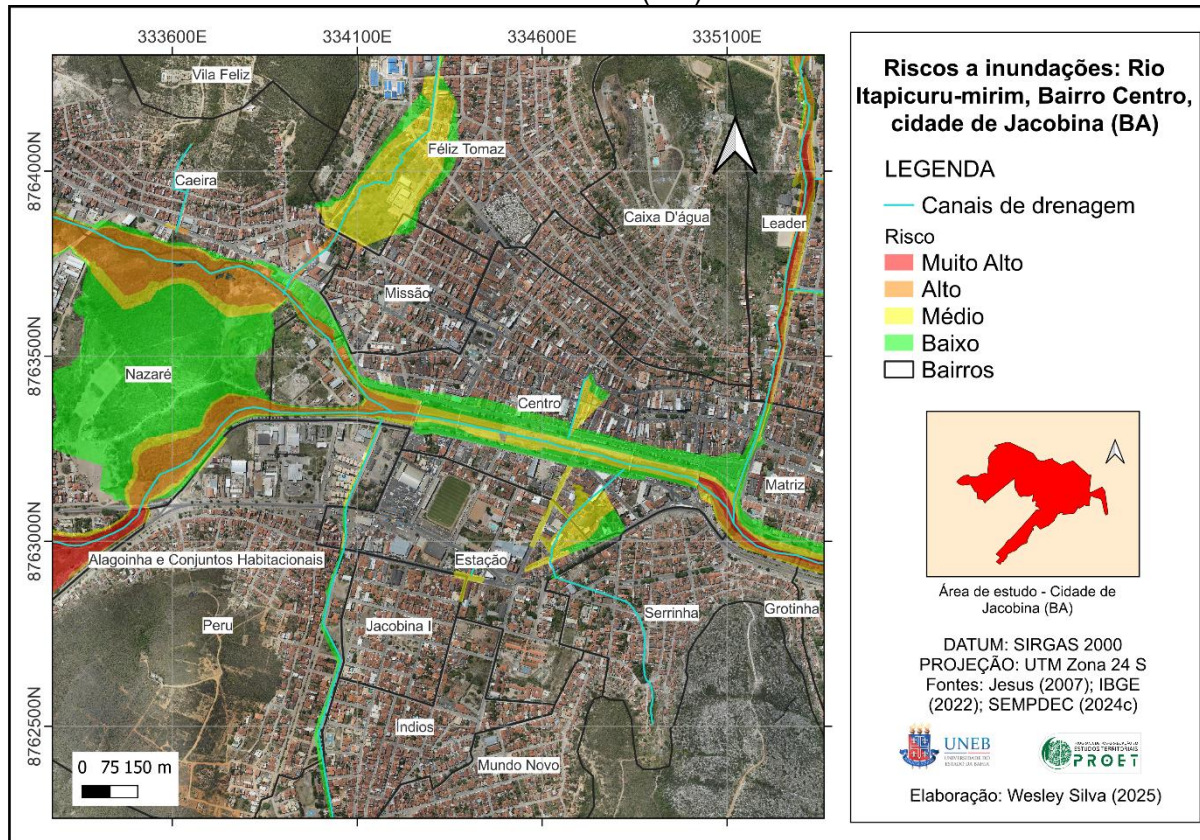


Fonte: Adaptado de JACOBINA (2006).

O parque urbano atuaria como zona de amortecimento de inundações, instrumento de contenção da especulação imobiliária e espaço de lazer para os moradores da cidade (JACOBINA, 2006). No entanto, a medida não foi implementada, o que contribuiu para a instabilidade ambiental, sobretudo diante da continuidade do processo de expansão urbana no Bairro Nazaré e demais áreas centrais da cidade de Jacobina.

Pontua-se que a ocupação à montante do Rio Catuaba pode induzir inundações à jusante, especialmente, em áreas de urbanização consolidada. Nesse cenário, áreas densamente povoadas nas adjacências à Avenida Paulo Souto, Bairro Centro (Figura 53) e Bairro da Bananeira tendem a ser cada vez mais impactadas com os eventos extremos. Embora o desastre de 2001 tenha ocorrido sob condições de pré-urbanas do Bairro Nazaré, o redesenho hidrológico pode induzir novas deflagrações. Desse modo, o estreitamento e urbanização do rio prenuncia desastres hidrometeorológicos.

Figura 53 - Riscos a inundações: Rio Itapicuru-mirim, Bairro Centro, cidade de Jacobina (BA).

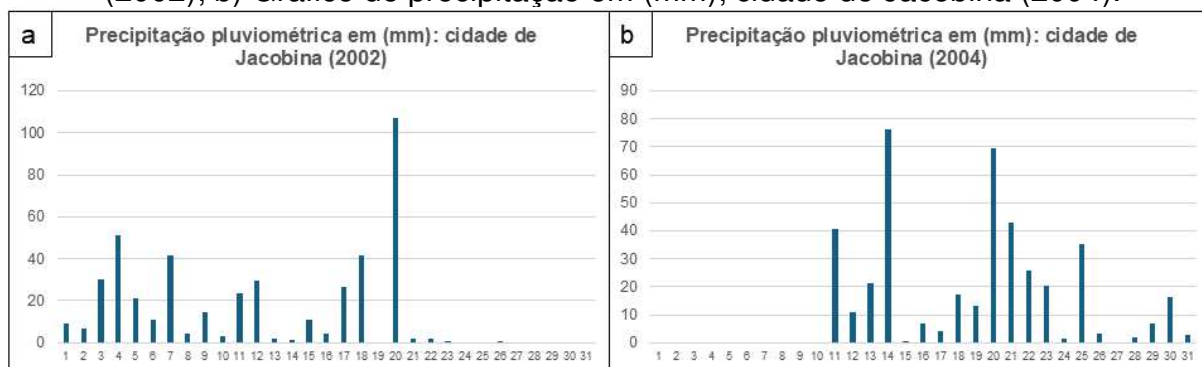


Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Verifica-se que os riscos de inundações na zona central da cidade variam de baixo a muito alto. A saber, trata-se de áreas ambientalmente frágeis e que já enfrentou desastres provocados por inundações tanto no século XX quanto neste século. Destacam-se, nesse contexto, cinco episódios registrados de transbordamento do Rio Itapicuru-mirim, ocorridos nos anos de 1974, 1980, 1994, 2002 e 2004 (Marinho; Góes; Baitz, 2021).

No que diz respeito a condições ambientais mais recentes, registrou-se um acumulado de 444 mm de chuvas no mês de janeiro de 2002 e de 417,7 mm em janeiro de 2004 (Figura 54). Esse volume expressivo de entradas de matéria e energia superou a capacidade de suporte do Rio Itapicuru-mirim, resultando em extravasamentos hídricos.

Figura 54 - Gráfico de precipitação pluviométrica em (mm): cidade de Jacobina (2002); b) Gráfico de precipitação em (mm); cidade de Jacobina (2004).



Fonte: INMET (2002, 2004).

Marinho, Góes e Baitz (2021) classificaram as inundações de 2002 e 2004 como bruscas, em função do rápido aumento do nível das águas no sistema fluvial. No desastre de 2002, o pico diário de precipitação foi de 107,2 mm registrado em 20/01, enquanto, em 2004, a máxima foi de 76,4 mm em 14/01. Esses eventos extremos, aliados ao volume acumulado de chuvas, aceleraram as vazões do Rio Itapicuru-mirim e elevaram a lâmina d'água até o limiar de extravasamento (aproximadamente 4 metros).

Por se tratar de uma área de relevo plano, porções do bairro Centro, como as avenidas Orlando Oliveira Pires, Lomanto Júnior e João Fraga Brandão, também apresentam suscetibilidade a alagamentos. Desse modo, algumas áreas classificadas como de risco a inundações tornam-se potencialmente alagáveis devido a deficiências nos sistemas de macro e microdrenagem urbana. Nesse contexto, mesmo sem o

transbordamento do Rio Itapicuru-mirim, podem ocorrer impactos nas suas planícies (Figura 55).

