

SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL COMO SOLUÇÃO PARA ÁREAS VULNERÁVEIS AOS ALAGAMENTOS NA CIDADE DE ARACAJU(SE)

Allana Karla Costa Alves ¹

Bárbara Evellyn Costa Barbosa ²

Camylla Rachelle Aguiar Araújo Dantas ³

Daniel Rodrigues dos Santos ⁴

Dirlen Ferreira de Souza ⁵

Elizabete Góis Santana Ferreira ⁶

Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental

Resumo

Os sistemas de drenagem dos centros urbanos é um dos mais afetados, devido à falta de planejamento urbano ocasionando a impermeabilização do solo por construções e da poluição providas da população que colaboram com o agravamento nos sistemas de drenagens obstruindo a sua funcionalidade. Esse estudo é estimulado pela problemática de recorrentes casos de inundações e enchentes na zona urbana da cidade de Aracaju – SE. Diante o exposto o presente artigo tem por objetivo realizar uma abordagem a respeito desses mecanismos, os chamados sistemas sustentáveis de drenagem urbana (SUDS), que é apresentada como uma alternativa para essa problemática. Realizou-se a identificação e mapeamento de pontos suscetíveis a alagamentos. A pesquisa fundamenta-se em estudos e levantamentos de dados, alcançados através de pesquisas bibliográficas em artigos, monografias, teses e dissertações sobre o sistema de drenagem urbana sustentáveis, com o interesse nos mecanismos que se adequa como alternativas para amenização de problemas com enchentes e inundações. As propostas seguem experiências de aplicações feitas em países de origem e foram selecionadas levando em consideração a necessidade da área e o espaço para alocação das técnicas. As SUDS abordados pavimentos permeável ou semipermeável, faixas filtrantes, bacia de retenção e sistemas de biorretenção, esses mecanismos se mostram eficazes quando são aplicados em zonas urbanas. Conclui-se, que a aplicação dos sistemas SUDS, expressa o desenvolvimento para o sistema de drenagem, não sendo com o objetivo de substituir os sistemas convencionais de drenagem urbana, mas para complementar e melhorar os sistemas existentes.

Palavras-chave: Mecanismos; Drenagem Urbana; Sustentável, Inundação; escoamento

¹ Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, departamento de Engenharia Ambiental, eng.alvesallana@gmail.com

² Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, departamento de Engenharia Ambiental, barbaraevellyn3@gmail.com

³ Prof. Me. da Universidade Federal do Maranhã – Campus São Luís, Departamento de Engenharia Ambiental, camylla.rachelle@ufma.br

⁴ Aluno do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, departamento de Engenharia Ambiental, danielrodriguesufs@gmail.com

⁵ Aluna do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, Coordenação de Engenharia Civil, dirlenferreira5@gmail.com

⁶ Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, departamento de Engenharia Ambiental, elizabetegoisferreira@hotmail.com



INTRODUÇÃO

Uma das problemáticas comuns em países que obtêm seus centros urbanos rapidamente, como o Brasil, está relacionada à infraestrutura. Diante da alta taxa de urbanização existem diversos problemas relacionados à infraestrutura urbana, uma vez que não consegue atender a demanda, impactando diretamente na qualidade de vida da população.

Os sistemas de drenagem de águas pluviais dos centros urbanos é um dos mais afetados, devido à falta de planejamento urbano ocasionando a impermeabilização do solo por construções, a ausência da conscientização ambiental impulsionando o desmatamento e a da poluição provindas da população que colaboram com o agravamento nos sistemas de drenagens obstruindo a sua funcionalidade. Urbanizações que apresentam altas densidades populacionais, têm-se verificado aumento de alagamentos e inundações em razão do planejamento urbano inadequado causando propagação de doenças de veiculação hídricas e a alteração de corpos hídricos. (TUCCI, 2008)

De acordo com o IBGE no ano de 2018 cerca de 93% municípios brasileiros com uma população acima de 500 mil habitantes foram registrados alagamentos. Os corpos hídricos não possuem capacidade para escoar toda água recebida, em razão que sua área natural foi preenchida por construções, a água atribui diferentes destinos e na maioria das vezes acaba ocupando áreas urbanizadas. No ano de 2017, mais da metade dos municípios brasileiros não dispõem do controle e gerenciamento de risco ambiental e da saúde pública, o que intensifica a situação (LOSCHI, 2018).

