

Drenagem Urbana - cálculos e estimativas através do Modelo Soil Conservation Service (SCS).

Urban Drainage - calculations and estimates using the model Soil Conservation Service (SCS).

DOI:10.34117/bjdv7n4-011

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 01/04/2021

Nathalia Bordon Pironato Sia

Graduanda Engenharia Ambiental

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carola, Campo Mourão - PR, 87301-899

E-mail: nathaliasia@hotmail.com

Júlia Castro da Silva

Graduanda Engenharia Ambiental

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carola, Campo Mourão - PR, 87301-899

E-mail: juliacaastrova@gmail.com

RESUMO

Com o aumento da urbanização, o solo vem ficando cada dia mais impermeável, trazendo problemas para as cidades que apresentam falhas em sua rede de drenagem, que é desde a captação da água até o seu escoamento. O sistema de drenagem urbano é composto pelos pavimentos das ruas, sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem e sistemas de retenção e infiltração no pavimento. Quando o planejamento urbano apresenta uma falha, a impermeabilização das áreas de escoamento começa a ter sérios problemas. O método utilizado, Soil Conservation Service (SCS), é um dos mais populares métodos de transformação chuva-vazão utilizados no meio técnico nacional devido a sua simplicidade, facilidade e qualidade dos resultados fornecidos. O estudo da vazão tem relação direta com o comportamento de uma bacia, seus rios e afluentes e se torna um aliado na gestão de recursos hídricos, seja este recurso utilizado para o abastecimento público quanto para a geração de energia.

Palavras-Chave: drenagem urbana, vazão, modelo hidrológico.

ABSTRACT

With the increase in urbanization, the soil has become more and more impermeable, causing problems for cities that have flaws in their drainage network, which is from the collection of water to its drainage. The urban drainage system consists of street pavements, gutters, wolf mouths, drainage galleries and systems for detaining and infiltrating the pavement. When urban planning fails, waterproofing runoff areas begins to have serious problems. The method used, Soil Conservation Service (SCS), is one of the most popular rain-flow transformation methods used in the national technical environment due to its simplicity, ease and quality of the results provided. The flow study is directly related to the behavior of a basin, its rivers and tributaries and becomes an ally

in the management of water resources, whether this resource is used for public supply or for the generation of energy.

keywords: urban drainage, discharge, hydrologic model.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e áreas urbanizadas, o solo está se tornando cada vez mais impermeável, sendo necessário que toda cidade tenha sua própria rede de drenagem, que consiste na captação das águas das chuvas e seu escoamento até os rios, mares e bacias. Segundo TUCCI (2014), o estudo de drenagem urbana tem como objetivos minimizar os riscos que as populações estão sujeitas ocasionadas pela urbanização, diminuindo os prejuízos causados por inundações e permitindo o desenvolvimento urbano de forma harmônica, planejada e sustentável. O sistema de drenagem urbano é composto pelos pavimentos das ruas, sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem e sistemas de retenção e infiltração no pavimento.

Quando o planejamento urbano apresenta uma falha, a impermeabilização das áreas de escoamento começa a ter sérios problemas, como por exemplo a inundação, onde as águas do rio ou encanamentos invadem uma área, que, em constância se acumulam evoluindo para um alagamento e posteriormente uma enchente, onde transborda para toda a margem, invadindo casas e causando grandes impactos urbanos e ambientais, muitas vezes irreversíveis, deixando famílias em situações de riscos e destruindo o ambiente. Pode-se considerar também o desmatamento como um grande inimigo do escoamento já que a vegetação ajuda na infiltração da água, e, uma vez que ela cai em um solo desnudo, acaba “lavando” o terreno, carregando nutrientes e sedimentos que empobrecem o solo, causam entupimento e também assoreamento de rios e canais, além de que, em terrenos muito inclinados, podem ocorrer deslizamentos, erosões e até o surgimento de voçorocas.

