

Análise técnica da ineficiência da microdrenagem na rua São Luís, delimitada em suas extremidades nas ruas Rio Grande do Norte e Bonaire, centro da cidade de Açailândia – Maranhão

Technical analysis of the inefficiency of microdrainage in the street São Luís, delimited in its extremities in the streets Rio Grande do Norte and Bonaire, center of the city of Açailândia - Maranhão

Análisis técnico de la ineficacia del microdrenaje en la calle São Luís, delimitada en sus extremos en las calles Rio Grande do Norte y Bonaire, centro de la ciudad de Açailândia - Maranhão

Recebido: 22/06/2023 | Revisado: 27/02/2024 | Aceitado: 28/02/2024 | Publicado: 01/03/2024

Briane de Souza Vilarinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5263-9944>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: brianevilarinho.20180040251@uemasul.edu.br

Adri Jardel de Oliveira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7732-6582>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: adrisilva.20190007180@uemasul.edu.br

Genilson Oliveira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2593-6193>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: genilsonsouza.20190007260@uemasul.edu.br

Ronaldo de Moraes Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5496-5401>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: ronaldomacedo.20190008169@uemasul.edu.br

Ramon Reis Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8827-3796>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: ramon.rodrigues@uemasul.edu.br

Deckson Lacerda de Sousa Costa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3815-0970>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: deckson.costa@uemasul.edu.br

Ana Caroline Pereira Nolasco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7770-9822>
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil
E-mail: anacaroline.nolasco@uemasul.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta uma análise técnica da ineficiência do sistema de microdrenagem na Rua São Luís, localizada no centro do município de Açailândia, estado do Maranhão. A pesquisa tem como finalidade identificar e compreender os principais problemas relacionados à microdrenagem nessa área específica, delimitada pelas Ruas Rio Grande do Norte e Bonaire. Utilizando métodos de coleta de dados, como observações de campo, foram identificadas deficiências no sistema de drenagem, na qual resultam em alagamentos e transtornos para a comunidade local. As principais causas da ineficiência incluem o dimensionamento inadequado das estruturas de drenagem, a ausência de manutenção adequada e o acúmulo de lixo nas vias públicas. Com base nos resultados obtidos, são propostas medidas corretivas para amenizar os problemas identificados, como o redesenho do sistema de escoamento, a implementação de práticas de manutenção regular e a conscientização da população sobre a importância da preservação do sistema de microescoamento. Acredita-se que a implementação dessas medidas contribuirá para melhorar as condições de drenagem e reduzir os impactos negativos causados pela ineficiência da microdrenagem na Rua São Luís e nas áreas circunvizinhas.

Palavras-chave: Estudo; Ineficiência; Microdrenagem; Alagamentos.

Abstract

This article presents a technical analysis of the inefficiency of the microdrainage system in São Luís Street, located in the center of the city of Açailândia, state of Maranhão. The research aims to identify and understand the main problems related to microdrainage in this specific area, bounded by Rio Grande do Norte and Bonaire Streets. Using data collection methods such as field observations, deficiencies in the drainage system were identified, resulting in flooding and inconvenience to the local population. The main causes of inefficiency include the inadequate sizing of drainage structures, lack of proper maintenance, and the accumulation of trash on public roads. Based on the results obtained, corrective measures are proposed to mitigate the problems identified, such as redesigning the drainage system, implementing regular maintenance practices, and making the population aware of the importance of preserving the microdrainage system. It is believed that the implementation of these measures will contribute to improve drainage conditions and reduce the negative impacts caused by inefficient microdrainage on São Luís Street and the surrounding areas.

Keywords: Study; Inefficiency; Microdrainage; Flooding.

