

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ TIAGO JESUS DE SOUZA TELES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EM TRECHO DA AVENIDA
EUCLIDES FIGUEIREDO, NO BAIRRO JAPÃOZINHO, ARACAJU - SE**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2024

JOSÉ TIAGO JESUS DE SOUZA TELES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EM TRECHO DA AVENIDA
EUCLIDES FIGUEIREDO, NO BAIRRO JAPÃOZINHO, ARACAJU - SE**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. Msc. Louise Francisca
Sampaio Brandão

ARACAJU

2024

T269a Teles, José Tiago Jesus de Souza.
Análise do sistema de drenagem urbana em trecho da Avenida Euclides Figueiredo, no Bairro Japãozinho, Aracaju-SE./ José Tiago Jesus de Souza Teles. – Aracaju, 2024.
56f.: il.

Monografia – Curso Engenharia Civil– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS.
Orientador: Prof. Msc. Louise Francisca Sampaio Brandão.

1. Engenharia Civil - Drenagem. 2. Impermeabilização - Engenharia Civil. 3. Aracaju - Saneamento. I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS. II. Brandão, Louise Francisca Sampaio. III. Título.

CDU: 624(813.7)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 283

**ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EM TRECHO DA AVENIDA
EUCLIDES FIGUEIREDO, NO BAIRRO JAPÃOZINHO, ARACAJU - SE**

JOSÉ TIAGO JESUS DE SOUZA TELES

Esta monografia foi apresentada às 08 h 30 do dia 16 de Setembro de 2024 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Tatiana Máximo Almeida Albuquerque
Prof.^a Dr.^a Tatiana Máximo Almeida

Albuquerque

(IFS – Campus Aracaju)

Zacarias Caetano Vieira
Prof. M.Sc. Zacarias Caetano Vieira

(IFS – Campus Aracaju)

Louise Francisca Sampaio Brandão
Prof.^a M.Sc. Louise Francisca Sampaio
Brandão

(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora

Pablo Gleydson de Sousa
Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

AGRADECIMENTOS

Finalizar este trabalho representa o fechamento de uma etapa importante da minha vida, e isso não seria possível sem o apoio de várias pessoas que estiveram presentes ao longo dessa jornada.

Em primeiro lugar, agradeço à força superior do universo, que me guiou e proporcionou serenidade e sabedoria para enfrentar os obstáculos que surgiram. Foi essa energia maior que me deu a força necessária para seguir em frente nos momentos de dificuldades.

Agradeço também à minha família, por todo o apoio incondicional, carinho e paciência. Em especial meus pais Josefa Maria e José Francisco, minha avó paterna Carmelita, minhas tias Margarida, Maria das Virgens e Maria da Gloria, meus tios, todos os meus irmãos, enfim todos os meus familiares. Sem o carinho, paciência e suporte de vocês, esta caminhada teria sido muito mais difícil.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os professores do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe - IFS, em especial a minha orientadora, a Prof. MSc. Louise Francisca Sampaio Brandão, cujos os ensinamentos e orientações foram essenciais para a realização desse trabalho, e que certamente estarão presentes por toda minha vida.

E, por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os meus colegas de curso, que de uma forma ou de outra, contribuíram para meu crescimento acadêmico e pessoal ao longo dessa trajetória. Cada um de vocês deixou uma marca importante nesse caminho.

RESUMO

TELES, José Tiago Jesus de Souza. **Análise do sistema de drenagem urbana em trecho da Avenida Euclides Figueiredo, no bairro Japãozinho, Aracaju - Se.** 56 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2024.

O uso inadequado do solo, em consequência da urbanização desordenada, eleva a taxa de impermeabilização do solo; somando-se a isso, a ausência de políticas públicas e de conscientização socioambiental por parte da população, estes, são fatores determinantes para o aumento de ocorrência de alagamentos e inundações. Dessa forma, o planejamento na elaboração, gestão e execução dos projetos de drenagem urbana, é de extrema importância para amenizar esses problemas. O presente trabalho, realiza uma análise da rede de drenagem em um trecho da avenida Euclides Figueiredo no município de Aracaju-SE, com objetivo de identificar os elementos presentes na rede de microdrenagem, suas condições de conservação, condições no seu entorno e as problemáticas de cunho socioambiental ali presentes. A metodologia foi fundamentada em pesquisas bibliográficas, observação visual e levantamento de dados in-loco. Sendo assim, foi constatada a ausência de elementos importantes no sistema de microdrenagem da região tais como sarjeta, meio-fio e poços de visita, bem como elementos em quantidade inadequada, como as bocas de lobo; má conservação desses elementos; depósitos irregulares de lixo e despejo irregular de esgoto na via. Neste sentido, faz-se necessário que sejam traçadas estratégias visando a melhoria do sistema, para isso foram sugeridas ações técnicas como: manutenção e ampliação da rede existente, implantação de técnicas de drenagem sustentáveis, como por exemplo, as trincheiras de percolação e pavimentos porosos; além de uma abordagem socioambiental, através de ações por parte do poder público, visando implantar ações de conscientização da população acerca de sua responsabilidade na conservação do espaço público.

Palavras-chave: Drenagem; impermeabilização; alagamentos; boca-de-lobo socioambiental.

ABSTRACT

TELES, José Tiago Jesus de Souza. **Analysis of the urban drainage system in a section of Euclides Figueiredo Avenue, in the Japãozinho district, Aracaju - Se.** 56 sheets. Fnal Course Work (Bachelor of Civil Engineering) - Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe - Campus Aracaju. 2024.

Inadequate land use, as a result of disorderly urbanization, increases the soil impermeability rate; in addition to this, the lack of public policies and socio-environmental awareness on the part of the population, these are determining factors for the increase in the occurrence of flooding and inundations. Thus, planning in the elaboration, management and execution of urban drainage projects is extremely important to alleviate these problems. This study analyzes the drainage network in a section of Euclides Figueiredo Avenue in the city of Aracaju-SE, with the objective of identifying the elements present in the microdrainage network, its conservation conditions, conditions in its surroundings and the socio-environmental problems present there. The methodology was based on bibliographic research, visual observation and on-site data collection. Thus, the absence of important elements in the microdrainage system of the region was found, such as gutters, curbs and manholes, as well as elements in inadequate quantity, such as manholes; poor maintenance of these elements; irregular garbage deposits and irregular sewage dumping on the road. In this sense, it is necessary to outline strategies aimed at improving the system. To this end, technical actions have been suggested, such as: maintenance and expansion of the existing network, implementation of sustainable drainage techniques, such as percolation trenches and porous pavements; in addition to a socio-environmental approach, through actions by the public authorities, aiming to implement actions to raise awareness among the population about their responsibility in the conservation of public spaces.

Keywords: Drainage; waterproofing; flooding; manhole; socio-environmental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema representativo da área de uma bacia hidrográfica	15
Figura 2 - Ciclo Hidrológico	16
Figura 3 - Representação dos níveis de alagamento, enchente e inundação	19
Figura 4 - Principais tipos de bocas de lobo.....	26
Figura 5 - Sarjeta.....	27
Figura 6 - Sistema de microdrenagem	28
Figura 7 - Área do estudo.....	35
Figura 8 - Área de risco AR_I_034_A.....	36
Figura 9 - Identificação dos elementos de drenagem.....	40
Figura 10 - Cruzamento das Ruas M e Olaria com a Avenida Euclides Figueiredo ..	41
Figura 11 - Boca de lobo com abertura reduzida devido a pavimentação.....	42
Figura 12 - Boca de lobo com presença de vegetação	42
Figura 13 - Boca de lobo com presença de resíduos sólidos (lixo)	43
Figura 14 - Valeta entre o meio fio e o pavimento.....	44
Figura 15 - Descarte irregular de resíduos de vegetação	45
Figura 16 - Descarte irregular de lixo em calçada	45
Figura 17 - Terreno baldio tomado pela vegetação.....	46
Figura 18 - Esgoto a céu aberto e lixo espalhado na via.....	47
Figura 19 - Acesso da Av. Sergipe do Norte sem pavimentação	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas estruturais de controle de inundação	21
Tabela 2 - Checklist dos elementos presentes no sistema de drenagem estudado..	37
Tabela 3 - Levantamento dos elementos presentes no sistema de drenagem estudado	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Bacia Hidrográfica	15
3.2	Ciclo Hidrológico	16
3.3	Impermeabilização do Solo	17
3.4	Inundações, Enchentes e Alagamento	18
3.5	Medidas de Controle de Inundação	19
3.5.1	Medidas Estruturais	20
3.5.2	Medidas Não Estruturais	22
3.6	Drenagem Urbana	22
3.6.1	Macro drenagem	23
3.6.2	Micro drenagem	24
3.7	Componentes do Sistema de Micro drenagem Urbana	25
3.8	Patologias na Drenagem Urbana	28
3.9	Problemas Socioambientais Relacionados ao Sistema de Drenagem Urbana	29
3.10	Medidas para mitigação dos problemas relacionados a Drenagem Urbana	30
3.10.1	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo	31
3.10.2	Implantação de dispositivos de retenção e infiltração	31
3.10.3	Recuperação e conservação das áreas verdes	33
3.10.4	Educação ambiental e participação social.	33
4	METODOLOGIA	35
4.1	Caracterização da Área de Estudo	35
4.2	Etapas do Estudo	36
4.2.1	Análise das Características Físicas do Sistema de Drenagem Urbana	37
4.2.2	Observação de Problemas de Cunha Socioambiental	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1	Análise dos elementos do sistema de drenagem	40
5.2	Análise dos problemas sócio ambientais	45

5.3	Propostas de soluções para as problemáticas encontradas	49
6	CONCLUSÃO	52
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização decorre da capacidade do homem em transformar o espaço ao seu redor, buscando adaptá-lo aos seus desejos e necessidades. No entanto, a urbanização é considerada um fator agravante para os problemas relacionados à drenagem das águas pluviais, como enchentes, inundações e alagamentos.

O uso inadequado do solo, resultante da urbanização desordenada, reduz a capacidade de infiltração e armazenamento das vazões, que, por sua vez, buscam outros locais para ocupar (Canholi, 2016).

Segundo Tucci (2012), a população urbana mundial cresceu 37% no período compreendido entre os anos de 1900 e 2012. A grande maioria das cidades cresceu sem planejamento, com edificações sendo construídas em zonas ribeirinhas, ocupação de regiões naturalmente alagadas, pavimentação de ruas e aumento da densidade habitacional. Esses fatores contribuíram para a diminuição das áreas de cobertura vegetal, aumentando consequentemente a impermeabilização do solo e alterando o curso das águas.