A hidrologia é uma área que se trabalha com grandes quantidades de dados e devido a tanta informação e incertezas, acaba potencializando os erros em processo de determinação de riscos, como erro de modelos e amostragens, comprometendo todos os resultados de um projeto, para evitar, deve se verificar todas as incertezas e tentar corrigir, usando por exemplo indicadores regionais de dados, fazendo uma pesquisa maior nas informações, e, quando não existir dados hidrológicos suficientes, pode se usar indicadores de outros lugares semelhantes e também as relações entre vazões média e mínima, que pode variar com a geologia da região.

O estudo da vazão tem relação direta com o comportamento de uma bacia, seus rios e afluentes e se torna um aliado na gestão de recursos hídricos, seja este recurso utilizado para o abastecimento público quanto para a geração de energia. A bacia hidrográfica constitui um sistema através do qual uma variável de entrada, como a precipitação é transformada em uma variável de saída (vazão) pelos diversos processos do ciclo hidrológico (Linsley & Franzini, 1978). Estes processos resultam da complexa interação dos fenômenos meteorológicos, biológicos, químicos e geológicos (Wanielista et al, 1997).

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho em questão é analisar o método SCS para estimativas da vazão máxima de um coletor específico presente no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Campo Mourão (Figura 1), no bairro Jardim Flórida, onde se encontram três coletores com escoamento direto para o Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, mais conhecido como Parque do Lago. Localizada no centro do Paraná, a cidade apresenta um clima subtropical úmido mesotérmico, com temperatura média em torno de 20°C, índice pluviométrico de 1400 e 1500 mm de água, tendo maior intensidade de chuvas no verão. O solo predominante é o latossolo roxo, com textura argilosa, profundo, fértil e capaz de sustentar uma intensa atividade agrícola.

Figura 1ª – Estado do Paraná



Figura 1b – Município de Campo Mourão



Fonte: Aatoria própria, 2020.

Para delimitar a área do coletor em análise (Figura 2), obteve-se o mapa de galerias pluviais da cidade com o software AutoCad, disponibilizado pela Prefeitura de Campo Mourão, em seguida foi analisado os seguintes dados: área, limite e declividade média da bacia com a ajuda do software Google Earth.

Figura 2a-área de estudo.



Fonte: AutoCad, 2020.

Figura 2b-área de estudo



Fonte: Google Earth, 2020.

O método utilizado, Soil Conservation Service (SCS), é um dos mais populares métodos de transformação chuva-vazão utilizados no meio técnico nacional devido a sua simplicidade, facilidade e qualidade dos resultados fornecidos. É utilizado para (i) determinar a chuva excedente a partir da precipitação fornecida, (ii) calcular, a partir da chuva excedente, o hidrograma de escoamento superficial direto. A precipitação é a primeira variável para a obtenção do hidrograma de escoamento superficial direto. Para o cálculo foram necessários os dados de precipitações, equações IDF (intensidade-duração-frequência), duração da chuva (t), período de retorno (T) e intensidade de duração (i), como mostra na equação (1).

$$i = 901,51 \times \left(\frac{T^{0,803}}{(t+11)^{0,7508}} \right) \quad (1)$$

Para determinar a distribuição da chuva ao longo do tempo de duração, pode ser utilizado o método dos blocos alternados (CANHOLI, 2005) onde as intensidades médias são definidas para cada duração até a duração total usando as equações IDF. Estas intensidades são transformadas em alturas de chuva e representam o volume de chuva acumulado até o último intervalo. Os valores incrementais são calculados e reordenados, ficando o maior valor ao centro e os demais, de forma decrescente, dispostos à direita e à esquerda do bloco central, alternadamente.

Para calcular a Chuva Excedente no Modelo SCS, foi estabelecida a relação mostrada na equação (2) e (3):

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P-Ia} \quad (2)$$

$$P = Pe + Ia + Fa \quad (3)$$

Na qual Fa é a infiltração após início do escoamento superficial direto (mm), S é a infiltração potencial máxima (mm), Pe é a chuva excedente (mm), P é a chuva total (mm) e Ia é a infiltração inicial (mm). Ao isolar Pe e estudar resultados de diversas bacias, o SCS chegou a seguinte relação apresentada na equação (4).

