



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO**

Campus Cabo de Santo Agostinho

Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária

PÂMELA VITÓRIA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA MICRO E MACRODRENAGEM E MAPEAMENTO DAS
ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**

Cabo de Santo Agostinho

2025

PÂMELA VITÓRIA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA MICRO E MACRODRENAGEM E MAPEAMENTO DAS
ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - *campus* Cabo de Santo Agostinho, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz

Coorientadora: Profa. Dra. Edilândia Farias Dantas

Cabo de Santo Agostinho

2025



Autorizamos a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico para fins de ensino e pesquisa desde que citada a fonte. Este documento está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição Não Comercial 4.0 Internacional.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – *campus* Cabo de Santo Agostinho

S586a Silva, Pâmela Vitória da

Diagnóstico da micro e macrodrenagem e mapeamento das áreas de inundação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE / Pâmela Vitória da Silva .– Cabo de Santo Agostinho: IFPE, 2025.
80 f.: il.

Orientador: Diogo Henrique Fernandes da Paz.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Campus Cabo de Santo Agostinho.

1. Infraestrutura. 2. Inundação. 3. Microdrenagem. I. Paz, Diogo Henrique Fernandes da. II. Título.

CDD 627.54

Catalogação na fonte: Bibliotecária Ádja de Fátima Lima Figueirôa
Câmara - CRB-4/2245

**DIAGNÓSTICO DA MICRO E MACRODRENAGEM E MAPEAMENTO DAS
ÁREAS DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**

PÂMELA VITÓRIA DA SILVA

Trabalho aprovado. Cabo de Santo Agostinho, 12/02/2025.

Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz
Orientador

Profa. Dra. Edilândia Farias Dantas
Coorientadora

Prof. Dra. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa (IFPE)
Examinador Externo

Prof. Dra. Maria Clara Mavia de Mendonça (IFPE)
Examinador Interno

Cabo de Santo Agostinho

2025

Dedico este trabalho aos meus pais pelo esforço e dedicação que me permitiram estudar, e ao meu professor/orientador pelo apoio durante a graduação. Graças a Deus e a eles, alcancei esta conquista, que representa apenas mais uma etapa da minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o meu melhor e maior agradecimento por me permitir, todos os dias, sentir a sua presença me orientando e me guiando conforme a sua vontade. Além disso, por sempre estar me encorajando nos dias difíceis e me ensinando a ser grata nos dias de conquista. Sem a sua graça, nada disso seria possível e, sem o seu amor, eu nada seria.

Aos meus pais Aline e Lourinaldo, por todo esforço e suor do trabalho que me fizeram ter o privilégio de conquistar o meu objetivo. Os sacrifícios que fizeram por mim foram essenciais para que eu pudesse ir além do que jamais imaginei. À minha irmã Arianny, também agradeço por estar ao meu lado nos momentos mais desafiadores.

À minha professora do ensino médio, Débora de Assis, agradeço por ter sido a primeira pessoa que acreditou em mim, quando nem eu acreditava. Você me mostrou que eu era capaz de alcançar lugares altos. Seus ensinamentos foram além do conteúdo acadêmico e contribuíram positivamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Diogo Paz, agradeço não apenas pela orientação acadêmica, mas também pelo apoio durante todo o processo. Sua paciência, compreensão e dedicação foram decisivas para que eu pudesse superar os desafios e alcançar os resultados desejados. Agradeço principalmente pela confiança que sempre foi depositada em mim.

Aos meus amigos Fabricio e Átila, sou eternamente grata pela amizade sincera e pelo apoio incondicional. Em muitos momentos, vocês foram minha força, meu alicerce e meu refúgio. Obrigada por tornarem o meu fardo um pouco mais leve durante o processo.

À Márcia Viana e à Luysa Pernambuco, agradeço pelo apoio e orientação que contribuíram diretamente para o meu aprendizado e desenvolvimento profissional. Obrigada pelos ensinamentos valiosos e pela paciência, que me ajudaram a evoluir e a enfrentar desafios com confiança. Além disso, agradeço pelo carinho que se estende até os dias atuais, principalmente pelo apoio que sempre me deram para seguir o meu caminho com fé e muita força.

Agradeço à minha psicóloga, Janaina Albuquerque, por todo apoio, acolhimento e orientação oferecida. Agradeço por me ajudar a enxergar novas

perspectivas, pois a sua orientação foi essencial para que eu chegasse a esse ponto com mais maturidade e autoconhecimento.

Agradeço também a todos os servidores do IFPE Campus Cabo, em especial ao servidor André Ferreira, que sempre esteve me incentivando a enfrentar novos desafios. Estendo os meus agradecimentos especiais à servidora Sibebe Dumke, por todo o apoio durante a minha formação e por tornar os desafios um pouco mais leves com o seu apoio e dedicação às demandas acadêmicas e à assistência estudantil. Aos demais servidores, agradeço pelo apoio, dedicação e educação que sempre tiveram comigo durante toda a graduação.

A todos os professores deixo a minha eterna gratidão por todo conhecimento adquirido. Em especial, agradeço às minhas professoras Ana Paula Mattoso, Dayana Freitas e Edilândia Dantas, por terem confiado em mim quando eu nem imaginava que era capaz. O apoio e a confiança que vocês depositaram em mim me fizeram enxergar que eu poderia ir mais longe do que eu imaginava.

Por fim, agradeço aos diretores e a instituição pela excelência no ensino e pelo apoio contínuo durante todo o processo. A todos vocês agradeço imensamente todo apoio, essa conquista só foi possível pela contribuição de cada um.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

No Brasil, os problemas relacionados às inundações nos ambientes urbanos estão presentes em muitos municípios, resultando em danos à sociedade. Sendo assim, este trabalho visa realizar o diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais (SDMAP) e o mapeamento das áreas suscetíveis à inundação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE. Inicialmente a coleta de dados secundários foi realizada nas bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para obter informações socioeconômicas e indicadores de drenagem. O diagnóstico da microdrenagem foi feito no Google Earth Pro, com imagens do *Street View*, para localizar, identificar e classificar as estruturas do sistema de drenagem, considerando tipo, estado de conservação e quantidade de entradas. O diagnóstico da macrodrenagem foi feito com base em imagens, analisando resíduos, estabilidade das encostas, estrangulamentos e o tipo de leito dos canais. Em seguida, os problemas de drenagem do município foram hierarquizados usando listagens de controle da Avaliação de Impacto Ambiental, classificando-os por ordem de prioridade. A avaliação do desempenho de drenagem foi feita utilizando o Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais (IDAP), com coleta de indicadores do SNIS e atribuição de scores de 0 a 5 para cada indicador, somados para gerar o IDAP. A avaliação das áreas vulneráveis à inundação considerou quatro variáveis: Uso do solo, Hipsometria, Declividade e Pedologia. As variáveis foram reclassificadas de acordo com o grau de vulnerabilidade, categorizando-as em "muito fraca", "fraca", "média", "forte" e "muito forte". Com os resultados obtidos por meio de pesquisa, foram identificadas 3.391 bocas de lobo no município, mais de 60% das estruturas foram classificadas como conservadas e uma quantidade superior a 70% classificou-se como boca de lobo de guia, com entrada simples. Além disso, 919 poços de visitas foram identificados. Quanto à macrodrenagem o problema mais encontrado refere-se a quantidade de pontos de estrangulamento e presença frequente de sedimentos nos canais, principalmente naqueles inseridos nas áreas mais urbanizadas. O mapeamento das áreas de inundação revelou que os bairros mais suscetíveis às inundações são aqueles que estão situados em áreas com relevo menos acentuado dentro da bacia. Essa realidade revelou a presença de domicílios inseridos nessas

áreas de risco. Esse resultado foi constatado por meio dos registros das inundações que ocorreram no município ao longo dos anos. De modo geral, percebe-se que o município necessita de um melhor planejamento e gestão das áreas de risco e da eficiência do sistema de drenagem, para atender a população em situações extremas. Assim, a realização de estudos futuros que simulam cenários de chuvas intensas é fundamental para avaliar como as diferentes áreas da cidade respondem ao escoamento das águas pluviais, considerando principalmente a capacidade do sistema de drenagem em gerir as águas pluviais, identificando pontos críticos que demandam intervenção urgente.

Palavras-chave: Infraestrutura. Inundação. Microdrenagem. SIG. Vulnerabilidade.

ABSTRACT

In Brazil, flood-related issues in urban environments are present in many municipalities, resulting in damage to society. Therefore, this study aims to diagnose the Urban Drainage and Stormwater Management System (SDMAP) and map the flood-prone areas of the municipality of Cabo de Santo Agostinho/PE. Initially, secondary data collection was conducted using databases from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and the National Sanitation Information System (SNIS) to obtain socioeconomic information and drainage indicators. The microdrainage diagnosis was performed using Google Earth Pro, with Street View images, to locate, identify, and classify drainage system structures, considering type, conservation status, and number of inlets. The macrodrainage diagnosis was based on image analysis, evaluating waste accumulation, slope stability, bottlenecks, and channel bed types. Subsequently, the municipality's drainage problems were prioritized using control checklists from Environmental Impact Assessment, classifying them in order of priority. The drainage performance assessment was conducted using the Drainage and Stormwater Performance Index (IDAP), with indicator data collected from SNIS and scores ranging from 0 to 5 assigned to each indicator, which were then summed to generate the IDAP. The assessment of flood-prone areas considered four variables: Land Use, Hypsometry, Slope, and Pedology. The variables were reclassified according to their vulnerability level, categorizing them as "very weak," "weak," "moderate," "strong," and "very strong." Through the research results, 3,391 storm drains were identified in the municipality, with over 60% of the structures classified as well-maintained, and more than 70% categorized as curb inlets with a single entrance. Additionally, 919 inspection chambers were identified. Regarding macrodrainage, the most frequent problem was the number of bottleneck points and the frequent presence of sediments in the channels, especially those located in highly urbanized areas. The flood area mapping revealed that the most flood-prone neighborhoods are those situated in areas with less pronounced relief within the basin. This reality exposed the presence of households in these risk areas, as confirmed by historical flood records in the municipality. Overall, it is evident that the municipality requires better planning and management of risk areas and improved drainage system efficiency to serve the population during extreme events. Therefore, future studies

simulating heavy rainfall scenarios are essential to assess how different areas of the city respond to stormwater runoff, particularly considering the drainage system's capacity to manage stormwater and identifying critical points that require urgent intervention.

Keywords: Infrastructure. Flooding. Microdrainage. GIS. Vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 – Classificação das bocas coletoras.</i> | 20 |
| <i>Figura 2 – Sistema de drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.</i> | 20 |
| <i>Figura 3 – Caracterização da área de estudo.</i> | 26 |
| <i>Figura 4 – Situação das bocas coletoras: (A) Conservada; (B) Obstruída e danificada; (C) Danificada com descarte de efluente.</i> | 36 |
| <i>Figura 5 – Mapeamento detalhado das estruturas de microdrenagem no distrito Santo Agostinho.</i> | 38 |
| <i>Figura 6 – Distribuição espacial dos elementos da microdrenagem no distrito de Ponte dos Carvalhos.</i> | 39 |
| <i>Figura 7 – Distribuição dos elementos de drenagem no distrito de Santo Agostinho.</i> | 40 |
| <i>Figura 8 – Vias públicas urbanas. (A) Sarjetas obstruídas, (B) Ausência de bocas coletoras em rua recém pavimentada.</i> | 42 |
| <i>Figura 9 – Situação das vias públicas do Distrito Sede.</i> | 43 |
| <i>Figura 10 – Situação das vias públicas do Distrito de Ponte dos Carvalhos.</i> | 44 |
| <i>Figura 11 – Situação das vias públicas do Distrito de Santo Agostinho.</i> | 45 |
| <i>Figura 12 – Macrodrenagem do Distrito Sede.</i> | 46 |
| <i>Figura 13 – Macrodrenagem do Distrito de Ponte dos Carvalhos.</i> | 47 |
| <i>Figura 14 – Macrodrenagem do Distrito de Santo Agostinho.</i> | 48 |
| <i>Figura 15 – Situação dos canais de macrodrenagem. (A) Distrito Sede; (B) Distrito Santo Agostinho; (C) Distrito Ponte dos Carvalhos.</i> | 49 |
| <i>Figura 16 – Variáveis que influenciam na suscetibilidade à inundação. Pedologia; (B) Uso e ocupação do solo; (C) Hipsometria; (D) Declividade.</i> | 52 |
| <i>Figura 17 – Mapa de vulnerabilidade à inundação.</i> | 54 |
| <i>Figura 18 – Vulnerabilidade à inundação nos bairros estudados.</i> | 55 |
| <i>Figura 19 – Domicílios em situação de risco à inundação.</i> | 56 |
| <i>Figura 20 – Inundação no bairro Destilaria.</i> | 58 |
| <i>Figura 21 – Inundação nos Bairros Garapu e São Francisco.</i> | 59 |
| <i>Figura 22 – Inundação de 2010 no bairro Pontezinha.</i> | 60 |
| <i>Figura 23 – Inundação de 2013 no bairro Pontezinha.</i> | 60 |
| <i>Figura 24 – Inundação no bairro Ponte dos Carvalhos.</i> | 61 |
| <i>Figura 25 – Inundação em Pontezinha.</i> | 62 |
| <i>Figura 26 – Formação de cratera na PE-028 em Gaibu.</i> | 62 |
| <i>Figura 27 – Inundação no trecho da BR-101.</i> | 63 |
| <i>Figura 28 – Inundação no bairro São Francisco.</i> | 64 |
| <i>Figura 29 – Inundação no bairro Itapuama.</i> | 64 |
| <i>Figura 30 – Inundação no bairro Cohab.</i> | 65 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----------|
| <i>Quadro 1 – Escala utilizada no método AHP.....</i> | <i>32</i> |
|---|-----------|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabela 1 – Valores de referência dos indicadores de IDAP.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Tabela 2 – Scores dos indicadores de DMAPU.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Tabela 3 – Base de dados utilizadas no presente estudo.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabela 4 – Reclassificação das classes das variáveis.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Tabela 5 – Infraestrutura do sistema de DMAPU do município.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Tabela 6 – Indicadores de Infraestrutura de DMAPU no município.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabela 7 – Situação das bocas coletoras por distritos.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabela 8 – Tipos de bocas de lobo encontradas.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Tabela 9 – Poços de visita e caixas de inspeção.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Tabela 10 – Situação das vias públicas urbanas nos distritos.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Tabela 11 – Hierarquização dos problemas encontrados.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabela 12 – Scores dos indicadores de DMAPU do Cabo de Santo Agostinho.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Tabela 13 – Distribuição de área e domicílios nas classes de suscetibilidade.....</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabela 14 – Regionais com setores de risco.....</i> | <i>57</i> |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|--|
| ADASA | Agência Reguladora de Águas e Saneamento |
| AIA | Avaliação de Impacto Ambiental |
| AHP | Processo Hierárquico Analítico |
| APAC | Agência Pernambucana de Águas e Clima |
| CEMADEN | Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais |
| CSA | Cabo de Santo Agostinho |
| CPRM | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais |
| DMAPU | Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas |
| FUNASA | Fundação Nacional de Saúde |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IFPE | Instituto Federal de Pernambuco |
| IDAP | Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais |
| PE | Pernambuco |
| PET | Polietileno tereftalato |
| PNPDEC | Política Nacional de Proteção e Defesa Civil |
| PR | Paraná |
| RN | Rio Grande do Norte |
| SIG | Sistemas de Informações Geográficas |
| SNIS | Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Objetivos | 15 |
| 1.1.1 Objetivo Geral..... | 15 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 17 |
| 2.1 Urbanização | 17 |
| 2.2 Sistemas de drenagem Urbana | 18 |
| 2.2.1 Componentes do sistema de drenagem urbana | 19 |
| 2.3 Suscetibilidade à inundação | 21 |
| 2.4 Uso de geotecnologias na identificação das áreas de inundação | 22 |
| 3 METODOLOGIA | 25 |
| 3.1 Área de estudo | 25 |
| 3.2 Procedimentos metodológicos | 26 |
| 3.2.1 Coleta de dados em bases oficiais..... | 26 |
| 3.2.2 Mapeamento das estruturas de drenagem | 27 |
| 3.2.3 Hierarquização dos problemas..... | 27 |
| 3.2.4 Índice de Desempenho de Drenagem..... | 28 |
| 3.2.5 Mapeamento das áreas de inundação | 30 |
| 4 RESULTADOS E ANÁLISES | 33 |
| 4.1 Análise dos dados e informações nas bases oficiais | 33 |
| 4.2 Mapeamento da infraestrutura do sistema de drenagem urbana | 35 |
| 4.3 Hierarquização dos problemas de infraestrutura | 49 |
| 4.4 Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais - IDAP | 50 |
| 4.5 Mapeamento das áreas de inundação | 52 |
| 4.6 Inundações, enchentes e alagamentos no Cabo de Santo Agostinho | 58 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 66 |
| REFERÊNCIAS | 68 |
| APÊNDICE | 77 |

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os problemas relacionados às inundações nos ambientes urbanos estão presentes em muitos municípios, resultando em danos à sociedade. Dessa forma, percebe-se que, em razão da importância do tema e dos problemas e prejuízos associados para a sociedade, vem se tornando comum a sua abordagem e discussão (Barroso, 2022).

As inundações que ocorrem nas áreas urbanas podem ser provenientes de dois processos: inundação da várzea ribeirinha, que ocorre de forma natural, quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo o leito maior do rio, o que resultará em impactos significativos se houver a ocupação dessas áreas, e a inundação em razão da urbanização, que pode ocorrer nas cidades por influência da ação humana, destacando a impermeabilização do solo e canalização ou obstrução do escoamento das águas urbanas (Tucci, 2008).

A falta de planejamento urbano é um dos fatores que contribui diretamente com os problemas relacionados às enchentes e inundações urbanas, considerando que o mau planejamento das cidades traz problemas relacionados às altas taxas de impermeabilização do solo, ocupação em áreas de risco, canalização dos rios, desmatamento de áreas protegidas e o descarte de resíduos de forma irregular, atuando fortemente para o agravamento dos impactos causados em períodos de eventos pluviométricos intensos (Christofidis *et al.*, 2019).

Os episódios de precipitação intensa aliado à impermeabilização do solo, que diminui a infiltração e eleva o fluxo do escoamento das águas pluviais, contribui para a ocorrência de inundação urbana (Moura; Silva, 2015). Devido às extensas áreas cobertas por asfalto e concreto nas áreas urbanas municipais, que contribui para a ineficiência no serviço natural de infiltração de parte das águas pluviais no solo, é necessária atenção para a qualidade e eficiência no saneamento e drenagem das águas pluviais das cidades (Bezerra *et al.*, 2016).

No Brasil, a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres, em seu art. 8º, inciso IV, apresenta como competência aos municípios, a identificação e mapeamento das áreas de risco de desastres (Brasil, 2012). Dessa forma, percebe-se que o monitoramento das áreas de risco para inundação se apresenta de fundamental importância.

No município do Cabo de Santo Agostinho, Batista (2015), Gomes *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2024) desenvolveram trabalhos significativos com ênfase na temática de inundação em áreas urbanas do município. No entanto, percebeu-se que essas pesquisas não abordam questões relevantes em relação à qualidade e capacidade do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais (SDMAP) de gerenciar episódios de inundações.

Considerando que o sistema de drenagem municipal também é um aliado fundamental na mitigação dos impactos causados por estes eventos, entende-se que o diagnóstico e a avaliação da infraestrutura de drenagem atuam de forma crucial, pois possibilita a identificação da eficiência ou ineficiência desse sistema no gerenciamento dos eventos de inundação. Dessa forma, o diagnóstico do SDMAP, aliado à identificação das áreas de risco de enchentes e inundação, é fundamental para a mitigação de risco e prevenção de desastres (Monteiro; Mendes, 2020).