Várias regiões do mundo estão sujeitas a desastres naturais, como tempestades, furacões, ciclones, entre outros, que acabam gerando diferentes prejuízos às populações. Assim, a infraestrutura das cidades deve estar preparada para resistir a esses efeitos ou, pelo menos, minimizá-los, afetando minimamente os habitantes dessas localidades.

Nesse contexto, o sistema de drenagem urbana surge como uma resposta a essas demandas, funcionando como uma medida de prevenção, com o objetivo de remover o excesso de água nas áreas urbanizadas e, assim, evitar a ocorrência de eventos extremos. Contudo, a interferência humana na natureza, a falta de conscientização sobre o descarte irregular de resíduos (lixo), o despejo irregular de esgoto e a falta de planejamento na elaboração e execução dos projetos de drenagem urbana acabam contribuindo para a ineficiência desse sistema.

A cidade de Aracaju tem sofrido com inundações e alagamentos frequentes nos últimos anos. A cada estação chuvosa, esses eventos são noticiados em manchetes,

tais como: “Chuvas intensas causam transtornos e alagamentos em Aracaju” (INFONET, 2024) e “Chuvas em Sergipe: alagamentos, transbordamento de rio e muros arrastados” (G1SE, 2024). Diante dessas situações, percebe-se a importância de um planejamento eficaz da infraestrutura urbana, com destaque especial ao sistema de drenagem, objetivando a amenização de problemas sérios, tanto de ordem econômica quanto de danos à vida humana.

Diante disso, o presente estudo examinará aspectos da rede de drenagem urbana em um trecho da Avenida Euclides Figueiredo, com a finalidade de identificar os principais problemas que podem interferir no funcionamento do sistema e propor soluções para a melhoria da eficiência do mesmo, bem como da qualidade de vida dos residentes na área.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições do sistema de drenagem urbana na avenida General Euclides Figueiredo em Aracaju-SE e identificar os impactos resultantes nas ruas adjacentes.

2.2 Objetivos Específicos

1-Analisar os dispositivos da rede de drenagem urbana na área de estudo.

2-Identificar os problemas socioambientais oriundos da deficiência na rede de drenagem existente.

3-Propor soluções técnicas alternativas para mitigar os problemas identificados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Bacia Hidrográfica

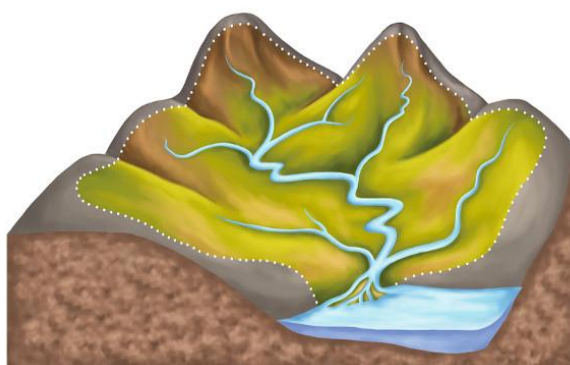
Bacia hidrográfica é uma unidade geoecológica formada por uma área de terra delimitada por divisores de água, pela qual escoam as águas das chuvas, das montanhas, subterrâneas ou de outros rios, abastecendo um rio principal e seus afluentes, ou seja, são sistemas complexos que englobam todos os afluentes e cursos d'água que convergem para um único ponto de saída, como um rio principal ou um lago (Matias, 2024).

Para o melhor entendimento desses conceitos, Tucci (2009, p. 40) afirma que “a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório”.

Neste sentido a bacia hidrográfica pode ser definida como uma área onde todas as águas de precipitação são direcionadas para um ponto de coleta comum, conhecido como exutório, através de um conjunto de drenagem (Braga et al, 2005; Azevedo; Barbosa, 2011 apud Bernadi et al 2012).

Dessa forma o relevo é o fator determinante para a delimitação da área da bacia hidrográfica, pois como podemos verificar na Figura 1, as águas escoam das maiores altitudes em direção as altitudes mais baixas, esculpindo a paisagem e convergindo para um curso de água principal, de maneira que esse ciclo acaba por delimitar a bacia hidrográfica e suas sub-bacias.

Figura 1 - Esquema representativo da área de uma bacia hidrográfica



As bacias hidrográficas são essenciais para o meio ambiente e para a sociedade. Elas fornecem água para consumo humano, irrigação, geração de energia e outros usos. Elas também são importantes para a manutenção da biodiversidade e para a regulação do clima.

3.2 Ciclo Hidrológico

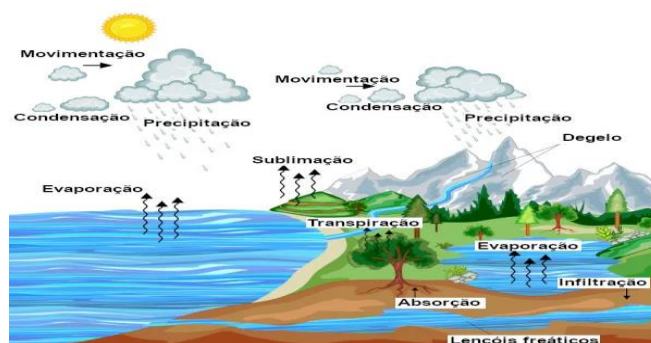
De acordo com Tucci (2012), o ciclo das águas pode ser determinado pela circulação contínua fechada da água, produzido pela ação da energia solar em conjunto com a gravidade e a rotação terrestre”

Dessa forma pode-se afirmar que:

o ciclo hidrológico é fechado, representa o movimento da água no nosso planeta. A fonte de energia fundamental é o Sol, que, através da radiação infravermelha, fornece grandes quantidades de calor, absorvidas pela atmosfera e pela superfície do planeta. Quanto ao volume disponível de água, é praticamente constante (Miguez; Veról; Rezende, 2016 p. 26)

Diante do exposto, é possível notar a semelhança entre o entendimento dos autores, quando eles afirmam que se trata de um sistema fechado, ou seja, esse ciclo ocorre por meio das mudanças dos estados físicos da água, que são a solidificação, fusão, evaporação, condensação e precipitação, mantendo a quantidade total de água no planeta constante. Conforme ilustrado na Figura 2, a água passa de um estado físico para outro, mas não é criada e nem destruída.

Figura 2 - Ciclo Hidrológico



3.3 Impermeabilização do Solo

Para Nunes (2015) e Tucci (2016) a impermeabilização do solo refere-se à perda da capacidade do mesmo em absorver água. Esse processo é comum em áreas urbanas, resultante da pavimentação de ruas e calçadas, da construção de edifícios e da cimentação de quintais e jardins de casa.

A impermeabilização do solo é um fenômeno associado ao processo de urbanização, que é resultado da substituição de áreas naturais ou rurais por edificações, vias, estacionamentos, calçadas e outras infraestruturas urbanas, podendo dessa forma ser total, quando toda a área é impermeabilizada, perdendo totalmente a capacidade de infiltração, ou, de maneira parcial, onde são utilizados determinados tipos de pavimentos que reduzem parcialmente a capacidade de infiltração do solo.

Conforme abordado por Gurgel (2016), o crescente processo de urbanização das cidades brasileiras, a ocupação e uso irregular do solo, devido a mudança da concentração populacional que passou das áreas rurais para as cidades, principalmente após a segunda metade do século XX, ocasionou um crescimento desordenado das cidades brasileiras, sem haver o devido acompanhamento no desenvolvimento da infraestrutura urbana, com o fim de atenuar o processo de impermeabilização do solo.

Segundo Fontes e Barbassa (2003), esse processo traz profundas modificações no uso do solo, que por sua vez ocasionam marcas permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando os efeitos mais notáveis na elevação do escoamento superficial e na diminuição da capacidade de infiltração de água, o que como consequência acaba por ocasionar os alagamentos nas áreas urbanas.

Já Kipper (2015 apud Brito, 2020) descreve que a urbanização modifica as características de uma bacia, provocando transformações na vegetação e no caminho que a água percorre, também causando mudanças nas cotas de um terreno e seu relevo. Como resultado dessas alterações, ocorrem mudanças no solo e na velocidade e vazão da água.

Conforme exposto, os processos de impermeabilização do solo, são os principais fatores causadores de problemas de inundações, pois ocasionam a redução da infiltração do solo na região afetada, culminando na elevação do escoamento superficial, o que por sua vez, acaba sobrecarregando os sistemas de drenagem, tanto os naturais quanto os artificiais.

Nota-se que a impermeabilização do solo é um problema ambiental grave que pode levar a uma série de impactos negativos, como inundações, poluição e degradação dos ecossistemas. Para prevenir, controlar e reverter esse processo, é necessário adotar medidas de caráter integrado, racional e sustentável. Como o planejamento do uso e da ocupação do solo, estabelecimento de limites e critérios para a impermeabilização, recuperação de áreas degradadas; incentivo ao uso de técnicas e materiais de baixo impacto e medidas de educação e conscientização da população.

3.4 Inundações, Enchentes e Alagamento

A água é um elemento essencial para a existência e a manutenção da vida no planeta, mas também pode ser um fator de risco e de desastre quando ocorre de forma excessiva ou descontrolada.

Como já abordado anteriormente, o crescimento da concentração populacional nas cidades a partir da segunda metade do século XX, acarretou na ocupação desordenada das áreas urbanas, de forma que acabou ocasionando o aumento da ocorrência de fenômenos como inundações, enchentes e alagamentos nessas regiões.

O Serviço Geológico do Brasil (2017), conceitua tais fenômenos da seguinte maneira:

a) Inundações ocorrem quando há o transbordamento das águas em um canal de drenagem, de modo que as áreas próximas sejam atingidas. Dessa forma, o volume não fica limitado às calhas do rio, extravasa para as regiões marginais que não são habitualmente ocupadas pelas águas.

b) Enchente, também chamada de cheia, corresponde ao aumento do nível da água do canal, atingindo sua cota máxima sem que haja o transbordamento de água nas regiões marginais.

c) Alagamentos caracterizam-se pelo acúmulo de água nas vias urbanas e nos perímetros urbanos em virtude de problemas de drenagem, como falhas de projeto e execução ou por entupimentos nas redes de drenagem por conta da presença de lixo ou outros resíduos sólidos que reduzam a eficiência do sistema.

