



LEVANTAMENTO DA REDE DE DRENAGEM URBANA NA BACIA DO RIO DO MEIO, FLORIANÓPOLIS-SC

*Thiago Felipe Carrara de Freitas*¹; *Gabriel Filipe Heinrich*²; *Fernando Kit Wu*³; *Thays Mitsuko Tsuji*⁴; *Patrícia Kazue Uda*⁵; *Alexandra Rodrigues Finotti*⁶

RESUMO – O crescimento das cidades instituiu a necessidade de criação de dispositivos de adaptação, como as estruturas de saneamento básico. Nesse sentido, as redes de drenagem urbana surgem como uma forma das comunidades em lidar com os eventos hidrológicos. Entretanto, a implantação da rede de drenagem urbana nem sempre é feita de forma planejada ou mesmo ordenada, sendo que a grande maioria dos municípios brasileiros não possuem o cadastro técnico dessas redes. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo utilizar um método de baixo custo para o mapeamento dos sistemas de drenagem urbana. O levantamento foi feito utilizando uma trena a laser e um GPS de navegação, na microbacia do rio do Meio, localizada na cidade de Florianópolis-SC. Os resultados obtidos permitiram a caracterização de grande parte da rede de drenagem da microbacia, inserindo informações sobre localização de bocas de lobo e galerias de águas pluviais, ainda que com algumas incertezas associadas. Portanto, levantamentos que exijam uma maior acurácia, recomenda-se a associação com outros métodos e tecnologias.

ABSTRACT– The growth of cities induced the need for development of urban devices, such as basic sanitation structures. In this sense, urban drainage networks emerge as a way for communities to deal with hydrological events. However, the vast majority of Brazilian municipalities do not have a technical registration of urban drainage networks due to plan failures or in procedure order of implementation of these devices. Therefore, this work aimed to use a low-cost method for mapping urban drainage systems. The survey was done using a laser distance measurer and a navigation GPS, at the micro-catchment of Rio do Meio, located at Florianópolis - SC. The results obtained at the micro-basin allowed the recognition of the drainage network, although the method showed some uncertainties. Therefore, for surveys that require greater accuracy it is recommended the association with other methods and technologies.

Palavras-Chave – Drenagem Urbana; Cadastro Técnico; Método de Baixo Custo.

INTRODUÇÃO

A presença de cursos d'água é determinante para processo de urbanização, visto a capacidade de insumo para consumo, higiene, atividades agrícolas, artesanais e evacuação de

¹ Graduando no curso de Engenharia ambiental e sanitária, ENS, UFSC, thiagocarrara@gmail.com

² Graduando no curso de Engenharia ambiental e sanitária, ENS, UFSC, gabriel.f.heinrich@gmail.com

³ Mestrando no programa de pós graduação em engenharia ambiental, LAUTEC/UFSC, fernandokit.wu@gmail.com

⁴ Doutoranda no programa de pós graduação em engenharia ambiental, LAUTEC/UFSC, thaysmitsuko@hotmail.com

⁵ Professora no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, patricia.kazue@ufsc.br

⁶ Professora no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, alexandra.finotti@ufsc.br



dejetos, sendo assim, a urbanização potencializa alterações significativas no meio ambiente nos processos hidrológicos, principalmente em contato direto com os cursos d'água e nas superfícies das bacias hidrográficas (BAPTISTA, 2011). Tucci (2008) explicita componentes que compõem o alicerce na gestão de uma cidade, tais quais o planejamento e a gestão do uso do solo; a infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte; e a gestão socioambiental. Todavia, a presença desses elementos é precária em diversas cidades, tornando o estudo da hidrologia urbana essencial para permanência e conservação de centros urbanos.

A urbanização aumenta com o crescimento econômico e, muitas vezes, os processos de saneamento não acompanham o crescimento das cidades (TUCCI, 2008), principalmente no quesito de drenagem de águas, agravando significativamente o acúmulo hídrico superficial e, por conseguinte, a saúde da sociedade. Nesse aspecto, de acordo com os dados apresentados pelo diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais (DMAPU) do SNIS (Sistema Nacional de Saneamento) do ano de 2019, existem dois principais tipos de sistema de drenagem que prevalecem nas cidades brasileiras: o exclusivo (54,3% dos municípios), responsável por separar o esgotamento sanitário das águas pluviais; e o misto (22,5% dos municípios), no qual os esgotos sanitários e águas pluviais são conduzidos pela mesma rede, restando um total de 551 (15,1%) localidades sem qualquer sistema de drenagem (BRASIL, 2020).

