https://eventos.utfpr.edu.br//sei/sei2020

Drenagem Urbana do município de Campo Mourão – Dados essenciais para um projeto seguro

Urban Drainage in the municipality of Campo Mourão - Essential data for a safe project

Julio Cezar Vasconcelos dos Santos
juliovas@live.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Eudes José Arantes
eudesarantes@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.
Aprovado: 01 out. 2020.
Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO

Com o avanço tecnológico e populacional o homem modificou de forma intensa os recursos naturais para suprir a necessidade de conforto e bem-estar e com o avanço da computação as simulações, como o SWMM se consolidaram na área cientifica para a tomada de decisões em aspectos da hidrologia urbana. Sistemas de drenagem urbana sofrem constantemente com os intemperes naturais, assim avalia-los diariamente é um desafio de administração pública, pois qualquer falha no processo resultará em prejuízos socioeconômicos e mal-estar a população além de despesas aos cofres públicos. Tem-se como objetivo estudar o sistema de drenagem urbana de Campo Mourão utilizando a ferramenta SWMM para estimar com chuva projetada a qualidade das galerias e a sobrecarga gerada no Rio do Campo. O estudo limitou-se a margem esquerda da bacia do rio do campo a montante do Parque Municipal Joaquim Teodoro de oliveira concentrada totalmente na área urbana do município de Campo Mourão Com a contribuição dos dados fornecidos pela prefeitura de Campo Mourão sobre o sistema de drenagem urbana e galerias pluviais foi delimitado a área de estudo e organizado o sistema de classificação para assim implementar os dados no programa SWMM. Ao comparar a altura da precipitação percebe-se um aumento de 20,28 mm de 10 para 50 anos, uma variação de cerca de 25%. O escoamento do sistema mostrou um pico de vazão mofino por 2 motivos, o tempo de concentração, mas o principal é a característica da ocupação do solo predominantemente urbano. **PALAVRAS-CHAVE:** Hidrologia, SWMM, Drenagem Urbana.

ABSTRACT

With the technological and population advancement, man has intensely modified natural resources to meet the need for comfort and well-being and with the advancement of computing, simulations, such as SWMM, have consolidated themselves in the scientific area for decision-making in aspects of urban hydrology. Urban drainage systems constantly suffer from natural weathering, so evaluating them daily is a challenge for public administration, as any failure in the process will result in socioeconomic losses and discomfort to the population in addition to expenses to public coffers. The objective is to study the urban drainage system of Campo Mourão using the SWMM tool to estimate with projected rain the quality of the galleries and the overhead generated in Rio do Campo. The study was limited to the left margin of the campo rio basin upstream from Parque Municipal Joaquim Teodoro de oliveira totally concentrated in the urban area of the municipality of Campo Mourão With the contribution of data provided by the municipality of Campo Mourão on the urban drainage system and pluvial galleries, the study area was delimited

and the classification system was organized to implement the data in the SWMM program. When comparing the height of precipitation, an increase of 20.28 mm can be seen from 10 to 50 years, a variation of about 25%. The flow of the system showed a peak peak flow for 2 reasons, the concentration time, but the main one is the predominantly urban land occupation characteristic. **KEYWORDS:** Hydrology, SWMM, Urban Drainage.

INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico e populacional o homem modificou de forma intensa os recursos naturais para suprir a necessidade de conforto e bem-estar, por muito tempo não foram tomadas medidas para minimizar impactos e problemas, assim alguns transtornos socioeconômicos passaram a ser presente em sua vida, entre eles enchentes e crises hídricas. Paz (2004) diz que a hidrologia começou a ser estudada na Grécia por volta de 500 a.C., mas passou a ser estudado comparando a relação entre precipitação e vazão somente no século 17 e com o advento da computação essa ciência passou a ser aprimorada com métodos estatísticos e numéricos para criação de modelos de chuva-vazão. No Brasil a preocupação com o estudo de bacias hidrográficas começou juntamente com o avanço da urbanização em meados do século XX, as enchentes provocaram um aceleramento desse estudo.

