

Estudo do regime hidrológico na bacia experimental do Rio do Campo

Study of the hydrological regime in the experimental basin of Rio do Campo

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, com isso diversos softwares foram criados para suprir a alta demanda de estudos hidrológicos dentre eles o SWMM. Este trabalho tem como objetivo estudar o regime hidrológico da bacia do campo através da ferramenta SWMM fazendo estimativa de precipitação crítica em diferentes períodos de tempo. O estudo limitou-se a bacia do rio do campo a montante Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira localizado no município de Campo Mourão. O tempo de concentração calculado para a bacia do rio do campo de 291 minutos, assim o IDF foi estimado dentro de um tempo de 300 minutos, a diferença entre as projeções de precipitação foi cerca de 25% e a afluência total mostrou que pouca parte de precipitado é infiltrado no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia, precipitação, intensidade-duração-frequência.

ABSTRACT

With technological and population advancement, man has intensively modified natural resources to meet the need for comfort and well-being, so several software were created to meet the high demand of hydrological studies, including SWMM. This work aims to study the hydrological regime of the field basin through the SWMM tool making estimation of critical precipitation in different time periods. The study was limited to the upstream countryside river basin Joaquim Teodoro de Oliveira Municipal Park located in the municipality of Campo Mourão. The calculated concentration time for the field river basin was 291 minutes, so the IDF was estimated within 300 minutes, the difference between the rainfall projections was about 25% and the total inflow showed that little of precipitate is infiltrated into the soil.

KEYWORDS: Hydrology, precipitation, intensity-duration-frequency.

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.

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

Eudes José Arantes
eudesarantes@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Diversos softwares foram criados para suprir a alta demanda de estudos hidrológicos, um dos mais consolidados é o SWMM (Environmental Protection agency, 2018) desenvolvido no início da década de 70 ele possibilita estudos de aspectos de hidrologia urbana (Hubber e Dickinson, 1992). Para Collodel (2009) com o aprofundamento no estudo das bacias hidrográficas e da precipitação eles requerem maiores complexidades matemáticas para modelá-los, aumentando os esforços computacionais para a obtenção de resultados mais satisfatórios.

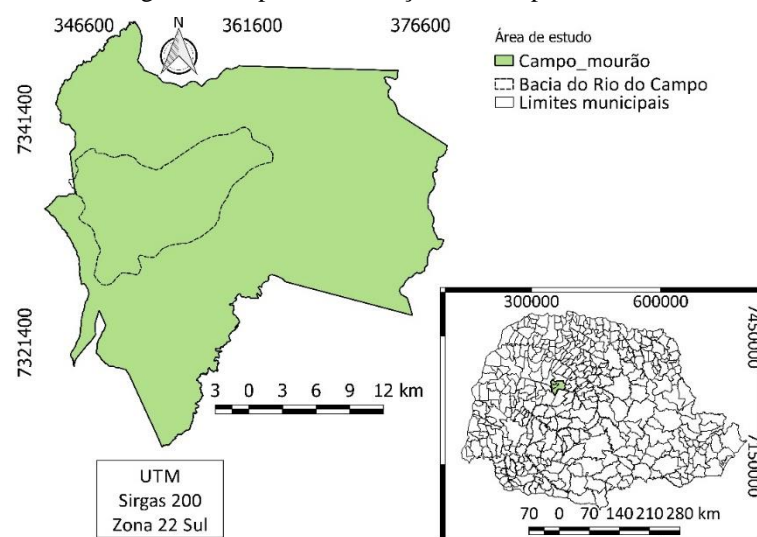
O SWMM permite avaliar o escoamento e a vazão individualmente de cada sub-bacia, Garcia (2005) afirma que ele permite uma análise mais aprofundada do sistema drenagem hidrológico e por ser um software livre é o mais utilizado atualmente.

Este trabalho tem como objetivo estudar o regime hidrológico da bacia do campo através da ferramenta SWMM fazendo estimativa de precipitação crítica em diferentes períodos de tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo limitou-se a bacia do rio do campo a montante Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira passando pela área urbana do município e tem sua nascente no distrito de Piquirivaí. Localizado na região central do Paraná Campo Mourão possui uma população estimada em 2018 de 94'212 habitantes segundo o IBGE, 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 22°C e precipitação bem uniforme variando entre 1400 e 1500 mm anuais (figura 1).

