



XII ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA/Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

MODELAGEM HIDROLÓGICA CHUVA-VAZÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPUIO (CEARÁ–BRASIL) POR MEIO DO HEC-HMS

Autor(es): Francisco Rodrigo Cunha de Sousa¹, Luis Henrique Magalhães Costa², Davis Pereira de Paula³

(1) Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, e-mail: rodrigo@fics@hotmail.com.

(2) Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, e-mail: luishenrique.uva@gmail.com.

(3) Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú; Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, e-mail: davispp@gmail.com

Resumo: Este estudo apresenta uma análise da aplicação do modelo hidrológico HEC-HMS à sub-bacia hidrográfica do rio Tapuio, localizada no noroeste do estado do Ceará, tendo por premissa a concepção de que estudos hidrológicos de vazão podem contribuir para a previsão de impactos ambientais e fomentar o planejamento ambiental de bacias hidrográficas (TUCCI, 1998), sobretudo no contexto de escassez hídrica do semiárido brasileiro. O modelo foi calibrado a partir de análises estatísticas das precipitações pluviométricas registradas na área da pesquisa e de dados físicos da sub-bacia em questão, levantadas por meio de Sistema de Informação Geográfica. Os resultados permitiram conhecer importantes informações sobre a hidrologia da bacia hidrográfica do rio Tapuio, apesar da escassez de dados de precipitação mais detalhados.

Palavras-Chave: Modelo Hidrológico; Planejamento Ambiental; Bacia Hidrográfica.

INTRODUÇÃO

A aplicação de modelos hidrológicos à gestão dos recursos hídricos vem se tornando cada vez mais relevante, em especial no contexto climático semiárido, cuja escassez hídrica, o uso intensivo dos recursos naturais e as mudanças climáticas implicam na necessidade de medidas emergenciais e fundamentais à manutenção das condições básicas de acesso à água pela população.

Modelos chuva-vazão tem por objetivo representar a relação de transformação quantitativa das precipitações pluviométricas de uma bacia hidrográfica em vazão no seu exutório, sendo que a bacia é compreendida como o complexo sistema que transforma chuva em vazão e parte do princípio de uma modificação significativa no volume total da água precipitada, pois uma parcela infiltra ou percola no solo e outra pode retornar à atmosfera por processos de evapotranspiração (VILLELLA; MATTOS, 1975).

Também deve ser observado a existência de um atraso na ocorrência da vazão em relação ao tempo de ocorrência da precipitação, ocasionado pelos complexos processos existentes no interior da bacia hidrográfica, dentre os quais destacam-se a interceptação e o escoamento superficial e subsuperficial, que por sua vez, estão relacionados às características do relevo, solos, vegetação e uso e ocupação pela sociedade (COLLISCHONN; TASSI, 2010).

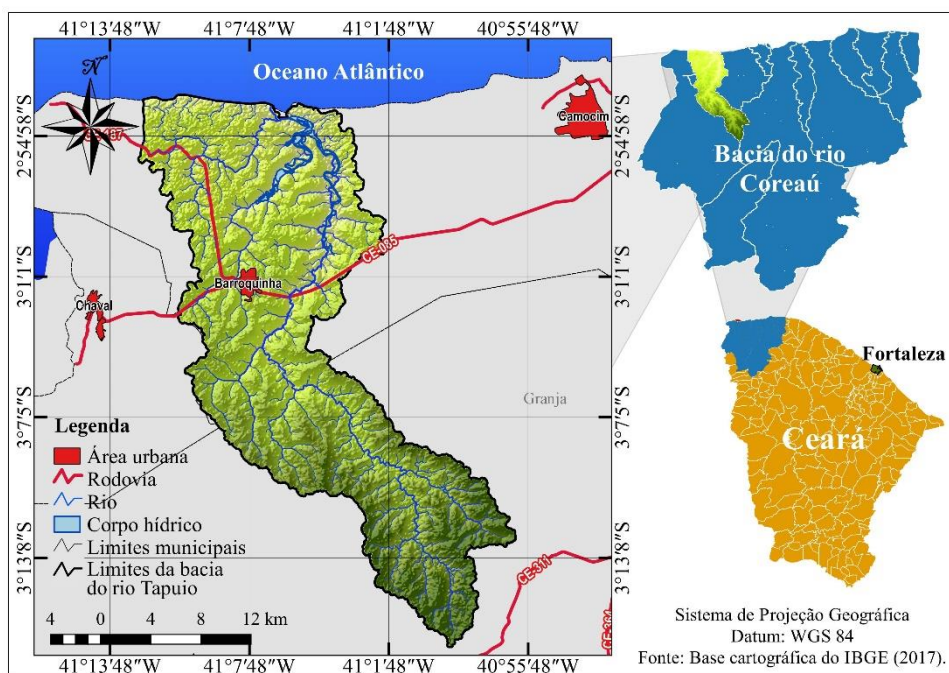
A simulação de vazão é útil para a previsão de impactos da chuva sobre o solo, possibilitando

avaliar as condições de transporte de sedimentos das áreas produtoras até o exutório final, no caso a bacia do rio Tapuio. Percebe-se, portanto, que a modelagem hidrológica torna-se uma importante ferramenta de auxílio ao planejamento ambiental de bacias hidrográficas, especialmente, aquelas inseridas no contexto semiárido brasileiro.