Figura 55 - Alagamento na Avenida Lomanto Júnior: cidade de Jacobina, 24 de novembro de 2022; b) Alagamento na Avenida João Fraga Brandão: cidade de Jacobina, 11 de janeiro de 2025.



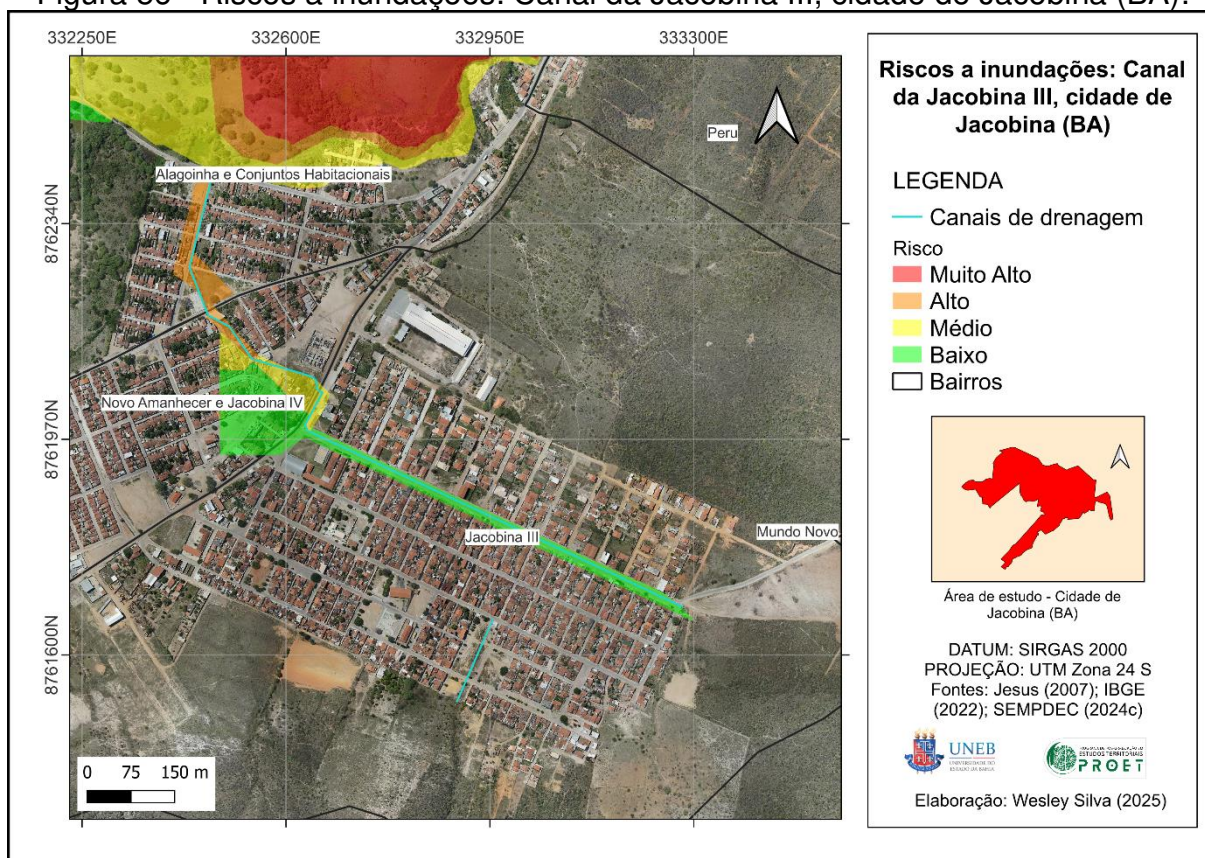
Fonte: Jacobina Notícias, 2022.

Pontua-se, dessa forma, que os riscos hidrológicos estão inter-relacionados na cidade de Jacobina. As áreas que são suscetíveis a inundações, muitas vezes, são também propensas a alagamentos e enxurradas. Além disso, há uma vinculação entre as áreas de riscos em encostas e as áreas de riscos hidrológicos, visto que a erosão, caracterizada pela desagregação, transporte e deposição, contribui para o assoreamento dos rios urbanos da cidade de Jacobina. Esse processo reduz a profundidade dos canais e, conseqüentemente, compromete sua capacidade de escoamento, aumentando a probabilidade de inundação.

Este contexto se aplica ao Rio do Ouro, Rio Itapicuru-mirim, Rio Catuaba, Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior, Canal Grotnha – Rio Itapicuru, Canal Riacho Serra Dourada, Canal da Bananeira, Canal da Santa Inácio, Canal Riacho do Judeu, Canal Morro do Ouro, Canal Mundo Novo, Canal Jacobina III, entre outros canais de 1ª ordem que drenam a cidade de Jacobina. Dessa forma, os processos de expansão urbana para as encostas podem acentuar os riscos a inundações, tendo em vista à exposição do solo e a propensão às erosões nas serras e morros residuais.

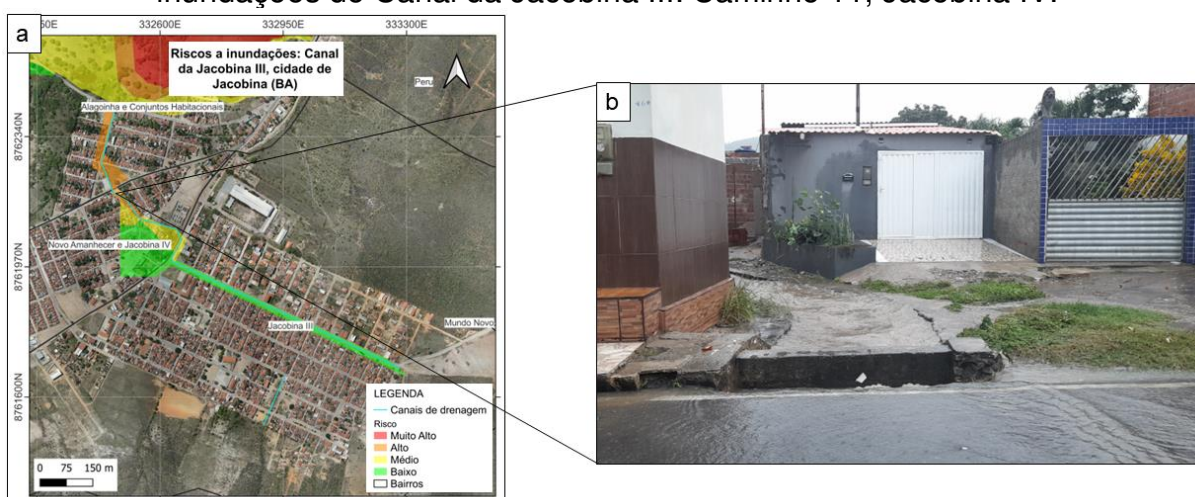
A título de exemplo, aponta-se que o Canal da Jacobina III apresenta baixo risco a inundações na atualidade (Figura 56), entretanto, a expansão urbana à montante tende a elevar o risco a inundações no Bairro Jacobina III e Jacobina IV (Figura 57).

Figura 56 - Riscos a inundações: Canal da Jacobina III, cidade de Jacobina (BA).



Fonte: Jesus (2007); IBGE (2022); SEMPDEC (2024c). Elaboração: o autor, 2025.

Figura 57 - a) Riscos a inundações: Canal da Jacobina III; b) Área de alto risco a inundações do Canal da Jacobina III: Caminho 11, Jacobina IV.



Fonte: o autor, 2025.

Em termos de prognósticos, aponta-se que o uso e ocupação da terra a montante do canal tende a provocar não apenas maior deposição de sedimentos no seu interior, como também o aumento do escoamento superficial direcionado ao canal.

Desse modo, áreas que já são consideradas de alto risco no Bairro Jacobina IV, possivelmente, sofrerão com os prejuízos resultantes dos excedentes hídricos.