Com o advento da computação as simulações começaram a buscar especialização da avaliação de bacias hidrológicas, assim diversos sistemas operacionais foram desenvolvidos, Bastos (2007) estudou os principais existentes e fez uma comparação mostrando as qualidades e aplicações de cada um, entre eles encontram-se o Sobek-Urban (WL, Defelt hydraulics), o InfoWorks (Wallinford software), o Mouse (DHI) e o SWMM (Environmental Protection agency).

O SWMM (Environmental Protection agency, 2020) já é uma ferramenta consolidado no na área cientifica para a tomada de decisões em aspectos da hidrologia urbana. Hubber e Dickinson (1992) explica que o sistema foi desenvolvido no início da década de 70 possibilitando um aprofundamento no estudo das bacias hidrográficas e da precipitação. Por ser um software livre ele é o mais utilizado para uma análise mais complexa da drenagem urbana (GARCIA, 20005).

Barros (2018) explica a vasta aplicabilidade, desde planejamento, analise e projetos de sistema de drenagem em áreas urbanas primariamente, mas possível também em regiões rurais, pode ser utilizado para simular um evento chuvoso ou um evento de longo prazo (contínua).

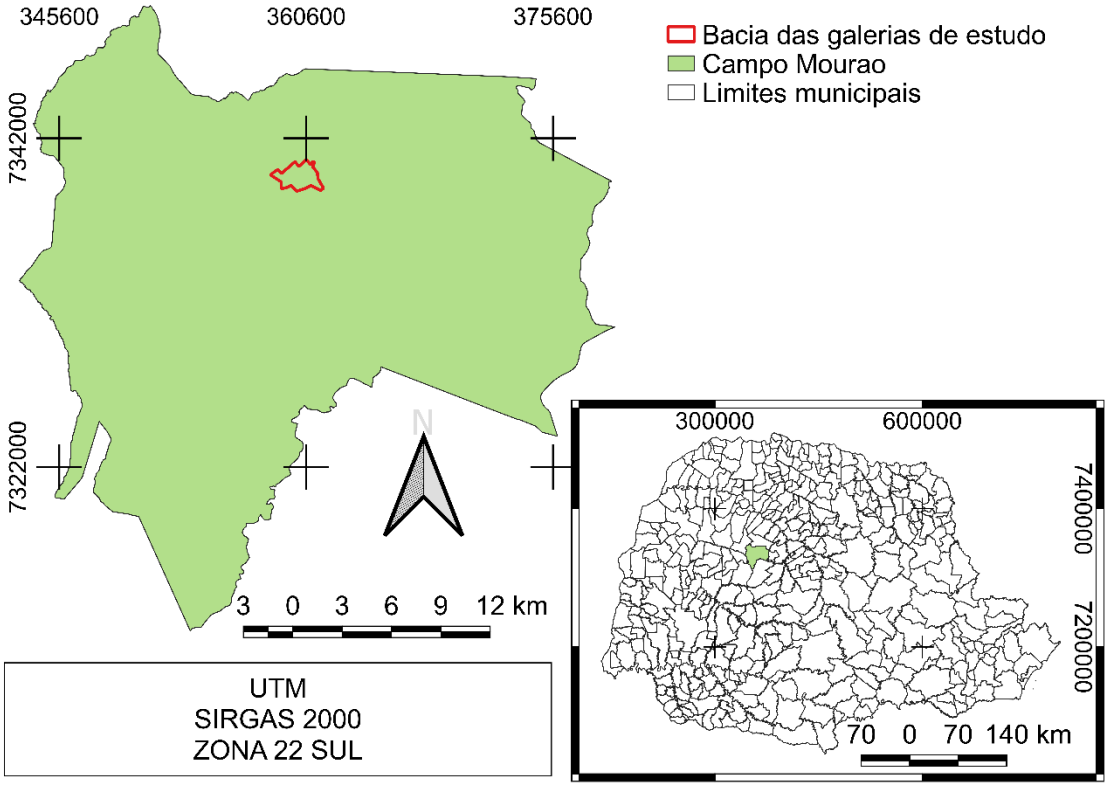
Sistemas de drenagem urbana sofrem constantemente com os intemperes naturais, assim avalia-los diariamente é um desafio de administração pública, pois qualquer falha no processo resultará em prejuízos socioeconômicos e mal-estar a população além de despesas aos cofres públicos, como forma de prevenção, estuda-los é essencial para buscar melhorias e entender os possíveis cenários, para então resolver quaisquer infortuno.