Resumen

Este artículo presenta un análisis técnico de la ineficacia del sistema de microdrenaje de la calle São Luís, situada en el centro de la ciudad de Açailândia, estado de Maranhão. La investigación tiene como objetivo identificar y comprender los principales problemas relacionados con el microdrenaje en esta área específica, delimitada por las calles Rio Grande do Norte y Bonaire. Utilizando métodos de recogida de datos, como las observaciones de campo, se identificaron deficiencias en el sistema de drenaje, que provocan inundaciones y molestias a la población local. Las principales causas de la ineficacia son el dimensionamiento inadecuado de las estructuras de drenaje, la falta de mantenimiento adecuado y la acumulación de basura en la vía pública. A partir de los resultados obtenidos, se proponen medidas correctoras para mitigar los problemas identificados, como el rediseño del sistema de drenaje, la implantación de prácticas de mantenimiento regular y la concienciación de la población sobre la importancia de preservar el sistema de microdrenaje. Se cree que la implementación de estas medidas contribuirá a mejorar las condiciones de drenaje y a reducir los impactos negativos causados por la ineficiencia del microdrenaje en la calle São Luís y zonas aledañas.

Palabras clave: Estudio; Ineficacia; Microdrenaje; Inundaciones.

1. Introdução

Segundo IBGE (2015), Açailândia é uma cidade do interior do Maranhão que surgiu em 1958, com as obras da BR-010, que mobilizou 1,2 mil trabalhadores na região. Alocados nas proximidades do Riacho Açailândia que serviu de apoio para esses trabalhadores, permitindo que eles descobrissem essa área como fértil e abundante em recursos hídricos, que consequentemente atraiu pessoas de diversas localidades do país em busca de novas oportunidades econômicas, no entanto esse crescimento populacional alterou a geografia natural da região à tornando mais urbana com o passar dos anos.

Conforme o IBGE (2021), o crescimento desenfreado representa aproximadamente 120 mil habitantes atualmente, trazendo à tona o surgimento de periferias, ruas mal planejadas, inexistência de sistemas drenantes ou sistemas drenantes ineficazes. Dessa forma a expansão urbana resulta no aumento da área construída, e por conseguinte impedindo a absorção natural de água do solo, causando alterações na hidrologia e no clima local, entre outros aspectos. A urbanização, ao modificar os padrões de uso do solo, tende a agravar as enchentes urbanas, pois aumenta a disponibilidade de escoamento superficial. A remoção da vegetação natural, a impermeabilização sem controle em vastas áreas, a diminuição de áreas naturais e a ocupação de áreas marginais aos rios são algumas das inúmeras ações críticas que afetam o sistema drenante (Miguez, 2015).

Com alusão a Tucci (2012), a cidade é afetada por seus próprios impactos, afetando a população que nela habita. O controle desses impactos é gerenciado por intermédio de medidas estabelecidas por leis municipais ou distritais e ações estruturais específicas desenvolvidas na cidade. A partir desta afirmação, a Lei Federal nº11.445/2007, conhecida como a Lei de Saneamento Básico, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, na qual o objetivo da mesma é promover o acesso universal aos serviços básicos de saneamento, contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população e para a proteção do meio ambiente.

Bovolato (2010), cita que, os problemas que atingem o meio ambiente se destacam a carência de investimentos em saneamento básico; poluição dos recursos hídricos, em particular de mananciais de abastecimento de água das cidades; a

ineficiência no sistema de drenagem, o qual contribui para o acontecimento de enchentes; as precárias condições de coleta do lixo e a diminuição de áreas verdes, essas situações são recorrentes na rua São Luís em Açailândia - MA, e mesmo sendo uma via bastante movimentada na cidade, não possui manutenção adequada do sistema drenante ocasionando enchentes em períodos chuvosos.

Apesar da existência de diretrizes que regulamentam o saneamento, a realidade de vários municípios brasileiros não contempla o mínimo do que é atribuído pelas leis. Colusso e Sebastião (2016), discorrem que o crescimento horizontal das cidades apesar de ser um processo comum, ocorre muitas vezes sem nenhum planejamento. Fato este que pode acarretar sérios danos a cidade, incluindo acesso adequado a água potável, coleta e tratamento de esgoto e disposição de resíduos sólidos (Funasa, 2004).