Por fim, destaca-se que os resultados desta dissertação corroboram com estudos anteriores de predição. Nesse sentido, Jesus (2007) identificou, mediante simulação de inundações com imagens CBERS, DEM SRTM e levantamentos GPS, que as áreas com baixas inclinações são constantemente alteradas pela expansão urbana na cidade de Jacobina, gerando exposição às inundações do Rio Itapicuru-mirim. Além disso, o autor evidenciou que a ocupação das áreas de maior declividade promove problemas hidrológicos nas várzeas, visto que toda a drenagem converge para os vales drenados pelos rios urbanos.

A CPRM (2014), por sua vez, realizou o mapeamento das áreas de riscos a enchentes e inundações na cidade de Jacobina. Os dados vetoriais e o relatório indicaram uso e ocupação da terra em áreas propensas aos extravasamentos hídricos do Rio Itapicuru-mirim, Rio Catuaba e Rio do Ouro, sugerindo a necessidade de um plano de macrodrenagem visando mitigar os riscos de desastres. Trata-se de mais uma camada de contribuição, uma vez que áreas como o Bairro Centro, Bairro Nazaré, Bairro da Bananeira, entre outros, também são identificadas como de risco a inundações.

Resultados semelhantes para a área de estudo foram obtidos por Novais (2019). O autor analisou o desastre hidrometeorológico ocorrido em dezembro de 2018, na cidade de Jacobina, e observou que a área urbana está encaixada em fundos de vale, apresentando um processo contínuo de ocupação das encostas. Essa dinâmica antrópica favorece o extravasamento das águas, em virtude da impermeabilização do solo e do aumento do escoamento superficial direcionado aos canais durante os períodos chuvosos. Novais (2019) identificou que o desastre, classificado como enxurrada, esteve relacionado à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que intensificou os índices pluviométricos no mês de dezembro, provocando a elevação do nível do Rio do Ouro e, conseqüentemente, danos materiais e ambientais ao Bairro do Leader.

Outro trabalho que apresentou resultados similares aos desta dissertação foi desenvolvido por Marinho, Góes e Baitz (2021). As autoras analisaram a relação entre as alterações fluviais e os eventos de inundação do Rio Itapicuru-mirim no perímetro urbano da cidade de Jacobina. Os resultados demonstraram que as medidas estruturais implementadas no rio urbano não foram suficientes para conter as

inundações, registrando-se cinco episódios de transbordamento hídrico entre 1974 e 2004. Tais medidas mostraram-se paliativas, pois, associadas a elevados índices pluviométricos, acabam por intensificar as vazões e potencializar as chances de inundações, sobretudo em trechos assoreados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atualidade, a estabilidade ambiental tem sido comprometida, principalmente, pelo uso e ocupação da terra em áreas suscetíveis a eventos extremos. Nessa perspectiva, os processos de urbanização figuram como catalizadores de riscos, uma vez que alteram as condições geossistêmicas e promovem as vulnerabilidades da população aos desastres. Assim, realizou-se o zoneamento cartográfico das áreas de riscos a inundações na cidade de Jacobina, integrando suscetibilidades aos extravasamentos hídricos e as vulnerabilidades da população.

Com base nos resultados, aponta-se que a área de estudo detém uma rede de drenagem disposta nos vales das Unidades Geomorfológicas Serra de Jacobina e Patamar do Médio Rio Paraguaçu. Nesse cenário, destaca-se que alguns rios urbanos nascem no perímetro da cidade de Jacobina, a exemplo do Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior que tem sua nascente no Bairro da Serrinha. Afirma-se que estas condições geossistêmicas condicionam a formação de áreas propensas às inundações.

Com base no mapeamento de suscetibilidade a inundações, foi possível identificar as zonas mais propensas aos extravasamentos hídricos na cidade de Jacobina. Indica-se que as áreas de natureza aplainada da Unidade Geomorfológica Médio Rio Paraguaçu são as mais suscetíveis, tendo em vista a extensão das várzeas do Rio Catuaba e Rio Itapicuru-mirim. Nesse cenário, bairros como Catuaba, Jacobina II e Nazaré apresentam amplas planícies inundáveis do Rio Catuaba, variando de baixa a muito alta suscetibilidade. O Bairro Nazaré também pode ser atingido por inundações do Rio Itapicuru-mirim, conferindo a esta zona da cidade problemas acentuados ligados a excedentes hídricos.

Nos vales da Serra de Jacobina, identificaram-se chances de inundação do Rio Itapicuru-mirim nos bairros Centro, Matriz e Bananeira. No bairro Leader, por sua vez, observa-se a possibilidade de extravasamento do Rio do Ouro. Embora ambos os canais tenham passado por medidas estruturais ao longo do século XX, pontua-se que intervenções não foram suficientes para eliminar completamente as inundações, considerando que o Rio Itapicuru-mirim extravasou cinco vezes entre 1974 e 2004, e o Rio do Ouro registrou transbordamentos mais recentes, nos anos de 2018 e 2019.

Além disso, os rios urbanos, muitas vezes percebidos como efluentes, também apresentam suscetibilidades a inundações na cidade Jacobina. Nesse sentido, o Canal da Grotinha – Rio Itapicuru, Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior e o Canal Morro do Ouro são os mais críticos tendo em vista os recorrentes processos de inundação e os danos causados à cidade de Jacobina.

No que se refere à vulnerabilidade da população, foi possível verificar variações espaciais e socioeconômicas que potencializam os desastres por inundações na cidade de Jacobina. A partir das dimensões resiliência (estrutura etária e alfabetização) e infraestrutura (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo), constatou-se que a cidade de Jacobina é caracterizada pelos processos de desigualdade e segregação socioespacial. Destaca-se que estas contradições são refletidas na localização das moradias, sendo que as áreas centrais da cidade apresentam os menores índices de vulnerabilidade, enquanto bairros periféricos, de um modo geral, apresentam as maiores chances de perda diante dos desastres.

Reitera-se que não foi adotada a variável renda para a análise da vulnerabilidade, uma vez que não consta nos Resultados do Universo publicados pelo IBGE. Assim, aponta-se que a publicação desses dados alfanuméricos gerados pelo Censo Demográfico de 2022, é fundamental para futuras atualizações do Índice de Vulnerabilidade e dos mapeamentos de riscos. Destaca-se, todavia, que a ausência deste dado não invalida a classificação da vulnerabilidade, uma vez que variáveis de alfabetização, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo refletem não apenas problemas ligados à escolaridade e à oferta de serviços públicos, mas também dinâmicas políticas e econômicas do território urbano.

Acerca dos territórios de riscos, constatou-se que as áreas periféricas e/ou em processo de urbanização apresentam as maiores chances de desastres por inundações na cidade de Jacobina. Além da propensão natural à ocorrência dos extravasamentos hídricos, a presença de grupos vulneráveis, como crianças e idosos, problemas com analfabetismo, limitações nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, elevam as possibilidades de desastres nessas áreas. Bairros como Catuaba, Nazaré, Grotinha e Bananeira são exemplos das dinâmicas contraditórias entre sociedade e natureza, que estabelecem riscos a inundações em razão do uso e ocupação da terra em áreas de várzeas.

Em termos causais, verificou-se que as condições hidrólogo-geomorfológicas atreladas aos *inputs* pluviométricos são as principais causas dos desastres por

inundações na cidade de Jacobina. Além disso, processos de uso e ocupação da terra à montante dos canais, impermeabilização, retificação e retirada da mata ciliar dos rios urbanos também são fundamentais para a deflagração dos desastres hidrológicos.

Ademais, constatou-se que canais impermeabilizados são também propensos a inundações, estabelecendo riscos variados à população. Pontua-se que foi necessário um acumulado de apenas 8,5 mm de chuva para que o Canal Duque de Caxias – Lomanto Júnior extravasasse em janeiro de 2025, causando danos à Rua Duque de Caxias. Desse modo, aponta-se que a antropização das dinâmicas geossistêmicas elevam os riscos a inundações na cidade de Jacobina.

