

ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE

Thalita Santa Rita Freitas¹; Zacarias Caetano²

1. Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Sergipe-UFS

2. Professor Mestre, Coordenação de Engenharia Civil. Instituto Federal de Sergipe-IFS; zacariascaetano@yahoo.com.br

RESUMO: *Em Aracaju, capital do estado de Sergipe, observa-se um fenômeno comum a outros centros urbanos, que é a ocorrência de alagamentos e inundações. Diversos fatores podem contribuir para a ocorrência ou intensificação desses eventos, desde fatores naturais até ações antrópicas. Diante do exposto, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise das áreas de maior frequência de alagamentos e inundações do município de Aracaju, buscando entender as causas desses eventos e indicando ações que podem ser adotadas para atenuar as ocorrências. A elaboração deste trabalho foi dividida em três partes: levantamento de dados, confecção de uma mapa com as áreas mais frequentes, e por fim, análise das ocorrências. Os resultados mostram que Aracaju apresenta características que a tornam propensa a esses eventos, tais como baixa declividade, influência de maré e alto índice pluviométrico. Somam-se a essas características a urbanização e impermeabilização do solo, além da ineficiência do sistema de drenagem. Conclui-se que é necessário um Plano Diretor atualizado que contemple essa realidade, a implantação de uma infraestrutura verde na cidade, uma maior atenção a rede de drenagem urbana, através de uma ampliação, manutenção e limpeza periódica, e por fim, uma maior conscientização da população não jogando lixo nas ruas e/ou dispositivos de drenagem.*

Palavras-Chave: Drenagem urbana; Águas pluviais; Geomorfologia.

1 INTRODUÇÃO

Em períodos de chuvas concentradas e intensas, podem ser verificados em vias urbanas, um acúmulo indesejado de água, podendo causar diversos prejuízos à população (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2022). Conforme relata Braga (2016) a ocorrência de enchentes, alagamentos e inundações em áreas urbanas pode ser explicado pelo agravamento do escoamento superficial natural, que sofre alterações substanciais em virtude da urbanização desordenada, como consequência da impermeabilização da superfície. Para Brandão (2001) ações antrópicas, ao longo do tempo, têm contribuído para aumentar a frequência e intensidade desses eventos.

Diversos fatores podem contribuir para a ocorrência ou intensificação desses eventos. Desde fatores naturais, como declividade do terreno, ocorrência de maré, regime pluviométrico local, até outros fatores, como, impermeabilização do solo e características da rede de drenagem urbana, tais como inexistência, ineficiência, estado de conservação e presença de resíduos sólidos no dispositivos de drenagem.

Declividade é a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal. Superfícies mais planas, segundo Magalhães *et al.* (2011) são mais propensas a inundações do que superfícies escarpadas, ou com declividade acentuada, tendo em vista que a declividade baixa contribui para que a água fique mais concentrada no local. Altitude topográfica, grau de declividade e outros aspectos geomorfométricos, tem influência direta na ocorrências de alagamentos

(SANTOS e CARVALHO, 2021), tendo em vista que, as águas escorrem de regiões mais altas em direção às de menor altitude, elevando o volume de água recebido por esses locais.

Maré é o movimento alternado e frequente de descida e elevação do nível do mar. A amplitude da maré difere dia após dia conforme a posição do Sol e da Lua; e quando ambos se colocam numa mesma linha em relação à Terra, a maré fica mais alta do que o normal e é chamada de maré de Sizígia (DANDOLINI, 2000). Em cidades litorâneas, os efeitos da maré alta, principalmente nas marés de sizígia, elevam o nível das águas na região próxima à costa, dificultando o escoamento natural e agravando os efeitos das chuvas intensas (MENESCAL; FIGUEIREDO; FRANCO, 2005). A cidade de Aracaju, que está localizada em planície costeira dos estuários dos rios Vaza Barris e Rio Sergipe, é suscetível a alagamentos e inundações naturalmente (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2022).

Cidades litorâneas geralmente são úmidas, com presença de alto índice pluviométrico (LIMA *et al.*, 2013), em virtude da maritimidade, ou seja, da proximidade em que se encontra dos mares e oceanos, de modo que apresentam maior umidade e índice pluviométrico, e por sua vez, menor variação de temperatura (TODA MATÉRIA, s.d).