Figura 1: Mapa de localização de Campo Mourão



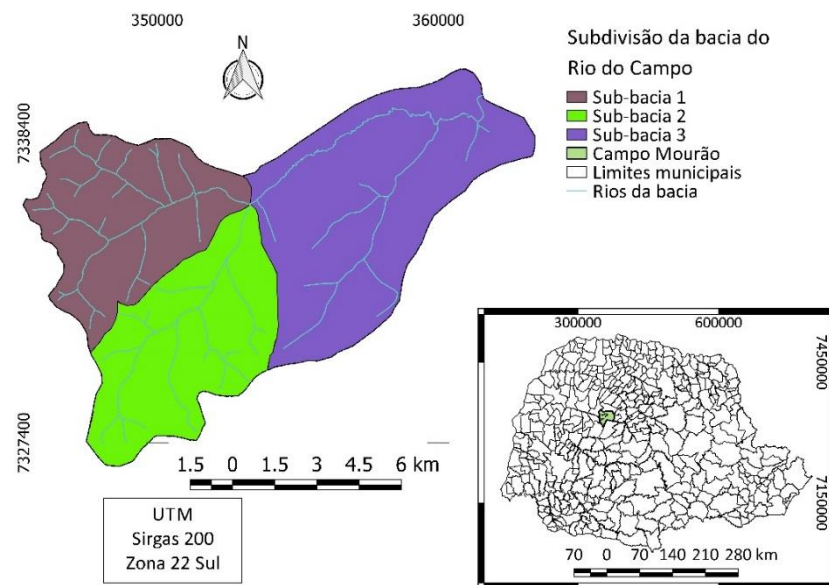
Fonte: autoria própria

Para a construção da bacia experimental dentro do SWMM é preciso alimentá-lo com alguns dados, entre eles, área da bacia, permeabilidade do solo, condições

do relevo rugosidade do solo e do leito do rio, além da simulação de precipitação para eventos extremos futuros.

Para a delimitação da bacia e obtenção do uso e ocupação do solo em toda sua extensão foram compiladas três formas de obtenção de dados georreferenciados, buscando os melhores dados disponíveis, assim para delimitação da bacia e suas divisões em sub-bacias foram utilizadas cartas cartográficas disponíveis no do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná – ITCG, 2018), para identificar a ocupação do solo utilizou-se imagens de satélite do banco de dados do BingMaps (Microsoft©, BingMaps 2019) por intermédio do SAS Planet (Bitbucket, SAS Planet 2018) e por fim para cotas altimétricas utilizou-se imagens do satélite e radar Alos Palsar (Alaska Satellite Facility, Copyright © 2019) (Figura 2).

Figura 2: Hidrografia e separações das sub-bacias dentro da bacia do rio do campo



Para estimar o tempo de concentração foi utilizado um método empírico pela equação de Kirpich (1), que a partir do comprimento do curso d'água principal (L) e a diferença de altitude (Δh)

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

Para a precipitação foram divididos 2 tempos de retorno, em 10 anos e em 50 anos utilizando o método Intensidade-Duração-Frequência (IDF), a partir da fórmula (2), que mostra que a chance de uma chuva de maior intensidade aumenta com um tempo maior de retorno. A equação demonstrada a seguir possui alguns parâmetros específicos para a região do município de Campo Mourão foram calculadas por Arantes et al (2009).

$$i = \frac{901,51 * T_r^{0,1803}}{(D + 11)^{0,7508}} \quad (2)$$

Onde i é a intensidade da precipitação máxima média (mm/h), T_r é o tempo de retorno desejado e D é a duração da precipitação.

Por fim com todos os dados de geoprocessamento obtidos para a inserção de valores dentro do SWMM, foi adicionado a hidrografia com dutos simulando o leito do rio, nós fazendo a ligação de afluentes e o exultório no final da bacia. Os dutos foram escolhidos no formado retangular aberto devido as características físicas constatadas em campo, os nós receberam a elevação do ponto conforme as cotas geométricas de suas localizações. Como a permeabilidade do solo varia bastante devido a alguns fatores como ocupação, uso e tipo do solo e relevo a bacia recebeu 3 divisões detalhadas como sub-bacias 1, 2 e 3, (Figura 2) para melhores obter melhores resultados.

RESULTADOS E DISCUÇÕES

Como exposto na equação (1), tem-se um tempo de concentração para a bacia do rio do campo de 291 minutos, assim os cálculos foram estimados dentro de um tempo de 300 minutos, assim a partir da fórmula 2 temos as simulações de precipitação nos dois períodos, com intervalos de duração de 30 minutos (tabelas 1 e 2)

Tabela 1: simulação de precipitação para 10 anos na bacia do rio do campo

duração (min)	Intensidade (mm/h)	Altura total (mm)	incremento (mm)	Reagrupamento (mm)
30	84,02188661	42,01094331	42,0	2,9
60	55,63470381	55,63470381	13,6	3,6
90	42,69982165	64,04973248	8,4	5,0
120	35,12556023	70,25112047	6,2	8,4
150	30,08747073	75,21867682	5,0	42,0
180	26,46492676	79,39478027	4,2	13,6
210	23,71924327	83,01735146	3,6	6,2
240	21,55735722	86,22942889	3,2	4,2
270	19,80531907	89,12393583	2,9	3,2
300	18,35295706	91,76478528	2,6	2,6