A Figura 3 a seguir, exemplifica a diferença entre esses fenômenos.

Figura 3 - Representação dos níveis de alagamento, enchente e inundação



Fonte: <https://canaltech.com.br/meio-ambiente/voce-sabe-qual-e-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-e-alagamento-235332/>.

3.5 Medidas de Controle de Inundação

As enchentes são fenômenos naturais que ocorrem quando a água de um rio, lago ou mar aumenta o seu nível, fazem parte do ciclo da água e podem acontecer em qualquer lugar do mundo, dependendo das condições climáticas e geográficas. No entanto, as enchentes podem se tornar um problema quando a área que naturalmente é inundada pela água em eventos de cheias, foi ocupada pelo homem. Nesse caso, as enchentes podem causar diversos impactos negativos para o meio ambiente e para a sociedade.

Diante desse cenário, é necessário adotar medidas de controle de inundação, que visam reduzir os riscos e os danos associados a esse fenômeno.

Sobre as medidas de controle de inundação, podemos afirmar que:

As medidas para controle de inundação podem ser do tipo estrutural e não estrutural. As medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial evitando os prejuízos decorrentes das enchentes, enquanto que as não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes. (Tucci, 2009, p. 624)

Ainda segundo Tucci (2009), tais medidas sempre visam minimizar as consequências da enchente, sendo ingenuidade do homem acreditar que pode controlá-la totalmente.

3.5.1 Medidas Estruturais

Para Tucci (2009) as medidas estruturais são obras de engenharia executadas com o objetivo de diminuir o risco de enchente. Podem ser divididas em dois grupos, extensivas ou intensivas. As medidas extensivas dizem respeito aquelas que agem na bacia, buscando alterar as relações entre a precipitação e a vazão, como exemplo: incluem o controle da cobertura do solo e da erosão da bacia. As medidas intensivas são aquelas que agem no rio, podendo ser de três tipos:

- a) aceleração do escoamento, através da construção de diques e polders, ampliação da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros;
- b) retardamento do fluxo, através da construção de reservatórios e bacias de amortecimento;
- c) desvio de escoamento, através da construção de obras como canais de desvio.

Como afirmam Hernandez e Szigethy (2020), estas obras, devido a sua vasta utilização, podem ser chamadas de convencionais, e todas elas têm como a finalidade de atenuar ou controlar o excesso de escoamento pluvial.

Os mesmos autores ainda mencionam que nos últimos anos, medidas estruturais intensivas diferentes das convencionais têm sido propostas, as denominadas de Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID). Integrando princípios das medidas convencionais a técnicas que imitam o escoamento natural existente, presente antes do processo de urbanização, procurando aumentar os processos de infiltração, armazenamento e evapotranspiração.

Na Tabela 1 é apresentado um resumo das principais medidas estruturais de controle de inundação.

Tabela 1 - Medidas estruturais de controle de inundação

MEDIDA	PRINCIPAL VANTAGEM	PRINCIPAL DESVANTAGEM	APLICAÇÃO
MEDIDAS EXTENSIVAS:			
Cobertura vegetal	Redução do pico de cheia	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias
Controle de perda	Reduz assoreamento	Idem ao anterior	Pequenas bacias
MEDIDAS INTENSIVAS:			
Diques e <i>polders</i>	Alto grau de proteção de área	Danos significativos caso falhe	Grandes rios
Melhoria do Canal:			
Redução da rugosidade por desobstrução	Aumento da vazão com pouco investimento	Efeito localizado	Pequenos rios
Corte de meandro	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio com fundo aluvionar	Área de inundação estreita
Reservatórios:			
Todos os reservatórios	Controle a jusante	Localização difícil	Bacias intermediárias
Reservatórios com comportas	Mais eficiente com mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de usos múltiplos
Reservatórios para cheias	Operação com o mínimo de perdas	Custo não compartilhado	Restrito ao controle de enchentes
Mudança de Canal:			
Caminho da cheia	Amortecimento do volume	Depende da topografia	Grandes bacias
Desvios	Reduz a vazão do canal principal	Idem ao anterior	Bacias médias e grandes

Fonte: Simons et al. 1997 (apud Tucci, 2009, p. 628)

3.5.2 Medidas Não Estruturais

Canholi (2016) sustenta que as medidas não-estruturais conseguem atingir sua finalidade de forma mais eficaz, com custos bem mais baixos e abrangendo maiores horizontes (áreas) de atuação, quando comparadas a ações estruturais, pois visam disciplinar a ocupação do solo, juntamente com comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas.

Para Tucci (2009 p. 629), “as medidas não-estruturais, em conjunto com as anteriores ou sem essas, podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor.”

Ainda segundo Tucci (2009), as medidas não-estruturais podem ser agrupadas em: regularização do uso da terra, construções à prova de enchentes, seguro de enchente, previsão e alerta de inundação.

Regulamentação do uso e ocupação do solo são aquelas que visam estabelecer limites e critérios para a construção e a moradia nas áreas sujeitas a enchentes, evitando ou restringindo a ocupação dessas áreas.

Construções a prova de enchentes são um conjunto de medidas projetadas para minimizar as perdas de edificações localizadas nas várzeas de inundação durante a ocorrência das enchentes.

Seguro de enchente são aquelas que visam indenizar os proprietários ou moradores de áreas inundáveis pelos prejuízos causados pelas enchentes, estimulando a adoção de medidas de prevenção e mitigação.

Alerta e previsão de inundações: são aquelas que visam monitorar e comunicar as condições hidrológicas e meteorológicas que possam gerar enchentes, permitindo a tomada de decisões e ações preventivas ou emergenciais.

3.6 Drenagem Urbana

Um sistema de drenagem urbano refere-se a um conjunto de dispositivos, que tem como finalidade coletar, conduzir e transportar as águas pluviais urbanas para um local de disposição final adequado, de forma a prevenir a ocorrência de inundações, alagamentos e outros problemas causados pelo excesso de água nas cidades.

Neste sentido, drenagem urbana é definida como:

“o conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.” (Tucci, 2009, p. 805)

O crescimento rápido e desordenado das áreas urbanas tem sido um dos principais desafios na gestão de águas pluviais. O aumento na impermeabilização do solo devido à expansão urbana, resulta em um aumento considerável no escoamento superficial, elevando o risco de inundações, que acabam trazendo diversos prejuízos financeiros, sociais e ambientais para as populações afetadas.

Para Tucci (2009, p. 806) as alterações do escoamento superficial direto, é a principal consequência da urbanização que interfere na drenagem urbana.

Dessa forma o impacto da urbanização tende a alterar as características do escoamento superficial, trazendo a necessidade de que intervenções na infraestrutura urbana sejam implementadas, a fim de controlar e atenuar os efeitos dessas alterações.

Nota-se que em muitas cidades, a infraestrutura de drenagem foi projetada há décadas e não está mais adequada para lidar com os padrões climáticos em constante mudança e o aumento nas intensidades de chuva. Isso resulta em sistemas sobrecarregados e ineficazes, fazendo-se necessário que sejam adotadas medidas para adaptação e melhoria da infraestrutura existente, visando atender a nova realidade climática.

Como afirma Tucci (2009), para critérios de dimensionamento, a drenagem urbana se divide em dois níveis principais: macrodrenagem e microdrenagem.

3.6.1 Macrodrenagem

Tucci (2009) define macrodrenagem como as intervenções em fundos de vale, destinadas a coletar as águas das chuvas de áreas providas de sistemas de microdrenagem ou não.

A macrodrenagem segundo Silva (2016, p. 23 apud Brito, 2020, p. 35), “está relacionada com a drenagem natural, pré-existente ao processo de urbanização, formada por córregos e rios, situados nos talvegues”. Aplica-se em áreas onde o escoamento natural é bem definido, atuam como os principais dispositivos de vazão de uma bacia, com o propósito de agrupar e dar destinação final as águas coletadas na microdrenagem.

Desse modo as obras de macrodrenagem procuram evitar a ocorrência de enchentes devido a bacia urbana, através da construção de canais, revestidos ou não, cuja capacidade projetada de transporte seja maior que o canal natural.

3.6.2 Microdrenagem

A microdrenagem é um sistema de condutos que recebe e conduz as águas pluviais provenientes de pequenas áreas, como lotes, ruas, calçadas, praças e jardins. Tem como finalidade transportar as águas das chuvas até um sistema de macrodrenagem para evitar alagamentos, inundações e outros problemas urbanos ocasionados pelas chuvas.

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da cidade de São Paulo (2012, p. 36), define:

“Constituem a microdrenagem, estruturas de captação e condução de águas pluviais que chegam aos elementos viários como ruas, praças e avenidas, e provenientes não apenas da precipitação direta sobre eles, mas também das captações existentes nas edificações e lotes lindeiros. Pode-se entender a microdrenagem como a estrutura de entrada no sistema de drenagem das bacias urbanas.” (São Paulo. SMDU 2012, p. 36)

Segundo FCTH (1999, p. 10) “quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advém das inundações e das interferências de enxurradas”.

3.7 Componentes do Sistema de Microdrenagem Urbana

Conforme a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da cidade de São Paulo (2012, p. 36), “a microdrenagem é essencialmente composta de elementos artificiais associados à pavimentação e tem por objetivo garantir as características de tráfego e conforto dos usuários destas estruturas”.

É importante definir cada um desses elementos, de modo a facilitar a identificação e as funções que eles desempenham no sistema de microdrenagem urbana.