Assim, este estudo tem por objetivo analisar o comportamento hidrológico da sub-bacia hidrográfica do rio Tapuio, localizada na porção noroeste do estado do Ceará, através da simulação da vazão, utilizando o multi-modelo hidrológico HEC-HMS, calibrado por meio de análises probabilísticas da série histórica de precipitação da área e de Sistema de Informação Geográfica e assim contribuir com o fornecimento de informações úteis ao planejamento ambiental local.

MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia hidrográfica do rio Tapuio encontra-se inserida no contexto da bacia do rio Coreaú, localizada na porção Noroeste do estado do Ceará, à aproximadamente 380 Km da capital, Fortaleza (figura 1), com principal acesso pela CE-085. Envolve uma área de aproximadamente 512,8 Km² entre as longitudes 41° 12' 32"W e 40° 56' 24" e latitudes 3° 16' 55"S e 2° 53' 14"S. A bacia hidrográfica em questão apresenta drenagem direta ao oceano Atlântico, drenando parcialmente a região onde encontram-se os Municípios de Camocim, Barroquinha e Granja.



O HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System*), é um *software* desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (*US Army Corps of Engineers*) que reúne um conjunto de modelos matemáticos e ferramentas para gestão de banco de dados com o objetivo de produzir simulações hidrológicas completas de bacias hidrográficas dendríticas (USACE, 2016).

Calibrar o modelo hidrológico no HEC-HMS envolve as seguintes etapas: (1) inserção dos dados das séries históricas de precipitação, (2) definição das características físicas da bacia hidrográfica e seleção dos métodos de transformação, perdas, entre outros, (3) definição das especificações de controle, (4) Especificação das relações entre as formas de precipitações e os postos pluviométricos, (5) simulação pela combinação dos modelos de bacia, meteorológico e controle e (6) visualização e análise dos resultados (CAMPOS, 2009).

A série de precipitação para a simulação foi construída pelo método blocos alternados, que tem por base a distribuição da precipitação em blocos de menor duração, cujo tempo total é dado pelo

tempo de retorno de concentração da sub-bacia (T_c), a ser distribuído em blocos de intervalos iguais, obtidos pela aplicação da equação Intensidade, Duração e Frequência – IDF (equação 1), por sua vez, calibrada para o posto pluviométrico situado no município de Barroquinha ($3^{\circ} 1' 31,5''$ S e $41^{\circ} 8' 8,3''$ W) por Sousa et al. (2017).

$$i = \frac{1158,07 \cdot (TR^{0,16156})}{(t + 12,06408)^{0,76066}} \quad (1)$$

Onde, i é a intensidade da precipitação, TR consiste no tempo de retorno e t retrata o tempo total do evento de precipitação.

Os dados para calibração do modelo físico da bacia, como área, perímetro, comprimento do rio principal, declividade, área impermeável, tipologia de solos, entre outros, foram levantados através de Sistema de Informação Geográfica (SIG). O método *SCS Curve Number* foi selecionado para simular as perdas, enquanto o método *SCS Unit Hydrograph* foi aplicado para simular a transformação de precipitação em vazão. Estes métodos de simulação levam em consideração as características dos solos, os tipos de usos e coberturas.

A calibração das especificações de controle levou em consideração um período equivalente ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, dado pela equação de Whatt e Chow (equação 2) (VILLELLA; MATTOS, 1975).

$$T_c = 7,68 \cdot \left(\frac{L}{s^{0,5}}\right)^{0,79} \quad (2)$$

Onde, T_c representa o tempo de concentração, L designa o comprimento do canal de drenagem principal e s é a declividade média do canal de drenagem principal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A simulação da vazão no HEC-HMS permitiu a obtenção de importantes parâmetros sobre o comportamento da sub-bacia do rio Tapuio (tabela 1) como um volume total de precipitação de aproximadamente 56.742,3 (1.000m³), sendo que cerca 35.350,0 (1.000m³) representam perdas por evapotranspiração, ou seja, 62 % da água precipitada na sub-bacia deixa o sistema antes de alcançar o exutório e apenas 21.392,3 (1.000m³) torna-se escoamento superficial e posteriormente, vazão.

Tabela 1 – Parâmetros de simulação do modelo chuva-vazão da bacia do rio Tapuio.

