

# APLICAÇÃO DO MODELO SWAT A UMA BACIA SEM DADOS DE VAZÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO CONSIDERANDO CENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Francisco Miquéias S. Nunes, Vajapeyam S. Srinivasan<sup>1</sup> e Ricardo de Aragão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Professor, UFCG/CTRN/UAEC -PB, C.Postal 505 CEP: 58.100-970, C. Grande – PB. Fone (83) 3310-1156, Brasil.  
E-mail: miqueias2103\_@hotmail.com, vajapeyam@yahoo.com, ricardoaragao@yahoo.com

## Introdução

A crescente demanda por recursos hídricos somada a frequentes períodos de secas e poluição dos mananciais na região semiárida do Brasil vem acarretando inúmeros problemas ambientais ao longo das últimas décadas. Nestas condições faz-se necessário o melhor entendimento dos processos hidrossedimentológicos nesta região para que haja um melhor aproveitamento dos escassos recursos hídricos acumulados nos períodos chuvosos. Para tanto, são necessários estudos hidrossedimentológicos em diferentes escalas, considerando os impactos antrópicos (desmatamento, erosão) e as mudanças no uso e ocupação do solo. Dentre as ferramentas disponíveis para tal estudo estão os modelos de base física e distribuídos como o modelo SWAT (Arnold et al., 2012), que foi desenvolvido para ser aplicado a grandes bacias sem dados observados e sujeitas a diferentes usos do solo, situação frequentemente encontradas em bacias da região semiárida do nordeste brasileiro. Sendo assim, é evidente a importância de uma metodologia confiável para quantificar o escoamento superficial e a erosão do solo em bacias semiáridas para diversas condições de uso do solo e ausência de dados fluviométricos. No presente trabalho, dados de uso e ocupação do solo, em três períodos distintos, de uma bacia em região semiárida e sem dados de vazão, foram utilizados para desenvolver um metodologia de calibração do modelo SWAT.

## Materiais e métodos

A bacia em estudo (bacia do rio Sucuru) fica a jusante do açude de Sumé, no município de Sumé, Estado da Paraíba, região representativa do semiárido brasileiro (Figura 1). Sua área é de 938,7 km<sup>2</sup>, a temperatura média anual varia de 21 a 32°C, a precipitação média anual varia de 400 a 600 mm, (clima do tipo semiárido quente), altitude média de 533 m e período chuvoso concentrado entre março e junho. A bacia compreende sete municípios e uma população de 100 000 hab. A vegetação predominante é de caatinga e os solos predominantes são: neossolos (47,06%), vertissolos (22,08%) e luvissolos (20,86%). Estes solos são rasos e embasados pelo cristalino, existindo apenas aquíferos aluviais ou fissurais.

Para mitigar os efeitos de situações extremas de escassez hídrica é importante o manejo adequado das águas que pode ser feito com apoio de modelos hidrológicos robustos e dados para a sua calibração. Na falta destes dados é necessária uma metodologia que norteie o ajuste dos parâmetros do modelo no sentido de fazer simular valores compatíveis com a realidade.

O modelo SWAT (Arnold et al., 2012) é de base física, de parâmetros distribuídos, desenvolvido para ser aplicado a grandes bacias sem dados observados, considera diferentes usos do solo, tipos de solo e topografia do terreno e nele as bacias são discretizadas automaticamente a partir do MDT e estas são subdivididas em unidades de resposta hidrológica, com igual tipo de solo, uso, declividade (URH), que refletem os processos hidrológicos nas pequenas regiões da bacia. Este modelo tem-se mostrado bastante robusto em diversas pesquisas (Bressiane et al., 2015). A partir dos dados de entrada, o modelo simula os processos de escoamento superficial, erosão, fluxo lateral e percolação.

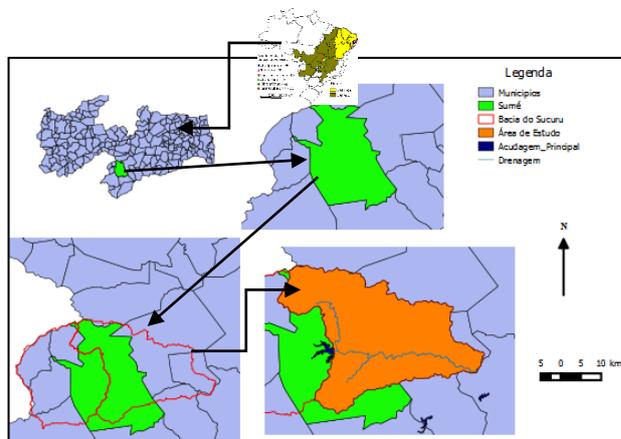


Figura 1.- Localização da bacia do rio Sucuru no Estado da Paraíba.

Para realizar as simulações o SWAT necessita de diversos dados, entre eles: hidrológicos (vazão), climatológicos (temperatura, velocidade do vento, humidade, precipitação, dados do solo, dados de uso e ocupação.

