

## AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM UMA BACIA EXPERIMENTAL

Luiz Geraldo Silva Monteiro<sup>1</sup>

Lina Isabel Pereira<sup>2</sup>

Rafaella Costa Castelo Branco<sup>3</sup>

Lília Maria de Oliveira<sup>4</sup>

### Conservação e Educação de Recursos Hídricos

#### RESUMO

A relação entre a chuva e o escoamento superficial envolve o conhecimento das variáveis que influenciam a transformação da chuva em escoamento superficial. Além da intensidade e duração da chuva, o uso e ocupação do solo, assim como a declividade da bacia influenciam o volume de escoamento superficial produzido em bacia hidrográfica. A relação entre o volume de escoamento superficial e o volume de chuva é bastante investigada e utilizada em projeto de drenagem urbana, entre outros. Neste estudo apresentamos os resultados de 3 simulações de chuva, com intensidade constante, e o volume de escoamento superficial medido na bacia hidrográfica experimental do laboratório de Recursos Hídricos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. A bacia experimental possui uma área de 2 m<sup>2</sup>, preenchida com areia de granulometria de 1,2 mm, onde foram simuladas chuvas com intensidade e duração constante e monitorado o volume de escoamento produzido em diferentes condições de inclinação da bacia (nula e 1,75cm/m) e cobertura do solo diferentes (100% permeável e 50% permeável). Os resultados obtidos indicaram que a inclinação da bacia foi o parâmetro que mais influenciou o volume escoado superficialmente, aumentando em 42%, para uma inclinação de 1,75 cm/m quando comparada a mesma área com inclinação nula. A variação da cobertura vegetal aumentou em 5 % o volume de escoamento superficial.

**Palavras Chave:** Bacia Hidrográfica; Precipitação; Escoamento Direto.

---

1 Aluno do Curso técnico em Meio Ambiente, CEFETMG - CAMPUS I - BH, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [plinaisabel@gmail.com](mailto:plinaisabel@gmail.com).

2 Aluna do Curso técnico em Meio Ambiente, CEFETMG - CAMPUS I - BH, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [luizmonteiro.lm@gmail.com](mailto:luizmonteiro.lm@gmail.com)

3 Aluna do Curso de Graduação em Eng. Ambiental e Sanitária, CEFETMG - CAMPUS I - BH, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [rafaellacosta11@gmail.com](mailto:rafaellacosta11@gmail.com)

4 Prof. Dra. Análise Ambiental. CEFETMG - CAMPUS I - BH, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, [lilia@cefetmg.br](mailto:lilia@cefetmg.br)

## INTRODUÇÃO

Denomina-se ciclo hidrológico o processo natural de condensação, precipitação, evaporação, detenção e escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes. (RIGHETTO, 1998).

Em uma escala local o ciclo hidrológico pode ser estudado considerando a bacia hidrográfica definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório (SILVEIRA, 2012). A bacia pode ser considerada um sistema físico, onde o balanço hídrico entre a entrada de água, volume de água precipitado, e a saída de água, volume de água escoado, é obtido considerando como "perdas" intermediárias os volumes evaporados, transpirados e também os infiltrados profundamente, (TUCCI, 2007; SILVEIRA, 1993).

O balanço hídrico em bacias hidrográficas com diferentes declividades da superfície do solo apresentará para uma mesma chuva, diferentes volumes escoados, uma vez que a declividade da superfície está ligada diretamente a velocidade de escoamento superficial, com redução nos volumes infiltrados e aumento do escoamento superficial.

A impermeabilização do solo, efeito comum associado à urbanização do solo, também implica em alterações no balanço hídrico, alterando os volumes dos principais processos hidrológicos e o hidrograma que caracteriza a dinâmica temporal das vazões (TUCCI, 2007). O teor de umidade no solo é outra variável importante para o escoamento superficial, pois quanto menor a quantidade de água no solo maior será seu potencial de absorção, e conseqüentemente maiores serão as perdas por infiltração.