Fonte: Autoria própria

Tabela 2: Simulação de precipitação para 50 anos na bacia do rio do campo

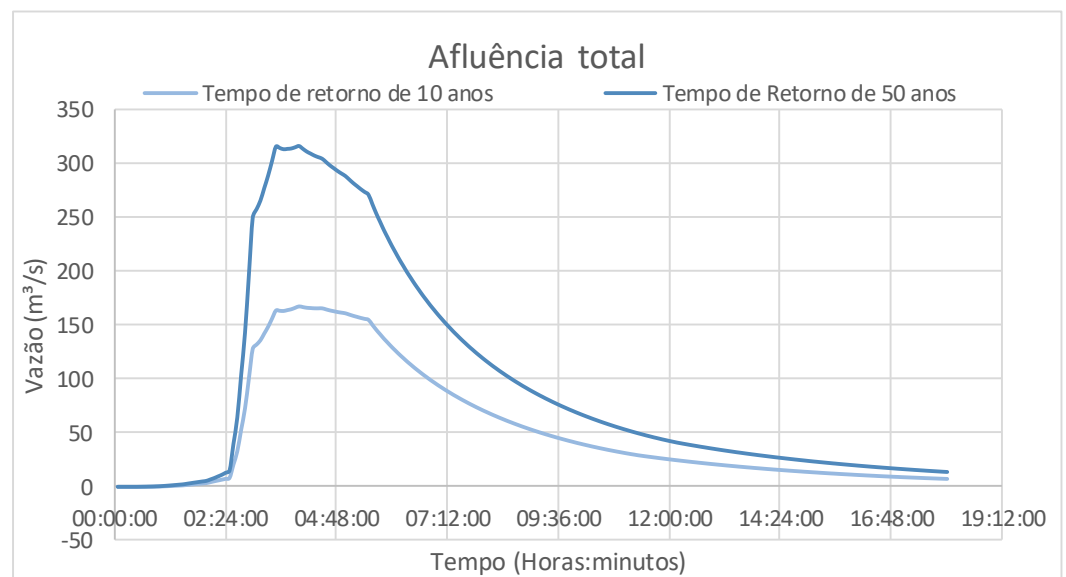
duração (min)	Intensidade (mm/h)	Altura total (mm)	incremento (mm)	Reagrupamento (mm)
30	112,3095587	56,15477934	56,2	3,9
60	74,3652551	74,3652551	18,2	4,8
90	57,07558255	85,61337382	11,2	6,6
120	46,95129242	93,90258484	8,3	11,2
150	40,21702791	100,5425698	6,6	56,2
180	35,37488105	106,1246431	5,6	18,2
210	31,70480754	110,9668264	4,8	8,3
240	28,81507871	115,2603148	4,3	5,6
270	26,47318139	119,1293162	3,9	4,3
300	24,53185224	122,6592612	3,5	3,5

Fonte: Autoria própria

Percebe-se que a projeção da precipitação total em 50 anos aumenta cerca de 25%, pois a chance de uma chuva mais intensa aumenta, Vieira et al (1998) registrou uma diferença de aproximados 20% no município de Mococa para os mesmos períodos de tempo, como a precipitação tem grande variação no espaço e no tempo mostram que mesmo assim o método do IDF traz semelhança entre as simulações.

A afluência total diferentemente da precipitação mostra um cenário onde a vazão quase dobra (figura 3), isso se justifica pela permeabilidade e saturação do solo, lembrando que na região da terceira sub-bacia fica localizado parte da área urbana de Campo Mourão. Tucci et al (2002) mostra em suas simulações de precipitação que valores futuros com períodos longos de tempo ficam superestimados.

Figura 3: Vazão prevista para as previsões de 10 e 50 anos



Fonte: Autoria própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do software foi eficiente para se fazer uma previsão de vazão da bacia pois se trata de uma área relativamente pequena, deste modo ele foi eficiente para fazer previsões de cenários críticos de precipitação onde seus valores podem ser utilizados para dimensionamentos de diversas construções da área civil, como barragens, pontes ou até para manutenção de lagos e lagoas.

Foi possível observar também a interação da urbanização com a dinâmica da vazão do rio que influencia diretamente nos resultados quando comparado a áreas livres de impermeabilização.

REFERÊNCIAS

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

ITCG - Instituto de Terras Cartografia e Geociências (2017), Curitiba. Disponível em <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=105>
Acesso em: 10 de novembro de 2018

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

Contribuidores do OpenStreetMap, Open Street Map. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>; Acesso em: 15 de Outubro de 2018

ROSSMAN, L. A., Storm Water Management Model. Version 5.0. National Risk Management Research Laboratory, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio. 2010.

PAZ, Adriano Rolim da. Hidrologia aplicada. 2004

COLLODEL, Milena Gardai. Aplicação do modelo hidrológico SWMM na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica submetida ao processo de transformação chuva-vazão. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GARCIA, J. I. B.; PAIVA, E. I. B. Monitoramento hidrológico e modelagem urbana da bacia do Arroio Cancela – RS, CHIDROS – Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2004.

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

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