O mapa de risco é um aliado fundamental que consiste em facilitar a localização, a forma, a situação e o tamanho das áreas que sofrem com esse problema. Posto isto, esse recurso se apresenta como um importante instrumento no auxílio ao planejamento e monitoramento das áreas mais vulneráveis a esses eventos, pois trata-se da análise espacial dessas áreas (Rezende, 2023).

Assim, a identificação das áreas de risco para inundação junto ao diagnóstico e avaliação da infraestrutura da drenagem urbana nessas áreas é crucial para o monitoramento e gestão dos grupos sociais que estão vulneráveis a esses eventos, assegurando a minimização dos impactos na vida da população que ocupa essas áreas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais e elaborar o mapa de susceptibilidade à inundação para subsidiar a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a situação atual do SDMAP;
- Desenvolver um banco de dados em SIG para organizar e tratar dados espaciais e usar planilhas eletrônicas para monitorar ações de melhoria;
- Mapear áreas suscetíveis a inundações, tratar dados, reclassificar variáveis e gerar o mapa final de risco;
- Correlacionar as áreas suscetíveis a inundação com os dados recentes de inundação no município.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Urbanização

Cada vez mais o processo de urbanização vem aumentando consideravelmente a nível mundial, sendo 55% da população mundial residente em área urbana e com estimativa de que seja 68% até 2050 (ONU, 2022). Esse aumento da população urbana se dá ao fato dos sistemas urbanos serem áreas de consumo e moradia, além de possuírem diferentes dimensões ou integrações, como as regiões metropolitanas (Tucci, 2012).

O Brasil, desde a década de 1960, tornou-se um país urbano, devido a mais da metade de sua população viver em cidades (Bruno, 2020). Segundo o IBGE (2022), as concentrações urbanas brasileiras abrigam 124,1 milhões de pessoas, representando 61% da população. Tucci (2012, p. 1) afirma que a urbanização tem gerado

[...] a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos.

Conforme Righetto *et al.* (2017), essa expansão nos centros urbanos é marcada pela impermeabilização da bacia de drenagem, o que ocasiona degradação progressiva do ambiente, gerando consequências como mudanças no uso e ocupação do solo, ineficácia de infraestrutura adequada e limpeza pública insuficiente. Dados estes problemas ocasionados pela urbanização acelerada, se faz necessário a existência de políticas públicas que contribuam para um planejamento urbano adequado. A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 182, informa que

a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. § 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana (Brasil, 1988, p. 106).

A Lei 3.343 de 2017, do município do Cabo de Santo Agostinho, que institui a Política de Desenvolvimento Urbano e Ambiental e o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano e Ambiental da cidade (Cabo de Santo Agostinho, 2017), estabelece como uma de suas diretrizes a necessidade de

promover programas de regularização urbanística e jurídico-fundiária das áreas de urbanização precária, através de: a) plano de desenvolvimento específico; b) delimitação de zonas com parâmetros especiais; c) assistência técnica e jurídica gratuita; e d) regularização jurídico-fundiária (Cabo de Santo Agostinho, 2017, cap. II, art. 43, inc. VI).

Tal política visa melhorar as condições de comunidades que surgiram sem planejamento urbano algum, de modo que elas sejam integradas às áreas urbanas formais, garantindo assim melhores condições de vida para seus moradores, como por exemplo o acesso ao saneamento básico. A partir de ações como essa, o poder público visa minimizar os problemas advindos da urbanização acelerada e sem o seu devido planejamento.

2.2 Sistemas de drenagem Urbana

A Lei 14.026/2020, em seu artigo 3º, conceitua a drenagem urbana como um sistema integrado, composto pelas atividades, infraestrutura e instalações operacionais voltadas para a gestão das águas pluviais (Brasil, 2020). Este sistema abrange o transporte, a detenção ou retenção das águas para o controle das vazões durante cheias, o tratamento adequado e a disposição final das águas pluviais drenadas, além de incluir a limpeza e a fiscalização preventiva das redes de drenagem.

Segundo Medau (2018), os sistemas de drenagem urbana são desenvolvidos para a prevenção de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais aos cursos d'água. O Brasil é um país onde há a ocorrência de diversos problemas urbanos provocados pelo sistema de drenagem ineficiente, o que se agrava nos períodos chuvosos (Caldeira; Lima, 2020).

O Plano Municipal de Saneamento Básico, desenvolvido pela FUNASA (2016), classifica os sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas em microdrenagem e macrodrenagem, sendo a microdrenagem a coleta e afastamento

das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias, já a macrodrenagem inclui a microdrenagem, as galerias de grande porte e os corpos receptores.

Para Monteiro e Mendes (2020), mesmo sendo pouco valorizado, o sistema de drenagem urbana é um dos eixos da infraestrutura do saneamento básico de grande importância para a população. Além disso, o sistema de drenagem urbana é uma ferramenta primordial para prevenção de danos à saúde, ou até mesmo catástrofes relacionadas às inundações e enchentes, bem como balanço hídrico da região (Monteiro; Mendes, 2020).

Apesar da sua importância no planejamento urbano e na redução dos impactos causados por chuvas intensas, os sistemas de drenagem urbana apresentam alguns problemas, como entupimentos que dificultam ou impossibilitam a passagem da água. Nicolau, Faria e Momoli (2021), em uma análise da eficiência da microdrenagem, observaram uma impossibilidade do fluxo hídrico pelo sistema de drenagem, devido a causas como bueiros entupidos de sedimentos, além da escassez de elementos da microdrenagem nas vias asfaltadas que se encontraram em direções de focos erosivos.

Em outra pesquisa sobre drenagem urbana, Bezerra *et al.* (2016), realizou uma análise sobre o sistema de drenagem de águas pluviais da cidade de Assú/RN, onde observou que o município possui vários pontos de alagamentos, devido à falta de um sistema de drenagem urbana eficiente. A falta de infraestrutura de microdrenagem e macrodrenagem, aumentam a possibilidade de inundações e enchentes devido a extensas áreas impermeáveis, ocasionadas pelas construções de estradas e residências, o que dificulta a infiltração de água no solo (Caldeira; Lima, 2020).

2.2.1 Componentes do sistema de drenagem urbana

Os sistemas de drenagem urbana são normalmente divididos em subsistemas, como os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem (ADASA, 2023). De acordo com o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal, a microdrenagem é composta pelos dispositivos responsáveis pela drenagem do sistema viário, que envolve sarjetas, canaletas, bueiros (bocas de lobo, bocas de leão, grelhas lineares), ramais de ligação e tubulações com diâmetro máximo de 0,8 m.

As bocas de lobo que compõem o sistema de microdrenagem são classificadas em três tipos diferentes: boca de lobo de guia, boca de lobo de grelha, mista ou combinada (Funasa, 2016)

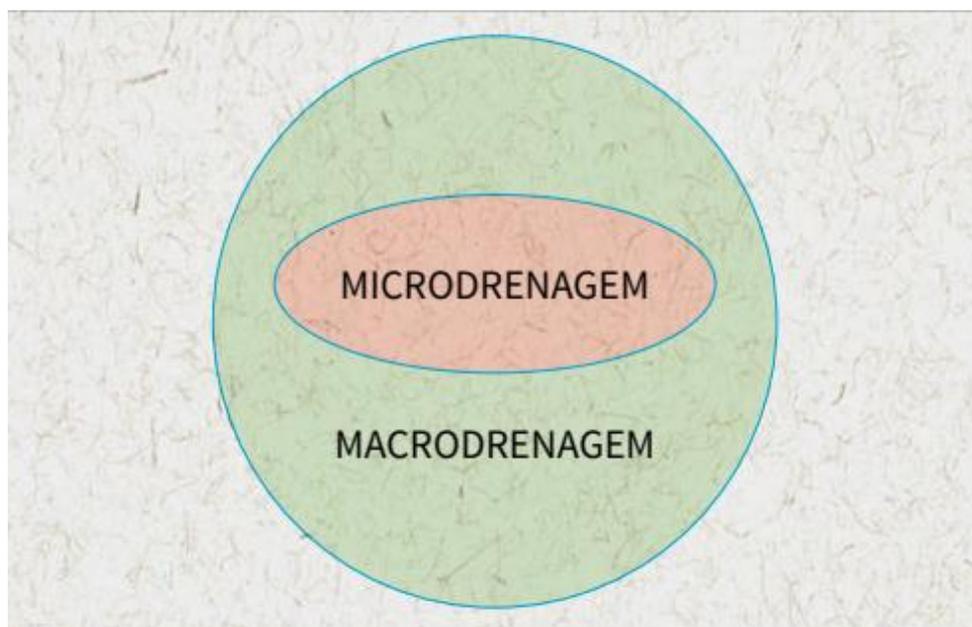
Figura 1 – Classificação das bocas coletoras.



Fonte: Adaptada de Funasa (2016).

Já o sistema de macrodrenagem, é formado por canais abertos ou fechados, reservatórios, galerias e tubulações com diâmetro mínimo de 1,0 m, responsáveis por receber a vazão originada de um conjunto de redes de microdrenagem ou de contribuições diretas ao longo de seu percurso (ADASA, 2023). De modo geral, a macrodrenagem inclui a microdrenagem, conforme exposto na Figura 2.

Figura 2 – Sistema de drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.



Fonte: Funasa (2016).

2.3 Suscetibilidade à inundação

A CPRM (2014) conceitua suscetibilidade como a propensão natural dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico, sem levar em conta a variável temporal e de ocorrência. Já o conceito de inundação, segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN (2022) refere-se ao processo de submersão de áreas situadas fora dos limites normais de um curso d'água, atingindo zonas que, em condições usuais, não se encontram alagadas. Esse transbordamento tende a ocorrer de forma gradual em regiões de planície, sendo geralmente provocado por chuvas bem distribuídas e pelo elevado volume acumulado na bacia de contribuição (CEMADEN, 2022).

Desta forma, entende-se por suscetibilidade à inundação a predisposição de uma área ser afetada por inundações. Para Amaral e Ribeiro (2009), as planícies e fundos de vale têm por característica o lento escoamento superficial das águas das chuvas, sendo intensificado em áreas urbanas, devido a alterações antrópicas.

Medau (2018) afirma que a ocorrência de impermeabilização do solo também advém de obras construídas nos centros urbanos, sendo assim, a água que antes infiltrava, passou a escoar pelos condutores, aumentando, dessa maneira, o escoamento superficial e diminuição da infiltração, o que intensifica a vulnerabilidade a inundações urbanas (Medau, 2018).

Lyrio (2022) caracteriza a ocorrência de inundação devido aos fatores naturais e antrópicos, sendo os fatores naturais: forma do relevo; características da rede de drenagem; intensidade; distribuição e frequência das precipitações; características do solo; a presença ou ausência de vegetação. Já os fatores antrópicos são caracterizados como: uso e ocupação irregular nas planícies e margens dos cursos d'água; descarte irregular de resíduos; alteração nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água; erosão do solo e assoreamento dos cursos hídricos. Esses fatores tornam essas áreas ainda mais vulneráveis à ocorrência desses eventos.

Segundo a Constituição Federal de 1988, o Art. 21, inciso XVIII, menciona que compete à União “planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente secas e as inundações” (Brasil, 1988, p. 32).

No Cabo de Santo Agostinho, a Lei 3.343 de 2017, que institui o Plano Diretor do município, afirma, em seu Art. 38, que o manejo das águas pluviais deve, por meio de sistemas naturais ou construídos, garantir o escoamento eficiente das águas da chuva, assegurando, assim, a segurança e o conforto dos habitantes e das edificações localizadas nas áreas urbanas (Cabo de Santo Agostinho, 2017).

Em seu Art. 39, fica estabelecido que a aprovação dos projetos de loteamentos, conjuntos habitacionais e condomínios pelo município estará condicionada à apresentação do projeto de drenagem, que deve contemplar soluções que não resultem em impactos negativos ao meio ambiente, a terceiros ou ao poder público municipal (Cabo de Santo Agostinho, 2017).

Além disso, a legislação municipal do Cabo de Santo Agostinho infere que “são prioritários para as ações de implantação do sistema de drenagem locais onde as margens e cursos d’água ocasionem risco de inundações das edificações” (Cabo de Santo Agostinho, 2017, cap. II, art. 38, inc. 2).

A lei também determina a priorização de medidas não estruturais no manejo das águas pluviais pelo Poder Público, com o intuito de implementar ações que reduzam e/ou previnam a ocorrência de desastres urbanos provocados pelas inundações (Cabo de Santo Agostinho, 2017).

Diante da importância de priorizar medidas preventivas para minimizar riscos de inundações, torna-se fundamental tomar medidas para tal, a exemplo do mapeamento de áreas inundáveis.

Portela *et al.* (2023) realizaram uma pesquisa com o objetivo de mapear e identificar áreas vulneráveis à inundação na bacia hidrográfica do rio Sirinhaém, utilizando o método Processo Hierárquico Analítico (AHP). Com este método, os autores concluíram que na bacia do rio Sirinhaém há uma vulnerabilidade de inundação baixa a moderada. Portela *et al.* (2023) ainda salientam que, com o mapeamento realizado, órgãos gestores e profissionais da área podem buscar alternativas que mitiguem ou evitem os efeitos das inundações.

2.4 Uso de geotecnologias na identificação das áreas de inundação

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), é cada vez mais utilizado no tratamento de informações georreferenciadas, de modo que permita a manipulação e

visualização de dados de diversas fontes, podendo o SIG servir como objeto de análises variadas (Lyrio, 2022). De modo geral, o SIG é uma ferramenta que armazena, visualiza, analisa, integra e transmite informações geográficas (Batista, 2015).

De acordo com Pessoa Neto, Silva e Barbosa (2024), a utilização de geotecnologias tem desempenhado um importante papel na gestão de riscos advindos dos eventos naturais extremos, pois permite uma análise espacial detalhada desses eventos, além de disponibilizar um arcabouço de dados e conhecimentos que permitem a identificação de pontos vulneráveis, podendo também caracterizar e monitorar os eventos, produzindo mecanismos de respostas que atendam o contexto regional e local (Barroso, 2022; Pinheiro, 2024).

Para Pessoa Neto, Silva e Barbosa (2023), a necessidade de um mapeamento de áreas inundáveis é ocasionada, principalmente, pelo planejamento dos procedimentos de evacuação e monitoramento de desastres, tendo as ações antrópicas como responsáveis diretos ou indiretos. Barroso (2022) afirma que o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações é baseado na determinação de perímetros possíveis de serem inundados, sendo o uso geoprocessamento e do sensoriamento remoto um complemento de dados fluviométricos da área ou região onde está sendo realizado o estudo.

Farias e Mendonça (2022), através do uso de geoprocessamento, realizaram um mapeamento de áreas urbanas inundáveis no município de Francisco Beltrão/PR, onde foram adotadas as classes de Muito Alto, Alto, Médio a Alto, Médio a Baixo, Baixo e Muito Baixo. O estudo foi realizado em 23 bairros, onde 20 apresentaram áreas críticas com risco de inundação. Leal, Barbosa e Aquino (2020), também adotou parâmetros semelhantes aos de Farias e Mendonça (2022), onde dos quatro municípios pesquisados apenas um apresentou 1,10% de forte vulnerabilidade à inundação, enquanto os outros 3 obtiveram 39,66%, 27,83% e 51,73%.

Leal Barbosa e Aquino (2020), em sua pesquisa sobre mapeamento de áreas vulneráveis à inundação na bacia hidrográfica do rio Una em Pernambuco, utilizaram a ferramenta de um Sistema de Informações Geográficas, que, segundo os autores, foi considerado uma ferramenta eficaz, pois, obteve mapas e sobrepôs variáveis para analisar e apresentar um mapa de vulnerabilidade como um produto final.

Além disso, atrelado ao SIG, Leal, Barbosa e Aquino (2020) utilizaram a aplicação da técnica AHP, que por sua vez proporcionou uma análise mais robusta,

ao atribuir pesos às variáveis por ele considerada com base em conhecimento de especialistas, obtendo assim, uma maior efetividade na ponderação da álgebra de mapas, havendo um melhor ajustamento da importância da aplicação de variáveis na localidade do seu estudo.

Pesquisas como essas deixam mais evidentes que o mapeamento de áreas de risco de inundação possibilita a localização de áreas vulneráveis, de modo que favoreça na tomada de decisões por parte do poder público no ordenamento territorial e no direcionamento das ações de prevenção (Pessoa Neto; Silva; Barbosa, 2022). O uso de geotecnologias também auxilia gestores na tomada de decisões de caráter mitigador, seja na implantação de recursos e/ou políticas públicas de modo que atendam as famílias em vulnerabilidade (Pessoa Neto; Silva; Barbosa, 2023).

3 METODOLOGIA

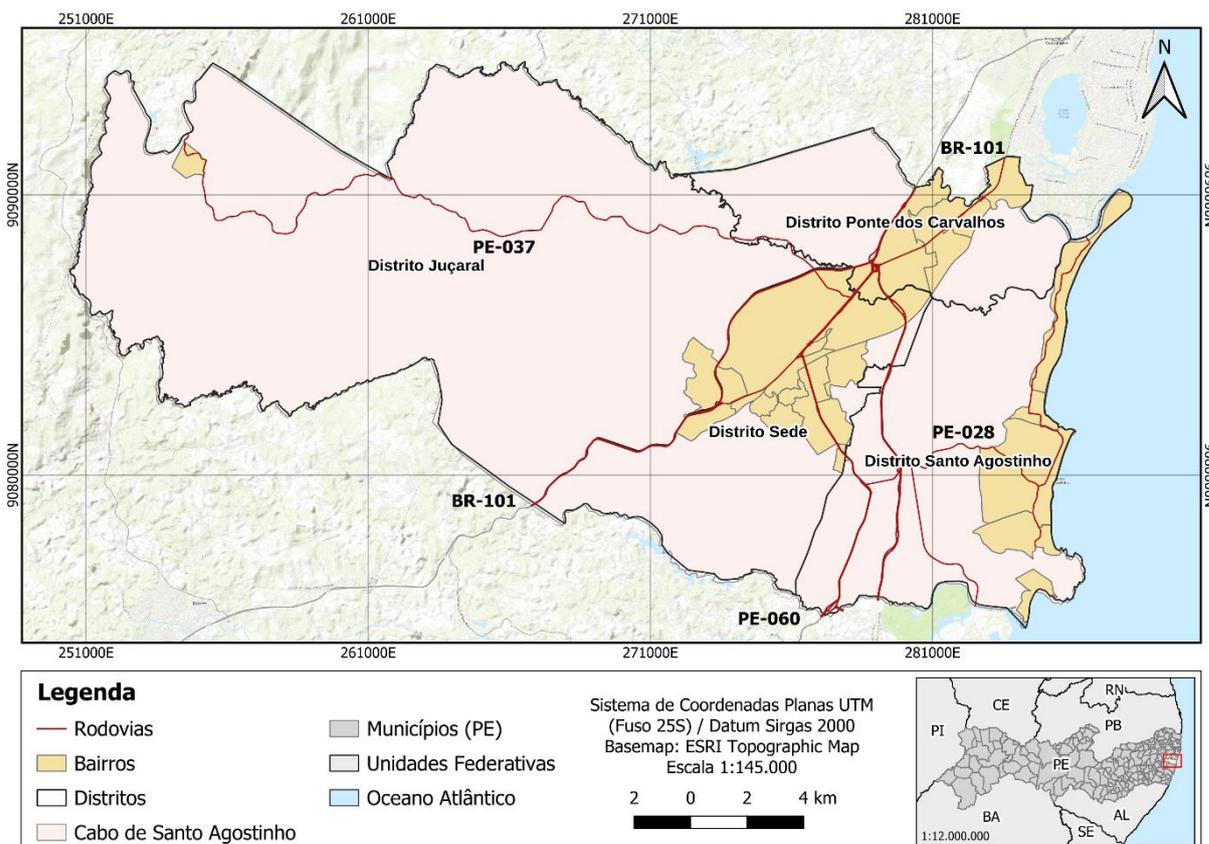
3.1 Área de estudo

A área de estudo encontra-se no município do Cabo de Santo Agostinho, situado na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco (Figura 3). O município abrange uma extensão territorial de 445,38 km² e está administrativamente dividido em quatro distritos: Sede, Ponte dos Carvalhos, Santo Agostinho e Juçaral. Essa organização geopolítica facilita a gestão e o planejamento urbano da região. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a população do município é de 203.440 habitantes, o que representa um desafio contínuo para o fornecimento de serviços públicos e infraestrutura adequados à demanda local.