$$\frac{(P-0,2 \times S)^2}{(P+0,8 \times S)}, P > (0,2.S) \quad (4)$$

Para parametrizar as curvas, o SCS criou uma dimensional denominado CN (número de curvas), que possui as seguintes propriedades: (i) para áreas impermeáveis: $CN=100$, (ii) para outras superfícies: $CN < 100$. O número da curva CN e a infiltração potencial S se relacionam através da seguinte equação (5).

$$S(mm) = 250,4 \times \left(\frac{1000}{CN} - 100 \right) \quad (5)$$

Aplicando-se os dados sobre o tipo de solo da bacia, ocupação predominante e os valores de CN (tabela disponível no manual de Hidrologia Básica), acumulam-se as precipitações do hietograma, sendo aplicadas na fórmula e diferenciam-se para obter o Hietograma Excedente, sendo gerado em seguida o Hidrograma de Escoamento Superficial Direto, que é um método sintético desenvolvido para bacias rurais nos EUA, amplamente utilizado em bacias urbanas, podendo ser de formato triangular (simplificado) e adimensional. Baseando-se nas equações de 6 a 10.

$$Tp = tr \div (2 + tp) \quad (6), \text{ adotando-se como } tp = 0,6 \times Tc \quad (7)$$

$$Tc = 16 \times \frac{L}{(1,05 - 0,2 \times p) \times (100 \times I)^{0,04}} \quad (8)$$

$$Qp = 0,208 \times \frac{A(km^2)}{Tp(h)} \quad (9)$$

$$tb = Tp + 1,67 \times Tp \quad (10)$$

Onde Tc é o tempo de concentração da bacia, tb é o tempo de base $Qp(m^3/s)$ é a vazão de pico para uma chuva excedente de 1mm sobre a bacia, L o comprimento do rio

principal da bacia (km), I é a declividade média da bacia e p a porcentagem da bacia com cobertura vegetal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados da bacia estudada onde sua área é de 0,6329km², o comprimento do rio principal da bacia (L) é de 1,01km e sua declividade média (I) é 62m e considerando o tempo de concentração (Tc) como sendo 15 minutos, obtivemos os seguintes resultados de intensidade, altura acumulada, método dos Blocos Alternados. A partir dos dados dos Blocos Alternados, adotando CN=90 e S=28,22, também foi possível obter os dados da chuva efetiva, precipitação total acumulada e da precipitação efetiva, como mostra a tabela (1), seguido do Hietograma dos Blocos alternados (figura 3) e o Hietograma Excedente (figura 4).

Tabela 1 - Dados Analisados

Duração (mm)	Intensidade (mm/h)	Altura Acumulada	Diferença de altura acum.	Blocos Alternados	Prec. Total Acumu.	Prec. Efetiva	Hietograma Excedente
3	140,8	7,04	7,04	2,71	2,71	0	0
6	121,7	12,20	5,13	3,98	6,70	0,03858	0,03857
9	107,75	16,16	3,98	7,04	13,75	1,80830	1,76973
12	97,0	19,40	3,24	5,13	18,88	4,22608	2,41777
15	88,5	22,12	2,71	3,24	22,12	6,07407	1,84798

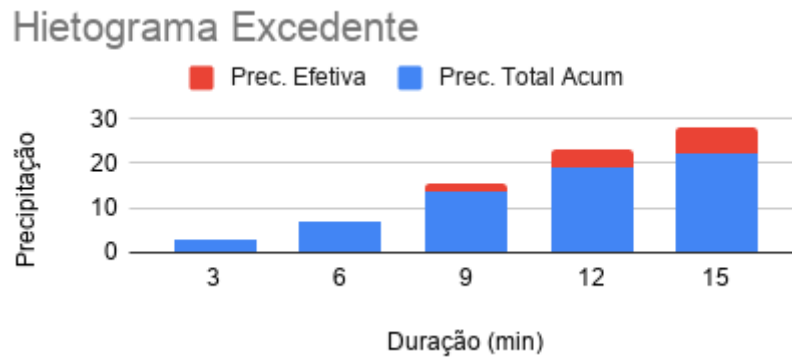
Fonte: Autoria Própria, 2020.

Figura (3) - Gráfico do Hietograma dos Blocos Alternados



Fonte: Autoria Própria, 2020.

