



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS - DEGEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



EDMAR CORRÊA PEDROSA

**ÁREAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAMBO SUSCETÍVEIS A
INUNDAÇÕES, NA CIDADE DE URBANO SANTOS, ESTADO DO MARANHÃO
– BRASIL.**

São Luís

2025

EDMAR CORRÊA PEDROSA

**ÁREAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAMBO SUSCETÍVEIS A
INUNDAÇÕES, NA CIDADE DE URBANO SANTOS, ESTADO DO MARANHÃO –
BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

São Luís

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pedrosa, Edmar Corrêa.

ÁREAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAMBO SUSCETÍVEIS
A INUNDAÇÕES, NA CIDADE DE URBANO SANTOS, ESTADO DO
MARANHÃO - BRASIL / Edmar Corrêa Pedrosa. - 2025.
126 f.

Orientador(a): Antonio Cordeiro Feitosa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Geografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2025.

1. Inundação. 2. Bacia do Rio Mocambo. 3. Urbano
Santos - Maranhão. I. Feitosa, Antonio Cordeiro. II.
Título.

EDMAR CORRÊA PEDROSA

**ÁREAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAMBO SUSCETÍVEIS A
INUNDAÇÕES, NA CIDADE DE URBANO SANTOS, ESTADO DO MARANHÃO
– BRASIL.**

APROVADA EM:

BANCA EXAMINADORA

Antonio Cordeiro Feitosa
Orientador (PPGGeo/UFMA)

Helen Nébias Barreto
Examinadora interna (PPGGeo/UFMA)

Ronaldo Rodrigues Araújo
Examinador externo (Coordenação do Curso de Geografia Bacharelado/UFMA)

A Deus, e a minha família, em especial a minha esposa, Caroline Maria Veras Pedrosa, e minhas filhas, Elle Chaya Veras Pedrosa e Ayla Ive Veras Pedrosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor e consumidor da minha fé, por, através de sua infinita bondade, sustentar-me nos momentos difíceis, dando-me forças para continuar a jornada, em meio aos momentos em que eu me sentia incapaz.

A minha família, em especial a minha esposa, Caroline Maria Veras Pedrosa, e minhas filhas, Elle Chaya Veras Pedrosa e Ayla Ive Veras Pedrosa, minha base e motivação, assim como a meus pais, Profiro Paz Pedrosa e Hildenê Corrêa Pedrosa, que se esforçaram para cuidar e educar a mim e a meus irmãos.

Ao professor Dr. Antonio Cordeiro Feitosa, pelas orientações, apoio e acolhimento durante a realização do presente trabalho, e ao professor Dr. Marcio Celeri, coordenador do curso de Pós-Graduação em Geografia – PPGGeo, pelo apoio e motivação durante o curso, bem como aos demais professores PPGGeo, que, de igual modo, sempre me acolheram e motivaram.

A Universidade Federal do Maranhão - UFMA, por acreditar e investir em seus discentes e por promover o ensino, a pesquisa e a extensão, bem como ao PPGGeo, por promover a formação e capacitação dos mestrandos, contribuindo para realização de sonhos.

Aos amigos e colegas do PPGGeo da UFMA, em especial: ao André Luís Soares Rodrigues e Sérgio Murilo de Andrade Castelhana, pelas caronas, altas horas da noite, depois das aulas; e ao Francisco Tales Lima Pontes e Klinsmann Augusto Lavra Barros pela companhia e trocas de conhecimentos.

O temor do Senhor é o princípio da sabedoria,
e o conhecimento do Santo, a prudência.

Provérbios 9:10

RESUMO

Inundação é um dos tipos de desastres naturais que mais afetam a população mundial, podendo ser entendida como o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais, como planície de inundação, várzea ou leito maior excepcional, quando uma enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio. As inundações, fenômenos hidrológicos de caráter natural, configuram-se como desastres quando atingem populações vulneráveis, sendo responsáveis por severos danos socioeconômicos e por elevado número de vítimas, especialmente em países em desenvolvimento. O presente trabalho parte da constatação de que, embora o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014) tenha classificado um afluente do rio Mocambo como de baixa vulnerabilidade a inundações, registros recentes apontam para episódios de transbordamento e impactos localizados, justificando a necessidade de aprofundar a análise em escala local. Nesse sentido, o objetivo central foi analisar a suscetibilidade a inundações de áreas da bacia do rio Mocambo na cidade de Urbano Santos. Metodologicamente, a pesquisa fundamentou-se no método hipotético-dedutivo, com apoio de técnicas de pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo, análise fisiográfica, parâmetros morfométricos e geotecnologias, incluindo geoprocessamento e sensoriamento remoto, que possibilitaram a produção de mapas temáticos. Os resultados revelaram que a bacia apresenta baixa suscetibilidade natural a inundações, com índices compatíveis a bacias de menor risco. No entanto, verificaram-se situações pontuais de vulnerabilidade em função da ocupação irregular das margens e das fragilidades socioeconômicas de populações residentes em áreas próximas ao rio. Constatou-se, assim, que a suscetibilidade natural não explica isoladamente a complexidade do problema, sendo a vulnerabilidade social e o uso inadequado do solo fatores decisivos na amplificação dos riscos. A pesquisa contribui para o fortalecimento da compreensão geográfica dos riscos socioambientais, integrando variáveis físicas e sociais, e fornece subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas voltadas à gestão territorial e à mitigação dos impactos de enchentes e inundações. Além disso, destaca-se a importância da incorporação dos dados obtidos aos instrumentos de planejamento urbano, como planos diretores e zoneamentos, bem como a necessidade de fortalecimento da Defesa Civil e de sistemas de alerta precoce. Conclui-se que, mesmo em bacias classificadas como de baixa suscetibilidade, os riscos não podem ser ignorados, sobretudo em um cenário de mudanças climáticas e desigualdades sociais, reafirmando a importância da ciência geográfica na construção de territórios mais resilientes.

Palavras-chave: Inundação. Suscetibilidade. Bacia do rio Mocambo. Urbano Santos-Maranhão.

ABSTRACT

Flooding is one of the natural disasters that most affect populations worldwide. It can be understood as the process in which water overflows from the drainage channel into marginal areas—such as floodplains, wetlands, or the exceptional high-water bed—when water levels exceed the maximum height of the river's main channel. Floods, although natural hydrological phenomena, become disasters when they impact vulnerable populations, causing severe socioeconomic damage and a high number of victims, especially in developing countries. This study begins with the recognition that, although the *Atlas of Flood Vulnerability* (ANA, 2014) classified a tributary of the Mocambo River as having low flood vulnerability, recent records indicate overflow events and localized impacts, underscoring the need for a more detailed analysis at the local scale. Accordingly, the main objective was to analyze the flood susceptibility of areas within the Mocambo River basin in the city of Urbano Santos. Methodologically, the research was grounded in the hypothetico-deductive method and supported by bibliographic investigation, fieldwork, physiographic analysis, morphometric parameters, and geotechnologies, including geoprocessing and remote sensing, which enabled the production of thematic maps. The results revealed that the basin exhibits low natural susceptibility to flooding, with indices comparable to lower-risk basins. However, specific situations of vulnerability were identified, driven by irregular occupation of riverbanks and the socioeconomic fragility of populations residing near the watercourse. Thus, the study found that natural susceptibility alone does not account for the complexity of the problem; social vulnerability and inadequate land use are decisive factors in amplifying flood risk. This research contributes to strengthening the geographic understanding of socio-environmental risks by integrating physical and social variables, and it provides relevant insights for the formulation of public policies aimed at territorial management and the mitigation of flood impacts. Furthermore, it highlights the importance of incorporating the obtained data into urban planning instruments, such as master plans and zoning regulations, as well as the need to reinforce Civil Defense structures and early warning systems. The study concludes that, even in basins classified as having low susceptibility, risks cannot be disregarded—particularly in a context of climate change and social inequalities—reaffirming the role of geographical science in building more resilient territories.

Keywords: Flooding; Susceptibility; Mocambo River Basin; Urbano Santos–Maranhão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ilustração esquemática dos processos de enchente e inundação.....	30
Figura 2	Modelo esquemático de uma bacia hidrográfica.....	33
Figura 3	Modelo esquemático de divisores de águas.....	34
Figura 4	Representação dos tipos de leitos fluviais.....	35
Figura 5	Fluxograma da síntese do método de pesquisa.....	37
Figura 6	Ordenação dos canais fluviais pelo método de Sthraler (1952).....	40
Figura 7	Georreferenciamento de pontos com GPS (GARMIN – Etrex 10).....	43
Figura 8	Perfis transversais traçados sobre a área de estudo.....	46
Figura 9	Registro de coordenadas geográficas.....	46
Figura 10	Etapas da análise de áreas suscetíveis a inundação no Google Earth.....	47
Figura 11	Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Mocambo.....	48
Figura 12	Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	50
Figura 13	Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	51
Figura 14	Relevo formado por dunas fixas, povoado Mocambo II, Belágua.....	52
Figura 15	Borda de Superfície Tabular, povoado Bandeira, Urbano Santos.....	52
Figura 16	Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba.....	54
Figura 17	Unidades geológicas da bacia fluvial do Mocambo.....	56
Figura 18	Média anual de precipitação da bacia fluvial do Mocambo: 1991-2020.....	57
Figura 19	Classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	59
Figura 20	Vegetação Secundária, povoado Baixa Grande, Urbano Santos.....	61
Figura 21	Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria,	62
Figura 22	Savana florestada, povoado Jacu, Urbano Santos.....	63
Figura 23	Formação Pioneira, povoado Cocal da Maria dos Santos, Belágua.....	64
Figura 24	Savana Parque, próximo à fazenda Gonçalves, Urbano Santos.....	64
Figura 25	Solos da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	66
Figura 26	Uso da terra no território da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	70
Figura 27	Campo de pasto e soja, Fazenda Campo Grande, Urbano Santos.....	71
Figura 28	Rua Monsenhor Gentil, Centro de Urbano Santos.....	72
Figura 29	Plantio de milho, bairro Queimadas, Urbano Santos.....	72
Figura 30	Criação de gado bovino, Fazenda Campo Grande, Urbano Santos.....	73
Figura 31	Plantação de eucalipto, residencial Campo Belo, Urbano Santos.....	73
Figura 32	Localização da bacia hidrográfica do rio Bandeira.....	78
Figura 33	Áreas da cidade de Urbano Santos atingidas pelas inundações de 2020.....	79
Figura 34	Áreas do bairro Redenção inundadas em 2020.....	80
Figura 35	Áreas do bairro Salomão inundadas em 2020.....	81
Figura 36	Trecho da rua Monsenhor Gentil inundada.....	82

Figura 37	Nível do rio Mocambo, em 2020, rua São Sebastiao.....	82
Figura 38	Áreas dos bairros Fazenda e Centro inundadas em 2020.....	83
Figura 39	AFOCUS na enchente de 2020.....	84
Figura 40	Área do bairro Fazenda inundada em 2020.....	85
Figura 41	Altimetria da cidade de Urbano Santos.....	89
Figura 42	Declividade da cidade de Urbano Santos.....	90
Figura 43	Planície de inundação da cidade de Urbano Santos.....	91
Figura 44	Vista parcial de área de vegetação densa, rua da Graça.....	92
Figura 45	Vista parcial de área vegetada com influência fluvial, bairro Salomão.....	93
Figura 46	Lagoa do Salomão, bairro Salomão.....	93
Figura 47	Lagoa da Redenção, bairro Redenção.....	93
Figura 48	Área alagada, bairro São Sebastião.....	94
Figura 49	Vista orbital do paleocanal do centro da cidade de Urbano Santos.....	94
Figura 50	Solo exposto, bairro Salomão.....	95
Figura 51	Assoreamento de um trecho do rio Mocambo, bairro Salomão.....	95
Figura 52	Vista parcial da área de plantação de eucalipto, bairro Santo Antônio.....	96
Figura 53	Cotas altimétricas das áreas inundadas em 2020.....	98
Figura 54	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, bairro Redenção.....	100
Figura 55	Simulação de acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Redenção..	101
Figura 56	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, bairro Salomão.....	102
Figura 57	Simulação de acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Salomão...	103
Figura 58	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua da Graça, Centro.....	105
Figura 59	Simulação de acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Salomão...	106
Figura 60	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, ruas São Sebastião, bairro Fazenda, e Monsenhor Gentil, Centro.....	107
Figura 61	Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, ruas São Sebastião, bairro Fazenda, e Monsenhor Gentil, Centro.....	108
Figura 62	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua São Sebastião.....	109
Figura 63	Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, rua São Sebastião.....	110
Figura 64	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, Avenida Manoel Inácio..	111
Figura 65	Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, Avenida Manoel Inácio.....	112
Figura 66	Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua Dez de Junho.....	113
Figura 67	Simulação de acréscimo de 1m no nível do rio Mocambo, rua Dez de Junho	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Definições de risco.....	23
Quadro 2	Definições de perigo.....	24
Quadro 3	Definições de perigo natural.....	25
Quadro 4	Definições de desastre.....	26
Quadro 5	Definições de vulnerabilidade.....	27
Quadro 6	Definições de suscetibilidade.....	41
Quadro 7	Variáveis morfométricas.....	

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Classes de declividade.....	44
Tabela 02	Listagem dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do rio Mocambo.....	60
Tabela 03	Parâmetros morfométricos da bacia fluvial do Mocambo.....	74
Tabela 04.1	Pluviometria mensal registrada na estação Gonçalo: 1991-2005.....	86
Tabela 04.2	Pluviometria mensal registrada na estação Gonçalo: 2006-2020.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFOCUS - Associação Folclórica e Cultural de Urbano Santos
ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AVI - Atlas de Vulnerabilidade a Inundações
BHO – Bacias Hidrográficas Ottocodificadas
CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
COBRADE - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPDEC - Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
Dd – Densidade de drenagem
Dh – Densidade hidrográfica
DIRDN - Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais
EM – DAT – Banco de Dados Internacional de Desastres
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ic – Índice de circularidade
IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
Kf – Fator de forma
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional
MIDR – Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
ONU - Organização das Nações Unidas
PANDA - Planetary Data Access
PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção Civil
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 A Geografia das calamidades.....	18
2.2 A Geografia dos riscos.....	19
2.3 Conceitos-chave relacionados às pesquisas de desastres.....	22
2.4 Desastres hidrológicos: uma breve conceituação	27
2.4.1 Enchentes e inundações	29
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 Procedimentos Metodológicos	38
3.1.1 Técnicas de pesquisa.....	38
3.1.2 Delimitação da bacia hidrográfica e criação da rede de drenagem do Mocambo ...	39
3.1.3 Categorização da hierarquia fluvial	39
3.1.4 Valores fisiográficos e análise morfométrica da bacia fluvial.....	40
3.1.5 Mapas dos aspectos fisiográficos.....	40
3.1.6 Determinação dos aspectos climáticos	41
3.1.7 Trabalhos de campo	42
3.1.8 Caracterização do uso da terra	42
3.1.9 Elaboração da mancha de inundação de 2020.	42
3.1.10 Análise de áreas suscetíveis a inundação na cidade de Urbano Santos	43
4 ÁREA DE ESTUDO	48
4.1 Localização e situação geográfica.....	48
4.2 Caracterização fisiográfica	48
4.3 Processo de uso da terra	67
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
5.1 Análise morfométrica da bacia fluvial do Mocambo.....	74
5.2 Inundações na cidade de Urbano Santos	76
5.3 Áreas suscetíveis a inundações na cidade de Urbano Santos.....	84
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS.....	119

1 INTRODUÇÃO

O atual estágio de desenvolvimento das ferramentas de comunicação permite que se acelere o processo de globalização e que se identifique o aumento no número de desastres causados pela dinâmica da natureza, que ocorrem em diferentes lugares do planeta e deixam milhões de pessoas desabrigadas, feridas, transtornadas e mortas. Segundo Licco e Dowell (2015), atualmente, existem mais desabrigados em consequência de desastres naturais do que de conflitos sociais.

As inundações são o tipo de desastre natural que atinge cerca de 250 milhões de pessoas por ano (ONU, 2013), das quais, aproximadamente, 95% encontram-se em países de renda per capita igual ou inferior a 3.705 dólares por ano (Freitas; Ximenes, 2012). Righi e Robaina (2010), afirmam que as inundações aumentam significativamente a dívida social de uma região, uma vez que as pessoas de menor poder aquisitivo são a imensa maioria das vítimas, por habitarem em áreas de risco e por, na maioria das vezes, não perceberem os perigos a que estão expostas.

Inundação pode ser entendida como o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para áreas marginais, como várzea, planície de inundação ou leito maior excepcional, quando uma enchente atinge cota acima do nível máximo de capacidade do leito maior periódico (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).

Para Gomes e Cavalcante (2012), as inundações são os desastres naturais que, historicamente, mais causaram perdas humanas no Brasil. As referidas autoras também afirmam que a população brasileira, se comparada a de outros países, apresenta uma grande vulnerabilidade a desastres, devido à acentuada diferença social existente.

Tendo em vista essa realidade brasileira, foi sancionada no país a Lei 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção Civil (SINPDEC) e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) (Brasil, 2012). A referida lei também legitimou o monitoramento e gerenciamento de áreas de risco, através da autorização da criação de um sistema de informações e monitoramento de desastres. O SINPDEC foi instituído através do Decreto nº 10.593/2020, ficando sob a coordenação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (Brasil, 2020).

Ações como a do governo brasileiro se justificam, uma vez que as causas e as consequências dos fenômenos hidrológicos, bem como as respostas e as ações para a sua prevenção e mitigação, vêm se tornando temas de grande interesse, após inúmeros alertas da

comunidade científica sobre os riscos das mudanças ambientais em larga escala: como as alterações climáticas que implicam no aumento da frequência e intensidade das chuvas e de outros eventos extremos (Freitas; Ximenes, 2012). Assim, estudos têm ressaltado a importância do mapeamento e monitoramento das áreas suscetíveis a riscos, a perigo e à vulnerabilidade, por meio de uma base digital de dados cartográficos e alfanuméricos (Santos; Ventorini, 2017).

Em 2013, a SEDEC e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob acordo de cooperação técnica, lançaram o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que caracteriza o cenário nacional de desastres entre 1991 e 2012 (CEPED, 2013). Após o referido ano, foi desenvolvida uma versão digital do atlas, cujos dados estão atrelados ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, com atualizações anuais.

Com base no Atlas Digital de Desastres no Brasil, no período de 1991 a 2023, os episódios de inundações severas totalizaram 6.183 registros oficiais no território brasileiro. Este número, representa 9,2% do total de ocorrências de desastres naturais no país, ficando em quarto lugar em números de registros. Entretanto, quando comparados os números de óbitos e desabrigados, este fenômeno hidrológico ocupa terceira e primeira posição, respectivamente (MIDR, 2025).

Sublinha-se que os episódios de inundações se distribuem ao longo do ano pelo território, de acordo com as características climáticas das regiões brasileiras. Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste os eventos ocorrem, em maior número, entre os meses de janeiro e agosto. Na região Sudeste, as precipitações concentram-se entre os meses de primavera e verão. Já na Região Sul, as precipitações são bem distribuídas ao longo do ano, com máximas durante os meses de primavera e verão e picos durante o outono e inverno (Santos et al., 2025; CEPED, 2013).

Para além do regime de pluviosidade, outras características contribuem para que as inundações afetem os estados e municípios das regiões brasileiras, como as diferentes paisagens, formas de uso e ocupação da terra e graus de urbanização das cidades. Assim, algumas regiões são mais e outras menos afetadas, como, respectivamente, a região Sudeste, que detém 32% do total de eventos, seguida da região Sul, com 22%, da Nordeste com 21%, da Norte com 20% e, por último, da Centro-oeste, com 5%. Dentro do período estudado, o estado com a maior frequência e com o maior número de municípios atingidos por esse tipo de desastre hidrológico foi Minas Gerais, com 1.079 registros oficiais (MIDR, 2025).

O estado do Maranhão, na região nordestina, em relação ao período de 1991 a 2023, possui 234 registros de inundações, que afetou 1,14 milhões de pessoas e deixou mais de 305 mil desalojadas e desabrigadas (MIDR, 2025). Para Santos (2021), nesta unidade federativa, as inundações são a categoria de desastre com mais registros de danos socioeconômicos, devido à ocupação de margens de corpos hídricos, fato que potencializa a vulnerabilidade social, sobretudo pelas inundações excepcionais.

Em 2014, por meio de articulação com entes estaduais, gestores de recursos hídricos e defesa civil, a Agência Nacional das Águas (ANA) elaborou o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (AVI), que identificou trechos de cursos d'água vulneráveis a este fenômeno hidrológico e os classificou como de baixa, média ou alta vulnerabilidade a inundações, mediante a frequência e o grau de impacto desse fenômeno nas áreas adjacentes aos referidos trechos, servindo de guia para a implementação de políticas públicas de prevenção e de mitigação de impactos de eventos hidrológicos críticos.

No âmbito desse trabalho realizado pela ANA, o estado do Maranhão teve 916 trechos classificados como inundáveis, dos quais 171, 19%, com alta vulnerabilidade a inundações; 515,6%, com média vulnerabilidade; e 230, 25%, baixa vulnerabilidade (Brasil, 2014). Destes 230 trechos, um, pertencente à bacia fluvial do Mocambo, foi classificado como de baixa vulnerabilidade a inundações. Todavia, em 2020, áreas não classificadas como vulneráveis ou suscetíveis foram atingidas por inundações, causando prejuízos à população citadina.

A bacia hidrográfica do rio Mocambo pertence ao sistema de drenagem natural do Munim e drena os territórios dos municípios de Belágua, Primeira Cruz, Urbano Santos, Santa Quitéria, Anapurus, São Benedito do Rio Preto e Morros. Seu rio principal, de mesmo nome, corta a cidade de Urbano Santos no sentido nordeste-sudoeste e deságua no rio Preto.

Mediante o exposto, surgem questionamentos que compõem a problemática das inundações na bacia fluvial do Mocambo, a saber: qual o grau de suscetibilidade da bacia a inundações? qual a relação entre a topografia do terreno e as inundações na cidade de Urbano Santos? e, quais áreas da cidade são suscetíveis a inundações? Em suma, estas questões são importantes, porque norteiam o desenvolvimento do trabalho.

O objetivo desta pesquisa é analisar a suscetibilidade a inundações de áreas da bacia hidrográfica do rio Mocambo na cidade de Urbano Santos. Para tanto, determinou-se o grau de suscetibilidade a inundações da bacia estudada, por meio de cálculos morfométricos; verificou-se a altimetria e a declividade nos limites do distrito sede municipal; e, identificou-se as áreas da cidade de Urbano Santos suscetíveis a inundações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Geografia das calamidades

Na Geografia, a preocupação com os eventos catastróficos surgiu no debate acerca do meio natural. Essa área de investigação posteriormente ficou conhecida como “Geografia das Calamidades” (Buj Buj, 1997).

Em 1921, na Conferência Internacional da Cruz Vermelha, o italiano Giovane Ciraolo, presidente da Cruz Vermelha Internacional, motivado pelo fato de sua família ter sofrido as consequências do terremoto de Messina, em 1908, anunciou o projeto da elaboração do atlas universal das calamidades naturais, com a finalidade de organizar uma lista cronológica de catástrofes, indicando as causas, regiões afetadas, vítimas humanas e danos materiais (Voldati, 2000; Reckziegel, 2007). Esse projeto ganhou apoio com dois importantes trabalhos de Raoul Montandon, presidente da Sociedade de Geografia de Genebra: a publicação intitulada *A propos do projet Ciraolo: Ume carte mondiale de distribution géographique des calamites* e a criação da revista *Matériaux pour l'Étude des Calamités* (Voldati, 2000; Reckziegel, 2007).

Segundo Reckziegel (2007), os principais objetivos da Geografia das Calamidades foram estabelecidos por Ricardo Beltrán, membro da *Sociedad Geográfica de Madrid*, em uma publicação feita, em 1924, na revista *Matériaux*. Conforme a autora, na publicação, Beltran afirmava ser necessário determinar as zonas onde ocorriam desastres, que, para ele, eram consequências de forças naturais seguidas de fatores humanos, de ordem social e econômica.

Com ajuda da União Internacional de Socorro, uma organização dedicada a prestar ajuda humanitária às populações afetadas por desastres naturais, Beltrán, ainda, imprimiu esforços para propagar o primeiro projeto mundial de prevenção das calamidades naturais: o Atlas das Calamidades, que deveria compilar em cada país, e para cada calamidade, uma lista cronológica de catástrofes, com as causas, as regiões afetadas, as vítimas fatais e os danos materiais, para que se pudesse estabelecer o coeficiente de frequência e intensidade de cada calamidade (Reckziegel, 2007).

De acordo com Voldati (2000), na emergência dessa nova linha de pesquisa, ocorreu em Paris, no ano de 1937, a primeira Conferência Internacional de Prevenção das Calamidades Naturais, partir da qual ficou estabelecido que a União Internacional de Socorro ficaria sob a responsabilidade da revista *Materiaux*, que passou a ser conhecida como *Revue pour l'Étude des calamités. Bulletin de l'Union Internationale de Secours*, dando continuidade às publicações sobre o tema dos desastres naturais.

Entretanto, a sequência dos trabalhos da citada revista foi comprometida com a Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, interrompida com as mortes de Montandon, em 1950, e de Ciruolo, em 1953, acabando quase que definitivamente com o projeto e impactando as publicações relacionadas à Geografia das Calamidades (Buj, 1997; Reckziegel, 2007). A revista continuou sendo publicada na década seguinte, mas sem a mesma força da primeira etapa.

Segundo Buj Buj (1997), a *Revue pour l'Étude des calamités. Bulletin de l'Union Internationale de Secours* desapareceu em 1966, ficando a cargo da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), que publicou mais dez números com o título *Resume Annuel d'Information sur les "Catastrophes Naturales"*, encerrando definitivamente suas publicações em 1975.

Após a extinção da revista, a Geografia das Calamidades, como um ramo do conhecimento científico, praticamente desapareceu da França e da Itália, países onde esses estudos estavam mais avançados (Reckziegel (2007). Recentemente, tem-se voltado a discutir esta questão, principalmente na França e na Espanha, mas com uma menor ênfase.

2.2 A Geografia dos riscos

Paralelamente à Geografia das Calamidades, desenvolveu-se nos Estados Unidos uma linha de pesquisa com importantes conexões com o projeto de Giovanni Ciruolo e Raoul Montandon: a *Natural Hazards*, conhecida no Brasil como Riscos Naturais (Buj Buj, 1997; Voldati, 2000; Reckziegel, 2007).

Os desastres ocasionados por enchentes nos EUA foram o marco inicial para o desenvolvimento desses estudos no país, os quais, em 1927, visava a adequada gestão das bacias hidrográficas para controle de enchentes e usos diversos, como irrigação, navegação e produção de energia, como discorre Castro (2000):

El estudio de los peligros naturales y de los riesgos que estos plantean a los hombres surge en Estados Unidos a poco de comenzado el siglo, como consecuencia de las frecuentes inundaciones que se producían en sus cuencas fluviales. Hacia 1927, el gobierno norteamericano, a través de su Cuerpo de Ingenieros, inicia investigaciones destinadas a lograr una adecuada administración de las cuencas fluviales para que pudieran ser aprovechadas integralmente (para irrigación, navegación, control de crecidas y producción de energía).

Entretanto, Castro (2000), afirma que as investigações geográficas melhor planejadas só começaram a se desenvolver 20 anos depois, com a finalidade de estudar as enchentes ocorridas nas planícies de inundação localizadas em áreas urbanas.

Nesta conjuntura, destaca-se, a participação de Gilbert White, que incorporou às investigações uma visão integrada do problema, abrangendo a relação sociedade-natureza e não apenas a dinâmica natural na ocorrência de inundações (Reckziegel, 2007). Sublinha-se também, a participação de White na gênese deste novo paradigma de investigação.

Com o avanço das pesquisas, expandiram-se os estudos, que passaram a abranger outros eventos naturais extremos, como geadas, secas, terremotos, etc.

Iniciados e desenvolvidos no âmbito das universidades de Chicago, Colorado, Clark e Toronto, os trabalhos se ampliaram e passaram a abranger outras categorias de fenômenos catastróficos, sendo que os nomes de Gilbert White, Robert Kate e Ian Burton, podem ser considerados os principais difusores e incentivadores destes estudos (Reckziegel, 2007, f. 10).

Com a incorporação de novos profissionais nas investigações, conforme Marandola Jr e Hogan (2004), os estudos se direcionaram para a abordagem da relação sociedade-natureza. No âmbito da Geografia, essa preocupação ocorreu primeiramente entre geógrafos físicos, uma vez que foram estes que tomaram a frente nas pesquisas, e por isso as análises possuem um forte componente físico, apesar de se manter uma perspectiva integrada entre os elementos físicos e sociais.

A partir da década de 1960 a incidência de eventos de baixa frequência, mas de significativa magnitude, originou duas linhas de pesquisa. Na primeira, desenvolveram-se estudos relacionados a inundações, movimentos de massa, geadas, temporais, estiagens, queimadas, etc., destacando a interação entre o ser humano e os sistemas biológicos e físicos, pois, sob o ponto de vista desta linha de estudo, nenhum acaso natural existe separado do ajustamento humano. A segunda linha diz respeito ao ressurgimento do interesse pelo neocatastrofismo, que tem aparecido como conceito que reconhece o significado de eventos de alta magnitude e de baixa frequência (Reckziegel, 2007).

Apesar deste início dos estudos relacionados aos desastres naturais na geografia, sublinha-se que, de forma considerável, durante a década de 1960, os geógrafos deram as costas para alguns problemas ambientais, ao passo que seus colegas em campos de estudos correlatos passaram a pesquisar sobre tais temas (Reckziegel, 2007). Negligenciou-se, assim, o estudo da teoria das relações homem-ambiente e de suas aplicações na política social.

A década de 1970, por outro lado, foi considerada a década do auge dos estudos sobre perigos ambientais, com destaque para algumas publicações e pesquisadores que se tornaram referências neste ramo da ciência geográfica, como a *Natural hazard* e *Natural hazards local, national, global*, de Guilbert White e *The human ecology of extreme geophysical events*, de Burton, Kates e White, como discorre Castro (2000):

La década de 1970 viene a representar una etapa de madurez en los estudios sobre peligros ambientales con la publicación de varios libros de la escuela de Gilbert White como *Natural hazard* y *Natural hazards local, national, global*, del propio White, *The human ecology of extreme geophysical events*, de Burton, Kates y White y otros títulos más.

Para Morandola Jr e Hogan (2004), mediante os desafios e a complexidade dos fenômenos estudados pela Geografia dos Riscos, no final da década de 1970, os estudos passaram a apontar para a integração natureza-sociedade-tecnologia, dando ênfase ao caráter integrado das análises e aos diferentes níveis de vulnerabilidade aos riscos. Dessa forma, segundo estes autores, a partir da década de 1980, houve um consequente desenvolvimento na linha de pesquisa, que passou a considerar de forma mais sistemática os fatores sociais e tecnológicos ao lado dos elementos naturais.

Outras importantes mudanças ocorreram nos anos de 1980, devido: à ênfase posta na relação entre perigos naturais e subdesenvolvimento econômico, visto que este potencializa os efeitos dos desastres; uma maior atenção aos perigos antrópicos; e, o reconhecimento da natureza multidisciplinar do tema: os modelos tornaram-se mais generalizados para poder estimar todos os perigos de um local (Castro, 2000).

Uma característica dos estudos sistemáticos dos desastres, até os anos de 1980, é que, em geral, havia preocupação localizada, que analisava as dinâmicas envolvidas, de origem natural, social ou tecnológica, sem uma ligação mais evidente com as macroestruturas sociais, havendo o predomínio de uma postura pragmática e funcionalista (Marandola Jr.; Hogan, 2004).

Após uma avaliação realizada no final do último século sobre os estudos dos riscos e desastres, constatou-se que as primeiras décadas de estudo dos *hazards* foram dominadas por uma orientação tecnocêntrica, onde a técnica e a intervenção eram a “ponta-de-lança” na estratégia de conhecimento e redução dos *hazards*, sendo dada uma amplitude ao risco somente a partir dos anos de 1980, pelos teóricos da Sociedade dos Riscos, que colocaram-no no próprio mecanismo da produção social (Marandola Jr.; Hogan, 2004).

Para Jones (1993), os *hazards* e seu produto mais complexo, o risco, são onipresentes e, os mais significativos, divididos em três categorias: *environmental hazards* (que operam via ambiente físico e biótico), *technological hazards* (que emanam das estruturas, processos e produtos tecnológicos) e *social hazards* (resultados do comportamento humano).

As primeiras críticas à Geografia dos Riscos vieram dos adeptos da Geografia Radical que, baseados em análises marxistas, a denominaram de tecnocrática, sem perspectiva histórica e com pobreza teórica:

Sin embargo, las primeras críticas a este modelo no tardaron en llegar; en general, desde los nuevos planteamientos, denominados radicales, se señalaba la falta de perspectiva histórica de la geografía de los riesgos, su pobreza teórica, su insensibilidad a las estrategias de adaptación de las culturas indígenas y su ignorancia de los trabajos llevados a cabo en sociología y en antropología. Las reflexiones de la geografía radical habrían venido así a llenar ese hueco (Buj Buj, 1997, p. 562).

De acordo com Reckziegel (2007), para os pesquisadores adeptos da Geografia Radical, os desastres ocorrem porque o espaço é transformado em mercadoria, sendo que o acesso diferenciado das classes sociais a um espaço digno para morar é o que acaba potencializando ou, até mesmo, desencadeando a ocorrência de desastres que, nesta perspectiva, são frutos da ocupação de áreas susceptíveis pela parcela da população marginalizada e do sistema de produção.

Para Castro (2000), essa forma de abordar os riscos é reforçada no ano de 1983, quando a revista Herodote lançou um volume especial dedicado as *Tierras de altos riesgos*. Segundo a autora, nesta revista foram publicados artigos que relacionavam o papel do homem com os desastres, como é o caso dos artigos “*El hombre y los cataclismos*”, de Jean Tricart e “*Una geografía humana de los riesgos naturales*”, de Michael Faucher.

Durante a década de 1990 – conhecida como a Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais (DIRDN) –, foram priorizadas as atividades de pré-impacto, de previsão, planejamento e prevenção. Assim, foram promovidos diversos programas de redução dos desastres, através da gestão do risco e da diminuição da vulnerabilidade em áreas ocupadas por populações de baixa renda, despertando a atenção de inúmeros países e de instituições (Reckziegel, 2007). Além disso, pesquisas foram incentivadas, diversos avanços foram alcançados, principalmente na área da saúde, e a gestão do risco foi apresentada como uma das medidas necessárias para o desenvolvimento sustentável.

Neste período, conforme Jones (1993) também ocorreram significativas mudanças de perspectivas relacionadas aos estudos dos desastres, com foco no uso do conceito de vulnerabilidade, em diversos níveis, fortemente ligado a estruturas socioeconômicas e político-institucionais, permanecendo, contudo, a preocupação simultânea e integrada com os fatores de origem natural e social, abrindo importantes horizontes para a preocupação com a relação população-ambiente e a qualidade de vida, tanto no campo quanto nas cidades.

2.3 Conceitos-chave relacionados às pesquisas de desastres

Nas últimas décadas, a maioria das pesquisas envolvendo os desastres, principalmente os naturais, está relacionada à abordagem do risco e de seus componentes (perigo e vulnerabilidade), herança dos estudos norte-americanos relacionados aos *hazards*. Embora com

foco nas diversas áreas do conhecimento, configurando abordagens multidisciplinares, por não se constituir uma disciplina e ter como mote a concepção de risco e os conceitos relacionados, como perigo, vulnerabilidade, desastre, dentre outros afins, não é consenso na comunidade científica.

Para Marandola Jr. e Hogan (2004), as diferentes abordagens, realizadas a partir de determinados quadros ontológicos da realidade, têm enfatizado diferentes aspectos dos riscos em contextos geográficos e sociais distintos, ficando algumas fortemente marcadas por uma leitura objetiva da realidade, encarando o risco com sentido probabilístico, e outras orientadas por abordagem subjetiva, concebendo o risco como fenômeno produzido apenas nas interações socioambientais (Quadro1).

Quadro 1: Definições de risco

AUTOR	ANO	DEFINIÇÃO
Smith	1992	Risk as the probability of hazard occurrence.
Castro	2000	Riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro.
Kobiyama <i>et al.</i> ,	2006	Risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo.
Carvalho, Macedo e Ogura	2007	Risco é a relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade.
Marcelino	2008	Risco é a probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas esperadas, como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local.
Julião <i>et al.</i> ,	2009	Risco é a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos.
Oliveira	2009	Risco é a probabilidade de um evento futuro adverso multiplicada por sua magnitude.
CEPED	2012	Por risco de desastre entende-se a probabilidade de ocorrência de um evento adverso, causando danos e prejuízos.
Brasil	2012	Risco de desastre é a probabilidade de ocorrência de significativos danos sociais, econômicos, materiais ou ambientais decorrentes de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis.
Tominaga, Santoro e Amaral	2015	Risco - é a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem.
Veyret	2019	Risco é a percepção do perigo possível, previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Observa-se que embora boa parte dos autores tenha expressado de forma singular suas concepções acerca de risco, percebe-se uma íntima relação deste conceito com o de perigo, sendo, contudo, inadequado o uso destes termos como sinônimos, uma vez que o primeiro, está fortemente relacionado à percepção, probabilidade ou expectativa de ocorrência do segundo, também conhecido como *hazard*, traduzido por Yvette Veyret (2019) como *álea*, processo natural, tecnológico, social e econômico e sua probabilidade de realização.

Para Keith Smith (1992) e Suzana de Castro (2000), perigo, ou *hazard*, é um evento com ameaça potencial aos seres humanos, podendo ser de origem natural ou antrópica e entendido tanto como o fenômeno em si, quanto o fenômeno potencial, quando da existência do risco. Outros autores, como Carvalho, Macedo e Ogura (2007), Oliveira (2009) e Julião *et al.*, (2009), decidiram evidenciar as consequências na definição de perigo, como danos e prejuízos, seguindo uma mesma linha de pensamento (Quadro 2).

Quadro 2: Definições de perigo

AUTOR(ES)	ANO	DEFINIÇÃO
Carvalho, Macêdo e Ogura	2007	Perigo como condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável.
Oliveira	2009	Perigo é um fato ou situação que tem a possibilidade de causar danos e prejuízos, caso venha a ocorrer.
Julião <i>et al.</i> ,	2009	Perigo é o processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

CEPED (2012), incorpora outro importante componente do risco para estruturar o conceito de perigo: a vulnerabilidade, construindo uma forte relação entre estes conceitos e definindo perigo como o evento ou fenômeno que incide sobre um cenário vulnerável provocando desastres. Em pesquisas relacionadas aos *natural hazards*, ou perigos naturais, o conceito de perigo é intimamente ligado aos processos e fenômenos físico-naturais (Quadro 3), mas mantidos no centro da relação da sociedade com a natureza, visto que um evento ou fenômeno natural só se adjectiva como perigoso a partir da possibilidade de afetar um sistema social, levando-se, assim, em consideração o uso da terra e a ocupação do território. Dessa forma, entende-se perigo, neste trabalho, como fenômeno ou processo natural ou antrópico com potencial para causar danos e prejuízos aos seres humanos.

Outro conceito frequente nas abordagens dos riscos é o de desastre, que só existe no âmbito da relação dos seres humanos com a natureza, pois uma inundação só é classificada como desastre quando uma população vulnerável ocupa áreas suscetíveis a este fenômeno hidrológico. Este caso reforça a ideia do quanto a vulnerabilidade está ligada aos desastres.