Percebe-se que, além dos elevados índices pluviométricos a ação antrópica influencia na impermeabilização do solo e intensifica os alagamentos. Situações adversas associadas ao período chuvoso e as propriedades do solo, estão principalmente relacionadas à instalação ineficiente de infraestruturas, que aliado a impermeabilização e a compactação, ocasionam uma diminuição da habilidade dos solos em realizar as suas funções hidrológicas (NUNES; ROSA, 2020). Dessa forma, com as expansões desordenadas e conseqüentemente com o asfaltamento das ruas, ocasionou-se a perda da habilidade do solo de absorção da água, provocando impactos negativos.

A urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbana (TUCCI, 2010). A urbanização acontece no Brasil sem o planejamento adequado e de maneira desordenada o que ocasiona problemas sanitários e ocupações irregulares, contribuindo para a elevação dos riscos de infecções transmitidas por veiculação hídrica para a população urbana (MACHADO *et al.*, 2013) além dos efeitos negativos sobre os recursos hídricos; o ciclo hidrológico; as variações climáticas; as cheias naturais dos rios; nos usos e ocupações do solo e no balanço hídrico (TUCCI, 2007; MOTA, 2008).

O crescimento populacional e, conseqüentemente, a impermeabilização do solo, tornam, conforme relata Jobim (2003), os sistemas de drenagem das águas pluviais

insuficientes, devido ao aumento do escoamento superficial, picos de vazão e pontos de alagamentos. Somado a esse quadro, ainda temos características da rede de drenagem urbana, tais como existência, ineficiência, estado de conservação e presença de resíduos sólidos nos dispositivos de drenagem, que servem para agravar a situação.

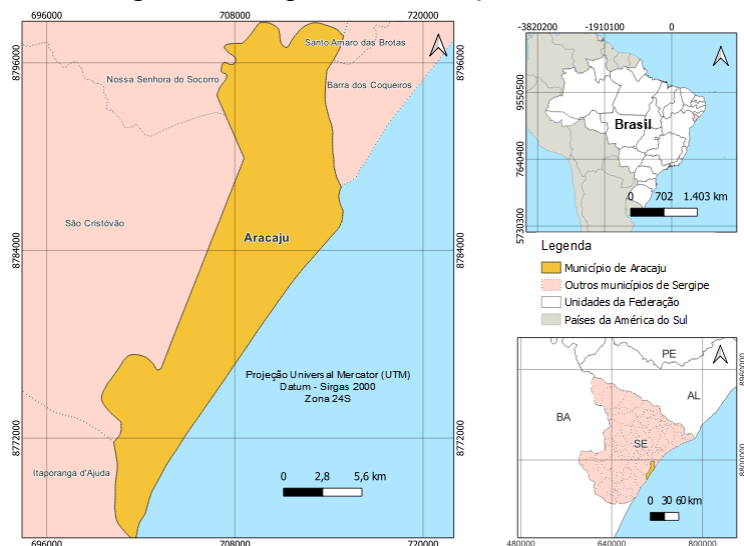
Diante do exposto, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise das áreas de maior frequência de alagamentos e inundações do município de Aracaju, buscando entender as causas desses eventos e indicando ações que podem ser adotadas para atenuar as ocorrências, com o intuito de auxiliar órgãos responsáveis pela tomada de decisões relacionadas à mitigação dos impactos.

2 METODOLOGIA

2.1 - Área de Estudo

Para realização deste trabalho foi escolhida a cidade de Aracaju, capital do estado de Sergipe, (Figura 1) que possui conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística uma área de 182,163 km², e população estimada de 628.849 pessoas (IBGE, 2023).

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

2.2 Procedimento Metodológico.

A elaboração deste trabalho foi dividida em três partes. Inicialmente, foram levantadas informações sobre as ruas que foram acometidas por alagamentos e inundações na cidade de Aracaju/SE nos anos de 2021 e 2022 de acordo com Nascimento e Oliveira (2022). Em seguida, foi confeccionado um mapa indicando os bairros com maior frequência de

