

# V SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXIII Semana de Iniciação Científica

07 a 11 de Dezembro de 2020

Tema: "Os impactos e desafios da pandemia COVID no ensino, pesquisa e extensão"



### IMPACTO DO TIPO DE SOLO NA GERAÇÃO DE ESCOAMENTO EM BACIAS URBANAS

José Marcelino Serafim Ferreira<sup>1</sup>, Pedro André de Sousa Gonçalves<sup>2</sup>,  
Ranyele de Sousa Bezerra<sup>1</sup>, Renato de Oliveira Fernandes<sup>1</sup>

**Resumo:** a estimativa de vazões máximas em áreas urbanas apresenta várias incertezas entre as quais estão a taxa de impermeabilização do solo, a chuva de projeto e o tipo do solo. Este estudo avalia o impacto que o tipo de solo, com diferentes taxas de infiltração, pode causar na geração de escoamento em bacias urbana. Foi delimitado sete microbacias na área urbana de Juazeiro do Norte e Barbalha, Ceará, e estimado a vazão máxima para quatro tipos de solos utilizando o método do *Natural Resources Conservation Service* (NRCS). Os resultados mostraram grande variação nas vazões obtidas para o solo muito permeável (solo A) em relação ao solo pouco permeável (solo D). Dessa forma, a elaboração de projetos de drenagem urbana exige cuidados quanto a classificação adequada do tipo de solo para evitar obras de infraestrutura que gerem riscos sociais, ambientais e financeiros.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana. Modelagem de vazões. Incertezas.

#### 1. Introdução

Os processos de ocupação, na maior parte das cidades brasileiras, ocorreram de forma desordenada e com grande deficiência nas ações relacionadas ao planejamento urbano (DIAS *et al*, 2015).

No espaço urbano um problema muito comum causado pelas mudanças de uso do solo e eventos de chuvas intensas são as cheias. Assim, a água ao precipitar sobre áreas quase impermeáveis das áreas urbanas não infiltra no solo causando alagamentos. Além disso, existem grandes incertezas sobre as variáveis que melhor representam a área de estudo uma vez que faltam dados de campos. Assim, a modelagem das vazões que é um parâmetro básico para o dimensionamento de obras de drenagem pode conter erros de estimativas.

Nesse sentido, o estudo propõe investigar a variação nas vazões máximas para os diferentes tipos de solo, tomando como caso de estudo a área urbana dos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha, localizados no sul do estado do Ceará.

#### 2. Objetivo

Simular hidrogramas de vazões máximas em bacias urbanas sob diferentes condições de permeabilidade dos solos.

---

<sup>1</sup> Universidade Regional do Cariri, emails: [marcelino.serafim@urca.br](mailto:marcelino.serafim@urca.br); [ranyele.bezerra@urca.br](mailto:ranyele.bezerra@urca.br); [renato.fernandes@urca.br](mailto:renato.fernandes@urca.br)

<sup>2</sup> PS Geotecnologias, email: [pedroandrepjc@gmail.com](mailto:pedroandrepjc@gmail.com)