Quadro 3: Definições de perigo natural

AUTOR(ES)	ANO	DEFINIÇÃO
Kobiyama <i>et al.</i> ,	2006	O perigo é um fenômeno natural que ocorre em épocas e região conhecidas, que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto.
Marcelino	2008	Perigo como sendo um fenômeno físico ou um processo natural potencialmente prejudicial, que pode causar sérios danos socioeconômicos as comunidades expostas.
Tominaga, Santoro e Amaral	2015	Perigo refere-se à possibilidade de um processo ou fenômeno natural potencialmente danoso ocorrer num determinado local e num período de tempo especificado.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Em abordagens mais objetivas, os desastres são considerados a partir da ocorrência de pelo menos um dos seguintes critérios: 10 ou mais óbitos, 100 ou mais pessoas afetadas, declaração de estado de emergência e pedido de auxílio internacional (Tominaga; Santoro; Amaral, 2015).

Com base na bibliografia consultada, entende-se desastre como o conjunto de danos e prejuízos, humanos e/ou materiais, gerados por fenômenos ou processos perigosos, de origem natural ou decorrentes da intervenção antrópica direta ou indireta (Quadro 4). Muitas vezes o dimensionamento da ação humana é de difícil mensuração, particularmente quando as evidências são pouco expressivas.

Quadro 4: Definições de desastre

AUTOR	ANO	DEFINIÇÃO
Smith	1992	Disaster as the realization of hazard.
Castro	1998	Desastre é definido como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.
Castro	2000	Desastre es el conjunto de daños, consecuencia o producto del peligro.
Marcelino	2008	Desastre natural pode ser conceituado como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade dos afetados em conviver com o impacto.
CEPED	2012	Desastre é uma séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade que ocasiona uma grande quantidade de mortes e igual perda e impactos materiais, econômicos e ambientais que excedem a capacidade de uma comunidade ou a sociedade afetada para fazer frente à situação mediante o uso de seus próprios recursos.
Brasil	2012	Desastre é o resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Infere-se, a partir da análise destes conceitos, uma cadeia de relações capaz de traduzir um recorte da realidade no contexto dos desastres. Como exemplo: um tornado, que costuma ocorrer em uma determinada região (susceptibilidade), configura-se em um fenômeno atmosférico perigoso. Se este se deslocar em direção a uma determinada área povoada, com possibilidade real de prejuízos (vulnerabilidade), teremos então uma situação de risco. Se o

tornado atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas, isto será denominado de desastre de ordem natural. Caso contrário, ocorra sem causar prejuízos, será considerado como um evento natural (Kobiyama *et al.*, 2006).

Na construção deste cenário hipotético, identifica-se outros dois conceitos muito presentes nas pesquisas relacionadas aos *hazards*: vulnerabilidade e suscetibilidade. Contudo, é mister lembrar que, o primeiro não aparece como conceito nos estudos seminais dos *natural hazards*, mas como ideia subjacente à noção de capacidade de resposta, ganhando maior atenção no fim da década de 1980 e nos anos de 1990, quando as pesquisas deixaram de se preocupar apenas com os perigos naturais e passaram a enfocar, também, os perigos sociais e tecnológicos (Marandola Jr.; Hogan, 2004b).

Mas assim como os conceitos de desastre, risco e perigo, não há consenso acerca dos conceitos de vulnerabilidade e suscetibilidade, embora a divergência em relação ao segundo seja bem menor dentre os pesquisadores da área. De acordo com Cutter (1996), a definição de vulnerabilidade muda em virtude dos temas abordados, dos espaços estudados e da orientação epistemológica e suas consequentes práticas metodológicas. Esse componente do risco reúne algumas concepções significativas que têm ganhado uma posição de destaque frente às pesquisas realizadas nas diferentes áreas do conhecimento (Quadro 5).

Quadro 5: Definições de vulnerabilidade

AUTOR	ANO	DEFINIÇÃO
Carvalho, Macedo e Ogura	2007	Vulnerabilidade é o grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.
Julião <i>et al.</i> ,	2009	Vulnerabilidade é o grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade.
Oliveira	2009	Vulnerabilidade é um conjunto de características de um cenário, resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a sua possibilidade de sofrer danos e prejuízos em consequência de um evento.
Brasil	2012	Vulnerabilidade é a fragilidade física, social, econômica ou ambiental de população ou ecossistema ante evento adverso de origem natural ou induzido pela ação humana.
Tominaga, Santoro e Amaral.	2015	Vulnerabilidade é um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos perigos.
Veyret	2019	Vulnerabilidade é a magnitude do impacto previsível de um perigo (álea) sobre pessoas, bens, equipamentos ou ambientes.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Observa-se que Carvalho, Macedo e Ogura (2007), Julião *et al.* (2009) e Veyret (2019), concebem vulnerabilidade pela ótica do grau de impacto de fenômenos ou processos perigosos sobre sistemas ecológicos ou sociais, com implicações nos danos e prejuízos, enquanto que Oliveira (2009), Brasil (2012) e Tominaga, Santoro e Amaral (2015) a concebem a partir da ideia de fragilidade, condição gerada por fatores naturais e antrópicos, que potencializa os impactos negativos dos perigos.

Tominaga, Santoro e Amaral (2015, p. 151), afirmam que “A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais”. Portanto, considera-se vulnerabilidade, no presente trabalho, a fragilidade física, social, econômica ou ambiental de população ou ecossistema frente a fenômenos ou processos ameaçadores de origem natural ou antrópica.

Em relação à suscetibilidade, no Brasil, esse termo foi por muitos considerado como sinônimo de risco, resultando em uma extensa produção cartográfica denominada de risco, quando, na verdade, tratava-se de trabalhos que apresentavam suscetibilidades naturais ou induzidas. Para Pfaltzgraff (2007), o referido equívoco surgiu a partir das traduções indiscriminadas do inglês para o português.

Por sintetizar as concepções dos autores consultados durante a pesquisa, destacou-se as definições de Carvalho, Macedo e Ogura (2007) e Julião *et al.*, (2009) (Quadro 6), sendo que, aqui, optou-se pela definição deste último.

Quadro 6: Definições de suscetibilidade

AUTOR	ANO	DEFINIÇÃO
Carvalho, Macêdo e Ogura	2007	A suscetibilidade indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.
Julião <i>et al.</i> ,	2009	Suscetibilidade representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.4 Desastres hidrológicos: uma breve conceituação

Para atender à classificação de desastres do Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), o Brasil instituiu a Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012, e passou a adotar a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Essa decisão contribuiu para que o país se ajustasse aos demais organismos de gestão de desastres do mundo e acompanhasse a evolução internacional na classificação desses eventos (Brasil, 2012).

A COBRADE pode ser entendida como um processo de nivelamento dos tipos de desastres a partir de uma codificação internacional, ou seja, traz a especificidade dos desastres que ocorrem no Brasil alinhada aos marcos internacionais de gestão de risco de desastres (MIDR, 2022). Assim, o aludido documento classifica os desastres dividindo-os em duas categorias: naturais e tecnológicos.

Dentre os desastres naturais, cita-se aqueles que compõem o grupo dos fenômenos hidrológicos, a saber: inundação, enxurrada e alagamento. Este último, pode ser entendido como a extrapolação da capacidade de escoamento do sistema de drenagem urbano e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas citadinas, em decorrência de chuvas intensas (MIDR, 2022).

Para Reis (2011), o alagamento está relacionado com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, provocada por: compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração; construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano; acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; insuficiência da rede de galerias pluviais.

As enxurradas podem ser definidas como um escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Apresenta grande poder destrutivo e contribui com a elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco das calhas fluviais (MIDR, 2022).

De acordo com Silveira (2007), o fenômeno hidrológico referido pode ser intensificado pelo tipo de processo de urbanização das cidades, uma vez que este, interfere no ciclo hidrológico, afeta o comportamento da infiltração e da drenagem, contribuindo para o escoamento superficial das águas. A ampliação de áreas impermeáveis pelas construções e pavimentações nos espaços urbanos, sem um manejo adequado das águas pluviais, gera um aumento na frequência do escoamento superficial.

Por último, as inundações, no âmbito da COBRADE, podem ser entendidas como a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas (MIDR, 2022). O transbordamento, nesse processo, ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

Segundo Carvalho, Macedo e Ogura (2007), enchentes e inundações são os tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam em áreas rurais ou metropolitanas. Conforme os autores, esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo ser humano, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento.

2.4.1 Enchentes e inundações

O Brasil é considerado um dos países mais afetados por enchentes e inundações no mundo. Muitas cidades brasileiras apresentam problemas relacionados a esses fenômenos naturais, sendo as das regiões metropolitanas aquelas que apresentam as situações de risco mais graves, decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água (Carvalho; Macedo; Ogura, 2007).

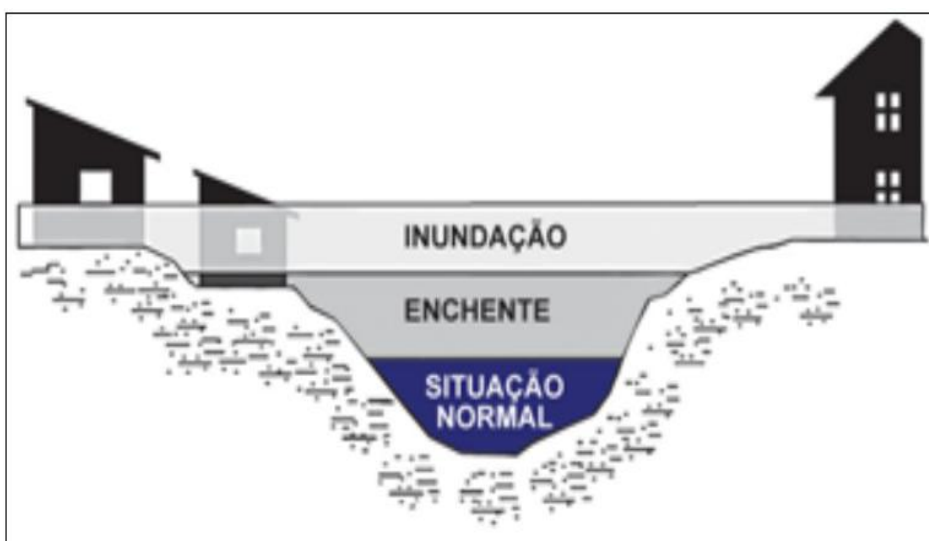
Conforme Amaral e Ribeiro (2015), enchentes e inundações são eventos de ordem natural, que ocorrem nos cursos d'água dentro de um regime de sazonalidade, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Santos (2007), por sua vez, afirma que esses fenômenos não são considerados como sinônimos de desastres, entretanto, quando o homem ultrapassa os limites da capacidade de suporte dos elementos naturais do ambiente em que vive, as inundações passam a ser um problema social, econômico e/ou ambiental.

Embora esses termos sejam, popularmente, usados como sinônimos, enchente e inundação são dois conceitos que se diferem, ainda que estejam relacionados. Para Kobiyama *et al.*, (2006), enchente é o aumento do nível dos rios para além da sua vazão normal. Já a inundação, conforme os autores, é quando, somado a este processo, há transbordamento dos cursos d'água sobre as áreas adjacentes.

De modo semelhante, Santos (2007) afirma que enchente é um fenômeno natural que ocorre nos cursos d'água em regiões urbanas e rurais e consiste na elevação dos níveis destes corpos hídricos, seja este de pequena (córrego, riacho, arroio, ribeirão) ou de grande (rio) dimensão. Tem-se inundação, segundo a autora, quando a elevação do nível atinge a parte superior da seção, provocando o extravasamento da água.

Outras importantes conceituações foram realizadas por Carvalho, Macedo e Ogura (2007). Para esses autores, enchente é a elevação temporária do nível da água em um canal de drenagem, devido ao aumento da vazão ou descarga. Inundação, por outro lado, é o processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio), quando a enchente atinge cotas acima do nível máximo de capacidade da calha principal do rio. A Figura 1 ilustra de forma didática essas concepções.

Figura 1: Ilustração esquemática dos processos de enchente e inundação



Fonte: Carvalho, Macedo e Ogura, 2007.

A partir dos conceitos apresentados, percebe-se as peculiaridades de cada fenômeno. Especificamente, as enchentes ocorrem em cursos d'água de qualquer dimensão, não se restringindo aos rios de grande porte, enquanto que as inundações estão mais ligadas aos desastres e eventos com potenciais de gerar danos e prejuízos.

Enquanto fenômeno com potencial para gerar desastres, as inundações, no âmbito da COBRADE, são categorizadas como desastres naturais e pertencem ao grupo de desastres hidrológicos. Contudo o referido documento não apresenta tipologias para o citado fenômeno natural.

Autores que, reconhecidamente, tipificam as inundações são Tucci (2003) e Castro *et al.*, (2003). Tucci (2003), as classifica a partir dos fatores que contribuem para o desencadeamento dos eventos, como o comportamento natural do rio ou alguns produtos do processo de urbanização, como a impermeabilização e a canalização dos rios. Dessa forma esse autor define dois tipos de inundações, que podem ocorrer isoladamente ou de forma integrada em áreas urbanas: as inundações ribeirinhas e as inundações urbanas.

As inundações ribeirinhas são geradas por processos naturais e ocorrem em bacias onde a declividade é baixa e a seção de escoamento é pequena, quando a precipitação é intensa e a quantidade de água, que chega simultaneamente ao rio, é superior à sua capacidade de drenagem. Salienta-se que, os problemas resultantes de inundações, dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual estes eventos ocorrem (Tucci, 2003). Para Reis (2011), esses problemas também ocorrem devido à inexistência ou ineficiência do Plano Diretor, que implica na ausência de restrições quanto ao loteamento de áreas de risco de inundação, situação que pode ser evitada através do planejamento do uso do solo das várzeas.

As inundações urbanas, por sua vez, são fenômenos influenciados pelas atividades humanas realizadas no espaço urbano, e ocorrem quando as águas dos rios, riachos e galerias pluviais, transbordam o leito de escoamento, devido à incapacidade de drenagem destes sistemas, e ocupam áreas utilizadas para moradia, transporte, recreação, comércio, indústria, entre outros (Tucci, 2003).

Castro *et al.*, (2003), classificam as inundações em função da magnitude e da evolução. Entretanto, em relação à magnitude, os referidos autores tipificam estes fenômenos hidrológicos sem caracteriza-los, classificando-os em: inundações excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude. Destaca-se a dificuldade de se aplicar esta tipologia pela ausência de sua caracterização.

Em função da evolução, as inundações são classificadas em: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar (Castro *et al.*, 2003). Para esses autores as enchentes ou inundações graduais são cíclicas, nitidamente sazonais e caracterizam-se por sua grande extensão. Elas são intensificadas por variáveis climatológicas de médio e longo prazos e pouco influenciáveis por variações diárias do tempo. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas (Castro *et al.*, 2003).

As enxurradas ou inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, que escoam de forma rápida e intensa, causando um desequilíbrio no sistema de drenagem, provocando transbordamento (Castro *et al.*, 2003).

Os alagamentos estão relacionados com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, que é provocada por: compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração; construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;

desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano; acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; e, insuficiência da rede de galerias pluviais (Castro *et al.*, 2003). Dessa forma, neste fenômeno o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais.

As inundações litorâneas, normalmente caracterizadas como desastres secundários, são provocadas pela brusca invasão do mar, que podem ocorrer a partir de vendavais e tempestades marinhas, ciclones tropicais, trombas d'água, tsunâmis e ressacas muito intensificadas (Castro *et al.*, 2003).

Embora, nessa última classificação, os autores tenham tido a preocupação de caracterizar os tipos de inundação, destaca-se que os termos utilizados podem gerar uma confusão na aplicação dos conceitos de enchente, inundação, enxurrada e alagamento, considerados como distintos por Reis (2011) e não como facetas de um mesmo processo.

2.5 Bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas são legalmente conhecidas como unidades de gestão e planejamento ambiental, pois delimitam os limites geográficos de áreas específicas. Conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução 001/1986, Artigo 5º, inciso III, o estudo de impactos ambientais tem como uma de suas diretrizes “Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza” (Brasil, 1986).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que trata dos fundamentos e normas dos recursos hídricos, também adota essa unidade de paisagem como objeto de estudo e de gestão (Brasil, 1997).

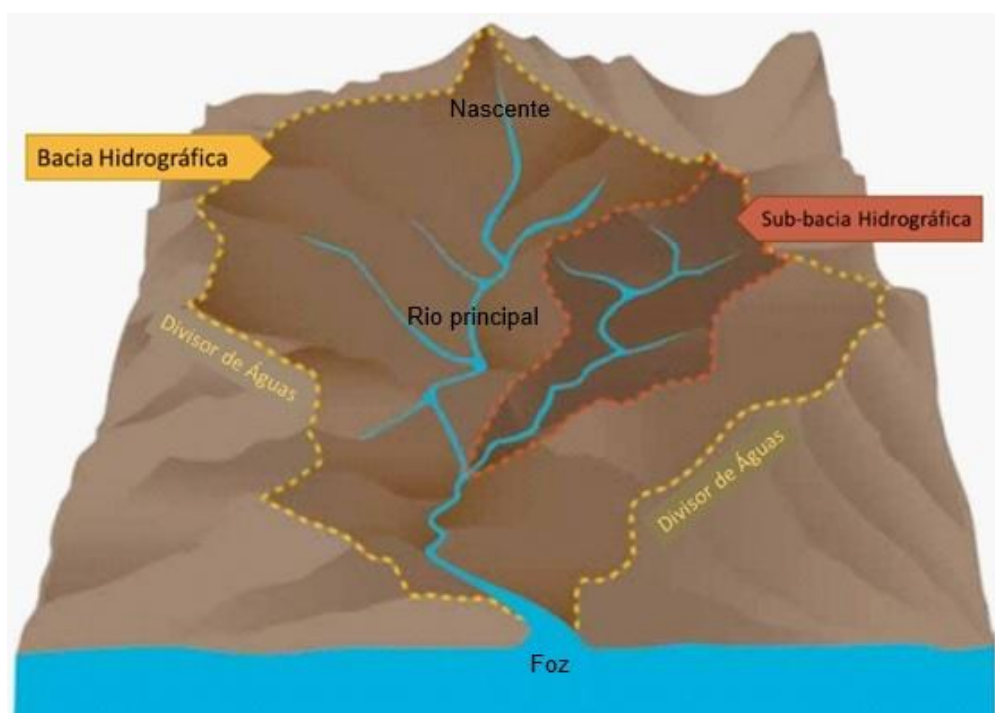
No âmbito da Geomorfologia fluvial, a água corrente é o principal agente modelador do relevo terrestre, e a bacia hidrográfica constitui seu principal objeto de estudo, a partir do qual esta área do conhecimento pode estabelecer relações entre os processos de erosão resultantes do escoamento fluvial e as formas de relevo deles derivadas (Bastos; Maia; Cordeiro, 2015).

Além disso, a partir dessas áreas da superfície terrestre definidas pela topografia é possível apresentar e caracterizar os elementos da dinâmica ambiental. Segundo Borges (2020), a bacia hidrográfica, reconhecida como um recorte nítido para o planejamento e essencial para o conceito de análise, principalmente nos estudos geográficos, tem sido incorporada por

diversos profissionais como um procedimento sistemático de análise para descrição e explicação de fenômenos urbano-ambientais, sendo de grande importância para gestores e planejadores o entendimento do conceito de bacias hidrográficas e suas divisões.

No âmbito da comunidade científica, existe consenso em relação ao conceito de bacia hidrográfica (Figura 2), compreendida como uma área da superfície terrestre definida topograficamente e drenada por um curso d'água ou sistema conectado de cursos d'água, de modo que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída (Villela; Mattos, 1975; Barbosa, 2014).

Figura 2: Modelo esquemático de uma bacia hidrográfica.



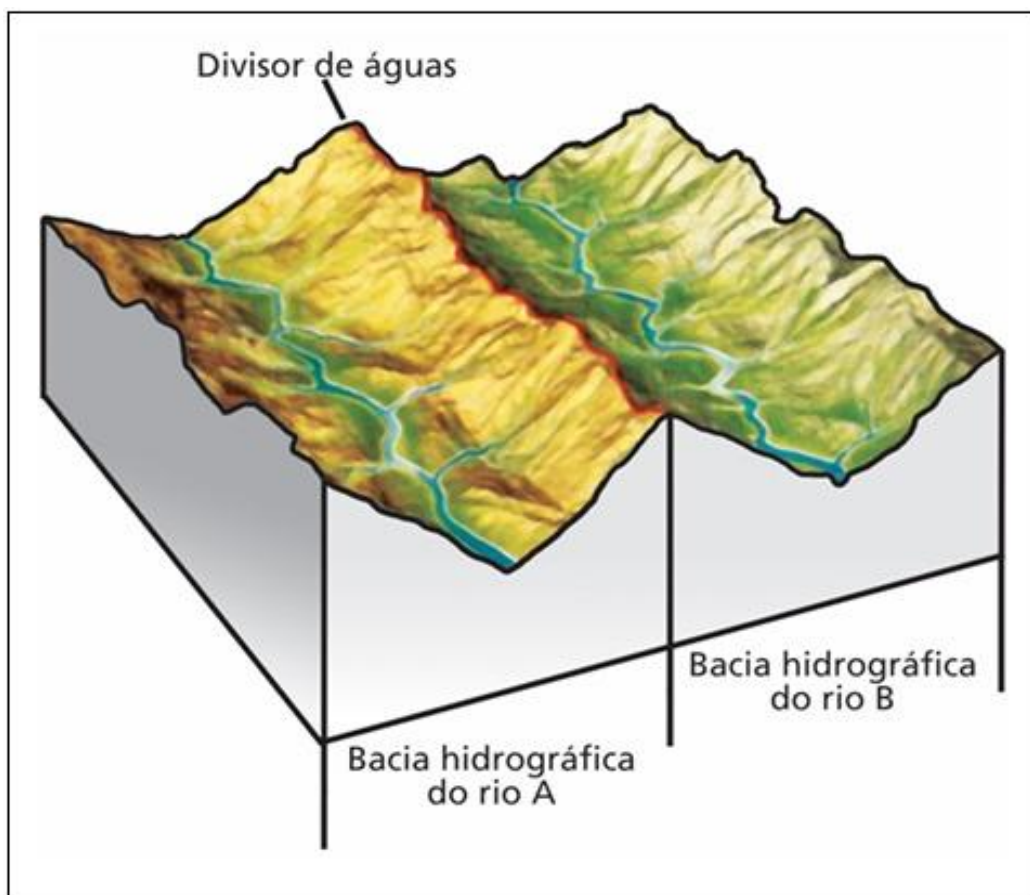
Fonte: Adaptado de Freitas *et al.*, 2015.

Sobre as divisões das bacias de drenagem, Coelho Neto (2001) afirma que estas se reproduzem em diferentes escalas, desde canais de ordem superior, até vales não canalizados. Para Costa (2017), essas unidades de paisagem podem apresentar-se em diferentes tamanhos, que variam de bacias com milhões de km² até bacias de poucos metros quadrados, todas apresentando sistemas de drenagem hierarquicamente organizados.

Teodoro *et al.*, (2011), porem, afirmam que, do ponto de vista hidrológico, a classificação em bacias grandes e pequenas não se restringe a superfície total, mas aos efeitos de alguns fatores dominantes sobre os deflúvios, qualidade da água e uso do solo, que podem alterar a sensibilidade das bacias. Para os referidos autores, a bacia hidrográfica pode subdividir-se em unidades menores: sub-bacias e microbacias, em função das potencialidades, fragilidades e conflitos centrados nas características dessas áreas.

Os limites das bacias hidrográficas são chamados de divisores de águas (Figura 3), linhas que passam pelos cumes em torno da bacia, interligando os pontos de cota máxima, e atravessam os cursos de água somente nas secções de referência (Costa, 2017). Essas linhas de separação que delimitam as áreas coletoras de chuva das bacias contribuem com o aporte de água e de sedimentos para os respectivos sistemas fluviais.

Figura 3: Modelo esquemático de divisores de águas



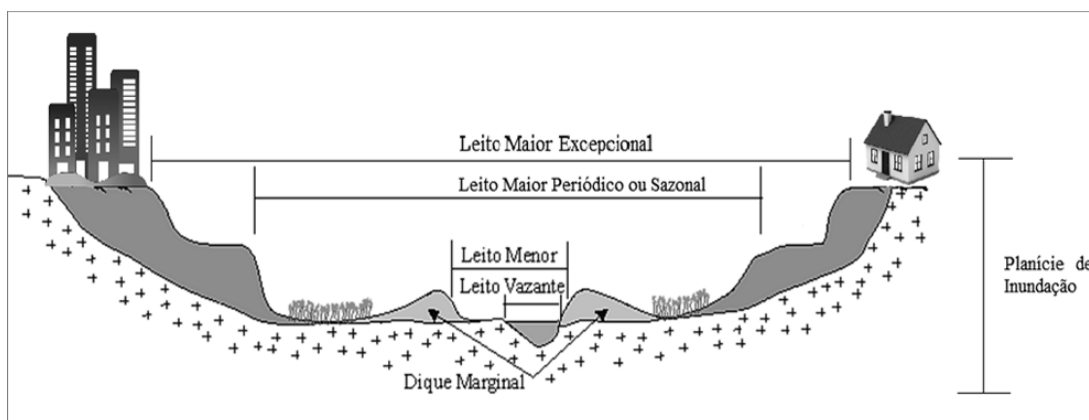
Fonte: Adaptado de Press *et al.*, 2006.

Os divisores de água são classificados como topográficos e freáticos (Costa, 2017). O divisor topográfico é condicionado pela topografia, determinando a área de onde provém o deflúvio superficial da bacia. O divisor freático ou geológico é condicionado pelo arcabouço geológico subsuperficial, que divide as águas dos reservatórios e, normalmente, não coincidem com os divisores topográficos. A identificação e a delimitação desses divisores, conforme Fernandes (2014), requerem estudos hidrogeológicos complexos.

Os cursos d'água, por outro lado, são classificados em perenes, intermitentes e efêmeros, e mantêm uma estreita relação com os seus talvegues, linha que representa a máxima profundidade ao longo do leito, esculpindo-o de diferentes formas.

O leito fluvial (Figura 4) corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas e é classificado em: a) Leito Vazante: que está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas, acompanhando o talvegue; b) Leito Menor: bem delimitado, encaixa-se entre as margens ou diques marginais; c) Leito Maior Periódico/Sazonal: regularmente ocupado pelas cheias, pelo menos uma vez ao ano; d) Leito Maior Excepcional: trata-se do setor onde ocorrem as cheias mais elevadas, as enchentes com periodicidade indefinida (Christofoletti, 1980).

Figura 4: Representação dos tipos de leitos fluviais



Fonte: Oliveira, 2022.

O sistema conectado de cursos d'água ou sistema de canais fluviais, no contexto das bacias de drenagens, também é conhecido como sistema fluvial. Este sistema de canais, de acordo com Bastos, Maia e Cordeiro (2015), é considerado como um sistema modelador da superfície terrestre, o qual, através do sistema complexo de rede de drenagem, tem a capacidade de dissecar o relevo e, assim, de gerar novas superfícies de aplainamento, erodindo e transportando sedimentos.

Na perspectiva sistêmica, Silveira (2001) afirma que uma bacia hidrográfica é composta por dois subsistemas: um conjunto de superfícies, compostas de diferentes tipos de geometrias, que são as vertentes, e uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no exutório. Ambos os subsistemas se relacionam com o ciclo hidrológico, visto que este é o fenômeno que denomina a troca de água, presente na hidrosfera, entre a atmosfera e a litosfera.

O ciclo hidrológico, é responsável pelos fluxos de entrada e saída de água na bacia hidrográfica. Este ciclo, que compreende todos os estados da água, abrange diferentes ambientes, como o solo, corpos d'água, atmosfera, etc. Destaca-se que, segundo Tucci (1997), a função da hidrologia no contexto de bacia hidrográfica é a de transformar a precipitação em escoamento. Sobre tais processos Bastos, Maia e Cordeiro (2015, p. 101) discorrem,

Os fluxos podem ser pela superfície, canalizados na forma de canais, dispersos (laminares), em pequenos sulcos (temporários) ou gerando futuras ravinas e estágios iniciais de um novo canal incipiente; assim como pela subsuperfície, infiltrados nas camadas rasas, percolados nas rochas, camadas mais profundas (aquíferos).

Conforme Carvalho (2014), esses processos variam dependendo das características fisiográficas da bacia, sendo mais intensos em zonas de alta energia (morfologias denudacionais – dominadas pelo controle estrutural – tectônico), e menor potencial energético, em zonas de baixa energia (morfologias agradacionais – controladas por sistemas fluviais – aporte sedimentar), acarretando em dinâmicas diferenciadas desses ambientes.

Para além dos processos de escoamento, uma bacia de drenagem pode ser considerada como um sistema aberto, que funciona de forma controlada por diversos fatores, os quais possuem relações interdependentes muito complexas, diferentes escalas temporais e espaciais de atuação e dependem: da variação de descarga (volume de água), dos tipos de sedimentos transportados (descarga sólida), da morfologia do canal (variáveis relativas à sua geometria), da morfologia do terreno (gradiente topográfico) e do tipo de uso e cobertura da terra (Bastos; Maia; Cordeiro, 2015).

O atravessamento desses fatores, resulta na dinâmica dos processos erosivos que, de forma interligada às características do sistema fluvial, sofrem influência de fatores externos que atuam em escala regional e/ou continental, afetando a dinâmica de toda a região onde a bacia se desenvolve:

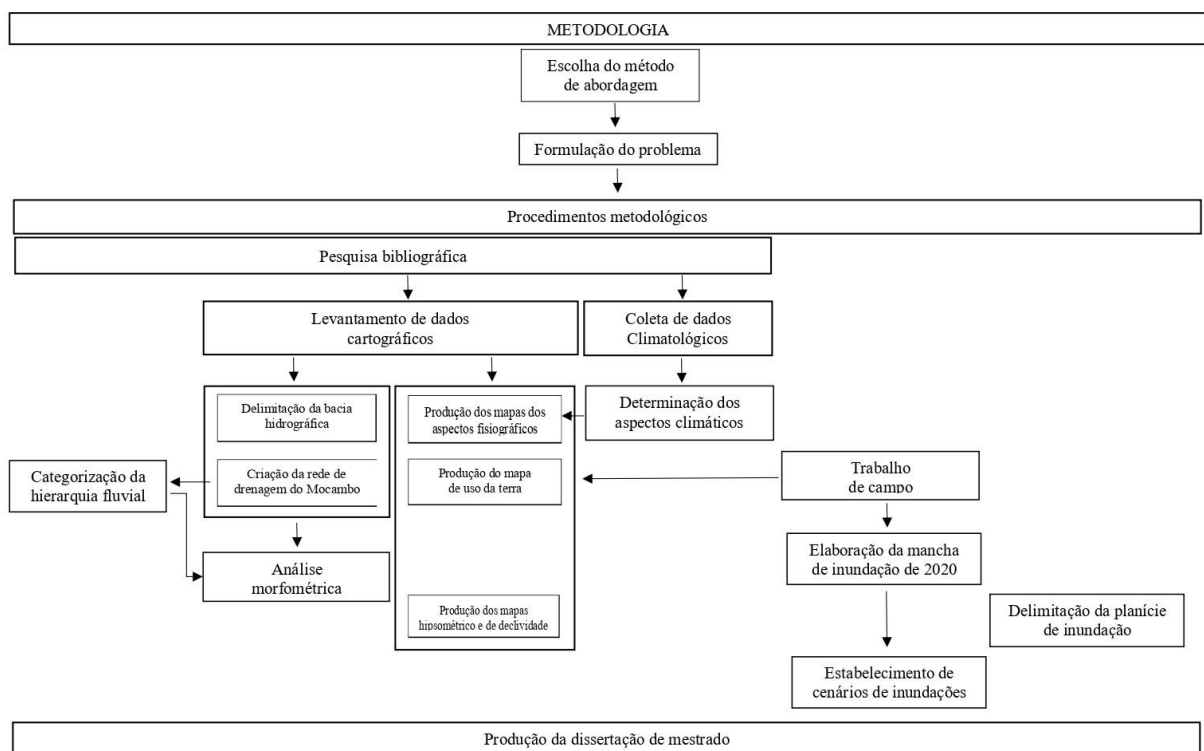
Alterações naturais, como clima e reajuste morfológico constante do canal, além de ações antrópicas, podem alterar o perfil dinâmico do estado de equilíbrio do sistema, resultando na intensificação de processos erosivos e deposicionais (assoreamento). Isso promove modificações no fluxo energético de saída, assim como novos aportes de matéria (sedimentos). Estas modificações exigem que o sistema promova adaptações e modificações em busca da retomada do perfil de equilíbrio dinâmico. São processos como mudança de canal (avulsão), gerando paleocanais, lagos e terraços. Pode ocorrer a colmatagem (sedimentação de rios e lagos - “assoreamento”), processos erosivos, entre outros, a depender da escala espacial e temporal. (Bastos; Maia; Cordeiro, 2015, p. 102).

Observa-se que mudanças no clima, na forma dos canais, bem como ações antrópicas, provocam um desequilíbrio no sistema fluvial, alterando o seu comportamento, o que implica na intensificação de processos (erosão e deposição de sedimentos) fruto dessa nova dinâmica dos fluxos energéticos de saída. Essa busca por estabelecer um estado de equilíbrio do sistema fluvial gera transformações significativas na paisagem, a partir da avulsão, da geração de paleocanais e da formação de lagos e terraços fluviais, também conhecidos como planícies aluviais ou fluviais, ou planícies de inundação (Christofoleti, 1980; Guerra; Guerra, 2003; Ab’Sáber, 2004).

3 METODOLOGIA

O estudo da paisagem é marcado por dificuldades relacionadas à escolha e à aplicação dos métodos de pesquisa. Nesse sentido, a partir da escolha do método de abordagem, foi realizada uma série de adaptações para a análise da suscetibilidade a inundações de áreas da bacia hidrográfica do rio Mocambo na cidade de Urbano Santos, como: pesquisa bibliográfica, levantamento de bases cartográficas, coleta de dados climatológicos, cálculo de parâmetros morfométricos, trabalhos de campo, e análise espacial através da aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma da síntese do método de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com o intuito de estabelecer as bases metodológicas do trabalho, bem como definir o raciocínio lógico aplicado no desenvolvimento da pesquisa, optou-se pela adoção do método Hipotético-Dedutivo, desenvolvido por Karl Popper. Esse método de abordagem, também conhecido como o “método de tentativas e eliminação de erros” (Lakatos e Marconi, 2010, p. 73), consiste no abandono das hipóteses geradas a partir da experiência para a adoção de hipóteses que são formuladas e depois “postas a prova”. Ou seja, deixa-se de lado o método segundo o qual a ciência começa pela experiência, para a adoção de um método que considera a formulação de um problema como o início da produção do conhecimento científico, tirando a observação do ponto de partida da produção do conhecimento e substituindo-a pelo problema formulado (Spósito, 2004; Meneses e Favreto, 2021).

Para Nevado (2008), o método Hipotético-Dedutivo consiste, também, em oferecer explicações causais dedutivas e em testá-las através de previsões, com base numa relação lógica entre proposições, sendo que o conhecimento resulta das proposições que refutam as hipóteses e teorias iniciais. Nele, como citado anteriormente, toda a pesquisa tem sua origem num problema para o qual se procura uma solução, por meio de tentativas e eliminação de erros.

O método popperiano, nesse sentido, constrói hipóteses que são submetidas a testes de falseamento, nos quais se utiliza de discussão crítica, refutando ou aceitando as hipóteses. Na diversidade de pensamentos sobre o método e o conhecimento, tem-se como certeza que o método Hipotético-Dedutivo é um caminho que orienta em direção ao conhecimento das verdades e que conduz ao objetivo que se busca, atingindo determinada meta dentro do conhecimento (Rosa, 2016).

3.1 Procedimentos Metodológicos

Nesta seção descreve-se os métodos e procedimentos que foram utilizados e que corroboraram para o alcance dos objetivos deste trabalho, dos quais se pode citar: as técnicas de pesquisa, a saber, a pesquisa bibliográfica e a coleta de dados; os trabalhos de gabinete, como a obtenção dos valores fisiográficos da bacia hidrográfica e o cálculo dos parâmetros morfométricos; a realização dos trabalhos de campo; e as diversas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto utilizadas na produção dos mapas temáticos.

3.1.1 Técnicas de pesquisa

Iniciou-se o desenvolvimento do trabalho com uma pesquisa bibliográfica acerca de temas como desastres naturais e humanos, risco e perigo, enchente e inundação, e suscetibilidade a inundação, em artigos científicos, trabalhos completos publicados em anais de eventos, livros, manuais técnicos, apostilas, teses e dissertações. O acesso às obras em formato digital foi possível através do indexador de trabalhos científicos Google Acadêmico (<https://scholar.google.com/?hl=pt-BR>).

Prosseguiu-se com um levantamento vetorial e matricial de bases cartográficas em sites como do *European Space Agency* (ESA), através da sua interface de usuário para acesso a dados planetários – *Planetary Data Access* (PANDA); da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA); do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC); e do Google Earth.

Realizou-se, também, uma coleta de dados referentes à Normal Climatológica do período de 1991 a 2020. Para tanto, recorreu-se ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), onde se obteve dados de precipitação de todas as estações convencionais localizadas no território do Maranhão, assim como os dados de temperatura e umidade da estação convencional de Chapadinha (82382).

3.1.2 Delimitação da bacia hidrográfica e criação da rede de drenagem do Mocambo

A delimitação da bacia hidrográfica e a criação da rede de drenagem do Mocambo se deram em ambiente SIG com auxílio do software QGIS 3.28 - Firenze. Utilizou-se os dados vetoriais das Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (BHO), Otto nível 4, disponíveis no site da ANA(<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>), que passaram por um processo de correção com o uso da “Ferramenta de Vértice”, tendo como base um modelo digital de elevação e uma imagem de satélite do google (2020), importada para o SIG por meio da ferramenta “QuickMapServices”.

A rede de drenagem foi obtida com o uso das ferramentas do módulo GRASS no QGIS, a partir dos dados matriciais de topografia do terreno, cenas S03_W044, S03_W043, S04_W044 e S04_W043, com 30 m de resolução, disponibilizadas pelo Catálogo PANDA (<https://panda.copernicus.eu/web/cds-catalogue/panda>), que foram unificadas com a ferramenta “Mosaico”, gerando um novo arquivo raster, que teve suas depressões espúrias removidas com a ferramenta “Fill Sinks”.

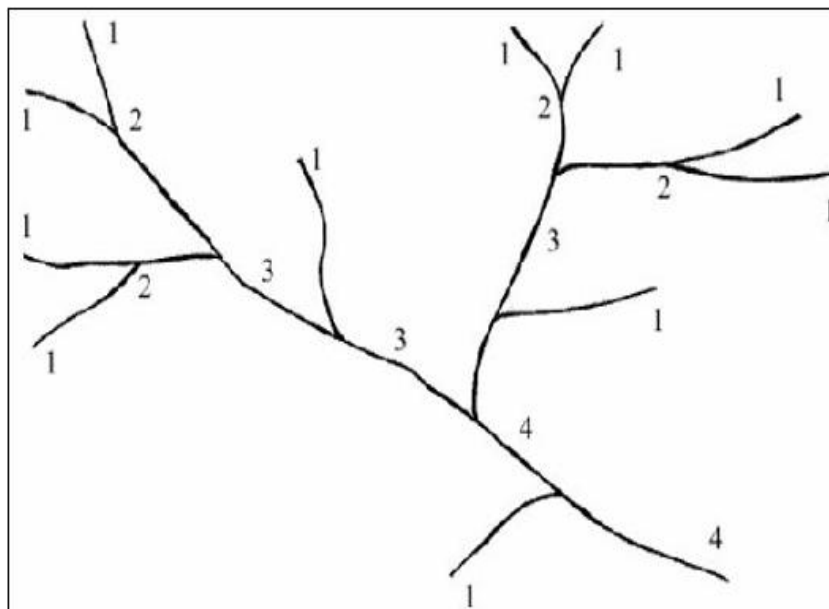
3.1.3 Categorização da hierarquia fluvial

A hierarquia fluvial trata-se do ato de estabelecer uma categorização a partir da ordenação dos cursos d’água, do conjunto da bacia ao qual estão inseridos (Christofletti, 1980; Ávila; Almeida Neto; Felipe, 2017). Segundo Borsato (2005), esse procedimento constitui-se em uma ferramenta básica de análise dos sistemas de drenagem, porque fornece níveis de significância aos canais de uma bacia, e permite comparações lógicas entre diferentes partes de uma rede de drenagem, fornecendo uma linguagem básica para sua descrição da estrutura.