PARÂMETRO	VALOR
Tempo total de simulação	10 h
Tempo de especificação para controle	10 min
Pico de descarga de precipitação	2.442,5 m ³ /s
Tempo do pico de descarga	3 horas e 15 minutos
Volume de precipitação	56.742,3 (1.000 m ³)
Volume de escoamento	21.392,3 (1.000 m ³)
Volume de perdas por evapotranspiração	35.350,0 (1.000 m ³)

O formato alongado e as reduzidas declividades da sub-bacia Tapuio conferem-lhe elevado tempo de concentração (120 minutos), como é possível observar no hidrograma da figura 2, apesar de que as características relacionadas aos tipos de solos e respectivos usos são responsáveis por reduzir significativamente o tempo total do escoamento (7 horas e 20 minutos).

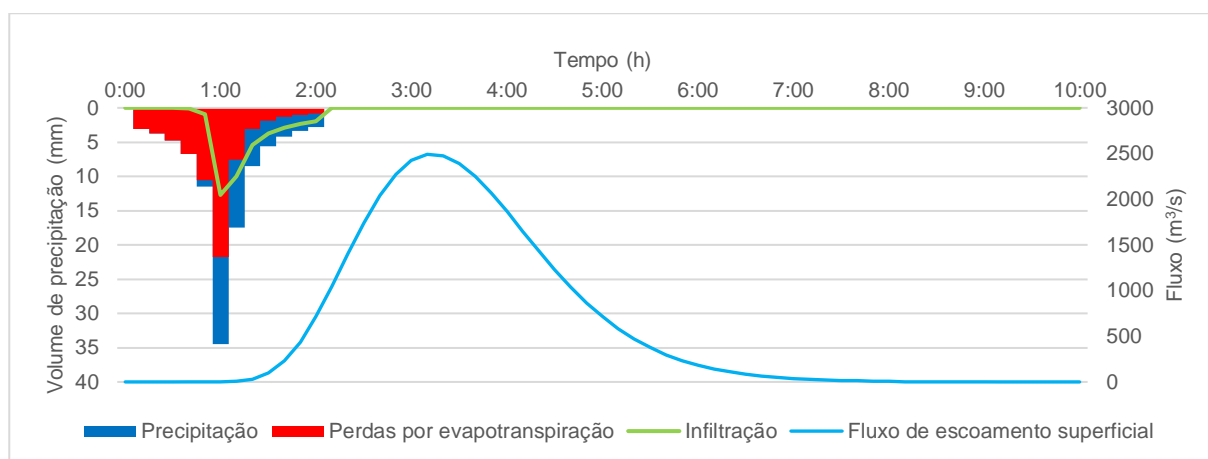


Figura 2 – Hidrograma de escoamento superficial no exutório das sub-bacia do rio Tapuio.

O pico de descarga de vazão ocorreu aproximadamente 3 horas e 15 minutos após o início da precipitação com volume de 2.442,5 m³/s. Outra informação relevante é o intervalo de tempo entre os picos de descarga de precipitação e vazão, que para a simulação foi de 2 horas e 10 minutos, o que representa um tempo bastante reduzido para tomadas de decisões emergenciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da equação IDF e do método blocos alternados foi possível construir o hietograma dos eventos de precipitações pluviométricas intensas da área da pesquisa. A calibração do modelo HEC-HMS com os dados da série histórica de precipitação e com as características físicas da sub-bacia do rio Tapuio permitiram levantar informações relevantes sobre o ciclo hidrológico da área.

Ficou comprovado que o HEC-HMS é útil aos estudos em bacias hidrográficas semiáridas brasileiras, e aliado à metodologia desenvolvida possibilita simular a vazão, apesar da escassez de dados de séries históricas mais detalhadas de precipitação, permitindo compreender o comportamento geral da água precipitada no interior da bacia hidrográfica.

Entretanto é importante ressaltar que para a obtenção de resultados mais aplicáveis ao planejamento, o desenvolvimento de simulações contínuas e ampliação à outras bacias hidrográficas semiáridas são fundamentais.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, por todo o apoio; e à CAPES, pela concessão de bolsa durante o período de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J. N. B. **Lições em modelos e simulação hidrológica**. Fortaleza: ASTEF/Expressão gráfica, 2009.
- COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2010.
- SOUSA, F. R. C.; COSTA, L. H. M.; PAULA, D. P. Determinação da equação IDF de chuvas intensas para o posto pluviométrico do município de Barroquinha (Ceará-Brasil). **Anais do III Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido**, Fortaleza. 2017. p. 1–6.
- TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: UFRJ/ABRH, 1998.
- USACE, U. A. C. O. E. **HEC-HMS: Hydrologics Modeling System, User's Manual**. Hydrologic Engineering Center. Califórnia: US Army Corps Of Engineers, 2016.
- VILLELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.