Foi possível verificar que os efeitos das inundações também são variados. Com base nas informações disponibilizadas pela Defesa Civil, indica-se algumas consequências dos desastres ocorridos na cidade de Jacobina: mortes, desabrigados, desalojados, desaparecidos, danos estruturais a unidades habitacionais, prejuízos a instalações públicas de ensino, gastos com obras de infraestrutura e sistema de limpeza urbana, poluição e contaminação das águas, etc. Em termos econômicos públicos e privados, constatou-se que os prejuízos são de milhões de reais apenas neste século.

Levando-se em conta as suscetibilidades à ocorrência de inundações e o uso e ocupação da terra que confere vulnerabilidade aos desastres na cidade de Jacobina, é fundamental a adoção de medidas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, conforme estabelece a Lei nº 12.608/12 (BRASIL, 2012). Nesse contexto, propõe-se para da cidade de Jacobina:

a) Revisão do Plano Diretor de Jacobina, que está desatualizado desde 2016, conforme os termos do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). Essa atualização deve compreender uma nova delimitação da área urbana, a implantação de um sistema de acompanhamento e controle do uso e ocupação da terra, além da realização de mapeamentos de riscos, entre outras ações.

b) Aprimoramento da política de armazenamento de dados, evitando perdas de informações após mudanças de servidores públicos na Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil;

c) Monitoramento contínuo das áreas de risco e das zonas de expansão urbana, com o objetivo de impedir o uso e a ocupação de planícies de inundação e encostas, evitando, assim, a formação de novos territórios de risco.

d) Planejamento de ações de educação ambiental e educação para o risco, envolvendo as comunidades vulneráveis, a fim de mitigar os riscos de desastres.

e) Garantia integral de serviços de infraestrutura, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, visando reduzir a vulnerabilidade da população a desastres e a doenças causadas por contaminação hídrica;

f) Elaboração do Plano de Contingência que contemple a organização de abrigos para assistência à população atingida por desastres;

g) Manutenção e limpeza regular da drenagem pluvial e dos rios urbanos, a fim de evitar processos de entupimento e assoreamento da macro e microdrenagem;

h) Atualização sistemática do mapeamento do risco a inundações em função da dinâmica de ocupação, requerendo, portanto, constantes atualizações dos dados como condição necessária à utilização em anos consecutivos.

Destaca-se que os resultados desta pesquisa, assim como as propostas de gestão de riscos e gerenciamento de desastres a inundações, não são imutáveis, requerendo atualizações periódicas em razão das constantes mudanças do sistema ambiental e, conseqüentemente, das suscetibilidades, vulnerabilidades e riscos. Além disso, o zoneamento de riscos estabelecido não anuncia ocorrência de futuras inundações, tampouco aponta impossibilidades de inundações em áreas não mapeadas. Todavia, diante dos dados coletados e dos produtos gerados, evidencia-se tendências plausíveis de desastres por inundações em diversas áreas da cidade de Jacobina.

Por fim, depreende-se que o desequilíbrio nas relações físico-naturais e socioeconômicas estabelece territórios de riscos a inundações na cidade de Jacobina. Desse modo, as suscetibilidades naturais atreladas às disparidades socioespaciais são as gêneses dos desastres, resultando, muitas vezes, em danos humanos, materiais e ambientais. Assim, os resultados desta pesquisa são fundamentais para a gestão de riscos e gerenciamento de desastres, evidenciando a urgência da aplicação de dados e informações científicas no contexto das políticas de ordenamento territorial e planejamento ambiental, visando mitigar riscos a inundações na cidade de Jacobina.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Nível 2 de Sub-bacias do Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2006. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/6141f37f-f15d-42e7-8495-ae9ddad0846f/attachments/GEOFT_PNRH_SUB2.zip>. Acesso em: 31 dez. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2013**. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/files/7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5/geoft_bho_trechodrenagem.zip>. Acesso em: 31 dez. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Codificação de bacias hidrográficas pelo método de Otto Pfafstetter**. Brasília: ANA, 2017.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidade socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. f. 278. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: UNESP, 2010.
- ALVES, F. D.; FERREIRA, E. R. **Panorama dos métodos e técnicas em Geografia Humana**: retrospectiva e tendências. Encontro de geógrafos da América Latina, 2010.
- ALVES, I. S. V. **Território, vulnerabilidade social e resiliência frente aos desastres**: uma análise nos municípios de Petrópolis e Teresópolis (RJ). f. 300. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas: UNICAMP, 2025.
- ALVES, M. E. P.; FAN, F. M.; PAIVA, R. C. D. de; SIQUEIRA, V. A.; FLEISCHMANN, A. S.; BRÊDA, J. P.; LAIPEK, L.; ARAÚJO, A. A. Assessing the capacity of large-scale hydrologic-hydrodynamic models for mapping flood hazard in southern Brazil. **RBRH**, Porto Alegre, v. 27, e9, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220220009>>. Acesso em: 23 mar. 2025.
- AMARAL, R. do.; ROSS, J. L. S. A legislação e a gestão para redução de riscos relacionados a inundações no município de São Paulo/SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.32, p.525-538, 2020.
- AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.13, n.41, 2012. p. 80-101.
- AMORIM, R. R.; ALVES, I. S. V.; MAGDALENA, U. R. As inundações numa perspectiva geográfica: O fenômeno físico e suas implicações na sociedade. In: AMORIM, R. R.; PEREZ FILHO, A.; FERREIRA, M. C. (Orgs.). **Geografia**: conceitos, teorias, métodos e aplicações na perspectiva ambiental. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2024. p. 39-64.

AMORIM, R. R.; ALVES, I. S. V.; MAGDALENA, U. R. Vulnerabilidade social: uma metodologia de matriz de dados geográficos no município de Petrópolis, Rio de Janeiro. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n.45, e77950, 2024.

ARAÚJO, J. G. **Expansão urbana no distrito sede do município de Jacobina, Bahia, no período de 1969 a 2008**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador: UFBA, 2013.

ARAÚJO, J. G.; HADLICH, G. M.; PEREIRA, H. C. A. Expansão urbana de Jacobina, Bahia, no período de 1969 a 2008. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2013.

AUGUSTO URGENTE. **Cidadão pede intervenções para minimizar transtornos com chuvas na Rua Duque de Caxias em Jacobina**. 2024a. Disponível em: <<https://www.augustourgente.com.br/2024/02/silvio-santos-agudada-intervencoes-para.html>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

AUGUSTO URGENTE. **Moradores de Jacobina II fecham avenida em protesto contra inundações**. 2024b. Disponível em: <<https://www.augustourgente.com.br/2024/02/moradores-de-jacobina-ii-fecham-avenida.html>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

ÁVILA, L. O. de. **Vulnerabilidade das áreas sob ameaças de desastres naturais na cidade de Santa Maria/RS**. f. 250. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

BARBOSA, L. J. O ordenamento territorial urbano na era da acumulação globalizada. In: SANTOS, M. *et al.* (Orgs.). **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. ed. 3. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011. p.125-144.

BECK, U. **Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade**. Tradução de Sebastião Nascimento. ed. 2. São Paulo: Editora 34, 2011. p. 384.

BEZERRA, J. A. Rede Urbana Interiorizada: novas conformações do Território no Nordeste Brasileiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.32. p.392-403, 2020.

BITAR, O. Y. *et al.* **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações – 1:25:000**: nota técnica explicativa. São Paulo: IPT; Brasília: CPRM, 2014. p. 42.

BORTOLUZZI, L. N. **Vulnerabilidade socioambiental em áreas de fundo de vale na cidade de Foz do Iguaçu – Paraná**. f. 278. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente: UNESP, 2022.

BOTTOMS, B.; ARBIT, J.; LEWIS, E.; YOUNG JR., A. Towards urban place-based resilience modeling: Mixed methods for a flood resilience assessment index. **EPB: Urban Analytics and City Science**, v. 51, n. 7, p. 1563-1580, 2024. Disponível em: <[10.1177/23998083241243104](https://doi.org/10.1177/23998083241243104)>. Acesso em: 25 mar. 2025.

BRASIL. **LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001**. 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRASIL. **LEI Nº 12.608, DE 10 DE ABRIL DE 2012**. 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. 2012b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 27 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023.