No presente trabalho, para essa ordenação, realizada de forma não automática, utilizou-se a rede de drenagem obtida no ambiente SIG e optou-se por adotar a proposta de hierarquia fluvial de Strahler (1952) (Figura 6), na qual os canais que não possuem tributários são considerados de primeira ordem, no segmento que compreende desde sua nascente até a confluência. Os canais de segunda ordem nascem com a confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de ordem inferior. Os canais de terceira ordem surgem da

confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem. Os canais de quarta ordem aparecem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, e assim sucessivamente (Christofolletti, 1980).

Figura 6: Ordenação dos canais fluviais pelo método de Sthraler (1952).



Fonte: Christofolletti, 1980.

3.1.4 Valores fisiográficos e análise morfométrica da bacia fluvial

Para a determinação dos valores fisiográficos, bem como para a análise morfométrica da bacia hidrográfica, utilizou-se o arquivo raster obtido com a mosaicagem e os arquivos vetoriais: rede de drenagem e delimitação da bacia objeto de estudo. Dessa forma, por meio das ferramentas “Calculadora de Campo” e “Estatísticas Zonais”, determinou-se os seguintes valores fisiográficos e parâmetros morfométricos (Quadro 7): área e perímetro da bacia, comprimento total do rio principal e da rede de drenagem, quantidade de canais, altimetria, Densidade de drenagem, Densidade hidrográfica, Fator de forma e o Índice de circularidade.

3.1.5 Mapas dos aspectos fisiográficos

Para a produção dos mapas dos aspectos fisiográficos (unidades geológicas e geomorfológicas, cobertura vegetal e solos) da bacia objeto de estudo, recorreu-se aos dados vetoriais do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE – MA), disponíveis no site do IMESC (<https://imesc.ma.gov.br/portal/Home>). Após a obtenção, por *download*, dos vetores, elaborados em escala 1:250.000, com EPSG 4674 (Sirgas 2000), os referidos dados foram importados para o QGIS 3.28, onde foram recortados, tendo como máscara o arquivo vetorial dos limites da bacia hidrográfica.

Quadro 7: Variáveis morfométricas

VARIÁVEL	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
Densidade de drenagem	$Dd = Lt / A$	Parâmetro que busca correlacionar o comprimento total dos canais de drenagem com a área da bacia. Dd – densidade de drenagem; Lt – comprimento total dos canais; A – área da bacia (Ávila; Almeida Neto; Felipe, 2017). Valores menores que 5 km/km ² são considerados de baixa densidade de drenagem; valores entre 5 e 13,5 km/km ² são de média densidade; entre 13,5 e 155,5 km/km ² são valores de alta densidade de drenagem; e acima de 155,5 km/km ² são considerados como de muito alta densidade de drenagem (Nogueira, 2017).
Densidade hidrográfica	$Dh = N / A$	Demonstra a relação entre o número de cursos d'água e a área da bacia. Dh – Densidade hidrográfica; N – número total de rios (ou cursos d'água); A – área da bacia (Ávila; Almeida Neto; Felipe, 2017).
Fator de forma	$Kf = A / L^2$	O Kf relaciona a forma da bacia com um retângulo. Este índice é obtido dividindo-se a área pelo comprimento do eixo elevado ao quadrado (Franco; Dal Santo, 2015).
Índice de circularidade	$Ic = (12,57 \cdot A) / P^2$	O Ic apresenta valores entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo da unidade, mais próxima da forma circular será a bacia, sendo também mais propensa a inundações. Valores menores que 0,51 correspondem a bacias de formato alongado, que favorece o escoamento. Valores maiores que 0,51 correspondem a bacias de formato circular, que favorecem o desenvolvimento de inundações. Já valores iguais a 0,51 significam escoamento moderado e pequena probabilidade de cheias e inundações (Franco; Dal Santo, 2015).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

3.1.6 Determinação dos aspectos climáticos

Com o intuito de verificar a precipitação acumulada mensal e anual, as temperaturas máxima e mínima mensal e anual e a umidade relativa do ar compensada mensal e anual da bacia fluvial, consultou-se o site do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/normais>), assim como a estação convencional de Chapadinha (82382), para obtenção, por *download*, dos dados relativos aos referidos aspectos climáticos e referentes à Normal Climatológica que compreende o período de 1991 a 2020.

O arquivo contendo as coordenadas das estações foi salvo no formato CSV (separado por vírgulas) e em seguida importado para o QGIS por intermédio da ferramenta “Adicionar uma Camada de Texto Delimitado”, gerando uma camada de pontos. Em seguida, importou-se para o SIG os dados de precipitação acumulada mensal e anual, também na forma de planilha CSV (separado por vírgulas), inserindo-os na tabela de atributos, da camada de pontos, por meio da operação de união.

Com o intuito de espacializar a precipitação acumulada, empregou-se o método de “Interpolação (IDW)”, gerando uma grade regular de valores de precipitação para o estado do Maranhão. Em seguida, importou-se a camada vetorial de delimitação da bacia do Mocambo, para avaliar melhor sua distribuição.

O tratamento dos dados de temperaturas máxima e mínima e da umidade relativa do ar, obtidos na estação convencional de Chapadinha (82382), foi realizado com apoio do programa Excel (2019), do Pacote Office da Microsoft, onde se elaborou gráfico das médias de temperaturas.

3.1.7 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo ocorreram entre os meses de maio e julho de 2025, e tiveram como objetivos: reconhecer a área de estudo, para averiguar com maior critério a produção cartográfica, e identificar, a partir de observações *in loco* e relatos orais da população, áreas inundadas no evento hidrológico de 2020. Dessa forma, observou-se elementos naturais e humanizados da paisagem, assim como as formas de uso do solo na área de pesquisa; realizou-se registros fotográficos; questionou-se a população acerca de inundações pretéritas; e, coletou-se coordenadas de pontos atingidos pelos eventos hidrológicos de 2020, por meio de sistema de navegação por satélite, com uso do aparelho GPS – Garmin.

3.1.8 Caracterização do uso da terra

Quanto à caracterização do uso e cobertura da terra, utilizou-se os dados vetoriais do ZEE – MA (2022) (<https://imesc.ma.gov.br/portal/Home>), com escala de 1:250.000 e EPSG 4674 (Sirgas 2000). Esses dados vetoriais foram importados para o QGIS e recortados, tendo como mascara o arquivo vetorial dos limites da bacia hidrográfica do rio Mocambo. As classes de uso foram classificadas com base no relatório técnico “Uso, Ocupação e Cobertura da Terra do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro” do IMESC (2021) e o produto cartográfico validado por observações *in loco* realizadas durante os trabalhos de campo.

3.1.9 Elaboração da mancha de inundação de 2020.

Para a elaboração da mancha de inundação, na cidade de Urbano Santos, recorreu-se ao trabalho de campo, realizado entre os meses de maio e julho de 2025, para delimitação da área efetivamente afetada e da dimensão do fenômeno. Esta etapa da pesquisa teve como principais procedimentos observações *in loco* e registro de relatos orais de pessoas escolhidas aleatoriamente entre os moradores da área afetada pelos fenômenos hidrológicos, e coleta de pontos que delimitavam a área inundada em 2020, por meio de GPS (Figura 7). Estes pontos serviram de base para a determinação da mancha de inundação e foram importados para o QGIS através do menu “Camada”, na opção “Adicionar camada” e clicando no botão “Adicionar camada vetorial”.

Figura 7: Georreferenciamento de pontos com GPS (GARMIN – Etrex 10)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

3.1.10 Análise de áreas suscetíveis a inundação na cidade de Urbano Santos

A análise das áreas suscetíveis a inundações na cidade de Urbano Santos se deu por meio da(o): análise dos elementos topográficos da cidade de Urbano Santos em ambiente SIG, a saber, altimetria e declividade; delimitação da planície de inundação; estabelecimento de cenários de inundações. Estes últimos elaborados a partir do estabelecimento de perfis transversais no Google Earth Pro.

O mapa hipsométrico foi elaborado tendo como base o arquivo raster (MDE) obtido com a mosaicagem das cenas S03_W044, S03_W043, S04_W044 e S04_W043, com 30 m de resolução. O arquivo citado foi recortado para a área da cidade, reprojetado para SIRGAS 2000/UTM zona 23s e convertido, da representação contínua para representação categórica, com o uso da ferramenta “Reclassificar por tabela” no QGIS. Dessa forma, estabeleceu-se, para as cotas de elevação, intervalos iguais de agrupamento em 5 metros.

Nas regras estabelecidas para a reclassificação das altitudes, os valores numéricos do MDE compreendidos entre 35-40 foram agrupados e transformados no valor 1, no intervalo numérico de 40-45 foram classificados como 2, no intervalo de 45-50 classificados como 3, seguindo a mesma lógica até o intervalo que compreende a cota máxima da elevação da área estudada.

Após a execução da ferramenta, com o raster reclassificado, estabeleceu-se cores para as diferentes cotas altimétricas, em “Propriedades”, aba “Simbologia”, onde mudou-se o tipo de redenziação para “Banda simples falsa cor”, a interpolação para “Método discreto”, precisão do rótulo para “0”, modo para “Intervalo Igual”, classes para “18”, e escolha do gradiente de cores.

Para elaboração do mapa de declividade utilizou-se o algoritmo “Declividade” pertencente ao GDAL (Biblioteca de Abstração de Dados Geoespaciais). Na execução do algoritmo, procedeu-se a inserção do MDE (o mesmo utilizado na geração do mapa hipsométrico) na camada de entrada e marcação do indicador de “Declividade expressa em porcentagem”. Após a conclusão desta etapa, procedeu-se a reclassificação da declividade, seguindo o método de classificação de Santos *et al.*, (2025). De acordo com esta proposta, a declividade é dividida em seis classes, que possuem entre si distintas escalas de intervalos (Tabela 1).

Tabela 1: Classes de declividade

Formas de relevo	Declividade (%)
Plano	0 a 3
Suave-ondulado	> 3 a 8
Ondulado	> 8 a 20
Forte-ondulado	> 20 a 45
Montanhoso	> 45 a 75
Escarpado	> 75

Fonte: Santos *et al.*, 2025

Na etapa de reclassificação dos dados, a tabela foi organizada da seguinte forma: os valores de 0-3 foram classificados como 1, no intervalo de 3-8 foram classificados como 2, de 8-20 classificados com 3 e > 20% como valor 4.

Para delimitar a planície de inundação, utilizou-se o Google Earth Pro, localizando-se a área de estudo, situada entre a confluência do rio Bandeira com o rio Mocambo até o encontro deste com o Boa Hora, na cidade de Urbano Santos, e com a ferramenta “Adicionar caminho” traçou-se um conjunto de perfis transversais, com distâncias aproximadas de 2 minutos de graus entre cada perfil (Figura 8). Logo após, coletou-se coordenadas de pontos elevados localizados nas margens direita e esquerda do rio, a partir da visualização dos perfis (Figura 9), que é possível clicando com o botão direito do mouse sobre o perfil adicionado, localizado na barra lateral, e selecionando o comando “Mostrar perfil de elevação”.

As coordenadas geográficas foram organizadas em uma planilha Excel e salvas no formato CSV (separado por vírgula), depois importadas para o QGIS por meio do gerenciador de fontes de dados “Texto delimitado”, gerando uma camada de pontos que foram, logo após, salvos como camada shapefile, a partir da qual foi gerado o polígono da planície de inundação. Por ocasião da criação do referido polígono, recorreu-se à ferramenta “Pontos para linhas”, cuja camada de entrada foi o arquivo shapefile de pontos, de que se originou um arquivo string de linha.

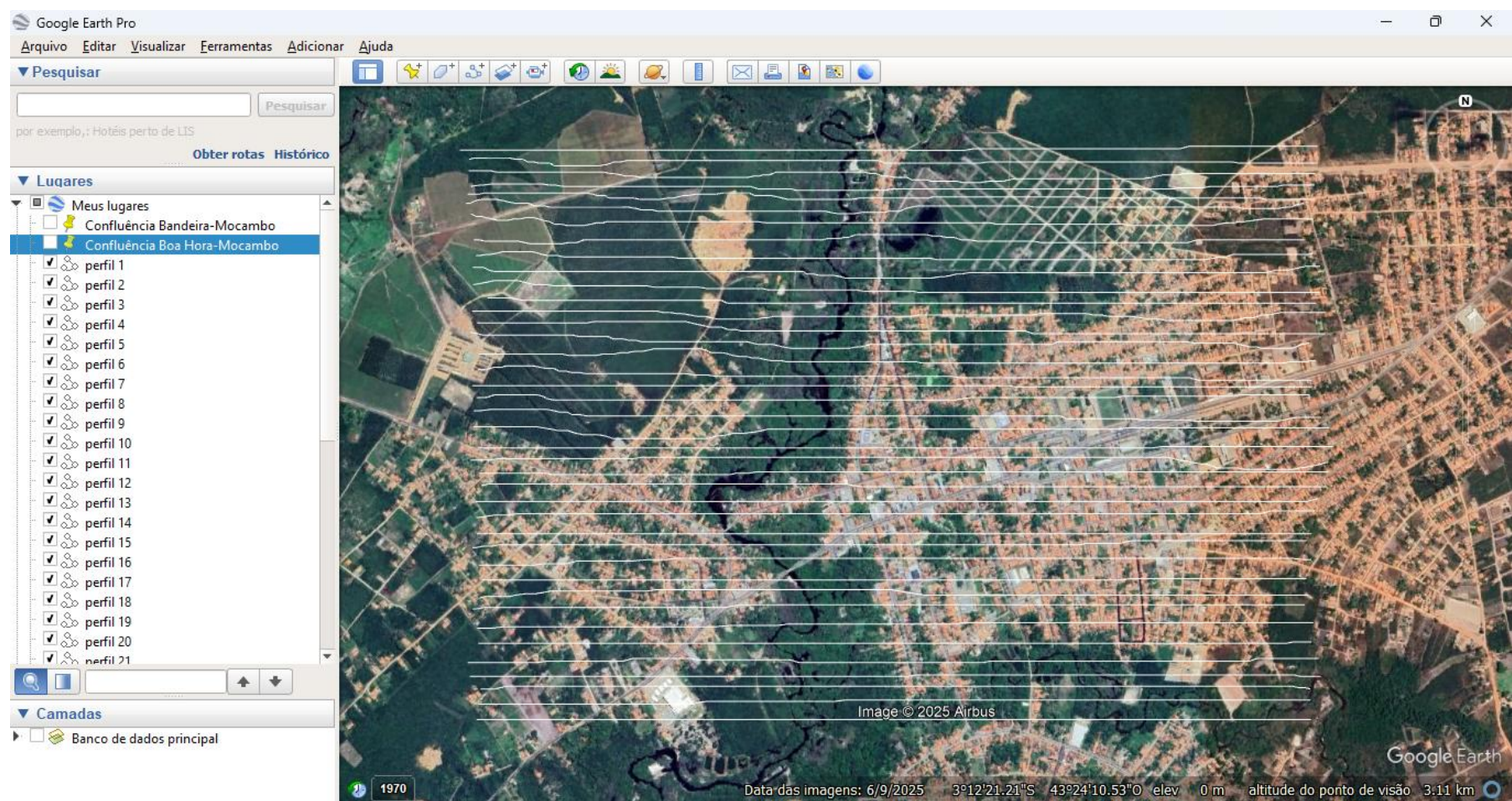
Para criar o polígono, utilizou-se a ferramenta “Linhas para polígonos”, executada após a seleção da camada de entrada, a saber, o arquivo string de linha gerado a partir da camada de pontos. Com o polígono gerado, iniciou-se o processo de vetorização da planície tendo como base uma imagem de satélite do Google, importada para o SIG por meio da ferramenta “Quick Map Services”.

A etapa seguinte consistiu na união de todos os polígonos criados em um único arquivo vetorial por meio da ferramenta “Mesclar camadas vetoriais”, gerando um novo arquivo vetorial com escala de 1: 500 e EPSG 4674 (Sirgas 2000). No processo de execução desta ferramenta, foram utilizados os arquivos vetoriais gerados durante a vetorização dos dados como camadas de entrada.

Nos cenários de inundação, importou-se a mancha de inundação gerada a partir dos pontos coletados em campo para o Google Earth Pro e traçou-se perfis transversais (Figura 10), através dos quais se pôde verificar as cotas altimétricas das áreas inundadas no último evento e as áreas que podem ser inundadas caso a oscilação climática redundar em níveis mais altos de cheia no rio Mocambo.

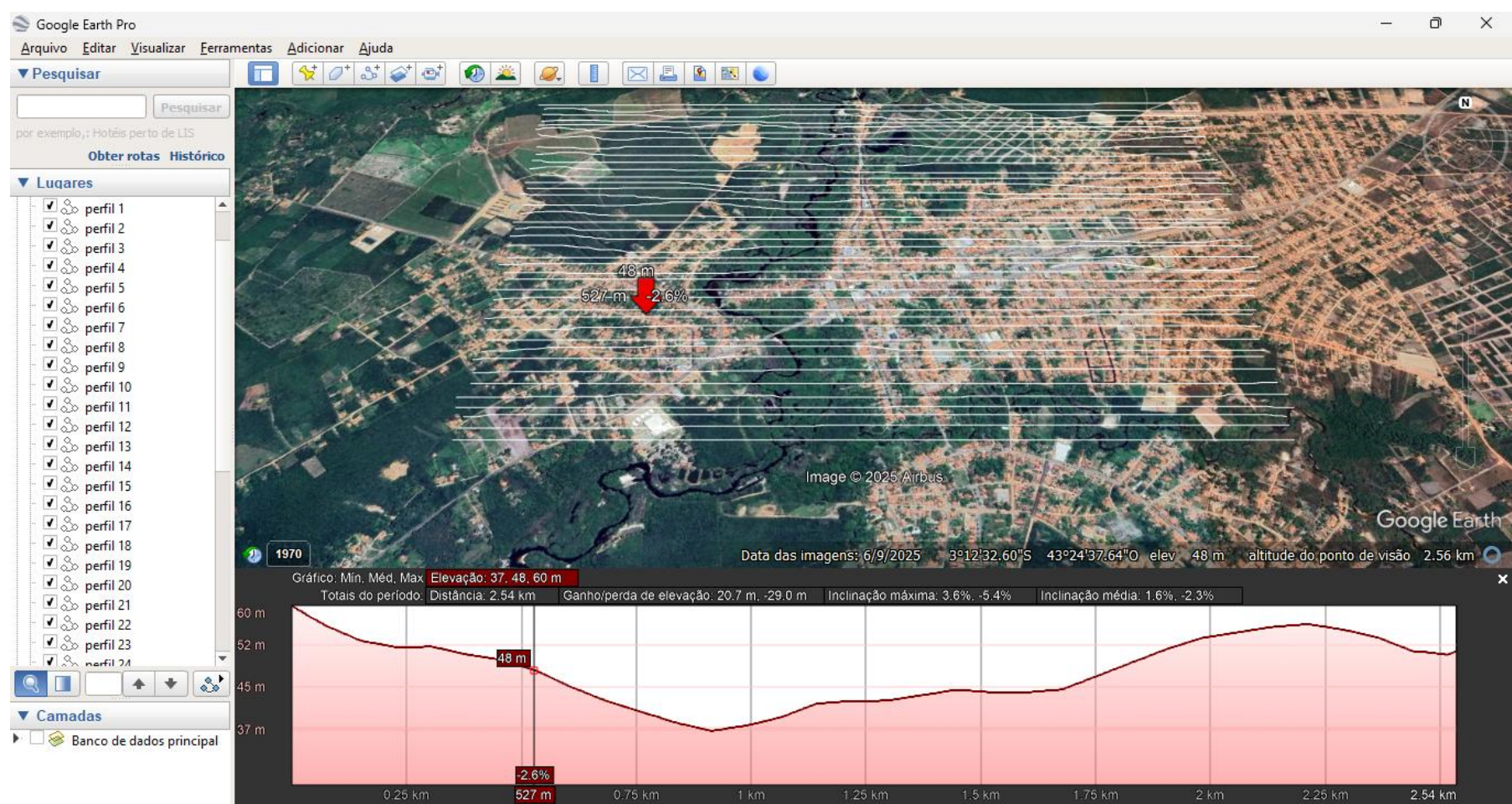
Salienta-se que os desafios identificados surgiram devido à escassez de dados topográficos do território brasileiro, e da área de estudo em particular, para a realização de trabalhos em escala de detalhe. Esta condição obriga o pesquisador a investir em outras ferramentas para resolver os problemas, fato que podem gerar um certo custo, muitas das vezes inviabilizando a execução das pesquisas, o que impacta negativamente na produção de conhecimentos que podem contribuir, sobretudo, para a gestão dos territórios municipais e promoção de políticas públicas eficazes.

Figura 8: Perfis transversais traçados sobre a área de estudo



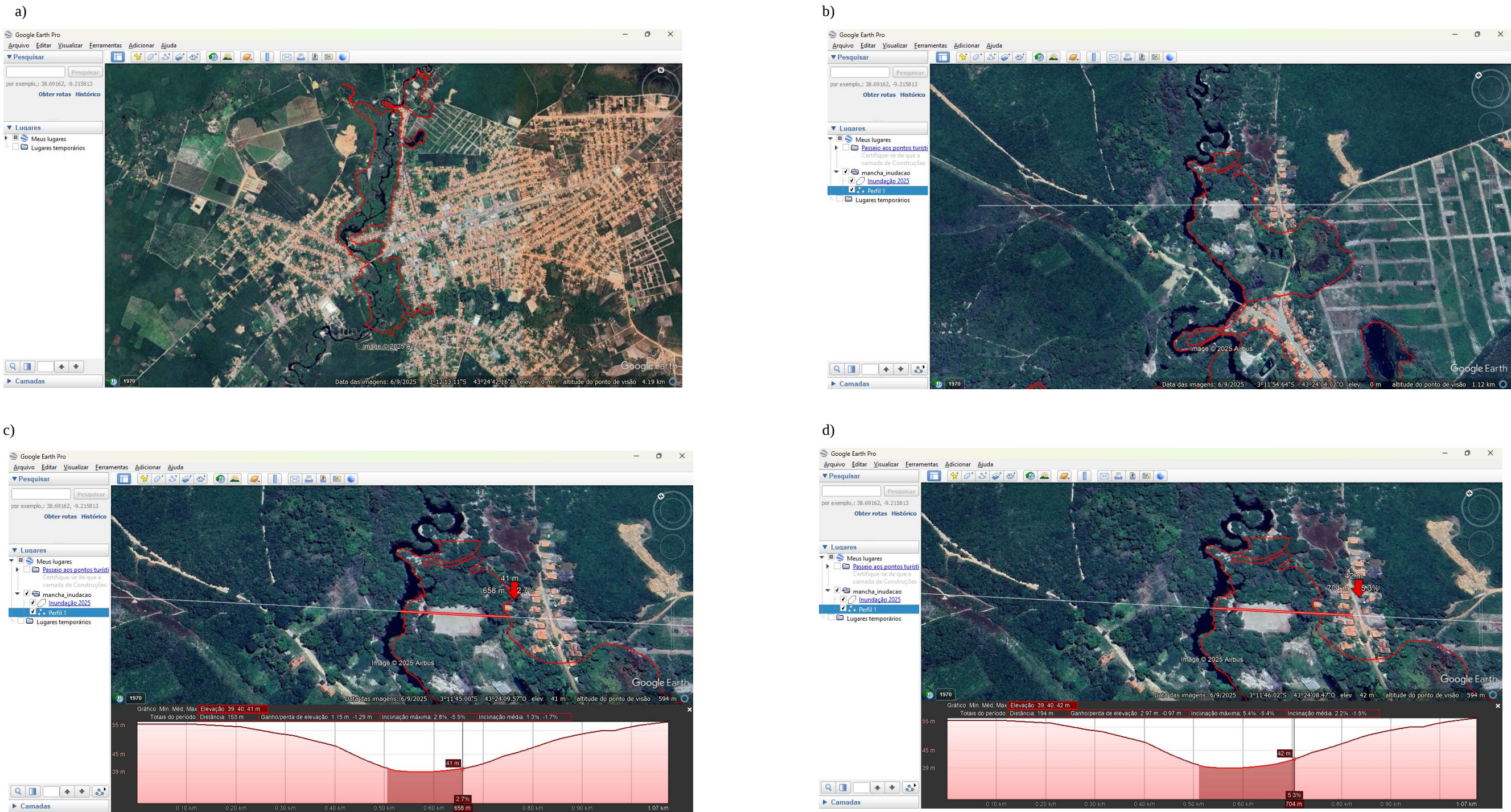
Fonte: Google Earth, 2025.

Figura 9: Registro de coordenadas geográficas



Fonte: Google Earth, 2025.

Figura 10: Etapas da análise de áreas suscetíveis a inundação no Google Earth

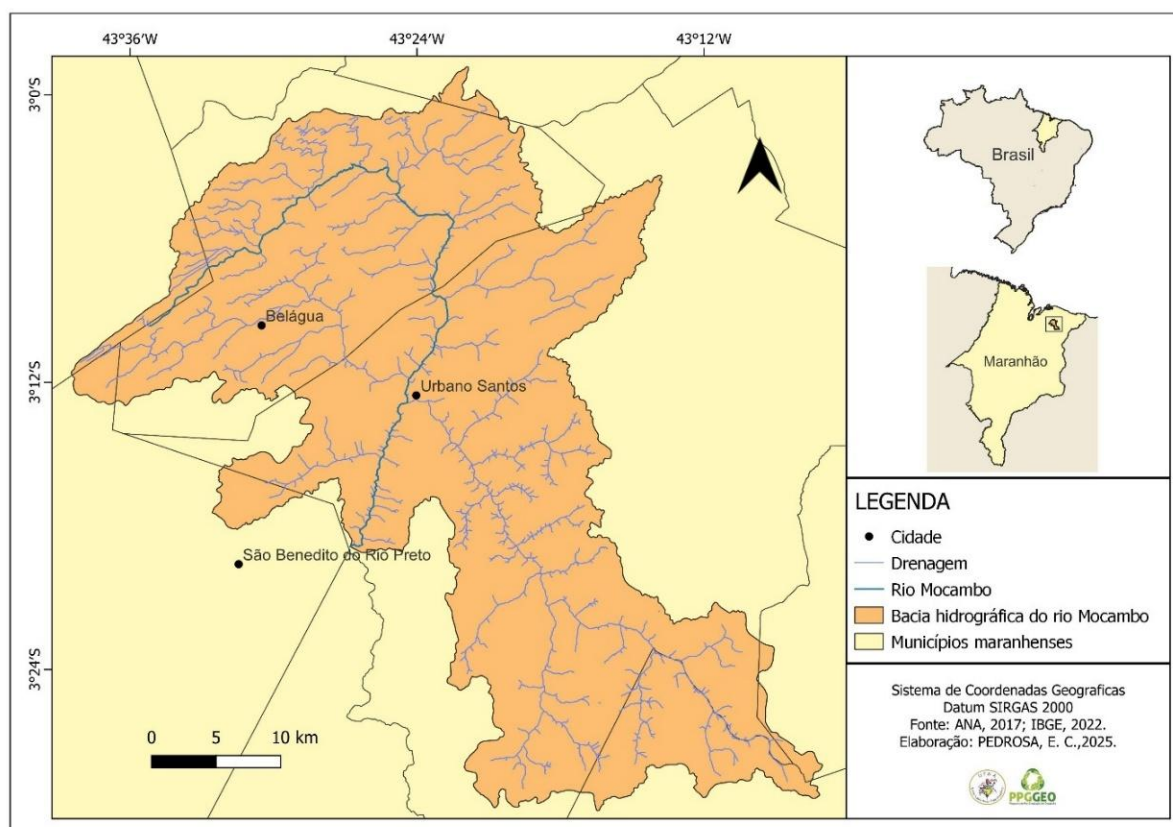


4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização e situação geográfica

A bacia hidrográfica do rio Mocambo (Figura 11) possui uma área de 1.343,27 km², localiza-se no nordeste maranhense, ao Norte da região de planejamento do Alto Munim¹, entre as coordenadas geográficas 03°00'00'' latitude Sul, 43°36'00'' longitude Oeste e 3°32'00'' latitude Sul, 43°12'00'' longitude Oeste. Está situada na região dos Lençóis Maranhenses, pertence ao sistema hidrográfico do Munim e o seu rio principal e tributários drenam os territórios dos municípios de Belágua, Urbano Santos, Primeira Cruz, Santa Quitéria do Maranhão, Anapurus, São Benedito do Rio Preto e Morros.

Figura 11: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Mocambo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.2 Caracterização fisiográfica

A bacia hidrográfica do rio Mocambo tem área de 1.343,27 km², perímetro de 315,08 km e altitude média de 85,42 m, com mínima e máxima nos valores de 29,22 e 131,73 m, respectivamente, apresentando uma amplitude altimétrica de 102,51 m. O rio principal mede

¹ A Região de Planejamento do Alto Munim é uma das 32 Regiões Administrativas do Maranhão, instituídas oficialmente pela Lei Complementar n° 8.717 de 21 de novembro de 2007.

70 km de comprimento e sua nascente está situada na altitude de 105 m, abaixo das cotas adjacentes, fato relacionado aos processos naturais das bacias hidrográficas, uma vez que nas áreas de nascentes os processos erosivos são mais intensos. Por outro lado, a jusante do mencionado rio situa-se a uma altitude de 25 m. A amplitude altimétrica entre a nascente e a jusante do Mocambo é de 80 m, como se observa no perfil longitudinal da bacia (Figura 12).

Os valores relativos à altitude na bacia fluvial estão relacionados ao relevo característico das unidades geomorfológicas da região, a saber: os Lençóis Maranhenses, que ocupam grande parte da bacia hidrográfica; e as Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim, localizadas a Oeste da bacia (Figura 13).

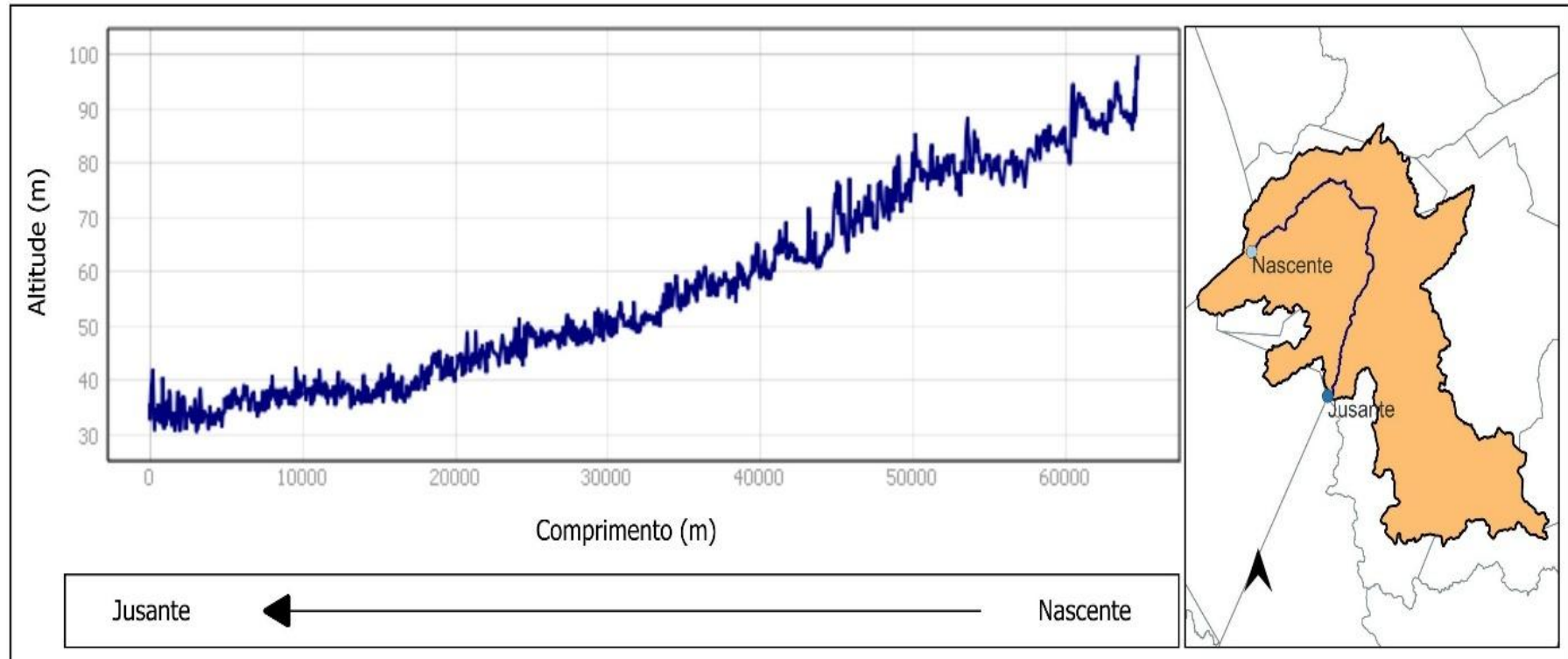
Os Lençóis Maranhenses, abrangem diversificado conjunto de padrões deposicionais de relevo de origem eólica e representa a mais extensa área de deposição eólica de idade quaternária no Brasil, apresentando grande diversidade de dunas barcanas, cadeias barcanóides e parabólicas (Gonçalves *et al.*, 2003; IMESC, 2022). Tendo o delta do Parnaíba como principal área fonte de sedimentos (Santos, 2008), predominam profundos solos quartzosos, com pequena adesão e coesão entre suas partículas, com baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, correspondendo a Neossolos Quartzarênicos (Dantas *et al.*, 2013).

Esse domínio, formado ao longo do Quaternário, está ancorado em subsuperfície por fácies marinhas do Grupo Barreiras, onde por vezes é possível observar tais sedimentos de granulometria siltosa (IMESC, 2022), e pode ser dividido em dunas fixas e móveis.

As dunas móveis, predominantemente do tipo barcanas e com acumulações que atingem 30 a 40 m de altura, ocupam áreas mais restritas junto à linha de costa, próximo às localidades de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas, Paulino Neves e Tutóia. As dunas fixas (Figura 14), estendem-se de 50 a 120 km interior adentro, atingindo as localidades de Urbano Santos e Santana do Maranhão, desenvolvem-se na retaguarda das dunas móveis, sobre planícies quaternárias ou galgando os tabuleiros costeiros, e são revestidas com vegetação pioneira ou de campo-cerrado (Dantas *et al.*, 2013).

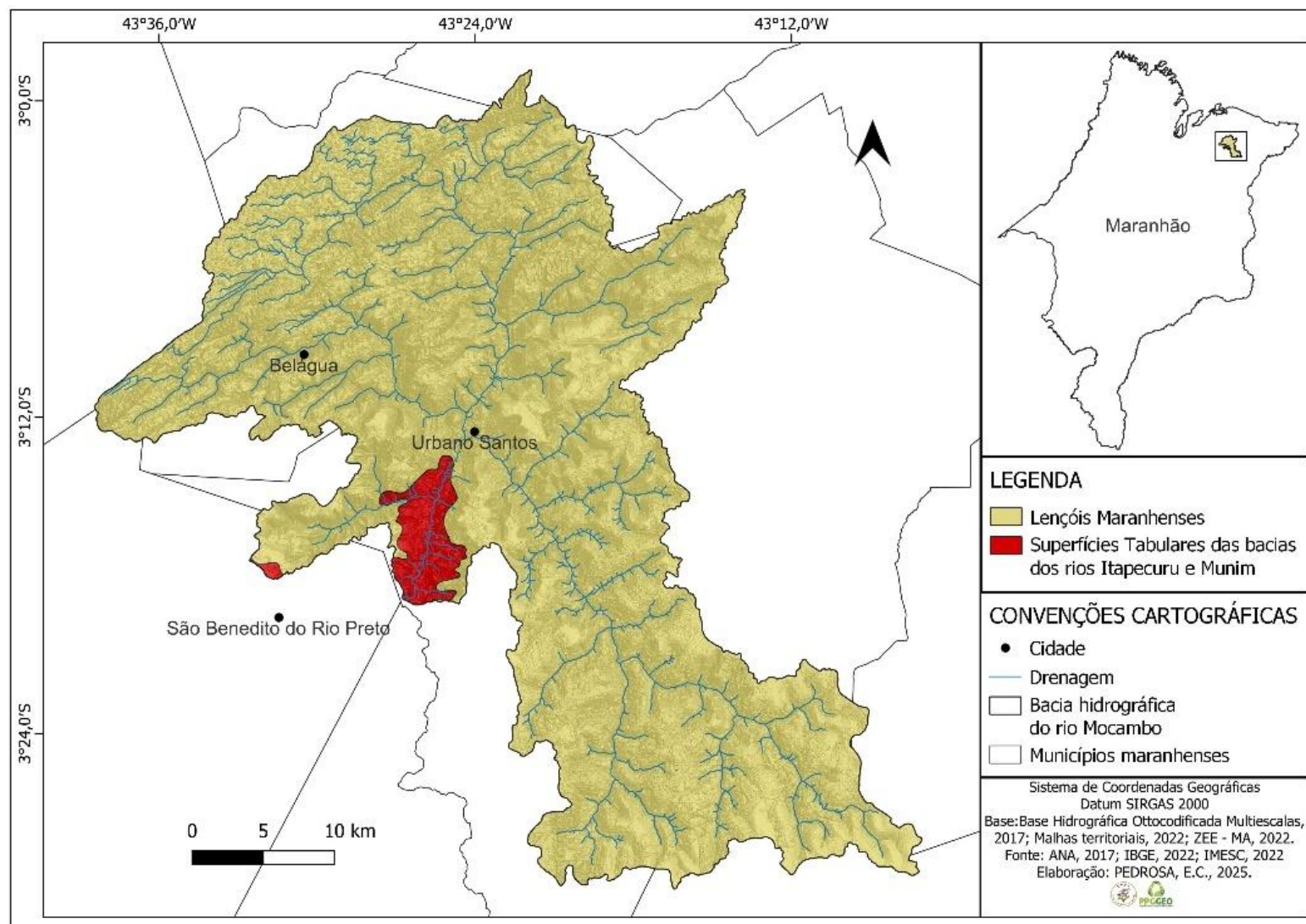
Os campos de dunas mais interioranos datam idades pleistocênicas, com até 23.800 anos AP. Contudo, a maioria dos registros indica idades holocênicas, entre 7.200 e 3.000 anos AP, reforçando a teoria de que a maior atividade eólica relacionada à geração dos campos de dunas nos Lençóis Maranhenses está diretamente associada à ocorrência de paleoclimas mais áridos durante o Holoceno (Santos, 2008; Santos; Silva, 2009).

Figura 12: Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Mocambo.



Fonte: ESA/PANDA, 2022.

Figura 13: Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Mocambo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 14: Relevo formado por dunas fixas, povoado Mocambo II, Belágua.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

As Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim (Figura 15) estão representadas por extenso planalto alçado em altitudes modestas e submetido a processo diferencial de entalhamento e denudação, promovendo progressiva destruição da superfície tabular original. Tal processo de dissecação do relevo ocorre, progressivamente, de sudeste para noroeste (Dantas *et al.*, 2013).