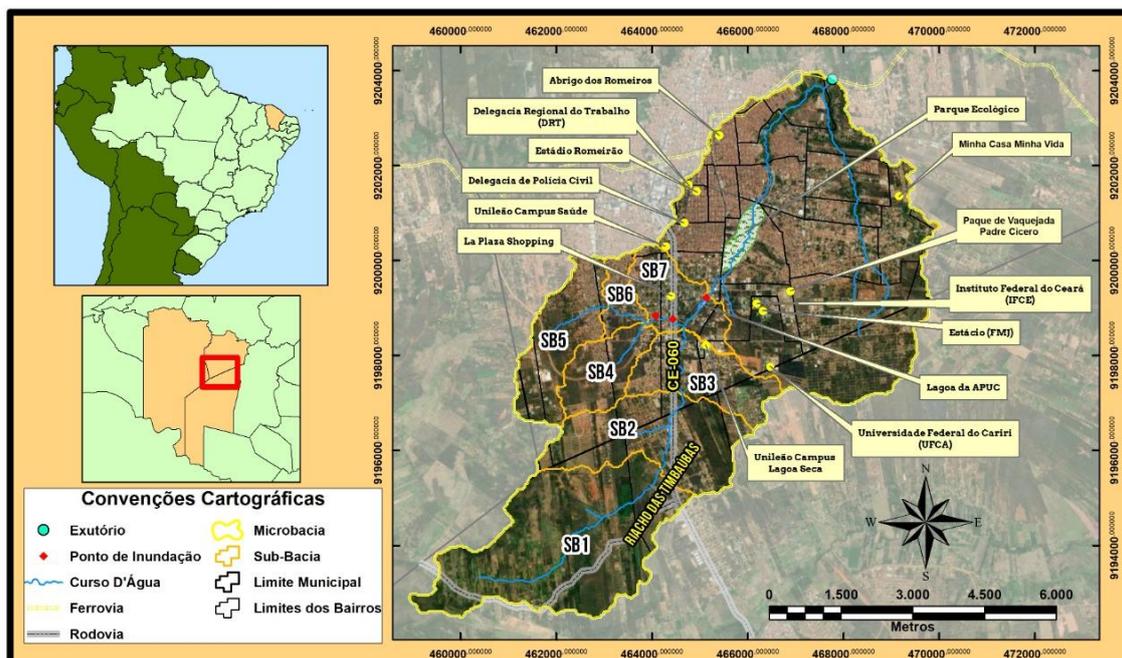


### 3. Metodologia

#### Área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Riacho Timbaúbas e o Riacho dos Macacos, localizada na área urbana da cidade de Juazeiro do Norte, região do Cariri Cearense (Figura 1). Trata-se de um rio efêmero que inicia no município de Barbalha e tem maior parte de sua área em Juazeiro do Norte onde encontra-se em grande parte na zona urbana com predomínio de edificações residenciais.

Figura 1. Mapa de localização da bacia em estudo



Fonte: Autores, 2020.

A bacia hidrográfica em estudo apresenta áreas densamente urbanizada (Figura 1) com altas taxas de impermeabilização do solo o que favorece os alagamentos. Além disso, o uso desordenado do solo, com ocupação do curso natural dos rios é um dos principais motivos dos alagamentos causados por chuvas mesmo de intensidades menores.

#### Método SCS (Soil Conservation Service)

Esse método teve origem no departamento de Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos (atual Natural Resources Conservation Service – NRCS, 2020) no qual a geração do escoamento superficial direto é determinada a partir da precipitação acumulada em um evento específico e da retenção potencial do solo (equações 1 e 2).

Onde:

$$Pe = \frac{(P-0,2 \cdot S)^2}{P+0,8 \cdot S}, \text{ se } P > 0,2 \cdot S \quad (1)$$

# V SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXIII Semana de Iniciação Científica

07 a 11 de Dezembro de 2020

Tema: "Os impactos e desafios da pandemia COVID no ensino, pesquisa e extensão"



$$S = \frac{25.400}{CN} - 254 \quad (2)$$

Pe – é a precipitação efetiva, ou escoamento superficial (mm)

P – é a precipitação acumulada de um evento (mm)

S – é a retenção potencial do solo (mm)

CN – é chamado de "número da curva" (adimensional)

Como pode ser observada nas equações 1 e 2 a geração do escoamento superficial depende de  $P > 0,2S$ , que é uma estimativa inicial das perdas por interceptação e retenção em depressões. A retenção potencial (S) depende do tipo, ocupação e uso do solo que é representado pelo valor de CN (NRCS, 2020). Os valores de CN adotados estão apresentados na tabela 1. O modelo pra simulação das vazões foi o ABC6 disponível para download em: <http://www.labsid.eng.br/software.aspx?id=8>. O comprimento dos rios e declividade média foram obtidas com auxílio do Google Earth. O tempo de concentração foi estimado pelo método de Kirpich.