Este trabalho tem como objetivo estudar o sistema de drenagem urbana de Campo Mourão utilizando a ferramenta SWMM para estimar com chuva projetada a qualidade das galerias e a sobrecarga gerada no Rio do Campo.

METODOLOGIA

O estudo limitou-se a margem esquerda da bacia do rio do campo a montante do Parque Municipal Joaquim Teodoro de oliveira concentrada totalmente na área urbana do município de Campo Mourão. Localizado na região central do Paraná o município possui uma população estimada em 2020 de 95’488 habitantes segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística© - IBGE, 2020), tem sua economia voltada principalmente para a agricultura, isso se deve principalmente pelo tipo de solo que é principalmente o latossolo roxo, de textura argilosa, profundo, muito fértil e o relevo que varia de suave ondulado para ondulado, permitindo intensa atividade agrícola. Possui clima classificado segundo Koppen de Cfa com temperaturas médias acima de 22ºC e precipitação bem uniforme variando entre 1400 e 1500 mm anuais (figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do da galeria de estudo.



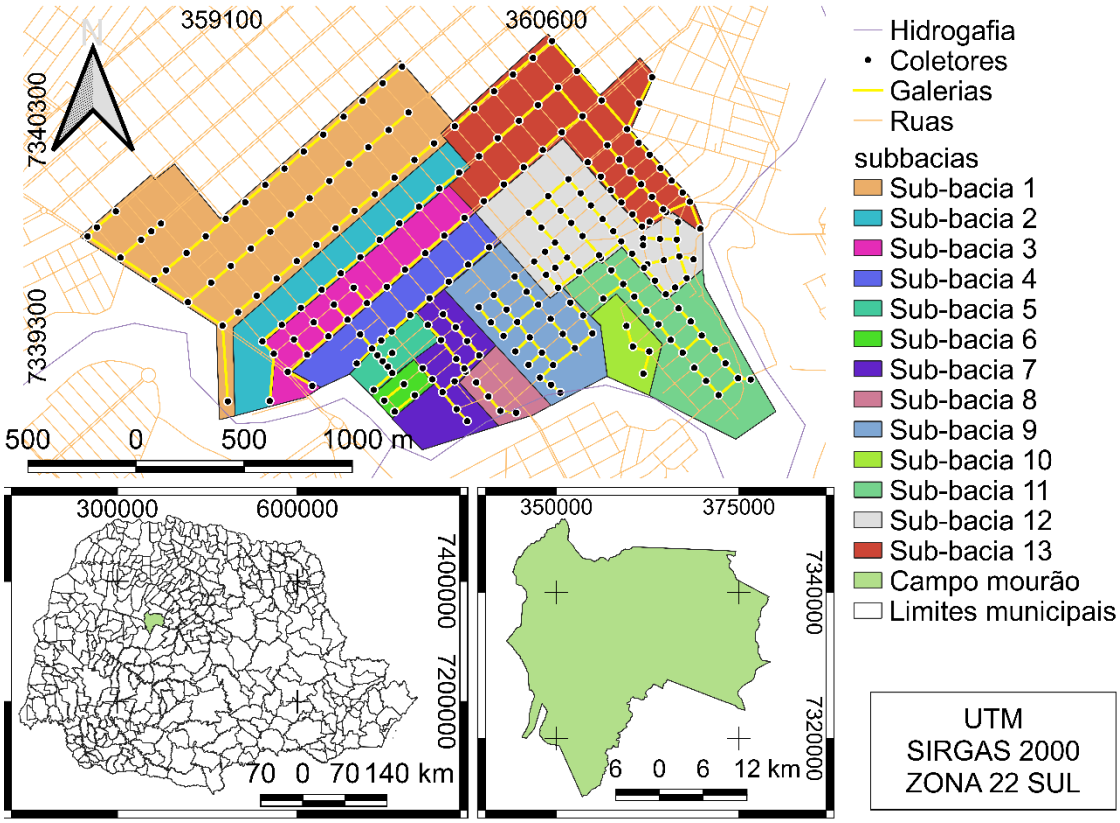
Fonte: Autoria própria

Com a contribuição dos dados fornecidos pela prefeitura de Campo Mourão sobre o sistema de drenagem urbana e galerias pluviais foi delimitado a área de estudo e organizado o sistema de classificação para assim implementar os dados no programa SWMM. Foram selecionados 14 sistemas de galerias que escoam as águas pluviais ao Rio do Campo, todas dentro de região bem urbanizada com pavimentação urbana e loteamentos construídos em quase sota sua totalidade e presença de mata ciliar e parte de uma unidade de conservação.