BRAZIL, J. L. S. **Eventos pluviiais extremos e risco de inundações na cidade de Aracaju/SE**. f. 108. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2016.

BUCOGEN, G. G. B.; PICCOLO, M. C.; BOHN, V. Y. Estimación de la susceptibilidad a inundaciones en la cuenca inferior de rio negro, Argentina. **Finisterra**, LVI (118), 2021, p. 51-70.

BULLEN, J.; MILES, A. Exploring local perspectives on flood risk: A participatory GIS approach for bridging the gap between modelled and perceived flood risk zones. **Applied Geography**, v. 163, 2024.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C.M.B.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: SBC/X Escola de Computação, 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE. 2001, p. 345.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 2013.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; IPT, 2007. p. 176.

CASSETI, V. Proposta de metodologia para elaboração de carta de risco. **Boletim Goiano de Geografia**, 15, p. 81-88, jan./dez., 1995.

CEMADEN. **Dados pluviométricos**. Brasília: CEMADEN, 2018-2025.

COELHO NETO, A. S. Componentes definidores do conceito de território: a multiescalaridade, a multidimensionalidade e a relação espaço-poder. **GEOgraphia**, v. 15, n. 29, p. 23-52, 4 out. 2013.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989. p. 94.

CORRÊA, R. L. Repensando a Teoria das Localidades Centrais. In: CORRÊA, R. L. **Trajetórias Geográficas**. ed. 2. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 15-40.

COSTA, F. H. L. **Estudo da suscetibilidade a inundações na bacia hidrográfica do Rio Alcântara (RJ)**: subsídios ao desenvolvimento de metodologias para avaliação de enchentes urbanas. f. 201. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Educação e Humanidades, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. São Gonçalo: UERJ, 2017.

COSTA, H. R. de O. C.; MIYAZAKI, L. C. P. Análise preliminar dos dados pluviométricos e caracterização das áreas de risco à enchente, inundação e alagamento na cidade de Capinópolis/MG. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 46-67, set.-dez., 2015.

CHAVES, S. V. V. **Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro: UNESP, 2015.

CHAVES, S. V. V.; SANTOS, F. de A. dos S.; SANTOS, L. P. dos; VIEIRA, V. de C. B. V.; DANTAS, F. R. Vulnerabilidade social da cidade de Teresina, Piauí. **Revista de Geociências do Nordeste**, Caicó, v.8, n.2, (Jul-Dez) p.13-27, 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. ed. 2. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. ed. 11. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

CPRM. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa**. SOUZA, J. L. M.; DIAS, R. P. (org.). Jacobina: CPRM, 2014.

CPRM. **Áreas de relevante interesse mineral – integração geológica e avaliação do potencial metalogenético da Serra de Jacobina e do Greenstone Belt Mundo Novo**. Salvador: CPRM, 2021.

CPRM. **Integração Geológica e Avaliação do Potencial Metalogenético da Serra de Jacobina e Sequências Metavulcanossedimentares do Greenstone Belt Mundo Novo (ARIM Serra de Jacobina)**. Salvador: CPRM, 2022.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais** [online], 93. 2011.

DARABI, H. *et al.* Urban flood risk mapping using data-driven geospatial techniques for a flood-prone case area in Iran. **Hydrology Research**, 51.1, 2020.

DESTEFANI, E. V. **Desastres naturais na área urbana de Paranavaí (PR): análise dos alagamentos e da vulnerabilidade socioambiental.** f. 206. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Maringá: UEM, 2022.

DRUCK, S. *et al.* **Análise Espacial de Dados Geográficos.** Brasília: EMBRAPA, 2004.

FERREIRA, M. C. Considerações teórico-metodológicas sobre as origens e a inserção do Sistema de Informação Geográfica na Geografia. In: VITTE, A. C. **Contribuições à História e à Epistemologia da Geografia.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** ed. 3. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002.

FONSECA, V. S.; PINTO, D. B. F.; FERRAZ, C. M. L.; ALMEIDA, I. C. C.; BRITO, A. F. Mapeamento de áreas de risco a inundações na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Caladão – Coronel Fabriciano/MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 23, n. p. 205–224, 86 abr./2022.

FRANCO, G. B. Fragilidade Ambiental: Subsídio ao planejamento e à gestão de bacia hidrográfica. In: COELHO NETO, A. S.; MUNIZ FILHO, A. GOMES SOBRINHO, L. **Miradas Territoriais: Horizontes teórico-metodológicos.** Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2022. p. 23-46.

FRANCO, G. B.; AMORIM, R. R. A abordagem sistêmica e o espaço urbano. In: COELHO NETO, A. S.; FRANCO, G. B.; RIOS, R. B. **Estudos territoriais: perspectivas urbanas e regionais.** Salvador: EDUFBA, 2023. p. 209-232.

FREIMAN, F. P.; CARVALHO, C. de O. Modelagem espacial de áreas suscetíveis a inundações em um modelo multicritério híbrido e Sistema de Informação Geográfica: um estudo de caso aplicado a bacia do Rio Bengalas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.03, p. 1145-1161, 2020.

FREITAS, R. B. **Estudo e cadastro de áreas de risco de inundação na área urbana do município de Restinga Sêca-RS.** f. 133. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: UFSM, 2017.

FREITAS, R. B.; ROBAINA, L. E. de S. R. Estudo e cadastro de zonas de risco de inundação na área urbana do município de Restinga Sêca-RS. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 37, n. 3, p. 85-104, 2019.

FURLAN, A.; MURARA, P. Análise de risco a partir do setor censitário na área urbana de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, n.º 13, p. 149-173, jun. 2018.

G1. **VÍDEO:** Fortes chuvas alagam cidades baianas; rio transbordou em Jacobina e água invadiu casas. 2019a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/04/02/video-fortes-chuvas-alagam-cidades-baianas-rio-transbordou-em-jacobina-e-agua-invadiu-ruas.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

G1. **Chuva causa queda de pontes, desabamentos parciais de imóveis e suspensão de aulas em Jacobina.** 2019b. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/04/03/chuva-causa-queda-de-pontes-desabamentos-parcial-de-imoveis-e-suspensao-de-aulas-em-jacobina.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

G1. **Chove o esperado para o mês inteiro em Jacobina apenas na quinta-feira.** 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/videos-bahia-meio-dia/video/chove-o-esperado-para-o-mes-inteiro-em-jacobina-apenas-na-quinta-feira-11097052.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

G1. **Prefeitura de Jacobina decreta situação de emergência por causa das chuvas.** 2023a. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2023/01/04/prefeitura-de-jacobina-decreta-situacao-de-emergencia-por-causa-das-chuvas.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

G1. **Chuva causa transtorno em Jacobina.** 2023b. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/videos-jornal-da-manha/video/chuva-causa-transtorno-em-jacobina-11465783.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

G1. **Previsão do tempo:** moradores ficam assustados com forte chuva que atingiu Jacobina. 2025. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/videos-batv/video/previsao-do-tempo-moradores-ficam-assustados-com-forte-chuva-que-atingiu-jacobina-7383155.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GOERL, R. F.; MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M. Mapeamento de áreas susceptíveis a inundação com o modelo HAND e análise do seu desempenho em diferentes resoluções espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, p. 61-69, 2017.

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

GOOGLE. **Google Satellite.** 2023. Disponível em: Quick Map Services no QGIS. Resolução de 5 metros. Acesso em: 9 jul. 2024.

GOUVEIA, M.; LOURENÇO, L. Risco de inundações urbanas em Mirandela e o ordenamento do seu território como forma de prevenção. **Territorium**, Coimbra, v. 24, p. 249-256, 2017.

HINOJOS, S.; McPHILLIPS, L.; STEMPEL, P.; GRADY, C. Social and environmental vulnerability to flooding: Investigating cross-scale hypotheses. **Applied Geography**, v. 157, p. 103017, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103017>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

IBEANU, Chima; NEJAD, G. Mazyar; GHASEMI, Matina. Developing Effective Project Management Strategy for Urban Flood Disaster Prevention Project in Edo State Capital, Nigeria. **Urban Science**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 37, 30 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2413-8851/7/2/37>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. **Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 28 jun. 2024.