Figura 15: Borda de Superfície Tabular, povoado Bandeira, Urbano Santos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nesse domínio geomorfológico afloram cinco formações geológicas: Barreiras, Itapecuru, Corda, Motuca e Codó. Os sedimentos basais arenosos muito finos pertencem à Formação Codó, entretanto, no topo destas superfícies tabulares ocorrem os siltes grossos da Formação Barreiras. Em superfície, a Formação Itapecuru é aflorante em direção à Superfície Sublitorânea de Bacabal, enquanto junto a Superfície Aplainada da Bacia do Rio Parnaíba ocorrem a Formação Corda e Motuca. A Formação Corda, presente nesta localidade, é em sua ampla maioria, formada por areias finas a muito finas pobremente a muito pobremente selecionadas, o que conferem uma certa friabilidade a estes sedimentos. No entanto, a maior parte das colinas neste domínio é sustentado pela presença de um massivo horizonte laterítico. Em alguns pontos onde afloram as fácies sedimentares siltosas/argilosas da formação Cujupe, é perceptível camadas lateríticas bem desenvolvidas, conferindo uma impermeabilização dos sedimentos friáveis (IMESC, 2022).

Tais domínios geomorfológicos, no estado do Maranhão, assim como no território da bacia hidrográfica do rio Mocambo, se desenvolveram a partir de estruturas geológicas que se caracterizam por estarem presentes em áreas de depressão relativa ou absoluta, onde se acumula pacotes de sedimentos, formando várias camadas de rochas sedimentares.

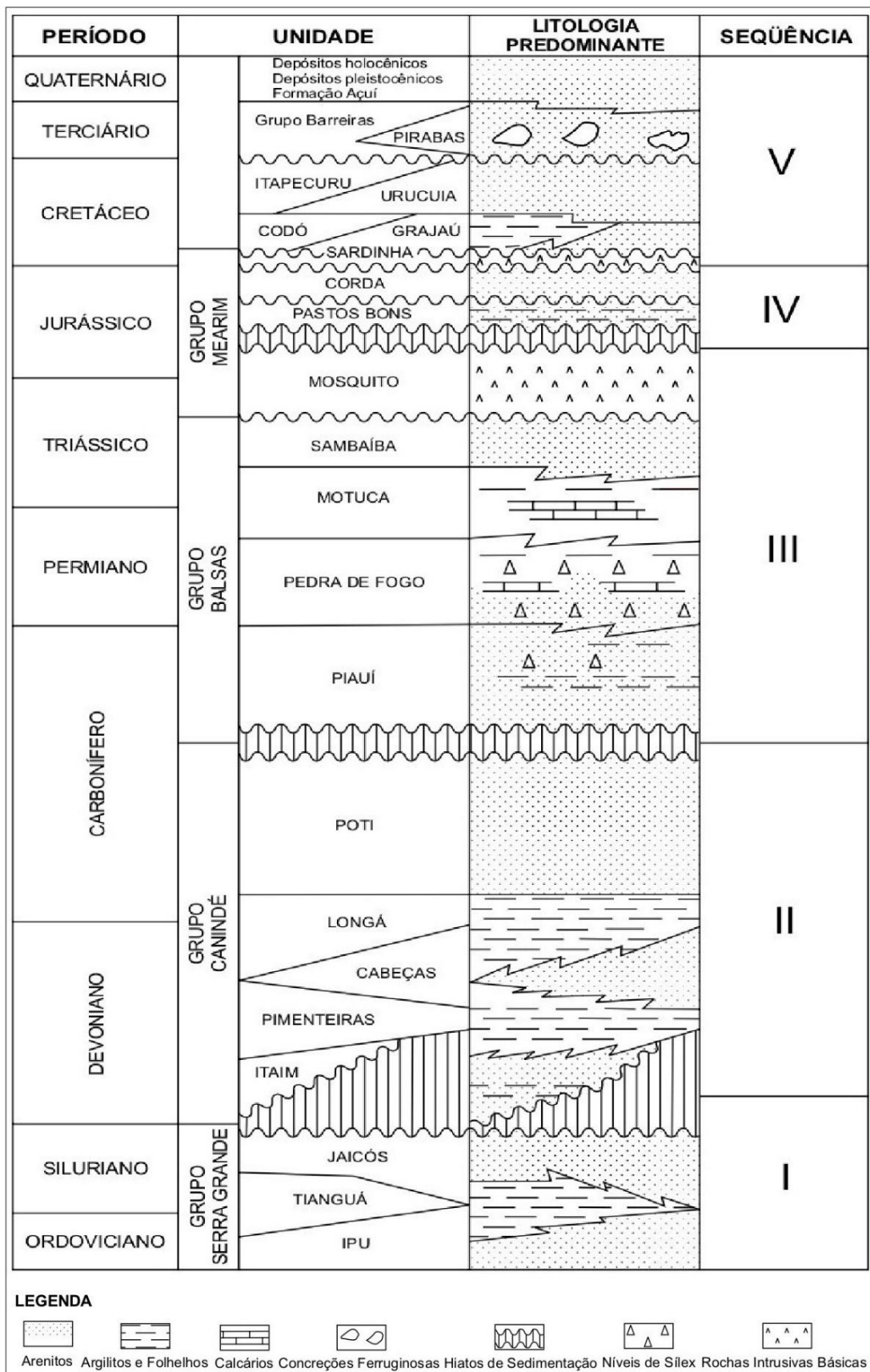
A bacia hidrográfica do rio Mocambo está inserida nos domínios da bacia sedimentar do Parnaíba, que apresenta forma elíptica e abrange, principalmente, os estados do Maranhão e Piauí, tem suas bordas nos estados do Ceará, a Leste, e no Pará e no Tocantins, a oeste, ocupando uma área de 600.000 km², e o pacote sedimentar atinge 3.000 m de espessura no seu depocentro, dos quais 500 m são de rochas mesozóicas (Neves *et al.*, 1994; Veiga Júnior, 2000; Klein; Sousa, 2012).

Conforme Veiga Júnior (2000, p. 06),

A Bacia do Parnaíba tem seu arcabouço influenciado por feições estruturais do embasamento cristalino. Limita-se a leste, nordeste e sudoeste com rochas de idade pré-cambriana; ao norte é separada das bacias marginais de São Luís e Barreirinhas pelos arcos Ferrer-Rosário-Bacaba e Urbano Santos; a oeste separa-se do Cráton Amazônico pela Faixa Tocantins-Araguaia; e, ao sul separa-se da Bacia do São Francisco pelo arco homônimo.

A origem da Sinéclise do Parnaíba, de acordo Klein e Sousa (2012), está relacionada à subsidência e deposição de sedimentos em uma ampla depressão intracratônica, iniciadas com o resfriamento e contração da crosta no final do Ordoviciano e início do Siluriano. Para Veiga Júnior (2000), a coluna sedimentar desta bacia pode ser dividida em cinco sequências deposicionais, denominadas de sequências siluro-ordoviciano (I), devoniana (II), carbonífero-triássica (III), jurássica (IV) e cretácica (V), separadas por discordâncias regionais e correlacionáveis a eventos tectônicos de natureza global (Figura 16).

Figura 16: Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba



Fonte: Adaptado de Veiga Júnior (2000)

Na área da bacia fluvial do Mocambo, o cretáceo, enquanto sequência deposicional mais recente da senéclise intracratônica, está representado por materiais da Formação Itapecuru, que aflora a oeste do território da bacia hidrográfica (Figura 17). Nesta formação, a deposição dos seus sedimentos se deu em um ambiente transicional de provável planície sublitorânea. O estabelecimento deste ambiente foi resultado da instabilidade tectônica, associada ao rifteamento que conduziu à abertura do Atlântico Equatorial, possibilitando a evolução de um sistema fluvial oriundo do Oeste (Veiga Júnior, 2000).

Segundo Correia filho *et al.*, (2011, p. 21),

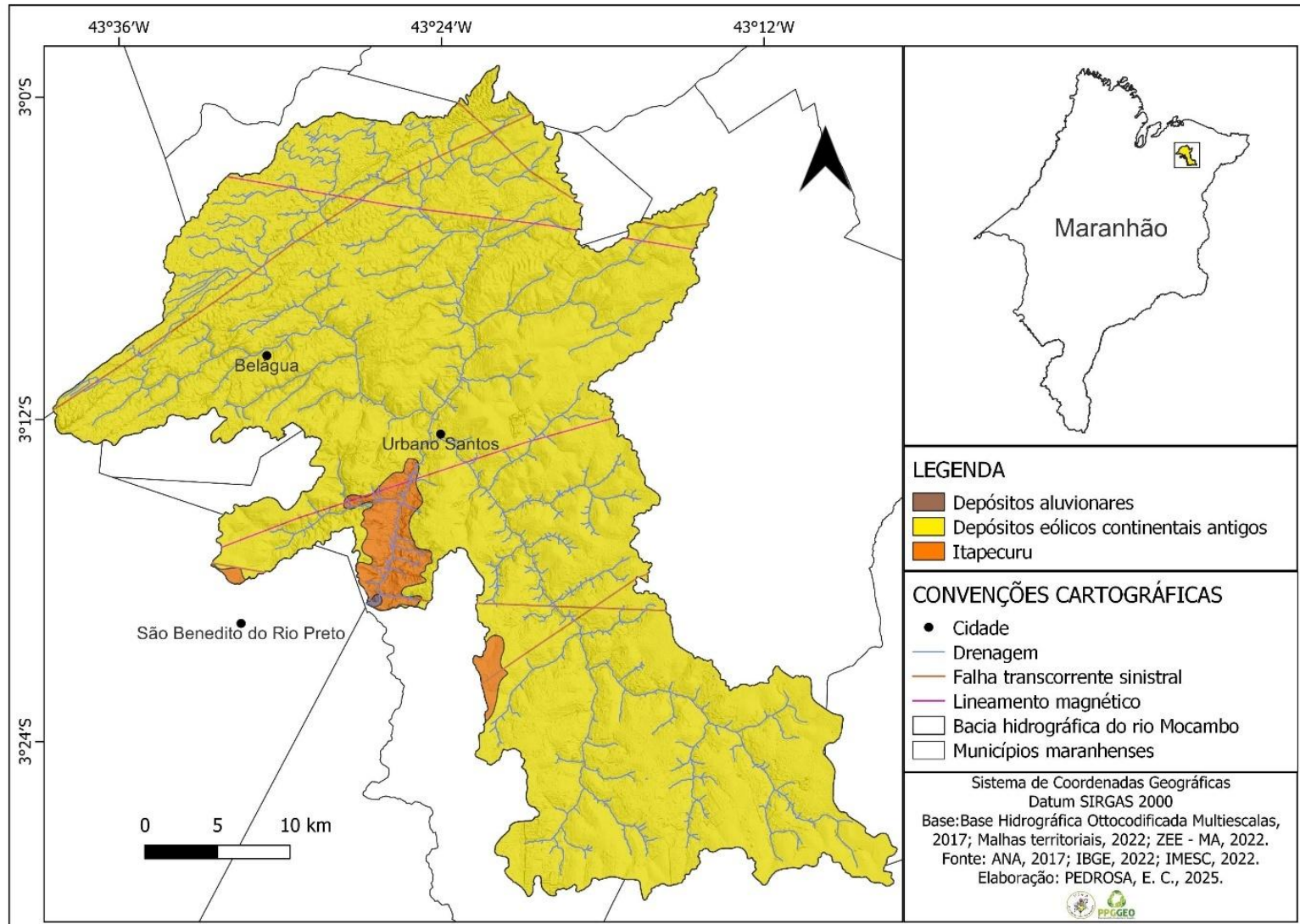
Litologicamente, essa unidade consiste, no flanco oeste e noroeste da bacia, de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada. Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de grande porte. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios. O contato inferior da unidade com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais.

O Quaternário está representado pelos depósitos Aluvionares e Eólicos Continentais Antigos, sendo que o primeiro ocupa uma pequena porção do território da bacia a Oeste, na confluência do Mocambo com o rio Preto, e o segundo ocupa a maior parte da Bacia Hidrográfica do Mocambo.

Os Depósitos Aluvionares são constituídos pelos sedimentos clásticos inconsolidados atuais (holocênicos) relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água. Constituem depósitos de canais (barras em pontal, barras de canais e barras laterais) e de extensas planícies de inundação, de origem estritamente fluvial. Os depósitos são constituídos por sedimentos clásticos arenosos e argilosos inconsolidados, com raros níveis de cascalho e matéria orgânica (Correia filho *et al.*, 2011; Klein; Sousa, 2012).

Os Depósitos Eólicos Continentais Antigos referem-se aos depósitos de dunas fixas, inativas, que se fixaram a partir do desenvolvimento da cobertura vegetal durante períodos úmidos. Sua gênese está relacionada a diferentes estágios de deposição de campos de dunas, desde o Pleistoceno Médio (cerca de 123 mil anos, quando ocorreu o máximo da última transgressão marinha) até os dias atuais (Klein; Sousa, 2012). Nesta unidade encontram-se campos de dunas fixas com idades pleistocênicas (12.000 e 23.800 anos), que estão recobertas por uma geração de dunas móveis mais recentes, de idade holocênica (Santos; Silva, 2009). Pesquisas realizadas na Lagoa do Cassó, localizada a 38 km da cidade de Urbano Santos, mostraram que nos últimos 21.000 anos, nessa região, houve diversas oscilações climáticas com intercalações de períodos secos e úmidos (Klein; Sousa, 2012).

Figura 17: Unidades geológicas da bacia fluvial do Mocambo

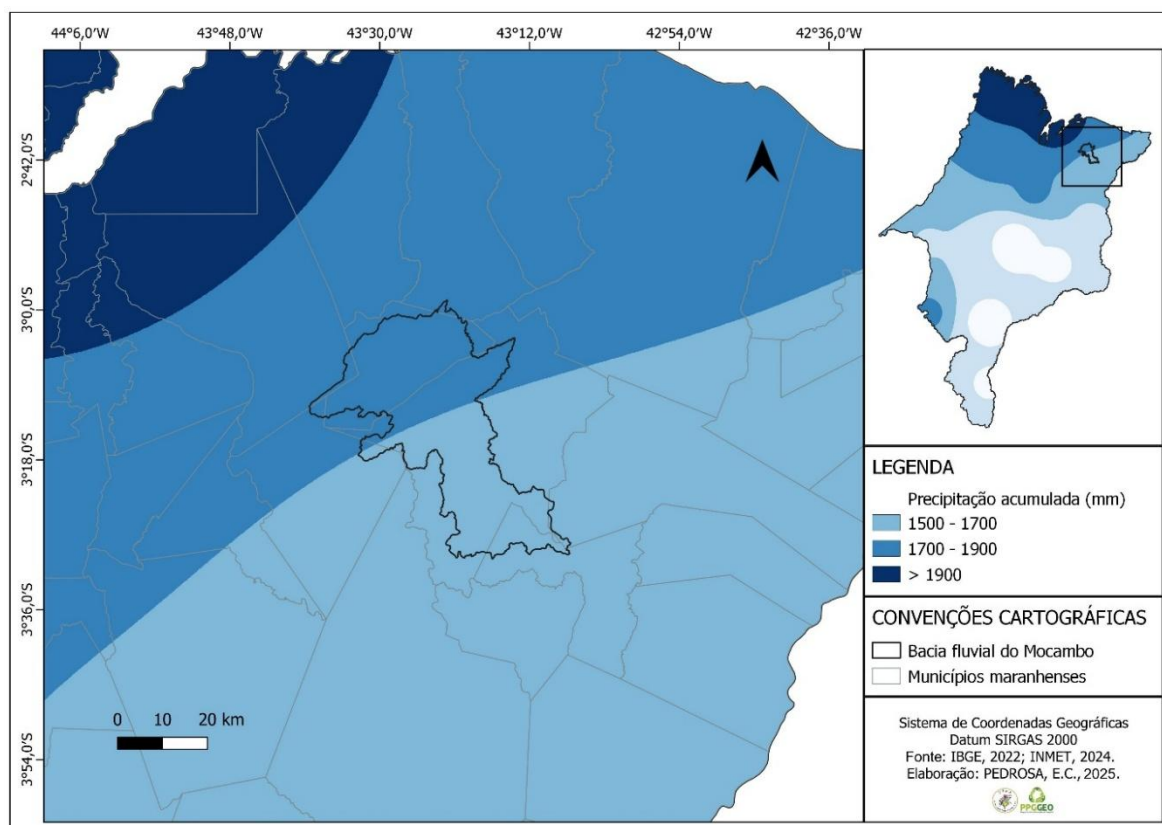


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Em relação ao clima, a bacia hidrográfica do rio Mocambo está situada em uma zona de clima Subúmido (C₂), conforme o sistema de classificação climática de Thornthwaite² (1948) (Corrêa; Carvalho; Mendes, 2023). Este clima, no leste maranhenses, caracteriza-se por: possuir totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm (Presoti, 2008) e moderada deficiência hídrica (Maranhão, 2002); apresentar uma distribuição não homogênea das chuvas (Soares, 2021); possuir duas estações bem distintas: uma chuvosa, que vai de janeiro a maio, e outra seca, de junho a dezembro (Corrêa, Carvalho, Mendes, 2023); ser considerado um clima megatérmico, devido à temperatura média mensal se manter acima de 18° C (Maranhão, 2002); e, possuir moderada amplitude térmica anual (Feitosa; Trovão, 2006).

Considerando-se os dados relativos à Normal Climatológica de 1991 a 2020, verifica-se que a bacia fluvial do Mocambo está localizada entre duas zonas com distintas médias anuais de precipitação (Figura 18), contribuindo para que se observe, ao Norte da bacia, uma concentração pluviométrica na ordem de 1.700 a 1.900 mm, enquanto que no Centro-Sul tem-se menores valores, entre 1.500 e 1.700 mm.

Figura 18: Média anual de precipitação da bacia fluvial do Mocambo: 1991-2020

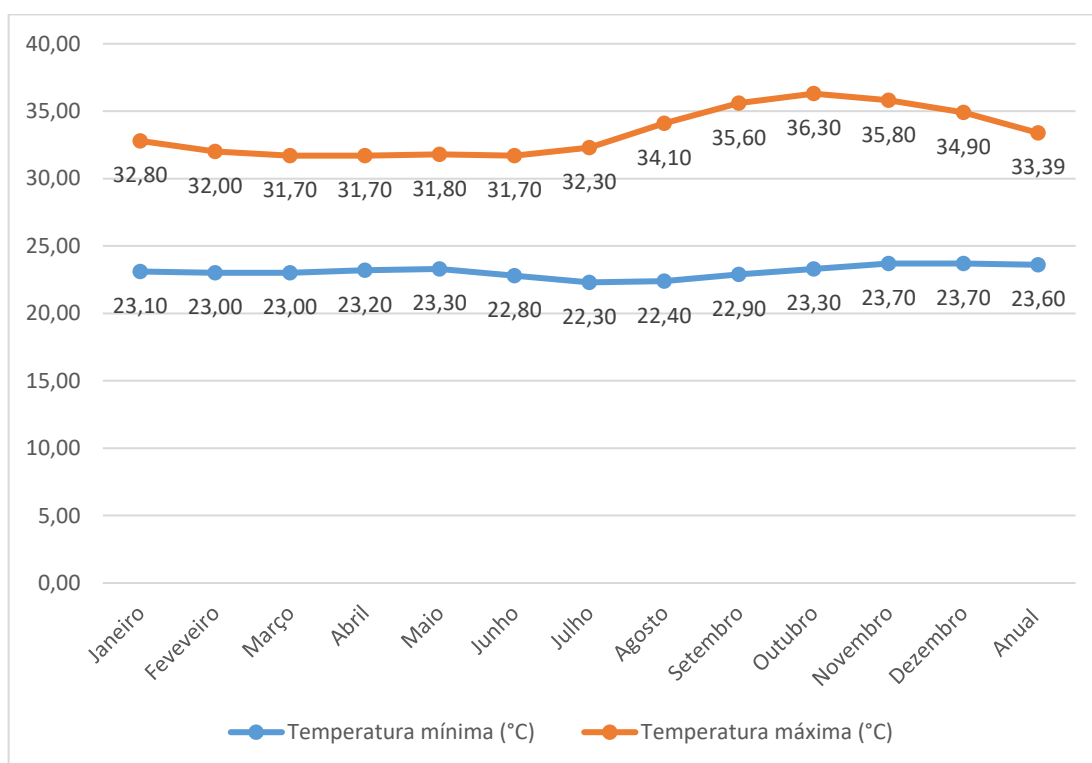


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

² No modelo de Thornthwaite, além dos dados de precipitação pluviométrica e temperatura, utiliza-se a evapotranspiração potencial como elemento de classificação climática.

Com base nos dados da estação meteorológica convencional mais próxima da bacia do Mocambo, a estação de Chapadinha (82382), também referentes à Normal Climatológica de 1991 a 2020, a média da temperatura máxima anual na região é de 33,4°C, enquanto que a média da mínima anual é de 23,6°C (Gráfico 1). Durante o ano, as médias da temperatura máxima possuem uma amplitude maior que as da temperatura mínima, a saber, 4,6°C e 1,4°C, respectivamente, com pico das máximas em outubro e com os menores registros das mínimas em julho (INMET, 2024).

Gráfico 1: Médias térmicas máxima e mínima mensal e anual do período de 1991 a 2020.

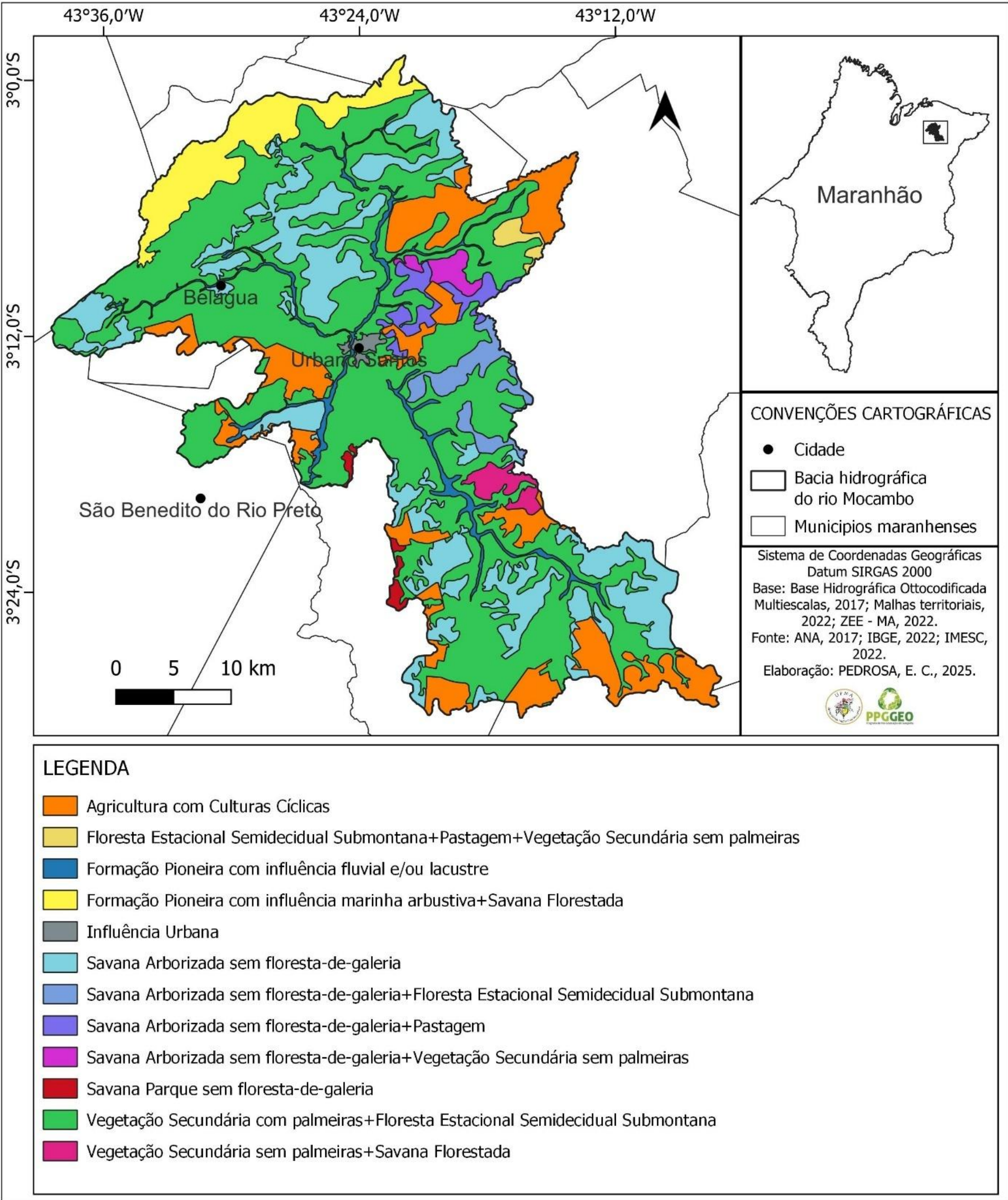


Fonte: INMET, 2025.

Em relação à umidade relativa do ar, de acordo com a aludida estação convencional, o pico é registrado no mês de abril, com média de 85,8%, sendo os menores registros em outubro, com média de 62,4% (INMET, 2024).

A cobertura vegetal da bacia fluvial do Mocambo, de acordo com IMESC (2022), é composta por doze distintas classes, entre tipos de vegetação e uso do solo (Figura 19). Contudo, com o intuito de caracterizar apenas as classes relacionadas à vegetação, destacou-se aquelas com associação à vegetação primária ou secundária, compreendendo uma área de 1.151,56 km², 85% do território da bacia, como se pode constatar na Tabela 2.

Figura 19: Classes de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Mocambo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Tabela 2: Listagem dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do rio Mocambo

Classe	Área (km ²)	%
Vegetação Secundária com Palmeiras + Floresta Estacional Semidecidual Submontana	692,86	51
Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria	241,89	18
Formação Pioneira com Influência Marinha Arbustiva + Savana Florestada	82,00	6
Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre	40,88	3
Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria + Floresta Estacional Semidecidual Submontana	30,05	2,3
Savana arborizada sem Floresta-de-galeria + Pastagem	23,39	1,7
Vegetação Secundária sem Palmeiras + Savana Florestada	14,72	1
Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria + Vegetação Secundária sem Palmeiras	11,46	0,8
Floresta Estacional Semidecidual Submontana + Pastagem + Vegetação Secundária sem palmeiras	7,83	0,6
Savana Parque sem Floresta-de-galeria	6,43	0,4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Na bacia do Mocambo, as classes de cobertura vegetal, em sua maioria, podem ser consideradas como áreas de tensão ecológica – comunidades indiferenciadas, onde as floras se interpenetram, constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos (IBGE, 2012) – com exceção da Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria, da Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre e da Savana Parque sem Floresta-de-galeria, que possuem, respectivamente, 241,89, 40,88 e 6,43 quilômetros quadrados.

A classe vegetal que ocupa a maior área do território do Mocambo é a tensão ecológica entre Vegetação Secundária com Palmeiras e Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Figura 20), que abrange 51% da bacia fluvial, ou seja, mais da metade da área de estudo. A Vegetação Secundária espalha-se por toda a bacia hidrográfica do rio Mocambo, com destaque para aquela que conta com a presença de palmeiras. A formação que não conta com a presença da *Attalea speciosa* (palmeira de Babaçu), pode ser localizada a nordeste e sudeste da bacia.

Esse tipo de vegetação desenvolveu-se onde houve intervenção humana para uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária. Assim, essas áreas, quando abandonadas, reagem diferentemente de acordo com o tempo e a forma de uso da terra. Entretanto, a Vegetação Secundária que surge, reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente. A sucessão vegetal obedece ao ritmo de recuperação do solo degradado pela ação predatória do homem. A perda da matéria orgânica pelas queimadas e da parte química pelas culturas, ou lixiviada pelas águas da chuva, empobrece rapidamente os solos tropicais álicos ou distróficos e excepcionalmente eutróficos, que levam anos para se recuperarem naturalmente (IBGE, 2012).

Figura 20: Vegetação Secundária, povoado Baixa Grande, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A Floresta Estacional Semidecidual Submontana é outra formação vegetal comumente encontrada em contexto de transição florística na bacia do rio Mocambo. A referida sinúsia pode ser entendida como uma vegetação de ambientes menos úmidos do que aqueles onde se desenvolve a floresta ombrófila densa (IBGE, 2012). Em geral, ocorre em altitudes entre 50 e 600 metros, ocupando ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido, motivo pelo qual a referida vegetação também é conhecida como “mata seca”.

Essa formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros e apresenta, como característica importante, uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia confunde-se com a da floresta ombrófila densa, diferenciando-se desta no período seco (Araújo Filho, 2021).

A segunda classe de vegetação mais abundante da bacia é a Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria (Figura 21), que, mesmo excluindo as áreas de contatos edáficos entre esta e outras formações vegetais, abrange uma área de 241,89 km², representando 18% da área total da bacia.

A Savana Arborizada é um subgrupo de vegetação de formação natural ou antropizado, sujeito a incêndios sazonais, que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora abertas, como o Campo Cerrado, ora com a presença de um *scrub* adensado, como o Cerrado

típico. A composição florística, apesar de semelhante à da Savana Florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado, tais como a *Parkia platycephala Benth* (fava-de-bolota), no caso do Maranhão (IBGE, 2012).

Figura 21: Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria, povoado Jacu, Urbano Santos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

No âmbito da bacia do Mocambo, destaca-se, a Leste, áreas de contato da Savana Arborizada sem Floresta-de-galeria com pastagem, que são áreas destinadas ao pastoreio do gado, cujo solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas com altura que varia de alguns decímetros a alguns metros (IMESC, 2022).

A Savana Florestada é outro subgrupo vegetal que se pode encontrar na área da bacia do rio Mocambo, formando zonas de contatos florísticos ao norte e ao sudeste da bacia fluvial (Figura 22). Este subgrupo apresenta fisionomia típica e característica restrita a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em um clima tropical eminentemente estacional. Apresenta sinúsias lenhosas de micro e nanofanerófitos, tortuosos com ramificação irregular, providos de macrófitos esclerófitos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios, cujas alturas variam de 6 a 8 m. Em alguns locais, apresenta sinúsias lenhosas de meso e microfanerófitos com altura média superior aos 10 m, sendo muito semelhante, fisionomicamente, a Florestas Estacionais, diferenciando-se destas apenas na sua composição florística. Não apresenta sinúsia nítida de caméfitos, mas sim relvado hemicriptofítico, de permeio com plantas lenhosas raquíticas e palmeiras anãs (IBGE, 2012; Amaral *et al.*, 2019).

Figura 22: Savana Florestada, povoado Jacu, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A área de contato entre a Formação Pioneira com Influência Marinha Arbustiva e a Savana Florestada é a terceira maior do território do Mocambo, com um total de 82 km². A Formação Pioneira com Influência Marinha é um tipo de vegetação associada a condições ambientais extremas, sob permanente ação dos ventos, das marés, da salinidade e das condições pedológicas desfavoráveis, geralmente sobre Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos. Apresenta-se em tipos distintos de vegetação, em resposta às diferentes intensidades da influência do mar, aumentando o seu grau de desenvolvimento conforme adentra no continente, tanto estrutural como floristicamente, até chegar no ponto em que adquire aspecto florestal (Schmidlin, *et al.*, 2005).

A Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre soma 40,88 km² e pode ser encontrada no centro-norte da bacia, seguindo o curso do rio Mocambo e de seus afluentes, bem como no centro-sul, ocupando áreas adjacentes ao curso do Boa Hora e afluentes.

As Formações Pioneiras, que pertencem ao complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação, são um tipo de vegetação que ocupa os terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, as aluviões fluviomarinhas nas embocaduras dos rios e os solos ribeirinhos aluviais e lacustres, mantendo-se em constante sucessão, de terófitos, criptófitos (geófitos e/ou hidrófitos), hemcriptófitos, caméfitos e nanofanerófitos. Dessa forma, comumente, podem ser encontradas ao longo do litoral, em planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagoas e lagoas) (IBGE, 2012).

As formações com influência fluvial (Figura 23), trata-se de comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões com regime de alagamentos sazonais.

Figura 23: Formação Pioneira, povoado Cocal da Maria dos Santos, Belágua.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A Savana Parque sem Floresta-de-galeria é a formação vegetal com menor representatividade na bacia hidrográfica, ocupando uma área de apenas 6,43 km², 0,4% do total, podendo ser localizada à sudoeste do território do Mocambo (Figura 24).

Figura 24: Savana Parque, próximo à fazenda Gonçalo, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

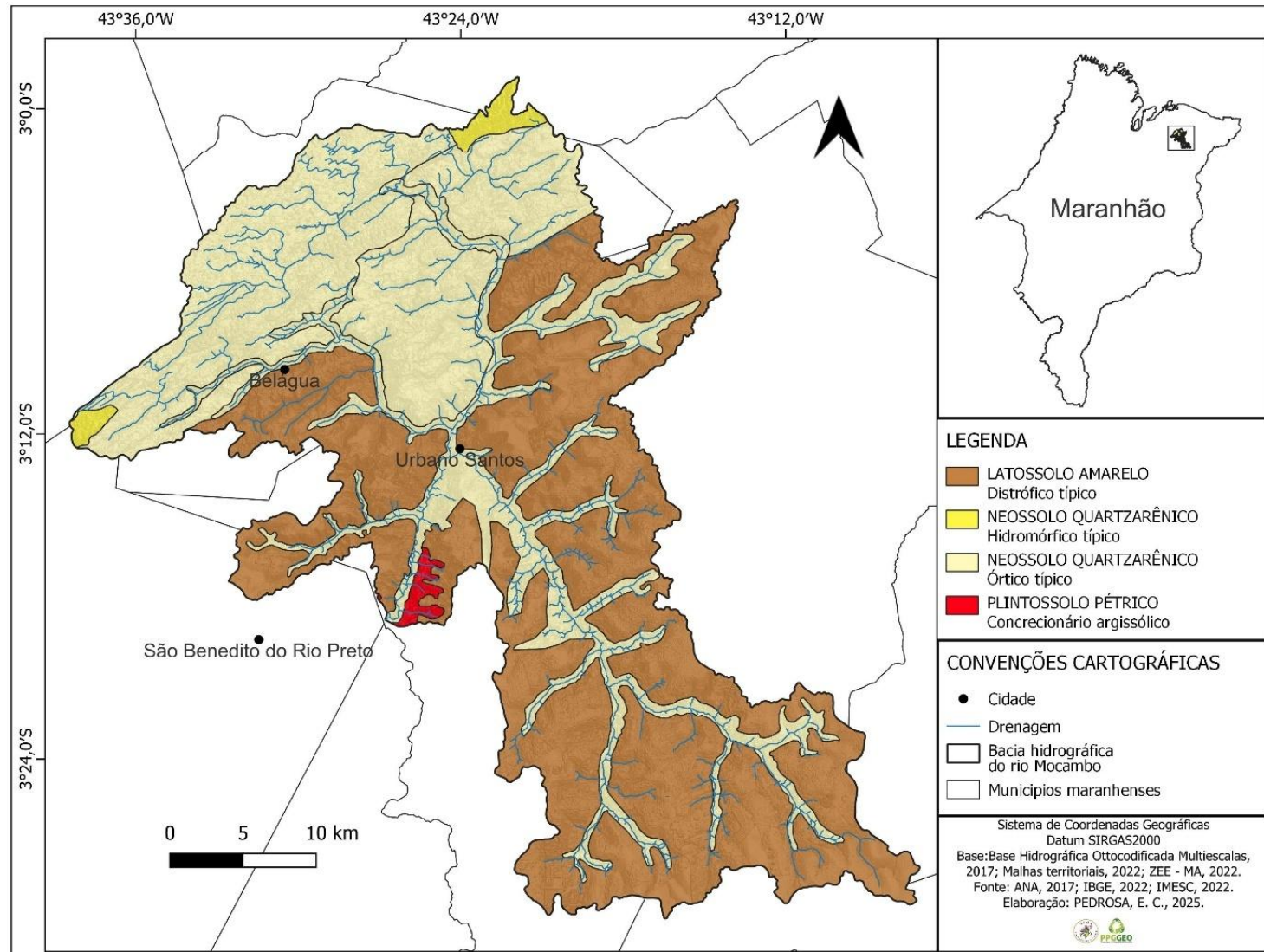
A Savana Parque é constituída essencialmente por um estrato graminoide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um “Parque Inglês” (Parkland). A Savana Parque de natureza antrópica é encontrada em todo o País, enquanto a natural ocorre algumas vezes com feição de campos litossólicos e/ou rupestres. Em áreas encharcadas de depressões periodicamente inundadas, ocorre a tipologia natural de Cerrado-de-Pantanal (IBGE, 2012).

Em relação aos solos encontrados na área da bacia fluvial do Mocambo (Figura 25), identifica-se: o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico, com porções localizadas nos extremos Norte e Noroeste do território do Mocambo; o Neossolo Quartzarênico Órtico típico, que ocupa áreas ao Norte da bacia, assim como no Centro-Sul, nas áreas que margeiam os principais cursos d’água; o Latossolo Amarelo Distrófico típico, que se espalha pela maior parte da bacia, do Leste ao Oeste, do Centro ao Sul; e o Plintossolo Pétrico Concrecionário argissólico, localizado ao Oeste, próximo à confluência do Mocambo com o Preto.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos minerais, profundos, hidromórficos ou não, que possuem classe de textura arenosa, essencialmente quartzosos, com sequência de horizontes A e C (IMESC, 2022), e ocorrem em relevo plano ou suave ondulado (EMBRAPA, 2021). São muito permeáveis, praticamente sem estrutura e com muito baixa capacidade de retenção de umidade. As areias quartzosas não hidromórficas do interior apresentam cores amarelas, vermelhas, de gamas intermediárias, ou são desbotadas. As areias quartzosas marinhas, não hidromórficas, comumente são brancas ou acinzentadas, formadas em depósitos arenosos costeiros. Compreendem as dunas fixas, com horizonte A incipiente, ligeiramente escurecido por matéria orgânica, e dunas móveis, sem horizontes desenvolvimento (EMBRAPA, 2013).

Os Latossolos Amarelos são compostos de sedimentos argilosos ou areno-argilosos da formação Barreiras, apresentando uma textura argilosa ou muito argilosa, com cor amarelada uniforme em profundidade e elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos), limitando o enraizamento. Ocorrem em relevo plano ou suavemente ondulado e apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade (EMBRAPA, 2021). Esses Latossolos são solos minerais profundos e muito profundos, bem drenados que apresentam como principal característica o horizonte diagnóstico subsuperficial “B” latossólico, que possui avançado estágio de intemperização com alteração completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo. Em geral, esses solos são constituídos por quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, com predominância de qualquer um deles (IMESC, 2022).

Figura 25: Solos da bacia hidrográfica do rio Mocambo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os Plintossolos constituem uma classe de solos minerais hidromórficos sob condições de restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, imperfeitamente drenados, que se caracterizam por apresentarem horizonte plíntico, o qual pode situar-se imediatamente abaixo de um horizonte A ou de outro(s) horizonte(s) de cores pálidas ou pouco cromadas que indiquem restrição de drenagem do solo (EMBRAPA, 2013).

O horizonte plintossólico é reconhecido pela presença de plintita em quantidades que ocupem no mínimo 15% do volume do horizonte, e que tenha 15 centímetros de espessura em cores vermelhas e acinzentadas ou brancas com muitos mosqueados. A plintita é constituída por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais (IMESC, 2022).

Os plintossolos ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suave ondulado e poucas vezes ondulado. São originados de materiais de diversas formações geológicas, destacando-se os sedimentos da Formação Itapecuru do Cretáceo. Contudo, são originados também de materiais das Formações Sambaíba do Triássico e Pedra de Fogo do Permiano, ou mesmo de sedimentos do Grupo Barreiras e de sedimentos do período Holoceno (EMBRAPA, 2013).