O Cabo de Santo Agostinho apresenta características típicas do clima Tropical Chuvoso, com uma estação seca durante o verão. Essa condição climática resulta em uma precipitação média anual de 1.920 mm, conforme dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2024), o que influencia diretamente no planejamento de sistemas de drenagem e infraestrutura urbana, devido à alta concentração de chuvas durante parte do ano.

O município está localizado na Unidade de Planejamento Hídrico Metropolitana Sul de Pernambuco. Sua rede hidrográfica é predominantemente formada pelos rios Jaboatão e Pirapama, juntamente com seus afluentes, destacando-se o Rio Gurjaú como o principal. Essas bacias desempenham um papel crucial no escoamento das águas pluviais da região, além de serem responsáveis pelo abastecimento hídrico local (APAC, 2025).

Figura 3 – Caracterização da área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Procedimentos metodológicos

3.2.1 Coleta de dados em bases oficiais

O estudo iniciou com a realização e a coleta de dados secundários disponíveis nas bases oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde foram coletadas informações socioeconômicas e o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), onde foram obtidos os indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais e as informações sobre a infraestrutura de drenagem municipal:

- **IE018** - Total de vias públicas;
- **IE019** - Vias públicas com pavimento e meio fio;
- **IE020** - Com rede ou canais de águas pluviais subterrâneos
- **IE022** - Quantidade de bocas de lobo
- **IE023** - Poços de visita

- **IE024** - Bocas de leão/bocas de lobo múltiplas

3.2.2 Mapeamento das estruturas de drenagem

Posteriormente, foi feito o diagnóstico da microdrenagem do município por meio do *software* Google Earth Pro (Silva *et al.*, 2023). Com o auxílio das imagens do *Street View*, foi realizada a localização e a identificação das estruturas que compõem o sistema de drenagem urbana, abrangendo somente os distritos Sede, Ponte dos Carvalhos e Santo Agostinho, que integram a área urbana municipal, visto que o Distrito Juçaral está localizado na área rural do município.

A princípio, realizou-se a classificação das bocas de lobo em três tipos mais comum, que foram as bocas de lobo do tipo guia, grelha e combinada (ADASA, 2023). Também foram categorizadas com base no número de entradas em simples, dupla ou tripla, e avaliadas quanto ao estado de conservação em conservada, danificada ou obstruída.

Além disso, foram identificadas as ruas com ou sem pavimentação, bem como foi feita a verificação da presença de sarjetas na extensão das vias pavimentadas, conforme proposto por Silva *et al.* (2023).

Para a macrodrenagem, realizou-se a adaptação do método proposto por Rodrigues (2020). O diagnóstico se deu em observação através das imagens do Google *Street View*, dos pontos irregulares de descarte de resíduos sólidos, estabilidade da encosta dos canais de drenagem, pontos de estrangulamento na extensão dos canais, se o leito é natural ou canalizado e lançamento de esgoto sanitário.

3.2.3 Hierarquização dos problemas

Para a hierarquização dos problemas de drenagem do município, foi utilizado o instrumento metodológico desenvolvido por Silva *et al.* (2008), que se baseia na metodologia de listagens de controle escalonadas da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Essa abordagem permite diagnosticar de forma sistemática os principais problemas relacionados à drenagem urbana, facilitando a priorização das questões mais

críticas. A metodologia atribui uma escala de três níveis de relevância, que são utilizados para classificar e organizar os problemas conforme sua gravidade e impacto. Sendo elas:

- Nível 1: Problema de destaque;
- Nível 2: Problema de importância;
- Nível 3: Problema secundário, de pouco destaque, irrelevante ou inexistente.

3.2.4 Índice de Desempenho de Drenagem

Para identificar o desempenho do SDMAP, foi utilizado o procedimento metodológico desenvolvido por Paz *et al.* (2022), onde o Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais (IDAP), propõe utilizar apenas indicadores disponíveis no SNIS, que são dados consolidados e enviados anualmente pelos municípios e prestadores de serviços de saneamento, o que facilita no cálculo do IDAP. Dos 25 indicadores de drenagem urbana do SNIS, o IDAP utilizou apenas cinco (Paz *et al.*, 2022).

Os indicadores utilizados foram os seguintes:

- **IN049** - Investimento *per capita* em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas;
- **IN020** - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município;
- **IN021** – Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos
- **IN051** - Densidade de captações de águas pluviais na área urbana;
- **IN040** - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação.

Para cada indicador foi atribuído um valor de score de 0 a 5, que, posteriormente, foi somado para gerar o IDAP (Paz *et al.*, 2022), conforme exposto na Equação 1.

$$IDAP = Sin + Scp + Scc + Sdc + Sdr \quad (1)$$

Onde as siglas representam o seguinte:

- S_{in} é o score referente ao investimento per capita em drenagem e manejo de águas Pluviais Urbanas;
- S_{cp} representa o score referente à taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana;
- S_{cc} é o score referente à taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos;
- S_{dc} é o score referente à densidade de captações de águas pluviais na área urbana;
- S_{dr} é o score referente à parcela de domicílios em situação de risco de inundação.

O Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais, desenvolvido por Paz *et al.* (2022), foi utilizado para avaliar o desempenho de drenagem do município do Cabo de Santo Agostinho. Este índice considera uma série de indicadores relacionados à eficiência e eficácia da drenagem urbana.

A Tabela 1 apresenta os valores de referência sugeridos por Paz *et al.* (2022) para cada um dos indicadores de drenagem, os quais serão analisados para determinar o desempenho do sistema. Esses valores de referência servem como parâmetros para classificar a performance de cada componente da drenagem em diferentes condições de operação.

Os quartis representados tratam-se de valores que dividem um conjunto de dados em quatro partes iguais, de modo que cada parte tenha aproximadamente o mesmo número de elementos. Eles ajudam a entender melhor a distribuição dos dados. Os quartis definidos por Paz *et al.* (2022) são:

1. **Q1 (primeiro quartil ou percentil 25):** É o valor que separa os 25% menores dados do restante do conjunto;
2. **Q2 (segundo quartil ou mediana, percentil 50):** É o valor que divide o conjunto de dados ao meio, ou seja, 50% dos dados estão abaixo dele e 50% estão acima;
3. **Q3 (terceiro quartil ou percentil 75):** É o valor que separa os 25% maiores dados do restante do conjunto.

Tabela 1 – Valores de referência dos indicadores de IDAP.

| Indicador | Q1 | Q2 | Q3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| IN049 - Investimento per capita em drenagem e manejo de Águas Pluviais | 0,0 | 0,0 | 4,3 |
| IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município | 57,4 | 70,1 | 80,5 |
| IN021 - Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos | 0,0 | 3,2 | 14,3 |
| IN051 - Densidade de captação de águas pluviais na área urbana | 0,0 | 1,0 | 5,0 |
| IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de inundação | 4,8 | 0,4 | 0,0 |

Fonte: Paz *et al.* (2022).

De posse dos valores de referência recomendados, onde o Q3 é o valor de melhor desempenho de cada indicador, foi feita a comparação para identificar onde os valores dos indicadores do Cabo de Santo Agostinho estavam incluídos e definir os valores dos Scores de desempenho de acordo com os valores sugeridos por Paz *et al.* (2022), para então calcular o IDAP que será definido por meio da soma dos scores dos indicadores apresentados (Tabela 2).

Tabela 2 – Scores dos indicadores de DMAPU.

| Desempenho | Score |
|-------------------|--------------|
| IN > Q3 | 5 |
| Q2 < IN < Q3 | 3 |
| Q1 < IN < Q2 | 1 |
| IN < Q1 | 0 |

Fonte: Paz *et al.* (2022).

3.2.5 Mapeamento das áreas de inundação

Para o mapeamento das áreas de inundação, a seleção de variáveis foi feita com base na revisão bibliográfica de Leal, Barbosa e Aquino (2020), na qual, foram

escolhidas quatro variáveis: Uso e ocupação do solo, Hipsometria, Declividade e Pedologia (Tabela 3).

Tabela 3 – Base de dados utilizadas no presente estudo

| Base de dados | Fonte |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Uso e ocupação do solo | Mapbiomas (2022) |
| Pedologia | EMBRAPA (2018) |
| Modelo Digital de Elevação (MDE) | Pernambuco Tridimensional (2016) |

Fonte: Autoria própria (2025).

Na elaboração do mapa de inundação, todos os dados foram organizados e tratados no *software* livre QGIS 3.28, de forma que os arquivos do tipo vetorial (*shapefile*) foram convertidos para matricial (*raster*). A metodologia utilizada para a reclassificação das variáveis foi baseada em Leal, Barbosa e Aquino (2020), que definiram uma hierarquia de acordo com o grau de vulnerabilidade para cada classe de cada variável, de forma que quanto maior o valor atribuído à classe, maior o grau, sendo o grau 1 (muito fraca), grau 2 (fraca), grau 3 (média), grau 4 (forte) e grau 5 (muito forte), conforme apresenta a Tabela 4.

Tabela 4 – Reclassificação das classes das variáveis.

| Grau | Variáveis | | | |
|------|--------------------------------|-----------------|---|---|
| | Uso e ocupação do solo | Hipsometria (m) | Declividade | Pedologia |
| 0 | Não observado | - | - | - |
| 1 | Floresta | 280 – 447 | Escarpado (> 75%), Montanhoso (45 - 75%) | Latossolo |
| 2 | Formação natural não florestal | 180 – 280 | Forte Ondulado (20 - 45%) | Neossolos |
| 3 | Uso agropecuário | 100 – 180 | Ondulado (8 – 20%) | - |
| 4 | Infraestrutura Urbana | 50 – 100 | Suave Ondulado (3 - 8%) | Argissolo, Espodossolo, Nitossolo |
| 5 | Corpos d'água | 0 – 50 | Plano (0 a 3%) | Gleissolo, Solos de Mangue |

Fonte: Adaptado de Leal, Barbosa e Aquino (2020).

Após a geração dos dados *raster*, foram definidos pesos para cada variável, seguindo a Equação 2 obtida por Leal, Barbosa e Aquino (2020).

$$M = (Pa * A) + (Ps * S) + (Pd * D) + (Pu * U) \quad (2)$$

Onde: M = Mapa final;

A = Altitude;

S = Solos;

D = Declividade;

U = Uso e ocupação;

Pi = Peso da respectiva variável.

Após a análise do método AHP, verificou-se que apesar da modificação da área os pesos não sofreram nenhum tipo de modificação, sendo assim, foram adotados para as variáveis os pesos definidos por Leal, Barbosa e Aquino (2020), sendo: 0,557 (Declividade), 0,264 (Altitude), 0,122 (Uso do solo), 0,057 (Solo). A determinação pelos autores dessas equações e pesos foi baseada no método AHP, desenvolvido por Saaty (1980), uma técnica que fornece suporte na tomada de decisões ao quantificar a contribuição de cada variável na análise (Moura, 2007).

Esse procedimento metodológico atua por meio de comparação de dois a dois dentro de cada um dos critérios expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala utilizada no método AHP.

| Escala | Definição |
|---------------|--|
| 1 | Importância igual: os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo. |
| 3 | Importância moderada: um fator é ligeiramente mais importante que o outro. |
| 5 | Importância essencial: um fator é claramente mais importante que o outro. |
| 7 | Importância demonstrada: um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática. |
| 9 | Importância extrema: a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível. |
| 2, 4, 6 e 8 | Valores intermediários entre julgamentos: possibilidades de compromisso adicionais. |

Fonte: Saaty (1980).

A correlação dos resultados obtidos no mapa com as ocorrências de inundação no município foi realizada por meio da análise de registros históricos, considerando um intervalo temporal de 2009 a 2024. Para isso, foram consultadas fontes secundárias, incluindo reportagens de portais jornalísticos e publicações em redes sociais, a fim de identificar eventos de alagamento registrados ao longo do período. Essa abordagem permitiu avaliar a coerência dos dados mapeados com os eventos reais, contribuindo para a validação da análise e para a compreensão da relação entre os fatores espaciais e a recorrência de inundações na área de estudo.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Análise dos dados e informações nas bases oficiais

Através da pesquisa, constatou-se que o município do Cabo de Santo Agostinho, com base nas informações econômicas, financeiras e administrativas fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), apresenta uma despesa total de R\$ 9.000.000,00 com os serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU) no ano de 2022, sendo o investimento total nesse serviço o valor registrado de R\$ 13.000.000,00 para o ano de referência (SNIS, 2022).

De acordo com o SNIS (2022), o município conta com um percentual de 75% a 99% do sistema de drenagem urbana do tipo combinado, característico por receber tanto as águas pluviais quanto as águas residuais em uma única rede de tubulações, conduzindo-as até a estação de tratamento ou destino final, e, em contrapartida, apenas de 1% a 25% corresponde ao sistema unitário, que coleta e transporta essas águas separadamente, por redes distintas.

No ano de 2022 foram implantados 10 km de novas vias públicas, além da pavimentação e construção de meio-fio em outros 10 km de vias (Tabela 5). Ademais, foi realizada a instalação de 20 bocas de lobo no período de referência (SNIS, 2022).

Tabela 5 – Infraestrutura do sistema de DMAPU do município.

| Total de vias públicas (IE017) | Com pavimento e meio fio (IE019) | Com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos (IE024) | Quantidade de bocas de lobo (IE020) | Poços de visita (IE023) | Bocas de leão/Bocas de lobo múltiplas (IE022) |
|--------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|---|
| 355 km | 288,67 km | 20 km | 3.020 | 2 | 20 |

Fonte: SNIS (2022).

De acordo com o SNIS (2022), o município conta com um total de 355 km de vias públicas, sendo 81,31% com pavimentação e meio fio e 5,6% com redes ou canais de águas pluviais.

Segundo os dados apresentados na Tabela 6, referente aos indicadores relativos à infraestrutura de drenagem, é possível verificar diferentes aspectos importantes da infraestrutura, incluindo a densidade de captação de águas pluviais, que, de acordo com os dados disponíveis, é de 8 unidades de bocas coletoras por

quilômetro quadrado (un/km²). Esse indicador reflete a capacidade de captação e o aproveitamento da água das chuvas em uma determinada área (SNIS, 2022).

Tabela 6 – Indicadores de Infraestrutura de DMAPU no município.

| Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares (IN025) | Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta (IN026) | Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada (IN027) | Densidade de captações de águas pluviais na área urbana (IN051) |
|--|---|--|--|
| 0,4% | 55,2% | 18,4% | 8un/km ² |

Fonte: SNIS (2022).

De acordo com o SNIS (2022), as águas pluviais captadas por meio do sistema de drenagem municipal são realizadas através do processo de desinfecção química, no entanto, não foram encontradas informações mais completas referentes a essa informação ou se há o aproveitamento desse recurso após o tratamento no município.

Conforme indicado no SNIS (2022), no ano de referência, foram executados diversos serviços de manutenção e conservação, incluindo a recuperação e manutenção das sarjetas, bem como a manutenção ou recuperação estrutural das redes e canais. Também foram realizados serviços de limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, além da manutenção e proteção dos taludes dos reservatórios.

Em relação aos cursos d'água naturais, foram efetuados desassoreamentos e dragagens, assim como a limpeza das margens desses cursos d'água e dos lagos. Ademais, houve a limpeza das bocas de lobo e poços de visita, bem como o desassoreamento ou dragagem de canais abertos dentro do município (SNIS, 2022).

No que diz respeito à gestão de riscos e à resposta a desastres relacionados aos problemas com a DMAPU, a responsabilidade é atribuída à Coordenação Municipal, em parceria com a Defesa Civil (SNIS, 2022).

O monitoramento hidrológico do município é realizado utilizando pluviômetros e réguas. Conforme as informações disponíveis no SNIS (2022), a metodologia adotada para o monitoramento hidrológico abrange a medição da precipitação pluvial por meio de amostragens diárias, além do acompanhamento do nível da água em cursos d'água, tanto por registros automáticos quanto por amostragens diárias e horárias.

Essas práticas caracterizam-se de fundamental importância, pois visam garantir uma gestão eficiente e ágil dos recursos hídricos, além de proporcionar um controle mais preciso sobre eventuais riscos de inundações e desastres relacionados.

A partir das informações fornecidas pelo SNIS (2022), o município apresenta 300 domicílios em áreas consideradas de risco para inundação. O mapeamento das zonas de risco é realizado de forma abrangente em todo o município, adotando um período de retorno de 2 anos para a análise dessas áreas. Além disso, o município dispõe de um sistema de alerta para riscos hidrológicos, que abrange a prevenção e monitoramento de alagamentos, enxurradas e inundações (SNIS, 2022).

4.2 Mapeamento da infraestrutura do sistema de drenagem urbana

A partir do mapeamento da infraestrutura do município em relação ao sistema de drenagem, identificou-se 3.391 bocas coletoras, sendo a maior quantidade no Distrito Sede. Percebeu-se que a quantidade de bocas de lobo mapeadas, ultrapassou a informada no SNIS (2022), que é 3.020. Além disso, percebeu-se que a maior densidade de captação calculada, considerando a área urbana dos Distritos, foi no distrito Ponte dos Carvalhos, onde um total de 1015 bocas coletoras é dividida por um total de 9,60km² de área urbana conforme apresentado na Tabela 7.

Constatou-se que, em diversos bairros investigados, há um número considerável de bocas de lobo danificadas ou obstruídas, comprometendo o funcionamento adequado do sistema de drenagem. Os bairros Santo Inácio e Cohab, que estão inseridos no Distrito Sede, se destacaram apresentando a maior quantidade de bocas de lobo com problemas, conforme exposto no Apêndice 1.

Já observando os dados por distrito, conforme apresenta a Tabela 7, percebe-se que o Distrito Santo Agostinho se destaca, evidenciando a necessidade urgente de intervenções para restaurar e melhorar a infraestrutura de drenagem na região.

Tabela 7 – Situação das bocas coletoras por distritos.

| Distrito | Quantidade | Área Urbana (km ²) | Densidade de captação (un/km ²) | Conservadas (%) | Danificadas (%) | Obstruídas (%) |
|------------------------------|------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------------|----------------|
| Distrito Sede | 1749 | 20,47 | 84 | 49,81 | 35,04 | 15,15 |
| Distrito Ponte dos Carvalhos | 1015 | 9,60 | 106 | 67,33 | 17,40 | 15,27 |
| Distrito Santo Agostinho | 627 | 17,64 | 35 | 85,01 | 6,70 | 8,29 |

Fonte: Autoria própria (2025).