Os principais elementos do sistema de microdrenagem urbana segundo Tucci (2009) são:

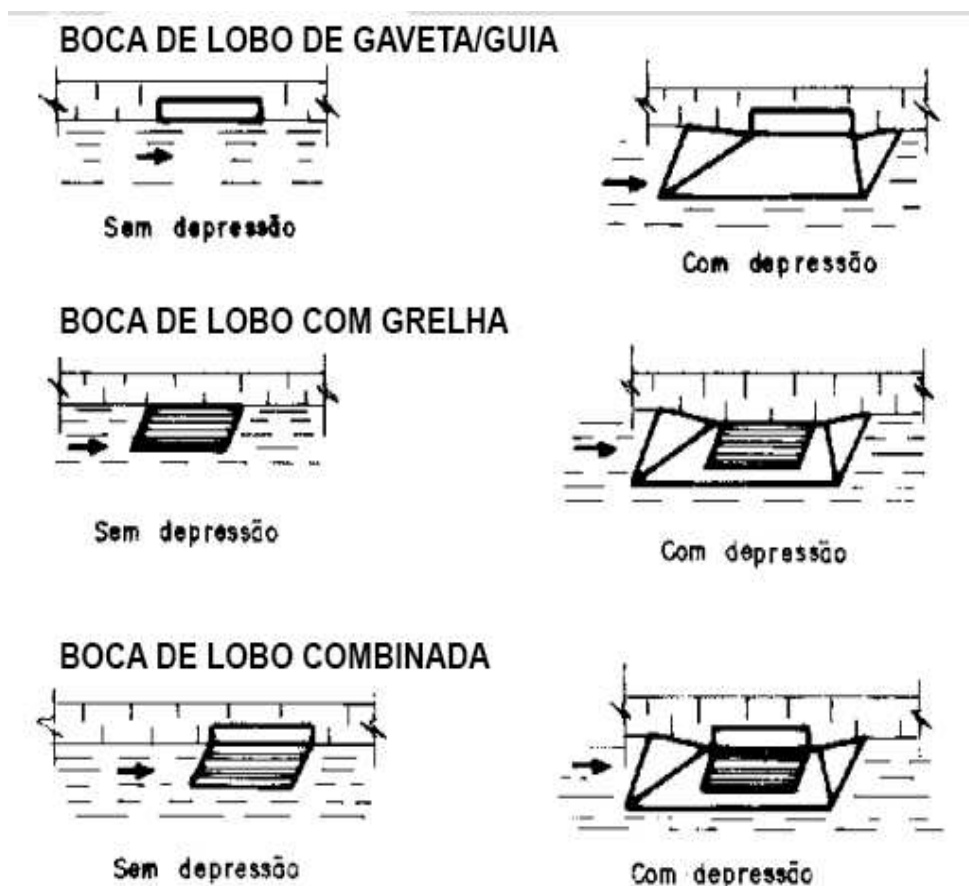
a) Galerias - são canalizações públicas cuja finalidade é conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas. O diâmetro mínimo das galerias de seção circular deve ser de 0,30 m. Os diâmetros comerciais correntes são: 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 1,00; 1,20; e 1,50 m. Para tubos de concreto a velocidade máxima admissível é de 5,0 m/s e 0,60m/s para velocidade mínima; o recobrimento mínimo da rede deverá ser de 1,00 m, quando forem empregadas tubulações sem estrutura especial;

b) Poços de Visita - são dispositivos posicionados em pontos convenientes do sistema de galerias onde ocorrem mudanças de direção, declividade e/ou diâmetro, ou em trechos longos, em média a cada 100 m, para facilitar a inspeção e limpeza;

c) Trechos - são porções das galerias entre dois poços de visita;

d) Bocas de lobo - trata-se de dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação das águas das chuvas. Podem ser classificadas em três grupos principais: bocas ou ralos de guias; ralos de sarjetas (grelhas); bocas de lobo combinadas, como apresentado na figura 4.

Figura 4 - Principais tipos de bocas de lobo



Fonte: adaptado de Tucci (2009).

Tomaz (2013) recomenda que a distância entre as bocas de lobo em um trecho, seja de no máximo de 60 metros, para os casos em que não tenha sido calculada a capacidade de escoamento das sarjetas;

e) Tubos de ligação - são tubulações destinadas a conduzir as águas das chuvas captadas nas bocas de lobo para as galerias ou poços de visita;

f) Meio-fio ou guias - trata-se de elementos de pedra ou concreto assentado entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio;

g) Sarjetas - são faixas de via pública paralelas e vizinhas ao meio-fio, como apresentado na figura 5. A calha formada é a receptora das águas pluviais que precipitam sobre as vias públicas e conduzem o escoamento para as bocas de lobo;

Figura 5 - Sarjeta



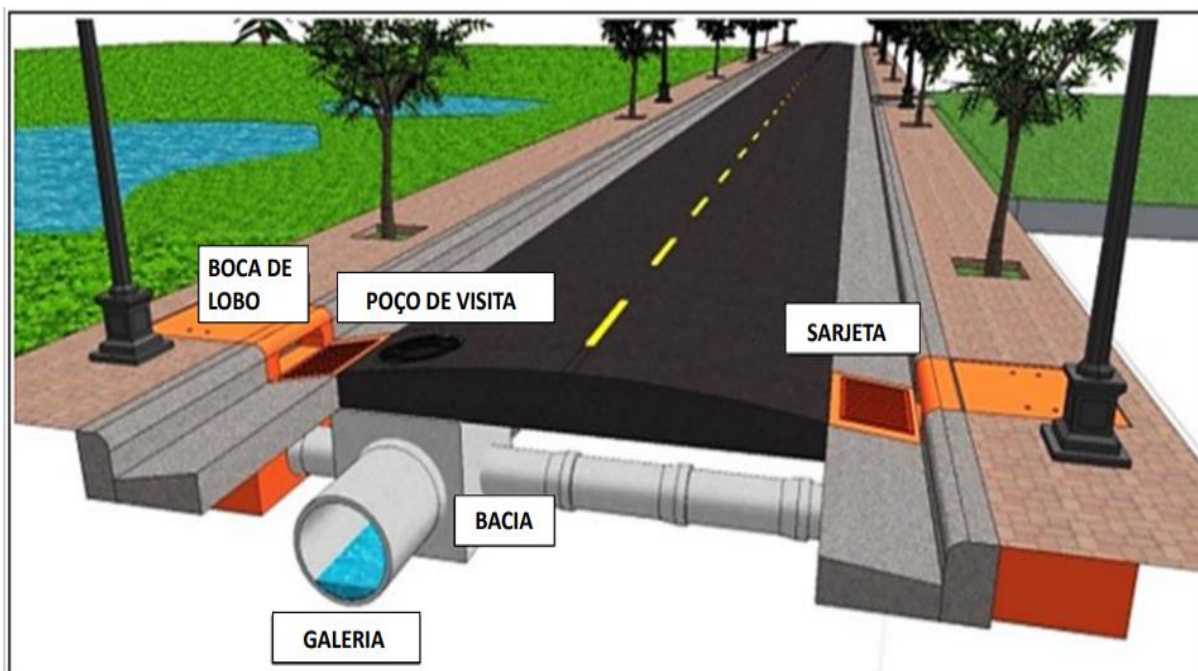
Fonte: <https://concefsa.com.br/sarjetas-passam-por-caiacao-na-regiao-de-anguera/>.

h) Sarjetões - são calhas localizadas no cruzamento de vias públicas formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o escoamento das águas sobre as sarjetas;

j) Estações de bombeamento - é o conjunto de obras e equipamentos destinados a retirar água de um canal de drenagem quando não mais houver condições de escoamento por gravidade, para outro canal em nível mais elevado ou receptor final da drenagem.

Na Figura 6 a seguir, é apresentado uma ilustração do sistema de microdrenagem e seus principais dispositivos.

Figura 6 - Sistema de microdrenagem



Fonte: adaptado de Sousa (2011).

Para o dimensionamento desses os elementos da microdrenagem urbana é importante abordar que podem ser utilizados alguns métodos para obtenção da vazão de projeto e os dados pluviométricos da área.

Como o método racional que é bastante utilizado na obtenção da vazão máxima de bacias pequenas, possuindo área de até 2 km².

3.8 Patologias na Drenagem Urbana

A manutenção dos sistemas de drenagem urbana é fundamental para garantir o bom funcionamento das estruturas que compõem esses sistemas, de modo a prevenir o surgimento de patologias e corrigir os eventuais defeitos encontrados.

Para Oliveira et al. (2021 apud Andrade, 2023) “os problemas na drenagem são facilmente observados quando há falhas nos projetos, na execução ou na manutenção do sistema de drenagem, pois é possível identificar os dispositivos danificados ou obstruídos e pontos de alagamento”.

Essas falhas se expõem através das manifestações patológicas que afetam o funcionamento adequado das redes de escoamento de águas pluviais, causando

transtornos como alagamentos, erosões, poluição e doenças (Andrade, 2023). Algumas das principais patologias encontradas são:

a) Entupimento - ocorre quando há acúmulo de resíduos sólidos, vegetação ou sedimentos nas tubulações, bocas de lobo, galerias ou canais, impedindo ou dificultando a passagem da água;

b) Colapso - quando há ruptura ou deformação das tubulações, galerias ou canais, afetando a sua capacidade e resistência;

c) Infiltração - ocorre quando há entrada ou saída indesejada de água nas tubulações, galerias ou canais, gerando perda de carga, redução de vazão, aumento de umidade do solo, contaminação e erosão;

d) Assoreamento - ocorre quando há deposição de sedimentos nas tubulações, galerias ou canais, diminuindo a sua seção transversal e consequentemente a sua capacidade de escoamento.

Conforme Almeida et al. (2020 apud Andrade, 2023 p. 13), “o desgaste em decorrência do tempo e as erosões, são patologias comuns, que normalmente são causadas pelo constante recebimento de cargas transmitidas dos eixos dos automóveis e a inexistência de manutenções corretivas e periódicas”.

Desse modo a soma desses fatores, aliado com a má elaboração e execução dos projetos, a falta de um programa de manutenção periódica nas vias públicas e, por fim a ausência da conscientização socioambiental da população, acaba por ocasionar essas falhas no sistema de drenagem urbana e acelerar a deterioração dos seus dispositivos.

3.9 Problemas Socioambientais Relacionados ao Sistema de Drenagem Urbana

As cidades são responsáveis por grande parte dos impactos causados ao meio ambiente. Um dos principais problemas ambientais urbanos é o escoamento das águas pluviais, que pode causar enchentes, inundações, poluição e contaminação do solo, provocando sérios prejuízos a qualidade de vida da população.