O coeficiente de escoamento superficial (C), obtido da relação entre os volumes escoado (S) e precipitado (P) permite verificar o efeito das alterações ocorridas nos processos hidrológicos, equação 1.

$$C = \frac{S}{P} \quad (1)$$

Em áreas rurais o coeficiente C pode ser de 0,05, indicando que somente 5% do volume precipitado, produziu escoamento superficial. Para áreas densamente urbanizadas, com os solos muito impermeabilizados C pode atingir valores de 0,95 (Tucci, 1995).

O aumento na declividade da bacia também está associado ao aumento do volume escoado superficialmente, podendo ampliar em até 50% o valor de C, considerando uma área plana e outra com alta declividade (BIDONE, 1995).

Com base no exposto este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da declividade e da impermeabilização do solo no coeficiente de escoamento de uma bacia experimental.

## METODOLOGIA

A Bancada Hidrológica (Figura 1) é utilizada para simular algumas das variáveis envolvidas no ciclo hídrico: precipitação, infiltração, escoamento superficial e subterrâneo, sendo considerada uma bacia experimental.

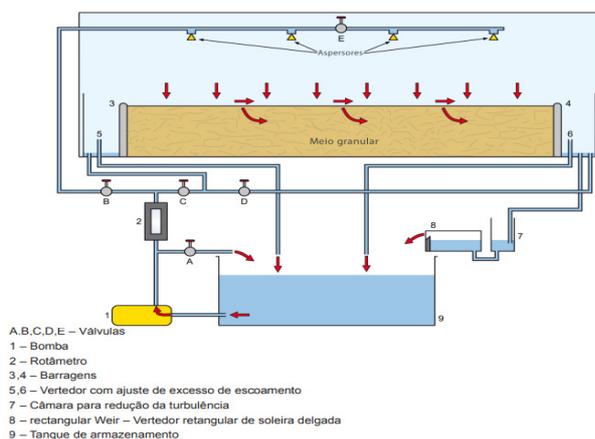


Figura 1: Roteiro de funcionamento da bancada. Fonte: TECQUIPAMENT.

Na Figura 1 os aspersores (letra E) são responsáveis pela produção da chuva na bacia, e a vazão da chuva é medida pelo rotâmetro<sup>5</sup> instalado no ponto 2. O meio granular, utilizado como o solo da bacia hidrográfica, foi preenchido com uma camada de areia de 14 cm de altura e granulometria de 1.2 mm adquirida junto ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

A bacia experimental possui uma área 2 m<sup>2</sup> e pode ser inclinada. Neste estudo testamos a bacia sem inclinação e com inclinação de 1,75 cm/m. A permeabilidade da superfície do solo foi avaliada com 50 e 100% da superfície permeável (Tabela 1). A condição de permeabilidade de somente 50 % da área foi simulada com o uso de um plástico como superfície impermeabilizante.

Tabela 1 – Variação de declividade e permeabilidade do solo nos experimentos

Dados	Experimento A	Experimento B	Experimento C
Permeabilidade do Solo (%)	100	100	50
Declividade da Bacia (cm/m)	0	1,75	1,75

A vazão da chuva utilizada no experimento foi de 6 litros por minuto, com duração de 20 minutos. O escoamento superficial para cada situação simulada foi medido no vertedor, sendo a relação entre o nível de água do vertedor (H em milímetros) e a vazão do escoamento superficial (Q em l/min) obtida pela equação de calibragem do vertedor (eq. 2).

$$Q = 0,066 \times H^{1,441} \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 3 experimentos foi produzido um volume de chuva igual a 120 litros. A declividade da bacia no experimento A foi nula e o solo 100% permeável na bacia, tendo sido obtido um volume total de escoamento de 80 litros (Figura 2). O coeficiente de escoamento (equação 1) obtido foi de 0,67.