A ausência de um sistema de drenagem eficiente pode acarretar uma série de consequências negativas para o município e sua população. Esse sistema muitas vezes é negligenciado e mal projetado no processo de urbanização, comprometendo a qualidade de vida da população, uma vez que a presença excessiva de água nas ruas pode causar transtornos, como prejuízos financeiros e materiais. Além disso, a saúde da população pode ser seriamente afetada, visto que as águas pluviais contaminadas com lixo e esgoto podem transmitir doenças (Ramos Batista Aires et al., 2018).

O objetivo deste artigo é realizar uma análise técnica abrangente para examinar a ineficiência do sistema de microdrenagem nas localidades da Rua São Luiz, com limites nas Ruas Rio Grande do Norte e Bonaire, no Centro de Açailândia - MA. Além de analisar a eficiência desse sistema, o estudo também visa analisar os impactos negativos significativos que ele está causando na cidade e nas áreas circunvizinhas. Essa análise busca compreender a extensão dos problemas enfrentados devido à inadequada capacidade de drenagem e as consequências que esses problemas acarretam para a comunidade local e sugerir propostas que possa amenizar a situação.

2. Metodologia

Este trabalho baseia-se em estudos de casos exploratórios descritivos. Levando em consideração, relatar os principais problemas de microdrenagem no trecho delimitado da rua São Luís, com suas extremidades nas ruas Rio Grande do Norte e Bonaire, centro urbano de Açailândia – MA. E para maior credibilidade desse trabalho foi utilizado referenciais bibliográficos de trabalhos pertinentes ao tema de estudo.

Sobre o conceito de pesquisa exploratória compreendida em sua tradicionalidade é importante ressaltar a sua qualidade na parte integrante da pesquisa, objetivando fazer um estudo preliminar visando melhorar e adaptar os instrumentos de medidas e observação da realidade que se pretende conhecer. (Piovesan & Temporini, 1995).

A pesquisa de campo ocorreu na área delimitada anteriormente, abrangendo parte de uma rua específica, para analisar a rede de microdrenagem local, ou sua inexistência em alguns casos, foi avaliado ainda, a qualidade dos dispositivos drenantes, as manifestações patológicas neles e na via, além da falta de manutenção e obstruções presentes nas sarjetas e bueiros que afetam o bom funcionamento dos sistemas de microdrenagem da área. Os principais recursos utilizados foram, artigos abordando situações problemas similares as que foram encontradas durante a realização da presente análise técnica, pesquisas de campo permitindo identificar os problemas presentes no escoamento hídrico nesse trecho e os impactos causados na vida da população local.

Além de ter utilizado recursos como sites de análise de precipitação, registros fotográficos da zona de pesquisa e coleta online de dados sobre enchentes que ocorreram na localidade delimitada para o levantamento das possíveis hipóteses que justificaram os alagamentos em dias com precipitações elevadas ocasionando o isolamento dos cidadãos e reduzindo sua mobilidade. Todo o processo de análise técnica permitiu não apenas encontrar os possíveis problemas, mas também as possíveis propostas para amenizar os problemas no sistema de microdrenagem local. A pesquisa exploratória segue princípios

profundamente enraizados. Em outras palavras, você aprende melhor quando participa de um conhecimento, sempre se esforçando para ampliar seu conhecimento, e esperar por respostas racionais significa fazer perguntas racionais.

Foi importante usar todas as variáveis de estudo, visando avaliar a realidade conforme a contextualização social e local da pesquisa. Pois, este método permitiu a escolha mais adequada para a presente pesquisa e auxiliou na decisão sobre as questões que mais precisavam de atenção e destaque na investigação detalhada desse trabalho, evidenciando possíveis dificuldades, sensibilidades e áreas de resistência.