Nesse contexto, a Figura 4A apresenta as bocas coletoras conservadas, a Figura 4B representa as bocas coletoras obstruídas e a Figura 4C representa as bocas coletoras danificadas as condições das bocas coletoras encontradas nos distritos do Cabo de Santo Agostinho, que possibilita a identificação dos problemas no sistema de drenagem da cidade.

Figura 4 – Situação das bocas coletoras: (A) Conservada; (B) Obstruída e danificada; (C) Danificada com descarte de efluente.



Fonte: Autoria própria (2025).

Além de identificar a situação das bocas de lobo nos distritos, também foi feita uma análise detalhada dos diferentes tipos de bocas de lobo presentes em cada área. Essa classificação levou em consideração as características específicas de cada estrutura, como o modelo e a configuração das entradas. As informações obtidas durante esse levantamento estão sendo apresentadas na Tabela 8, que expõe os tipos de bocas de lobo encontradas em cada distrito, permitindo uma compreensão mais completa da infraestrutura de drenagem presente na região.

Tabela 8 – Tipos de bocas de lobo encontradas.

| Distrito | Quantidade | Guia (%) | Grelha (%) | Combinada (%) |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Distrito Sede | 1749 | 86,85 | 13,03 | 0,11 |
| Distrito Ponte dos Carvalhos | 1015 | 90,64 | 8,86 | 0,49 |
| Distrito Santo Agostinho | 627 | 84,84 | 14,83 | - |

Fonte: Autoria própria (2025).

Após a conclusão do mapeamento, foi possível registrar um total de 1.749 bocas de lobo no Distrito Sede, destacando 86,85% dessas estruturas do tipo guia, 13,03% do tipo grelha e 0,11% do tipo combinada. No Distrito de Ponte dos Carvalhos, percebe-se que também houve a predominância das bocas coletoras do tipo guia, liderando com 90% de distribuição desse tipo de estrutura, situação semelhante ocorreu no Distrito de Santo Agostinho.

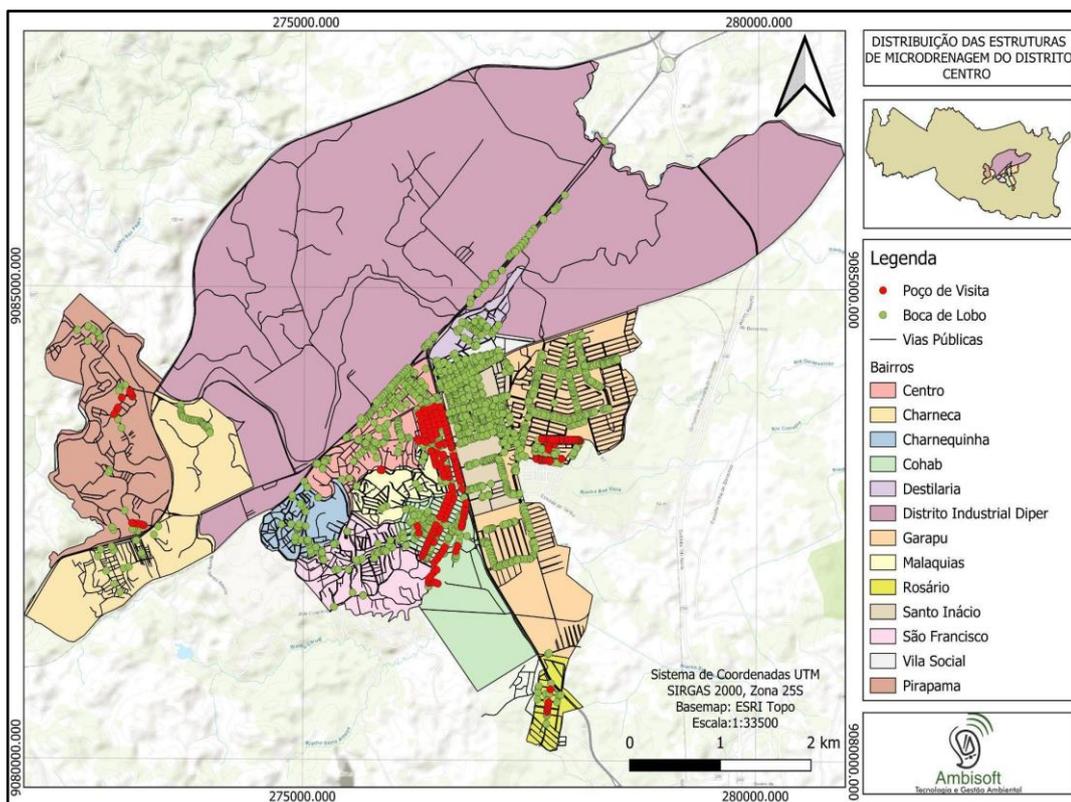
Esses números não apenas representam a quantidade e a diversidade dessas estruturas no município, mas também permite uma observação mais detalhada da infraestrutura de drenagem de cada distrito e de cada bairro, conforme exposto no Apêndice 1, o que pode auxiliar na identificação de áreas que necessitam de melhorias ou intervenções no sistema de drenagem (Bragança, 2024).

A análise realizada constatou que mais da metade das bocas de lobo identificadas nos três distritos apresentam entrada simples, o que pode ser uma escolha que melhor se adequa às questões de custo ou facilidade de instalação. A escolha desse tipo de estrutura pode ter sido motivada por apresentar uma instalação mais rápida e um custo menor, mas, ao mesmo tempo, demonstra a necessidade de uma avaliação mais aprofundada, visando identificar a eficiência hidráulica desse tipo de estrutura em um sistema de drenagem urbana em períodos de eventos pluviométricos extremos nas áreas estudadas (Oliveira, 2022).

A partir do georreferenciamento das bocas de lobo e dos poços de visita e caixa de inspeção, ambos componentes essenciais para a eficiência do sistema de microdrenagem do município, foram gerados mapas temáticos que destacam essas estruturas em 13 bairros do distrito Sede da cidade, 5 bairros no distrito Ponte dos Carvalhos e 5 bairros no distrito Santo Agostinho, conforme apresentado na Figura 5.

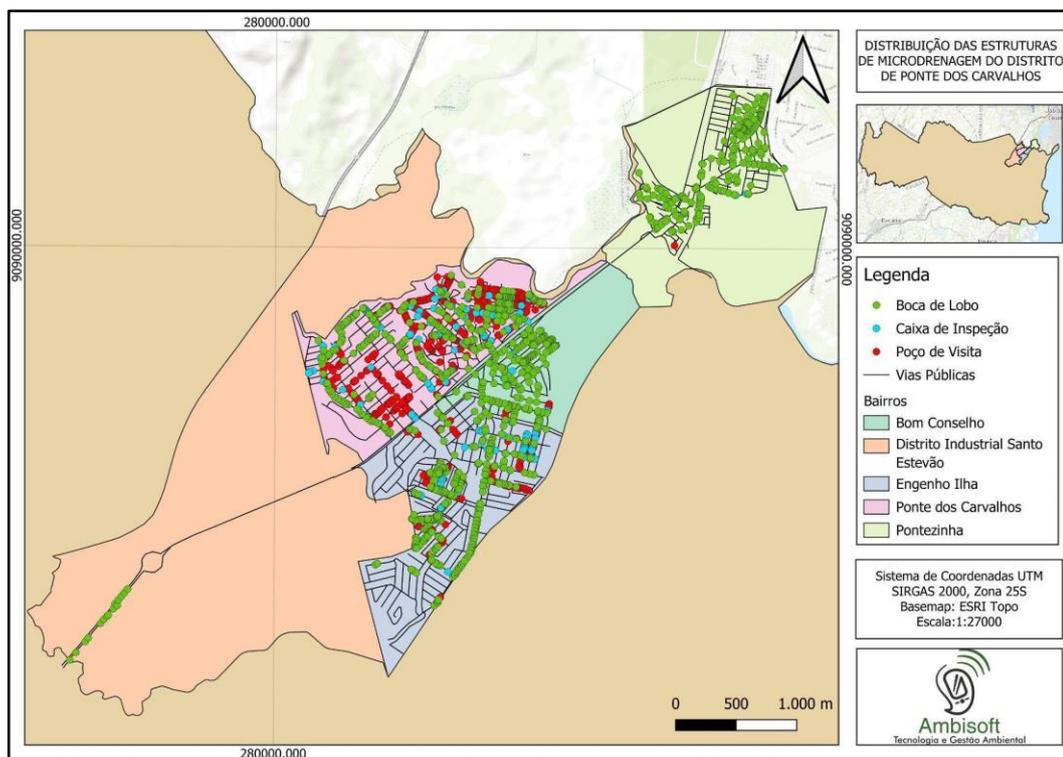
Na Figura 6 é possível observar de forma detalhada a distribuição de bocas de lobo, poços de visita e caixas de inspeção no distrito de Ponte dos Carvalhos.

Figura 5 – Mapeamento detalhado das estruturas de microdrenagem no distrito Santo Agostinho.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 6 – Distribuição espacial dos elementos da microdrenagem no distrito de Ponte dos Carvalhos.

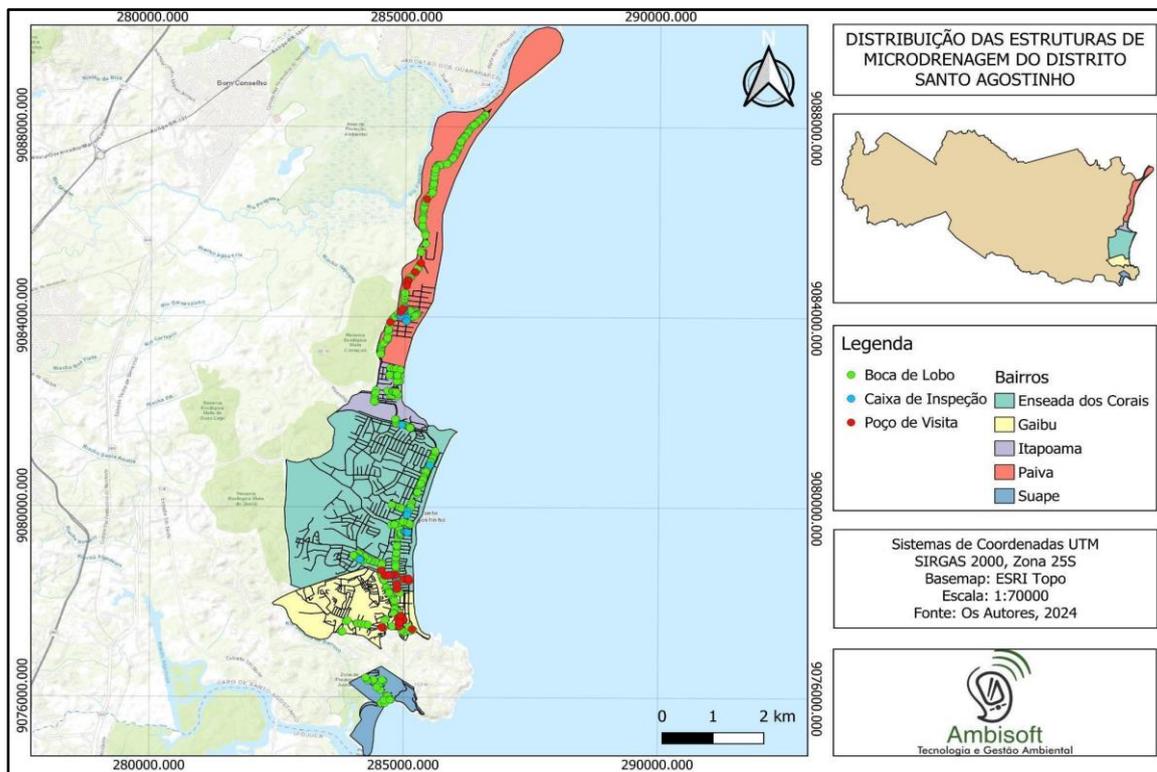


Fonte: Autoria própria (2025).

A apresentação visual do mapa de Ponte dos Carvalhos revela que, de um total de 1.015 bocas coletoras, sendo 57,14% desse total em bom estado de conservação, sem apresentar danos visíveis que possam comprometer a segurança da população ou prejudicar a funcionalidade hidráulica. No entanto, 20,69% das bocas de lobo estão obstruídas por resíduos sólidos urbanos, acúmulo de areia ou vegetação, o que também foi observado nos distritos Santo Agostinho e Ponte dos Carvalhos. O bairro Pontezinha teve destaque em relação às bocas de lobo das estruturas danificadas, liderando com um total de 30,7% e 35,2% obstruídas.

No distrito de Santo Agostinho foram mapeadas 627 bocas coletoras distribuídas nos cinco bairros, conforme representa a Figura 7.

Figura 7 – Distribuição dos elementos de drenagem no distrito de Santo Agostinho.



Fonte: Autoria própria (2025).

No distrito, as bocas de lobo danificadas também apresentaram algum tipo de avaria na tampa de concreto. No bairro de Suape, foi constatado o maior percentual de bocas coletoras danificadas. Assim como verificado no estudo de Aniceto *et al.* (2024) no município de Abreu e Lima/PE, neste trabalho também foram identificadas estruturas de drenagem com entrada obstruída pela presença de resíduos sólidos, como garrafas PET, sacos plásticos e casca de coco, resíduos característicos do fluxo constante de usuários da praia que realizam o descarte de forma irregular.

A situação se repetiu nos demais bairros analisados, com menor intensidade, mas também de forma negativa, pois, a presença de resíduos sólidos e sedimentos podem entrar nas caixas coletora e comprometer a função hidráulica da estrutura, levando em conta que haverá obstrução e interferência na eficiência da captação das águas pluviais (Nicolau; Faria; Momoli, 2021).

Os danos estruturais encontrados nas estruturas dos três distritos variam de pequenas avarias nas tampas de concreto das estruturas a quebra total com armadura de aço exposta. Observando esses danos, percebe-se que não só favorecem a entrada de resíduos sólidos nas redes e canais de drenagem, podendo resultar na

obstrução do sistema, como também representam risco iminente à mobilidade e segurança física dos pedestres que transitam pelas calçadas (Mendes *et al.*, 2024).

As bocas de lobo do tipo guia com entrada simples se destacaram nos 3 distritos em todos os bairros. Essas estruturas influenciam no desempenho do sistema de drenagem, especialmente durante períodos de maior precipitação, o que pode resultar em impactos negativos ou positivos.

É importante levar em consideração que em locais com alta concentração de vazão é fundamental a utilização de bocas de lobo múltiplas (ADASA, 2023). No entanto, o número desse tipo de estrutura no município é consideravelmente baixo ou inexistente pois, como visto anteriormente, há predominância da boca de lobo do tipo guia.

Em relação ao mapeamento dos poços de visita, nos bairros Destilaria e Vila Social, foi constatado que os poços presentes em ambos os bairros não possuíam qualquer tipo de identificação, o que dificultou significativamente o processo de reconhecimento.

Esse problema foi observado de forma recorrente nos três distritos. Os poços que possuem identificação exposta nos bairros foram os pertencentes a rede de coleta de esgoto sanitário. No entanto, esse não foi o objetivo da pesquisa.

Apesar dos desafios, foram criadas estratégias para alcançar a possibilidade de identificar os poços de visita da rede de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, mas ainda há a possibilidade da junção dos poços da rede de drenagem e da rede de esgoto nos dados representados na Tabela 9. Baseado nesse resultado, percebeu-se uma discrepância com os dados de poços disponíveis no SNIS (2022), que revela que em todo município só existem 2 poços de visita.

Tabela 9 – Poços de visita e caixas de inspeção.

| Distritos | Poço de visita | Caixa inspeção |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Distrito Sede | 136 | - |
| Distrito Ponte dos Carvalhos | 737 | 137 |
| Distrito Santo Agostinho | 46 | 19 |

Fonte: Autoria própria (2025).

Além disso, o estudo também constatou que, somados, os três distritos apresentam uma extensão total de 318 km de pavimentação, revelando uma alta taxa

de impermeabilização do solo. Essa característica reduz significativamente a capacidade natural de infiltração, podendo contribuir para o aumento do escoamento superficial e intensificar os problemas relacionados ao acúmulo de água nas áreas urbanas (Bernardes Junior, 2021). A Tabela 10 retrata de forma clara a situação das vias públicas por distrito.

Tabela 10 – Situação das vias públicas urbanas nos distritos.

| Distrito | Pavimentada (km) | Parcialmente Pavimentada (km) | Não Pavimentada (km) |
|------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| Distrito Sede | 193,37 | 0,54 | 80,21 |
| Distrito Ponte dos Carvalhos | 81,55 | 1,33 | 21,26 |
| Distrito Santo Agostinho | 43,98 | 4,89 | 97,49 |

Fonte: Autoria própria (2025).

Nesse cenário, a Figura 8 ilustra determinadas vias públicas com pavimentação no município, destacando a presença de sarjetas obstruídas com vegetação (Figura 8A) e uma rua recentemente pavimentada sem bocas coletoras (Figura 8B), circunstâncias que favorecem a ocorrência de alagamentos nesses locais.

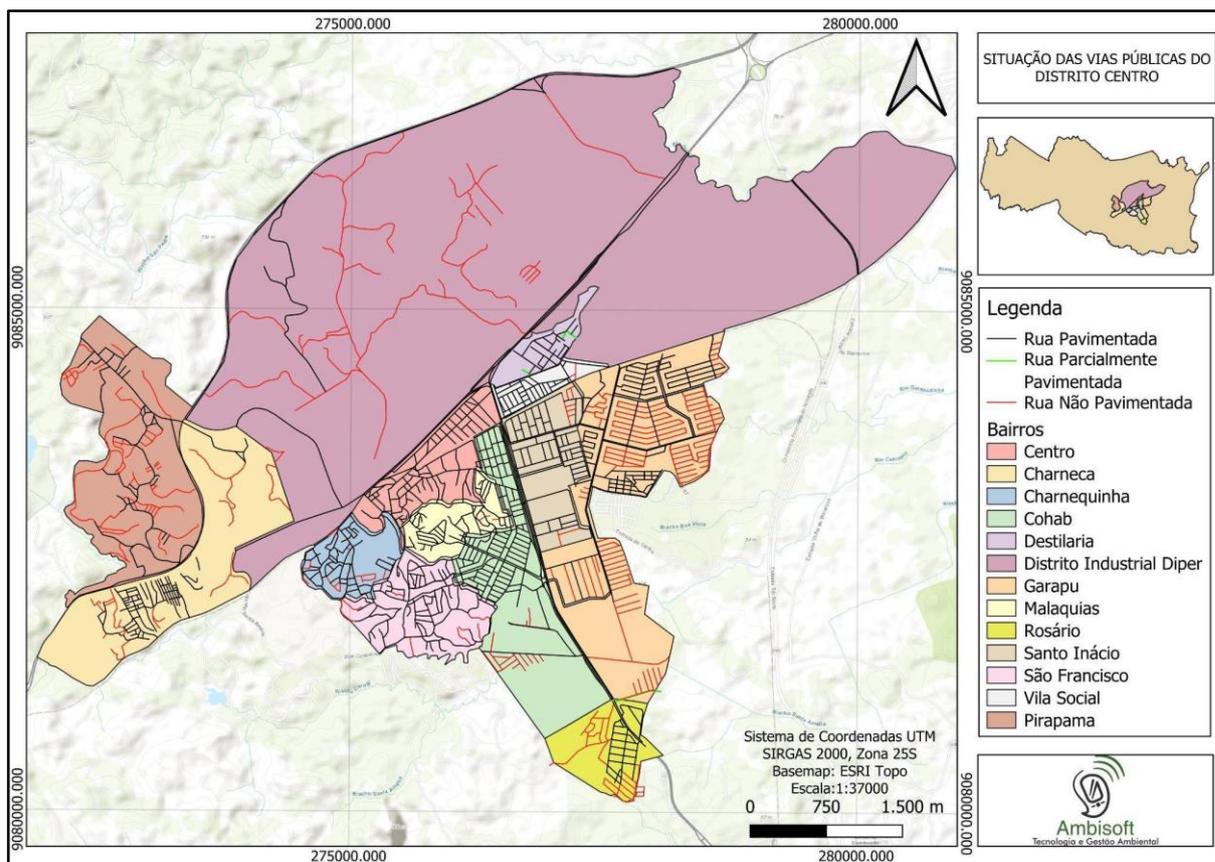
Figura 8 – Vias públicas urbanas. (A) Sarjetas obstruídas, (B) Ausência de bocas coletoras em rua recém pavimentada.