Neste sentido

“As consequências da falta de sustentabilidade da expansão urbana tem sido a perda de mananciais, a redução da cobertura de água segura para a população, o aumento da frequência de inundação, a deterioração da qualidade da água nos rios e a perda de qualidade de vida da população.”
(Tucci 2012, p. 9)

A falta de planejamento dos sistemas de drenagem urbana, somada as alterações no solo devido ao seu uso inadequado, acaba por gerar elementos favoráveis a propagação de problemas socioambientais urbanos, tais como:

- a) Aumento do escoamento superficial e da vazão dos rios, aumentando o risco de enchentes, alagamentos, erosão e assoreamento.
- b) Redução da infiltração da água no solo, diminuindo a recarga dos aquíferos e das nascentes, e comprometendo a disponibilidade hídrica.
- c) Poluição das águas pluviais pela mistura com esgotos, resíduos sólidos e outros contaminantes, afetando a qualidade dos recursos hídricos e a saúde pública.
- d) Perdas materiais, econômicas e sociais para a população que vive em áreas de risco, exposta aos desastres hidrológicos e às doenças veiculadas pela água
- e) Degradação da paisagem urbana e perda da biodiversidade, pela ocupação de áreas de preservação permanente, como as várzeas e as matas ciliares.

Esses problemas são consequência diretas da ausência de planejamento urbano adequado e do uso inadequado do solo, o que amplia significativamente os impactos socioambientais nas áreas urbanas.

3.10 Medidas para mitigação dos problemas relacionados a Drenagem Urbana

Para mitigar os problemas relacionados aos sistemas de drenagem urbana, é necessário adotar uma abordagem integrada que considere fatores sociais, ambientais e econômicos. A seguir será abordado alguns desses fatores.

3.10.1 Planejamento e controle do uso e ocupação do solo

Esta medida se dá principalmente através da participação do poder público, pois engloba a elaboração de legislação como a formulação de planos diretores, que segundo Canholi (2016) deve-se considerar que drenagem é um fenômeno de abordagem regional e seu planejamento deve ser multidisciplinar e compatibilizado com outros planos e demais serviços públicos, principalmente os voltados para a gestão de águas urbanas. Como também a fiscalização e aplicação das leis para garantir que as diretrizes dos planos diretores sejam respeitadas e colocadas em prática.

3.10.2 Implantação de dispositivos de retenção e infiltração

As tecnologias de retenção podem ser adotadas de diversas formas, de acordo com a situação ou conveniência das gestões públicas municipais. Podem ser implantadas em cada lote, em pequenos reservatórios associados a áreas permeáveis, nos pavimentos e piso (Canholi, 2016).

Tais aplicações objetivam o retardamento da calha, como descreve Canholi (2016). Essas ações compreendem manter ou restaurar o leito maior (várzea) dos córregos e preservar as sinuosidades (meandros), a fim de reduzir os picos de vazão nas canalizações a jusante.

Entre os principais dispositivos, temos:

a) Bacia de detenção ou reservatório de detenção (piscinões), que segundo Tomaz (2002 p.18), trata-se de “um reservatório aberto ou fechado que tem por função regular a vazão de saída num valor desejado, de maneira a atenuar os efeitos a jusante da vazão de entrada.

b) Dispositivos de infiltração, consistem em áreas ou elementos construtivos destinados a facilitação da infiltração das águas das chuvas no solo. Segundo Canholi (2016) temos os seguintes dispositivos:

- superfície de infiltração, que consiste na disposição de uma área que permita a água da chuva percorrer um terreno coberto com vegetação;

em solos argilosos pode-se utilizar o auxílio de subdrenos instalados para evitar locais com água parada;

- trincheiras de percolação, que são feitas a partir do preenchimento com material granular de uma pequena vala para infiltração e/ou filtração e retenção do escoamento superficial;
- valetas de vegetação abertas, que são valetas preenchidas com vegetação rasteira, em geral grama, adjacentes a ruas, estradas e/ou áreas de estacionamentos;
- pavimentos porosos, constituídos normalmente de concreto ou asfalto convencionais, dos quais são retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente de material granular. Também podem ser formados por elementos celulares de concreto, do mesmo modo, colocados sobre base granular.

O SEINFRA (2011 apud Carvalho, 2019) destaca ainda, que o pavimento permeável é uma solução altamente eficaz para mitigar os efeitos da impermeabilização do solo nas áreas urbanas. Suas características permitem a infiltração da água no solo e sua versatilidade o torna ideal para uma ampla gama de aplicações, incluindo calçadas, parques, praças, quadras poliesportivas, estacionamentos e ruas com tráfego leve. Sendo utilizado com sucesso já a mais de 30 anos nos Estados Unidos da América e em países europeus, como Alemanha e Inglaterra.

Para Urbanos e Stahre (1993 apud Canholi, 2016) as vantagens da utilização desses sistemas são;

- maior flexibilidade para encontrar locais propícios para instalação dos dispositivos;
- os dispositivos podem ser padronizados;
- aumento da eficiência de transporte de vazão nos canais existentes;
- melhoria na qualidade da água e da recarga dos aquíferos;
- valorização da água no meio urbano.

As desvantagens decorrem da:

- capacidade de investimento dos proprietários de lotes privados;

- difícil fiscalização da operação e manutenção pelos órgãos responsáveis;
- conflito de interesse com o uso da água das chuvas;
- efetividade no controle de cheias na bacia como um todo.

3.10.3 Recuperação e conservação das áreas verdes

A preservação e recuperação de ecossistemas naturais, como florestas, matas ciliares e manguezais, desempenham um papel crucial na absorção de águas pluviais, ajudando a reduzir enchentes e deslizamentos.

Dessa maneira, planejar, implantar e monitorar infraestruturas verdes em áreas urbanas, são medidas essenciais para mitigar os impactos das inundações e garantir a sustentabilidade ambiental. Essas áreas também contribuem para a captura de carbono, melhoram a qualidade da água e beneficiam a saúde da população.

3.10.4 Educação ambiental e participação social.

Um problema muito comum que impacta negativamente a drenagem urbana é a falta de conscientização ambiental da população em geral, decorrente de diversos fatores de cunho social. Por isso, a implementação de políticas públicas voltadas para conscientizar a população acerca de suas responsabilidades com o meio ambiente é de extrema necessidade. Nesse sentido, a realização de atividades educacionais junto às populações das áreas urbanas, demonstrando os impactos negativos de ações como o descarte inadequado de resíduos e o despejo irregular de esgoto, pode ser uma ferramenta valiosa nesse processo de conscientização ambiental.

Além disso, é necessário que haja vontade política por parte dos gestores públicos, visando a implantação de políticas de coleta seletiva de resíduos, conforme prevê o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, instituído pelo Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, que tem como meta o aumento da recuperação de resíduos para cerca de 50% em 20 anos. Em outras palavras, metade dos resíduos gerados deverá ser reaproveitada por meio da reciclagem e outros processos. Contudo, atualmente, em 2024, apenas 2,2% dos resíduos gerados são reciclados (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2024).

Exemplos como o da Prefeitura de Gurupi no estado do Tocantins, que vem realizando ações como a distribuição de panfletos informativos para sensibilizar a população sobre o problema do descarte irregular de resíduos e a aplicação de notificações e autos de infração aos responsáveis por essas práticas, são de extrema importância (Vieira, 2024). Em Aracaju, ações da prefeitura municipal, como a implantação de Estações de Entrega Voluntária de Resíduos Sólidos (Ecopontos), Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e o serviço de coleta do caminhão Cata-Treco, são políticas essenciais, que em 2023 recolheram 4.378,12 toneladas de resíduos na cidade (F5NEWS, 2024).

Como destacado anteriormente, embora essas ações ainda não sejam realidade em todas as cidades brasileiras, elas representam iniciativas valiosas que contribuem para a resolução das problemáticas socioambientais nas zonas urbanas.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho compreende um estudo de campo em um trecho da Avenida Gen. Euclides Figueiredo. Através da busca de informações visuais nessa área e realização de coleta de dados referente a sua rede de drenagem urbana, bem como a contabilização de seus elementos como bocas de lobos, sarjetas e poços de visita, observando as suas características físicas e técnicas, bem como o estado de conservação em que os mesmos se encontravam.

4.1 Caracterização da Área de Estudo

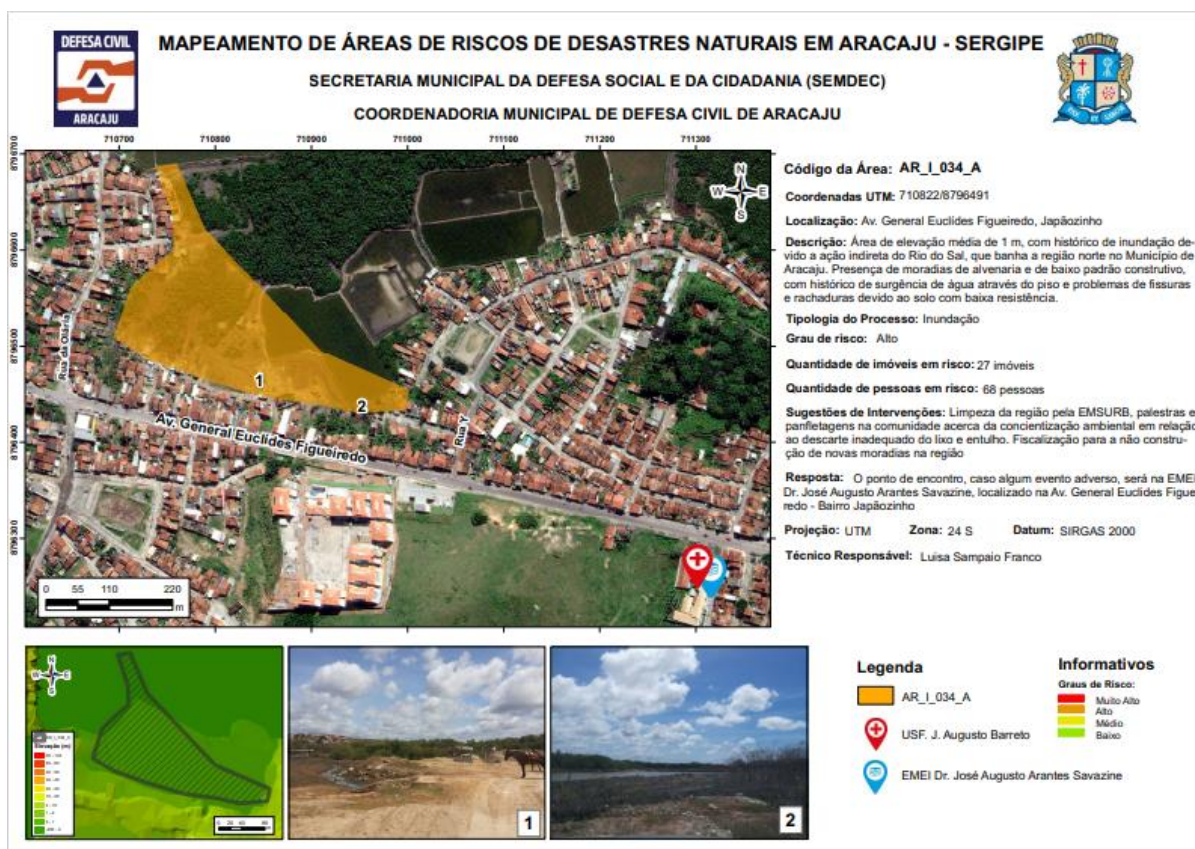
A Avenida Euclides Figueiredo está localizada na Zona Norte do município de Aracaju, iniciando no bairro Porto Dantas, se estendendo pelo Japãozinho, Dom Luciano, Lamarão, Soledade, Santos Dumont e chegando ao limite com o bairro José Conrado de Araújo. A região abordada nesta pesquisa está situada em um trecho de 1,15 km entre os bairros Japãozinho e Lamarão, no município de Aracaju, como mostrado na Figura 7. Esta região também está localizada em uma área de risco conforme consta no Mapeamento de Áreas de Riscos de Desastres Naturais em Aracaju - Sergipe, realizado pela Secretaria Municipal da Defesa Social e da Cidadania (SEMDEC), mostrado na Figura 8.