O cenário de Aracaju surgiu devido ao crescimento da malha urbana por ser um ambiente estuarino, favorável à inundação. Contudo, a expansão foi acontecendo não obedecendo às características naturais do ambiente, uma vez que, muitas áreas ocupadas eram alagáveis e impedindo o escoamento natural dos cursos hídricos superficiais e subterrâneos, tornando em um ambiente urbano impermeável. Além disso, a execução do sistema de Drenagem em Aracaju se dá por gravidade e localidades não apresentam as condições ideais de macrodrenagem necessárias, ocorrência que agrava ainda mais a

situação. (Souza, 2006; Vilar, 2006)

Diante o exposto o presente artigo tem por objetivo realizar uma abordagem a respeito desses mecanismos, os chamados sistemas sustentáveis de drenagem urbana (SUDS), que é apresentam como uma alternativa que tem por propósito de evitar, amenizar ou controlar o fluxo de água escoado na superfície. Esse estudo é estimulado pela problemática de recorrentes casos de inundações e enchentes na zona urbana da cidade de Aracaju – SE e somado a isso realizou-se a identificação e mapeamento de pontos suscetíveis a alagamentos.

METODOLOGIA

O município de Aracaju (figura 1) está inserido na mesorregião do Leste Sergipano, compreendido entre as coordenadas geográficas de 10° 55' 56" de latitude Sul e 37° 04' 23" de longitude Oeste. É a capital do Estado de Sergipe e é cortada pelos rios Sergipe e Poxim. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o município de Aracaju possui uma área de 182,163 km², uma altitude de 17 m, com uma população estimada de 664.908 pessoas e uma densidade demográfica de 3.140,65 hab/km². Possui um clima tropical quente e úmido com uma temperatura média anual de 26 °C e precipitação média anual de 1.300 milímetros (mm), com período chuvoso de março a agosto.

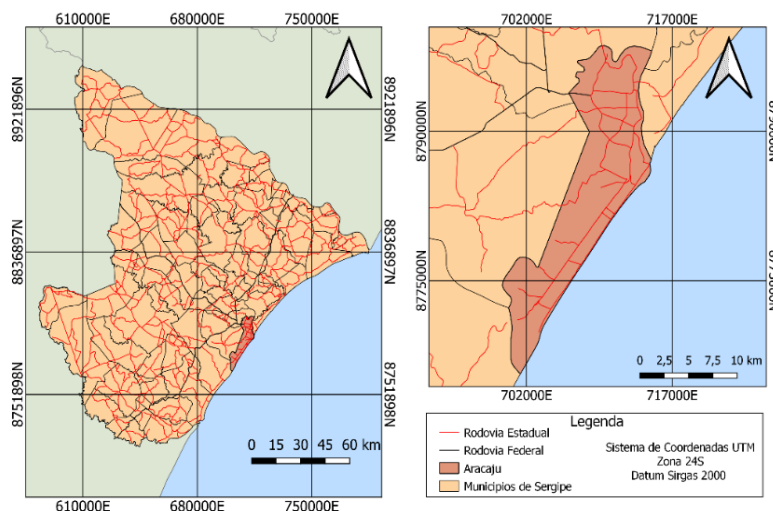


Figura 1 - Mapa de Localização do Território de Aracaju
Fonte: Autores, 2021



O presente artigo fundamenta-se em estudos e levantamentos de dados, alcançados através de pesquisas bibliográficas em artigos, monografias, teses e dissertações sobre o sistema de drenagem urbana sustentáveis, com o interesse nos mecanismos que se adequa como alternativas para amenização de problemas com enchentes e inundações.

Para elaboração de mapas temáticos foram importados arquivos vetoriais no software QGIS software livre com código-fonte aberto versão 3.16.3 importados da base de dados Geoespacial disponibilizados no banco de dados do atlas digital sobre recursos hídricos do estado de Sergipe pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade (SEDURBS).