4.3 Processo de uso da terra

O processo de ocupação do território da bacia hidrográfica do rio Mocambo está, historicamente, relacionada a distintas dinâmicas espaciais, marcadas pelo contexto de dominação, exploração da terra e pelo desenvolvimento da técnica, além da presença de nativos mais ao norte da bacia. Dentre os fenômenos de povoamento e ocupação da região do Mocambo, pode-se citar: a corrente de povoamento do litoral, a corrente de povoamento dos migrantes da seca, a colonização, e a revolta maranhense conhecida como Balaiada (Pedrosa, 2020).

A corrente de povoamento do litoral, em direção a nordeste, alcançou as terras do Mocambo através do rio Munim, com a instalação dos portugueses no Maranhão, a partir de 1614, após a expulsão dos franceses (Feitosa, 2018). Na medida em que venciam os obstáculos junto à costa, no baixo curso do rio Munim, os portugueses avançavam para o interior, seguindo o modelo consolidado de exploração dos recursos através das práticas agrícolas da roça tropical e da pecuária extensiva. Desse processo resultou a fundação das primeiras povoações às margens do rio Munim, e de seus afluentes, como Icatu, Nina Rodrigues, Axixá, Morros, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos (Feitosa, 2019).

A colonização, vista como movimento de uso e ocupação da terra na área de estudo, é produto dessa corrente de povoamento que partiu da ilha de São Luís. Contudo, no caso do Mocambo, destaca-se a atuação dos colonizadores que ocuparam a bacia a partir do Parnaíba, no contexto de expansão da freguesia de Brejo, iniciada na primeira década de 1800 (Pedrosa, 2020).

No bojo da colonização, desenvolvia-se diversas atividades de natureza extrativista, agrícola e pecuária, dinamizando o fluxo de mercadoria entre as povoações e, também, entre estas e a sede das capitanias. Embora as principais vias de escoamento fossem aquáticas, contribuindo para formação de núcleos de povoamentos nas margens dos rios trafegáveis, imprimiam-se esforços para a criação de estradas que facilitassem o acesso a povoações ou a pontos de comercialização, geralmente abertas pelo avanço da criação ou comercialização de animais, como a estrada que partia da comarca de Campo Maior, no Piauí, para Vila da Manga (Nina Rodrigues) e Vargem Grande, local da mais conhecida feira do gado da região (Lima, 1997; Pedrosa, 2020).

Duas importantes povoações situadas no território da bacia se desenvolveram por influência da referida estrada: Belágua e Mocambo. Ambas deram origem aos distritos sedes das cidades de Belágua e Urbano Santos, respectivamente. Outro importante fator que influenciou o desenvolvimento de Mocambo, foi o fato deste povoado está localizado às margens de rio trafegável, constituindo-se como ponto estratégico para o fluxo de pessoas e mercadorias.

Com pequena contribuição, mas com uma grande importância histórica, a Balaiada também pode ser inserida no contexto de povoamento e ocupação do território da bacia do Mocambo. Quando os balaios deixaram a Vila da Manga rumo ao Brejo e a Campo Maior, membros do grupo de revoltosos desistiram de seguir o líder, fixando-se em solos do Mocambo (Lima, 1997).

A corrente de povoamento dos migrantes da seca alcançou a área do rio Mocambo na segunda década do século XX. Integrantes desta corrente migraram através da estrada que interligava a comarca de Campo Maior, no Piauí, com a Vila da Manga, atual município de Nina Rodrigues, no Maranhão, pois ela facilitava a comunicação com o nordeste brasileiro, possibilitando o abastecimento de mercadorias e produtos de interesse dos moradores. Conforme Lima (1997, f. 32) “por esta estrada chegaram alguns cearenses e piauienses fugindo da seca que assolava seus estados”.

Em relação a dinâmica de uso da terra, até 1980, as principais atividades econômicas realizadas na área da bacia do Mocambo eram o extrativismo animal e vegetal e a agricultura e pecuária de subsistência, o que contribuía para uma moderada transformação da paisagem (Nascimento, 2020; Pedrosa, 2020). A partir da primeira metade da década de 1980, a empresa Suzano Papel e Celulose iniciou, na área do Mocambo, a implantação de plantios comerciais do eucalipto, cultura que potencializa a exploração do solo e da água, devido a sua natureza e técnicas utilizadas (Dias, 2025).

Além disso, a referida empresa adota um modelo bastante difundido na indústria de papel e celulose: a monopolização dos meios de produção, infraestrutura e distribuição, tais como a terra, a fábrica, as rodovias, as ferrovias e os portos, concentrados sob o domínio da empresa (Nascimento, 2020). Contudo, apesar da presença e do início dos trabalhos da Suzano nas terras do Mocambo, até a segunda metade da década de 1990, a área da silvicultura se resumia em 12 hectares, no território do Mocambo (Dias, 2025).

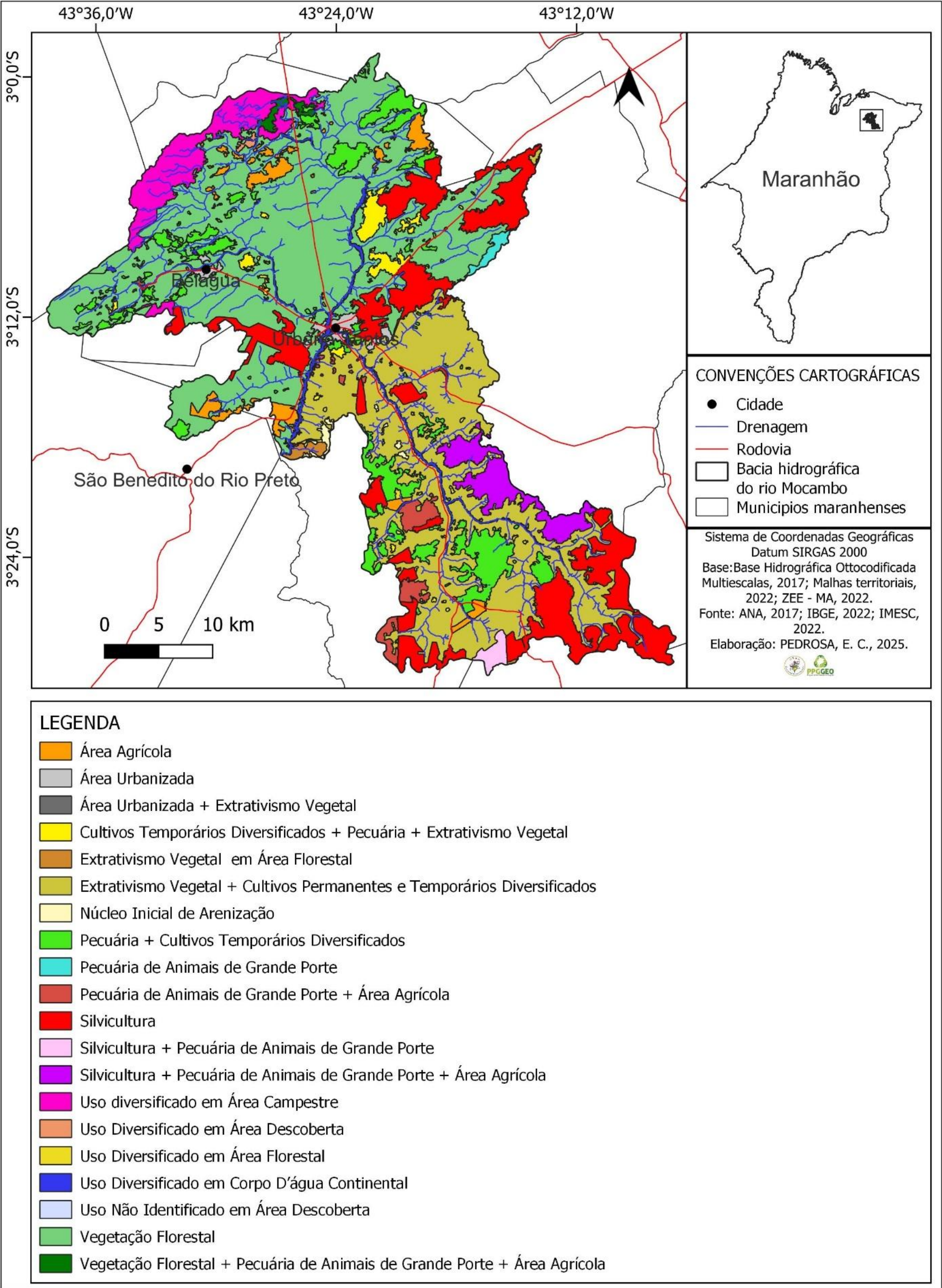
No mesmo período, outras culturas, comuns atualmente, não eram identificadas na bacia fluvial, como a soja e outras lavouras temporárias, predominando as classes de formações florestais e savânicas, evidenciando um cenário ainda pouco influenciado por atividades agrícolas intensivas. As áreas urbanas, de pequena extensão, se concentravam ao Norte e no Centro da bacia (Dias, 2025).

Esse cenário começou a mudar a partir do início da década de 2000, com a ampliação das áreas de eucalipto e a inserção da cultura de soja, sendo que após esta década identificou-se o desenvolvimento de culturas temporárias, embora tenha ocorrido uma supressão significativa das áreas de soja; um crescimento exponencial das áreas de eucalipto; e, a ampliação das áreas de agricultura familiar e pastagem (Dias, 2025).

No início da década de 2020, na bacia do Mocambo, das classes de uso da terra (Figura 26), apenas duas estavam relacionadas a processos naturais, a saber: Núcleo Inicial de Arenização e Vegetação Florestal, que ocupa grande área ao Norte da bacia. Assim, identifica-se 18 classes de uso da terra, com destaque para aquelas que estão relacionadas a significativos processos de transformação da paisagem, como Área Agrícola, Área Urbanizada, Cultivos Temporários Diversificados, Pecuária e Silvicultura.

Área Agrícola (Figura 27), no sentido amplo, pode ser definida como terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e *commodities* do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas (IBGE, 2013).

Figura 26: Uso da terra no território da bacia hidrográfica do rio Mocambo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 27: Campo de pasto e soja, fazenda Campo Grande, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A Área Urbanizada (Figura 28) compreende segmentos de uso intensivo, estruturados por edificações, equipamentos urbanos e sistema viário, em que predominam as superfícies artificiais não-agrícolas (IBGE, 2013; IMESC, 2022). No âmbito da bacia hidrográfica do rio Mocambo, destaca-se as manchas urbanas das cidades de Belágua, a Noroeste, e Urbano Santos, no Centro da bacia.

Os Cultivos Temporários Diversificados (Figuras 29) são o cultivo de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio (IBGE, 2023). No território do Mocambo, cultivos como de soja, milho, arroz, mandioca e hortaliças, podem ser inclusos nesta subclasse de uso do solo.

A prática da Pecuária (Figura 30) pode ser entendida como uma atividade que se desenvolve sobre pastagens procurando unir ciência e tecnologia visando à produção de animais domésticos com objetivos econômicos, tais como a criação e o tratamento de animais de grande porte, criação de animais de médio porte e animais de pequeno porte (IBGE, 2023). No contexto do Mocambo, sublinha-se a criação de gado bovino, ovinos, caprinos, suínos e galináceo.

A Silvicultura é uma atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar (IBGE, 2023). O cultivo do eucalipto (Figura 31) é a principal atividade relacionada a esta cultura na bacia do Mocambo, ocupando uma área de 190,74 km².

Figura 28: Rua Monsenhor Gentil, Centro de Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 29: Plantio de milho em fazenda de culturas temporárias, bairro Queimadas, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 30: Criação de gado bovino, Fazenda Campo Grande, Urbano Santos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 31: Plantação de eucalipto, residencial Campo Belo, Urbano Santos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise morfométrica da bacia fluvial do Mocambo

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos mais comuns executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas ao entendimento da dinâmica ambiental local e regional (Teodoro *et al.*, 2007), das quais se pode citar o grau de suscetibilidade a inundações de uma bacia. Os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Mocambo, obtidos a partir do SIG, estão reunidos na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros morfométricos da bacia fluvial do Mocambo

VARIÁVEL	VALOR	UNIDADE
Densidade de drenagem (Dd)	0,62	km/km ²
Densidade hidrográfica (Dh)	0,74	canais/km ²
Fator de Forma (Kf)	0,27	-
Índice de Circularidade (Ic)	0,17	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com uma área de 1.343,27 km² e 999 canais de drenagem, a bacia hidrográfica do rio Mocambo pode ser classificada como um sistema de drenagem de 6º ordem, conforme a classificação de Strahler (1952), indicando seu grau de ramificação e a contribuição do rio principal para a dinâmica socioambiental regional e local. O trecho de maior ordem do Mocambo atravessa a cidade de Urbano Santos, contribuindo para processos hidrológicos.

A hierarquia fluvial oferece maior significado hidrológico do que a toponímia que acompanha os canais nas cartas, pois num mesmo tipo de ambiente e numa mesma escala um rio de primeira ordem terá sempre menor volume que um rio de segunda ordem, e o de segunda ordem terá sempre menor vazão recebida e menor número de tributários que o de terceira ordem, e assim por diante (Argento; Cruz, 1996). A ordem fluvial também determina o grau de ramificação de uma bacia hidrográfica, indicando se esta é bem drenada ou não, e encontra-se relacionada à Densidade hidrográfica.

Com base na tabela 3, a Densidade hidrográfica, relação do número de cursos d'água com a área da bacia hidrográfica, registra o valor de 0,74 canais por km², ou seja, revela uma média de menos de um canal por km² da bacia, indicando uma baixa capacidade de drenagem natural e pequena probabilidade de formação de novos canais. Esse parâmetro é de grande importância por representar o comportamento hidrológico de uma determinada área em um de seus aspectos fundamentais, que é a capacidade hídrica e de gerar novos cursos de água (Silva *et al.*, 2018).

A Densidade de drenagem, por outro lado, corresponde ao comprimento médio de canais de uma bacia por unidade de área (Borsato, 2005). Em relação a este parâmetro, quanto maior o valor, menor é a capacidade de infiltrar água. Valores baixos, por outro lado, indicam que a região é mais favorável à infiltração, contribuindo com o lençol freático. Essa variável se relaciona com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam no fornecimento e no transporte de material detrítico (Moura, 2013).

Por possuir um valor de $0,62 \text{ km/km}^2$, considera-se que a bacia fluvial do Mocambo possui uma baixa Densidade de drenagem. Geralmente, baixos valores de Dd estão relacionados à área sedimentar, de relevo relativamente plano, pouco ondulado, o que favorece uma maior capacidade de infiltração da água no solo e a consequente diminuição do escoamento superficial, como no caso da bacia do rio Mocambo.

Para Christofolletti (1981), a Dd é uma das variáveis morfométricas mais importantes e representa o grau de dissecação topográfica da bacia. O referido autor afirma que este parâmetro expressa a quantidade de canais disponíveis para o escoamento, de forma que quanto mais canais presentes na bacia, mais rápido a água precipitada atinge o exutório. Portanto, o índice de Densidade de drenagem da bacia fluvial do Mocambo aponta para um baixo risco de inundações nas áreas da bacia.

De acordo com Borsato (2005), tanto a Densidade hidrográfica quanto a Densidade de drenagem medem a textura de uma rede de drenagem, mas cada uma trata de um aspecto distinto, sendo possível construir duas bacias hipotéticas tendo a mesma Densidade de drenagem e diferentes Densidades hidrográficas, e, por outro lado, é possível ter duas bacias com a mesma Densidade hidrográfica, mas com Densidades de drenagem diferentes.

Em relação à área, pode-se considerar a bacia fluvial do Mocambo como de tamanho mediano, implicando em uma baixa vulnerabilidade da bacia a precipitações, uma vez que essa propriedade é inversamente proporcional à intensidade das precipitações sobre essa porção do espaço cujas chuvas escoam em direção a um determinado curso d'água, ou seja, quanto maior a área da bacia, menor a intensidade com que a chuva a atinge, e, portanto, menor é a vazão de inundação (Borsato, 2005).

De acordo com Tucci (1997), em bacias com área menor que 500 km^2 , as precipitações convectivas de grande intensidade, pequena duração e distribuídas numa pequena área, podem provocar grandes enchentes. Por outro lado, para as bacias maiores, as precipitações que mais contribuem para os processos de inundação são as frontais, que atingem grandes áreas com média intensidade, mas com longa duração.

Para além do tamanho, a forma das bacias hidrográficas também pode contribuir para enchentes e inundações. O Fator de forma relaciona a forma das bacias com um retângulo (Polycarpo, 2023), de modo que, quanto mais este índice se aproxima de zero, mais alongada é a BH, por outro lado, quanto mais próximo do valor um, mais circular é o formato da bacia. Souza (2005) afirma que este parâmetro pode ser considerado como um dos melhores para representar a forma das bacias hidrográficas.

Em relação a esse índice, observa-se um valor de 0,27, indicando, assim como a Dd e a Dh, uma pequena probabilidade a ocorrência de inundação no território do Mocambo, pois os índices de Kf menores que 0,50 são interpretados como indicadores de bacias não sujeitas a inundações; valores entre 0,50 e 0,75 representam tendência mediana, enquanto valores entre 0,75 e 1,0 sugerem bacias com um alto grau de suscetibilidade a inundações (Franco; Dal Santo, 2015).

Além do Kf, tem-se o Índice de circularidade, que relaciona a área da bacia hidrográfica com a área de uma circunferência de mesmo perímetro que a bacia, ou seja, este índice demonstra o quanto o formato da bacia se aproxima ao de um círculo. Para Christofolletti (1980), o índice de circularidade foi proposto com o objetivo de eliminar a subjetividade na caracterização da forma das bacias.

Semelhantemente ao Fator de forma, quanto mais arredondada for a bacia hidrográfica, mais o valor do Índice de circularidade se aproxima da unidade, em contra partida, quanto mais alongada for a BH, mais o Ic se distancia do valor de 1 (Santos, 2016). Para a bacia fluvial do Mocambo, obteve-se o valor 0,17, indicando um formato mais alongado, apresentando, portanto, baixa tendência à ocorrência de inundações, uma vez que este parâmetro apresentou um valor abaixo de 0,51.

Essa conclusão se relaciona com o fato de que bacias fluviais mais alongadas e de extensa área possuem pequena probabilidade de uma chuva intensa atingir toda a sua extensão. E ainda que isto ocorra, a contribuição dos afluentes atinge o rio principal em vários pontos distintos ao longo de sua extensão, o que se difere em bacias mais circulares, que concentra o deflúvio em pontos próximos entre si e o recebe em curtos intervalos de tempo.

5.2 Inundações na cidade de Urbano Santos

Em anos de excepcionalidade pluviométrica, muitos municípios maranhenses são atingidos por inundações. Segundo o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (2025), entre 1991 e 2020, registra-se 197 decretos de situação de emergência e de estado de calamidade pública, relacionados a esse fenômeno hidrológico no território do Maranhão.

Foram 101 unidades administrativas do estado que sofreram danos e prejuízos ocasionados pelas inundações, de acordo com o referido ministério. Ainda assim, esses números não contabilizam o total das ocorrências do fenômeno no estado nordestino.

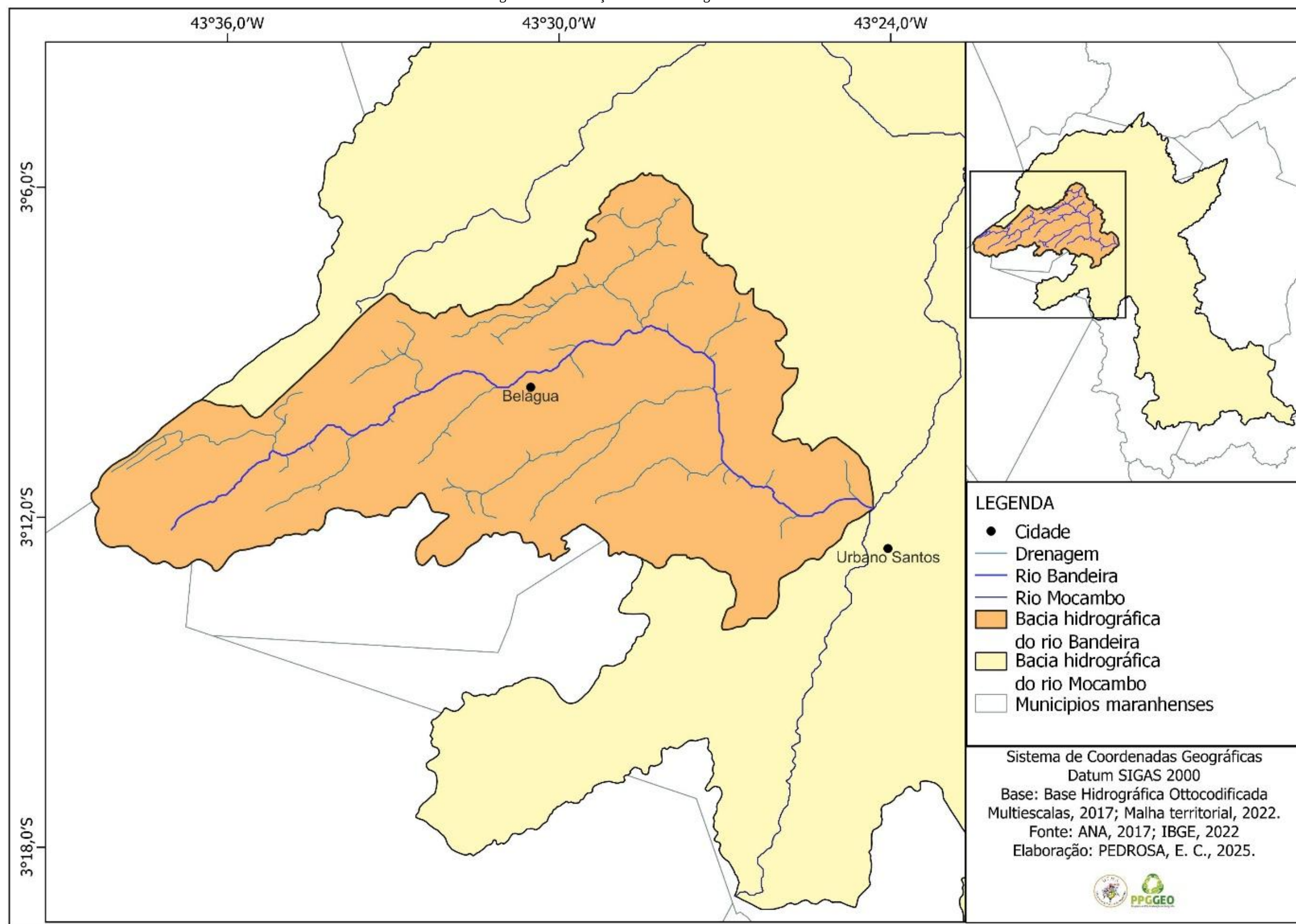
O município de Urbano Santos, apesar de não possuir registros de decretos declarando situação de emergência ou estado de calamidade pública (MIDR, 2025), tem sido, historicamente, atingido por inundações em anos de excepcionalidade pluviométrica regional. Ressalta-se que, por abranger trechos de cursos d'água propícios a esse fenômeno hidrológico, o município figura no Atlas de Vulnerabilidade a Inundações elaborado pela ANA em 2014 (ANA, 2014).

No âmbito do AVI, a ANA (2014) classificou o rio Bandeira (Figura 32), que corta a cidade de Belágua e conflui com o Mocambo na altura do bairro Salomão, na cidade de Urbano Santos, como de baixa vulnerabilidade a inundações, não especificando, contudo, as áreas que estariam suscetíveis a este processo. A aludida autarquia federal, também, não identifica como suscetíveis outras áreas historicamente mais afetadas por esse fenômeno, a saber, as que ficam localizadas no centro da cidade e nos bairros Fazenda, Salomão e Redenção, como nos anos de 2009 e 2020, por exemplo.

Em 2020, entre os meses de março e abril, inundações atingiram algumas áreas da cidade de Urbano Santos (Figura 33). Na ocasião, um trecho da principal rua do bairro Redenção (Figura 34), que dá acesso aos demais bairros, assim como ao centro da cidade, ficou totalmente inundado, impossibilitando o tráfego da população. Os moradores tiveram que pegar caminhos alternativos quando necessitavam de ir ao trabalho, à escola, ao posto de saúde, ou comprar alimentos, uma vez que o referido bairro fica localizado em uma das áreas mais periféricas da cidade.

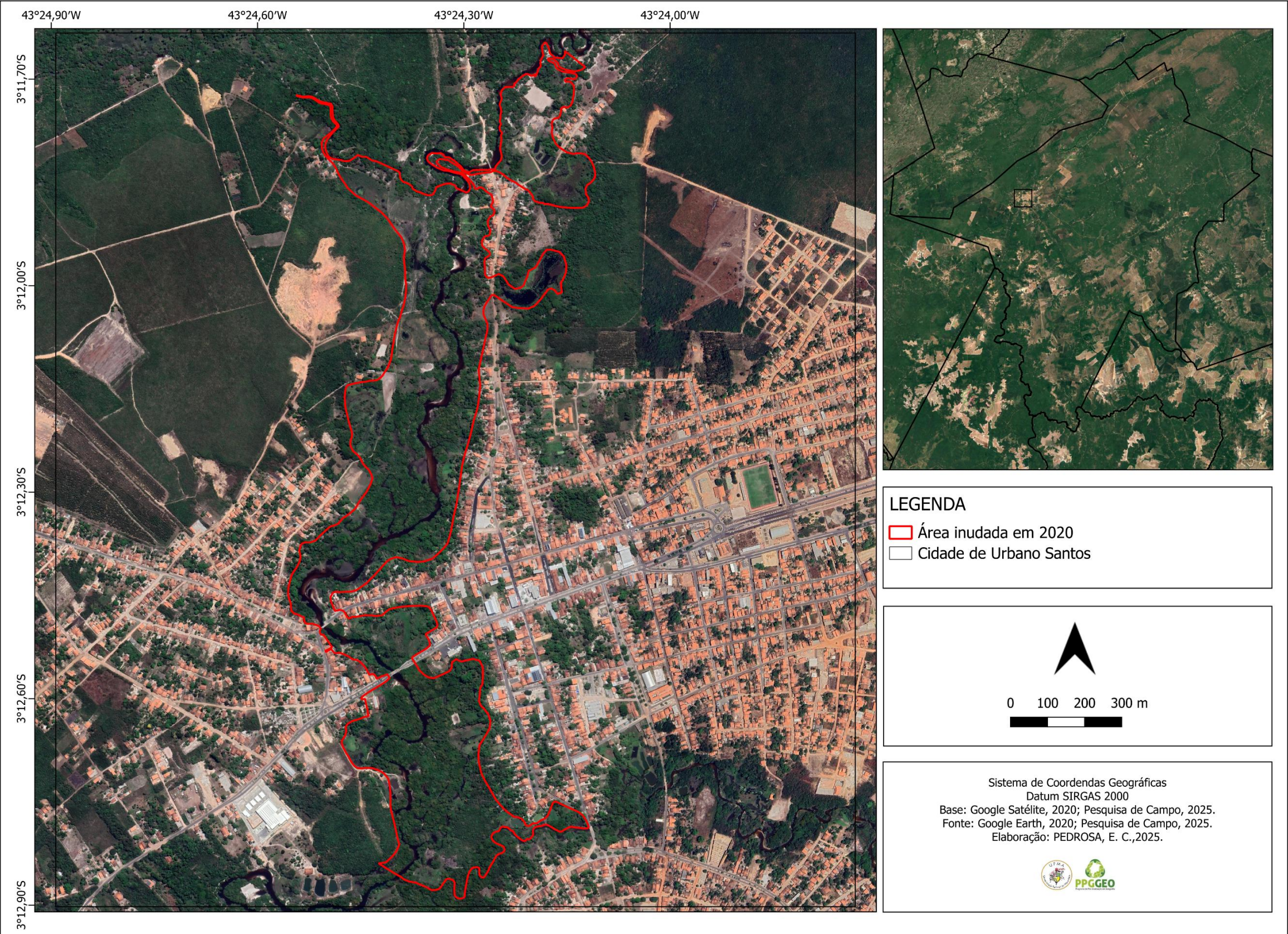
No bairro Salomão (Figura 35), as águas fluviais: invadiram duas residências, forçando os moradores a se abrigarem em casas de parentes; inundaram quintais, fazendo com que os criadores sacrificassem suas criações de animais para evitar prejuízos; obrigaram moradores a deixar suas casas, diante da possibilidade de que as enchentes as atingissem durante a noite. Em face das observações realizadas durante os trabalhos de campo desta pesquisa, e da situação econômica dos moradores, salienta-se que, tanto neste quanto no bairro Redenção, vale a realização de estudos que identifiquem o grau de vulnerabilidade ao aludido fenômeno hidrológico.

Figura 32: Localização da bacia hidrográfica do rio Bandeira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Figura 33: Áreas da cidade de Urbano Santos atingidas pelas inundações de 2020.



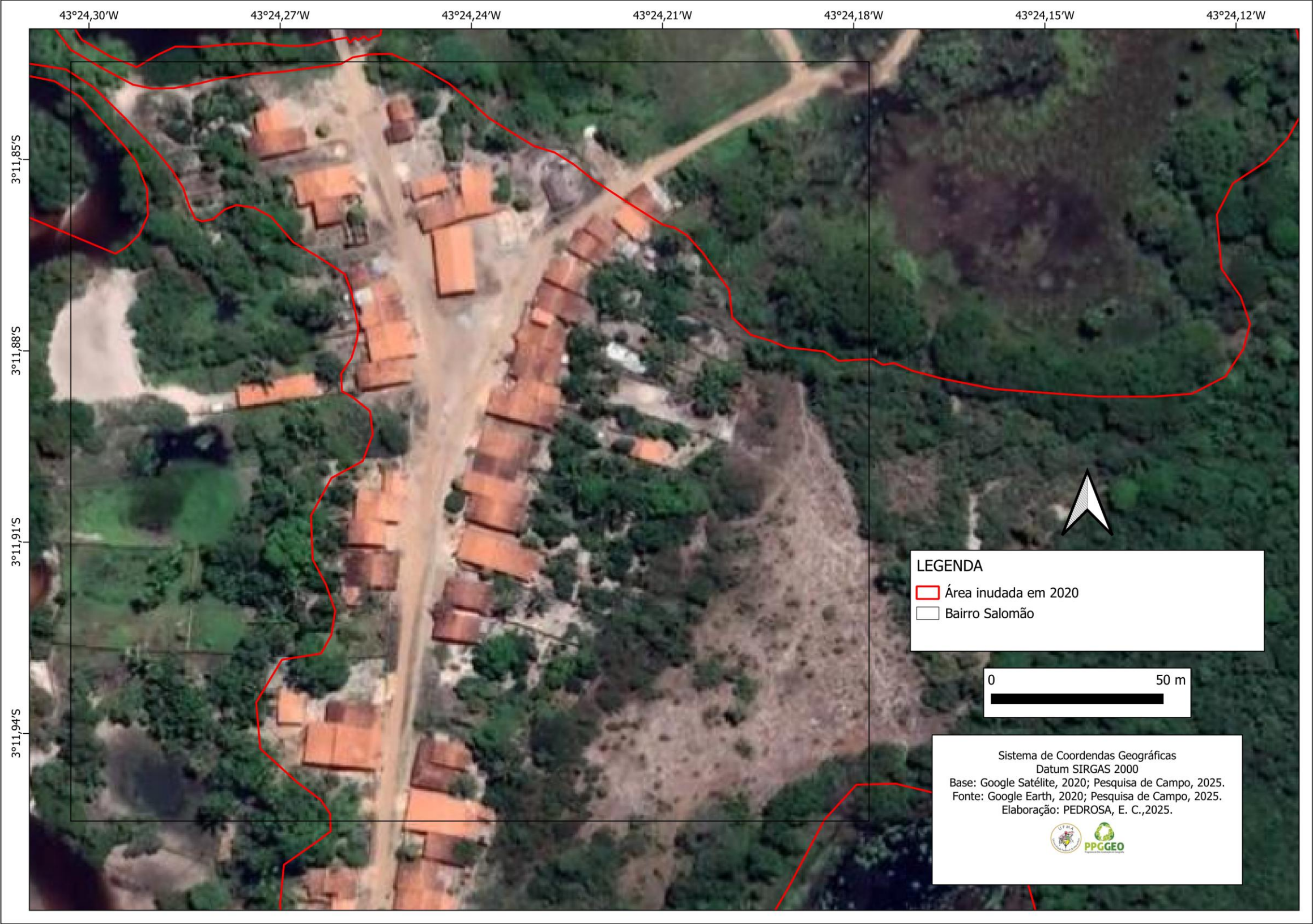
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 34: Áreas do bairro Redenção inundadas em 2020



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 35: Áreas do bairro Salomão inundadas em 2020



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Na área de abrangência da cidade, um trecho da rua Monsenhor Gentil (Centro) ficou debaixo d'água (Figura 36) e residências, tanto desta quanto da rua São Sebastiao (bairro Fazenda), foram atingidas pelas inundações. Em quintais de residências mais distantes do leito fluvial, situadas nesta última rua, o nível da lâmina d'água atingiu aproximadamente 3 metros de altura (Figura 37). Tais ocorrências são mais evidentes nas imediações do balneário Cai N'Água, área que abrange os limites dos bairros Centro e Fazenda (Figura 38).

Figura 36: Trecho da rua Monsenhor Gentil inundada



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 37: Nível do rio Mocambo, em 2020, rua São Sebastiao.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 38: Áreas dos bairros Fazenda e Centro inundadas em 2020



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

A enchente referida atingiu a sede da Associação Folclórica e Cultural de Urbano Santos (AFOCUS) (Figura 39), situada em áreas adjacentes à avenida Manoel Inácio, bairro Fazenda (Figura 40), assim como um antigo local de festa, conhecido como Coqueiro Bar, localizado ao lado da citada associação. Este espaço de manifestação cultural passou dias ocupado pelas águas fluviais, resultantes do transbordamento do rio, gerando prejuízos aos sócios.

Figura 39: AFOCUS na enchente de 2020



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

5.3 Áreas suscetíveis a inundações na cidade de Urbano Santos

Sendo classificadas como fenômenos naturais, as inundações estão relacionadas a fatores convergentes, congregando a precipitação pluvial e a configuração da topografia do terreno. Para Trentin e Robaina (2005), áreas muito planas e localizadas próximas as redes de drenagem ficam sujeitas a inundação. No Nordeste do estado do Maranhão, a conjugação destas duas variáveis pode implicar riscos potenciais de fenômenos dessa natureza, notadamente nas extensas áreas de várzeas adjacentes aos leitos fluviais. Adicionalmente, as atividades humanas, como a expansão da monocultura de soja, aceleram o desmatamento, fato que contribui para a degradação dos ambientes e o aumento dos riscos atribuídos às mudanças climáticas.

Com referência aos índices de precipitação regional, com base nos dados registrados na estação pluviométrica Gonçalo (Código: 343.011), localizada a nordeste do território do município de Urbano Santos, em 2009 e 2020, anos em que a população urbana foi mais afetada por inundações, têm-se registros pluviométricos de 1.430,4 e 1.495,6 mm, respectivamente, entre os meses de janeiro e maio (Tabela 4.1 e 4.2,).

Figura 40: Área do bairro Fazenda inundada em 2020



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Tabela 4.1 Pluviometria mensal registrada na estação Gonçalves: 1991-2005.

Data/ Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total
1991		1992		1993		1994		1995	
01/01/1991	282,4	01/01/1992	263,5	01/01/1993	97	01/01/1994	332,5	01/01/1995	107,3
01/02/1991	299	01/02/1992	219	01/02/1993	297,3	01/02/1994	194,5	01/02/1995	206,1
01/03/1991	374,7	01/03/1992	339,2	01/03/1993	284,3	01/03/1994	333,8	01/03/1995	242,5
01/04/1991	343	01/04/1992	120,7	01/04/1993	168,7	01/04/1994	221,7	01/04/1995	376,4
01/05/1991	224,9	01/05/1992	96,9	01/05/1993	121,4	01/05/1994	216,7	01/05/1995	223,9
01/06/1991	78,9	01/06/1992	36,3	01/06/1993	38	01/06/1994	180,8	01/06/1995	139,5
01/07/1991	0	01/07/1992	22,9	01/07/1993	90,1	01/07/1994	28,2	01/07/1995	41,6
01/08/1991	0	01/08/1992	0	01/08/1993	11,5	01/08/1994	27,1	01/08/1995	0
01/09/1991	0	01/09/1992	0	01/09/1993	3,5	01/09/1994	0	01/09/1995	0
01/10/1991	11,8	01/10/1992	4,1	01/10/1993	0	01/10/1994	0	01/10/1995	0
01/11/1991	0	01/11/1992	0	01/11/1993	0	01/11/1994	0	01/11/1995	49,1
01/12/1991	3,7	01/12/1992	0	01/12/1993	82,4	01/12/1994	43,4	01/12/1995	9,5
1996	Total	1997	Total	1998	Total	1999	Total	2000	Total
01/01/1996	216,3	01/01/1997	253,6	01/01/1998	273,7	01/01/1999	144,5	01/01/2000	216,1
01/02/1996	218,8	01/02/1997	147,7	01/02/1998	111,1	01/02/1999	257,7	01/02/2000	237,8
01/03/1996	398,9	01/03/1997	407,4	01/03/1998	352,9	01/03/1999	380,3	01/03/2000	483,3
01/04/1996	617,4	01/04/1997	293,6	01/04/1998	224,8	01/04/1999	403,4	01/04/2000	417,4
01/05/1996	223,8	01/05/1997	193,1	01/05/1998	120,1	01/05/1999	440,8	01/05/2000	288,3
01/06/1996	63,2	01/06/1997	0	01/06/1998	23,3	01/06/1999	90	01/06/2000	85,8
01/07/1996	41,9	01/07/1997	10,1	01/07/1998	4,8	01/07/1999	38,1	01/07/2000	176,4
01/08/1996	69,1	01/08/1997	32,8	01/08/1998	6,5	01/08/1999	21,8	01/08/2000	5,5
01/09/1996	0	01/09/1997	0	01/09/1998	0	01/09/1999	30,6	01/09/2000	39
01/10/1996	5,9	01/10/1997	17,6	01/10/1998	0	01/10/1999	19,8	01/10/2000	10,3
01/11/1996	19,7	01/11/1997	44,4	01/11/1998	54,7	01/11/1999	33,8	01/11/2000	2,4
01/12/1996	3,1	01/12/1997	55,1	01/12/1998	46,8	01/12/1999	49,6	01/12/2000	14,3
2001	Total	2002	Total	2003	Total	2004	Total	2005	Total
01/01/2001	269,7	01/01/2002	219,7	01/01/2003	126,6	01/01/2004	294,8	01/01/2005	61,9
01/02/2001	288,5	01/02/2002	141,2	01/02/2003	435,7	01/02/2004	330,4	01/02/2005	94,8
01/03/2001	268,9	01/03/2002	316	01/03/2003	368,3	01/03/2004	366,5	01/03/2005	211,4
01/04/2001	357,6	01/04/2002	339,3	01/04/2003	396,9	01/04/2004	301,7	01/04/2005	324,6
01/05/2001	123,6	01/05/2002	179,4	01/05/2003	268,3	01/05/2004	92,3	01/05/2005	146,1
01/06/2001	133,8	01/06/2002	142,6	01/06/2003	142,3	01/06/2004	137,8	01/06/2005	109,4
01/07/2001	59,5	01/07/2002	17,8	01/07/2003	16,1	01/07/2004	55,4	01/07/2005	54,8
01/08/2001	0	01/08/2002	0,9	01/08/2003	25,4	01/08/2004	2,4	01/08/2005	6,4
01/09/2001	1	01/09/2002	0	01/09/2003	22,1	01/09/2004	0	01/09/2005	0
01/10/2001	0	01/10/2002	0	01/10/2003	2,4	01/10/2004	0	01/10/2005	0
01/11/2001	0	01/11/2002	0	01/11/2003	70,9	01/11/2004	0	01/11/2005	0
01/12/2001	26,8	01/12/2002	18,4	01/12/2003	44,7	01/12/2004	2,8	01/12/2005	110,1

Fonte: ANA, 2025.