Figura 7 - Área do estudo



Fonte: Google Earth® (2023)

Figura 8 - Área de risco AR_I_034_A



Fonte: Aracaju (2020)

De acordo com Matos e Gomes (2011 apud Campos, 2018), na década de 70, se deu um significativo processo de urbanização nos bairros em questão, que anteriormente eram predominantemente ocupados por sítios voltados para atividades agrícolas e salinas. O marco desse período foi a construção da Avenida Gen. Euclides Figueiredo em 1975, a qual não apenas intensificou o movimento de veículos na região, mas também desempenhou um papel crucial ao "aproximar" a ligação com o Município de Nossa Senhora do Socorro. Esse acontecimento desencadeou um processo gradual e lento de urbanização e ocupação desses bairros, transformando radicalmente a paisagem.

4.2 Etapas do Estudo

Primeiramente foi realizada uma revisão de literatura percorrendo sobre as causas comuns de enchentes e alagamentos no Brasil, e em seguida foram analisadas e identificadas as que se aplicam a Aracaju e mais especificamente na

área selecionada para o estudo. Posteriormente foram realizados levantamentos de campo, para verificação das características físicas do sistema de drenagem urbana e identificação dos impactos gerados nas ruas em seu entorno.

4.2.1 Análise das Características Físicas do Sistema de Drenagem Urbana

Para a análise das características físicas, foi elaborada como ferramenta, uma tabela com o intuito de fazer um levantamento das condições físicas, técnicas e do estado de conservação dos elementos da rede de drenagem.

Inicialmente, a área de estudo foi subdividida em 8 trechos menores, e foi feito um checklist dos elementos presentes no sistema de drenagem para cada trecho da avenida estudada, como é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Checklist dos elementos presentes no sistema de drenagem estudado

Trecho	Boca de lobo							Sarjetas	Poço de visita
	Grelha	Gaveta	Tela	Danificadas	Presença de resíduos	Inconformidade na abertura	Distancia <60 m		
Tch - 1									
Tch - 2									
Tch - 3									
Tch - 4									
Tch - 5									
Tch - 6									
Tch - 7									
Tch - 8									

Fonte: Autor (2024)

Esses trechos foram divididos pelas esquinas localizadas no lado direito da avenida, no sentido do Posto Petrox Getimana, ao lado do Condomínio Residencial Vista do Parque no Japãozinho, em direção a rotatória da Avenida Gen. Euclides Figueiredo com a Avenida Paulo Figueiredo Barreto no Lamarão.

Os 8 trechos estudados foram divididos vindo do Leste no mapa em direção ao Oeste, da seguinte forma:

□ Trecho 1: da Rua Y (de frente ao Posto Petrox Getimana) à Av. Sergipe do Norte, com 197 metros de comprimento;

- Trecho 2: da Av. Sergipe do Norte à Rua da Olaria, com 214 metros de comprimento;
- Trecho 3: da Rua da Olaria à Rua A, com 88,2 metros de comprimento;
- Trecho 4: da Rua A à Rua das Pedras, com 194 metros de comprimento;
- Trecho 5: da Rua das Pedras à Rua Vitória, com 59 metros de comprimento;
- Trecho 6: da Rua Vitória à Rua G, com 146 metros de comprimento;
- Trecho 7: da Rua G à Rua 2, com 62,9 metros de comprimento;
- Trecho 8: da Rua 2 à Rotatória da Av. Gen. Euclides Figueiredo com a Av. Paulo Figueiredo Barreto, com 199 metros de comprimento.

Para identificar a presença dos itens do checklist nesses trechos, foram feitas observações presenciais da região estudada para registro dessas informações visuais. Sendo assim, iniciando na esquina com a Rua Y (em frente ao Posto Petrox, Getimana) até a rotatória da Av. Gen. Euclides Figueiredo com a Av. Paulo Figueiredo Barreto, anotando a quantidade de elementos encontrados em cada trecho e a condição física em que eles se encontravam, primeiramente fazendo o percurso pela margem norte da via e posteriormente retornando pela margem sul, fazendo o sentido contrário até retornar ao ponto inicial. Ainda foi utilizado o recurso Street View do aplicativo Google Earth como ferramenta auxiliar para a obtenção e verificação dos dados.

4.2.2 Observação de Problemas de Cunho Socioambiental

A identificação dos problemas socioambientais na área deste estudo, se deu durante as observações em campo, onde foi possível analisar indicadores como:

a) Disposição de resíduos sólidos em vias públicas: este indicador permitirá mensurar se a área em análise apresenta locais que possibilitam e/ou apresentam disposição clandestina de resíduos sólidos (lixo), como também nos próprios elementos do sistema de drenagem urbana.

b) Degradação física dos terrenos: este indicador permitirá indicar a existência de terrenos baldios e áreas com maiores declividades, as quais facilitem a produção de sedimentos.

c) Interação inadequada com esgoto nos dispositivos de drenagem urbana: este indicador possibilita observar se há presença de esgoto lançado indevidamente nos dispositivos de drenagem, ausência de saneamento básico e lançamento de esgoto a céu aberto.

d) Erosão da pavimentação das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial: com este indicador, busca-se observar se há erosão ou deterioração do pavimento das vias de acesso, podendo causar mau funcionamento do sistema, devido ao transporte de sedimentos que se acumulam nos dispositivos de drenagem, levando a obstrução e entupimento dos mesmos.

Para essas análises foram feitas anotações sobre a presença ou não de cada um desses indicadores durante a realização das observações in loco, recorrendo a produção de fotografias dessas ocorrências, com o intuito de coletar tais informações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise dos elementos do sistema de drenagem

Na Tabela 3 é apresentada uma síntese dos elementos encontrados no levantamento de campo, suas condições físicas e técnicas.

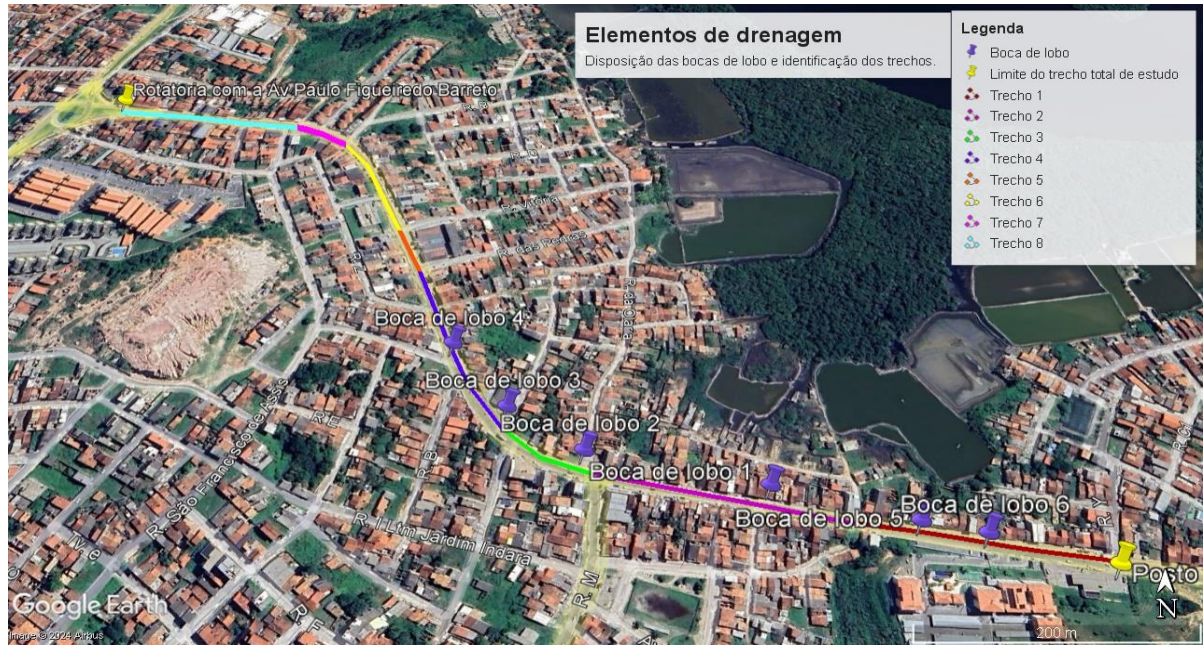
Tabela 3 - Levantamento dos elementos presentes no sistema de drenagem estudado

Trecho	Boca de lobo							Sarjetas	Poço de visita
	Grelha	Gaveta	Tela	Danificadas	Presença de resíduos	Inconformidade na abertura	Dist. <60 m		
Trecho - 1	0	2	0	0	0	2	2	N.I.	N.I.
Trecho - 2	0	1	0	0	0	1	0	N.I.	N.I.
Trecho - 3	0	1	0	1	0	1	0	N.I.	N.I.
Trecho - 4	1	1	0	0	1	1	0	N.I.	N.I.
Trecho - 5	0	0	0	0	0	0	0	N.I.	N.I.
Trecho - 6	0	0	0	0	0	0	0	N.I.	N.I.
Trecho - 7	0	0	0	0	0	0	0	N.I.	N.I.
Trecho - 8	0	0	0	0	0	0	0	N.I.	N.I.