Dos 3.653 municípios participantes do diagnóstico do SNIS-AP 2019, apenas 34,7% possuem cadastro técnico da rede de DMAPU. Entre eles, 855 (23,4%) afirmaram possuir estruturas para minimização dos impactos causados pelo escoamento superficial, e 986 municípios (26,9%) não realizam nenhuma ação de manutenção ou melhoramento dos sistemas de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais.

A evolução dos sistemas de informação e bancos de dados em drenagem urbana passa, portanto, a oportunizar a manutenção adequada dos sistemas de drenagem existentes através de pesquisas científicas, as quais podem revelar padrões, relações e tendências ainda não interpretadas (MORAIS, 2008). Segundo Bertotti (2011), existem essencialidades na análise da rede de drenagem urbana de uma determinada área, sendo necessário um estudo prévio do acervo cartográfico analógico e digital, equipamentos e *softwares*, buscando-se a caracterização da rede em relação ao padrão e densidade hidrográficas e estabelecendo a relação com unidades geoambientais como bacias hidrográficas e corpos d'água.



Morais (2008) explicita a necessidade da recuperação e adaptação de trabalhos de redes de drenagem de águas pluviais existentes, de definições de práticas e procedimentos de informatização do cadastro das redes, inventariação, coleta e sistematização dos elementos para construção da base de dados, codificação digital do cadastro em *software* e reprodução do cadastro. Logo, torna-se essencial a visitação em campo para confirmação de dados e para obtenção de informações sobre pontos referenciais não cadastrados.

Para o levantamento da rede que não possui cadastro técnico existem técnicas como inspeção visual, utilizando circuito fechado de televisão, e técnicas que usam tecnologias de frequência de rádio e eletromagnética, resistividade e acústica que permitem a detecção e localização de dispositivos enterrados sem a necessidade de escavações (GHOZZI *et al.*, 2018). Entretanto, tais tecnologias requerem conhecimento técnico para processamento dos dados e equipamentos como o GPR (Ground Penetrating Radar), que apresentam elevado custo.

Assim como na realidade brasileira a falta de cadastro técnico é um problema enfrentado por grande parte dos municípios, na bacia do Rio do Meio, localizada na cidade de Florianópolis-SC, há apenas alguns fragmentos de rede pluvial catalogados (CAPRARIO *et al.*, 2021). A bacia abrange importantes e densos bairros como Pantanal, Carvoeira, Serrinha, parte do Córrego Grande e o Campus Trindade da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo utilizar um método de baixo custo para o mapeamento dos sistemas de drenagem urbana e expôr técnicas alternativas às gestões municipais, levando benefícios à sociedade.

METODOLOGIA

Área de estudo

Esse trabalho foi desenvolvido na área compreendida pela bacia do rio do Meio, também conhecida como bacia do campus da UFSC/Trindade, no município de Florianópolis (Figura 1). A bacia possui extensão total de aproximadamente 4,5 km² e aproximadamente 0,825 km² (18,33% da área total) são áreas impermeabilizadas por edificações e vias. Os córregos que compõem a bacia sofreram grandes mudanças em seus leitos, como a retificação e canalização dos cursos hídricos (UFSC, 2017).