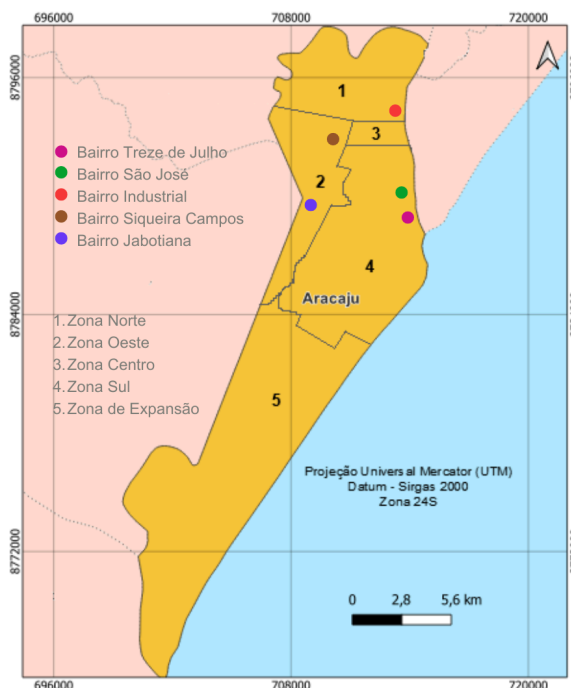
ocorrência desses eventos. Posteriormente, foi realizada uma análise das áreas (bairros) buscando entender, com base em outras publicações, quais características locais (naturais), ações antrópicas e características da rede de drenagem urbana interferem negativamente no escoamento das águas pluviais. E por fim, foram sugeridas ações no sentido de atenuar essas ocorrências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Bairros de maior frequência de alagamentos e inundações

De acordo com Nascimento e Oliveira (2022) foram detectados 26 pontos de alagamentos em 2021, e 52 pontos de alagamentos em 2022. A partir da distribuição desses pontos foi confeccionado o mapa (Figura 2) indicando os bairros de Aracaju mais pontos de alagamento.

Figura 2 – Bairros de Aracaju com as maiores ocorrências de inundações e alagamentos.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se que os bairros, São José, Treze de Julho, Industrial, Jabotiana e Siqueira Campos, foram os que apresentaram maior frequência de ocorrência de eventos desagradáveis em períodos de fortes chuvas. Em moradias e estabelecimentos da região, muitas pessoas têm seus móveis e outros utensílios prejudicados pelo contato com a água, que por sua vez deveria ter infiltrado, entretanto em muitos locais há um impedimento devido a impermeabilização do solo e pelo transbordamento de canais. Dessa forma, a água é levada pelo escoamento superficial até determinados pontos onde fica concentrada em locais indesejados.

3.2 - Influência da declividade do terreno .

Aracaju é uma cidade relativamente plana com a presença de mais de 90% de áreas planas a levemente onduladas (com inclinação máxima de 8%), o que favorece a ocorrência de alagamentos (NASCIMENTO e JUNIOR, 2022). Corroborando essa informação Nascimento e Oliveira (2022) demonstraram que a grande maioria dos pontos de alagamento verificados no ano de 2022 em Aracaju localizaram-se em regiões de baixa declividade (até 8%), condição essa que acarreta um baixo escoamento superficial, fazendo com que as águas se acumulem nessas regiões menos inclinadas, favorecendo ocorrência dos alagamentos. O bairro Siqueira Campos é uma região parcialmente plana, o que favorece em períodos chuvosos o acúmulo de água em algumas avenidas e isso contribui para o aumento dos riscos de impactos negativos na qualidade de vida das pessoas que moram nessas regiões.

3.3 - Influência da maré

No período da maré de sizígia em Aracaju, essa elevação funciona como uma barreira natural que impede o percurso normal do rio. A ocorrência desse fenômeno, especialmente em locais próximos aos canais que desaguam no rio Sergipe, que por sua vez, compõe parte do contexto hídrico dos bairros, Treze de Julho, São José e Industrial, causam o seu transbordamento, e conseqüentemente, provocam inundações e os alagamentos. Nesse contexto, Mota e Souza (2022) ressaltam que no bairro Treze de Julho, os alagamentos não estão atrelados somente aos excessos pluviométricos, mas também às variações das marés. Segundo esses autores, parte do bairro é permeado por antigos canais de marés, que foram transformados em canais de drenagem (que também servem ao esgotamento), estando sujeitos também às dinâmicas das marés. Há diversos registros de alagamentos no bairro Jabotiana, ele está situado próximo ao Rio Poxim. O acelerado aumento de construções adjunto a regiões alagadiças, como em áreas de manguezais, promove um aumento da vulnerabilidade aos desastres naturais hidrológicos.