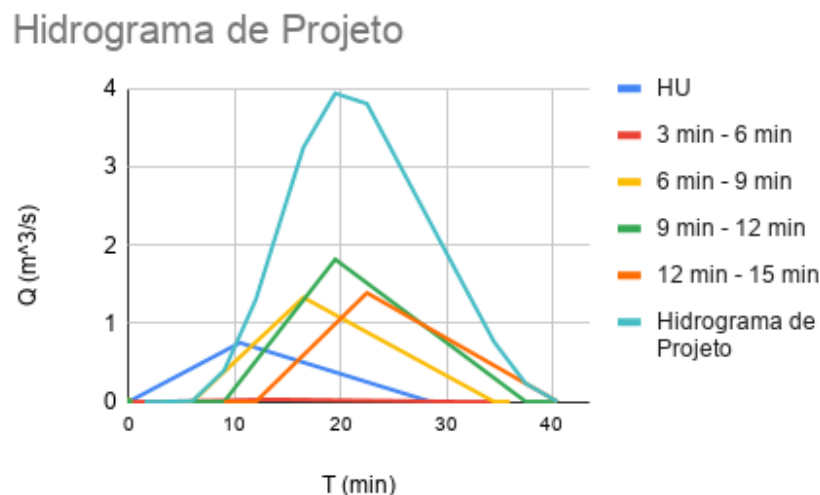
Figura (4) - Gráfico do Hietograma Excedente.



Fonte - Autoria própria, 2020.

Ao utilizar os dados de $t_r = 3$ minutos, $t_p = 9$ minutos, $T_p = 10,5$ minutos e $Q_p = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, foi possível obter o Hidrograma Unitário Adimensional do método SCS (figura 5).

Figura (5) - Gráfico do Hietograma de Projeto.



Fonte: Autoria própria (2020).

No Método Racional, sua vazão foi de $12,44 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo possível observar que há divergências entre os resultados dos métodos, já que o SCS deu aproximadamente $4 \text{ m}^3/\text{s}$.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados foi possível verificar que o método Soil Conservation Service é eficiente para calcular os dados de uma vazão e precipitação, auxiliando na resolução de problemas hídricos e para medidas preventivas. Foi visto como a impermeabilização pelo tipo de uso do solo contribui diretamente para o aumento

da vazão da bacia. Também foi possível observar a diferença dos resultados entre o método SCS e o Racional, já que o método SCS considera características fisiográficas específicas da bacia, a variação temporal da intensidade da chuva, além de outras características que representam de forma mais adequada e coerente com a realidade da bacia, fazendo com que os resultados do método Racional, que utiliza o coeficiente de escoamento superficial mais amplo com base no tipo de ocupação na região e a intensidade constante durante a precipitação, seja superestimado, não sendo recomendável para a análise de algumas bacias.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por proporcionar sempre bastante aprendizado e trazer oportunidades e ao meu orientador Prof. Dr. Eudes José Arantes, pela confiança e ajuda em todo o trabalho.

REFERÊNCIAS

CHOW, V.T. **Hydrologic design of culverts**. Journal of Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 88, p. 39-55. 1962.

LIMA, N. A. **Comparação entre métodos de dimensionamento de sistemas de drenagem em aeródromos**. 2014. 141f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos Disponível em: http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2014/TG-IEI-2014_Nathana_.pdf. Acesso em 28 jul, 2020.

OLIVEIRA, L. F. C. de; FIOREZE, A. P.. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Re. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 9-15, Jan. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011000100002. Acesso em 28 ago, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000100002>.

PORTO, R.L.L. Escoamento superficial direto. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre. Editora ABRH, v. 5, 1995. p. 107-162.

QGIS.org, **QGIS Geographic Information System**, 2020. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.org> . Acesso em 03 ago, 2020.

SARMENTO, L. (2010). **Análise de incertezas e avaliação dos fatores influentes no desempenho de modelos de simulação de bacias hidrográficas**. Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH. TD - 07/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 24p. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7232/1/2010_LucianaRobertaSarmentodaSilva.pdf. Acesso em 28 ago, 2020.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. Drenagem urbana. Porto Alegre (RS). Editora da UFRGS, 1995. 428 p.