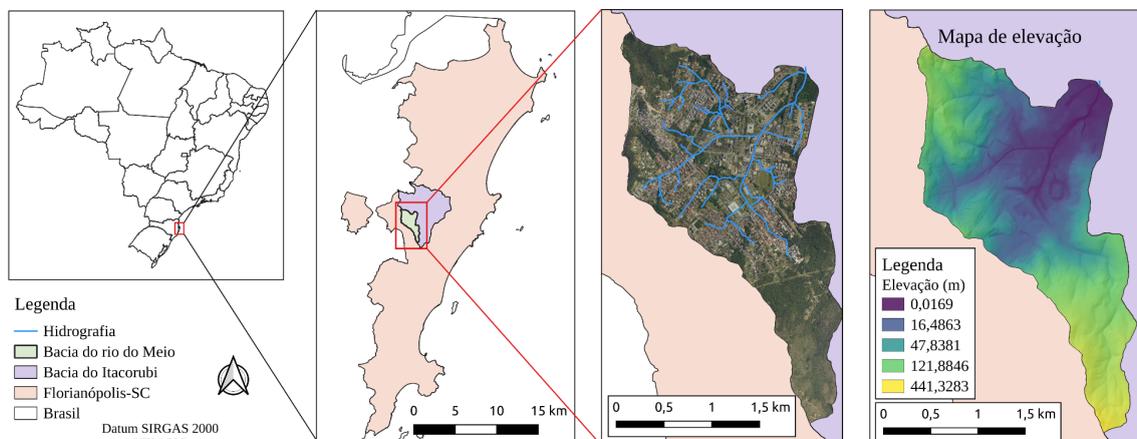


Figura 1 - Localização da área de estudo e mapa de elevação.

De acordo com a classificação Köppen, a bacia está uma região de clima temperado quente (Cfb) e clima subtropical (Cfa) (EMBRAPA, 2012), com precipitação média e provável variando entre 150 a 170 mm no mês mais quente e menor que 90 mm no mês mais frio. O regime de chuvas na cidade de Florianópolis é bem distribuído ao longo do ano, com maiores volumes no verão (INMET, 2021). A média de precipitação anual acumulada é de aproximadamente 1.570 mm, mas o regime de precipitação está sujeito a alterações devido aos fenômenos de El Niño e La Niña (RECH *et al.*, 2022).

O relevo da bacia obtido a partir dos valores do modelo digital de terreno com resolução espacial e precisão altimétrica de 1 m (SANTA CATARINA, 2016) varia de 0,017 m a 441,328 m, como pode ser observado na Figura 1. Geomorfologicamente, a bacia está localizada em uma região constituída pela unidade geomorfológica de depósitos sedimentares do quaternário, composto majoritariamente por sedimentos argilo-siltico-arenosos (UFSC, 2017).

De acordo com os dados do censo de 2010, dentre os 11.064 domicílios que estão na área da bacia, 16,52% deles estão em logradouros em que não há estrutura de drenagem urbana, como meio fio, e 86,85% não possuem boca de lobo. Além disso, havia 0,01% dos domicílios em logradouros com esgoto a céu aberto e 2,32% em logradouros com lixo acumulado.

Levantamento em campo

Para auxiliar no levantamento em campo, foram inicialmente levantadas as localizações dos dispositivos da rede de drenagem de águas pluviais visíveis nas imagens do Google Street View, a partir desse levantamento e do cadastro técnico disponibilizado pela prefeitura municipal de

Florianópolis (CAPRARIO *et al.*, 2021) foram traçadas rotas para as coletas de campo. Os levantamentos a partir das imagens do Google Street View foram realizadas entre os dias 21 e 25 de junho de 2021 e os levantamentos em campo foram realizados em 9 saídas de campo com aproximadamente 4h de duração cada uma (nos dias 22/04/2021, 24/04/2021, 02/05/2021, 08/05/2021, 16/05/2021, 02/07/2021, 08/10/2021, 10/11/2021 e 07/12/2021).

As coletas de campo para identificação da rede de drenagem foram realizadas através de caminhadas, com auxílio de um GPS de navegação (Garmin ETREX 22x) e uma trena a laser (Xiaomi LS-P). Em cada boca de lobo foram coletadas as respectivas coordenadas geográficas com o GPS e foram medidas as alturas da entrada da boca de lobo até o fundo e da entrada da boca de lobo até a tubulação (Figura 2). A partir da diferença entre os dois valores de altura, estipulou-se o diâmetro da tubulação conforme pode ser visto na Equação 1.