3.4 Influência da impermeabilização do solo.

Além das chuvas, percebe-se que a impermeabilização do solo, intrinsecamente ligada à urbanização, faz com que o solo da região seja prejudicado em relação a sua capacidade de absorção. A supressão da vegetação, compactação e impermeabilização que o asfaltamento e

demais construções, que ocorreram na área de estudo, somado ao descarte incorreto de resíduos, intensificam os alagamentos. Nesse contexto, Nascimento e Júnior (2022) indicam que o município de Aracaju apresenta uma área urbana de aproximadamente 50% de sua área total; e que a concentração de pontos de alagamento se deu na região urbana. Segundo Goes, Jesus e Cardoso Júnior (2014), em 2014 foram identificados 57 pontos de alagamentos em Aracaju – SE, sendo a maioria localizada na zona norte da cidade, no bairro Centro e nos bairros adjacentes como o Getúlio Vargas, Cirurgia, Suissa, São José, Treze de Julho, Santo Antônio e Industrial, onde ocorre a maior concentração da população, uma vez que foi nessa região que se iniciou o processo de urbanização da cidade.

3.5 Influência da rede de drenagem urbana.

A rede de drenagem é um sistema preventivo de inundações e tem como objetivo minimizar os riscos à população, diminuindo os prejuízos provocados pelas enchentes e inundações, viabilizando o desenvolvimento urbano de maneira harmônica, sustentável e articulada (CALDEIRA; LIMA, 2020). A rede de drenagem urbana deve acompanhar a urbanização da cidade, entretanto, Neris, Araújo e Vieira (2014) demonstraram que no período de 2017 a 2021, a maioria dos municípios sergipanos, incluindo a capital Aracaju, apresentou um crescimento percentual dos dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) inferior ao crescimento das vias urbanas pavimentadas.

Outro fator que impacta negativamente um sistema de drenagem é o seu estado de conservação. Nesse sentido, Vieira et al. (2021) e Silva Júnior et al. (2023) mostraram que o canal de drenagem da Avenida Anísio Azevedo apresentou diversas patologias, além da presença de vegetação, lixo e ligações de esgoto. Ferreira et al. (2022) indicaram que 50% das bocas de lobo da Avenida Francisco Porto, encontravam-se degradadas (quebradas) parcial ou totalmente.

Também merece destaque a presença de resíduos sólidos, no sistema de drenagem urbana, especificamente nos elementos da microdrenagem (sarjetas e bocas de lobo). Vieira e Júnior (2023), ao analisar as bocas de lobo da avenida Gentil Tavares em Aracaju/SE, verificaram que 60% tinham suas entradas obstruídas total ou parcialmente. Ferreira et al. (2022) indicaram que 51,6% das bocas de lobo analisadas na Avenida Francisco Porto, encontravam-se com sua entrada parcial ou totalmente obstruída. Silva Júnior (2024) demonstrou que a presença de resíduos sólidos nas bocas de lobo de três avenidas de Aracaju reduziu de 29,0% até 51,4% a eficiência desses dispositivos.

3.6 - Recomendações para atenuação dos problemas

Dentre as ações recomendadas para atenuar esses problemas tem-se:

- a) alteração do Plano Diretor da cidade, buscando controlar a ocupação do solo e melhorar o planejamento urbano;
- b) implantar soluções baseadas na natureza e tecnologias de infraestrutura verde, tais como, telhado verde, jardim de chuva, bacia de retenção, pavimentos permeáveis, poço de infiltração, etc.
- c) realização de manutenções preventivas com maior frequência, evitando a degradação precoce do sistema de drenagem urbana;
- d) realizar campanhas de conscientização da população, pois a participação popular é algo indispensável nessa busca por uma drenagem mais eficiente.

4 CONCLUSÕES

Com base no exposto, conclui-se que:

- a) a cidade de Aracaju apresenta por suas características naturais (baixa declividade, maré de Sizígia e elevado índice pluviométrico) alta propensão a ocorrência de alagamento e inundações, o que reforça a importância de que o crescimento da cidade seja planejado e norteado por um Plano Diretor que contemple essa realidade;
- b) o alto grau de urbanização, acompanhado pelo aumento da impermeabilidade, gera uma necessidade urgente de que ações sejam adotadas para reverter esse quadro;
- c) diversos fatores têm contribuído para que o sistema de drenagem urbana da cidade não cumpra sua função, tais como, trechos mal conservados, presença de resíduos sólidos, crescimento inferior ao crescimento das áreas impermeáveis, etc.
- d) o problema da ineficiência do sistema de drenagem urbana não possui uma solução única, e envolve diversos atores, desde a população até o poder público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, J. O. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas**: estudo de caso na cidade de Santa Maria - DF. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- BRANDÃO, A. M. P. M. **Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs). Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. **Drenagem urbana: uma revisão de literatura.** Engineering Sciences, v.8, n.2, p.1-9, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.002.0001>.