As delimitações de hidrografia foram obtidas pelo ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná – ITCG, 2020), o relevo e a malha rodoviária a partir do OpenStreetMaps (contribuidores do OpenStreetMap©, 2020) e os limites

municipais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística© - IBGE, 2020) e por fim os dados foram implementados no software SWMM (Environmental Protection agency, 2020) para gerar os dados da do escoamento da bacia de estudo (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de do sistema de galerias selecionado para estudo



Fonte: Autoria própria

Para estimar o tempo de concentração da bacia utilizou-se a equação de Kirpich (1) e de Corps Enginers e George Ribeiro (2), ambos permitem estimar o tempo de concentração para bacias urbanizadas. a partir do comprimento do talvegue (L) e a diferença de altitude (Δh), ele é ideal para o estudo pois a bacia é pequena e bem antropizada.

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta h}\right)^{0,385} \quad (1)$$

Onde: t_c é tempo de concentração; L é o comprimento do talvegue e Δh é o percentual de declividade.

$$t_c = \frac{16 * L}{(1{,}05 - 0{,}2 * p) * (100 * l)^{0,04}} \quad (2)$$

Onde: t_c é tempo de concentração; L é o comprimento do talvegue, I declividade média da bacia e p é percentagem decimal da bacia com cobertura vegetal.

Com o tempo de concentração obtido o cálculo da intensidade é possível pela fórmula (3) elaborada por Arantes et al (2009) com os parâmetros aplicados para a região do município de Campo Mourão, onde i é a intensidade da precipitação

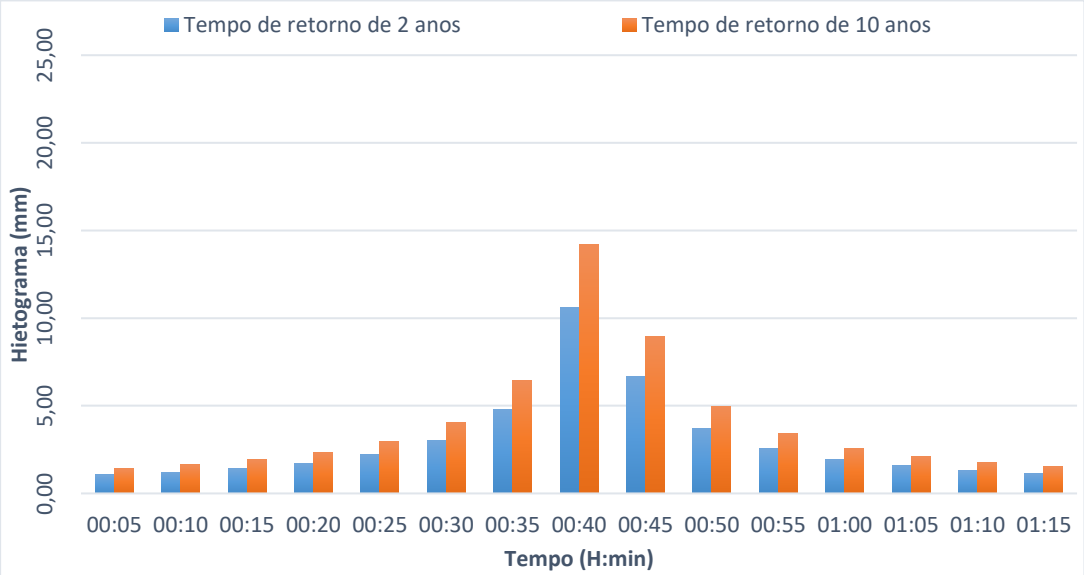
máxima (mm/h), Tr é o tempo de retorno desejado e D é a duração da precipitação. Para o estudo os tempos de retorno escolhidos foram de 10 anos e 50 anos.