Tabela 4.2: Pluviometria mensal registrada na estação Gonçalves: 2006-2020.

Data/ Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total	Data/Ano	Total
2006		2007		2008		2009		2010	
01/01/2006	121,1	01/01/2007	104,2	01/01/2008	219,5	01/01/2009	266	01/01/2010	187,2
01/02/2006	150,6	01/02/2007	256,9	01/02/2008	133,5	01/02/2009	334,2	01/02/2010	84,4
01/03/2006	228,7	01/03/2007	360,4	01/03/2008	335,3	01/03/2009	191,7	01/03/2010	168,5
01/04/2006	198,6	01/04/2007	327,1	01/04/2008	402,5	01/04/2009	312,7	01/04/2010	449,5
01/05/2006	304,3	01/05/2007	71,3	01/05/2008	392,3	01/05/2009	325,8	01/05/2010	293,3
01/06/2006	95,9	01/06/2007	103,1	01/06/2008	133,5	01/06/2009	164,6	01/06/2010	182,7
01/07/2006	7,5	01/07/2007	4,5	01/07/2008	11,1	01/07/2009	48,2	01/07/2010	45,9
01/08/2006	1,3	01/08/2007	0,3	01/08/2008	3,8	01/08/2009	0	01/08/2010	3,6
01/09/2006	11,8	01/09/2007	0	01/09/2008	0	01/09/2009	0	01/09/2010	4,1
01/10/2006	0	01/10/2007	0	01/10/2008	5,6	01/10/2009	0	01/10/2010	13,5
01/11/2006	12,3	01/11/2007	0	01/11/2008	1,6	01/11/2009	0	01/11/2010	108,4
01/12/2006	36	01/12/2007	121	01/12/2008	31,3	01/12/2009	7,6	01/12/2010	214,2
2011	Total	2012	Total	2013	Total	2014	Total	2015	Total
01/01/2011	343,9	01/01/2012	88,1	01/01/2013	111	01/01/2014	196,2	01/01/2015	32,4
01/02/2011	496	01/02/2012	175,1	01/02/2013	125,3	01/02/2014	302	01/02/2015	306,1
01/03/2011	343,4	01/03/2012	368,9	01/03/2013	164,7	01/03/2014	283,2	01/03/2015	447,3
01/04/2011	455,2	01/04/2012	128,8	01/04/2013	345,1	01/04/2014	340,9	01/04/2015	215
01/05/2011	203,1	01/05/2012	109,8	01/05/2013	156,5	01/05/2014	274	01/05/2015	172,2
01/06/2011	73,9	01/06/2012	70,4	01/06/2013	65,6	01/06/2014	133,9	01/06/2015	126,1
01/07/2011	84,1	01/07/2012	21	01/07/2013	72	01/07/2014	38,9	01/07/2015	75,3
01/08/2011	9,6	01/08/2012	0,6	01/08/2013	1,8	01/08/2014	10,1	01/08/2015	0
01/09/2011	0	01/09/2012	0	01/09/2013	0	01/09/2014	10,6	01/09/2015	0
01/10/2011	79,4	01/10/2012	18,5	01/10/2013	4	01/10/2014	0	01/10/2015	1,1
01/11/2011	162,6	01/11/2012	0	01/11/2013	136,7	01/11/2014	53,3	01/11/2015	0
01/12/2011	0	01/12/2012	1,9	01/12/2013	1,1	01/12/2014	3,2	01/12/2015	3,3
2016	Total	2017	Total	2018	Total	2019	Total	2020	Total
01/01/2016	173,4	01/01/2017	209	01/01/2018	164	01/01/2019	276,6	01/01/2020	290,5
01/02/2016	174	01/02/2017	393,1	01/02/2018	647,1	01/02/2019	335,3	01/02/2020	327,8
01/03/2016	452,1	01/03/2017	421,2	01/03/2018	287	01/03/2019	471,5	01/03/2020	319
01/04/2016	254	01/04/2017	284,1	01/04/2018	306,5	01/04/2019	342,6	01/04/2020	308,3
01/05/2016	190,4	01/05/2017	234,8	01/05/2018	260,1	01/05/2019	327,9	01/05/2020	250
01/06/2016	102	01/06/2017	25	01/06/2018	38	01/06/2019	46,2	01/06/2020	76
01/07/2016	11,7	01/07/2017	92,9	01/07/2018	37,3	01/07/2019	63,4	01/07/2020	23,2
01/08/2016	0,5	01/08/2017	14,4	01/08/2018	6	01/08/2019	0	01/08/2020	25,4
01/09/2016	4,1	01/09/2017	5,2	01/09/2018	0	01/09/2019	0	01/09/2020	0
01/10/2016	0,3	01/10/2017	2,4	01/10/2018	6,3	01/10/2019	1,8	01/10/2020	7,8
01/11/2016	0	01/11/2017	0,3	01/11/2018	23	01/11/2019	1,7	01/11/2020	123,9
01/12/2016	84,4	01/12/2017	9	01/12/2018	241,3	01/12/2019	29,3	01/12/2020	5,5

Fonte: ANA, 2025.

Analizando os dados da tabela, pode-se constatar que no mesmo período, nos anos de 1991, 1996, 1999, 2000, 2003, 2011, 2017, 2018 e 2019, choveu totais superiores aos observados nos anos de 2009 e 2020, a saber: 1.524, 1.675, 1.626, 1.642, 1.595, 1.841, 1.542, 1.664 e 1.753 mm, respectivamente, apontando para influência de fenômenos regionais nos eventos hidrológicos anômalos no Mocambo, como a atuação da Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT) e a ocorrência do fenômeno La Niña na região do Pacífico Equatorial (Cerqueira, 2020; Cerqueira *et al.*, 2024).

No que se refere à configuração topográfica, a cidade de Urbano Santos situa-se no vale do rio Mocambo, apresentando expressiva parcela de sua malha urbana implantada sobre a planície aluvial, ou planície de inundação, associada a esse curso fluvial. Tal condição geomorfológica implica na existência de setores caracterizados por reduzidas altimetrias e baixas declividades, fatores que reforçam a suscetibilidade da área urbana à ocorrência de inundações.

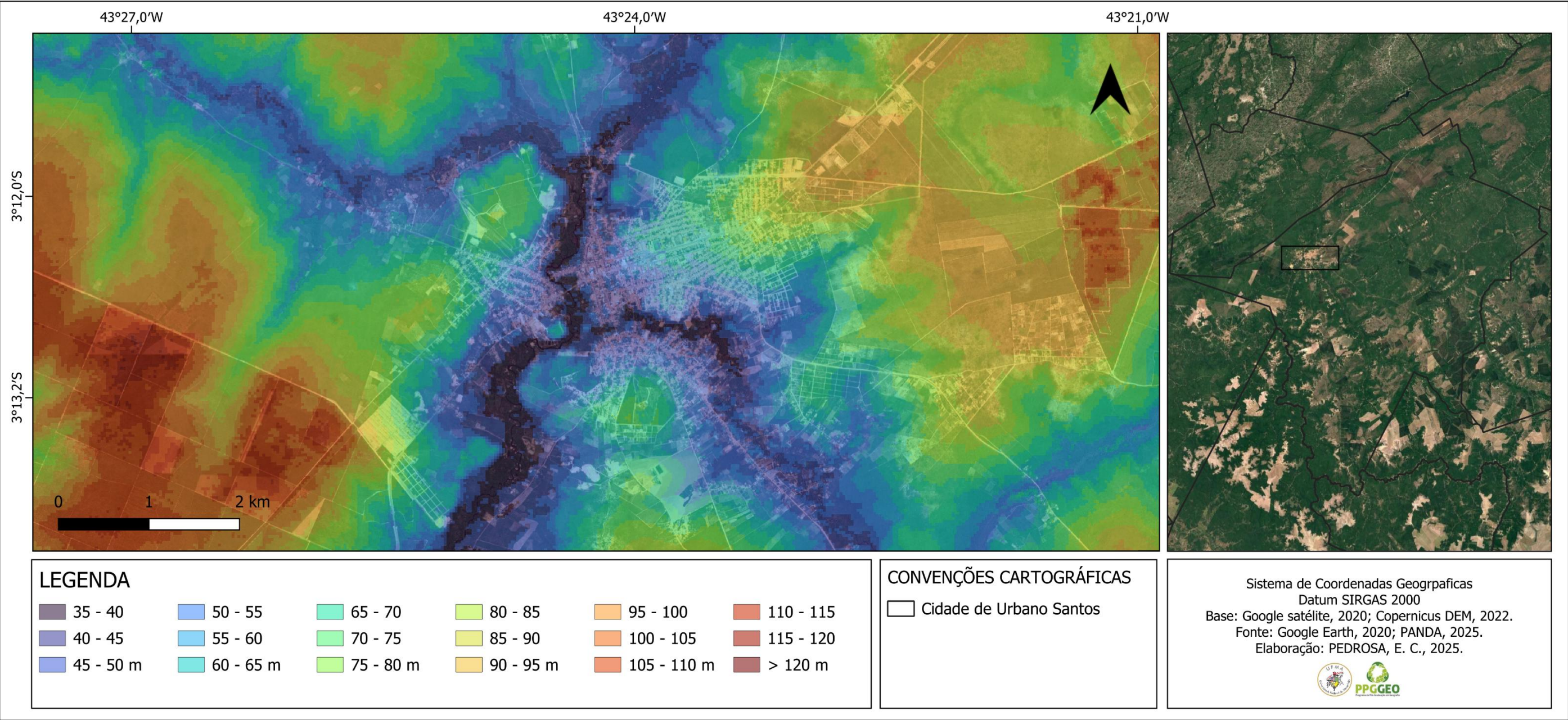
Como se observa na Figura 41, o distrito sede municipal desenvolveu-se sobre terrenos que variam de 35 a 95 metros de altitude, sendo que uma área considerável da cidade apresenta cotas altimétricas entre 35 e 65 m. Os terrenos situados na planície de inundação do Mocambo, localizada entre a confluência do rio Bandeira e o Mocambo e o encontro deste com o Boa Hora, possuem cotas que variam de 35 a 55 m.

Em relação à declividade, a maior parte dos terrenos citadinos possui de 0 a 8% de declividade (Figura 42), o que inclui o relevo da cidade nas classes de suave ondulado e ondulado (Santos *et al.*, 2025). Áreas com inclinação entre 8 e 20% ou mais que 20% são observadas, principalmente, onde se encontra o conjunto de vertentes que delimita a planície de inundação.

A planície de inundação do rio Mocambo, no município de Urbano Santos, constitui a principal área de influência hidrodinâmica desse curso fluvial. Nesse compartimento geomorfológico manifestam-se processos associados à dinâmica sazonal do rio, tais como enchentes, inundações, formação de cursos intermitentes e efêmeros, alagamentos, desenvolvimento de lagoas, sedimentação, erosão marginal e assoreamento, entre outros.

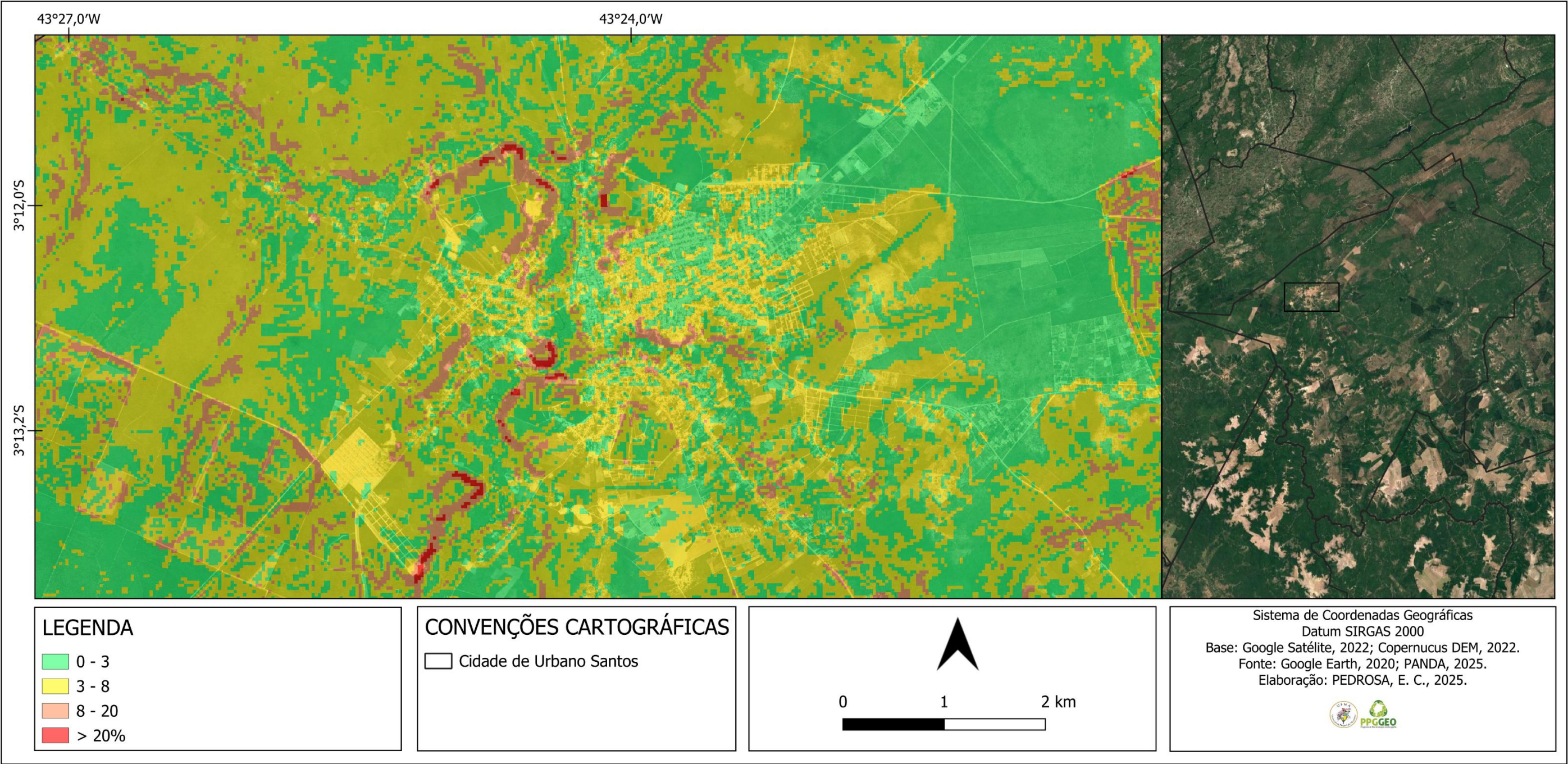
A planície de inundação, como objeto de estudo na cidade de Urbano Santos (Figura 43), tem 2.155.152,82 m² e um perímetro de 7.420,64 m. Em relação a sua área total, o espaço urbanizado ocupa 1.057.629,31 m², o que representa 49% dessa área de estudo, contribuindo para o escoamento superficial. Considera-se para esse percentual todas as seções que se relacionam com a categoria de espaço urbano.

Figura 41: Altimetria da cidade de Urbano Santos



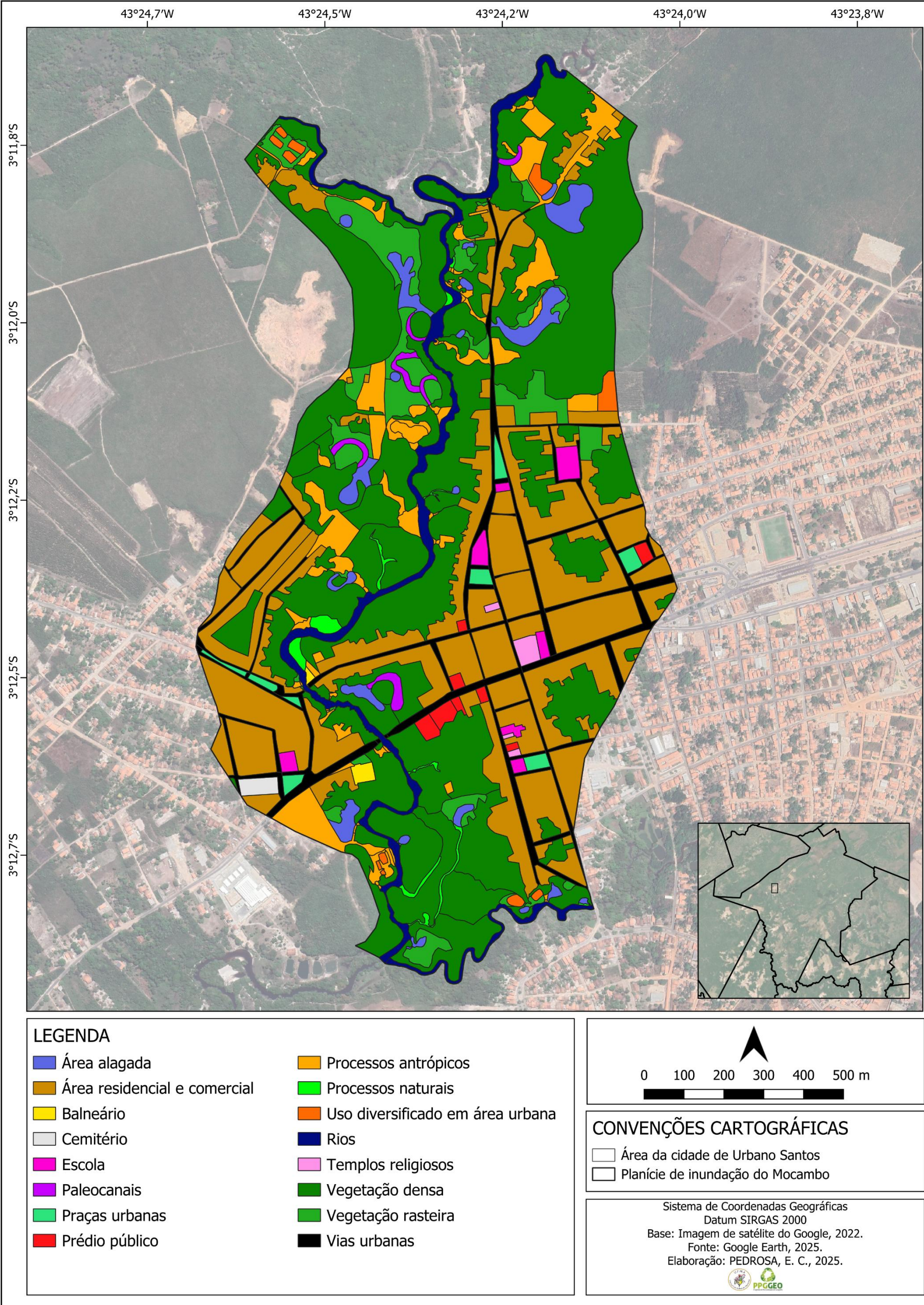
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 42: Declividade da cidade de Urbano Santos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 43: Planície de inundação da cidade de Urbano Santos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O restante da área da planície, 1.097.523,51 m², 51%, é ocupada por outras seções, relacionadas à vegetação (área de vegetação densa e rasteira), corpos d'água (rios e lagos), processos naturais (sedimentação e surgimento dos cursos d'água intermitentes), processos antrópicos (solo exposto e marcas de assoreamento e erosão), e uso diversificado do solo em área urbana (açudes e áreas de silvicultura).

A soma da área vegetada, que abrange vegetação densa ou rasteira, presentes na planície de inundação do Mocambo na cidade de Urbano Santos, resulta em 844.175,85 m², representando 77% dos 51% de área não urbanizada da planície. A vegetação mais densa (Figura 44) pode ser classificada, em sua maioria, como vegetação secundária, enquanto que a vegetação rasteira (Figura 45) caracteriza-se por formações campestres, de influência fluvial, com presença de arbustos e Salsa-Brava (*Ipomoea asarifolia*), situadas principalmente nos leitos maiores periódicos sazonais ou em locais de alagamentos sazonais.

Em relação às áreas alagadas, verifica-se 44.350,19 m², estando inclusas nesta seção as duas lagoas localizadas nos bairros Salomão e Redenção. A que se localiza no início do bairro Salomão ocupa, em períodos de estiagem, uma área de 8.632,56 m² (Figura 46). Já a que está localizada entre o bairro Salomão e Redenção, mede 8.582,90 m² (Figura 47). No período chuvoso, ambas transbordam gerando transtornos à população.

Figura 44: Vista parcial de área de vegetação densa, rua da Graça.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 45: Vista parcial de área vegetada com influência fluvial, bairro Salomão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 46: Lagoa do Salomão, bairro Salomão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 47: Lagoa da Redenção, bairro Redenção.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

As seções de alagamentos da planície de inundação estão ligadas à dinâmica pluvial local, havendo aquelas que permanecem sempre alagadas (Figura 48), resistindo ao período de estiagem, e aquelas que secam poucos meses após do fim do período chuvoso. O mesmo ocorre com alguns paleocanais presentes na área de estudo (Figura 49).

Figura 48: Área alagada, bairro São Sebastião.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 49: Vista orbital do paleocanal do centro da cidade de Urbano Santos



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

A seção denominada Processos Naturais, com área total de 11.994,23 m², também apresenta vinculação direta ao regime pluviométrico regional, uma vez que engloba dinâmicas hidromorfológicas, tais como a sedimentação e a formação de cursos d'água intermitentes. A sedimentação manifesta-se predominantemente em função do incremento da capacidade de transporte de carga sedimentar pelo canal fluvial durante o período chuvoso, quando há

aumento do volume e da energia do escoamento. No que se refere aos cursos intermitentes, sua ocorrência está associada à elevada capacidade de infiltração do solo na planície aluvial, a qual favorece o armazenamento de água e, conseqüentemente, a manutenção desses sistemas hídricos de caráter não perene.

A seção Processos Antrópicos, abrange os processos desencadeados pela ação humana na área da planície de inundação na cidade de Urbano Santos, como solo exposto, erosão e assoreamento, e ocupa uma expressiva área 106.569,04 m². As porções de solo exposto (Figura 50), totalizam 90.143,52 m², encontram-se distribuídas por toda a planície de inundação urbana, mantendo estreita relação com os processos de erosão e assoreamento identificados na região (Figura 51).

Figura 50: Solo exposto, bairro Salomão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 51: Assoreamento de um trecho do rio Mocambo, bairro Salomão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Ademais, as áreas de solo exposto também apresentam associação com os padrões de uso e ocupação do solo, resultantes de intervenções antrópicas, como a presença de vias não pavimentadas, a realização de práticas esportivas (a exemplo do futebol), bem como atividades de equinocultura e agricultura.

A seção classificada como Uso Diversificado em Área Urbana também apresenta vinculação direta aos padrões de uso e ocupação do solo, abrangendo áreas destinadas a açudes e à prática da silvicultura. No interior da planície citadina, foram identificados 10 polígonos classificados como açudes, distribuídos ao norte da planície, no bairro Redenção e no povoado Pajaú, e ao sul, no bairro Fazenda e na interface entre o centro urbano e o bairro São José. A silvicultura (Figura 52), por sua vez, concentra-se predominantemente no setor nordeste da área analisada, especialmente no bairro Santo Antônio. Conjuntamente, essas seções totalizam uma área de 11.386,29 m².

Figura 52: Vista parcial da área de plantação de eucalipto, bairro Santo Antônio.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

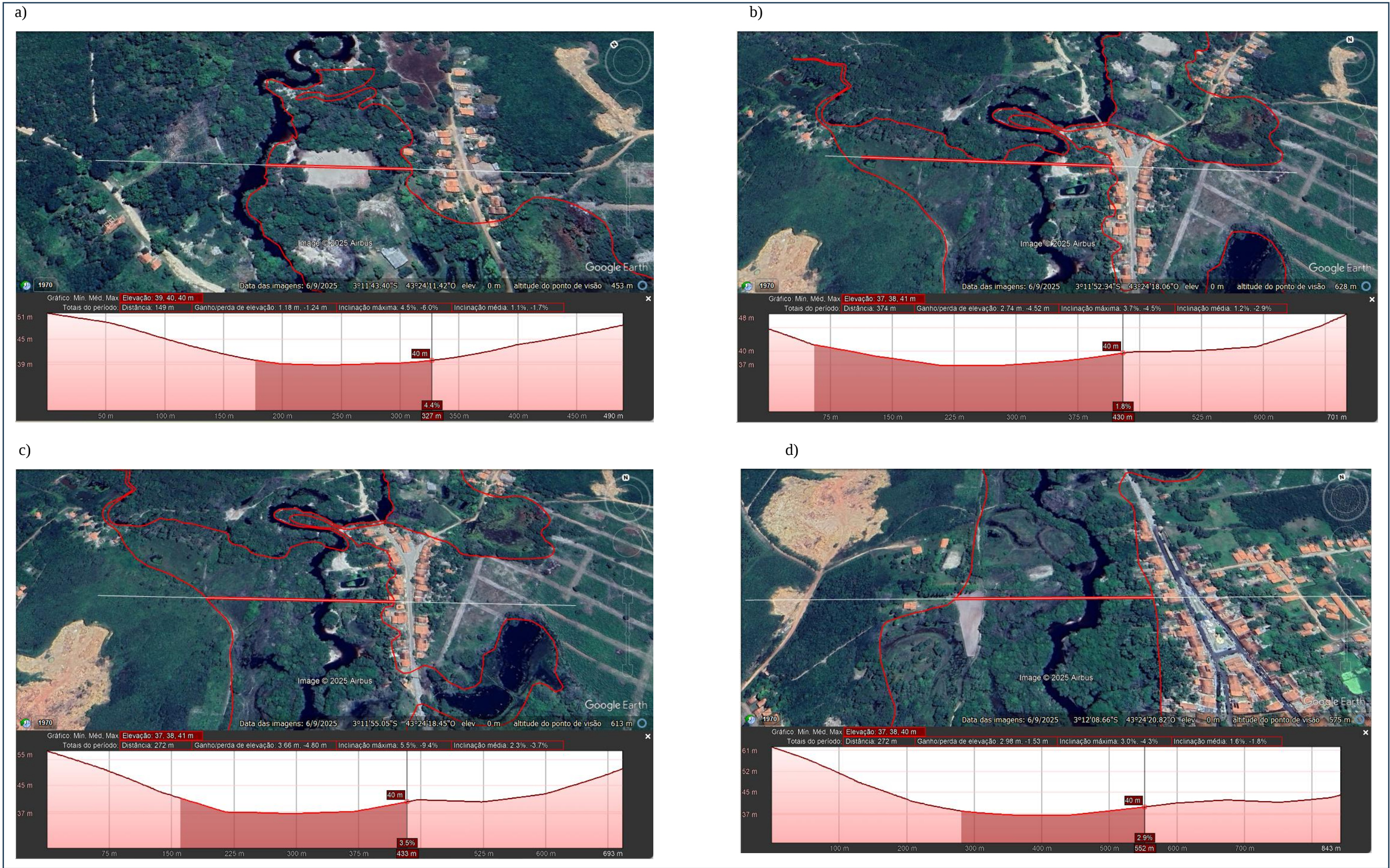
Todas as seções identificadas compõem a área da planície de inundação do Mocambo, delimitada para a cidade de Urbano Santos, com destaque para as áreas alagadas, lagoas e paleocanais, que se constituem locais de descarga de aquíferos e de escoamentos subsuperficial ou subterrâneo, contribuindo com processos hidrológicos na área de estudo, como no caso da lagoa da Redenção, cujas águas crescem durante período chuvoso unindo-se às águas fluviais do Mocambo. Contudo, é importante destacar o rio como principal agente responsável pelas enchentes e inundações, cuja ação é potencializada pela topografia dos terrenos apesar de sua

baixa amplitude. Em 2020 as águas do Mocambo ocuparam terrenos que apresentavam cotas altimétricas entre 36 e 41 m de altitude (Figura 53), o que coincide com os terrenos situados no leito fluvial periódico.

Caso a oscilação climática resulte na elevação anômala da lâmina d'água durante o período de alta pluviosidade na bacia do Mocambo, novas áreas podem ser atingidas por processos hidrológicos, gerando desastres. No bairro Redenção, durante a cheia de 2020, as águas alcançaram e submergiram terrenos situados até a cota máxima de 41 m de altitude (Figura 54), sem, contudo, atingir as áreas residenciais. Entretanto, uma elevação adicional de 1 m no nível fluvial é suficiente para impactar diretamente as edificações (Figura 55).

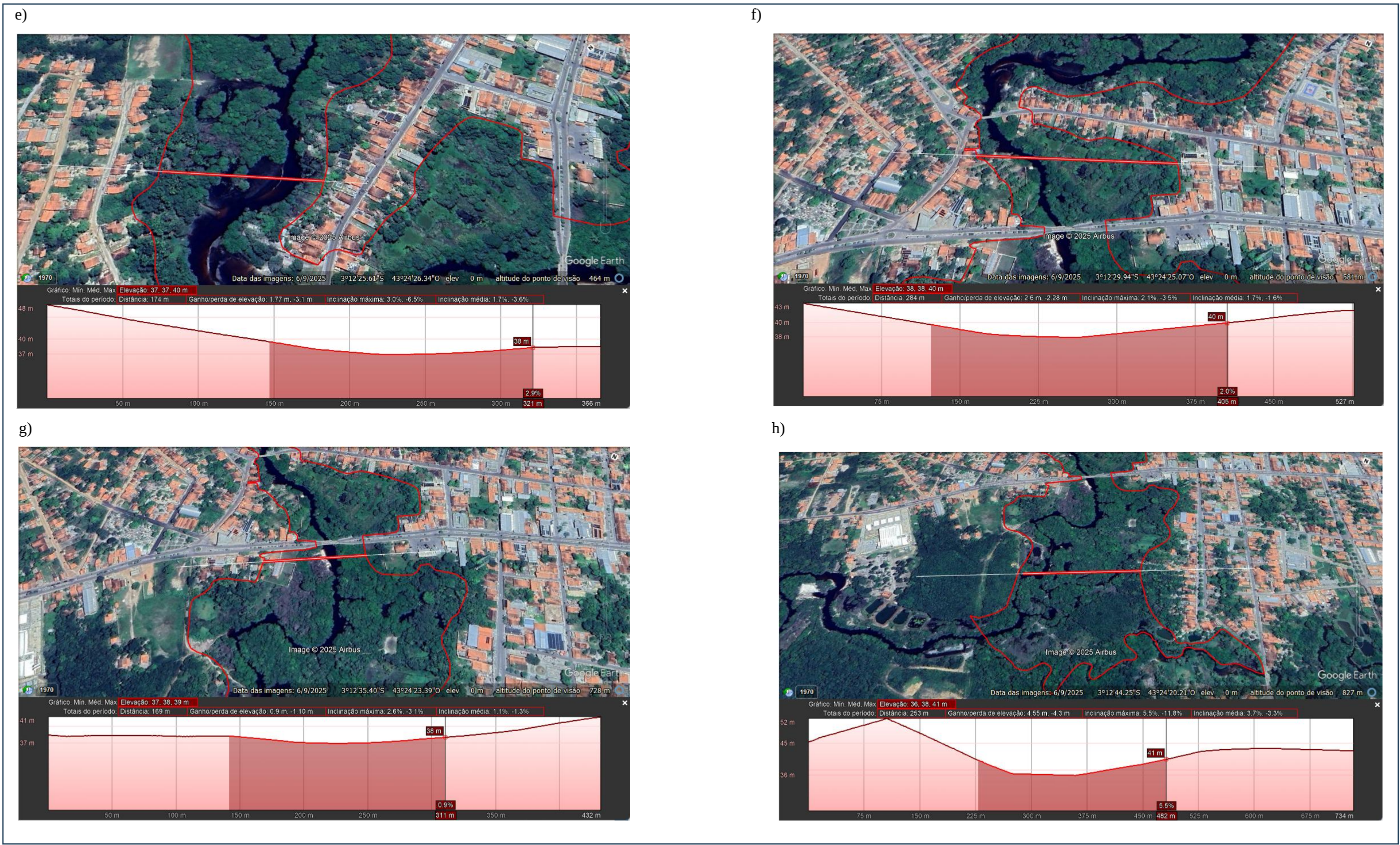
No bairro Salomão, a suscetibilidade à processos hidrológicos é acentuada. Durante o evento de cheia de 2020, o escoamento em margens plenas foi registrado na cota de 40 m (Figura 56), indicando o limite de extravasamento do canal. Entretanto, a simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo demonstra que todo o perímetro urbano do bairro seria afetado (Figura 57), resultando em elevado risco de inundação das áreas residenciais.

Figura 53: Cotas altimétricas das áreas inundadas em 2020



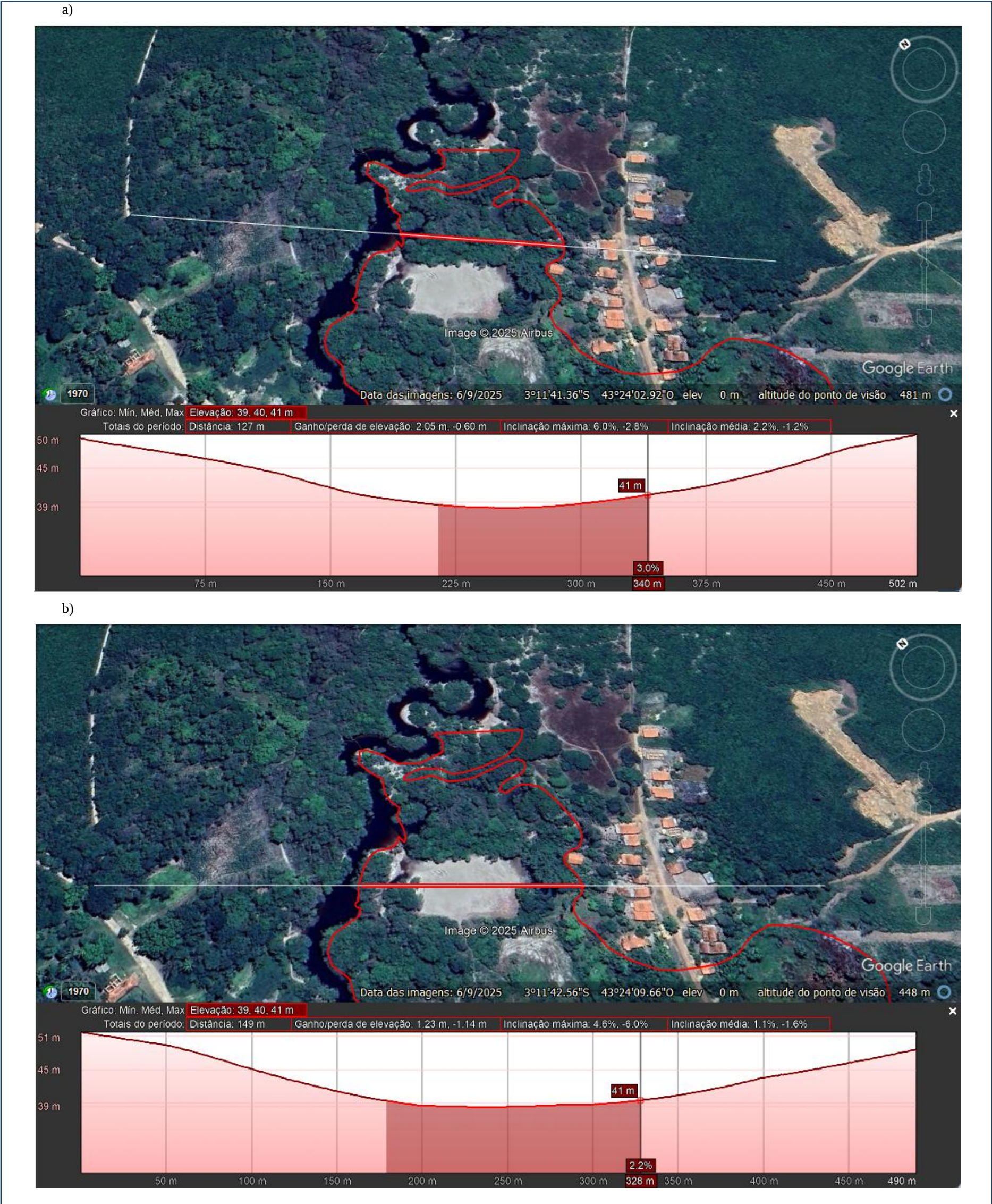
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 53: Continuação