Fonte: Autor (2024)

Para facilitar a visualização por parte do leitor, foi apresentada a localização dos elementos de drenagem ao longo dos trechos de estudo, conforme mostrado na Figura 9, gerada através do aplicativo Google Erath.

Figura 9 - Identificação dos elementos de drenagem



Fonte: Google Earth® (2024)

A realização desse levantamento serviu para identificar problemáticas relacionadas a infraestrutura da região estudada. As quais se referem a presença ou não de bocas de lobo, sarjetas e poços de visita, que são itens essenciais para um bom funcionamento da drenagem pluvial no trecho, pois a presença dos mesmos evitaria acúmulo excessivo de água na pista de rolamento da via, como também transtornos a passagem de pedestres e alagamentos nas residências e estabelecimentos comerciais que margeiam a avenida.

Com relação as bocas de lobo, foram identificadas apenas 6 destes dispositivos para um trecho total estudado de 1.151 metros de comprimento, sendo que eles se concentram entre os trechos 1, 2, 3, e 4, que são os trechos que apresentam a maior declividade, convergindo para uma depressão no cruzamento da Avenida com a Rua Olaria ao norte e a Rua M ao sul, conforme o perfil de elevação mostrado na Figura 10 a seguir:

Figura 10 - Cruzamento das Ruas M e Olaria com a Avenida Euclides Figueiredo



Fonte: Autor (2024) adaptado do Google Earth® (2024)

Ainda sobre as bocas de lobo, foi verificado que 5 delas eram do tipo gaveta, o que corresponde a 83% e 1 do tipo grelha, ou seja, 17%. As principais inconformidades observadas foram: estreitamento na abertura, o que reduz a capacidade de engolimento, isso se dá pela falta de cuidados na pavimentação que se acumula na abertura da boca de lobo, diminuindo suas dimensões; a ausência de rebaixamento na entrada da boca de lobo, para facilitar a captação da água, e a presença de resíduos sólidos (lixo), que são deixados nas margens da via e acabam sendo levados pela chuva para as bocas de lobos, ocasionado obstrução e entupimento das mesmas. Também foi verificada a presença de vegetação, embora tenha sido uma ocorrência menos comum, essa situação acaba gerando os mesmos problemas das inconformidades anteriores.

Nas Figuras 11, 12 e 13 a seguir, são mostradas algumas dessas situações citadas anteriormente.

Figura 11 - Boca de lobo com abertura reduzida devido a pavimentação



Figura 12 - Boca de lobo com presença de vegetação



Fonte: Autor (2024)

Figura 13 - Boca de lobo com presença de resíduos sólidos (lixo)



Fonte: Autor (2024)

Outro fator importante de se atentar durante a fase de planejamento do sistema de microdrenagem, é a distância entre as bocas de lobo. Apenas duas bocas de lobo atenderam ao critério da distância inferior a 60 metros, conforme recomendado por Tomaz (2013), as demais, ultrapassaram essa distância. Contudo, não se pode afirmar que este fato evidencia a falta de planejamento do sistema de microdrenagem, pois para chegar em tal afirmação, seria necessário a realização de estudo mais aprofundado visando elaborar o dimensionamento da rede de drenagem.

Já em relação as sarjetas, não foi possível identificar a existência das mesmas durante o levantamento, pelo menos, não como previstas na literatura. Em alguns trechos foi observado entre o pavimento e o meio fio, valetas onde havia água escorrendo, mas nada uniforme que pareça uma sarjeta projetada para atender a drenagem da via. Os estudos de Dias (2023) e Andrade (2023) reafirmam que esse é um problema bastante observado em boa parte das vias estudadas, e ocorre por diversos fatores, como falta de manutenção dos meios fios, que acabam se deteriorando e danificando a estrutura das sarjetas, bem como por constantes recapeamentos das vias sem um projeto que vise preservar as características

originais do sistema de drenagem existente. E além disso, é possível observar a presença de vegetação nessas valetas, fato que atrapalha o bom funcionamento do dispositivo de drenagem, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Valeta entre o meio fio e o pavimento



Fonte: Autor (2024)

Em outros trechos, principalmente na entrada de residências, foram verificadas muitas rampas construídas pelos moradores, as quais tinham dutos por baixo para a passagem da água, em local que deveria existir uma sarjeta, prática bastante comum em ambos os lados da avenida.

Outro ponto em que houve dificuldade na identificação, foi a presença de poços de visita ao longo da via, visto que não foram encontrados sinais de sua existência, esse problema também foi encontrado em estudo realizado por Campos (2018) abrangendo outro trecho da mesma avenida, o que torna a situação preocupante, pois esses elementos são fundamentais por se tratarem dos pontos de acesso às tubulações para a realização de futuras manutenções necessárias na rede de drenagem, evidenciando desse modo a falta de planejamento como um problema crônico nos sistemas de drenagem urbana.

Desse modo, como explanado por Tucci (1995) o sistema de drenagem além de evitar alagamentos, também deve oferecer segurança aos motoristas e pedestres que transitam pela via, evitando risco de acidentes, contaminação e contato com animais peçonhentos, riscos esses que se encontraram muitos visíveis no trecho estudado, devido às más condições técnicas e de conservação da infraestrutura da via.

5.2 Análise dos problemas sócio ambientais

Foram realizadas visitas a região de estudo, onde foram realizados registros fotográficos e observação visual, possibilitando identificar os locais que apresentavam problemáticas de cunho socioambiental.

Dessa forma foi possível notar que havia a presença de resíduos sólidos (lixo) em boa parte dos trechos estudados, seja nas calçadas, no pavimento da via, em terrenos baldios e nas bocas de lobo. Explicitando que ainda há uma cultura de se “jogar lixo na rua” por parte da população, como exposto nas Figuras 15 e 16, prática que leva ao mau funcionamento da rede de drenagem.

Figura 15 - Descarte irregular de resíduos de vegetação



Figura 16 - Descarte irregular de lixo em calçada



Tratando-se da problemática da degradação física do terreno, foi verificada a existência de terrenos baldios ao longo da via, os quais, estavam tomados por vegetação e sem um cercamento adequando, dessa maneira alguns eram usados como depósito de lixo, e em outros a vegetação invadia a via, o que leva a obstrução do escoamento de água, aumentando a probabilidade de alagamentos. Na Figura 17 é apresentando um exemplo de terreno baldio tomado pela vegetação, inclusive a vegetação invadindo o passeio e a margem da via.

Figura 17 - Terreno baldio tomado pela vegetação



Fonte: Autor (2024)

Situações como essa se repetem em outros trechos da avenida, e assim, acabam virando pontos de acumulação de água parada, contribuindo como vetores de propagação insetos e outros animais causadores de doenças. Essas questões se mostraram não ser exclusivas da região objeto desse estudo. Brito (2020), Campos (2018) e Dias (2023) em seus estudos, também encontraram as mesmas problemáticas, explicitando a presença constante de tais situações nas vias públicas de nossas cidades.

Outra problemática observada durante essa pesquisa, foi a interação inadequada com esgoto nos elementos de drenagem. É comum, mesmo com rede de esgoto na avenida, as residências possuírem canalizações de esgotamento despejando diretamente na via, como pode ser visto na Figura 18. Há trechos em que o esgoto e a lama correm continuamente, principalmente em locais onde há terreno baldio.

Figura 18 - Esgoto a céu aberto e lixo espalhado na via



Fonte: Autor (2024)

Já no que tange a erosão da pavimentação das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial, não foi observada nenhuma anomalia preocupante. Porém, conforme ilustrado na Figura 19, há uma via na margem norte da avenida, cujo acesso e a própria via não possuem pavimentação, e como a cota de nível da referida via é

mais baixa em relação a avenida Euclides Figueiredo, ela está sob potencial risco de erosão em eventos de chuvas volumosas.

Figura 19 - Acesso da Av. Sergipe do Norte sem pavimentação



Fonte: Autor (2024)

Esses problemas além de interferência direta no funcionamento do sistema de drenagem pluvial da avenida estudada, também acabam por gerar outros fatores de risco e transtorno para a população residente na localidade, pois atrapalham o escoamento da água das chuvas, criando locais com acúmulo de água que são propícios a proliferação de mosquitos vetores de doenças, como dengue, zika e chikungunya. Além disso, há doenças relacionadas ao contato com água contaminada devido a ocorrência de esgoto a céu aberto como, leptospirose, hepatite A, verminoses, entre outras, que durante precipitações intensas acabam se misturando a água da chuva.

5.3 Propostas de soluções para as problemáticas encontradas

Para sanar as problemáticas identificadas na área de estudo, algumas soluções podem ser adotadas.

Primeiramente, no que se refere ao quantitativo das bocas de lobo, mostrou-se que elas não estão presentes em todo trecho estudado, ficando restritas a uma parte do trecho total, como apresentado anteriormente na Figura 6, e também que não estão distribuídas de maneira adequada, o que leva a acreditar que o trecho não possua um sistema de microdrenagem padronizado. Dessa forma, sugere-se que seja feito estudo de viabilidade por parte do poder público para a implantação, manutenção ou ampliação do sistema de microdrenagem na região.

No que diz respeito as sarjetas, devido as condições precárias da pavimentação, a inexistência de sarjeta foi observada em praticamente todo o trecho estudado, como também a ausência de uniformidade no passeio e meio-fio. Deste modo, sugere-se que seja feito um estudo para a realização de uma obra de urbanização na região, que inclua reforma e execução de pavimentação, tanto da avenida como das ruas adjacentes não pavimentadas, dimensionamento de sarjetas adequadas para transportar a vazão de água durante os eventos de chuvas volumosas e construção de passeio padronizado em toda extensão do trecho, Além disso, fica também a sugestão para realização de um estudo aprofundado buscando verificar a viabilidade da implantação de dispositivos como trincheiras de percolação nos pontos de maior declividade, e também, a utilização de pavimentos porosos, com o objetivo de auxiliar na infiltração.

Outra sugestão a ser adotada junto com a implantação de um sistema de microdrenagem é, o estudo para verificar se há necessidade ou não de implantação de obras de macrodrenagem na região, como por exemplo; a construção de bacia de retenção (piscinão) ou canal de macrodrenagem na Área de risco AR_I_034_A classificada pela Defesa Civil de Aracaju, pois se trata do ponto de menor elevação da área de estudo. Assim, o escoamento da avenida segue para essa região em direção aos córregos naturais que levam para o rio do Sal, onde sua margem está localizada a 540 metros em linha reta da margem norte da Avenida Euclides Figueiredo.