Fonte: Autoria própria (2025).

No distrito Sede, foi observado um total de 193,37 km de vias públicas com algum tipo de pavimentação, com predominância do tipo de pavimento asfáltico (Figura 9).

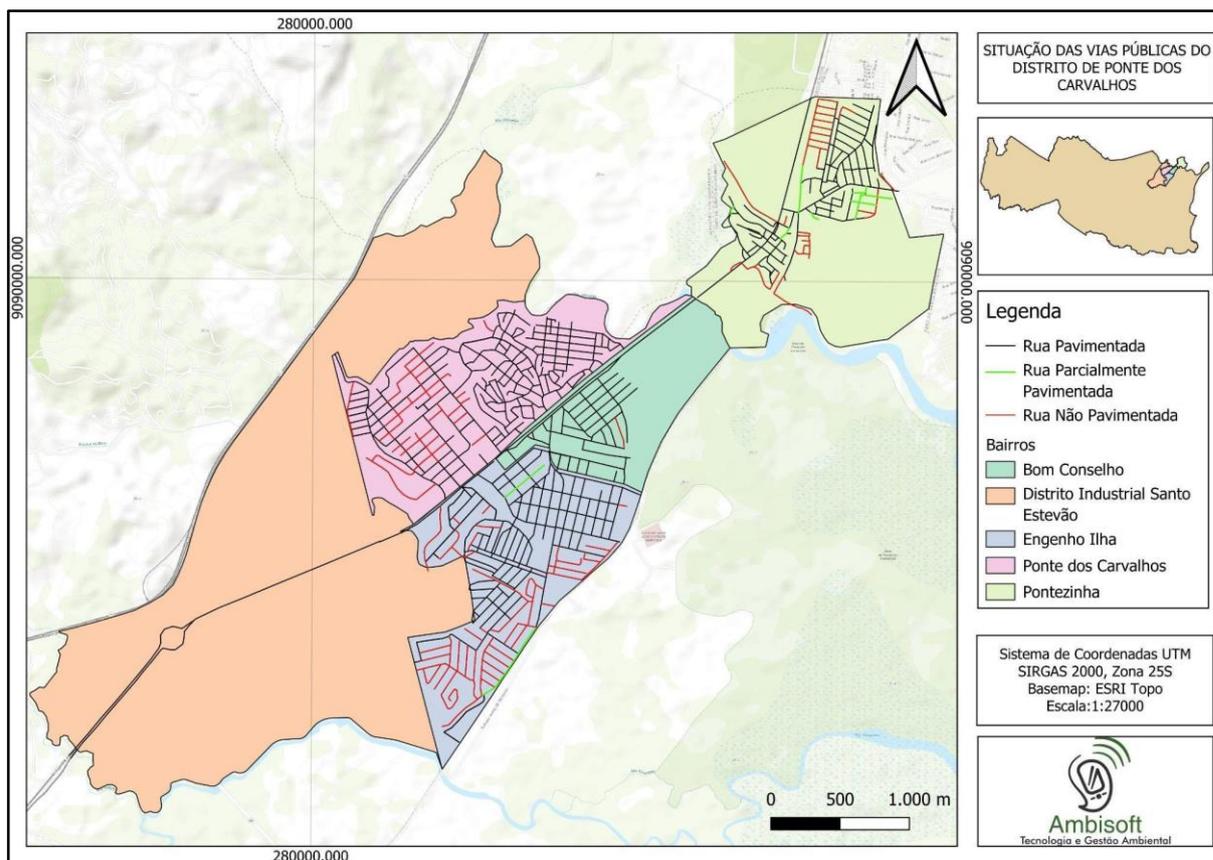
Figura 9 – Situação das vias públicas do Distrito Sede.



Fonte: Autoria própria (2025).

A mesma situação foi constatada no distrito Ponte dos Carvalhos, com a presença de 81,55 km de extensão de vias públicas pavimentadas (Figura 10). Essa realidade das vias públicas, apesar de refletir melhorias em seu revestimento e indicar progresso na infraestrutura local, pode afetar a infiltração das águas pluviais, pois as vias pavimentadas tornam-se impermeáveis, dificultando a infiltração das águas pluviais no solo, como ocorre em áreas não pavimentadas, ou seja, nas ruas de terra, que é o caso das vias do distrito Santo Agostinho.

Figura 10 – Situação das vias públicas do Distrito de Ponte dos Carvalhos.

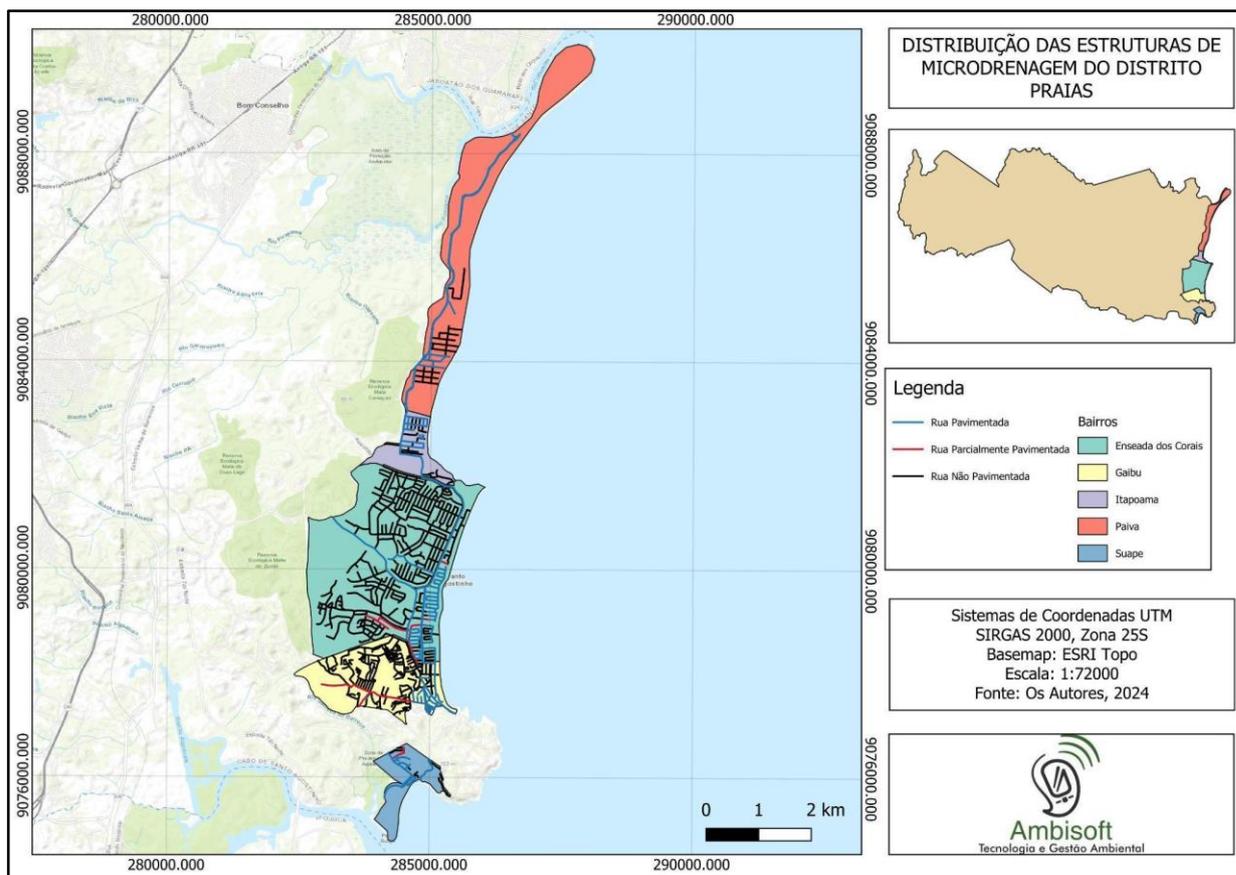


Fonte: Autoria própria (2025).

Já no distrito Santo Agostinho, região litorânea do município, conforme representado na Figura 11, houve predominância das vias públicas não pavimentadas, liderando com um total de 97,49% de ruas sem nenhum tipo de pavimento, o que apresenta vantagens para a infiltração natural da água pluvial no solo e menor sobrecarga no sistema de drenagem, pois uma parte da água será absorvida pelo solo reduzindo o acúmulo de água.

No entanto, essa realidade pode trazer uma série de efeitos negativos, pois a drenagem natural do solo não atende a necessidade do escoamento em períodos de chuvas intensas, o que vai resultar na saturação do solo (Verdum; Vieira; Canappele, 2016). Dessa forma, o carreamento dos sedimentos do solo é intensificado causando o acúmulo de sedimentos nos rios e lagos, que resulta no assoreamento (Xavier, 2020).

Figura 11 – Situação das vias públicas do Distrito de Santo Agostinho.



Fonte: Autoria própria (2025).

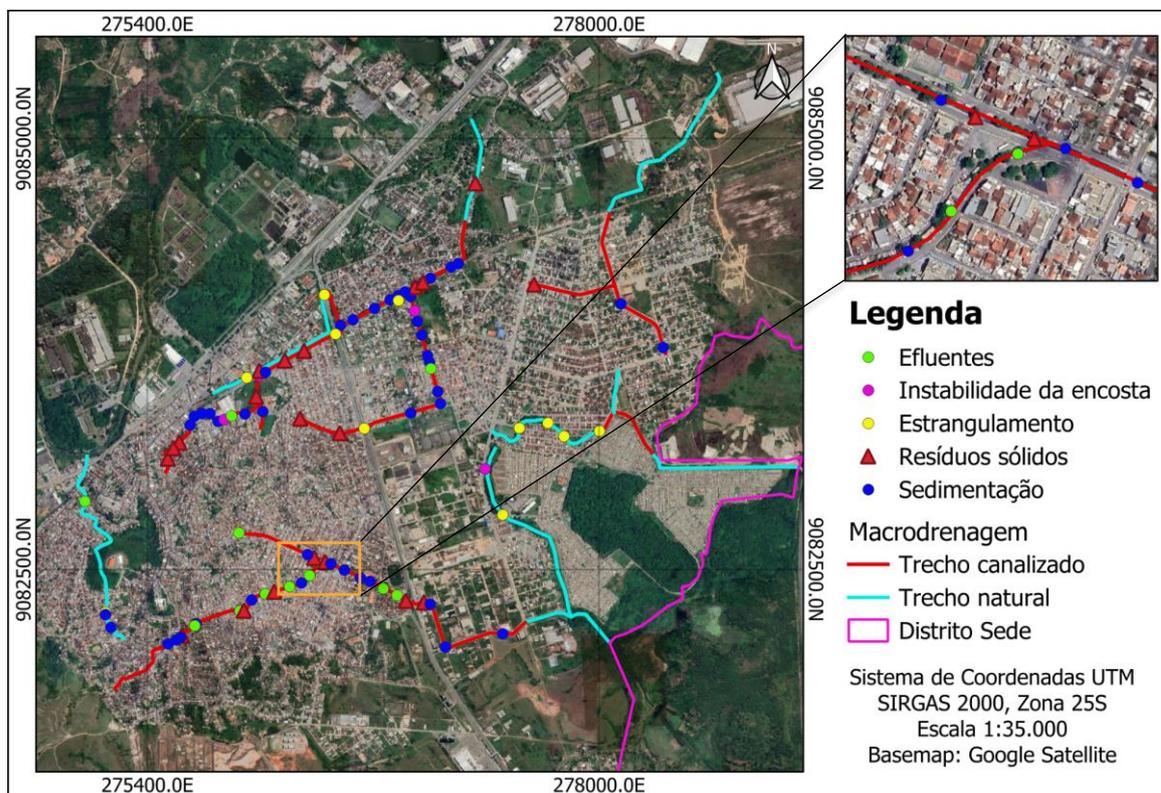
Ademais, essa realidade pode trazer desafios para a locomoção da população em períodos chuvosos e excesso de poeira em períodos secos, que pode afetar negativamente a saúde, trazendo desconfortos a população. Portanto, percebe-se que é fundamental realizar a pavimentação desses locais adotando alternativas sustentáveis como o pavimento permeável como blocos intertravados, concreto poroso ou asfalto drenante.

Com base na pesquisa, foi observado que em todas as ruas pavimentadas existem algum tipo de dano ou obstrução das sarjetas, o que compromete a sua função hidráulica de direcionar as águas pluviais até as bocas de lobo.

Os problemas recorrentes nas sarjetas estão ligados a obstrução por vegetação, resíduos sólidos urbanos, acúmulo de areia, detritos ou até mesmo pela construção inadequada de rampas de acesso às garagens, bloqueando o fluxo contínuo da água. Esse problema impede que a água da chuva seja devidamente conduzida para o sistema de drenagem, prejudicando a eficiência e gerando riscos à infraestrutura urbana.

Além das condições das estruturas de microdrenagem, o diagnóstico também revelou a situação dos canais de macrodrenagem presentes nos 3 distritos, conforme apresentam as Figuras 12, 13 e 14.

Figura 12 – Macrodrenagem do Distrito Sede.



Fonte: Autoria própria (2025).

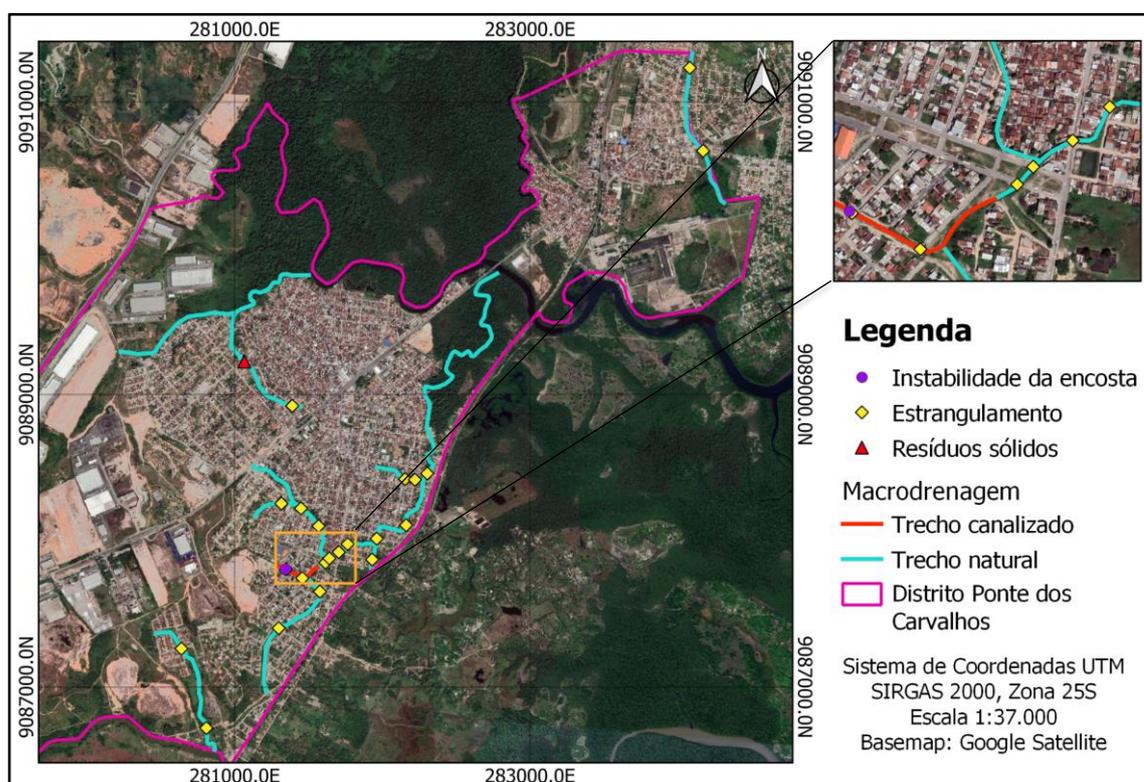
A macrodrenagem do Distrito Sede é formada por um total de 7,7 km de trechos naturais e 10,2 km de trechos canalizados (Figura 12). O diagnóstico realizado identificou diversas questões ambientais e estruturais na área. Assim, foram localizados 10 pontos de descarte irregular de efluentes, indicando problemas no manejo dos resíduos líquidos.

Além disso, foi verificado que quatro trechos da encosta dos canais apresentam instabilidade, situação que representa um risco potencial para a segurança e integridade das estruturas. Também foram encontrados 11 pontos de estrangulamento ao longo dos canais, que dificultam o fluxo adequado da água. A presença de resíduos sólidos foi observada em 20 locais, evidenciando a necessidade de ações para melhorar o manejo dos resíduos e a limpeza das áreas afetadas. Por fim, 45 pontos apresentaram sedimentação acumulada, com conseqüente

comprometimento da capacidade de drenagem e agravamento dos problemas de alagamentos na região.

O diagnóstico da macrodrenagem permitiu identificar que o distrito de Ponte dos Carvalhos possui uma extensão de 11,0 km de canais sem nenhum tipo de modificação artificial, os quais são caracterizados como leitos naturais (Figura 13). Em contraste, apenas 0,3 km da de canal é modificado artificialmente contando com a impermeabilização ou retificação.

Figura 13 – Macrodrenagem do Distrito de Ponte dos Carvalhos.



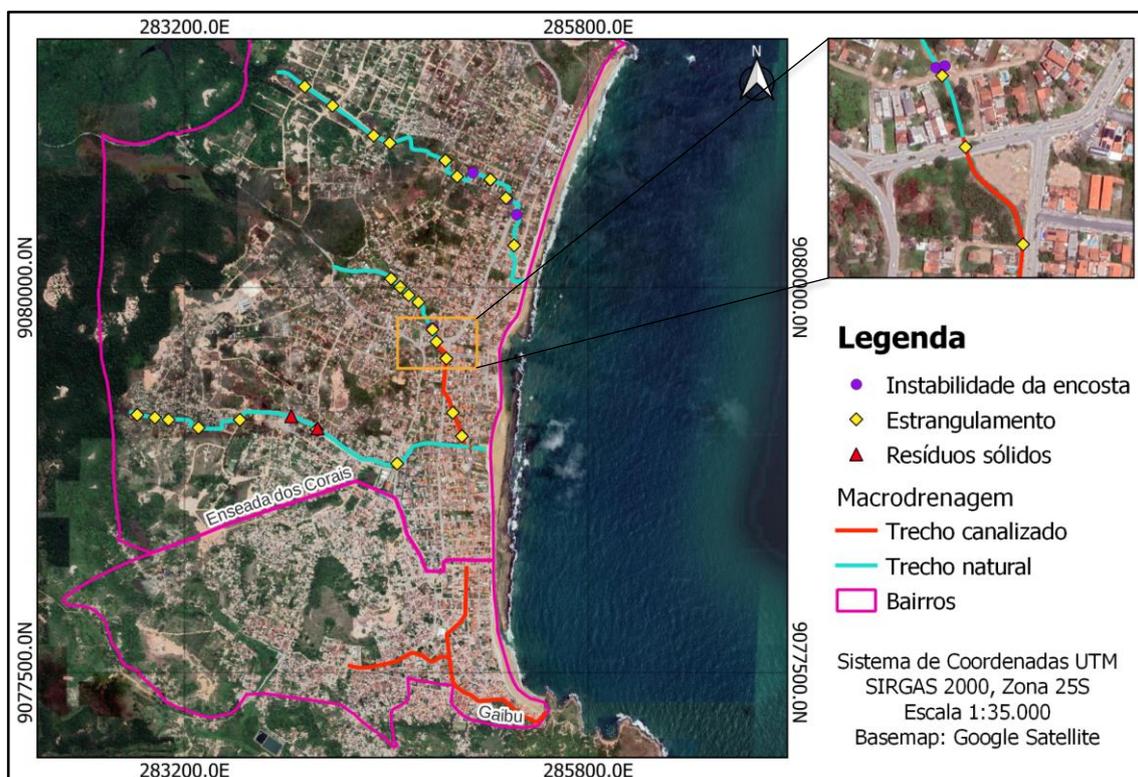
Fonte: Autoria própria (2025).