Conforme Oliveira *et al* (2023), a declividade da via interfere não apenas na mobilidade urbana, como também o sistema de drenagem, além, da influência nas enchentes causadas no local. Na Rua São Luiz, delimitada pela Rua Rio Grande do Norte e Rua Bonaire, considerando um perímetro de três quarteirões (aproximadamente 300 metros de via asfaltada no centro da cidade de Açailândia – MA), foi possível analisar duas situações distintas de uma mesma via, no qual, a primeira refere-se a duas das quatro esquinas analisadas, pois nesses pontos não há a existência de bocas de lobo, havendo apenas sarjetas no seguimento da via que possui uma inclinação máxima de 22,8%, observada na Figura 1.

Figura 1 - Elevação do trecho da rua analisada.



Fonte: Google Earth Pro (2023).

E sarjetas com condições inadequadas pela presença de obstruções como a existência de resíduos sólidos (lixo, vegetação e areia), conforme a Figura 2.

Figura 2 - Condições das sarjetas da via próximo ao ponto de ônibus.



Fonte: Autores (2023).

Segundo Silveira (2007), as inclinações, os ângulos das ruas influenciam em diversas áreas, no transporte, no caminhar na saúde, bem-estar dos moradores e consequentemente na drenagem. Desse modo, as condições dos sistemas drenantes citados acima permitiu verificar os possíveis motivos da ineficiência do sistema drenante dessa área devido ao grande fluxo de água nessa localidade, além de apresentar patologias nas sarjetas e na rua, a mesma também possui uma inclinação considerável que afeta um ponto diferente da mesma via.

A segunda situação, se trata das duas esquinas seguintes, situadas no ponto de menor elevação da via, nesses pontos se fez necessário uma implementação do sistema de microdrenagem, introduzindo a existência de dez bocas de lobo para comportar o volume de água que corre por essa rua, sendo um total de cinco bocas de lobo distribuídas entre os quatro lados das esquinas mencionadas, no entanto, as bocas de lobo presentes nessas áreas não são padronizadas, não segue nenhuma normativa e sua distribuição não segue o curso natural da água que corre pela via, além de possuir manifestações patológicas (fissuras, carbonatação e deterioração do concreto) e obstruções como as já mencionadas anteriormente. O número de bocas de lobo também se mostrou insuficiente para a região uma vez que a água que chega nesses sistemas drenantes vem de demais localidades além da área analisada. Dessa forma podemos notar tudo o que foi mencionado anteriormente na Figura 3.

Figura 3 - Condições das bocas de lobo na via.



Fonte: Autores (2023).

Para Canholi (2005), a rede de drenagem do Brasil desempenha uma função higiênica ao drenar rapidamente a águas provenientes das chuvas nos canos. No entanto, o rápido escoamento hídrico pode levar a problemas de enchentes em locais distantes, uma vez que a infraestrutura de drenagem nem sempre consegue lidar com grandes volumes de água em curtos períodos de tempo. Assim, a água pode se acumular em regiões mais baixas ou sobrecarregar os sistemas de drenagem locais, causando inundações em outros pontos da cidade. Contudo, isso apenas move o problema para outro ponto da mesma rua ou outra parte da cidade.

Dessa forma, a deficiência na qualidade na microdrenagem na área analisada está atrelada a muitos fatores, que vai desde a inexistência de um projeto adequado para sua implementação visando dimensionamento adequado das sarjetas, bocas de lobo em quantidade e qualidade adequada, qualidade da estrada e geometria uma vez que o não abaulamento da via impossibilita o escoamento lateral adequado da drenagem superficial para o leito da rua. Fora os problemas estruturais, ainda foi identificado a ausência de manutenção das bocas de lobo, limpeza insuficiente nas sarjetas e a unificação indevida do sistema drenante com o esgoto ao ar livre conforme a Figura 4.

Figura 4 - Esgoto ao ar livre escoando pelo sistema drenante.



Fonte: Autores (2023).