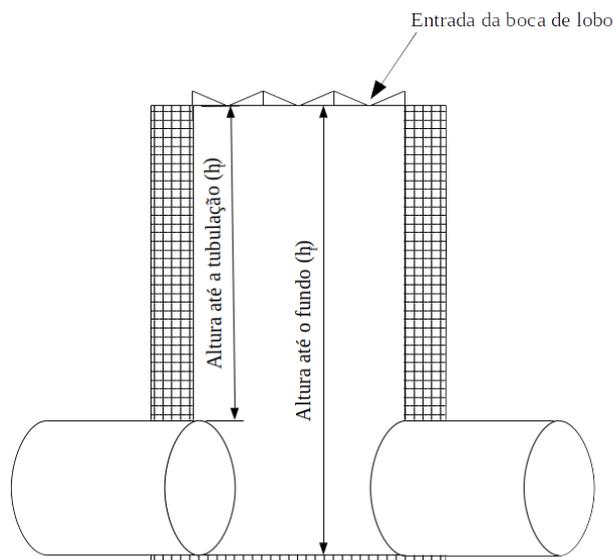


Figura 2 - Esquema ilustrativo das medidas coletadas em campo.

$$\phi = hf - ht \tag{1}$$

Onde ϕ é o diâmetro da galeria de água pluvial, hf é a altura até o fundo e ht é a altura até o topo da tubulação.

A partir do cálculo do diâmetro externo, obteve-se os valores do diâmetro interno e, então, definidos os diâmetros comerciais mais próximos aos valores levantados, considerando a espessura dos materiais dos quais as tubulações são compostas (normalmente, concreto).

Além do diâmetro da tubulação, foram observadas as direções do escoamento de cada dispositivo visitado. As informações obtidas em campo foram digitalizadas e associadas às



coordenadas coletadas com o GPS por meio do Sistema de Informação Geográfica Qgis, o que possibilitou complementar os trechos da rede já disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Florianópolis e Caprario *et al.*, (2021) em formato vetorial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rede drenagem da bacia do Itacorubi, onde a bacia do rio do Meio está inserida, foi mapeada por Nascimento (1998), em que ressaltou a necessidade de organização e atualização dos trabalhos e projetos de drenagem urbana na bacia. Com o presente trabalho, observou-se que a atualização do cadastro da rede não havia sido realizada até então. As tubulações de 400 mm somavam uma extensão de 2.043,19 m, as de 500 mm com 674,53 m de extensão, as de 600 mm com 197,15 m de extensão, as de 80mm com 99,40 m de extensão e as de 1.000 mm com 16,78 m de extensão.

O levantamento em campo permitiu conhecer os dispositivos que compõem a rede de drenagem na bacia do rio do Meio. A rede de drenagem total possui uma extensão estimada de 23.289,81 m considerando os canais. Após o levantamento verificou-se que as tubulações de 300 mm somam 829,11 m de extensão, as de 400 mm possuem 9.339,77 m de extensão, as de 500 mm possuem 1.996,44 m de extensão, as de 600 mm possuem 2.354,25 m de extensão, as de 800 mm possuem 94,76 m de extensão e as de 1.000 mm 137,28 m de extensão.

As informações sobre as redes de drenagem urbana são essenciais para a modelagem de escoamento superficial nas áreas urbanas, estudos de inundações, análise de risco e modelagem de estruturas de drenagem sustentável, já que a rede pluvial influencia e modifica as condições de escoamento em uma bacia, como a velocidade e o volume de água escoados. Entretanto, os dados de cadastro da rede de drenagem não é uma realidade para 4.304 municípios brasileiros (BRASIL, 2020), o que dificulta o desenvolvimento tanto de pesquisas científicas quanto de estudos técnicos para a implementação de sistemas mais eficientes ou para resolução de problemas como alagamentos e inundações.

O mapeamento dos sistemas de drenagem pluvial ainda mais escassos nas regiões com ocupações informais como mostra Azevedo (2021). A bacia do rio do Meio comporta a comunidade da Serrinha, localizada em uma região com altas declividades o que junto às questões de segurança dificulta o mapeamento da rede de drenagem nesse local, portanto, para o desenvolvimento deste trabalho foram contatadas lideranças locais que auxiliaram o mapeamento, conduziram a visita e

forneceram diversas informações sobre a rede de drenagem, descreveram como foram os processos de alteração dos cursos de água pelas galerias.

Os levantamentos feitos manualmente exigiram esforços físicos pelas altas declividades da área de estudo e demandou mais tempo que um levantamento automatizado, porém, esses levantamentos viabilizaram o contato direto com os moradores da região que, muitas vezes, moram no mesmo local há anos, os quais indicaram problemáticas associadas à drenagem urbana e informaram fatos que possibilitaram a compreensão sobre o processo de urbanização na bacia.