A análise detalhada da extensão total dos canais, possibilitou a observação e identificação da presença de 21 pontos de estrangulamento, que são áreas onde há uma redução da capacidade de escoamento da água. Além disso, o levantamento identificou 1 ponto de descarte irregular de resíduos sólidos e 1 ponto de instabilidade da encosta, caracterizado por irregularidades nas margens ao longo da extensão do canal, conforme apresentado na Figura 13.

No distrito de Santo Agostinho, os resultados indicaram a existência de canais naturais com 6,0 km de extensão, enquanto 3,0 km foram modificados artificialmente. Por meio das imagens de *Street View*, foi identificado a existência de 25 pontos de estrangulamento. Ademais, 2 pontos de descarte de resíduos sólidos e 2 pontos de

instabilidade da encosta ao longo da extensão do canal foram identificados, conforme exposto na Figura 14.

Figura 14 – Macrodrenagem do Distrito de Santo Agostinho.



Fonte: Autoria própria (2025).

Diante disso, a Figura 15 ilustra os principais problemas encontrados nos canais de macrodrenagem do município, incluindo descarte inadequado de resíduos sólidos (Figura 15C), estrangulamento (Figura 15B) e instabilidade da encosta do canal natural, causando a sedimentação e assoreamento do canal (Figura 15A), fatores que contribuem com a recorrência de inundações na região.

Figura 15 – Situação dos canais de macrodrenagem. (A) Distrito Sede; (B) Distrito Santo Agostinho; (C) Distrito Ponte dos Carvalhos.



Fonte: Autoria própria (2025).

4.3 Hierarquização dos problemas de infraestrutura

Contendo as informações referentes a qualidade da infraestrutura de microdrenagem e da macrodrenagem, obteve-se também a hierarquização dos problemas por nível de relevância. Conforme destacado na Tabela 11, os problemas encontrados em sua maioria obtiveram o nível 1 na escala de hierarquização, sendo classificados como problema de destaque, pois estão diretamente ligados à qualidade de vida e à segurança da população.

Tabela 11 – Hierarquização dos problemas encontrados.

| Problema | Tipo de problema | Nível de hierarquização | Classificação da gravidade |
|---------------------------------------|---|-------------------------|----------------------------|
| Bocas de lobo obstruídas | Dificuldade na drenagem, adequada das águas e proliferação de doenças transmitidas pelo <i>Aedes aegypti</i> | Nível 1 | Problema de destaque |
| Obstrução das Sarjetas | Incorreto fluxo da água/Alagamentos | Nível 1 | Problema de destaque |
| Assoreamento dos canais | Redução da capacidade de drenagem; erosão das margens dos canais com leito natural; maior possibilidade de enchentes. | Nível 1 | Problema de destaque |
| Deterioração das estruturas | Risco a segurança pública; mal funcionamento da estrutura | Nível 1 | Problema de destaque |
| Falta de identificação nas estruturas | Dificuldade de manutenção e fiscalização; desorganização, dificuldade de planejamento e monitoramento. | Nível 2 | Problema de importância |

Fonte: Autoria própria (2025).

A classificação dos problemas Nível 1 foram definidos com base no risco de alagamentos nas áreas em que estão localizados, resultantes da obstrução das estruturas de drenagem responsáveis por coletar e transportar as águas pluviais. Além disso, os problemas enquadrados neste nível consideram o risco iminente à segurança pública, visando a prevenção de acidentes envolvendo as estruturas com avarias.

Por fim, os problemas classificados como Nível 2 foram atribuídos com base na dificuldade de identificação dos poços e caixas de inspeção de drenagem, o que dificulta a realização de manutenções e intervenções corretivas no sistema de drenagem quando necessário.

4.4 Índice de Desempenho de Drenagem e Águas Pluviais - IDAP

Após o enquadramento dos indicadores de drenagem urbana no município, observou-se que, no indicador relacionado à taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana, o município obteve um percentual de 81,3%, o que resultou na atribuição do score máximo de 5 pontos, conforme representado na Tabela 12.

Tabela 12 – Scores dos indicadores de DMAPU do Cabo de Santo Agostinho.

| Indicador | Valores de referência (Paz et al., 2022) | | | SNIS (2022) | Score |
|--|---|------|------|-------------|-------|
| | Q1 | Q2 | Q3 | | |
| IN049 - Investimento per capita em drenagem e manejo de Águas Pluviais | 0,0 | 0,0 | 4,3 | 44,47 | 5 |
| IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município | 57,4 | 70,1 | 80,5 | 81,3 | 5 |
| IN021 - Taxa de Cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos | 0,0 | 3,2 | 14,3 | 5,6 | 3 |
| IN051 - Densidade de captação de águas pluviais na área urbana | 0,00 | 1,0 | 5 | 8 | 5 |
| IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de inundação | 4,8 | 0,4 | 0,0 | 0,8 | 2 |

Fonte: Adaptado de SNIS (2022).

Em relação ao indicador de taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos, que requer um percentual superior a 14,3%, o município alcançou um valor de 5,6%, resultando em um score de 3 pontos. Esse desempenho ficou abaixo do recomendado.

No indicador referente à parcela de domicílios em situação de risco, o município apresentou um percentual de 0,8%, o que lhe conferiu um score de 2 pontos, visto que o valor ideal seria de 0,0%. O percentual observado, embora superior a 0,4%, ainda está distante do parâmetro considerado ideal para a redução de riscos.

Nos indicadores referentes à densidade de captação de águas pluviais na área urbana e ao investimento *per capita* em drenagem e águas pluviais, o município obteve o score máximo, pois os valores alcançados superaram de forma substancial os valores de referência estabelecidos para o quartil 3. Isso demonstra que o município apresenta uma performance muito superior aos padrões de referência para esses indicadores.

Já no caso dos indicadores IN040 e IN021, o município teve um desempenho inferior ao esperado, já que os resultados obtidos ficaram aquém dos parâmetros recomendados, indicando áreas que necessitam de melhorias para atingir os níveis ideais de desempenho.

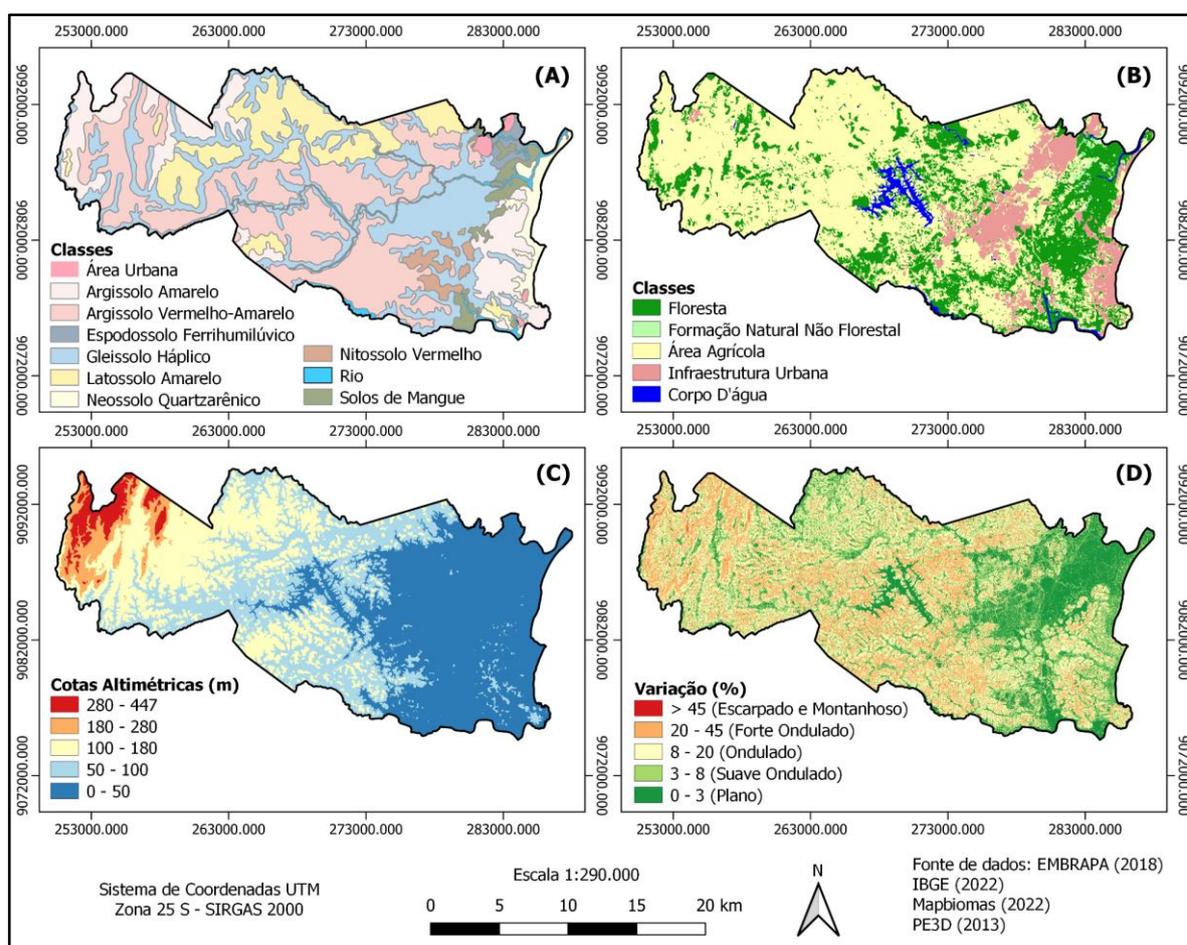
A partir dos scores obtidos para cada indicador, foi realizada a soma total dos valores, gerando a pontuação final do IDAP. O município obteve uma pontuação de 20 pontos, o que o posiciona, segundo os critérios definidos por Paz *et al.* (2022), entre os 20 municípios com os melhores desempenhos de benchmarking no estado de Pernambuco.

O que significa que, fazendo a comparação do desempenho do município com o de outros municípios, identificando aqueles que têm os melhores resultados em áreas específicas, nesse caso, a drenagem urbana e manejo de águas pluviais, o Cabo de Santo Agostinho se encaixa nos municípios que apresentam os melhores desempenhos. Apesar disso, o município aparece no ranking na 15ª colocação do ranking apresentado por Paz *et al.* (2022), o que significa que deve haver melhorias, principalmente com relação aos indicadores que obtiveram os scores inferiores ao esperado.

4.5 Mapeamento das áreas de inundação

A partir da análise dos critérios estabelecidos (Figura 16), foi possível identificar os tipos de solos predominantes na área de estudo. Os principais solos encontrados foram o argissolo vermelho-amarelo (31,9%), que se caracteriza por ser um solo moderadamente drenado, e o latossolo amarelo (13,7%), que apresenta alta permeabilidade, permitindo a infiltração rápida da água (Embrapa, 2021).

Figura 16 – Variáveis que influenciam na suscetibilidade à inundação. Pedologia; (B) Uso e ocupação do solo; (C) Hipsometria; (D) Declividade.



Fonte: Autoria própria (2025).

Além desses, conforme representado na Figura 16, também foi identificado o gleissolo háptico (29,0%), um solo com características hidromórficas, ou seja, que se forma em áreas de encharcamento permanente ou temporário, sendo propenso ao acúmulo de água em sua superfície. A tipologia também foi identificada no estudo realizado por Gomes *et al.* (2020).

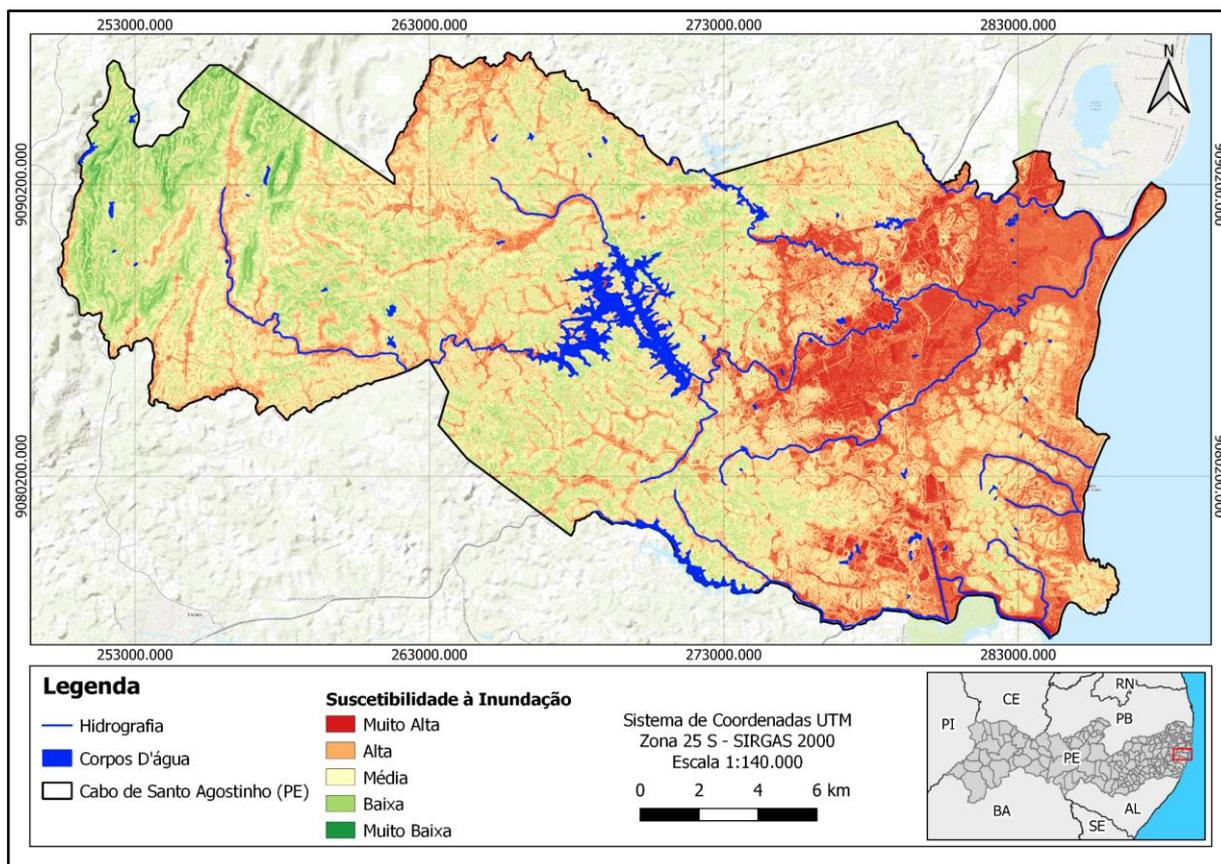
Em relação ao uso do solo, a área estudada é predominantemente destinada à atividade agrícola com percentual superior a 60%. A maior parte da terra é utilizada para o cultivo de cana-de-açúcar, uma das principais culturas da região. Além disso, uma significativa porção da área é coberta por florestas (26,1%), que representam a vegetação nativa preservada. Esse uso do solo reflete tanto as condições edáficas da região quanto às atividades econômicas dominantes. Além disso, 10,2% correspondem à infraestrutura urbana, 0,9% de formação não florestal e 2,3% referente aos corpos d'água.

No que diz respeito às áreas com grau de suscetibilidade muito alta para inundação nos bairros do município do Cabo de Santo Agostinho, a análise criteriosa dos dados revelou que as regiões com maior risco estão localizadas nas áreas com altitude de 0 a 50, que abrange as áreas mais baixas do município, corresponde a 39,5%, assim como a declividade, que corresponde a 22,1% da área urbana municipal. Esses locais apresentam características topográficas com declividade plana, o que contribui para a maior susceptibilidade a alagamentos, especialmente em períodos de chuvas intensas. Esse comportamento pode ser visualizado na Figura 17, que ilustra as zonas com maior vulnerabilidade à inundação.

Por outro lado, os bairros que apresentaram menor suscetibilidade à inundação são aqueles localizados nas áreas mais altas da bacia, onde a declividade é mais acentuada. Nessas áreas, a água tende a escoar de forma mais rápida, o que reduz o risco de acúmulo e, conseqüentemente, de alagamentos.

Esse padrão de suscetibilidade foi confirmado por Leal, Barbosa e Aquino (2020), que, em seu estudo sobre o mapeamento e a identificação de áreas vulneráveis à inundação na bacia hidrográfica do rio Una, em Pernambuco, também observaram que regiões com maior altitude e declividade mais acentuadas estão menos suscetíveis a inundações.

Figura 17 – Mapa de vulnerabilidade à inundação.

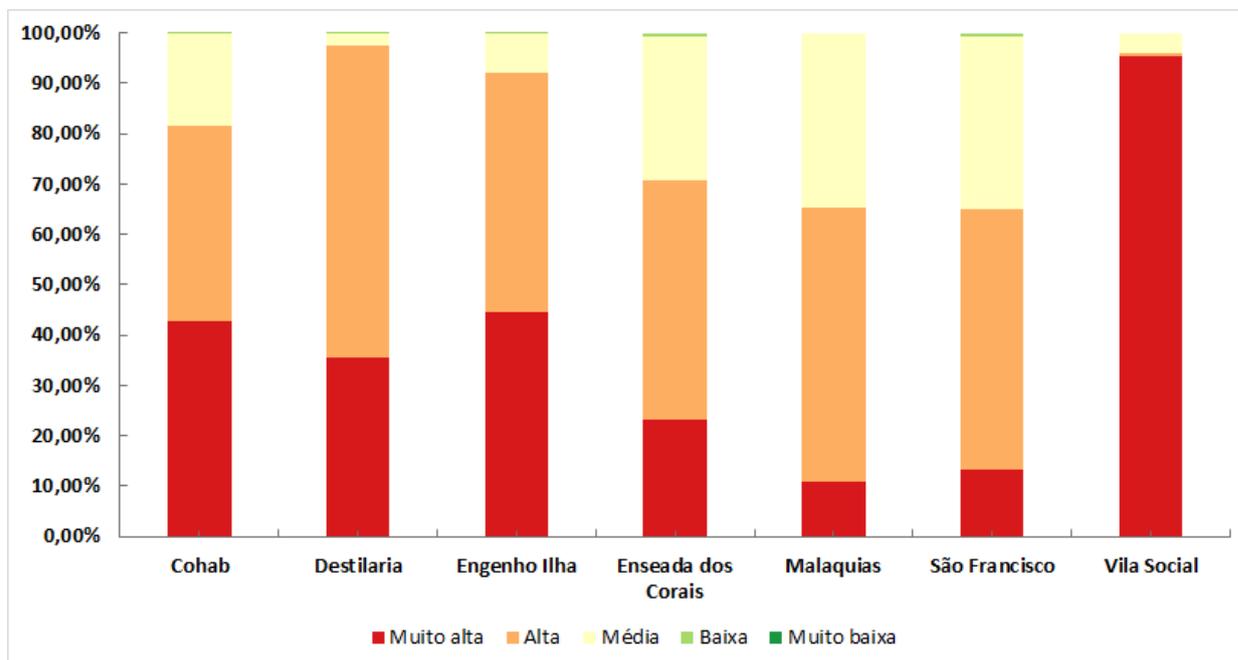


Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme exposto na Figura 18, o bairro Vila Social se destacou quanto ao grau de suscetibilidade à inundação, com aproximadamente 100% da área com suscetibilidade muito alta para a ocorrência desse evento, o que pode estar relacionado a declividade do local que foi caracterizado como plana. Situação semelhante ocorreu no bairro Engenho Ilha, com aproximadamente 45% da área caracterizada com grau de suscetibilidade muito alta à inundação.