BGE. **Geomorfologia**. In: IBGE. BDIA: banco de dados e informações ambientais. Rio de Janeiro, 2021b.

BGE. **Pedologia**. In: IBGE. BDIA: banco de dados e informações ambientais. Rio de Janeiro, 2021c.

IBGE. **Malhas territoriais**. Rio de Janeiro, IBGE: 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 09 jul. 2024.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: Malha de Setores Censitários**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024a.

IBGE. **Censo 2022 - Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024b. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html>>. Acesso em: 31 dez. 2024.

INMET. **Dados pluviométricos**. Brasília: INMET, 1961-2023.

INPE; CEMADEN. **HAND MODEL: A new look over the landscape**. Versão 1.0. Brasília: INPE; CEMADEN, 2011. Software.

JACOBINA (Município). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Jacobina: 3º Relatório Preliminar – Quando Físico – Ambiental Infra – Estrutura/Equipamentos Urbanos Quadro Institucional**. Jacobina: UFC, 1999.

JACOBINA (Município). Lei Nº 625, de 20 de março de 2003. Institui o Código Municipal do Meio Ambiente de Jacobina e dá outras providências. **Legislação Municipal de Jacobina/BA**, 2003. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/codigo-municipal-do-meio-ambiente-jacobina-ba>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

JACOBINA (Município). Lei n.º 788, de 18 de outubro de 2006. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Jacobina e dá outras providências. **Legislação Municipal de Jacobina/BA**, 2006. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-jacobina-ba>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

JACOBINA (Município). Lei Orgânica do Município de Jacobina. **Legislação Municipal de Jacobina/BA**, 2008. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/lei-organica-jacobina-ba#:~:text=Das%20Disposi%C3%A7%C3%B5es%20Preliminares,Art.,e%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o%20do%20Estado.>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

JACOBINA (Município). **Ortofoto de Jacobina**. Jacobina: UFV, 2018.

JACOBINA (Município). Lei N° 1957 de 05 de abril de 2023. **Legislação Municipal de Jacobina/BA**, 2023. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/ba/j/jacobina/lei-ordinaria/2023/196/1957/lei-ordinaria-n-1957-2023-institui-a-secretaria-municipal-de-protecao-e-defesa-civil-modificando-a-estrutura-administrativa-instituida-pela-lei-n-1117-2013-bem-como-altera-a-lei-n-1228-2013-para-prever-a-criacao-de-cargos-vinculados-a-esta-secretaria-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 04 maio 2025.

JACOBINA (Município). Lei N° 2.073, de 02 de dezembro de 2024. **Legislação Municipal de Jacobina/BA**, 2024. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/ba/j/jacobina/lei-ordinaria/2024/208/2073/lei-ordinaria-n-2073-2024-dispoe-sobre-a-criacao-da-base-oficial-de-logradouros-a-delimitacao-e-denominacao-dos-bairros-do-municipio-de-jacobina-estado-da-bahia-na-forma-que-indica-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 21 abr. 2025.

JACOBINA NOTÍCIAS. **Temporal alaga ruas, arrasta carros e causa prejuízos em Jacobina**. 2018. Disponível em:

<https://www.jacobinanoticia.com.br/2018/12/temporal-alaga-ruas-arrasta-carros-e.html#google_vignette>. Acesso em: 25 jun. 2025.

JACOBINA NOTÍCIAS. **Prefeituras de Jacobina e Lençóis decretam situação de emergência**. 2019. Disponível em:

<https://www.jacobinanoticia.com.br/2019/04/prefeituras-de-jacobina-e-lencois.html#google_vignette>. Acesso em: 25 jun. 2025.

JACOBINA NOTÍCIAS. **Chuva alaga ruas e causa transtornos em Jacobina; casas e lojas são invadidas**. 2022. Disponível em:

<https://www.jacobinanoticia.com.br/2022/11/chuva-alaga-ruas-e-causa-transtornos-em.html#google_vignette>. Acesso em: 27 jun. 2025.

JESUS, J. A. de. Simulação de inundações urbanas com imagens CBERS, DEM SRTM e levantamentos GPS – Estudo de caso na cidade de Jacobina, Ba. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2007. p. 929-937.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologias e Teorias. In: GUERRA, A. J. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-145.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. A bacia hidrográfica: compreendendo o rio para entender a dinâmica das enchentes e inundações. In: CARDDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geografia e os riscos socioambientais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 25-51.

KOSTOPOULOU, T.; PAPAGEORGIU, M. Spatial planning in the face of natural and technological disasters: a literature review. **European Planning Studies**, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09654313.2025.2452953>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

KOMOLAFE, A. A.; AWE, B. S.; OLORUNFEMI, I. E.; OGUNTUNDE, P. G. Modelling flood-prone area and vulnerability using integration of multi-criteria analysis and HAND model in the Ogun River Basin, Nigeria. **Hydrological Sciences Journal**, v. 65, n. 10, p. 1766-1783, 2020.

LEFEBVE, H. **O direito à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001. p. 145.

LIMA, J. da S. **O sentido geográfico da identidade**: matafenomenologia da alteridade Payayá. f. 254. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2019.

LOPES, C. B. M.; DOURADO, F.; SOUZA, L. S. de. Mapeamento do perigo de inundação em bacia urbana com poucos dados hidrológicos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 24, n. 92 abr./2023 p. 226–246.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.). **Conceitos de Bacias Hidrográficas**: Teorias e Aplicações. Ilhéus: Editus, 2002. p. 36-65.

LOURENÇO, L.; ALMEIDA, A. B. Alguns conceitos à luz da teoria do risco. In: LOURENÇO, L.; AMARO, A. (org.). **Riscos e crises**: da teoria à plena manifestação. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2018. p. 17-78.

MAIS POLÍTICA. **Jacobina registra fortes chuvas com desabamento de residência, sem vítimas; veja imagens e vídeos**. 2024. Disponível em: <<https://maispolitica.com.br/2024/02/22/jacobina-registra-fortes-chuvas-com-desabamento-de-residencia-sem-vitimas-veja-imagens-e-videos/>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomias – Coleção beta da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/sentinel/lcluc/coverage/brasil_sentinel_coverage_2022.tif>. Acesso em: 24 jan. 2024.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006.

MARANDOLA JR., E. **Habitar em risco**: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. ed. 5. São Paulo: Atlas, 2003.

MARINHO, N. S. **Identificação de eventos de inundação do rio Itapicuru Mirim no perímetro urbano de Jacobina, Bahia (1974 – 2004)**. TCC (Graduação em Geografia) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas, 2018. p. 58.

MARINHO, N. S.; GÓES, L. M.; BAITZ, E. O. F. Identificação de eventos de inundação do rio Itapicuru Mirim no perímetro urbano de Jacobina – BA (1974 – 2004). **Rlahige**, Ilhéus, v. 1, n. 1. p. 201-225, out. 2021.

MARINHO, R. R.; SILVA, E. C. M. Análise morfométrica de áreas afetadas por inundação urbana em Manaus (AM). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 59 Set/2016, p. 162–176.

MARQUES FILHO, J. da P.; SILVA, M. L. S.; COSTA, V. C. da. Metodologia para pré-processamento de modelos digitais de elevação. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo (RJ), v. 21, n. 1, págs. 201-2017, jan-jun. 2025.

MARTINELLI, M. **Cartografia Temática: Caderno de Mapas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

MARTINS, J. L.; CRUZ, R. L. da. **Habitação em áreas irregulares no Bairro do Nazaré na cidade de Jacobina-Bahia**. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas. Jacobina: UNEB, 2019.

MATURANA, H. R.; VARELLA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília: EMBRAPA, 2007.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M. Riscos híbridos. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos híbridos: concepções e perspectivas socioambientais**. ed. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 13-38.

MENGUE, V. *et al.* Análise da expansão urbana em áreas suscetíveis à inundação utilizando o modelo HAND: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, n. 12, p. 231-253, dez. 2017. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.010>>. Acesso em: 22 set. 2024.