$$i = \frac{901{,}51 * Tr^{0{,}1803}}{(D+11)^{0{,}7508}} \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fazendo a média das equações (1) e (2), obtém-se o tempo de concentração para a microbacia estudada 75 minutos e aplicado ao IDF (equação 3) com intervalos de 5 minutos em dois cenários, 2 anos e 10 anos (Figura 3)

Figura 3– Hietograma para o período de retorno de 10 anos e 50 anos.

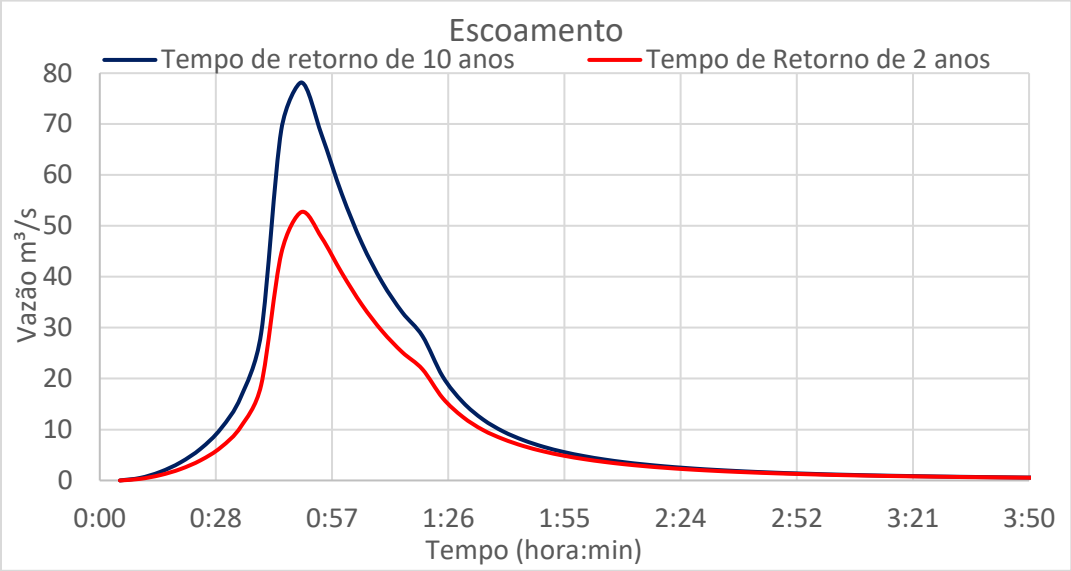


Fonte: Autoria própria

Ao comparar a altura da precipitação percebe-se um aumento de 3,57 mm de 2 para 10 anos, uma variação de cerca de 25%, algo encontrado por Santos; Arantes (2019) quando avaliava a bacia do Rio do Campo, porém a área da bacia é de 12708 ha cobrindo pequena parte da área urbana e área predominante de uso agrícola, Vieira et al (1998) registrou cerca de 20% de variação nos mesmos intervalos de tempo para o município de Mococa, São Paulo.