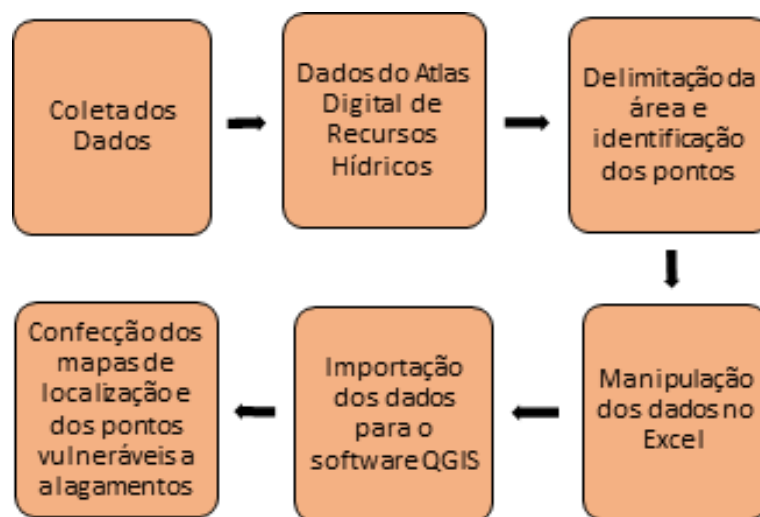


Figura 2-Fluxograma das etapas para obtenção dos dados
Fonte: Autores, 2021.

Realizou-se a identificação das áreas com riscos de alagamentos no presente Plano de Contingência da Zona Urbana da cidade de Aracaju-SE. Efetuou-se o tratamento em uma planilha Excel no formato (.xlsx) e posteriormente foram importados no formato (shapefile) para o QGIS para criação e delimitação dos pontos na área de estudo para a obtenção gráfica usando o Datum Sirgas 2000 com projeção Cartográfica Universal Transversa Mercator (UTM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Tucci, Bertoni (2003) a ocorrência de inundações é tão antiga quanto o surgimento das cidades ou meio urbano. Esta ocorre por conta do transbordamento das águas dos rios, riachos e galerias pluviais, que atingem cidades e causam danos às casas, ruas, rodovias, lojas etc. Para o autor estas ocorrências surgem pela ação natural dos rios ou por consequência do processo de urbanização. Deste modo, quando a precipitação é alta e a superfície não possui capacidade de agregar o vasto volume de água, o mesmo vaza para os sistemas de drenagem, causando a inundação em áreas vizinhas.

Nesta perspectiva, problemas de drenagem urbana no município de Aracaju ficam evidenciados nas figuras 3 (Ruas do Centro de Aracaju alagadas) e figura 4 (Canal transbordou na Av. Deputado Airton Tele) respectivamente evidenciam o extravasamento de esgoto sanitário e as inundações surgidas pela falta da coleta seletiva, gestão pública, fiscalização, poluição, falta de manutenção dos sistemas de esgotos sistemas de drenagem urbana e dispositivos de drenagem.



Figura 3-

Fonte: Michele Costa/TV Sergipe
(2019)



Figura 4-

Fonte: Reginaldo Rodrigues/TV Sergipe
(2019)

De acordo com o Plano de Contingência do município de Aracaju-SE possui cerca de 65 pontos principais com risco de alagamentos espalhados por Aracaju, e são definidos como “o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem” e pode ser visualizado na figura 05.



No plano foram listadas as áreas com risco de inundações às margens do Rio Poxim, do Rio do Sergipe e dos Canais Urbanos, a fim de identificar os pontos de alagamento na zona urbana de Aracaju.