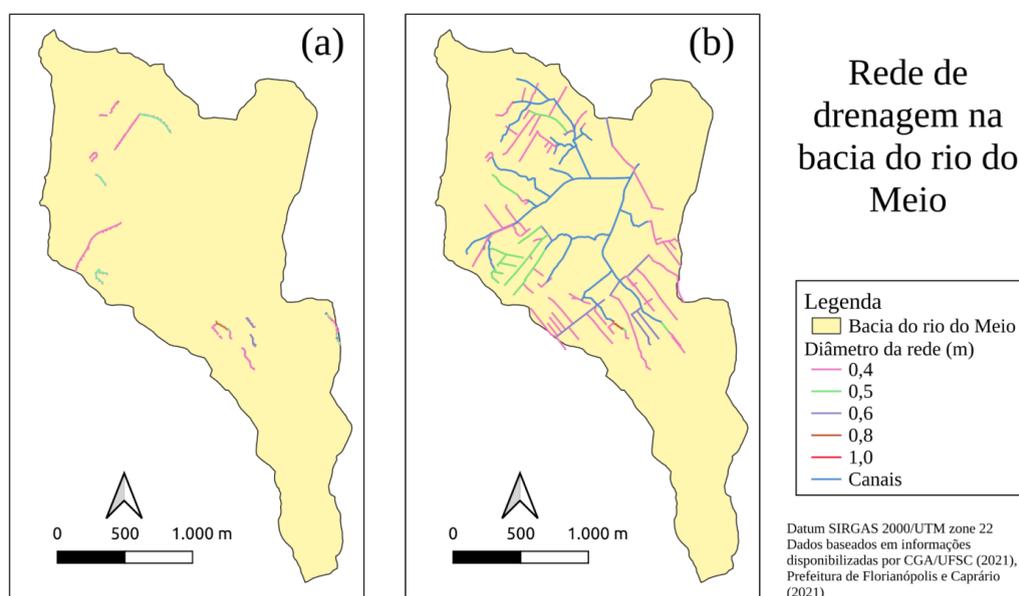


Figura 3 - (a) Trechos da rede disponíveis no cadastro técnico; (b) Rede completada por meio de coletas de campo.

Em diversos pontos foram observados lançamentos de esgoto doméstico clandestino na rede de drenagem de águas pluviais, diversas bocas de lobo entupidas e outras, com resíduos sólidos ou vegetação obstruindo as grades parcial ou totalmente (conforme pode ser observado na Figura 4), de forma semelhante aos dispositivos verificados por Melo *et al.*, (2016) na cidade de Riacho Frio-PI.

O levantamento e cadastro dos dispositivos de drenagem de águas pluviais urbanas viabiliza estudos aprofundados sobre a bacia hidrográfica como o trabalho desenvolvido por Carvalho *et al.*, (2012) em que os dados foram utilizados para a elaboração de um mapa de susceptibilidade e risco a deslizamentos de encostas na cidade de Angra dos Reis-RJ.

A metodologia utilizada neste trabalho apresentou algumas limitações, como a acurácia da estimativa dos diâmetros da rede e a incerteza quanto ao mapeamento total da rede, tendo em vista

que não se sabe se há ou não outros dispositivos enterrados conectados àqueles que foram levantados. Nesse sentido, métodos como o GPR possibilitariam mapear exatamente a localização dos dispositivos enterrados (GHOZZI *et al.*, 2018). Porém, para obtenção do diâmetro desses dispositivos é necessário também a aplicação de um modelo que possibilite a conversão dos sinais acústicos para diâmetro (GHOZZI, LAHOUAR e SOUANI, 2019), e a ausência de corpo técnico qualificado em diversos municípios brasileiros pode dificultar a utilização desse tipo de tecnologia (BRASIL, 2020).



Figura 4 - (a) Bueiro com vegetação crescendo dentro; (b) Bueiro totalmente obstruído por folhas e resíduos sólidos; (c) e (d) Esgoto sanitário clandestino que são direcionados para os corpos hídricos da bacia, junto a diversos tipos de resíduos sólidos.