O escoamento do sistema mostrou um pico de vazão mofino por 2 motivos, o tempo de concentração, mas o principal é a característica da ocupação do solo predominantemente urbano, as galerias enviam a água pluvial quase que instantaneamente, assim o pico de vazão acontece quase que ao mesmo termino da precipitação, mostrando os efeitos da baixa permeabilidade do solo. O escoamento máximo registrado para o retorno de 2 anos é próximo de 53 m³/s algo significativo para um rio de pequeno porte, quando avaliado a curva do retorno de 10 anos à similaridade com o anterior é grande, exceto pelo volume de 79 m³/s, confirmando a contribuição do solo impermeável (figura 4).

Figura 4 – Escoamento total da precipitação projetada para os tempos de retorno de 2 anos e 10 anos da bacia estudada.



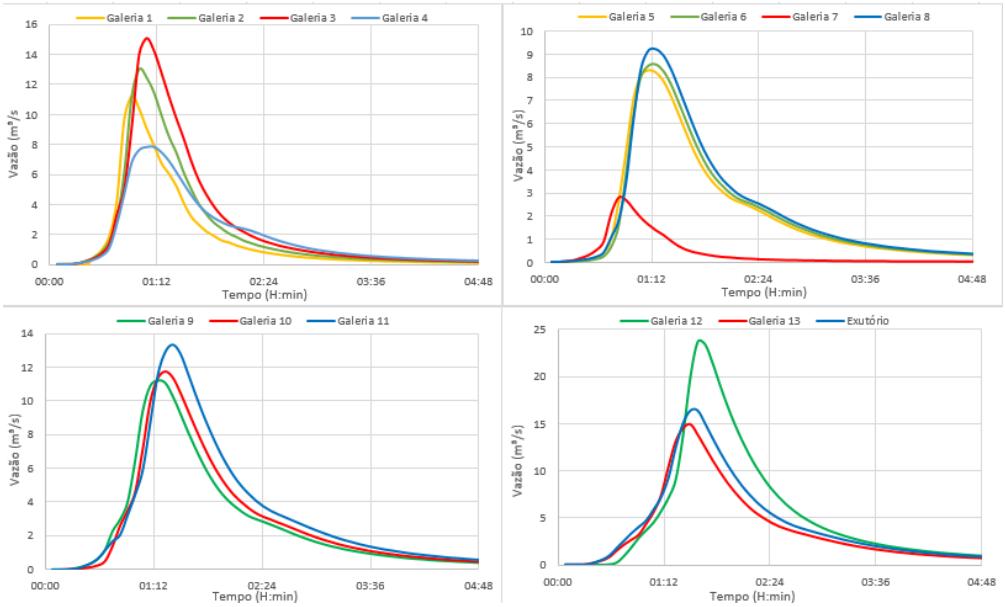
Fonte: Autoria própria

Para as simulações realizadas não foi constatado alagamentos, é possível que um tempo de retorno maior possa acabar evidenciando tal problema, porém, constatadas as características locais como relevo e nível de urbanização dificilmente o município passará por tal problema, assim se o sistema de varrição e controle de resíduos for respeitados e manutenção preventiva executado dentro dos prazos o projeto não mostra nenhum problema, cenário diferente mostrado por Bezerra et al. (2016) que mostra um relevo considerável na cidade de Assú/RN favorecendo um aumento do deflúvio e assim altos escoamento superficiais, Fragoso et al (2016) destaca em seu estudo os prejuízos que a falta de manutenção de bocas de lobo e sarjetas danificadas ou entupidas provocou ao sistema de drenagem, provocando desconforto a pedestres.

Com ouso do SWMM foi possível estudar cada ponto das galerias, mas o interessante é observar o enviado de cada uma das 13 galerias para o corpo hídrico e a contribuição de cada um ao exutório (Figura 5).