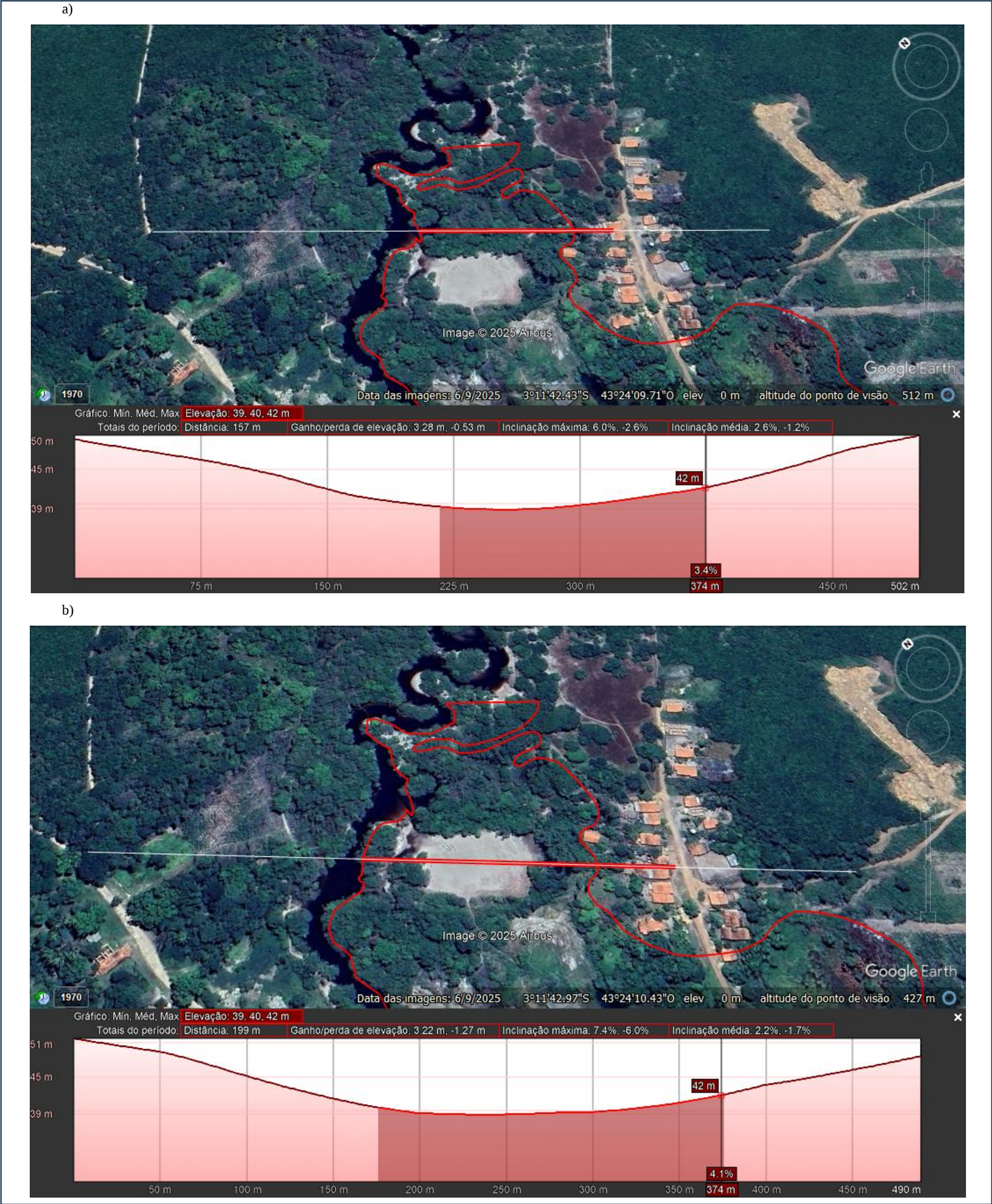
Fonte: Google Earth Pro, 2025

Figura 54: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, bairro Redenção



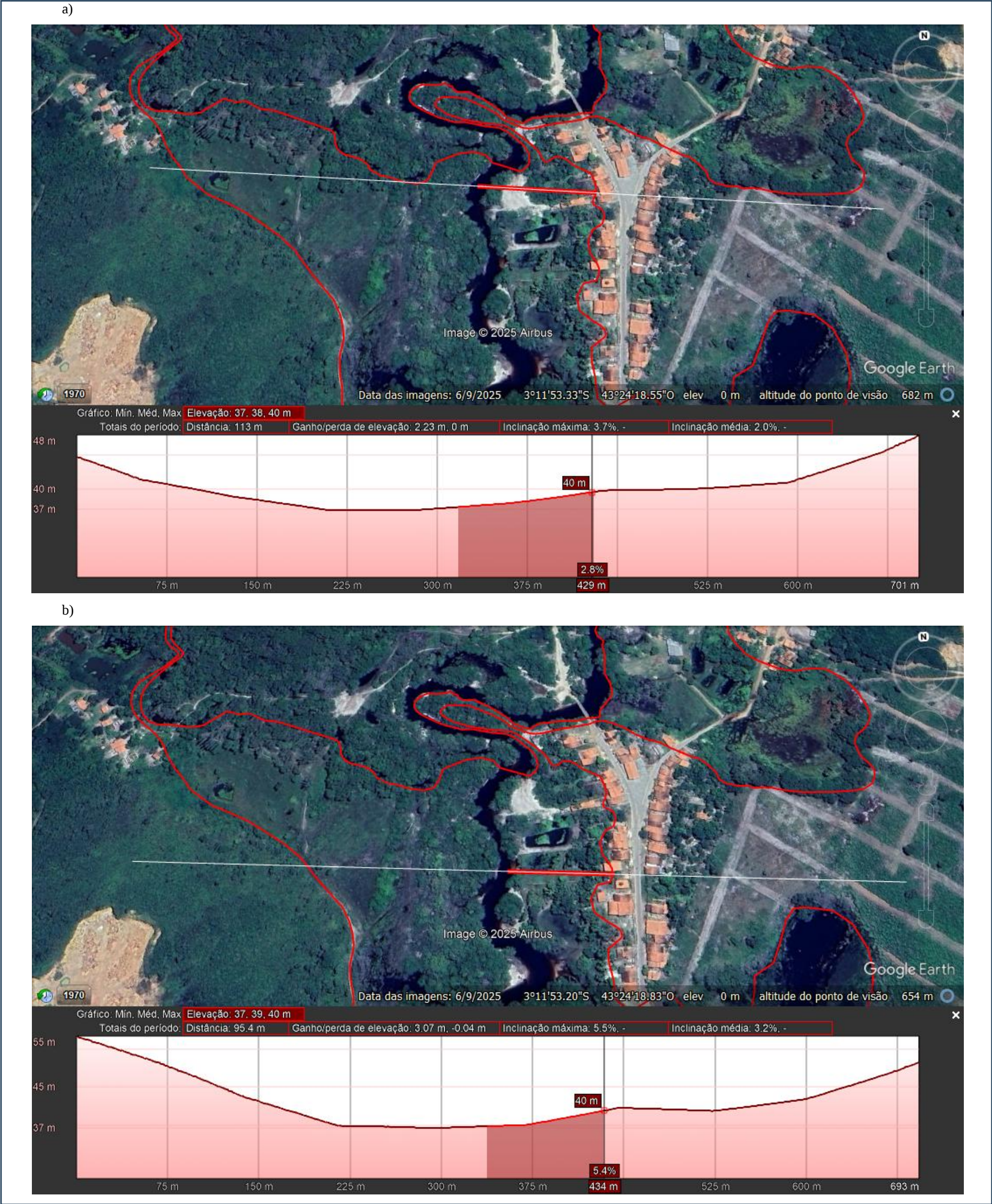
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 55: Simulação de acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Redenção



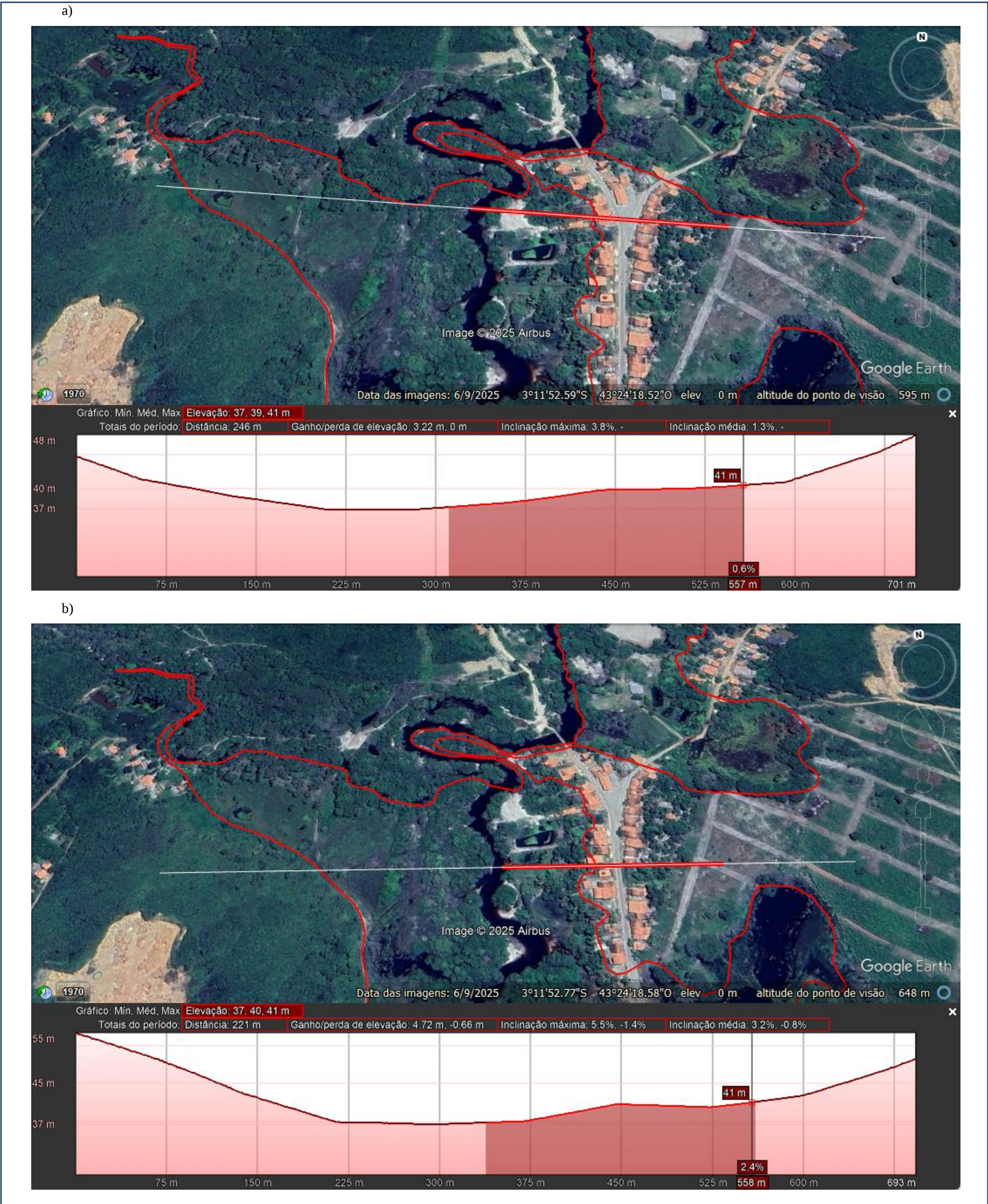
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 56: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, bairro Salomão



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 57: Simulação de acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Salomão



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Na cota correspondente à Rua da Graça, localizada na área central da cidade de Urbano Santos, assim como em parte do bairro Salomão, os terrenos impactados por eventos hidrológicos situavam-se a 40 m de altitude (Figura 58), coincidentes com a planície de inundação periódica. Considerando um cenário de elevação do nível fluvial para a cota de 41 m, verifica-se a possibilidade de alagamento de grande parte das unidades habitacionais localizadas no lado esquerdo da via, no sentido de deslocamento em direção ao bairro Salomão (Figura 59).

Nas áreas adjacentes às ruas Santo Antônio, no bairro Fazenda, e Monsenhor Gentil, no centro urbano, a cheia de 2020 atingiu a cota de 38 m (Figura 60), não configurando risco imediato de inundação à população residente. Contudo, em um cenário de incremento de 1 m no nível fluvial, estima-se que um contingente expressivo de domicílios localizados na rua Monsenhor Gentil seja diretamente afetado (Figura 61), em contraste à rua Santo Antônio, pelo fato desta apresentar cotas altimétricas superiores e maior declividade. Essa diferenciação está associada à sua posição topográfica na margem côncava do canal, onde os processos erosivos vêm atuando de forma mais intensa durante os eventos catastróficos, condicionando o relevo e a dinâmica fluvial local.

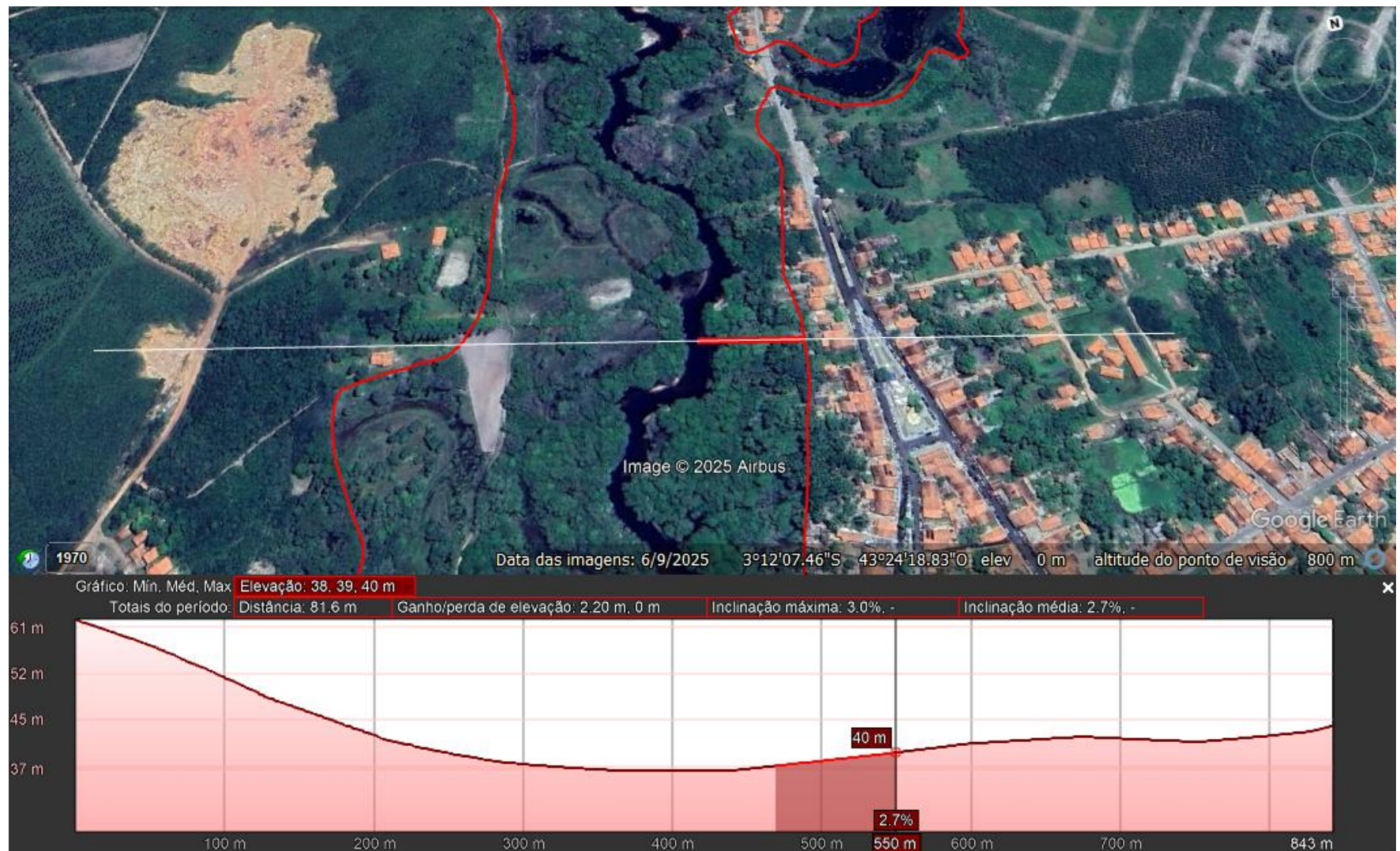
No setor correspondente à rua São Sebastião, bairro Fazenda, especificamente no trecho compreendido entre o Cai N'Água e a Avenida Manoel Inácio, o evento de cheia registrou cotas de 39 m (Figura 62), ocasionando a inundação de algumas residências situadas nas proximidades da ponte da rua Monsenhor Gentil. No entanto, em um cenário de elevação do nível fluvial em 1 m, todas as unidades habitacionais dessa área serão potencialmente impactadas (Figura 63), resultando em expressivos danos materiais com prejuízos socioeconômicos e eventuais danos à vida.

Nas áreas adjacentes à Avenida Manoel Inácio, nas proximidades da Associação AFOCUS, o evento de cheia alcançou a cota altimétrica crítica de 39 m (Figura 64), ocasionando a inundação da referida instituição e resultando em prejuízos de ordem material e socioeconômica aos seus associados. Em um cenário de acréscimo de 1 m no nível hidrométrico, além da associação, todas as unidades habitacionais situadas na área de influência direta estarão sujeitas a processos de inundação (Figura 65), configurando um quadro de elevada suscetibilidade socioespacial.

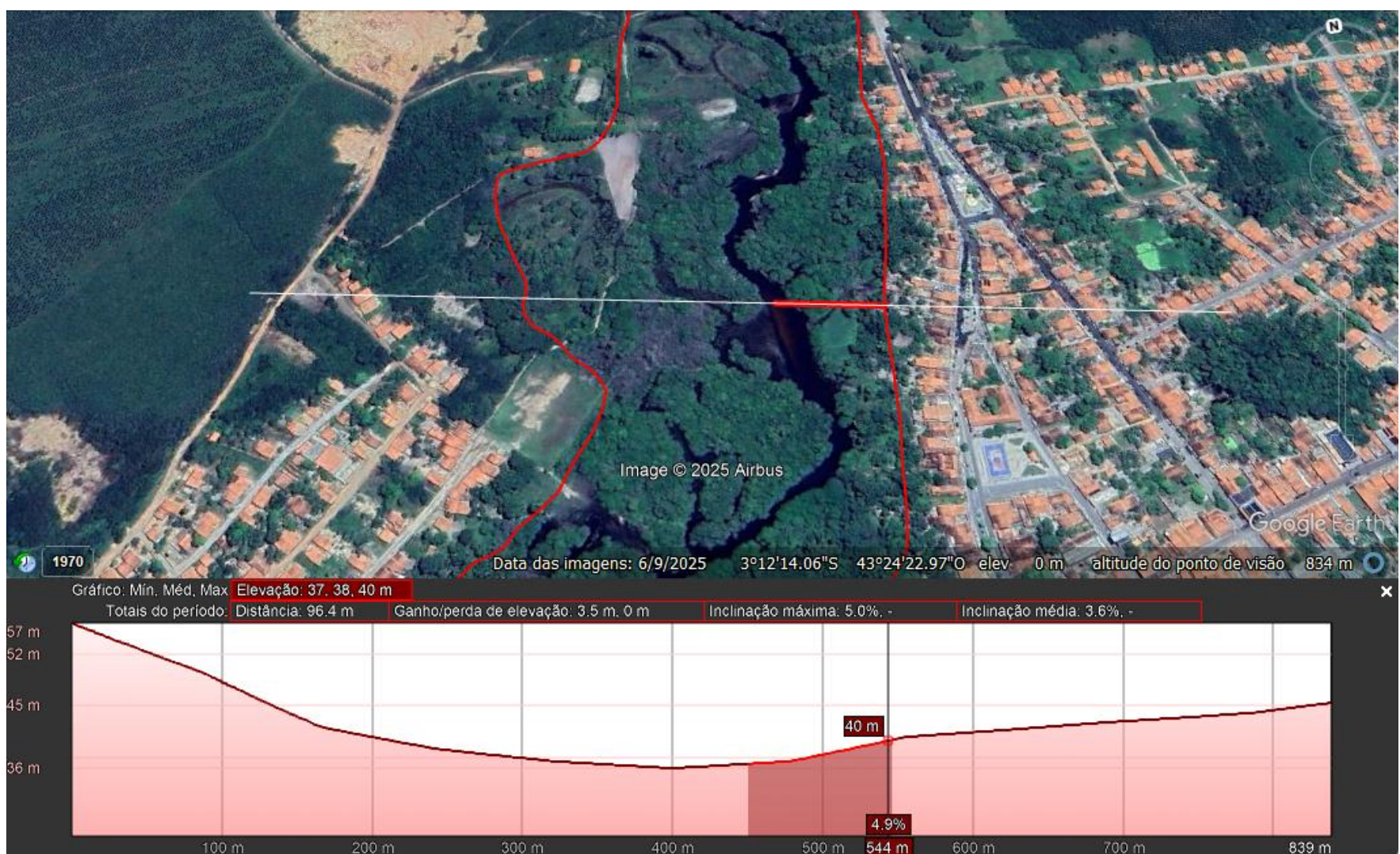
No segmento fluvial paralelo à rua Dez de Junho, situada no centro da cidade, a enchente alcançou cotas variando entre 40 e 41 m (Figura 66), sem ocasionar impactos diretos sobre os setores residenciais ou comerciais.

Figura 58: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua da Graça, Centro.

a)

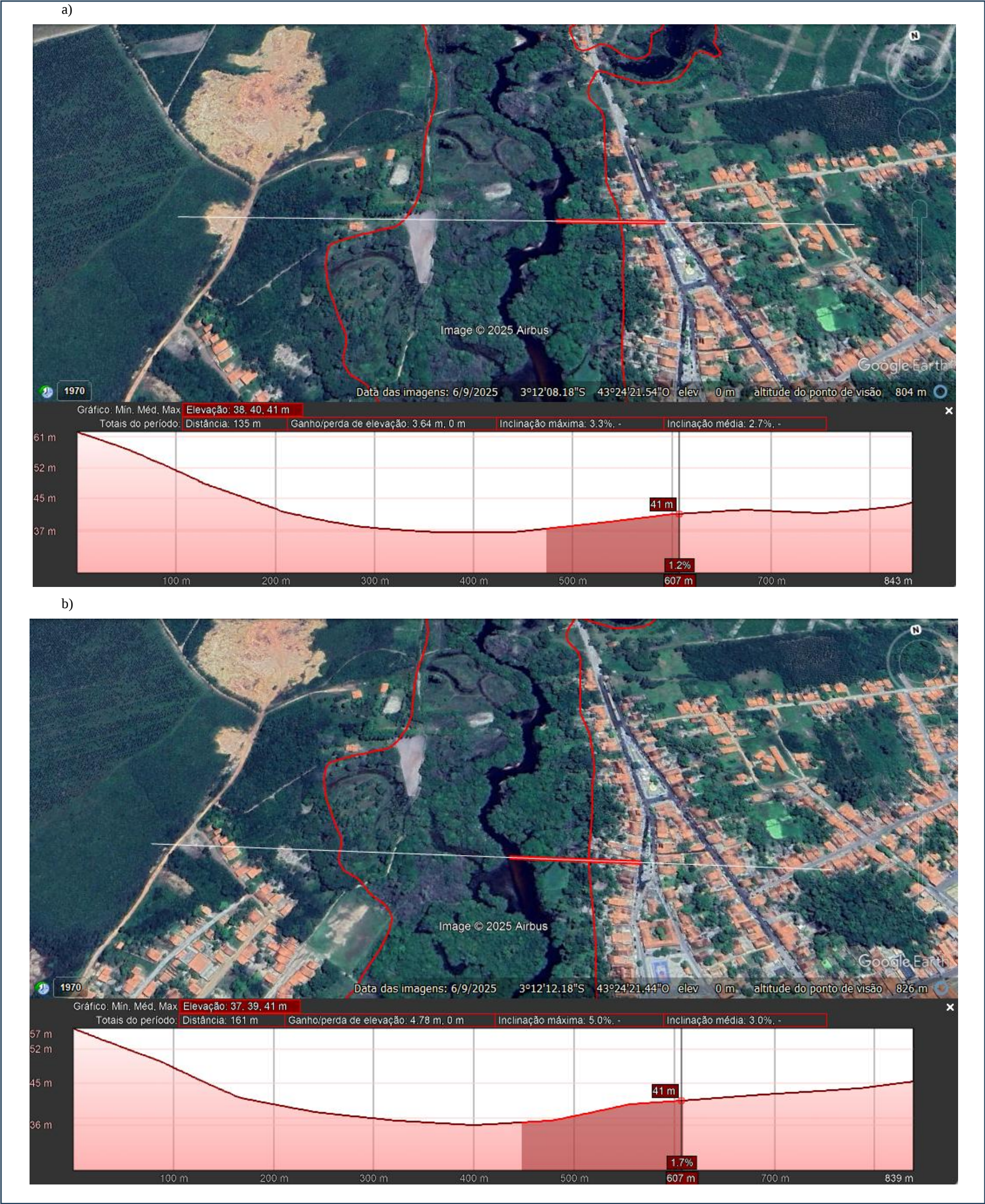


b)



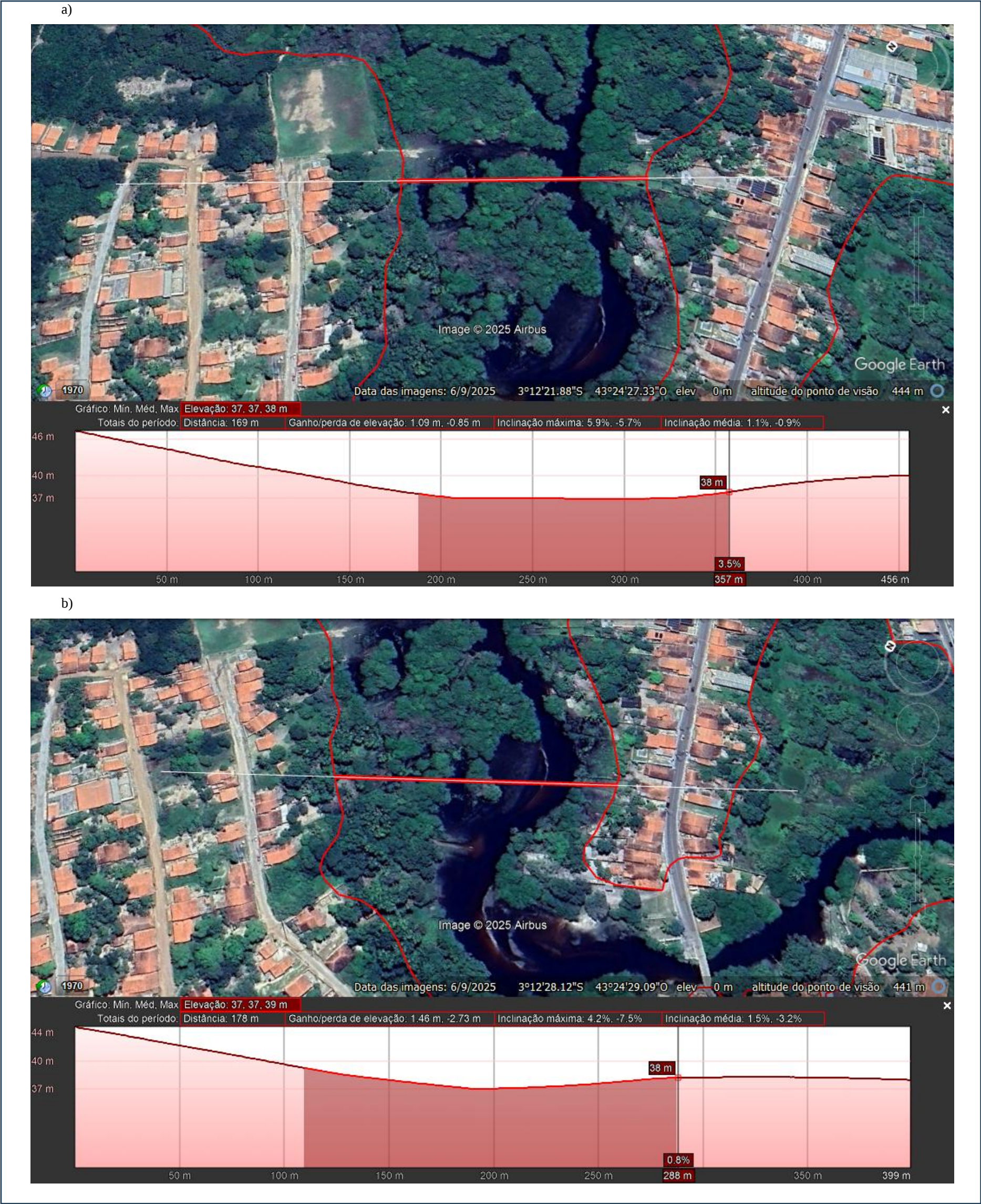
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 59: Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, bairro Salomão



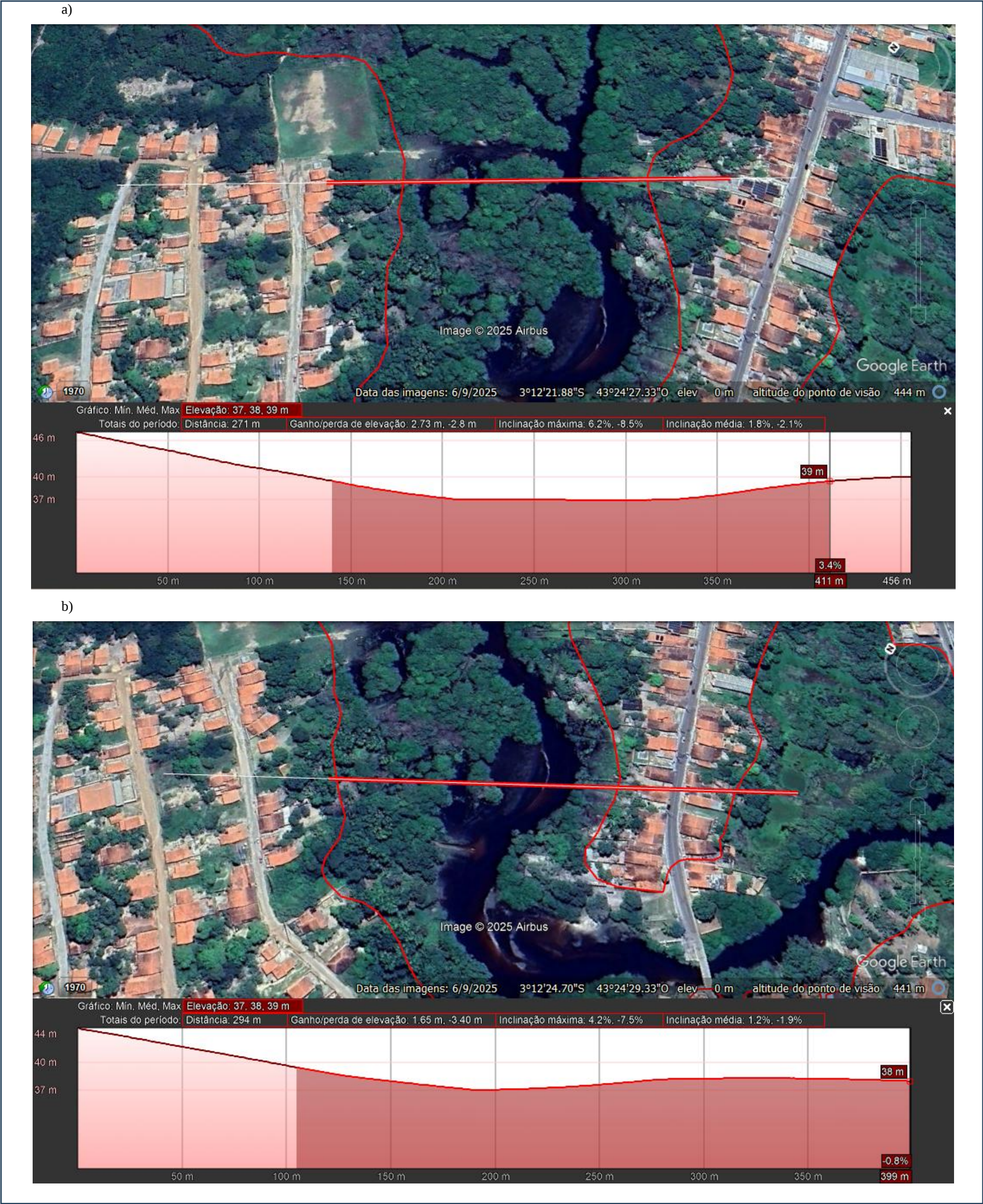
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 60: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, ruas São Sebastião, bairro Fazenda, e Monsenhor Gentil, Centro.



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 61: Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, ruas São Sebastião, bairro Fazenda, e Monsenhor Gentil, Centro.



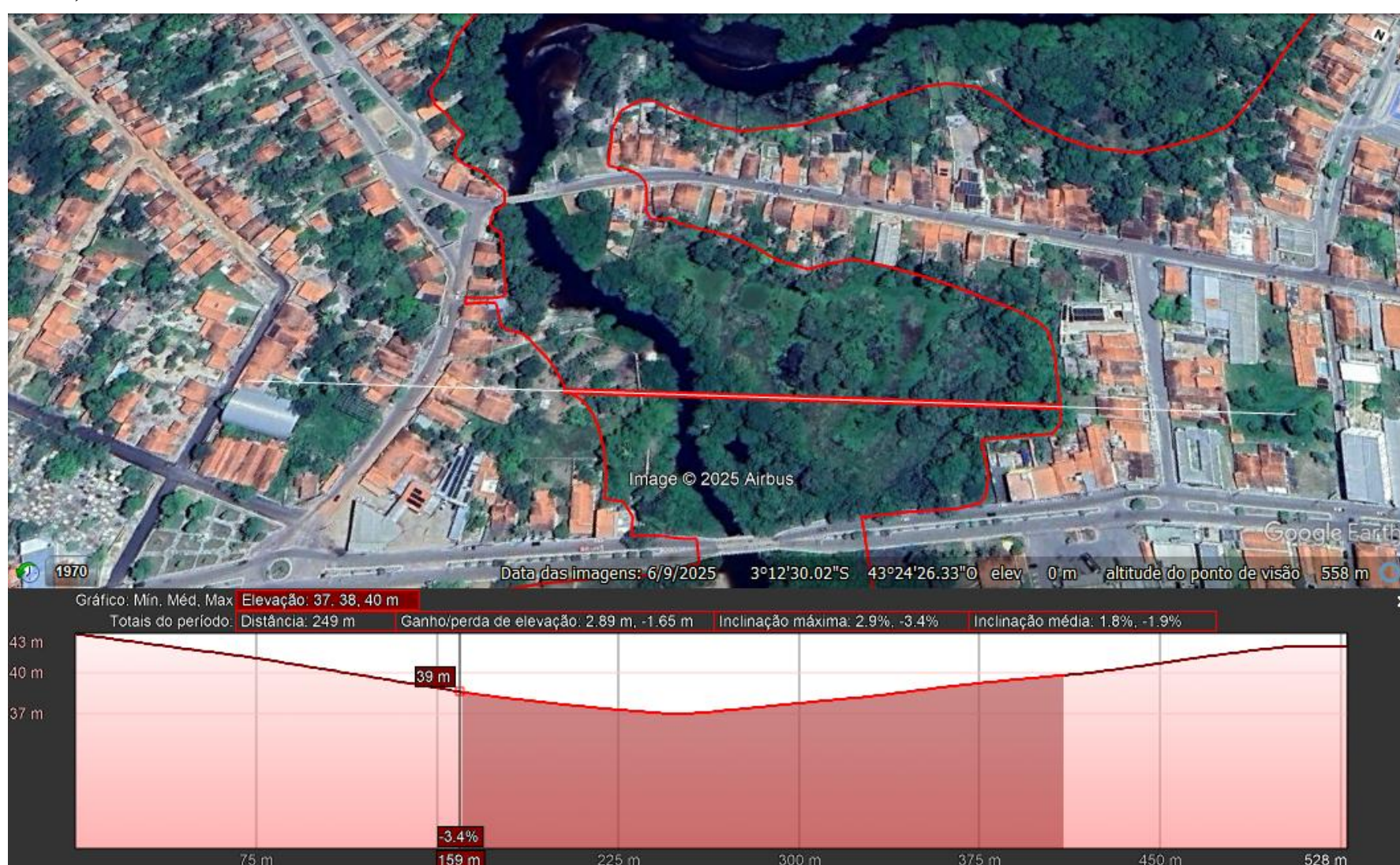
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 62: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua São Sebastião, bairro Fazenda

a)

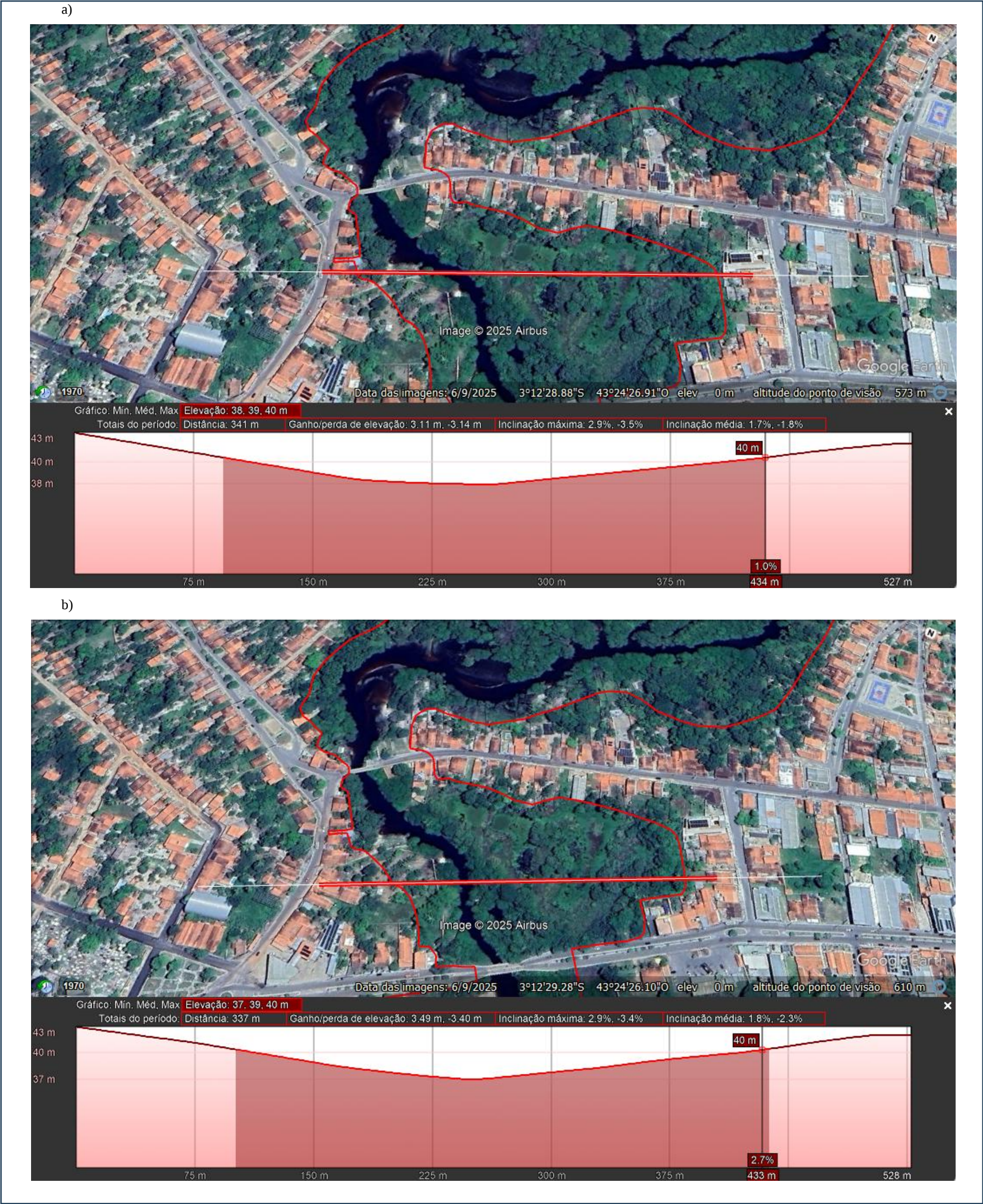


b)



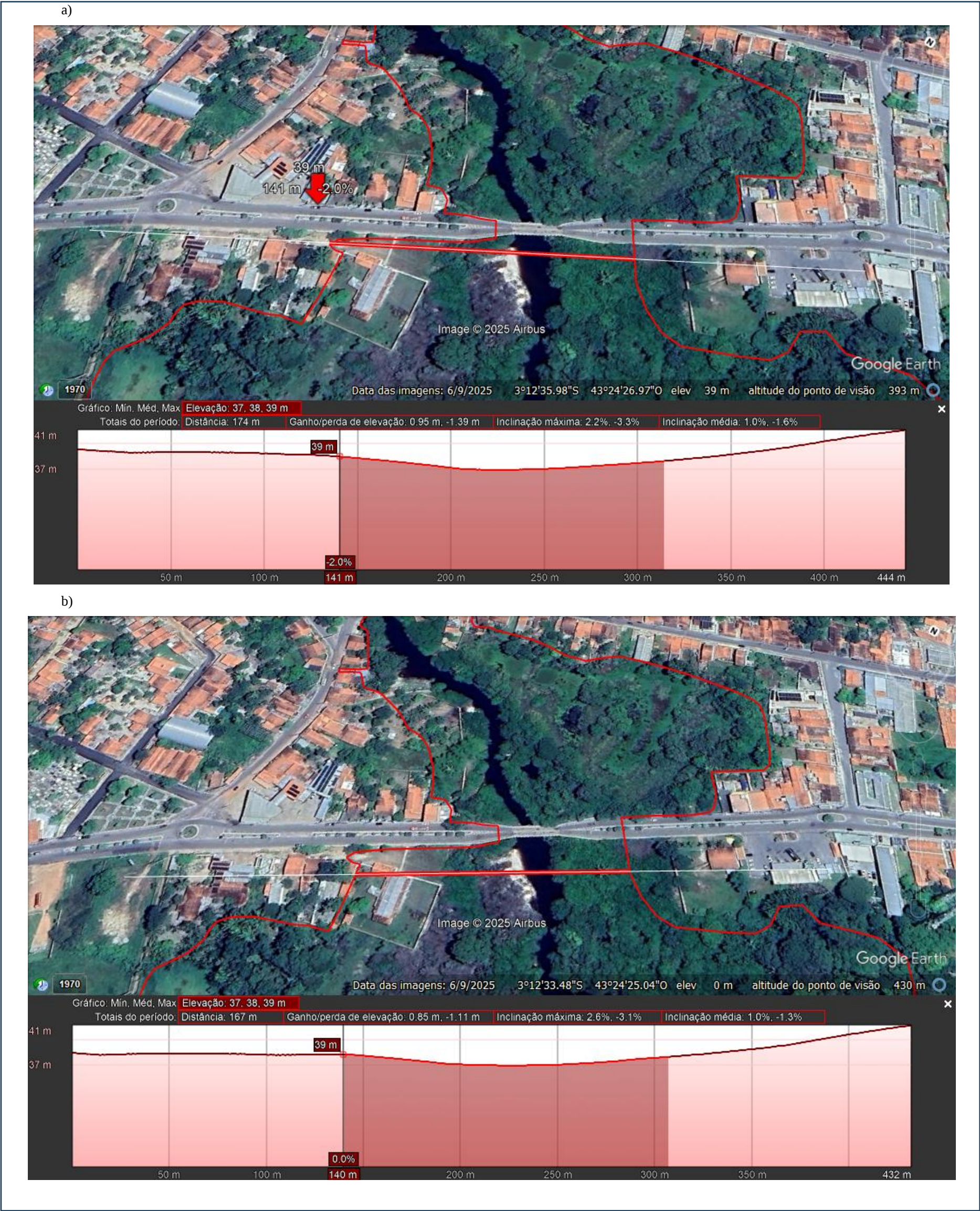
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 63: Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, rua São Sebastião, bairro Fazenda



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 64: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, Avenida Manoel Inácio.