MINANO, A.; THISTLETHWAITE, J.; HENSTRA, D.; SCOTT, D. Governance of flood risk data: A comparative analysis of government and insurance geospatial data for identifying properties at risk of flood. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 88, p. 101636, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101636>>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MIGUEZ, M. G.; DI GREGORIO, L. T.; VERÓL, A. P. **Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 340.

MIRA, I.; SILVA, M. Mapeamento da suscetibilidade à inundação na Bacia do Alto-médio Rios Mogi Guaçu e Pardo – MG. **Caderno de Geografia**, v.33, n.74, p. 782-810, 2023.

MIRANDA, F.; FRANCO, A. B.; REZENDE, O.; COSTA, B. B. F. da; NAJJAR, M.; HADDAD, A. N.; MIGUEZ, M. A. GIS-Based Index of Physical Susceptibility to Flooding as a Tool for Flood Risk Management. **Land**, 12, 2023.

MOREIRA, L. L.; KOBİYAMA, M. Panorama de estudos sobre índice de vulnerabilidade às inundações no Brasil através de revisão bibliográfica. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 79, p. 309-320, 2021.

MORIN, E. **O método**: a natureza da natureza. Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

MOURA, E. N.; FRENZEL, A. S.; MOURA, I. I. Inundações no Meio Urbano e Vulnerabilidade Social: estudo de caso em Curitiba, Brasil. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, p. 122-142, maio-agosto, 2019.

NAMIKAWA, L. M.; FALGUEIRAS, C. A.; MURA, J. C.; ROSIM, S.; LOPES, E. S. S. **Modelagem numérica de terreno e aplicações**. São Carlos: INPE, 2003.

NASCIMENTO, N. A.; SILVA, W. L.; JESUS, J. A. Expansão urbana sobre áreas suscetíveis à inundação e movimentos gravitacionais de massa na cidade de Jacobina, Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2024, João Pessoa. **Anais...** Congresso Internacional de Arquitetura da Paisagem. Campina Grande: Editora Realize, 2024. v. 7, p. 1-16.

NOBRE, A. D. *et al.* Height Above the Nearest Drainage – a hidrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrilogy**, Volume 404, Issues 1.2, 29 June 2011, p. 13-29.

NOVAIS, M. P. S. Análise do desastre hidrometeorológico ocorrido em dezembro de 2018 na cidade de Jacobina – BA. **Geog Ens Pesq**, Santa Maria, v. 24, e27, 2020.

OLÍMPIO, J. L. S.; CUNICO, C.; LUCENA, D. B. Vulnerabilidade social aos desastres ambientais no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 44, 2024.

OLIVEIRA, A. de.; REHBEIN, M. O. Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS. **Geousp**, v. 26, n. 3, e-192343, dez. 2022.

OLIVEIRA, R. V.; DUETE, W. L. C. Geotecnologias aplicadas à pedologia: Aspectos teóricos e metodológicos. In: COELHO NETO, A. S.; MUNIZ FILHO, A.; GOMES SOBRINHO, L. **Miradas territoriais**: Horizontes teórico-metodológicos. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2022. p. 47-64.

OULAHEN, G. Flood hazards, environmental rewards, and the social reproduction of risk. **Geoforum**, v. 119, p. 43-51, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.12.021>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

PEIXOTO, F. da S.; RODRIGUES, J. P. B.; ALBUQUERQUE, P. I. de M. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Problemática das Inundações Urbanas. **Geografia**, Londrina, v. 28. n. 1. p. 187 – 206, fevereiro/2019.

PINHEIRO, C. F. **Avaliação geoambiental do município de Jacobina-BA através das técnicas de geoprocessamento**: um suporte ao ordenamento territorial. f. 269. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências. Salvador: UFBA, 2004.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos; DEL PRETTE, M. E. A utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas**: Teorias e Aplicações. Ilhéus: Editus, 2002. p. 17-35.

PITA, J. P. D.; FRANCO, G. B.; AMORIM, R. R. Considerações sobre suscetibilidade à inundação em bacias hidrográficas urbanas. In: FRANCO, G. B.; CASTRO, J. R. B. de; MATOS, M. R. B. de. (Orgs.). **Abordagens territoriais**: Reflexões teóricas e estudos de casos. Curitiba: CRV, 2022. p. 51-64.

PRATES, T. O. B. **Vulnerabilidade socioambiental nas áreas suscetíveis as inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Muriaé (RJ)**. f. 100. Dissertação (mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2019.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Aspectos físico-sociais das inundações e enxurradas na sub-bacia de drenagem do Rio Iconha, Estado do Espírito Santo. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 23, n. 86 abr./2022 p. 139–155

PURIFICAÇÃO, C. G. C. da. Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicurú – BA, como subsídio para o plano diretor de bacias. In: XIX Congresso de Águas Subterrâneas, n. 19, 2016, Campinas. **Anais...** Campinas: ABAS, 2016. p. 1-20.

QGIS. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.40. Beaverton: Open Source Geospatial Foundation, 2024. Software.

QUEIROGA, A. A.; FIGUEIRA, H. J. A.; CUNICO, C. Correlação entre crescimento urbano e áreas sujeitas a inundação no município de João Pessoa-PB. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 25, n. 98 Abril/2024. p. 284–298.

QUEIROZ, T. A. N. de. Espaço geográfico, território usado e lugar: ensaio sobre o pensamento de Milton Santos. **Para onde!?**, 8 (2): 154-161, ago./dez. 2014.

RAMALHO, L. de S.; OLIVEIRA, E. S.; DOURADO, M. V. S. Utilização de técnicas de geoprocessamento para mapeamento de áreas susceptíveis à inundações e alagamentos na cidade de Formosa - Goiás. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 35,

n. 2, p. 63-82, 1 dez. 2017. Disponível em:

<<https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v35i2.32057>>. Acesso em: 22 set. 2024.

RAMOS, J. R. L.; ELMIRO, M. A. T.; NERO, M. A.; TEMBA, P. de C.; ROSA, G. Lógica fuzzy associada ao risco de inundação no município de Nova Lima/MG. **Revista GEOgrafias**, v. 14, n. 2, jul./dez. 2018.

RANA, V. K.; SURYANARAYANA, T. M. V. Estimation of flood influencing characteristics of watershed and their impact on flooding in data-scarce region. **Annals of GIS**, v. 27, n. 4, p. 397-418, 2021.

REIS, C. *et al.* Estratigrafia do Grupo Jacobina. In: 49º Congresso Brasileiro de Geologia, 49, Rio de Janeiro, 2018. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 2018.

REIS, C. H.; AMORIM, R. R.; FERREIRA, C. Caracterização do uso e ocupação das terras de áreas com risco à inundação em Cardoso Moreira e Italva, Rio de Janeiro. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 55 Set/2015, p. 01-17.

REZENDE, P. S.; MARQUES, D. V.; OLIVEIRA, L. A. Construção de modelo e utilização do método de Processo Analítico Hierárquico – AHP para mapeamento de risco à inundação em área urbana. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 18, n. 61 Março/2017 p. 01–18

RITCHIE, H.; SAMBORSKA, V.; ROSER, M. **Urbanization**. 2024. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/urbanization>>. Acesso em: 15 ago. 2025.

ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R. Áreas de risco por processos de dinâmica geomorfológica no Rio Grande do Sul: Fundamentos e Conceitos. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 38, n. 3, p. 589-607, set./dez. 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**: Uma visão geossistêmica da análise ambiental. ed. 5. Fortaleza: Edições UFC, 2017. p. 222.

ROMALI, N. S.; YUSOP, Z. Flood damage and risk assessment for urban area in Malaysia. **Hydrology Research**, 52.1, 2021.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. ed. 34. Petrópolis: Vozes, 2007.

SAITO, S. M.; DIAS, M. C. de A.; ALVALÁ, R. C. dos S.; STENNER, C.; FRANCO, C.; RIBEIRO, J. V. M.; SOUZA, P. A. de; SANTANA, R. A. S. de M. População urbana exposta a riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, S. 31, 2019. Disponível em:

<<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/46320>>. Acesso em: 22 set. 2024.