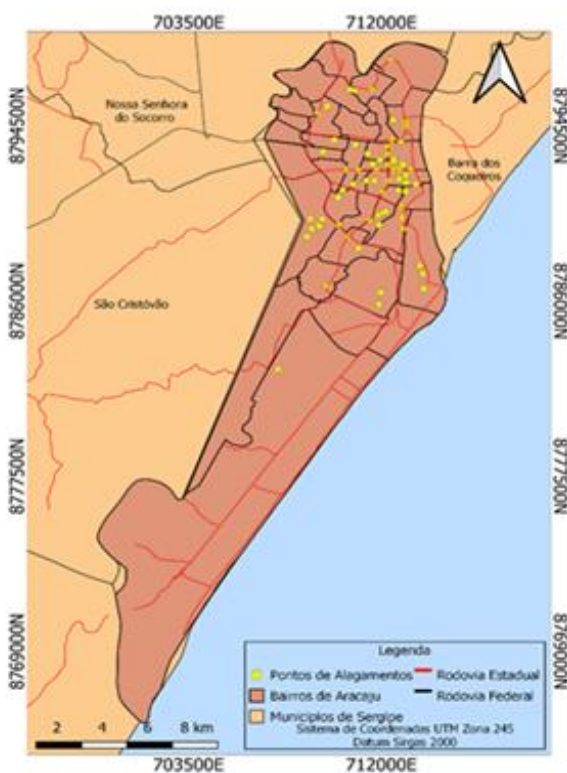


Figura 5- Pontos vulneráveis aos alagamentos em Aracaju-Se

Fonte: Autores, 2021

A questão da drenagem urbana no município de Aracaju ainda constitui um problema frequente a cada período de chuvas na região. Com isso, abordaremos tipos de sistemas sustentáveis de drenagem, sendo possíveis soluções para pontos de alagamento em Aracaju. Para isso, a Lei federal 11.445/2007 – diretrizes nacionais para o saneamento básico:

“Art 3º. de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas”.

PROPOSTAS DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL PARA A BACIA

Diante desta definição de drenagem e manejo das águas pluviais. São possíveis ações para contenção de alagamentos e vazões em centros urbanos. Sendo assim, medidas sustentáveis são necessárias agindo em conjunto com as estruturas convencionais, encontrando soluções para os efeitos da urbanização. As propostas seguintes seguem experiências de aplicações feitas em países de origem (Estados Unidos e Inglaterra) e foram selecionadas levando em consideração a necessidade da área e o espaço para alocação das técnicas.

Perante o exposto, os SUDS abordados são: pavimentos permeável ou semipermeável, faixas filtrantes, bacia de retenção e sistemas de biorretenção. Esses mecanismos se mostram eficazes quando são aplicados em zonas urbanas uma vez que suas particularidades construtivas são facilmente implementadas em ambientes conurbados, tais aplicações são viáveis economicamente e apresentam vantagens diante de cada funcionalidade (ALMEIDA, 2020).

Pavimento Permeável e Semipermeável

Existem dois tipos de pavimentos, sendo eles permeáveis e os semipermeáveis, ambos são uma das alternativas encontradas para a captação de água pluvial no local. O tipo de pavimento permeável é um tipo dispositivo de infiltração para escoamento superficial é orientado por meio de uma superfície permeável levando às águas para reservatórios constituídos de pedras sob a superfície do local (URBONAS e STAHR, 1993).

Do mesmo modo, essa técnica colabora para demais para a sociedade e ao meio ambiente, como: beneficiando na saúde e bem-estar; diminuição do consumo de energia pela cidade e tendo melhor controle de temperatura na cidade; menor barulhos inconveniente; novos habitats para animais menores, como aves e entre outros (WOODS-BALLARD et al., 2015).

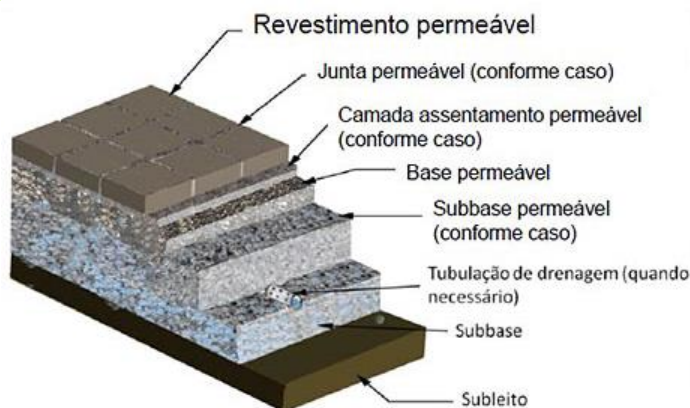


Figura 6 — Camadas típicas de um pavimento permeável.