DANDOLINI, M. **Marés.** 2000. (Planetário da UFSC). Disponível em: <https://planetario.ufsc.br/mares>. Acesso em: 28 set. 2024.

FERREIRA, L. de A.; SANTOS, C. S. A.; PALMEIRA, J. S.; VIEIRA, Z. C. **Estado de conservação dos elementos de microdrenagem da Avenida Francisco Porto, Aracaju/SE.** In: XIII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2022, Porto Velho. Anais do Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Porto Velho: Even3, 2022.

GOES, J. H. D. A. de; JESUS, J. B. de; CARDOSO JUNIOR, J. C. A. **Mapeamento dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju - SE.** In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 7. 2014, Sergipe. Anais do ENREHSE 2014. Aracaju: Embrapa, 2014. p. 85-88.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados do Brasil:** Aracaju. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>. Acesso em: 29 set. 2024.

JOBIM, A, L. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial.** 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

LIMA, F. D. A. *et al.* Comparação de Variáveis Meteorológicas Entre Duas Cidades Litorâneas. In: I WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE A ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 1., 2013, Campina Grande. **Anais do I WIASB.** Campina Grande: Editora Realize, 2013.

MACHADO, C. J. S.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LEITE, J. P. G. & VILANI, R. M. Promoção da relação saúde-saneamento-cidade por meio da Virologia Ambiental. **Revista de Informação Legislativa**, v. 25, n.10, p. 321-345, 2013.

MAGALHÃES, I. A. L.; THIAGO, C. R. L.; AGRIZZI, D. V.; SANTOS, A. R. dos. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de risco de inundação em Guaçuí, ES: Uma análise comparativa entre dois métodos. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, p. 63 - 70, 2011.

MENESCAL, R. de A.; FIGUEIREDO, N. N. de; FRANCO, S. R. A problemática das enchentes na Região Metropolitana de Fortaleza. In: MENESCAL, R. de A (org.). **A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

NASCIMENTO, P. S. R.; JÚNIOR, L. S. D. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicadas à Análise da Inundação e Alagamento em Aracaju.** XV ENREHSE - Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, p. 1-8, 2023.

NASCIMENTO, P. S. R.; OLIVEIRA, K. S. Análise espaço-temporal da ocorrência de alagamentos em área intensamente urbanizada. **Revista Contexto Geográfico**, v. 7, n. 14, p. 1-15, 2022.

NERIS, C. S.; ARAUJO, L. C. G. de; VIEIRA, Z. C. **Análise de expansão da microdrenagem urbana em cidades sergipanas**. Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente, Sousa, v. 6, n. 1, 2014.

NUNES, E. D.; ROSA, L. E. Compactação e impermeabilização do solo e implicações nos canais fluviais urbanos. **Mercator**, v. 19, n. 3, p. 1-17, 2020.

SANTOS, J. S.; CARVALHO, S. M. Dinâmica do uso e ocupação da terra e os alagamentos e enchentes na bacia do arroio da ronda em Ponta Grossa (PR). **Terr@ Plural**, v. 15, p. 1-17, 2021.

TODA MATÉRIA. **Maritimidade e Continentalidade**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/maritimidade-e-continentalidade/>. Acesso em: 28 set. 2024.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007,

NASCIMENTO, P. S. de R.; OLIVEIRA, K. S. **Análise espaço-temporal da ocorrência de alagamentos em área intensamente urbanizada**. Revista Contexto Geográfico, Maceio, v. 7, n. 14, p. 1-15, 2022.

MOTA, L. S. O.; SOUZA, R. M. Produção de cenários de riscos ambientais: o caso da planície costeira de Aracaju/Sergipe. **Caminhos de Geografia**, [S.L.], v. 23, n. 87, p. 1-11, 1 jun. 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg238759193>.

SILVA JÚNIOR, C. G. da. **Impactos dos resíduos sólidos lançados na microdrenagem urbana: Uma abordagem em pontos suscetíveis a alagamentos em Aracaju/SE**. 2024. TCC (Graduação) - Saneamento Ambiental, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, 2024.

SILVA JÚNIOR, C. G. da et al. **Análise da erosão no canal de drenagem da avenida Anísio Azevedo, Aracaju/SE**. Revista Foco, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 1-9, 31 maio 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-148>.

VIEIRA, Z. C. et al. **Patologias em canal de drenagem urbana: análise das condições de deterioração do canal da Avenida Anísio Azevedo, na cidade de Aracaju/SE**. In: XXIV SBRH - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2021, Belo Horizonte. Anais [...] Porto Alegre: ABRHidro, 2021.