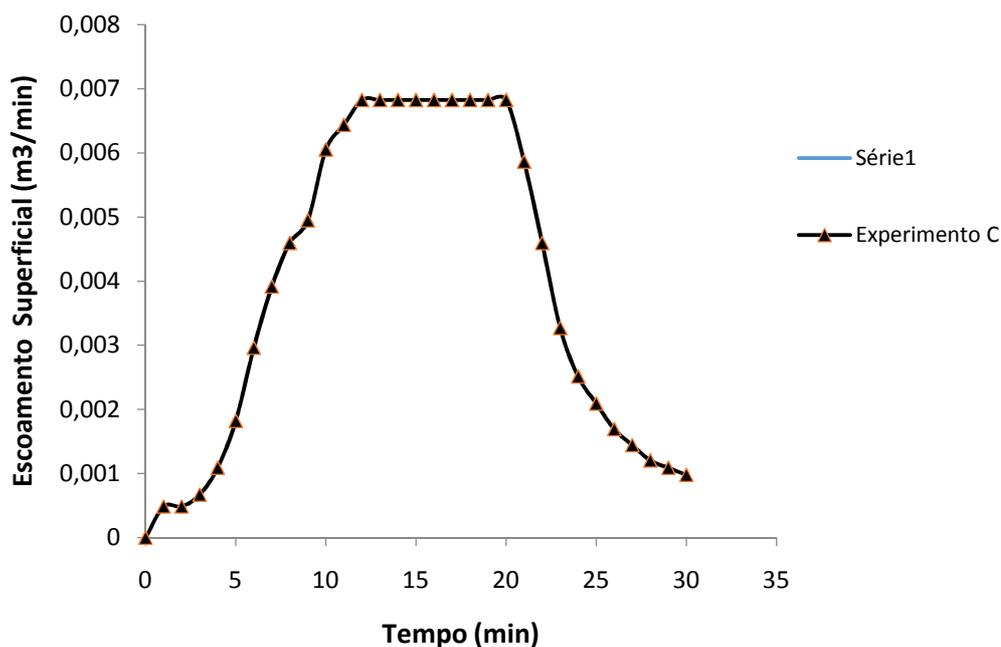


Figura 2 – Hidrogramas de escoamento superficial para os 3 experimentos (A, B e C)

Para o experimento B foi mantida a permeabilidade de 100% da cobertura do solo e a declividade da bacia foi de 1,75 cm/m. O volume de escoamento superficial obtido foi igual a 114 litros e coeficiente de escoamento de 0,95.

No experimento C, tivemos 50 % da área impermeabilizada com plástico e a declividade de 1,75 cm/m. Os resultados indicaram um aumento no escoamento, que ficou igual a 119 litros e o coeficiente de escoamento obtido 0,99.

Os hidrogramas do escoamento superficial produzido nos três experimentos é apresentado na Figura 1. No experimento A, o pico de escoamento foi atingido com um tempo de 20 minutos. Quando inclinamos a superfície em 1,75 cm/m (experimento B) o tempo de pico foi de, aproximadamente, 12 minutos. A bacia inclinada e com 50 % de sua área impermeável obteve-se um tempo de pico de 10 minutos

## CONCLUSÃO

Os experimentos demonstraram que diferentes declividades e permeabilidade da superfície do solo, para uma mesma chuva, produzem diferentes volumes de escoamento superficial. A declividade e a permeabilidade da superfície esta ligada diretamente a velocidade e quantidade de escoamento superficial, com redução nos volumes infiltrados. O aumento da declividade no experimento B produziu um aumento de 42% no volume escoado quando comparado ao experimento A (com declividade nula).

## REFERENCIAS

- BIDONE, F. R. A.; TUCCI, C. E. M. **Microdrenagem**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ufrgs, 1995. p. 88-89.
- RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EEESC-USP, 1998.
- SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica**. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia, Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Ufrgs, 2012. p. 40.
- TUCCI, C. E. M. Impactos da Urbanização. In: TUCCI, Carlos E. M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: Ufrgs, 2007. p. 95-97.