Fonte: Oliveira (2018)

Bacia de Detenção

As bacias de retenção surgem com o propósito de armazenar água pluvial por um determinado período de tempo, assim controlando volumes excessivos que chegam à rede de drenagem permitindo escoar vazões assim reduzindo assim risco de inundações (Neto, 2019). As bacias destacam-se devido seu aspecto diferencial a superfície do solo é consegue absorver parte da vazão escoada, agindo como interceptção para pequenas precipitações no caso que a absorção não evidencie risco para as águas subterrâneas. Além do mais que a qualidade da água ocorre devido a sedimentação e extração das partículas, sendo assim ressalta-se os benefícios para a qualidade da água associada diretamente ao tempo de retenção. (WOODS-BALLARD et al., 2015).

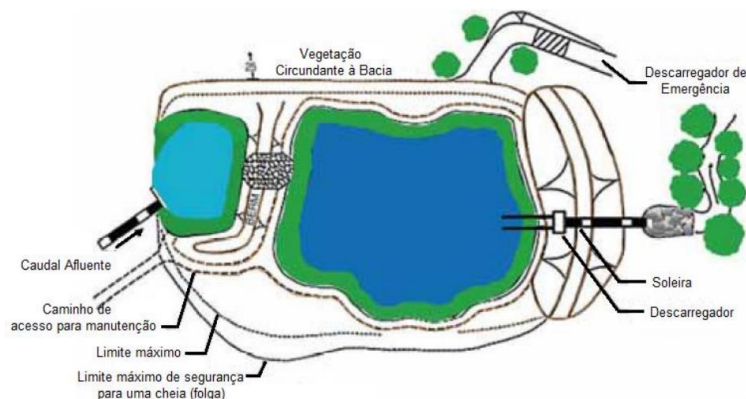


Figura 7 - Desenho esquemático bacia de retenção aberta

Fonte: Correia (2007)

Faixas Filtrantes

Segundo Almeida (2020) faixas filtrantes são inclinações de faixas que possuem em sua constituição tipo de vegetação, tem como objetivo de receber e tratar as águas que chegam das chuvas. Comumente, na utilização de um pré-tratamento dos escoamentos de locais impermeáveis próximos, na qual acontece a sedimentação, filtração e infiltração. Dessa forma, quando implantada antes a outros componentes, sendo eles sistemas de intervenção e as valas, possibilita o aumento da vida útil destes, através do acúmulo de partículas. De outro modo, atuam como tratamento das águas pluviais, quando a faixa é capaz para tal.



Figura 8- Faixa filtrante

Fonte: Portland's Bureau of Environmental Service (2016)

Sistemas de Biorretenção

Conforme Almeida (2020) sistemas de biorretenção constituem em depressões não muito profundas em superfície de terrenos. Tem como objetivo coletar e infiltrar quantidades de águas que escoam, e além disso, trata a água de possíveis elementos químicos que cause sua não potabilidade por meio da constituição de solo e vegetação. E ainda favorece com o lado estético por ser férteis e auto irrigantes, permite que tenha uma biodiversidade no ambiente além de proporcionar um abaixamento da temperatura por causa da evapotranspiração.

Para Vasco (2016), os sistemas de biorretenção é o lugar para onde é levado os afluentes pluviais, constituído por áreas compostas por plantas que diminuem o índice de



escoamento e a quantidade de água das chuvas tratando as através da passagem em suas muitas camadas de solo granulares.

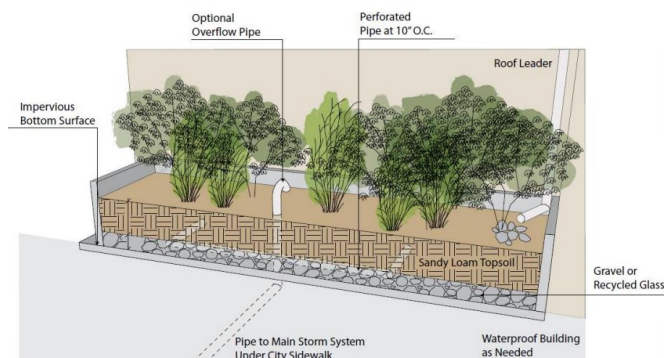


Figura 15 — Componentes de um sistema de biorretenção.