A rua analisada é uma entre as principais vias da cidade, possuindo um alto fluxo de pessoas e existência de diversos pontos comerciais ao longo da via, no entanto, mesmo com esses atributos, ela ainda sofre com os problemas presentes no sistema de microdrenagem já mencionados e a negligência de manutenção dos mesmos, nos dias de precipitações elevadas acarreta que, a água da chuva ultrapassa a capacidade das sarjetas e bueiros ocasionando enchentes e alagamentos como demonstrado na Figura 5, além, do esgoto a céu aberto. Almeida (2020), declara que se as cidades não lidarem adequadamente com esse problema, além da predominância do crescimento desordenado urbano e da ausência ou inadequação de políticas de ocupação do solo, tendo consequência a alta impermeabilidade do solo, que causa problemas como escoamento superficial, enchentes e inundações.

Figura 5 - Enchente na rua São Luiz, Açailândia.



Fonte: Açailândia (2023).

Foi constatado pelas imagens mostradas anteriormente que os dispositivos de drenagem pluvial não seguem os requisitos expostos pela norma da DNIT 030/2004 - ES, que apresenta os requisitos necessário para manejo ambiental, execução, controle de qualidade e entre outros pontos que visam a forma correta de como deve ser implementado os dispositivos de drenagem pluvial urbana. Portanto, se faz necessário a execução do plano diretor na região de Açailândia para tentar minimizar a problemática que vem causando transtornos para os cidadãos que necessitam da via para se locomover pela cidade, em especial nos dias chuvosos, por, mas que a prefeitura tenha consciência dos problemas conforme expressado no plano diretor participativo de Açailândia de 2006 a 2015, a cidade em pleno 2023 ainda se encontra em situação lamentável.

3. Resultados e Discussão

Os índices de precipitação da localidade de Açailândia não diferem significativamente dos critérios associados daqueles comumente atribuídos ao estado do Maranhão, divididos em dois períodos distintos: período chuvoso e período seco. Esses parâmetros climáticos afetam direta e indiretamente a saúde humana, como pluviosidade, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, temperatura média, mínima e máxima, etc., desse modo, para analisar a eficácia e eficiência do sistema de drenagem de Açailândia, é necessário conhecer o volume de precipitações de chuvas da região, e dessa maneira, a equação da chuva (Intensidade, Duração e Frequência - IDF) é uma maneira de estimar o acúmulo de precipitação que se passa em uma determinada área em um específico intervalo. Para a região do Maranhão, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$I_m = \frac{(K \cdot Tr)^a}{(t + b)^c}$$

Em que,

I_m : Intensidade de precipitação mm;

Tr : Período de retorno, anos;

t : Duração da precipitação, min;

K , a , b e c : Parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

Para realizar os cálculos, foi estipulado alguns determinados parâmetros para o desenvolvimento das estimativas. De acordo com Gribbin (2019) “Outra descrição seria que ela possui um período de retorno de 10 anos” e o tempo de duração da chuva em 10 minutos. E para cada estação foram regulados os parâmetros da Figura 6, onde (K, a, b e c) e utilizando os dados climáticos da região de Açailândia no estado do Maranhão, logo após analisar os dados e determinar os valores, pode - se definir e calcular o potencial de acúmulo de água que causar danos estruturais, ambientais, sociais e de saúde pública, como enchentes, alagamentos e doenças relacionadas.

Figura 6 - Parâmetros (K, a, b e c) da equação intensidade-duração-frequência para 163 estações localidades do estado do Maranhão ajustados por regressão linear.

00447002	Imperatriz	-4,841	-47,274	1130,320	0,150	10	0,742	0,994
00447004	Açailândia	-4,921	-47,497	1162,790	0,146	10	0,742	0,994
00543002	Parnarama	-5,484	-43,359	1031,570	0,229	10	0,742	0,988

Fonte: Gribblin (2019).

Em Açailândia – MA, em conformidade com os dados fornecidos pelo (CLIMATE, 2021), a precipitação média anual na cidade é de 1536 mm em um período de 30 anos, portanto, conforme pode ser observado na figura 7, o período com maior frequência de precipitação é os meses de novembro a maio, com uma queda acentuada, e a amplitude pluviométrica é maior do que a de junho a outubro, influenciada pela temperatura média mais alta, chegando a 28,0 °C. Ressaltando que os meses com os maiores valores pluviométricos foram os meses de março e fevereiro que as precipitações pluviométricas se concentram em determinadas épocas do ano, e é nesse período que a população de Açailândia – MA sofre com questões de negligência, causados por um sistema de drenagem ineficiente.

Figura 7 - Dados climatológicos de Açailândia – MA.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	24.6	24.3	24.4	24.5	25	25.7	26.6	27.5	28	27.9	28.9	25.6
Temperatura mínima (°C)	22	21.9	21.9	22	21.9	21.5	21.6	22.1	23	23.5	23.2	22.6
Temperatura máxima (°C)	28.5	28.1	28.2	28.3	29	30.4	31.8	33.1	33.5	33	31.5	29.7
Chuva (mm)	257	288	306	215	110	18	13	5	18	46	105	175
Umidade(%)	86%	88%	88%	88%	83%	70%	58%	51%	56%	62%	71%	80%
Dias chuvosos (d)	20	19	21	18	11	3	2	1	2	6	11	18
Horas de sol (h)	6.7	5.6	5.1	5.4	6.9	8.7	9.6	10.0	9.3	8.8	8.3	7.8

Fonte: CLIMATE (2021).

Em conformidade com Jorge et al. (2020) o sistema de drenagem de bocas de lobo juntamente com as sarjetas é uma parte importante da infraestrutura urbana projetada para coletar e direcionar a água da chuva das ruas para evitar enchentes e alagamentos. As bocas de lobo são aberturas na superfície das ruas, geralmente equipadas com grades, que permitem que as águas das chuvas escoem para dentro delas. O dimensionamento adequado de bocas de lobo é essencial para garantir a eficiência do sistema de drenagem pluvial. E sua capacidade é determinada por vários fatores, incluindo a área de contribuição (área de superfície que drena para a boca de lobo), a intensidade da chuva e a capacidade de escoamento da rede de drenagem.

Para dimensionar uma boca de lobo é utilizado a fórmula do hidrograma racional, que leva em consideração a área de contribuição, o coeficiente de escoamento superficial, a intensidade de precipitação e o tempo de concentração. Esses parâmetros devem ser determinados com base nas características da bacia de contribuição da boca de lobo em estudo.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{t}$$

Onde

Q = vazão máxima, cfs (m³/s);

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área de drenagem, acres; (km²)

t = tempo de concentração da precipitação (min/s)

Nesse estudo, foi coletado as dimensões de 6 bocas de lobo com o objetivo de demonstrar sua irregularidade e despadronização, sendo um dos principais motivos causadores dos transtornos nas infraestruturas de drenagem urbana na cidade de Açailândia – MA. Principalmente na rua São Luiz têm se mostrado uma fonte constante de frustração e perigo para os cidadãos. Infelizmente, a realidade é que grande parte dessas estruturas vitais em nossa cidade estão em um estado de abandono vergonhoso, Figura 8.

Figura 8 - Medição das dimensões das bocas de lobo da rua São Luiz.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1 - Dimensões das bocas de lobo da rua São Luiz, Açailândia – MA.

Nome	Tipo de abertura	Dimensões
BL1a	Boca de lobo duplas	1,06 m x 13 cm
BL1b	Boca de lobo duplas	1,07 m x 35 cm
BL2	Boca de lobo simples	1,0 m x 20 cm
BL3a	Boca de lobo duplas	60 cm x 41cm
BL3b	Boca de lobo duplas	79 cm x 55 cm
BL4	Boca de lobo simples	1,5 cm x 20 cm

Fonte: Autores (2023).

Como observado na Figura 8 e Tabela 1, as bocas de lobo não foram dimensionadas adequadamente, pois não seguem nenhuma normativa ou padronização, evidenciando ainda várias obstruções em seu entorno e interior o que interfere diretamente na vazão e capacidade de engolimento das bocas de lobo.

Na equação abaixo é demonstrado a fórmula do cálculo da capacidade de engolimento dessas estruturas, quando a profundidade da água é menor que a bacia de controle. Nesta equação, Q é a capacidade de absorção em m^3/s , L é o comprimento da soleira, seja uma abertura lateral ou os lados livres da grade (área útil), e y é a altura da água próximo à abertura em m.

$$Q = 1,7L \cdot y^{3/2}$$

O dimensionamento adequado das bocas de lobo é crucial para garantir a eficiência do sistema de drenagem urbana. Com base nas deduções expostas, foi determinado os cálculos que a boca de lobo na rua São Luiz não possui estruturas adequadas para suportar as enchentes e alagamentos. Por isso Macedo (2020) afirma que devesse notar também que a elaboração de regulamentações nacionais será um passo importante e uma oportunidade para revisar as diretrizes propostas e incorporar medidas não tradicionais, como soluções baseadas na natureza. Ressaltando que o dimensionamento da boca de lobo na rua não é suficiente para garantir o adequado escoamento das águas.

4. Conclusão

Após a Análise Técnica da Ineficiência da Microdrenagem na Rua São Luís, Delimitada em suas extremidades nas ruas Rio Grande do Norte e Bonaire, centro do município de Açailândia – MA, ficou evidente a ineficiência do sistema de microdrenagem do local, evidenciando os diversos problemas estruturais do sistema, o mau dimensionamento, instalação inadequada, manifestações patológicas presentes (nas sarjetas, bocas de lobo e na via), a escassez de manutenção e como a inclinação da via afeta o escoamento dessa área, além de mostrar ainda que, não consiste em um problema isolado, pois a água pluvial de outras ruas deságuam na via analisada, o que sobrecarrega adicionalmente o sistema drenante impedindo a captação adequada da água. A obstrução da via pela presença de resíduos sólidos (lixo) e esgoto a céu aberto também é um agravante, pois dificulta o escoamento da água da chuva ocasionando alagamentos e enchentes como foi verificado, o que também acarreta impedimento da mobilidade dos cidadãos locais, pois os mesmos acabam ficando ilhados durante os dias chuvosos.

Portanto, para proporcionar maior conforto, segurança e um escoamento adequado da água pluvial da chuva, o ideal seria implementar um novo sistema de microdrenagem, visando captar a água escoada desde o ponto de maior elevação da via, uma vez que a água tende a chegar em velocidade e volume elevado no ponto mais baixo causando a incapacidade do sistema de drenagem. Dessa forma poderia ser implementado bocas de lobos de sarjetas nos pontos mais altos e novas bocas de lobo de guia seguindo as devidas normativas nos pontos mais baixos tendo em vista adequar e suprir as necessidades de escoamento

pluvial local. Além de acrescentar um projeto de esgoto, melhoria da via que não possui abaulamento para auxiliar no escoamento lateral da água e adesão de limpezas periódicas desses sistemas para evitar qualquer obstrução que interfira na captação adequada da água pluvial da chuva.

Nesse trabalho, foi abordado um problema estrutural presente na microdrenagem de uma cidade específica, mas consiste em uma situação recorrente em muitas outras cidades do país, afetando a vida de diversas pessoas locais e/ou visitantes, foi exposto como cada fator citado interfere para que o sistema de microdrenagem seja eficaz, seja pela qualidade dos dispositivos drenantes, pelo tipo de boca de lobo, qualidade da pavimentação, abaulamento da via e inclinação da mesma, no entanto, essa é uma temática abundante em informação e se deve considerar as diferentes variáveis para localidades distintas, sendo interessante para trabalhos futuros aprofundar um pouco mais, pois a utilização dos diversos sistemas drenantes e possibilidades de melhorias da rua são fatores decisivos na qualidade do sistema de microdrenagem local.

Referências

- Açailândia, M. (2023). Açailândia - MA Instagram: " Situação da rua São Luís no centro de Açailândia ontem. Créditos: @nasruasdeacailandia" [Imagem]. Instagram. <https://www.instagram.com/reel/Cp7jW6xAxjT/?igshid=MzRIODBiNWFIZA==>.
- Almeida, R. M. (2020). *Os impactos da drenagem superficial de águas pluviais na infraestrutura de trechos de vias do perímetro urbano do município de Santarém, Pará, Brasil*. Revista Geonorte. 11(37), 175-94.
- Bovolato, L. E. (2010). *Saneamento básico e saúde*. Revista Escritas, 2.
- Canholi, A. P. (2005). *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. Oficina de Textos (2a ed.) (p. 95, 302).
- Colusso, I., & Fernandes Sebastião, R. (2016). *Ocupação de vazios urbanos e o impacto na drenagem: Estudo de caso para o município de Canoas/RS*. OBSERVASINOS. <https://www.ihu.unisinos.br/observasinos/vale/ambiente/ocupacao-de-vazios-urbanos-e-o-impacto-na-drenagem-estudo-de-caso-para-o-municipio-de-canoas-rs>.
- Data, C. (2021). *Precipitações e clima de Açailândia Maranhão*. CLIMATE DATA. <https://pt.climatedata.org/americanosul/brasil/maranhao/acailandia-29550/>.
- Departamento nacional de infraestrutura de transporte. (2004). *Drenagem - dispositivos de drenagem pluvial urbana - especificação de serviço*. (DNIT 030/2004 - ES).
- Funasa. (2004). *Manual de saneamento (3a ed.)*. Fundação Nacional de Saúde. https://bvsm.s.saude.gov.br/bvsm/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf.
- Gribbin, J. (2019). *Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais (4a ed.)*. Cengage Learning. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/>.
- IBGE. (2015). *História & fotos*. Gov.br. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/acailandia/historico>.
- IBGE. (2021). *Cidades e estados*. Gov.br. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/acailandia.html>.
- Jorge, C., Almeida, M. C., & Covas, D. (2020). *Impacto de aflúências indevidas no consumo energético em instalações elevatórias em sistemas de drenagem urbana*. Rev. Águas E Resíduos. (pp. 29-40).
- Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007., Lei n.º 11.445 (2007) (Brasil).
- Macedo, E. P. (2020). *Análise comparativa dos manuais e orientações técnicas relativas ao dimensionamento de sarjeta e bocas de lobo das capitais brasileiras*. In XIII Encontro nacional de águas urbanas.
- Miguez, M. (2015). *Drenagem urbana – do projeto tradicional à sustentabilidade*. Grupo GEN. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155695/>.
- Morelli Tucci, C. E. (2012). *Gestão da drenagem urbana. Textos para Discussão CEPAL-IPEA*, 48, 50. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf.
- Oliveira de Souza, G., de Souza Vilarinho, B., de Lima Magalhães, B. C., de Morais Macedo, R., da Silva Carvalho, F. H., Pereira Silva, H., de Sousa Leal, L., Silva Gomes, R., & de Andrade Avelar da Silva, R. (2023). Análise técnica dos problemas de drenagem urbana na rua Rio Grande do Norte de Açailândia - Maranhão considerando a declividade da via e seu impacto na drenagem da água em períodos chuvosos. *Research, Society and Development*, 12(2), 11.
- Piovesan, A., & Temporini, E. R. (1995). *Pesquisa exploratória: Procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública*. Revista de saúde pública, 29, 318–325.

Plano diretor de Açailândia. Saneamento básico - drenagem. (2006). Prefeitura de Açailândia.
<http://45.4.96.19/bitstream/ae/1537/1/RESUMO%20EXPANDIDO%20Deivid,%20Lucas,%20Matheus,%20Samuel.pdf>.

Ramos Batista Aires, T., de Oliveira, J. M., Gonçalves Cordeiro, D. H., Leal Pacheco, L. L., Alves da Silva, M. H., & Xavier de Freitas, S. (2018). *Degradação Do Asfalto Causado Por Drenagem Urbana Ineficiente*. Associação Educativa Evangélica, 5.

Silveira, F. L. (2007). *Inclinações das ruas e das estradas. Física na escola*. 8(2),16-18.