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 65: Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, Avenida Manoel Inácio

a)



b)



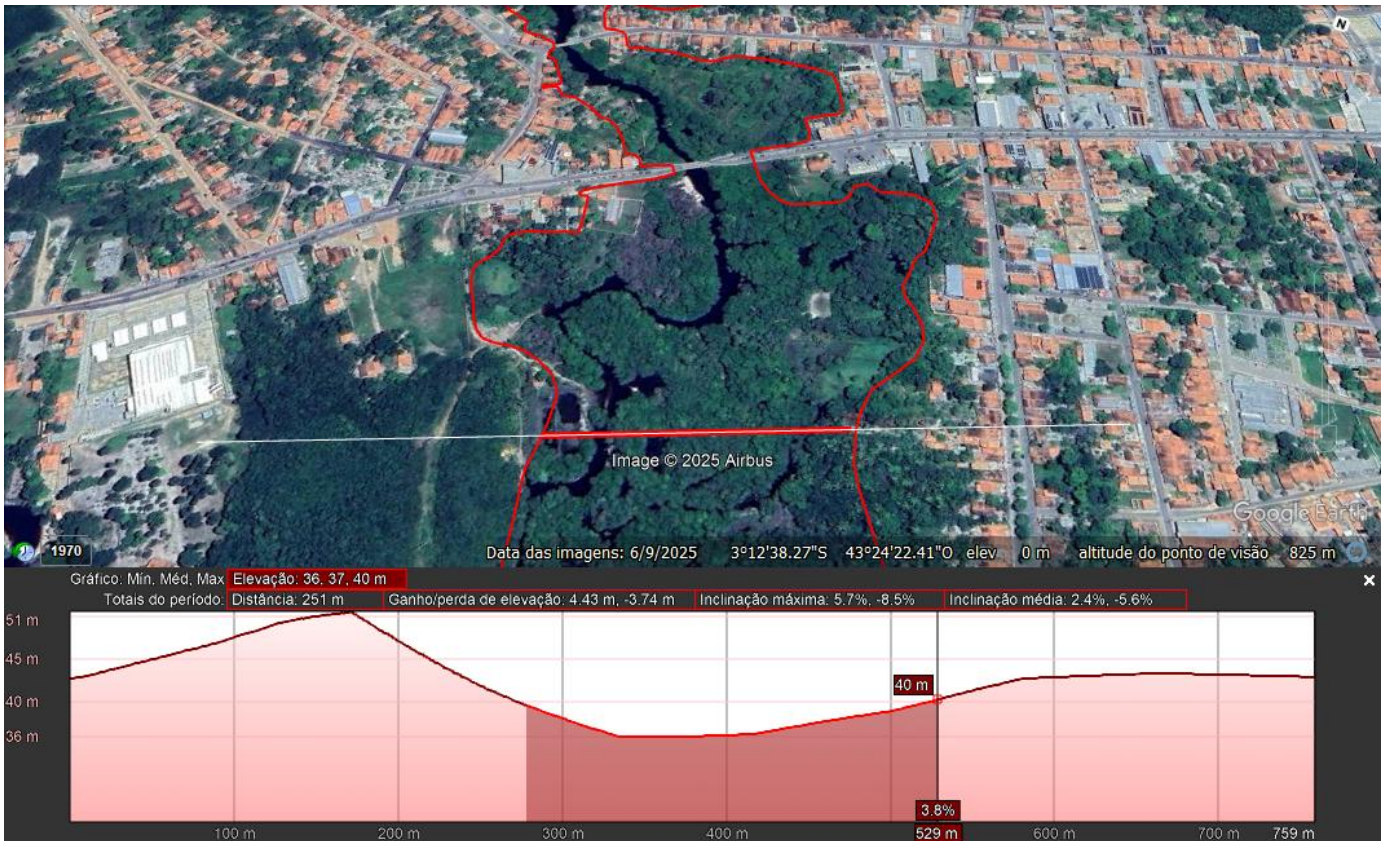
Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Figura 66: Cota de inundação do evento hidrológico de 2020, rua Dez de Junho, Centro.

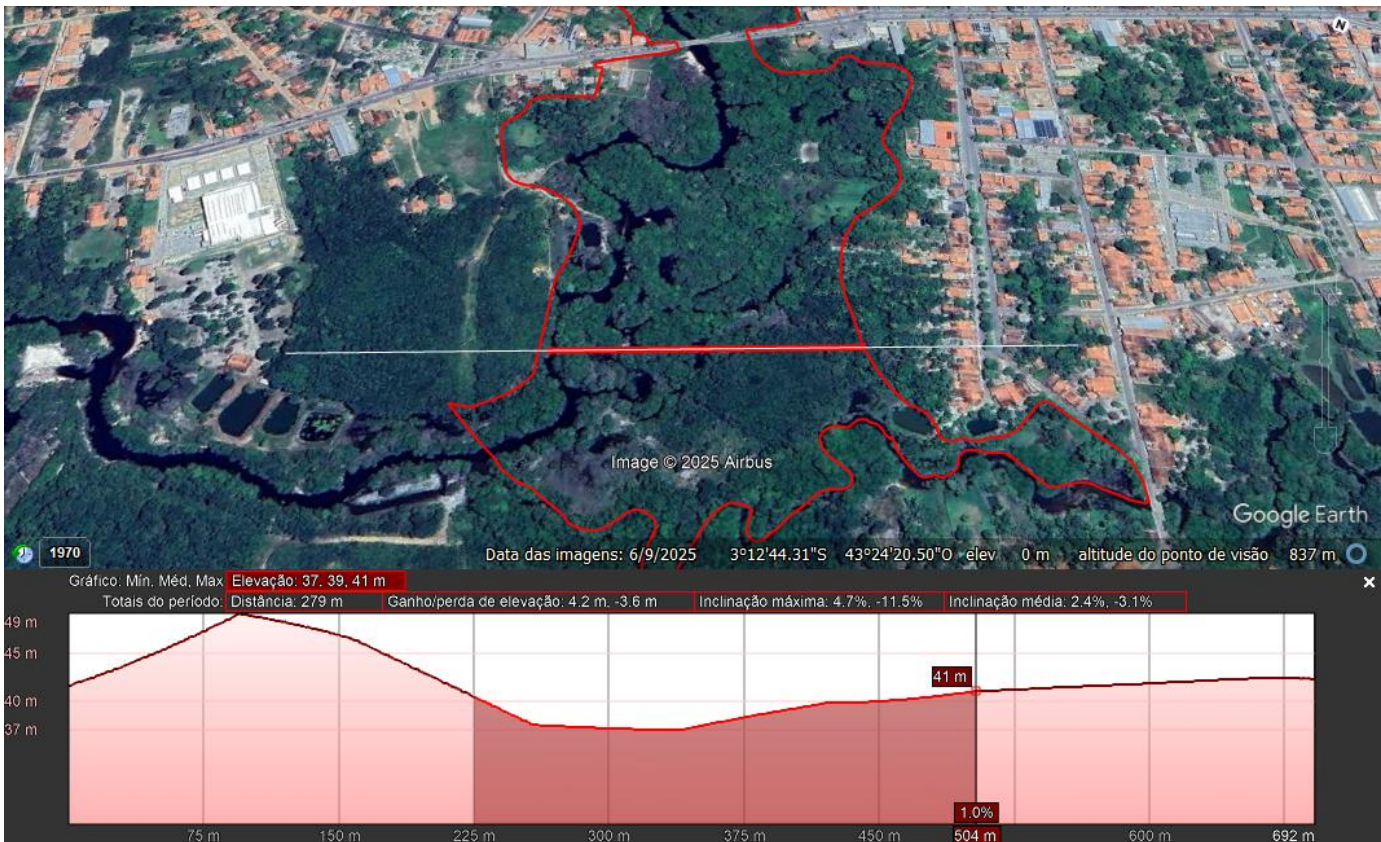
a)



b)



c)



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

Tal condição se explica pela morfologia local, uma vez que as seções mais setentrionais da referida área apresentam relevo abrupto, com declividades acentuadas nos limites do leito maior periódico, o que favoreceu o maior encaixamento das águas no canal fluvial, restringindo o fenômeno aos terrenos posicionados à cota de 40 m. Por outro lado, as seções meridionais caracterizam-se por declividades mais suaves, condição que favoreceu a expansão lateral do escoamento fluvial, permitindo o avanço das águas e a consequente submersão de terrenos situados à cota altimétrica de 41 m.

Em um cenário de elevação do nível hidrométrico do rio Mocambo em 1 m, observa-se o avanço do pulso de inundação em ambas as seções analisadas, entretanto, essa expansão não implicaria a submersão de residências ou estabelecimentos comerciais (Figura 67).

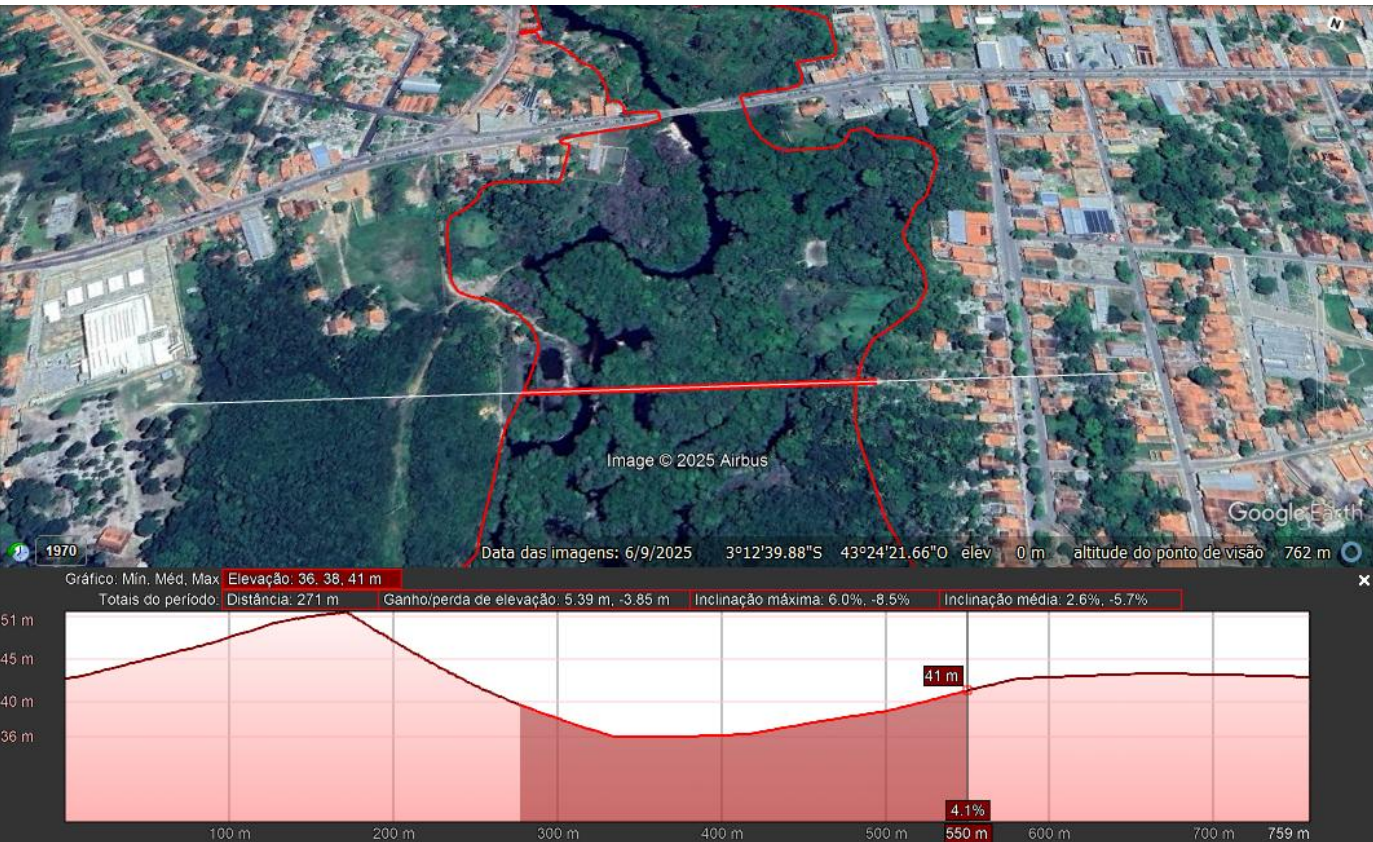
É relevante salientar que, na segunda seção, a dinâmica hidrológica é fortemente condicionada por pequenos cursos d'água intermitentes e efêmeros, cujo regime sazonal e fluxos de curta duração exercem influência mais significativa sobre os processos de alagamento em boa parte da seção do que o próprio rio Mocambo.

Figura 67: Simulação de um acréscimo de 1 m no nível do rio Mocambo, rua Dez de Junho.

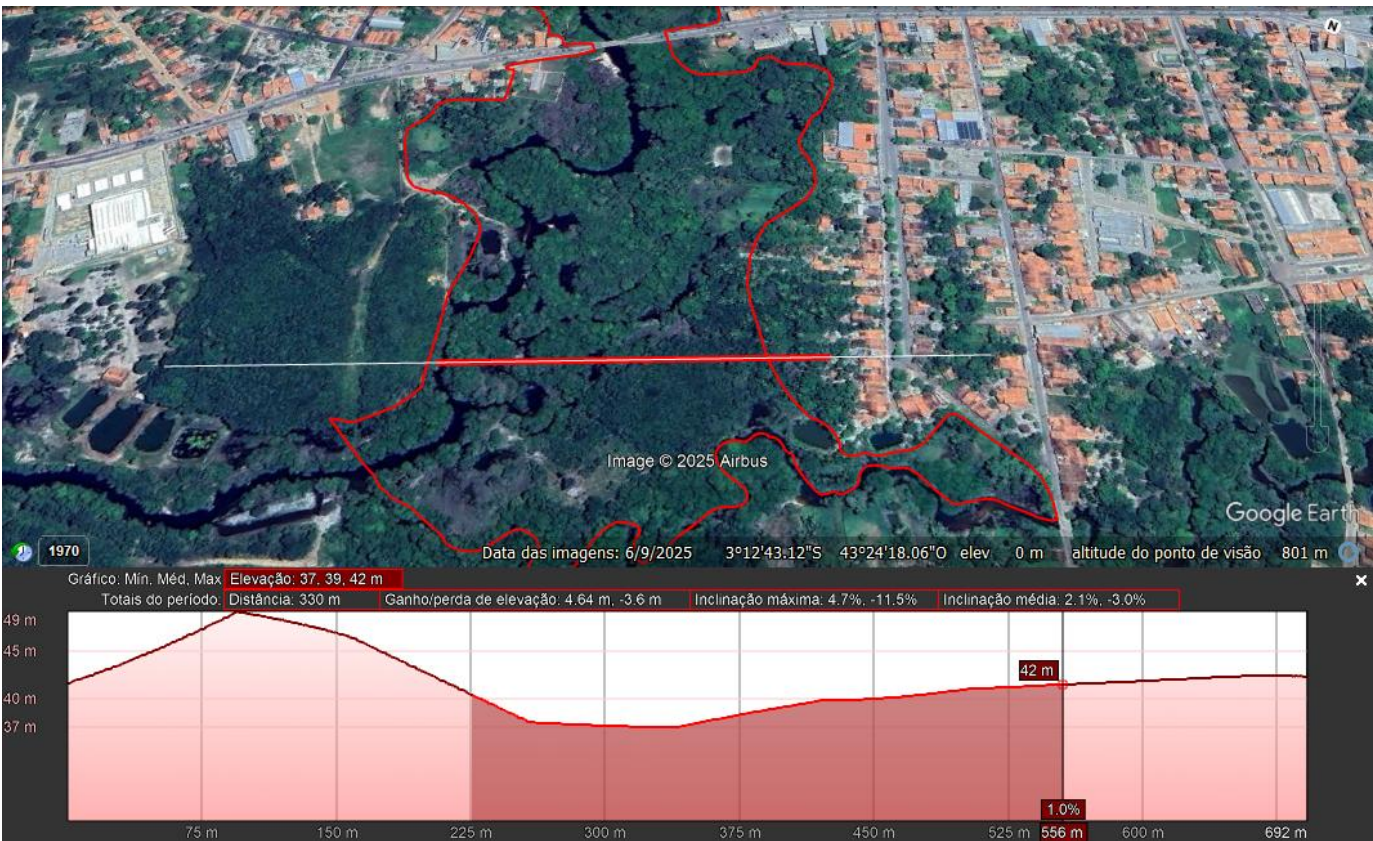
a)



b)



c)



Fonte: Google Earth Pro, 2025.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a suscetibilidade a inundações de áreas da bacia hidrográfica do rio Mocambo, na cidade de Urbano Santos, estado do Maranhão. Partiu-se da compreensão de que as inundações, embora constituam fenômenos naturais integrantes da dinâmica hidrológica dos sistemas fluviais, tornam-se desastres quando atingem populações vulneráveis. Nesse sentido, o estudo buscou integrar conceitos teóricos da Geografia dos Riscos à análise empírica da realidade local, adotando o método hipotético-dedutivo e valendo-se de procedimentos como pesquisa bibliográfica, levantamento de dados fisiográficos, análise morfométrica da bacia, trabalhos de campo e uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

A escolha da bacia fluvial do Mocambo como recorte espacial se justifica pela relevância socioambiental da região e pela necessidade de compreender a dinâmica hídrica que atravessa a cidade de Urbano Santos, notadamente mediante as mudanças climáticas em curso. Embora estudos nacionais, como o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014), tenham classificado um afluente do rio Mocambo como de baixa vulnerabilidade a inundações, observou-se, em anos recentes, episódios de transbordamentos e impactos localizados, o que indica a importância de se aprofundar as análises em escala local e de se considerar variáveis topográficas, climáticas e antrópicas.

Pelo fato da natureza se organizar a partir de uma dinâmica própria, de caráter não linear e frequentemente caótico, as inundações, assim como outros eventos hidrometeorológicos, configuram-se como fenômenos naturais que ocorrem independentemente da intervenção antrópica em seus processos intrínsecos, o que implica dizer que estes fenômenos podem ser analisados a partir da compreensão da dinâmica sistêmica e dos elementos fisiográficos em escalas regionais e locais.

Os resultados também demonstraram que a bacia hidrográfica do rio Mocambo apresenta, de fato, baixa suscetibilidade a inundações quando analisada em sua totalidade. Os cálculos morfométricos indicaram índices compatíveis com bacias de menor risco, por ocupar extensa área, apresentar propensão à infiltração das águas pluviais e possuir formato alongado, características que contribuem para uma menor concentração de escoamento. Todavia, a análise espacial e de campo revelou situações pontuais de risco, especialmente devido à ocupação irregular de margens e à fragilidade das condições socioeconômicas de grupos populacionais que residem em setores mais próximos ao leito fluvial.

Esses achados reforçam a noção de que a suscetibilidade natural, por si só, não explica a complexidade das inundações enquanto desastres. A vulnerabilidade social e a forma de uso e ocupação do solo são fatores determinantes na amplificação dos riscos, de modo que, mesmo em bacias classificadas como de baixa suscetibilidade, eventos de inundação podem ocorrer e produzir danos significativos. Em Urbano Santos, essa realidade é ainda mais evidente diante da carência de políticas públicas de ordenamento territorial, de saneamento básico adequado e de estratégias sistemáticas de prevenção.

No que se refere às contribuições científicas, este estudo reforça a importância da Geografia como campo de conhecimento capaz de integrar variáveis físicas e sociais para a compreensão dos riscos ambientais. Ao articular análises morfométricas, dados climatológicos e observações de campo com a reflexão teórica sobre risco, perigo, vulnerabilidade e suscetibilidade, a pesquisa oferece uma leitura abrangente sobre a bacia hidrográfica do rio Mocambo e evidencia como o olhar geográfico é fundamental para subsidiar políticas de gestão territorial e ambiental. Além disso, a investigação contribui para preencher uma lacuna nos estudos sobre inundações em bacias de médio porte no Maranhão, uma vez que a maior parte das pesquisas ainda se concentra em áreas metropolitanas ou em rios de maior expressividade.

Do ponto de vista prático, os resultados aqui obtidos podem servir como subsídio para gestores públicos municipais e estaduais na formulação de estratégias de prevenção e mitigação de riscos. Recomenda-se, nesse sentido, que sejam fortalecidas as ações de mapeamento de áreas suscetíveis, bem como a incorporação dessas informações aos instrumentos de planejamento urbano, como o Plano Diretor Municipal e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). A implementação de programas de educação ambiental, voltados à conscientização das comunidades, sobretudo as ribeirinhas, sobre os riscos associados às inundações, também se mostram essenciais, assim como a adoção de medidas de recuperação e preservação das matas ciliares, fundamentais para o equilíbrio hidrológico da bacia.

Outro aspecto a ser ressaltado é a necessidade de aprimorar os mecanismos de monitoramento e alerta de eventos hidrometeorológicos no município de Urbano Santos. O fortalecimento da Defesa Civil local, aliado a sistemas de alerta precoce e a parcerias com instituições de pesquisa e órgãos federais, pode reduzir significativamente os danos causados por possíveis inundações. Ressalta-se que, em um cenário de mudanças climáticas globais, caracterizado por maior frequência e intensidade de eventos extremos, mesmo bacias classificadas como de baixa suscetibilidade não estão isentas de riscos, o que reforça a importância da vigilância contínua.

Salienta-se, ainda, que a análise desenvolvida evidencia a interdependência entre fatores naturais e antrópicos na configuração dos riscos ambientais. Se, por um lado, os índices morfométricos da bacia indicam condições favoráveis para a drenagem, em decorrência do baixo índice de artificialização da paisagem urbana, por outro, o processo de urbanização desordenada e a falta de infraestrutura de saneamento ampliam a vulnerabilidade social e tornam determinados grupos populacionais mais expostos aos impactos. Essa constatação confirma que os desastres não são apenas produtos da natureza, mas, sobretudo, decorrentes das contradições sociais do fenômeno urbano, determinadas por escolhas políticas, econômicas e culturais.

Em relação às limitações da pesquisa, considera-se que esta cumpre os objetivos propostos e oferece elementos significativos para o debate sobre inundações e riscos ambientais em bacias hidrográficas do Maranhão, contudo, como toda investigação científica, o estudo apresenta limitações, notadamente quanto à disponibilidade de séries históricas completas de dados pluviométricos e à escala temporal das observações realizadas. Pelo exposto, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a base de dados utilizada, incorporando, por exemplo, informações de sensoriamento remoto de alta resolução, modelagem hidrológica mais detalhada e indicadores socioeconômicos atualizados.

Portanto, a bacia hidrográfica do rio Mocambo, apesar de apresentar baixa suscetibilidade natural a inundações, não está isenta de riscos, sobretudo em função das vulnerabilidades sociais e da forma de uso e ocupação do território. O desafio posto é integrar o conhecimento científico produzido com políticas públicas eficazes de gestão territorial, capazes de promover a prevenção, reduzir os impactos e garantir melhores condições de vida para a população de Urbano Santos. Ao trazer essas reflexões, esta dissertação reafirma o papel da Geografia na compreensão das dinâmicas socioambientais e no fortalecimento de estratégias de convivência sustentável com os fenômenos naturais, contribuindo, assim, para a construção de territórios mais resilientes e justos.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Problemas geomorfológicos da Amazônia brasileira. In: AB'SÁBER, A. N. **Amazônia: do discurso à práxis**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2004, cap. 2, p. 31-48.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Hidroweb**. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 01 jan. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Catálogo de Metadados da ANA. **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**. Brasília, DF: ANA, 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f> Acesso em: 1 mar. 2024.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.
- ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- ÁVILA, B. T.; ALMEIDA NETO, J. O.; FELIPPE, M. F. Suscetibilidade Morfométrica a Inundações nas Bacias Hidrográficas Tributárias do Rio do Peixe, Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista FORMAÇÃO (ONLINE)**. Vol. 1. n. 24, jan-abril/2017; p. 153-181. DOI: doi.org/10.33081/formacao, v. 1i24.4905. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/4905>>. Acesso em: 02 jan. 2024.
- BARBOSA JÚNIOR, A. R. **Elementos de Hidrologia Aplicada**. Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Engenharia Civil. Ouro Preto, 2014. 241 p.
- BASTOS, F. H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. **Geomorfologia**. Fortaleza: EdUECE, 2015.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: EdUFSC, 1994.
- BORGES, U. C. S. **Alagamentos e inundações na bacia do Ribeirão Pirapitinga em Catalão – GO**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Catalão - GO, 2020.
- BORSATO, F. H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores**. 257 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- BRASIL. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014.
- BRASIL. Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020. **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - Sinpdec**. Brasília, 2020. <Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10593-24-dezembro-2020-790946-publicacaooriginal-162026-pe.html>>. Acesso em: 17 maio. 2023.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o Art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989**.

Brasília, 1997. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.** Presidência da República Casa Civil / Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm>. Acesso em: 08 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012. **Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências.** Brasília, 2012. Disponível em: https://www.defesacivil.se.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/instru%C3%A7%C3%A3o_normativa_n%C2%BA_01_de_24_de_agosto_de_2012-2.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Brasília, 1986. Disponível em: < https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745>. Acesso em: 05 jan. 2024.

BUJ BUJ, A. Los desastres naturales y la geografía contemporánea. **Estudios Geográficos**, [S. l.], v. 58, n. 229, p. 545–564, 1997. DOI: 10.3989/egеоgr.1997.i229.644. Disponível em: <https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/644>. Acesso em: 10 ago. 2023.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisa Tecnológicas – IPT, 2007.

CARVALHO, R. G. As Bacias Hidrográficas Enquanto Unidades de Planejamento e Zoneamento Ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. Especial, 2014, p. 26 – 43.

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. C. **Manual de Desastres: desastres naturais.** Brasília: Ministério de Integração Nacional, 2003.

CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil.** Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Defesa Civil, 1998.

CASTRO, S. A. Riesgos e Peligros: uma visión desde la geografía. **Scripta Nova: Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales.** Barcelona, n. 60. 2000. Disponível em: <<https://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. Universidade Federal de Santa Catarina. **Gestão de riscos de desastres.** Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.** 2ª edição. Florianópolis, CEPED/UFSC, 2013.

CERQUEIRA, A. H. M. dos S.; BEZERRA, V. L. A. R.; DIAS, C. W. S.; FIALHO, M. R. B.; MENEZES, R. H. N. de; CERQUEIRA, H. D. V. A influência da precipitação pluviométrica nos níveis do Rio Mearim-MA, Brasil, e seus impactos sociais em 2009. **REVISTA DELOS**, [S. l.], v. 17, n. 55, p. e1420, 2024. DOI: 10.55905/rdelosv17.n55-002. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/1420>. Acesso em: 27 jul. 2025.

CERQUEIRA, H. D. V. Avaliação Mensal de Chuva (abril de 2020). In: **NUGEO**. Publicado em: 19 nov. 2020. Disponível em: <https://www.nugeo.uema.br/?p=25825>. Acesso em: 27 jul. 2025.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

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

COELHO NETO, A. L. A abordagem Geo-hidroecológica, hidrologia e ecologia. In: **Fórum GEO-BIO-HIDROLOGIA: Estudos em vertentes e microbacias hidrográficas**. Anais. Curitiba: FUPEF/UFPR, 1998.

CORRÊA, W.; CARVALHO, M. W. L.; MENDES, T. J. Atualização da classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 32, n. 19, p. 517–543, 2023. DOI: 10.55761/abclima.v32i19.16727. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16727>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, E. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Urbano Santos**. Teresina: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2011.

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**. 203 f. Dissertação (Mestrado em Produção social do espaço: natureza, política e processos formativos em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2017. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UERJ_5593428c1f80132f6e98f02334ccc4e1. Acesso em: 12 maio. 2023.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n.4, p. 529-539, 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/030913259602000407>. Acesso em: 06 dez. 2024.

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; BANDEIRA, I. C. N.; VARGAS, L.; RENK, J. F. C. Compartimentação geomorfológica do Estado do Maranhão. In: BANDEIRA, I. C. N. (ed.). **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2013. cap. 3. p. 31–62.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Relatório do diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. Campinas, São Paulo: EMBRAPA, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Solos tropicais**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolo-quartzarenicos>>. Acesso em: 18 out. 2024.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ESA. **Copernicus Space Component Data Access PANDA Catalogue**. 2022. Disponível em: < <https://panda.copernicus.eu/>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas Escolar do Maranhão: Espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa – PB: Editora Grafset, 2006.

FERNADES, M. R. **Parâmetros básicos de bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2014.

FRANCO, A. C. V.; DAL SANTO, M. A. Contribuição da Morfometria Para o Estudo das Inundações na Sub-Bacia do Rio Luiz Alves/ SC. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, ed. 3, p. 151-167, 2015. DOI doi.org/10.4215/RM2015.1403.0009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/LrLnmX9GcQTHmbwM7ZZ6cwq/?lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2024.

FREITAS, C. M. DE.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1601–1616, jun. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/bkRHD6mZpb737QGcRfn3g5M/?lang=pt#>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

FREITAS, L. E.; NUNES, F. S. B.; CRUZ, J. C. H. O.; VILELA, C.; MENDES, S.; SILVA, A. C.; BORGES, G. **Atlas Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé**. Rio de Janeiro: Editora Nova Tríade do Brasil Ltda, 2015.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Blucher, 2. ed. 1988.

GOMES, E. R. B.; CAVALCANTE, A. C. S. Desastres naturais: perdas e reações psicológicas de vítimas de enchente em Teresina-PI. **Psicologia & Sociedade**, v. 24, n. 3, p. 720–728, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/psoc/a/wM9bV9vhYbkLfwHFBWT3CqB/?lang=pt#>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

GOMES, E. S. **A dinâmica hidrológica fluvial em bacias hidrográficas com diferentes taxas de impermeabilização do solo em Guarapuava/PR**. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UNICENTRO, Guarapuava, 2014.

GONÇALVES, R. A.; LEHUGEUR, L. G. O.; CASTRO, J. W. A.; PEDROTO, A. E. S. 2003. Classificação das feições eólicas dos Lençóis Maranhenses- Estado do Maranhão, Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 2, p. 99-112.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/urbano-santos/panorama>>. Acesso em: 27 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. rev. e amp. Sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Manuais Técnicos em Geociências, 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual de Uso da Terra**. 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2025.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS - IMESC. **Geologia, hidrogeologia e geomorfologia do zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – etapa bioma Cerrado e Sistema Costeiro (Relatório técnico)**. São Luís: IMESC, 2022. Disponível em: <<http://zee.ma.gov.br/zee-cerrado-diagnostics/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Classificação da Vegetação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro (Relatório Técnico)**. São Luís: IMESC, 2022. Disponível em: <<http://zee.ma.gov.br/zee-cerrado-diagnostics/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro (Relatório Técnico)**. São Luís: IMESC, 2022. Disponível em: <<http://zee.ma.gov.br/zee-cerrado-diagnostics/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Uso, Ocupação e Cobertura da Terra do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro - (Relatório Técnico)**. São Luís, 2021. Disponível em: <<http://zee.ma.gov.br/zee-cerrado-diagnostics/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

JONES, D. Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects. **Geography**, v.78, n.2, p.161-165, 1993.

JULIÃO, R. P.; NERY, F.; RIBEIRO, J. L.; BRANCO, M. C.; ZÊZERE, J. L. **Guia metodológico para a criação de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base municipal**. Autoridade Nacional de Proteção Civil. 2009.

KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Maranhão. Escala 1:750.000**. Belém: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2012.

KOBIYAMA, M; MENDONÇA, M; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LICCO, E. A.; DOWELL, S. F. M. Alagamentos, Enchentes, Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Sustentabilidade**. Vol. 5. nº. 3. São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015. ISSN 2179-474X. Disponível em: http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2015/12/110_IC_artigo-.pdf. Acesso em: 17 maio. 2023.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

LORANDI, R.; CANÇADO, C.J. Parâmetros físicos para o gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas**. Teorias e aplicações. Ilhéus, Bahia: ED. Itus, 2002. 37 – 66 p.

MANZANO, M. N. **Análise da vulnerabilidade a inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Baquirivu-Guaçu, Guarulhos – SP**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade UNG. Guarulhos, 2017. Disponível em: <<http://tede.ung.br/handle/123456789/707>>. Acesso em: 12 maio. 2023.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 95–110, jul. 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/jY8HBwMg4rJJP49Z6zH9RdJ/abstract/?format=html&lang=pt#>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 29–53, 2005. Disponível em: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253>. Acesso em: 9 maio. 2024.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**. Florianópolis, v. 19, n. 38, p. 25-58, jul./dez. 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13431>>. Acesso em: 03 maio. 2024.

MARANHÃO. **Atlas do Maranhão**. 2. ed. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GELPLAN, 2002. Disponível em: <https://www.bellalex.net/arquivos/studio-idro-geologico-climatico-ed-altro.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.

MENESES, A. V.; FAVRETO, E. K. A mudança no modo de conceber a ciência a partir do método Hipotético Dedutivo de Karl Popper. In: ZANETTE, E. V. C.; FAVRETO, E. K. (Org.). **Encontros Filosóficos: ensaios sobre método, educação e ensino**. 1. Ed. Boa Vista – RR: UERR Edições, 2021.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MIDR. **Atlas digital de desastres no Brasil**. Disponível em: <<https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/index.xhtml#>>. Acesso em: 23 abril. 2025.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MIDR. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil**. Publicado em 11/07/2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil#:~:text=No%20grupo%20dos%20desastres%20naturais%20hidrol%C3%B3gicos%2C%20est%C3%A3o%20as%20inunda%C3%A7%C3%B5es,as%20enxurradas%20e%20os%20alagamentos.&text=Submers%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20fora%20dos,normalmnte%20n%C3%A3o%20se%20encontram%20submersas>. Acesso em: 10 jul. 2025.

MOURA, C. A. Avaliação de tendência a enchentes das bacias hidrográficas do município de Caraguatatuba (SP). **Revista de Geografia**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 123–138, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229012>. Acesso em: 16 jan. 2024.

NASCIMENTO, D. A. **Suscetibilidade a inundações na bacia hidrográfica do Ribeirão Ipanema**. 62f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas,

PRESOTI, A. E. P. **Avaliação de impactos ambientais da sojicultura em um ecossistema aquático da Microrregião de Chapadinha, MA**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

PRESS, F.; GROTZINGER, J.; SIEVER, R.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. Tradução: MENEGAT, R. (coord.). 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento de desastres desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005**. 261 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

REIS, P. E. **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas**. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2011.

RIGHI, E.; ROBAINA, L. E. DE S. Enchentes do Rio Uruguai no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005: uma análise geográfica. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, p. 35–54, abr. 2010. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/sn/a/mxGnXHkH6HstsvgSYJjMpGq/?lang=pt#>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

ROSA, E. C. O conhecimento científico da metodologia: com o olhar para o método Hipotético Dedutivo como ferramenta de pesquisa. **Iniciação & Formação Docente**. v. 2 n. 2. 2016. Disponível em: <<https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistagepadle/article/view/1656>>. Acesso em: 10 out. 2023.

SANTOS, C. L. **Análise da suscetibilidade a ocorrência de enchentes e inundações na bacia do rio Jaguaribe - João Pessoa/PB**. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; LIMA, H. N.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025.

SANTOS, I. L.; SOUSA, J. O.; RODRIGUESA, T. C. S; FEITOSA, A. C. Panorama e impactos socioambientais das inundações no estado do Maranhão (1985-2014). Fortaleza: **Revista GeoUECE**, v. 14, n. 26, e14452, e-ISSN: 2317-028X, 2025, pp. 01-16

SANTOS, I. L. **Inundações na região dos Lençóis Maranhenses: ocorrência e impacto no bairro Alto Formoso, Santo Amaro do Maranhão**. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

SANTOS, J. H. S.; SILVA, J. X. Datação e evolução dos campos de dunas eólicas inativas dos Lençóis Maranhenses. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG**. XIII SBGFA, v. 1. p. 1-17.

SANTOS, J. H. S. **Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos: um tratamento espacial**. 248 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007.

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

- SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E. Mapeamento digital das áreas propícias às enchentes e inundações na bacia do Córrego do Lenheiro em São João del – Rei – MG. **PerCursos, Florianópolis**, v. 18, n. 36, p. 95 - 124, 2017. DOI: 10.5965/1984724618362017095. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/984724618362017095>>. Acesso em: 19 maio. 2023.
- SILVA, G. C. DA; ALMEIDA, F. DE P.; ALMEIDA, R. T. S. MESQUITA, M.; JUNIOR, J. A. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia**. v.15 n.28, 2018. p. 244 – 258.
- SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacias hidrográficas. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciências e aplicação**. 2. Ed. Porto Alegre: ED. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- SILVEIRA, R. D. **Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé, RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
- SMITH, Keith. **Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster**. London: Routledge, 1992.
- SOARES, A. A. S. **Riscos socioambientais de inundações e alagamentos na planície de Belém (PA): análise sobre as causas de formas de planejamento urbano para o tratamento da problemática**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de recursos naturais e desenvolvimento local na Amazônia, Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- SOARES, I. G. **Análise da vulnerabilidade ambiental ao processo erosivo como subsídio ao planejamento e à gestão ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Preto – MA**. 223 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.uema.br/handle/123456789/1335>>. Acesso em: 17 maio. 2023.
- SOUZA, C. R. G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2005. DOI: 10.20502/rbg.v6i1.38. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/38>>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236. Disponível em: <<https://revistarebram.com/index.php/revistauniar/article/view/236>>. Acesso em: 31 dez. 2023.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Análise do relevo no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Itu, RS. **Interface Porto Nacional/TO**, v. 2, n. 2. p. 146-155, maio 2005. Disponível em: <<http://revista.uft.edu.br/index.php/interface/article/view/339/236>>. Acesso em: 16 fev. 2025.
- TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 1997. Cap. 16. p. 621-658.

TUCCI, C. E. M. Escoamento superficial. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. Cap.11, p. 391-441.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C (Org.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. 2003, cap. 3. p.45-129.

VALDATI, J. **Riscos e desastres naturais: a área de risco de inundação na sub-bacia do Rio da Pedra – Jacinto Machado/SC**. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

VEIGA JÚNIOR, J. P. (Org.). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí**. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000.

VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. ed. 2. reimpressão. 1. São Paulo: Contexto, 2019.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.