Fonte: Vasco (2016)

Os benefícios para a sociedade com o uso das SUDS são grandes, pois traz benefícios para a saúde, bem-estar e melhor qualidade de vida para a população, podendo trazer uma melhor avaliação na cidade. Um caso, onde foi utilizado na cidade de Normal, em Illinois, nos Estados Unidos, inserindo em local de trânsito, projetado com a finalidade de escoamento das ruas e inserindo a água em uma obra pública (WOODS-BALLARD et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, que a aplicação dos sistemas SUDS, expressa o desenvolvimento para o sistema de drenagem, não sendo com o objetivo de substituir os sistemas convencionais de drenagem urbana, mas para complementar e melhorar os sistemas existentes. Em razão disto, contribui para melhoria da qualidade de vida da população afetada e para o ambiente urbano ser sustentável. Para que a propostas de implantação de SUDS em Aracaju fizesse sentido, realizou-se um estudo de todos os sistemas de drenagem urbana sustentáveis em trabalhos acadêmicos anteriormente publicados. Buscou-se identificar as particularidades construtivas de cada um, assim como suas funcionalidades, vantagens e desvantagens.

Compreende-se que as SUSDS surgem como uma alternativa para amenizar a problemática de ocorrências de relacionados às enchentes e à qualidade do recurso hídrico observadas em Aracaju. Entretanto, devem haver intervenção do poder público é imperdível a necessidade do monitoramento da gestão das águas urbanas e a análise da ocupação do solo, visto que essa é uma das raízes do problema. Ressalta-se que é necessária uma investigação detalhada a respeito da implementação e dimensionamento em cada ponto identificado, posto que, no presente trabalho encaminhou propostas de SUDS, não se detalhou particularidades fundamentais para as respectivas execuções, como, por exemplo, parâmetros hidrológicos ou hidráulicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Isis De Castro. **Sistemas Sustentáveis De Drenagem Urbana: Uma Proposta Para A Bacia Hidrográfica Do Córrego São Pedro, Em Juiz De Fora – MG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) -Universidade Federal de Juiz de Fora, JUIZ DE FORA – MG, 2020. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2020/10/TFC2-Isis-de-CastroAlmeida1.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2021

CIVIL, Casa et al. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm . Acesso em: 25 maio 2021.

Correia, C. (2007). **Boas Práticas em Recursos Hídricos.** CCDR-LVT, Lisboa. Acesso em: 13 de junho de 2021

City of Portland Stormwater Management Manual, 2016. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/bes/64040>. Acesso em: 13 de junho de 2021

LOSCHI, M. **Desastres naturais: 59,4% dos municípios não têm plano de gestão de riscos.** Agência IBGE Notícias, 5 jul. 2018. Perfil dos municípios brasileiros. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/21633-desastres-naturais-59-4-dos-municipios-nao-tem-plano-de-gestao-de-riscos>. Acesso em: 6 de junho de 2021.



NETO, A. T. **Simulação de sistemas de drenagem urbana sustentável aplicada em um loteamento urbano utilizando o EPA SWMM**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

OLIVEIRA, L. F. G. S. **Dimensionamento e análise de desempenho hidráulico de estacionamentos com drenagem convencional e pavimento permeável, apoiado por modelagem computacional**. Monografia (Graduação) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024938.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2021

TUCCI, Carlos EM; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações urbanas na América do Sul**. Ed. dos Autores, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/juan-bertoni/publication/266883894_inundacoes_urbanas_na_america_do_sul/links/56b352cd08ae3d06a26644e2/inundacoes-urbanas-na-america-do-sul.pdf . Acesso em: 25 maio 2021.

TUCCI, C.E.M. **Águas urbanas. Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/SfqYWrhrvtkxybFsjYQtx7v/?format=pdf&lang=pt> Acessado em: 06 de junho de 2021

URBONAS, B., STAHERE, P. **Stormwater Best management Practices and Detention**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450 p., 1993.

VASCO, J. R. J. **Sistemas urbanos de drenagem urbana**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/7168/1/disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2021

SOUZA, José Wellington Carvalho. **Evolução da Paisagem Urbana do Centro de Aracaju**. In: ARAÚJO, Hélio Mário de et al (orgs.). O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju. São Cristóvão: DGE/UFS, 2006.

WOODS-BALLARD, B. et al. **The SuDS Manual**. 5. ed. London: CIRIA, 2015