O volume apresentado está ligado diretamente ao tamanho da bacia e a quantidade de coletores, assim o maior resultado obtido foi da galeria 12 com quase 25 m³/s, valor considerável de contribuição, como no SWMM foram colocados os diâmetros de cada tubulação conforme disponibilizado pela prefeitura é possível perceber que nenhuma chegou ao limite de captação, lembrando que os cálculos foram pra chuvas críticas, ou seja, extremas, assim é perceptível que o sistema hidráulico não corre risco direto de sofrer com enchentes para precipitações de pelo menos 10 anos, assim sendo necessário cuidar somente da manutenção preventiva e cuidados com entupimento por resíduos.

Figura 4 – Escoamento total da precipitação projetada para os tempos de retorno de 2 anos e 10 anos para as 13 galerias e o exutório.



Fonte: Autoria própria

CONCLUSÕES

Áreas urbanas contam com diversos desafios de engenharia urbana e sanitária, procurar meios mais eficientes de prevenir agravos sociais pode melhorar a qualidade de vida e proteger o máximo danos aos corpos hídricos que recebem com maior impacto as águas pluviais que deixam de ser absorvidos pelo solo e vegetação.

Conclui-se que a drenagem urbana está pautada em prevenção e manutenção de obras de infraestruturas como ruas, sarjetas, limpeza urbana entre diversos outros fatores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR pela oportunidade de estudo, pelo fomento à pesquisa e a bolsa de pesquisa, ao meu orientador pelo conhecimento e paciência e aos meus familiares pelo auxílio.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Eudes José et al. Análise das chuvas intensas da região noroeste do Paraná. OLAM-Ciência & Tecnologia, 2009.

BARROS, H.; RODRIGUES, C. R.; MENDES, A. S.. Estudo hidrológico para fins de drenagem urbana em Gurupi/TO. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, n.183, 2019.

BASTOS, Gustavo Antonio Pereira et al. Análise dos parâmetros do modelo SWMM para avaliação do escoamento em duas bacias periurbanas em Santa Maria-RS. 2007.

BEZERRA, A. M.; QUEIROZ NETO, M. L.; FLORÊNCIO, F. D. C.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA JUNIOR, P. L.. Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL CAMPINA GRANDE/PB, 7. Anais. 2016.

Contribuidores do OpenStreetMap, Open Street Map. Disponível em:https://www.openstreetmap.org>

FRAGOSO, G. A.; SILVA, F. P.; SILVA, J. C. C.; ALVES, A. F.; CARVALHO, B. G. P.. Planejamento, ordenamento e gestão integrada. Diagnóstico do sistema de drenagem urbana da cidade de Belém, Pará: uma análise dos principais bairros da cidade. In: ENEEAMB, 4; FÓRUM LATINO, 2; SBEA – CENTRO-OESTE, 1. Anais. Brasília, 2016. Disponível em:http://doi.org/10.5151/engpro-eneeamb2016-pogi-003-5067 acesso: 24/08/2020

HUBBER, W.C.; DICKINSON, R.E. Storn Water Management Model: Version 4: User's Manual. Athens: U. S. Enviromental Protect Agency. Georgia, 1992.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019

ITCG - Instituto de Terras Cartografia e Geociências (2017), Curitiba. Disponível em :http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=105 Acesso: 10/07/2020

QGIS Development Team, 2016-2018. QGIS Geographic information System, Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: http://www.qgis.org

RIBEIRO, C. C. B. Aplicabilidade Do Modelo Swmm No Planejamento Da Drenagem De Bacias Urbanas Brasileiras. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 07, pp. 100-112 Dezembro de 2018.

SANTOS, Julio Cezar Vasconcelos; ARANTES, Eudes José. Estudo do regime hidrológico na bacia experimental do Rio do Campo. XXIV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Pato Branco – PR, 2019.

VIEIRA, Dirceu Brasil; NETO, Francisco Lombardi; DOS SANTOS, Ronaldo P. Relação entre intensidade, duração e freqüência de chuvas em Mococa, SP. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 8, p. 1215-1220, 1998.