Dentre os bairros selecionados, os que apresentaram áreas com incidência muito alta e alta para inundação foram Cohab com aproximadamente 43% e Destilaria com 36%. Todos os bairros apresentaram valores expressivos para grau alto, que variou de aproximadamente 37% a 63%. As áreas do bairro que apresentaram suscetibilidade média e baixa variaram de 2,2% a 34,78% e média de 0,04% a 0,00%.

Figura 18 – Vulnerabilidade à inundação nos bairros estudados.



Fonte: Autoria própria (2025).

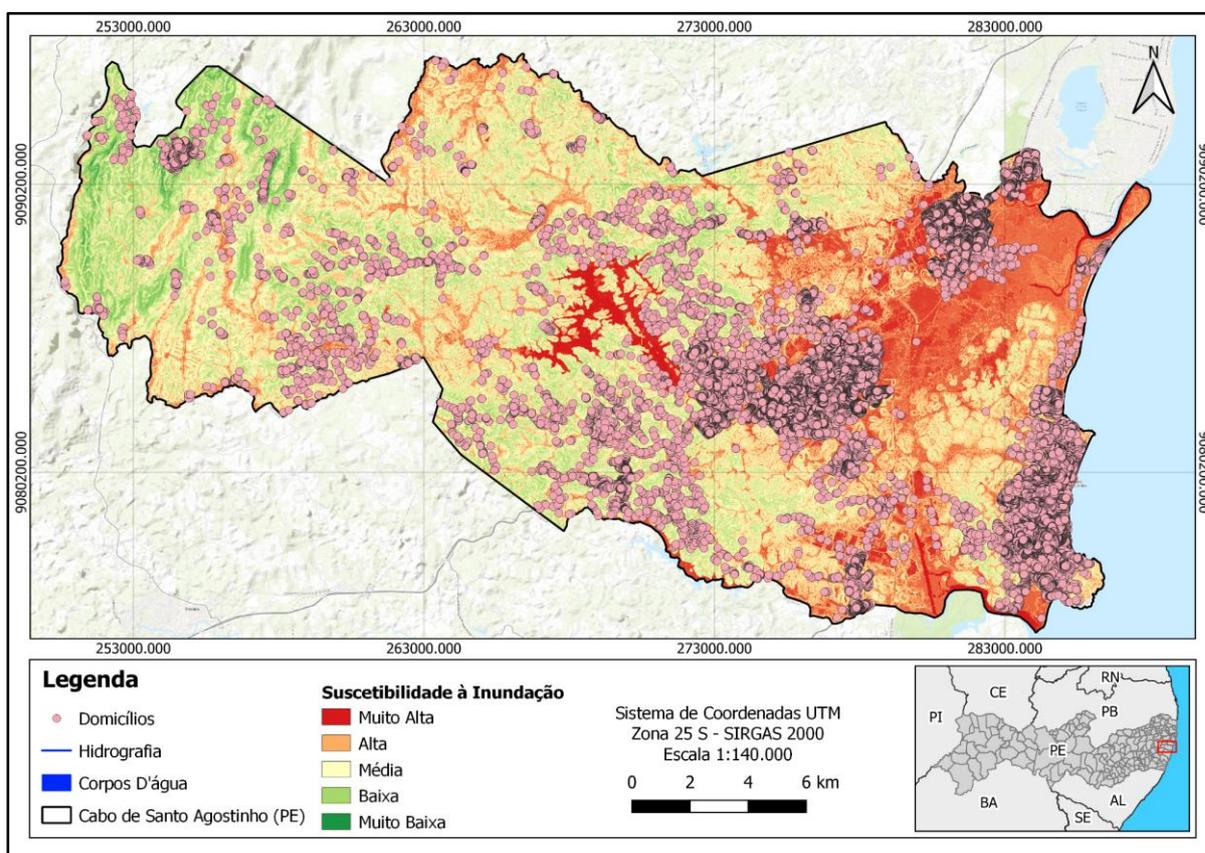
A  rea com suscetibilidade muito alta a inundações foi significativa, abrangendo 95,51% da área total do bairro Vila Social, que foi classificado com um grau muito alto (Figura 16). Isso significa que praticamente toda a região está exposta a s rios impactos em caso de precipitações intensas, o que pode resultar em inundações frequentes, danos a imóveis, destruição de infraestruturas e, em casos mais graves, riscos   vida da população mais vulnerável.

Além disso, os demais bairros também apresentaram grandes extensões de área com risco elevado para inundações, o que indica um padrão preocupante de vulnerabilidade em toda a região. Esses altos índices de risco sugerem que, em situações de chuvas fortes, a capacidade de drenagem da área é insuficiente, o que pode causar transtornos como o alagamento de ruas, interrupção do tráfego, além de afetar negativamente a saúde pública devido ao aumento da proliferação de doenç as transmitidas por água contaminada.

De acordo com dados de domicílios do IBGE (2022), percebe-se no mapa que aproximadamente 42.842 domicílios estão localizados em áreas com grau de suscetibilidade muito alta   inundação. Esses domicílios estão situados em regiões que, devido à sua topografia, infraestrutura deficiente ou outros fatores, estão altamente suscetíveis a inundação em caso de chuvas intensas.

A Figura 17 ilustra de maneira detalhada a distribuição espacial desses domicílios nas áreas de risco elevado, permitindo observar com clareza como a concentração desses domicílios se distribui ao longo do território. A visualização dessa distribuição é fundamental para entender a extensão do problema e os impactos potenciais sobre a população local, que se encontra em situação de alta exposição a desastres naturais relacionados às inundações.

Figura 19 – Domicílios em situação de risco à inundação.



Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme apresentado na Tabela 13, as maiores extensões territoriais do município do Cabo de Santo Agostinho estão localizadas nas classes de susceptibilidade média (205,83 km²), alta (137,86 km²) e muito alta (67,46 km²). A partir do recorte da camada shapefile de domicílios do censo IBGE 2022, foi possível quantificar os domicílios inseridos nessas áreas. Dessa forma, dos 117.031 domicílios existentes no município, 101.337 estão situados em áreas classificadas com susceptibilidade alta e muito alta.

Tabela 13 – Distribuição de área e domicílios nas classes de suscetibilidade.

| Suscetibilidade | Área (km²) | Área (%) | Domicílios | Domicílios (%) |
|------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| Muito Baixa | 0,23 | 0,5 | 0 | 0,00 |
| Baixa | 33,21 | 7,47 | 299 | 0,26 |
| Média | 205,83 | 46,30 | 15395 | 13,15 |
| Alta | 137,86 | 31,01 | 58495 | 49,98 |
| Muito Alta | 67,46 | 15,17 | 42842 | 36,61 |
| Total | 444,59 | 100 | 117031 | 100 |

Fonte: Autoria própria com base em IBGE (2022).

O cenário apresentado na Tabela 13 indica que mais de 80% do total de domicílios do município encontra-se em regiões suscetíveis à inundação, o que expõe um grande número de residentes a riscos elevados e potenciais danos em situações de eventos climáticos extremos.

De acordo com o quadro geral de risco do Plano de Contingência para Enfrentamento de Desastres de Origem Natural (Enchentes e Inundações) do Município do Cabo de Santo Agostinho, existem 30 setores de risco para alagamentos distribuídos entre as quatro regionais presentes no município (Cabo de Santo Agostinho, 2024). Na Tabela 14 estão sendo representadas as localidades pertencentes às regionais que contêm setores de risco.

Tabela 14 – Regionais com setores de risco.

| Regionais | Localidade | Número de setores de risco para alagamentos |
|------------------|--|--|
| Regional 1 | Sapucaia, Pirapama, São Francisco, Cohab | 05 |
| Regional 2 | Destilaria, Itapuama, Enseadas dos Corais, Gaibu. | 07 |
| Regional 3 | Alto dos Índios, Ponte dos Carvalhos Antigo, Matadouro, Fluminense, Bom Sucesso, Maruim, Caçari, Bom Conselho, Área da Estação, CSU, Alto da Igreja Católica, Pontezinha, Vila das Palmeiras, 21 de Abril, Vila Nova, Mocidade | 17 |
| Regional 4 | Jussaral | 01 |

Fonte: Adaptado de Cabo de Santo Agostinho (2024).

Com base no conteúdo do Plano de Contingência, observa-se uma correspondência significativa entre as áreas representadas no mapa de risco de inundação e as localidades identificadas no próprio plano. Essa relação sugere que as regiões vulneráveis às inundações, conforme delineadas no mapa de risco, coincidem com as localidades especificadas no plano, o que validou as informações obtidas no mapeamento. Esta informação enfatiza a necessidade urgente de medidas de mitigação e planejamento urbano para reduzir os impactos nessas áreas.

4.6 Inundações, enchentes e alagamentos no Cabo de Santo Agostinho

As inundações no município do Cabo de Santo Agostinho são um problema recorrente. Esses fenômenos ocorrem com a combinação de fatores como chuvas intensas, infraestrutura urbana inadequada e ocupação de áreas de risco, principalmente em regiões próximas aos rios e mangues.

No município ocorreram alguns eventos de inundação nos períodos de chuvas intensas (Figura 20). Com base nas informações expostas em portais eletrônicos, no ano de 2009, vários bairros do município foram atingidos por episódios de inundação (Diversos [...], 2009).

Figura 20 – Inundação no bairro Destilaria.



Fonte: Diversos [...] (2009).

Um dos bairros afetados foi o bairro da Destilaria, que está representado no mapa de inundação elaborado como uma das áreas de suscetibilidade muito alta para

esse evento. Conforme representado na Figura 18, os moradores enfrentam desafios para se locomover, em razão das ruas que estavam inundadas.

Além disso, no mesmo período do ano, eventos semelhantes ocorreram nas localidades da Vila Claudete, loteamento Garapu e no bairro São Francisco (Figura 21).

Figura 21 – Inundação nos Bairros Garapu e São Francisco.



Fonte: Diversos [...] (2009).

Em 2010, moradores do bairro Pontezinha também enfrentaram problemas associados à inundação das ruas (Figura 22). Segundo relatos para o blog Portal do Cabo, as inundações tiveram contribuição da negligência do poder público municipal (Portal Cabo, 2010).

Figura 22 – Inundação de 2010 no bairro Pontezinha.



Fonte: Portal Cabo (2010).

A situação aconteceu novamente em 2013, moradores do bairro Pontezinha voltaram a enfrentar problemas associados à inundação das ruas assim como representado na Figura 23 (Globo Play, 2013).

Figura 23 – Inundação de 2013 no bairro Pontezinha.



Fonte: Globo Play (2013).

Em 2017, os transtornos causados pelas inundações também foram registrados, destacando as ocorrências de inundação em várias áreas do município, dentre elas os bairros Ponte dos Carvalhos e Centro. Na Figura 24, é possível observar ruas inundadas no bairro de Ponte dos Carvalhos. Segundo o SIM Notícias (2017), houve relatos dos comerciantes locais que as canaletas de drenagem urbana local estavam obstruídas.

Figura 24 – Inundação no bairro Ponte dos Carvalhos.



Fonte: SIM Notícias (2017).

Em 2020, a situação se repete, mais uma vez em Pontezinha, dessa vez, em uma tentativa de protesto, o morador simulou uma pescaria em meio à inundação conforme exposto na Figura 25.

Figura 25 – Inundação em Pontezinha.



Fonte: Jornal Diário Cabense (2020).

No ano de 2021, mais um episódio associado às fortes chuvas no município resultou na formação de uma cratera na rodovia PE-028 (Jornal do Comercio, 2021), que dá acesso à praia de Gaibu, conforme ilustra a Figura 26.

Figura 26 – Formação de cratera na PE-028 em Gaibu.



Fonte: Jornal do Comercio (2021).

Baseado nas informações disponíveis no Diário de Pernambuco (2023), no ano de 2023 também foram registradas situações de inundação. O caso retratado na Figura 27, ocorreu no trecho da BR-101, resultando em vários transtornos no trânsito aos veículos e moradores da localidade. De acordo com as informações, esse evento ocorreu devido ao grande volume de água das chuvas (Diário de Pernambuco, 2023), o que causou o transbordamento do Rio Gurjaú.

Figura 27 – Inundação no trecho da BR-101.



Fonte: G1 Pernambuco (2023).

Além disso, no mesmo ano também foram registrados eventos de inundação no bairro São Francisco, localidade também pertencente ao município. De acordo com as informações disponíveis no Portal Folha de Pernambuco (2023), foi acumulado um total de 122,59 mm de chuva em 24 horas, resultando em inundações no bairro, conforme exposto na Figura 28.

Figura 28 – Inundação no bairro São Francisco.



Fonte: Folha de Pernambuco (2023).

No ano de 2024, de acordo com o Radar Metropolitano, uma inundação tomou conta do bairro de Itapuama, área pertencente ao litoral cabense (Figura 29). Com base em relatos populares, a situação tem relação com a ausência de infraestrutura adequada na região.

Figura 29 – Inundação no bairro Itapuama.



Fonte: Radar Metropolitano (2024).

Observando a recorrência desses eventos ao longo dos anos, percebe-se que essa é uma problemática persistente no município, o que traz diversos efeitos negativos à população. A perda de bens materiais, comprometimento da saúde, dificuldade de locomoção e os efeitos que serão causados a longo prazo relacionados à saúde emocional da população que tem os seus bens devastados pela água de forma repetitiva, são alguns dos problemas que podem causar revolta na população cabense.

Além disso, essas ocorrências causam na população um medo constante de novas inundações que possam afetar as suas residências, como exemplificado na Figura 30, criando um ambiente de tensão que prejudica diretamente o bem-estar psicológico da população residente.

Figura 30 – Inundação no bairro Cohab.



Fonte: Pernambuco em Foco (2024).

Com base nas notícias sobre inundações no município, foi possível validar os dados obtidos por meio do mapeamento, confirmando que as áreas indicadas no mapa de suscetibilidade correspondem efetivamente às regiões impactadas por problemas relacionados a inundações. Esse processo de validação demonstrou que as áreas identificadas como suscetíveis no mapeamento estão, de fato, entre as mais afetadas pelos eventos de inundação, validando a precisão e a relevância das informações disponíveis no mapa de suscetibilidade à inundação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais e realizou o mapeamento das áreas suscetíveis à inundação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE. A metodologia considerou o diagnóstico das estruturas de micro e macrodrenagem, bem como os fatores e impactos associados à ocorrência de inundações.

Os resultados mostraram que existem inconsistências nos dados municipais de um ano para outro no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, considerando a discrepância nas informações como quantidade de estruturas de microdrenagem. Essa variação nos dados pode refletir falhas na coleta ou na atualização das informações, o que gera incertezas e dificulta a análise precisa e a tomada de decisões baseadas nesses dados.

O mapeamento revelou que no município a quantidade de bocas de lobo é superior ao informado no SNIS, assim como em relação a quantidade de poços de visitas. Além disso, o resultado revelou que há uma carência de manutenção nas estruturas de micro e macrodrenagem, o que torna o cenário propício a ocorrências de inundações causadas pela ineficiência das estruturas.

Com relação a situação das ruas, revelou-se também a necessidade de manutenção nas sarjetas de drenagem, demonstrando o mal funcionamento da função hidráulica dessa estrutura. Ademais, percebe-se também que algumas ruas que vem recebendo pavimentação recentemente não apresentam nenhuma boca de lobo para fazer a captação das águas pluviais, caracterizando um cenário vulnerável ao aparecimento de alagamentos. Essa situação expõe fragilidades no planejamento urbano e na infraestrutura de drenagem, que precisam ser corrigidas para evitar prejuízos à mobilidade urbana e à qualidade de vida dos moradores.

Os resultados obtidos a partir do mapeamento das áreas suscetíveis à inundação revelou que os bairros que estão situados nas áreas com relevo menos acentuado dentro da bacia hidrográfica apresentam maior risco de inundação, o que se justifica pela dificuldade que essas áreas apresentam no escoamento rápido. As inundações passadas em diversas regiões do município, particularmente nas áreas de relevo mais baixo, demonstram a consistência desse diagnóstico.

Assim, o estudo apresenta contribuições que podem auxiliar o Poder Público em melhorias, pois oferece uma análise detalhada das áreas mais suscetíveis às

inundações no município, baseada no mapeamento das condições topográficas e de drenagem, auxiliando de forma fundamental na tomada de decisões estratégicas para subsidiar a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Apesar disso, a pesquisa exibiu limitações, como dificuldade para a obtenção dos dados fornecidos pelo poder público, dificultando a análise precisa das condições de drenagem na cidade. Além disso, houve inconsistência nos dados divulgados no SNIS, com informações divergentes entre diferentes anos, o que comprometeu a confiabilidade das análises realizadas.

Outra limitação significativa foi a dificuldade no mapeamento dos canais de macrodrenagem, devido à falta de registros detalhados sobre a localização e o estado de conservação dessas estruturas. Além disso, foi constatada a falta de identificação de diversas estruturas de drenagem, como os poços de visita e as caixas de inspeção, o que dificultou a avaliação completa do sistema de drenagem existente no município.

Para estudos futuros, é recomendado a análise da eficiência do sistema de drenagem em diferentes cenários climáticos e urbanos, considerando variáveis como o aumento da impermeabilização do solo, as mudanças climáticas e a expansão urbana desordenada. Com isso, será possível avaliar as respostas das diferentes áreas da cidade ao escoamento das águas pluviais e identificar pontos críticos na drenagem que exigem intervenções urgentes.