SAMPAIO, S. A. **Cartografia Geomorfológica enquanto subsídio ao planejamento ambiental**: Estudo da cidade de Ipiaú-BA. Dissertação (Mestrado em

Estudos Territoriais) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Salvador: UNEB, 2021.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. ed. 4. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. p. 184.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SEMPDEC). **Canais de drenagem**. Jacobina: SEMPDEC, 2024a.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SEMPDEC). **Locais de sinistros – fevereiro de 2024**. Jacobina: SEMPDEC, 2024b.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SEMPDEC). **Atualização da delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa**: Jacobina, Bahia. Jacobina: SEMPDEC, 2024c.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SEMPDEC). **Relatório de registro de ocorrência das chuvas intensas dos dias 21 e 23 de fevereiro de 2024 município**: Jacobina/BA. Jacobina: SEMPDEC, 2024d.

SEEMUANGNGAM, A.; LIN, H. The impact of urbanization on urban flood risk of Nakhon Ratchasima, Thailand. **Applied Geography**, v. 162, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103152>>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SEDEC. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE: PROTOCOLO Nº BA-F-2917508-12200-20181209**. Brasília: SEDEC, 2018.

SEDEC. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE: PROTOCOLO Nº BA-F-2917508-12100-20190402**. Brasília: SEDEC, 2019.

SEDEC. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE: PROTOCOLO Nº BA-F-2917508-13214-20230103**. Brasília: SEDEC, 2023.

SEDEC. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE: PROTOCOLO Nº BA-F-2917508-13214-20240222**. Brasília: SEDEC, 2024.

SEDEC. **Formulário de Informações do Desastre – FIDE: PROTOCOLO Nº BA-F-2917508-12300-20250225**. Brasília: SEDEC, 2025.

SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS E DE RECURSOS HÍDRICOS (SEIA). **Dados Pluviométricos**. 2025. Disponível em: <<http://monitoramento.seia.ba.gov.br/paginas/hidrometeorologico/pluviometrico/export.html>>. Acesso em: 04 maio 2025.

SERVIDONI, L. E.; TEODORO, A. E. de M.; MINCATO, R. L.; SANTOS, C. A. dos. Avaliação de risco e enchentes e inundações por krigagem ordinária em sistemas de

informação geográfica. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.29, Número Especial 1, 2019.

SILVA, J. X. Geoprocessamento em estudos ambientais: Uma perspectiva Sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília: EMBRAPA, 2007.

SILVA, W. L. da; FRANCO, G. B.; JESUS, J. A. de. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de suscetibilidade a inundações no município de Jacobina (BA). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 26, n. 103, Fevereiro/2025, p. 257–268.

SILVA, W. L.; JESUS, J. A. Mapeamento e análise da ocupação de áreas de risco de inundações na cidade de Jacobina-BA. In: XXV Jornada de Iniciação Científica da UNEB: educação e ciência pela vida. 25., 2021, Salvador. **Anais...** Salvador: EDUNEB, 2021. p. 552-553.

SILVA, W. L.; NASCIMENTO, N. A.; JESUS, J. A. Geografia, Riscos e Educação. In: CASTRO, F. V. *et al.* (Orgs.). **As paisagens dos riscos sociais**. Educar para diminuir a vulnerabilidade. Coimbra: RISCOS, 2023. p. 15-34.

SMITH, A. Using GIS for flood hazard assessment. **Journal of Geography in Higher Education**, [s. l.], p. 1-8, 31 maio 2024.

SOARES, D.; D'ELGE, J. A escala na representação de elementos em um banco de dados geográfico: conceitos, implicações e uso. In: IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, CBCG, 4. 2005. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2005.

SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, São Paulo, n. 2, p. 79-97. 2012.

SOUSA, I. I. F.; PEREIRA, R. G. F. de A.; CRUZ, S. C. P. Inventário do Patrimônio Geológico do Município de Jacobina, Bahia. **Pesquisas em Geociências**, [S. l.], v. 51, n. 1, 2024.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G. **Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais**: estudo de caso de Ouro Preto – 2013. Brasília: Ministério das Cidades, 2014. p. 68.

SOUZA, M. J. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÉA, R. L. (Orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 77-116.

SOUZA, M. J. L. **ABC do desenvolvimento urbano**. ed. 2. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 192.

SOUZA, M. J. L. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. ed. 7. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

SOUZA, M. J. L. Escala geográfica, “construção social da escala” e “políticas de escalas”. In: SOUZA, M. L. de. **Os Conceitos Fundamentais da Pesquisa Sócio-espacial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. p. 179-216.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 1988.

SUERTEGARAY, D. M. A. Pesquisa de Campo em Geografia. **GEOgraphia**, Niterói, v. 4, n. 7, p. 64-68, 21 set. 2009.

TAMIRU, H.; DINKA, M. O. Application of ANN and HEC-RAS model for flood inundation mapping in lower Baro Akobo River Basin, Ethiopia. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 36, 2021.

THAPA, S. *et al.* Catchment-scale flood hazard mapping and flood vulnerability analysis of residential buildings: the case of Khando River in eastern Nepal. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 30, p. 100704, 2020.

TOLENTINO, G. M.; SILVA, V. de A.; SANTOS, M. S. T.; LISBOA, G. dos S.; SENA, S. R. da. Áreas de risco a alagamento e inundação na foz do rio Cachoeira, em Ilhéus (Bahia – Brasil). **Rev. Geociênc. Nordeste**, Caicó, v.9, n.2, (Jul-Dez) p.83-95, 2023.

TRENTIN, R.; MENEZES, D. J.; ROBAINA, L. E. de S. Análise da vulnerabilidade da população suscetível a inundação na cidade de Alegrete/RS. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 18 n. 2, 2021.

TRIBUNA REGIONAL. **Forte chuva cai sobre Jacobina (BA) e causa estragos por toda a cidade**. 2019. Disponível em: <https://www.tragora.com.br/forte-chuva-cai-sobre-jacobina-e-causa-estragos-em-toda-cidade/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

TUCCI, C. E. M. Inundações e Drenagem Urbana. In: Tucci, C.E.M; Bertoni, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. p. 45-150.

TV AUGUSTO URGENTE. **Chuva forte gera pontos de alagamentos em Jacobina**. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ArlzEaM6tWE>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

TV AUGUSTO URGENTE. **Ruas Duque de Caxias e Francisco Rocha Pires, após forte chuva em Jacobina**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PylweP7PI4o>>. Acesso em: 25 jun. 2025.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

VERGARA, S. C. **Sugestão para estruturação de um projeto de pesquisa**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.
Tradutor: Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

ANEXOS

ANEXO 1 – Ficha de campo para pontos de amostragem (GPS) e fotos

Ponto	Latitude	Longitude	Altimetria	Código do setor censitário

N° das fotos	Aspectos observados	Descrição da paisagem
	<input type="checkbox"/> Alterações em drenagens <input type="checkbox"/> Canalização do Curso Fluvial <input type="checkbox"/> Retilinação do Curso Fluvial <input type="checkbox"/> Canal tamponado <input type="checkbox"/> Área Urbana Consolidada <input type="checkbox"/> Área de expansão urbana <input type="checkbox"/> Deposição de efluentes <input type="checkbox"/> Deposição de resíduos sólidos <input type="checkbox"/> Remoção vegetal <input type="checkbox"/> Exposição do solo <input type="checkbox"/> Impermeabilização do solo <input type="checkbox"/> APP <input type="checkbox"/> Aterramento <input type="checkbox"/> Assoreamento <input type="checkbox"/> Marcas de infiltração <input type="checkbox"/> Marcas d'água nas paredes <input type="checkbox"/> Deposição de sedimentos Finalidades dos imóveis <input type="checkbox"/> Residenciais <input type="checkbox"/> Comerciais <input type="checkbox"/> Mistas <input type="checkbox"/> Outro: Material de construção predominante <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Outro:	Suscetibilidade: Vulnerabilidade: Risco: Observações: