DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM URBANA EM ARACAJU-SE: UMA REVISÃO SOBRE DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL E IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Carlos Gomes da Silva Júnior [1]; Carla Mirele Souza dos Santos [2];
Laline Cristine Gomes de Araujo[3]; Zacarias Caetano Vieira [4];

RESUMO – O presente trabalho realiza um levantamento integrativo sobre os fatores determinantes dos alagamentos na capital sergipana, centralizando a análise no impacto dos resíduos sólidos e na degradação das infraestruturas. Com base em dados de inspeções e estudos anteriores, o diagnóstico aponta que a rápida expansão urbana sobre áreas vulneráveis reduziu o amortecimento natural das cheias. Na microdrenagem, o lixo obstrui até 86,6% das bocas de lobo em vias analisadas, reduzindo a eficiência hidráulica em até 51,4%, cenário agravado por defeitos de projeto. Na macrodrenagem, canais de concreto sofrem com assoreamento, patologias estruturais e corrosão química causada por esgoto clandestino. Conclui-se que a mitigação do problema exige ações integradas de conservação e reparo dos dispositivos, campanhas de conscientização e limpeza periódica.

ABSTRACT– This work presents an integrative survey of the determining factors of flooding in the capital of Sergipe, focusing the analysis on the impact of solid waste and the degradation of infrastructure. Based on data from inspections and previous studies, the diagnosis indicates that rapid urban expansion over vulnerable areas has reduced the natural buffering of floods. In micro-drainage, garbage obstructs up to 86.6% of the storm drains in the analyzed streets, reducing hydraulic efficiency by up to 51.4%, a scenario aggravated by design defects. In macro-drainage, concrete channels suffer from silting, structural pathologies, and chemical corrosion caused by clandestine sewage. It is concluded that mitigating the problem requires integrated actions for the conservation and repair of devices, awareness campaigns, and periodic cleaning.

Palavras-Chave: Inundações. Limpeza Urbana. Drenagem Urbana. Patologias

1.0 INTRODUÇÃO

A rápida expansão urbana contemporânea transforma profundamente o meio ambiente construído (Vieira et al., 2021). Em Aracaju, esse crescimento histórico sobre áreas vulneráveis, como planícies de maré, reduziu o amortecimento natural das cheias. Como consequência, a impermeabilização do solo por pavimentações e edificações reduz a infiltração da água, diminuindo o tempo de concentração das bacias e elevando o volume do escoamento superficial, o que provoca alagamentos poucos minutos após chuvas volumosas (Santos et al., 2019).

[1]) Graduando em Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe; Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-26 (79) 9 8853-1885; cgomes .aju2016@gmail.com
[2]Graduada em Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe; Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-26 (79) 9 8822-7474; carla.mirele@icloud.com
[3]Graduada em Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe, Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-26 (79) 9 911-8175; line.cris0108@gmail.com
[4] Professor do Instituto Federal de Sergipe; Av. Eng. Gentil Tavares, 1166 - Getúlio Vargas, Aracaju - SE, 49055-26 (79) 9 8853-1885; zacariascaetano@gmail.com

O sistema de drenagem pluvial urbana é fundamental para proteger o espaço habitado, pois sua gestão adequada garante o livre trânsito, protege propriedades contra inundações, evita erosões viárias e melhora as condições sanitárias ao mitigar doenças (Santos et al., 2019). Essa infraestrutura opera em duas escalas complementares: a microdrenagem, formada por pavimentos, sarjetas, meio-fios, bocas de lobo e poços de visita (Silva Júnior et al., 2025), e a macrodrenagem, estruturada por galerias de maior porte e canais superficiais (Vieira et al., 2021).

Apesar da sua vital importância socioambiental, os sistemas de drenagem pluvial urbana demandam vultosos investimentos financeiros para a sua implantação (Vieira et al., 2021), enfrentando severas limitações operacionais decorrentes de dois grandes problemas crônicos em Aracaju: a inadequada gestão dos resíduos sólidos urbanos e o avançado estado de degradação estrutural de seus dispositivos (Santos et al., 2019; Silva Júnior et al., 2025).

A deposição irregular de lixo obstrui os dispositivos de captação com plásticos e folhas, reduzindo a eficiência hidráulica das bocas coletoras em alarmantes 30,8% a 51,4% (Silva Júnior et al., 2025). Paralelamente, a falta de manutenção preventiva e corretiva acelera patologias no concreto da micro e macrodrenagem (Vieira et al., 2021). Manifestações como trincas, fissuras, falhas de nivelamento e vegetação invasiva reduzem gradativamente o desempenho do sistema (Ramos et al., 2024; Vieira et al., 2021), podendo evoluir para erosões profundas e até o colapso estrutural completo (Silva Júnior et al., 2023; Vieira et al., 2021).

A atenuação dos alagamentos históricos em Aracaju exige uma abordagem integrada entre zeladoria urbana e sustentabilidade das infraestruturas. A otimização da gestão de resíduos sólidos, por meio do combate ao descarte irregular e do aumento da limpeza urbana (Silva Júnior et al., 2025), aliada a intervenções técnicas contínuas para restaurar patologias estruturais e corrigir falhas locacionais na rede pluvial (Ramos et al., 2024; Santos et al., 2019), são ações essenciais para restabelecer a capacidade hidráulica do município.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo realizar um diagnóstico integrativo dos sistemas de micro e macrodrenagem urbana em Aracaju/SE, analisando de forma qualitativa e quantitativa como o avanço da degradação estrutural e a presença continuada de resíduos sólidos agravam os problemas de inundação na cidade, fornecendo subsídios para o aprimoramento das políticas públicas de manejo de águas pluviais.

2. MICRODRENAGEM E EFICIÊNCIA HIDRÁULICA

Aracaju sofre com alagamentos recorrentes. Em 2017, a Defesa Civil mapeou 57 pontos críticos de inundação, incluindo as avenidas Dr. Edélzio Vieira de Melo, São João Batista, Gonçalo

Rollemberg Leite e Dr. Airton Teles (G1 Sergipe, 2017 apud Santos et al., 2019), cujos sistemas de microdrenagem falharam. Diante disso, este trabalho caracteriza a seção de microdrenagem dessas quatro vias, levanta dados quantitativos de obstrução das bocas de lobo, simula a perda na capacidade de engolimento e analisa os erros geométricos de instalação dos dispositivos. Os dados analisados são provenientes de inspeções de campo realizadas entre 2019 e 2025 (Santos et al., 2019; Ramos et al., 2024; Silva Júnior et al., 2025).

2.1 Características das avenidas analisadas

As características distintas das quatro avenidas influenciam diretamente o padrão de obstrução de seus dispositivos. A Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo (bairro Pereira Lobo/Suíssa) possui cerca de 1.500 m de extensão, uso misto, canteiro central arborizado e contabilizou 43 bocas de lobo inspecionadas (Ramos et al., 2024). Com dimensões semelhantes e também de uso misto, a Av. São João Batista (bairro Ponto Novo) apresenta em torno de 1.500 m, arborização moderada e 22 dispositivos vistoriados (Santos et al., 2019). Já a Av. Gonçalo Rollemberg Leite (bairro Luzia) possui aproximadamente 1.250 m de comprimento, uso misto, canteiro arborizado e teve 35 bocas de lobo analisadas (Silva Júnior et al., 2025). Por fim, a Av. Dr. Airton Teles (bairro Santo Antônio) compreende uma extensão de cerca de 800 m, caracterizando-se pelo perfil comercial, baixo índice de arborização e um total de 42 bocas de lobo inspecionadas (Silva Júnior et al., 2025).

2.2 Dados quantitativos e simulação de perda de capacidade de engolimento

Os levantamentos apontaram obstruções nos dispositivos de drenagem das vias analisadas. Na Av. Gonçalo Rollemberg Leite, 86,6% das bocas de lobo exibiam bloqueios, sendo 60,0% parciais e 28,6% totais (Silva Júnior et al., 2025); na Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo, o índice foi de 81,4%, divididos em 46,6% parcial e 34,8% total (Ramos et al., 2024). Na Av. São João Batista, 54,5% continham resíduos, divididos igualmente em 27,3% para bloqueios parciais e totais (Santos et al., 2019), enquanto a Av. Dr. Airton Teles registrou 52,4% de obstrução, sendo 40,5% parcial e 11,9% total (Silva Júnior et al., 2025). A tipologia dos resíduos variou conforme o perfil local: folhas predominaram nas vias arborizadas, correspondendo a 85,7% na Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo (Ramos et al., 2024) e a 46,7% na Av. Gonçalo Rollemberg Leite (Silva Júnior et al., 2025). Já na Av. Dr. Airton Teles, de perfil comercial, plásticos responderam por 50,0% dos casos (Silva Júnior et al., 2025), enquanto na Av. São João Batista, metade dos bloqueios adveio da deterioração da própria tampa (Santos et al., 2019).

Para simular a perda de eficiência hidráulica, considerou-se a vazão de referência de 60 L/s para estruturas limpas (Botelho, 2011 apud Silva Júnior et al., 2025), valor que cai para 30 L/s em obstrução parcial e 15 L/s em total (Ramos et al., 2024). Essa modelagem revelou reduções na capacidade de escoamento de 51,4% na Av. Gonçalo Rollemberg Leite, de 49,4% na Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo, de 34,1% na Av. São João Batista e de 29,0% na Av. Dr. Airton Teles (Santos et al., 2019; Ramos et al., 2024; Silva Júnior et al., 2025), evidenciando que o déficit real do sistema tende a ser ainda superior por considerar apenas o impacto dos resíduos sólidos.

2.3 Análise dos Erros Geométricos e Locacionais

O principal erro de projeto identificado é a instalação inadequada de bocas de lobo em esquinas, o que contraria normas de engenharia hidráulica por gerar turbulência decorrente da convergência de fluxos opostos, dificultando a captação da água (Nakamura, 2011). Na prática, metade dos dispositivos desconsidera essa diretriz, afetando 51,2% das estruturas na Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo (Ramos et al., 2024), 50,0% na Av. São João Batista (Santos et al., 2019) e manifestando-se de forma recorrente nas avenidas Dr. Airton Teles e Gonçalo Rollemberg Leite (Silva Júnior et al., 2025). Esse erro compromete permanentemente a eficiência hidráulica e, quando associado ao acúmulo de resíduos e à deterioração estrutural, anula o escoamento do sistema. Quanto à integridade física, apenas 13,4% das bocas de lobo da Av. Gonçalo Rollemberg Leite estão em bom estado (Silva Júnior et al., 2025), o índice de degradação atinge 60,5% na Av. Dr. Edélzio Vieira de Melo (Ramos et al., 2024) e o colapso de tampas responde por metade das obstruções na Av. São João Batista (Santos et al., 2019).

3.0 MACRODRENAGEM E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Vieira et al. (2021) analisaram dois canais abertos de macrodrenagem com seção retangular de concreto armado em Aracaju/SE. O primeiro é o canal da Av. Anísio Azevedo, localizado no bairro Salgado Filho entre a Av. Beira Mar e a Rua Germiniano Maia, possuindo extensão aproximada de 1,37 km (Vieira et al., 2021). O segundo é o canal da Av. José Conrado de Araújo, que se estende do cruzamento com a Rua Dr. Thales Ferraz até a Rua Altamira, do qual se analisou apenas o trecho descoberto correspondente a 713,25 m, o que representa 77,97% do canal (Silva Júnior et al., 2022).

3.1 Patologias Identificadas nos Canais de Drenagem

As inspeções efetuadas por Vieira et al. (2021) e Silva Júnior et al. (2022) revelaram problemas de conservação e patologias estruturais nos canais que comprometem suas capacidades hidráulicas e

estruturais. Entre os danos de concreto, foram detectadas trincas e fissuras superiores no canal da Av. Anísio Azevedo (fissuras horizontais e inclinadas) (Vieira et al., 2021) e no canal da Av. José Conrado de Araújo (Silva Júnior et al., 2022). A exposição de armaduras decorrente da deterioração do cobrimento foi verificada em paredes laterais e pontes do primeiro canal (Vieira et al., 2021) e replicada no segundo canal (Silva Júnior et al., 2022), elevando o risco de corrosão do aço. Ambos os estudos constataram processos de abrasão mecânica provocados pelo fluxo d'água — identificados em estágio inicial no primeiro canal por Vieira et al. (2021) e corroborados por Silva Júnior et al. (2022) no segundo —, além de deplacamentos do concreto em diferentes níveis que indicam deterioração superficial avançada.

Sob o ponto de vista operacional e ambiental, constatou-se a deposição irregular de lixo doméstico e da construção civil com potencial de carreamento na Av. Anísio Azevedo (Vieira et al., 2021), e uma presença frequente de resíduos sólidos na Av. José Conrado de Araújo (Silva Júnior et al., 2022). A proliferação de vegetação exacerba o cenário, surgindo no entorno, interior e juntas de placas do canal estudado por Vieira et al. (2021), bem como em diferentes portes capazes de dificultar a manutenção no canal analisado por Silva Júnior et al. (2022). Adicionalmente, as bocas coletoras e conexões de galerias pluviais exibiam graves danos: muitas estruturas estavam destruídas ou degradadas no primeiro canal (Vieira et al., 2021), enquanto no segundo foram mapeadas galerias quebradas, obstruídas por terra e resíduos ou danificadas por cavitação e abrasão (Silva Júnior et al., 2022).

Por fim, anomalias estruturais específicas foram identificadas em cada canal. No da Av. Anísio Azevedo, Vieira et al. (2021) relataram conexões clandestinas de esgoto, processos erosivos gerados pelo afastamento de placas de concreto — que ocasionaram afundamentos em calçadas marginais pelo carreamento de sedimentos — e inclinação de paredes em direção ao interior da calha, indicando tendência ao tombamento. Paralelamente, no canal da Av. José Conrado de Araújo, Silva Júnior et al. (2022) identificaram afundamentos similares nas calçadas devido a juntas desprovidas de preenchimento, bem como passarelas de pedestres altamente deterioradas que põem em risco a segurança da população.

3.2 Impactos Químicos e Estruturais das Ligações Clandestinas de Esgoto em Canais de Drenagem Urbana

As ligações clandestinas de esgoto em redes de drenagem pluvial são práticas inadequadas que comprometem os desempenhos hidráulico, ambiental e estrutural da macrodrenagem, sendo um problema recorrente identificado em Aracaju/SE por Vieira et al. (2021) e Silva Júnior et al. (2022),

que associam o lançamento irregular à deterioração da água e à degradação acelerada do concreto. Quimicamente, o principal mecanismo de dano ocorre pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica, na qual bactérias convertem compostos sulfurados em sulfeto de hidrogênio que, ao ser oxidado por bactérias do gênero Thiobacillus, forma ácido sulfúrico; essa substância reduz o pH do material e dissolve os compostos cimentícios, gerando perda de resistência mecânica (Melo; Santos; Silva, 2009). Fisicamente, o esgoto transporta sólidos suspensos, areia e partículas abrasivas que potencializam o desgaste superficial e a abrasão no fundo e nas paredes dos canais, reduzindo gradualmente a espessura e a capacidade resistente do concreto, conforme apontado por Guabiroba (2012) apud Vieira et al. (2021). Sob a ótica estrutural, a ação combinada de abrasão, corrosão de armaduras, fissuração e desplacamento diminui a durabilidade das estruturas, visto que as cargas ilegais introduzem agentes químicos agressivos que aceleram a deterioração e, sem manutenção preventiva, podem provocar perda de seção resistente, instabilidade local e colapso parcial, como ressaltado por Strauss (2016) apud Vieira et al. (2021). Logo, as evidências indicam que o esgoto contínuo atua como um severo agente de degradação física que promove simultaneamente corrosão química, abrasão mecânica e danos estruturais, reduzindo a vida útil dos canais e elevando os custos públicos de manutenção e recuperação.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações do trabalho podem ser resumidas em três pilares interdependentes:

- O estudo aponta um cenário de obstrução generalizada nas bocas de lobo das avenidas analisadas (com índices de bloqueio que chegam a 86,6%), reduzindo a capacidade de escoamento de água entre 29,0% e 51,4% devido ao acúmulo de lixo e folhas. O problema é severamente agravado por falhas de projeto, já que metade dos dispositivos foi instalada incorretamente em esquinas, gerando turbulências que anulam a captação pluvial.
- As inspeções nos canais abertos revelaram sérios problemas estruturais e de conservação. Foram identificadas patologias como trincas, exposição e corrosão de armaduras, desplacamento do concreto, assoreamento por vegetação invasiva e erosões que provocam o afundamento de calçadas marginais.
- O lançamento ilegal de esgoto sanitário nos canais de drenagem acelera drasticamente a destruição das estruturas de concreto. Quimicamente, a decomposição da matéria orgânica gera ácido sulfúrico que corrói o material, enquanto fisicamente, os sólidos suspensos aumentam o desgaste por abrasão mecânica, elevando o risco de colapso.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva:** engenharia das águas pluviais nas cidades. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

G1 SERGIPE. **Confira os principais pontos de alagamento em Aracaju.** 2017. Disponível em: https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/confira-os-principais-pontos-de-alagamento-em-aracaju.ghtml. Acesso em: 12 jun. 2026.

GUABIROBA, R. T. **Patologias em canais de drenagem em concreto:** Estudo de caso de BH. 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MELO, V. S.; SANTOS, H. de A. e; SILVA, A. de P. e. **Patologias em estruturas hidráulicas de macrodrenagem revestidas em concreto**. Revista Construindo, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 32-37, 2009.

NAKAMURA, J. **Bocas de lobo.** [S. l.], 2011. Disponivel em <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas> Acesso em: 18

RAMOS, S. R. da S.; SANTOS, C. S. A.; SILVA JÚNIOR, C. G. da; VIEIRA, Z. C. **Análise da infraestrutura de microdrenagem em uma avenida da cidade de Aracaju-SE**. Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente – RIMA, Paraíba, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.52664/rima.v6.n1.2024.e237.

SANTOS, D. K. A.; VIEIRA, Z. C.; BARROSO, M. L. A.; SILVA JÚNIOR, C. G. da; SAMPAIO, L. S. **Levantamento visual do estado de conservação dos dispositivos de microdrenagem da Avenida São João Batista, em Aracaju – SE.** In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 12., 2019, Aracaju. Anais [...]. Porto Alegre: ABRHidro, 2019. p. 1-5.

SILVA JÚNIOR, C. G. da; LIMA, R. G.; VIEIRA, Z. C.; SANTOS, C. M. S. dos. **Impactos dos resíduos sólidos lançados na microdrenagem urbana:** uma abordagem em pontos suscetíveis a alagamentos em Aracaju/SE. Revista Tecnologia (Rev. Tecnol.), Fortaleza, v. 46, p. 1-12, 2025. DOI: https://doi.org/10.5020/23180730.2025.15762.

SILVA JÚNIOR, C. G. da; VIEIRA, Z. C.; PALMEIRA, J. S.; SANTOS, C. M. dos; SANTOS, C. S. A.; SILVA, R. A. da; MOTA, A. M. dos SANTOS; ARAUJO, L. C. G. de; ANDRADE, D. F. R. **Levantamento de Patologias no Canal de Drenagem da Avenida José Conrado de Araújo, em Aracaju, Sergipe.** In: Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água. [S. l.: s. n.], 2022. cap. 3, v. 2, p. 30.

STRAUSS, G. H. **Gestão patrimonial de redes de drenagem urbana**. 2016. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

VIEIRA, Z. C.; ALMEIDA, K. S.; BARROSO, M. L. A.; SILVA JÚNIOR, C. G. **Patologias em canal de drenagem urbana:** análise das condições de deterioração no canal da Avenida Anísio Azevedo, na cidade de Aracaju-SE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2021, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: ABRHidro, 2021.