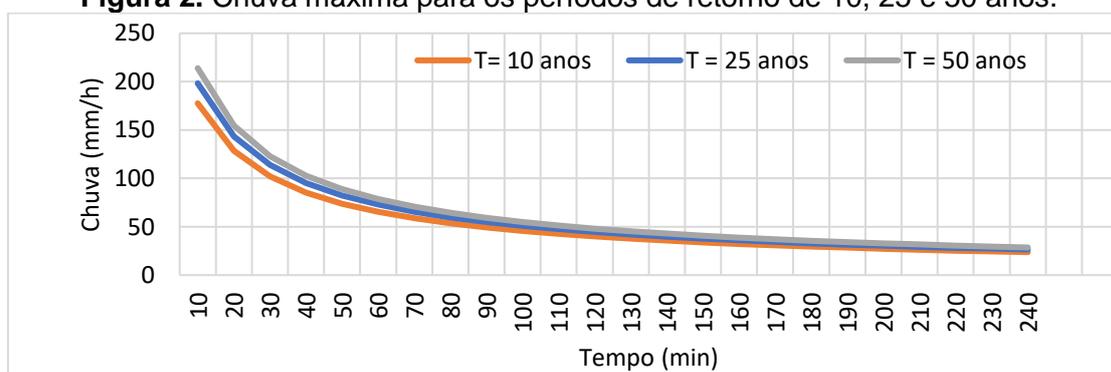
**Tabela 1.** Valores de CN adotado para a bacia em estudo

| Sub-bacia            | Área (km <sup>2</sup> ) | CN        |           |           |           |
|----------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      |                         | Solo A    | Solo B    | Solo C    | Solo D    |
| SB1                  | 11,42                   | 62        | 71        | 80        | 85        |
| SB2                  | 5,91                    | 70        | 77        | 84        | 88        |
| SB3                  | 3,42                    | 75        | 81        | 87        | 90        |
| SB4                  | 2,34                    | 67        | 74        | 83        | 86        |
| SB5                  | 3,73                    | 71        | 77        | 85        | 88        |
| SB6                  | 1,02                    | 78        | 83        | 88        | 91        |
| SB7                  | 2,69                    | 76        | 82        | 87        | 90        |
| <b>Total / Média</b> | <b>30,53</b>            | <b>71</b> | <b>82</b> | <b>87</b> | <b>90</b> |

Fonte: autores, 2020.

A chuva de projeto adotado foi para o período de retorno de 50 anos com duração de 4 horas (figura 2). A equação de chuva máxima é a de Batista (2018). O CN apresentado na tabela 1 busca representar as condições de impermeabilização da superfície para diferentes tipos do solo (A, B, C, D).