Ainda que com algumas limitações, a metodologia se apresentou como uma saída simples e viável para levantamentos dos dispositivos enterrados de drenagem de águas pluviais urbanas com baixo custo.



CONCLUSÕES

Ainda que se saiba da essencialidade de disponibilidade e de qualidade dos dados para o planejamento e gestão da drenagem urbana nos municípios, observa-se que essa não é uma realidade na grande parte dos municípios, visto que, muitas vezes não possuem projetos de rede de drenagem de águas pluviais urbanas.

Buscou-se, portanto, estabelecer uma metodologia de levantamento da rede de drenagem com baixo custo para que a atualização dos dados se torne mais acessível aos diversos municípios. Apesar das limitações expostas, a metodologia utilizada se mostrou eficiente para se ter um conhecimento inicial dos dispositivos enterrados da rede. A combinação de outros métodos e tecnologias pode aumentar a acurácia e precisão dos dados levantados.

AGRADECIMENTOS - À CAPES, ao CNPq e ao PROBOLSAS/UFSC pelas bolsas concedidas. À Dona Celma e às demais lideranças, pela atenção e disposição em nos acompanhar durante a visita à comunidade da Serrinha.

REFERÊNCIAS

BERTOTTI, L. G., CAMARGO FILHO, M., RÚBIO, M. R. B., & GONÇALVES, C. (2011). “Técnicas de geotecnologias na análise do relevo e da declividade para estudos regionais.” Revista Geográfica de América Central, 2, pp. 1-14.

BRASIL. (2020). *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - 2019*. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, p. 188.

CARVALHO, N. L. de; CAMPELLO, A. C. F; ARAÚJO, I. dos F; SATO, A. M; NETTO, A. L. C. (2012). “Levantamento da rede de drenagem artificial como elemento para elaboração de um mapa de risco. município de Angra dos Reis, Rio De Janeiro”. Revista Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4, p.772-781, 2012.

CAPRARIO, J.; SANTANA, P. L.; WU, F. K.; MONTEIRO, P. C. S. FINOTTI, A. (org) *Cadastro Técnico de Drenagem de águas pluviais do município de Florianópolis: Mapa da abrangência e caracterização da rede de drenagem*. 1. ed. Florianópolis: Lautec/UFSC Publicações, 2021. 1 mapa, colorido. Escala 1:45.000.



FLORIANÓPOLIS. (2021). *Documento orientador – Drenagem urbana. I Conferência Municipal de Saneamento Básico. Florianópolis – SC, 2015.* Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/08_07_2015_18.48.31.f17be640cc6dbf1a7beb42d66a3ee9ef.pdf>. Acesso em: 14 fev 2021.

GHOZZI, R; LAHOUAR, S; BESBES, K; SOUANI, C. (2018). “*Mapping of Sewer Lines Using GPR: A Case Study in Tunisia*”. *Data*, v. 3, n. 4, p. 40, 2018.

Ghozzi, R., Lahouar, S., & Souani, C. (2018). “*An innovative technique for estimating the radius of buried cylindrical targets using GPR*”. In *Conference of the Arabian Journal of Geosciences* (pp. 151-154). Springer, Cham.

MELO, T. D; SILVA, K. H. T. da; SOUSA, E. P. de; SANTOS, J. P. dos; ROCHA, I; L. (2016). “*Levantamento dos Dispositivos de Drenagem Urbana do Município de Riacho Frio-PI*”. *Cadernos Cajúina*, V.1, N.2, 2016, p. 130 - 136.

NASCIMENTO, G. A. do. (1998). *Mapas e dados em meio digital uma aplicação a drenagem urbana - Bacia do Itacorubi, Florianópolis – SC.* Dissertação (Mestrado), Programa de pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 119p.

RECH, A; PACHECO, E; CAPRARIO, J; RECH, J. C; FINOTTI, A. R. (2022). “*Low-Impact Development (LID) in Coastal Watersheds: Infiltration Swale Pollutant Transfer in Transitional Tropical/Subtropical Climates*”. *Water*, 14(2).

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. (2016). *Modelo Digital Do Terreno (MDT) do estado de Santa Catarina.* Florianópolis-SC, 2016.

SPOSITO, M. E. B. (1988). *Capitalismo e urbanização.* São Paulo - SP.