Outra problemática que necessita de uma solução, é o lançamento de esgoto das residências na via, pois apesar de observada a existência de rede de esgoto da DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe, muitas residências continuam lançando o esgotamento diretamente na avenida, portanto, tem que haver uma fiscalização mais efetiva da administração pública municipal e do órgão responsável pelo saneamento básico, para conscientizar os moradores a fazer a ligação na rede de esgoto local e, assim acabar com essa prática que traz prejuízos de cunho sócio ambiental, como também ameaça a saúde e bem estar dos moradores, gerando desconforto as pessoas que transitam e frequentam a região por motivos pessoais e profissionais.

Ainda sobre as problemáticas socioambientais, é necessário que sejam adotadas soluções para combater o depósito e descarte de resíduos sólidos (lixo) na via. Como exemplo dessas soluções, tem-se a realização de campanhas de conscientização da população sobre os prejuízos que essa prática traz, a fiscalização e advertência, seguidas da aplicação de multa aos moradores. Além disso, realização da coleta de resíduos sólidos (lixo) mais eficiente, por meio da implantação de coleta seletiva também é uma maneira bastante eficaz de minimizar essas problemáticas.

A Prefeitura Municipal de Aracaju vem desde 2012 realizando práticas de incentivo ao descarte seletivo dos resíduos, através da instalação de estações para recolhimento de resíduos, os chamados Ecopontos e os PEVs (pontos de entrega voluntária), segundo reportagens do portal de notícias F5 News (2024) e da Agencia Aracaju de Notícias (2022).

Outras cidades também adotam iniciativas similares, como por exemplo Gurupi no estado do Tocantins, que realiza constantemente campanhas de conscientização da população sobre o descarte irregular dos resíduos, utiliza medidas de aplicação de notificações e autos de infração, com o propósito de conscientizar os moradores de suas responsabilidades para com a conservação das áreas públicas (VIEIRA, 2024).

Porém, como demonstrado pelos dados do Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima (2024), apenas 2,2% dos resíduos gerados são destinados a reciclagem, muito longe da meta de 50% estipulada pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o que só demonstra como o país ainda está muito longe do cenário projetado como ideal. Dessa forma, essas políticas públicas devem ser intensificadas,

abrangendo mais localidades dos territórios nacional, para que as situações de descarte irregular de lixo sejam cada vez mais reduzidas, tendo como consequência a minimização e a extinção dos transtornos que essa problemática produz para as redes de drenagem urbanas e para a saúde de sua população.

6 CONCLUSÃO

O estudo realizado na Avenida Euclides Figueiredo identificou múltiplas deficiências na drenagem urbana, e entre as principais destacam-se a ausência de elementos como meio-fio, sarjeta, poço de visita, combinado com a baixíssima presença e condição precária das bocas de lobo, o que acaba por comprometer a eficiência da coleta e condução das águas pluviais. Essa situação demonstra a falta de cuidado com a manutenção por parte do poder público municipal, como também até a falta de projeto de drenagem que atenda toda a região.

Outa problemática grave identificada foi a presença de resíduos sólidos (lixo), que apesar de só ter sido encontrada em uma das seis bocas de lobo, acaba por comprometer a capacidade de engolimento desta, e por consequência, gera alagamento e acúmulo de água na pista de rolamento da via.

Diante deste cenário, é fundamental investigar a fundo essas questões e implementar medidas eficazes para a melhoria da qualidade de vida da população dessa região. Dentre estas, fica-se como sugestão, a realização de estudos visando, a implantação, manutenção e/ou ampliação do sistema de drenagem urbana local, bem a verificação da viabilidade técnica para adoção de sistemas alternativos de drenagem urbana, como por exemplo, a instalação de trincheiras de percolação nos passeios, aplicação de pavimentação permeável na via e/ou nas ruas adjacentes e, até mesmo a execução de obra de macrodrenagem para receber essa água coletada na região e conduzi-la a sua destinação final, caso se mostre uma ação necessária para resolver os problemas da drenagem pluvial.

Também foram detectadas questões de cunho socio ambiental como, depósito irregular de resíduos sólidos na via e em terrenos baldios tomados por vegetação, criando assim pontos de contaminação do solo, e proliferação de animais vetores de doenças. Além da presença de muitos pontos de despejo de esgoto na avenida, mesmo está possuindo rede de esgotamento sanitário, o que também se configura como uma potencial ameaça a saúde e bem estar da população ali residente.

Desta maneira, esta pesquisa enfatiza a necessidade de aprimorar e/ou implantar o sistema de microdrenagem na área analisada, incluindo a recuperação das bocas de lobo existentes, a melhoria na abertura e o dimensionamento adequado

dessas estruturas. Além disso é de fundamental importância a elaboração e realização de campanhas de conscientização junto à comunidade sobre a importância de manter as vias limpas e intensificar a fiscalização, advertência e penalização para o descarte de resíduos sólidos (lixo) em locais inadequados, como também os despejos irregulares de esgoto a céu aberto em via pública.

Portanto, o estudo dessas questões e suas possíveis soluções é fundamental para minimizar os alagamentos na região. Os resultados obtidos podem ser utilizados como balizamento para a elaboração de outros estudos e/ou projetos e a implementação de ações eficazes na resolução desses problemas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Ecopontos contribuem para o desenvolvimento sustentável de Aracaju**, 22 de novembro de 2022. Disponível em: <https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/97880/www.aracaju.se.gov.br/matriculaonline/>. Acessado em: 31 de agosto de 2024.

ANDRADE, M. C. S. C. de. **Análise dos dispositivos de microdrenagem em trecho da rodovia PE-015 com ocorrência de alagamentos**. 2023. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

ARACAJU, Secretaria Municipal da Defesa e da Cidadania – Prefeitura Municipal de. **Mapeamento das áreas de risco - inundação: AR_I_034_A**. 2020. Disponível em: https://www.aracaju.se.gov.br/pdf/defesacivil/inundacao/japaozinho/AR_I_034_A.pdf. Acesso em: 14 de setembro de 2023.

BERNARDI, E. C. S. et al. **Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental**. *Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas*, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BRITO, W. D. L. **Avaliação do sistema de drenagem urbana utilizando os indicadores de fragilidade: estudo de caso na estrada do pimenta no bairro do alto do calhau em São Luís - ma**. 2020. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, 2020.

CAMPOS, P. C. **Análise de pontos de alagamento de Aracaju: estudo da rede de drenagem da avenida Euclides Figueiredo** 73 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2018.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**: edição ampliada e atualizada. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 384p.

CARVALHO, J. S. **A Aplicação da pavimentação permeável na cidade de Aracaju/Se com o fim de minimizar o problema das enchentes**. 2019. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Faculdade Regional Brasileira - Unirb, Aracaju, 2019.

DIAS, J. S. **Análise dos componentes da microdrenagem do Conjunto Habitacional Santa Lúcia, Aracaju/SE**. 72 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2023.

F5 NEWS. **Implementação de Ecopontos em Aracaju traz avanço na gestão de resíduos sólidos**, 11 de maio de 2024. Disponível em: <https://www.f5news.com.br/cotidiano/implementacao-de-ecopontos-em-aracaju-traz-avanco-na-gestao-de-residuos-solidos.html/>. Acessado em: 30 de agosto de 2024

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. São Paulo: FCTH, 1999.

FONTES, A. R. M.; BARBASSA, A. P. **Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas**. Revista Brasileira de recursos hídricos, v. 8, n. 2, p. 137-147, 2003.

G1SE. **Chuvas em Sergipe: alagamentos, transbordamento de rio e muros arrastados**, 7 de maio de 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2024/05/07/chuvas-em-sergipe-na-primeira-semana-de-maio.ghtml/>. Acessado em: 31 de agosto de 2024

GURGEL, G. M. **Crescimento urbano e seus impactos no sistema de drenagem de uma bacia em Natal/RN**. 2016. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

HERNANDEZ, L. C. e SZIGETHY, L. **Controle de Enchentes: Exemplos do uso da tecnologia e inovação para o controle de enchentes**, 3 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/231-controle-de-enchentes/>. Acessado em: 26 de novembro de 2023.

INFONET. **Chuvas intensas causam transtornos e alagamentos em Aracaju**, 7 de maio de 2024. Disponível em: <https://infonet.com.br/noticias/cidade/chuvas-intensas-causam-transtornos-e-alagamentos-em-aracaju/>. Acessado em: 31 de agosto de 2024

MATIAS, Á. **"Bacias hidrográficas"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/geografia/bacias-hidrograficas.htm>. Acesso em 31 de agosto de 2024.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 361 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, 05 de julho de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/qualidade-ambiental-e-meio-ambiente-urbano/plano-nacional-de-residuos-solidos/>. Acessado em: 30 de agosto de 2024

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 28 p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Curso de Capacitação de Técnicos Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais - PROCESSOS HIDROLÓGICOS: Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco**. Vitória-ES. 2017.

SOUSA, M. M. **Drenagem Urbana: clássica x sustentável. Clássica x Sustentável**. 2011. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/drenagem-urbana-classica-x-sustentavel/?lang=en.%20Acesso%20>. Acesso em: 31 de agosto de 2024.

SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos**. São Paulo: SMDU, 2012.

TOMAZ, P.. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais: piscinas, galerias, bueiros, canais: métodos SCS**, Denver, Santa Bárbara Racional, TR-55. São Paulo: Navegar, 2002. 475 p.

TOMAZ, P. **Curso de manejo de águas pluviais: Microdrenagem**. Cap 05, 2013.

TUCCI, C.E.M. **Controle de Enchentes**, in: **Drenagem Urbana**. Editora da Universidade/ABRH, Porto Alegre-RS, Cap. 1, 1995.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS Editora: ABRH, 2009. 943p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**/Carlos E. M. Tucci. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.

VIEIRA, F. **Prefeitura de Gurupi intensifica combate ao descarte irregular de lixo e entulho**, 06 de março de 2024. Disponível em: <https://gurupi.to.gov.br/2024/03/prefeitura-de-gurupi-intensifica-combate-ao-descarte-irregular-de-lixo-e-entulho/>. Acessado em: 30 de agosto de 2024.