**Figura 2.** Chuva máxima para os períodos de retorno de 10, 25 e 50 anos.



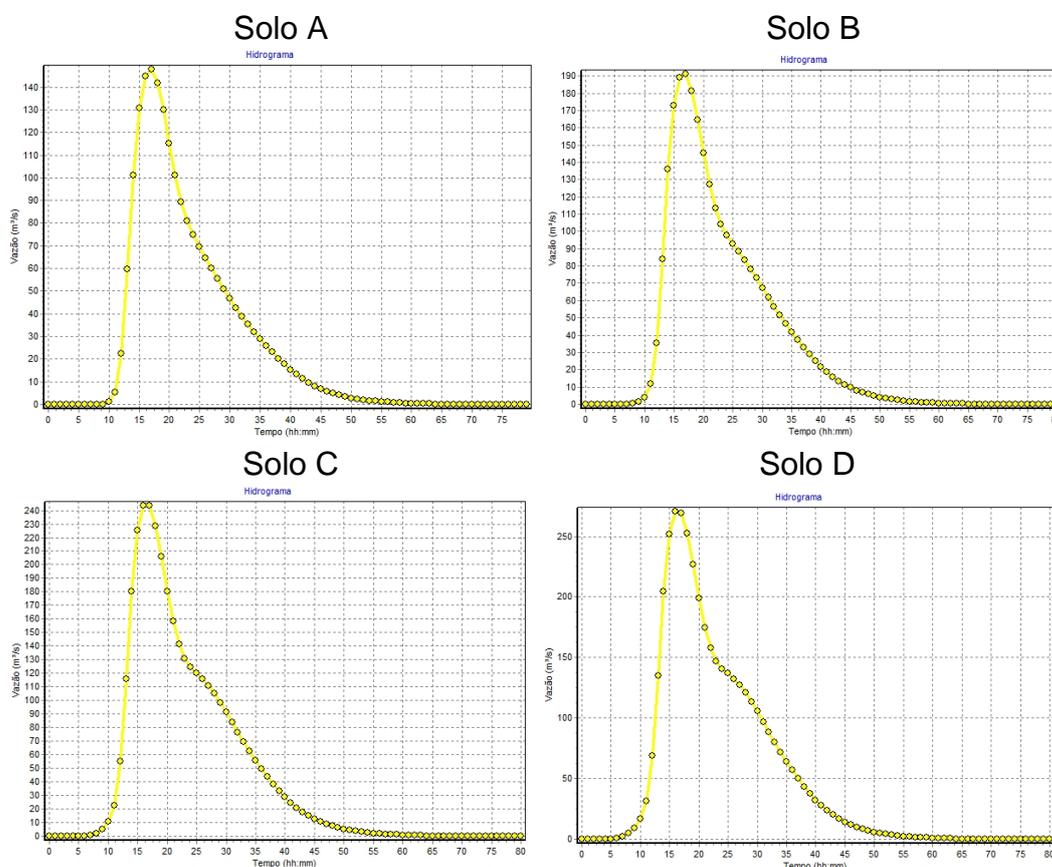
Fonte: Autores, 2020.

#### 4. Resultados

As simulações apresentaram grande variação nas vazões máximas para cada tipo de solo. Avaliando a vazão escoada no exutório da bacia 7 (SB7), que reúne o escoamento de todas as sub-bacias estudadas ( $A=30,53 \text{ km}^2$ ), o acréscimo da vazão máxima pode chegar a 84% (figura 3) do solo A (mais permeável) em relação ao solo D (menos permeável).

Dessa forma, a vazão máxima para a área de estudo foi de  $147 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $191 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $243,5 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $270,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , para os solos A, B, C e D respectivamente.

Figura 3. Vazões máximas para os quatro tipos de solo do método do SCS.



Fonte: Autores, 2020.

#### 5. Conclusão

Os resultados mostraram a necessidade da classificação adequada do solo para evitar erros na estimativa da vazão máxima e que poderá gerar acréscimos de até 84% de um solo pouco permeável (solo D) em relação ao solo muito permeável (solo A).

Os erros na classificação do solo podem causar riscos em obras de infraestrutura de drenagem urbana com o subdimensionamento e possibilidade de prejuízos sociais e ambientais caso ocorra o colapso da obra. Por outro lado, o superdimensionamento de obras de drenagem urbana, quando o uso de solo

# V SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXIII Semana de Iniciação Científica

07 a 11 de Dezembro de 2020

Tema: “Os impactos e desafios da pandemia COVID no ensino, pesquisa e extensão”



impermeável e na realidade o mesmo é mais permeável, geram custos financeiros desnecessários.

### 6. Referências

BATISTA, T. L. Geração de equações IDF dos municípios cearenses pelo método de desagregação por isozonas implementado em um programa computacional. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.

DIAS, R. H. S.; FILHO, Eliomar Pereira da Silva; SANTOS, Alex Mota dos; *et al.* Influência do Uso e Ocupação do Solo no Escoamento Superficial na Cidade de Ji-Paraná-RO, Amazônia Ocidental (Influence of Land Use and Occupation in Runoff in the City of Ji-Paraná-RO, Western Amazon). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1493–1508, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233456>>. Acesso em: 13 nov. 2020.

NRCS. WinTR-55 Watershed Hydrology | NRCS. Disponível em: <<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/?cid=stelprd1042901>>. Acesso em: 20 out. 2020