REFERÊNCIAS

- ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Manual de drenagem e manejo de águas urbanas**. Brasília: ADASA, 2023. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/drenagem_urbana/regulacao/Manual_de_drenagem_e_manejo_de_aguas_urbanas/Manual%20Drenagem%20Adasa_Digital_rev_compactado-2_compressed.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. *In*: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 39-52. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.
- ANICETO, F. D. S.; ALVES, A. M. S.; SILVA, A. M. B.; SILVA, P. V.; PAZ, D. H. F. Diagnóstico do sistema de manejo e drenagem de águas pluviais do município de Abreu e Lima/PE. *In*: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2024, Recife. **Anais [...]**. Recife: ABES, 2024. Disponível em: <https://anais.abes-dn.org.br/21silubesa/3/>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Climatologia: precipitação média por município**. Recife: APAC, 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias hidrográficas - GL-2**. Recife: APAC, 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/bacias-hidrograficas-gl-2/185-bacias-hidrograficas-gl-2/223-gl-2>. Acesso em: 30 jan. 2025.
- BARROSO, C. F. S. **Zoneamento de áreas inundáveis no baixo Cauamé, Boa Vista, Roraima**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2022. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/dissertacoesdefendidas/zoneamento-de-areas-inundaveis-_carlos-francisco.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BATISTA, L. F. D. R. **Estudo de indicadores de risco de inundação no município do Cabo de Santo Agostinho**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/14243/1/Vers%C3%A3oBiblio_LarissaBatista_Diss_UFPE_PPGEC_GRH_2015.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BERNARDES JUNIOR, V. P. **Estudo hidrológico da bacia hidrográfica do córrego Varjada e impactos da impermeabilização do solo no local**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. Disponível em:

https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3647/6/MONOGRRAFIA_Estudo_HidrologicoBacia.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

BEZERRA, A. M.; QUEIROZ NETO, M. L.; FLORÊNCIO, F. D. C.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA JUNIOR, P. L. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 7., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: IBEAS, 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/IX-040.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRAGANÇA, A. B. **Sistema de drenagem pluvial do bairro Jardim Europa - município de São Gabriel/RS**. 2024. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2024. https://repositorio.unipampa.edu.br/bitstream/riiu/12345/1/Monografia_André_Bragança.pdf Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. 169 p. Disponível em: <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoconstituicao/anexo/cf.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDC [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 11 abr. 2012. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-12.608-de-10-de-abril-de-2012-3883919>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...]. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-269389138>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRUNO, A. P. **Desenvolvimento urbano**: O contexto da formulação da Política Nacional do Desenvolvimento Urbano. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/midia/documentos/pdf/seinfra_tcu_desenvolvimento_urbano_apb_final_para_publicacao_site_mdr.pdf. Acesso em: 15 de out. 2024.

CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.002.0001>. Disponível em: <https://www.ajouronline.com/index.php/ES/article/view/3871>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CABO DE SANTO AGOSTINHO (PE). **Lei Municipal 3.343/2017**. Institui a Política de Desenvolvimento Urbano e Ambiental e o Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (Plano Diretor Joaquim Nabuco) do Município do Cabo de Santo Agostinho [...]. Cabo de Santo Agostinho: Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho, 2017. Disponível em: <http://leismunicipa.is/mvqnu>. Acesso em: 15 out. 2024.

CABO DE SANTO AGOSTINHO (PE). **Plano de Contingência para Enfrentamento de Desastres de Origem Natural (Enchentes e Inundações) do Município do Cabo de Santo Agostinho**. Cabo de Santo Agostinho: Secretaria Municipal de Saúde, 2024, 90 p. Disponível em: https://transparencia.cabo.pe.gov.br/uploads/5117/1/atos-oficiais/2024/servicos-de-saude/1715780166_plano-municipal-de-contingencia-vigidesastres--cabo.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Inundação**. Brasília: CEMADEN, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/paginas/ameacas-naturais/inundacao#:~:text=Inunda%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20o%20proc%20em,se%20encontram%20submersas%20%5Bi%5D>. Acesso em: 16 de out. de 2024.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPÇÃO, R. S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**, [s. l.], v. 43, p. 94-108, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S307>. Disponível em: Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sdeb/2019.v43nspe3/94-108/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**: nota técnica explicativa. Brasília: CPRM, 2014. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/16588/1/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

DIVERSOS bairros do Cabo sofrem com a chuva que caiu nesta noite. **Blog do Ricardinho**. 2009. Disponível em: <https://vereadorricardinho.wordpress.com/2009/08/25/diversos-bairros-do-cabo-sofrem-com-a-chuva-que-caiu-nesta-noite/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Chuva provoca dezenas de pontos de alagamento no Grande Recife. **Diário de Pernambuco**. 2023. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2023/06/chuva-provoca-dezenas-de-pontos-de-alagamento-no-grande-recife.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **ZAPE**: Zoneamento Agroecológico de Pernambuco. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2018. Disponível em: https://geoinfo.dados.embrapa.br/datasets/geoinfo_data:geonode:solo_pernambuco_wgs84_cc2d1ae680928ab867e7cc866a56dc70/metadata_detail. Acesso em: 30 set. 2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Argissolos Vermelho-Amarelos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos/argissolos-vermelho-amarelos>. Acesso em: 30 jan. 2025.

FARIAS, A.; MENDONÇA, F. Riscos socioambientais de inundação urbana sob a perspectiva do Sistema Ambiental Urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, e63717, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-63717>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/vnWCPJvXm86C3hXLzwkG93B/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

FOLHA DE PERNAMBUCO. RMR e Zonas da Mata Sul e Norte registram pontos de alagamento; saiba onde mais choveu em Pernambuco. **Folha de Pernambuco**. 2023. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/rmr-e-zonas-da-mata-sul-e-norte-registram-pontos-de-alagamento-saiba/275472/>. Acesso em: 30 jan. 2025

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Plano Municipal de Saneamento Básico: Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**. Brasília: FUNASA, 2016. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Drenagem+e+Manejo+das+%C3%81guas+Pluviais+Urbanas.pdf/72c03623-99ee-40d8-b1e8-107c182daf8e>. Acesso em: 15 fev. 2025.

G1 PERNAMBUCO. Famílias desalojadas, moradores ilhados, abastecimento de água suspenso e ruas alagadas: veja transtornos da chuva em PE. **G1 Pernambuco**. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2023/06/15/familias-desalojadas-moradores-ilhados-abastecimento-de-agua-suspenso-e-ruas-alagadas-veja-transtornos-da-chuva-em-pe.ghtml>. Acesso em: 10 jan. 2025.

GLOBO PLAY. Chuva provoca muitos transtornos no Cabo de Santo Agostinho. **Globo Play**. 2013. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/2616405/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

GOMES, D. P. P.; CLEMENTINO, E. L.; SANTOS, R. E. C.; VERAS, S.; PAZ, D. H. F.; FERREIRA, A. L. N. Diagnóstico de áreas vulneráveis a inundações localizadas no Cabo de Santo Agostinho-PE (Brasil). **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 12, p. 96814-96824, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-248>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/21381>. Acesso em: 15 fev. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. Rio de Janeiro; IBGE, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes#:~:text=Em%202022%2C%20as%20concentra%C3%A7%C3%B5es%20urbanas,viviam%20em%20cidades%20desse%20porte>. Acesso em: 15 out. 2024.

JC NE10. Após chuvas, piso cede e cratera se forma na PE-28 no Cabo de Santo Agostinho. **Jornal do Commercio**. 2021. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2021/08/13026449-apos-chuvas-piso-cede-e->

cratera-se-forma-na-pe-28-no-cabo-de-santo-agostinho.html. Acesso em: 10 jan. 2025.

JORNAL DIÁRIO CABENSE. Pontezinha - Cabo de Santo Agostinho. **Jornal Diário Cabense**. 2020. Disponível em:

https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2667578406821648&id=2290095037903322&set=a.2299786260267533&locale=es_LA. Acesso em: 10 jan. 2025.

LEAL, F. C. B. S.; BARBOSA, I. M. B. R.; AQUINO, J. T. M. Mapeamento de áreas vulneráveis à inundação com uso do SIG e da análise multicritério: o caso da bacia hidrográfica do rio Una em Pernambuco. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s. l.], v. 9, p. 20–40, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e012020-40>. Disponível em:

<https://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestao/article/view/95340>. Acesso em: 15 fev. 2025.

LYRIO, P. H. B. **Modelagem espacial multicritério para definição de áreas suscetíveis a inundações – Estudo de caso: Bacia do Rio Cachoeira (BA)**. 2022.

Monografia (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartografia) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022. Disponível em:

https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/35734/1/Monografia_PHB_Lyrio_2022.pdf.

Acesso em: 15 fev. 2025.

MAPBIOMAS. **Mapbiomas Cobertura 10m**. São Paulo, Mapbiomas, 2022.

Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/mapbiomas-cobertura-10m/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

MEDAU, I. **Análise dos Dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco – Anápolis - GO**. 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, 2018. Disponível em

<http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/120>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MENDES, J. A.; ESTEVAM, F. M.; SILVA, R. A. G.; PAZ, O. L. S. Desafios das inundações urbanas: uma análise das medidas de controle em planos diretores na região metropolitana de Curitiba (Paraná). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 13, n. 26, p. 19–33, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.22292/mas.v13i26.1139>. Disponível em:

<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/articloe/view/1139>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MONTEIRO, P. R. A.; MENDES, T. A. Avaliação e diagnóstico de sistema de drenagem urbana consolidado. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 8, e961986516, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6516>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6516>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MOURA, A. C. M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis, **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2899-2906. Disponível em:

<http://martesid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41/doc/2899->

2906.pdf?metadatasrepository=dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41.08&mirror=ltid.i
npe.br/sbsr/2004/09.22.16.44&languagebutton=en. Acesso em: 15 fev. 2025.

MOURA, E. F. S.; SILVA, S. R. Estudo do grau de impermeabilização do solo e propostas de técnicas de drenagem urbana sustentável em área do Recife-PE. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s. l.], v. 3, n. 15, p. 78-93, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17271/231884723152015993>. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Simone-Silva-31/publication/282393956_ESTUDO_DO_GRAU_DE_IMPERMEABILIZACAO_DO_SOLO_E_PROPOSTAS_DE_TECNICAS_DE_DRENAGEM_URBANA_SUSTENTAVEL_EM_AREA_DO_RECIFE-PE/links/5af33ac6a6fdcc0c03075d39/ESTUDO-DO-GRAU-DE-IMPERMEABILIZACAO-DO-SOLO-E-PROPOSTAS-DE-TECNICAS-DE-DRENAGEM-URBANA-SUSTENTAVEL-EM-AREA-DO-RECIFE-PE.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025

NICOLAU, R. F.; FARIA, K. M. S.; MOMOLI, R. S. Análise integrada da eficiência da microdrenagem e evolução do uso do solo em área urbana. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 553-567, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0044>. Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6081>. Acesso em: 15 fev. 2025.

OLIVEIRA, H. M. **Drenagem urbana - estudo de caso do residencial Itamaracá**. 2022. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1483>. Acesso em: 15 fev. 2025.

ONU – Organização das Nações Unidas. **ONU-Habitat**: população mundial será 68% urbana até 2050. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050>. Acesso em: 15 de out. 2024.

PAZ, D. H. F.; CONTIN, L. C. A.; BARBOSA, J. W. G.; FREITAS, D. A.; LINS, E. A. M. Desenvolvimento do Índice de Desempenho da Drenagem Urbana e Águas Pluviais (IDAP) para o estado de Pernambuco. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 16., 2022, Caruaru. **Anais [...]**. Caruaru: ABRHidro, 2022. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=14239>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PERNAMBUCO. **Pernambuco Tridimensional – PE3D**. Recife: PE3D, 2016. Disponível em: <https://pe3d.pe.gov.br/>. Acesso em: 02 dez. 2024.

PERNAMBUCO EM FOCO. CHUVA: Transbordamento do canal próximo à UPA da COHAB, no Cabo de Santo Agostinho. **Pernambuco em Foco**. 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/pernambucoemfoco/reel/C2i41QIO8lu/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

PESSOA NETO, A. G.; SILVA, S. R.; BARBOSA, I. M. B. R. Mapeamento das áreas suscetíveis às inundações e aos alagamentos no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. **Boletim de Geografia**, [s. l.], v. 40, p. 277-296,

e63948, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v40.a2022.e63948>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/63948>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PESSOA NETO, A. G.; SILVA, S. R.; BARBOSA, I. M. B. R. Mapeamento das Áreas Suscetíveis a Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Duas Unas, em Pernambuco. **Geografia**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 265-284, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2024v33n1p265>. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2024v33n1p265>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PESSOA NETO, A. G.; SILVA, S. R.; BARBOSA, I. M. B. R. Mapeamento das áreas suscetíveis a inundações na bacia hidrográfica do rio Tejiipió, em Pernambuco, Brasil. **Entorno Geográfico**, [s. l.], n. 26, p. 1-27, e2241305, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25100/eg.v0i26.13055>. Disponível em: <https://doi.org/10.25100/eg.v0i26.13055>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PINHEIRO, G. L. **Uso das geotecnologias para geração de dados para estudos de riscos de inundação**. 2024. Monografia (Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2024. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/3737?mode=full>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PORTELA., B. M.; ALVES, G. B.; SILVA, S. R.; LAFAYETTE, K. P. V. Análise da vulnerabilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do rio Sirinhaém, utilizando o Método de Análise Hierárquica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 03, p. 1247-1262, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1247-1262>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/257875/43870>. Acesso em: 15 fev. 2025.

PORTAL CABO. Pontezinha alagada. **Portal Cabo**. 2010. Disponível em: <https://portalcabo.wordpress.com/2010/06/18/pontezinha-alagada/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

RADAR METROPOLITANO PE. No Cabo, moradores culpam prefeito Keko por falta de ações preventivas na praia de Itapuama. **Radar Metropolitano PE**. 2023. Disponível em: <https://radarmetropolitanope.com.br/no-cabo-moradores-culpam-prefeito-keko-por-falta-de-acaos-preventivas-na-praia-de-itapuama/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

RIGHETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 1109–1120, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017162357>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/qYyfFKqt5z7sKVcXW7TmMSg/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

REZENDE, M. E. F. S. **Análise de suscetibilidade à inundação no município de Itabirito - MG**. 2023. Monografia (Bacharelado em Engenharia Urbana) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/5530>. Acesso em: 15 fev. 2025.

RODRIGUES, A. L. M. **Técnicas compensatórias no controle de drenagem em bacias hidrográficas urbanas: diagnóstico, viabilidade e modelagem**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/8e65ed51-bb72-43b4-bbf4-e90df3047ebe/content>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SANTOS, R. S. A.; MENDES, T. G. L.; SILVA, C. E. M.; BEZERRA, A. C. V.; GOMES, D. P. P. Mapeamento de áreas suscetíveis a inundações no município do Cabo de Santo Agostinho – PE/Brasil. 2024. *In*: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2024, Recife. **Anais [...]**. Recife: ABES, 2024. Disponível em: https://abes-dn.org.br/analseletronicos/21silubesa_download/375_tema_ix.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SILVA, P. V.; SILVA, Á. M. B.; PAZ, D. H. F.; FREITAS, D. A.; LEITE FILHO, J. B. V. Diagnóstico do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município do Cabo de Santo Agostinho. *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 14., 2023, Natal. **Anais [...]**. Natal: IBEAS, 2023. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2023/IX-014.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SILVA, T. C.; CARVALHO, M. N. M.; GADELHA, C. L. M.; SILVA Junior, W. R. Diagnóstico e hierarquização de problemas de drenagem urbana da zona costeira sul do estado da Paraíba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 144-152, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522008000200004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/X9qKMnQfHqSD4FMbCfxPgXq/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SIM NOTÍCIAS. Ponte dos Carvalhos, ontem e hoje após as chuvas. **SIM Notícias**. 2017. Disponível em: <https://www.facebook.com/simnoticiaspe/posts/ponte-dos-carvalhos-ontem-e-hoje-ap%C3%B3s-as-chuvasessas-imagens-foram-enviadas-por-690770971123540/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. Brasília: SNIS, 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/serieHistorica>. Acesso em: 29 jan. 2025.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 15 fev. 2025.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: CEPAL, 2012. 50p.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 50 p. Disponível em: https://www.academia.edu/73261172/M%C3%A9todos_e_t%C3%A9cnicas_para_o_controle_da_eros%C3%A3o_e_conserva%C3%A7%C3%A3o_do_solo. Acesso em: 15 fev. 2025.

XAVIER, M. M. S. Q. **Fatores condicionantes para a ocorrência de enchentes na cidade de Mossoró-RN**. 2020. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/a4a42abd-300b-4da6-aed9-77335a8ac611/content>. Acesso em: 15 fev. 2025.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Situação das bocas coletoras por bairros.

| Bairros | Quantidade | Danificadas (%) | Obstruídas (%) |
|--|-------------------|------------------------|-----------------------|
| Destilaria | 53 | 20,75 | 15,09 |
| Vila Social | 128 | 35,93 | 26,56 |
| Santo Inácio | 392 | 35,20 | 24,7 |
| Centro | 185 | 93 | 9,72 |
| Pirapama | 39 | 30,79 | 33,33 |
| Charneca | 41 | 17,07 | 9,75 |
| Charnequinha | 42 | 28,57 | 23,80 |
| São Francisco | 31 | 29,03 | 12,90 |
| Rosário | 18 | 27,77 | 5,55 |
| Distrito Industrial Diper | 60 | 18,33 | 18,33 |
| Malaquias | 27 | 51,85 | - |
| Cohab | 322 | 53,4 | 10,86 |
| Garapu | 411 | 20,19 | 7,29 |
| Distrito de Ponte dos Carvalhos | | | |
| Ponte dos Carvalhos | 312 | 16,5 | 9,7 |
| Engenho Ilha | 313 | 20,0 | 20,0 |
| Pontezinha | 199 | 17,9 | 14,4 |
| Bom Conselho | 176 | 24,4 | 24,0 |
| Distrito industrial Santo Estevão | 15 | 30,7 | 35,2 |
| Distrito Santo Agostinho | | | |
| Enseada dos Corais | 242 | 7,4 | 10,3 |
| Gaibu | 72 | 13,9 | 22,2 |
| Itapuama | 59 | 13,6 | 15,3 |
| Paiva | 232 | 0,0 | 0,4 |

| | | | |
|-------|----|------|-----|
| Suape | 22 | 27,3 | 4,5 |
|-------|----|------|-----|

Fonte: Autoria própria (2025).

Apêndice 2 - Tipos de bocas de lobo encontradas.

| Bairro | Quantidade | Guia (%) | Grelha (%) | Combinada (%) |
|---------------------------------|------------|----------|------------|---------------|
| Distrito Centro | | | | |
| Destilaria | 53 | 16,98 | 79,2 | 3,77 |
| Vila Social | 128 | 99,21 | 0,78 | - |
| Santo Inácio | 392 | 83,67 | 19,59 | - |
| Centro | 185 | 95,13 | 4,86 | - |
| Pirapama | 39 | 56,41 | 43,58 | - |
| Charneca | 41 | 97,56 | 2,43 | - |
| Charnequinha | 42 | 80,95 | 19,04 | - |
| São Francisco | 31 | 96,77 | 3,22 | - |
| Rosário | 18 | 100 | 0 | - |
| Distrito Industrial Diper | 60 | 85 | 15 | - |
| Malaquias | 27 | 92,59 | 7,40 | - |
| Cohab | 322 | 78,88 | 21,1 | - |
| Garapu | 411 | 98,5 | 1,45 | - |
| Distrito de ponte dos Carvalhos | | | | |
| Bom conselho | 176 | 98,86 | 1,14 | - |
| Distrito Industrial S. Estevão | 15 | 66,67 | 33,3 | - |
| Engenho Ilha | 313 | 80,20 | 18,84 | 0,96 |
| Ponte dos Carvalhos | 312 | 97 | 2,56 | 0,32 |
| Pontezinha | 199 | 91,46 | 8,04 | 0,50 |
| Distrito Santo Agostinho | | | | |
| Enseada dos Corais | 242 | 72,7 | 26,4 | 1,2 |
| Gaibu | 72 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| Itapuama | 59 | 52,5 | 47,5 | 0,0 |
| Paiva | 232 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |

| | | | | |
|-------|----|------|-----|-----|
| Suape | 22 | 95,5 | 4,5 | 0,0 |
|-------|----|------|-----|-----|

Fonte: Autoria própria (2025).