Considerando duas imagens de satélite do Landsat 5TM (1990 e 2002) e Landsat 7 (2013) associado a visitas de campo, foram levantados os principais usos do solo para os anos citados (Tabela 1).

Tabela 1. – Porcentagem de uso e ocupação de solo da área de estudo.

| Uso                      | 1990   | 2002   | 2013   |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Água                     | 0.30%  | 0.75%  | 0.10%  |
| Solo exposto             | 30.07% | 31.88% | 13.36% |
| Veget. arbórea rasteira  | 21.26% | 17.45% | 16.95% |
| Veget. arbórea esparsa   | 18.42% | 14.74% | 17.53% |
| Veget. arbustiva aberta  | 16.74% | 14.80% | 21.66% |
| Veget. arbustiva fechada | 13.21% | 20.38% | 30.40% |

Os dados de precipitação são provenientes de 13 postos pluviométricos localizados no interior da bacia ou próximo a esta, cobrindo o período 1994 a 2015. Os dados climatológicos são oriundos de uma estação climatológica localizada no interior da bacia. Os dados de solo foram obtidos a partir de um levantamento efetuado pelo Ministério da Agricultura (1972). A partir dos dados climáticos, médias mensais históricas são calculadas e alimentam o gerador de clima WGEN, interno ao modelo, empregado para preencher as falhas nos dados climáticos. Foram utilizados dados de evapotranspiração potencial a partir do tanque classe A como dado de entrada.

Para a parametrização do modelo geralmente efetua-se uma calibração do modelo utilizando dados de vazões. Na ausência de dados de vazões na bacia em estudo, tomou-se como base a orientação de Arnold et al. (2012), que indica os parâmetros do SWAT mais influentes sobre o escoamento superficial, tendo cada um destes parâmetros um valor *default* no modelo (CN-57, CANMX-65 mm, GWQMN-1000 mm, GW\_REVAP-0.02 mm, REVAPMN-1, RCHRG\_DP-0.05, SURLAG-4 dias, ESCO-0.95,

EPCO-1). Neste sentido, para determinação dos valores ótimos destes parâmetros considerou-se uma faixa de rendimento da bacia (coeficiente de escoamento superficial) entre 5 e 10%, valores sugeridos por Viana (1986) para a região semiárida. O período de 1994 a 2015, para a qual dados ininterruptos da precipitação estavam disponíveis, foi simulado com os três mapas de usos do solo (de 1990, 2002, 2013). As simulações foram realizadas para todo o período com cada mapa de solo para fins de comparação dos efeitos de uso e ocupação do solo sobre o escoamento e a erosão. Também foram realizadas simulações sequenciais para cada mapa de uso e ocupação do solo: 1994 – 2001 (mapa de 1990); 2002 – 2012 (mapa de 2002) e 2013 – 2015 (mapa de 2013) para avaliar a influência do uso sobre os processos analisados, sendo os resultados para o mapa de 1990 tomados como referência. As simulações iniciais com os valores default do modelo levaram a lâmina média anual fora da faixa de rendimento esperado (5 e 10%). Assim, após tentativas e erros os parâmetros acima citados foram ajustados como segue: (CANMX-90 mm, GWQMN-2000 mm, GW\_REVAP-0.2 mm, REVAPMN-0, RCHRG\_DP-0, SURLAG-0 dias, ESCO-0.3, EPCO-1).

## Resultados

A bacia foi dividida em 103 sub-bacias e considerando o mapa de uso e ocupação do solo de 1990 como também os parâmetros ajustados verifica-se que os rendimentos a nível anual estão dentro da faixa de 5 a 10%, bem como a média anual do período como um todo (Figura 2). Nota-se nesta figura que em alguns anos o valor de precipitação ultrapassou os 600 mm.

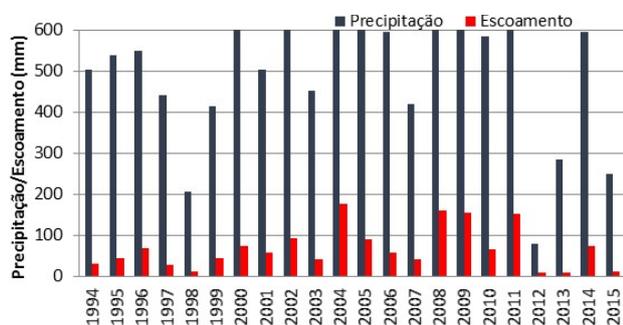


Figura 2.- Relação entre o total precipitado e lâmina escoada.

As simulações considerando os três mapas de uso e ocupação do solo individualmente levaram aos resultados apresentados na Figura 3. Nesta se vê que, tanto para o mapa de 1990 quanto para o mapa de 2002 os valores de escoamento superficial médios foram bem próximos, uma vez que as alterações ocorridas no uso e ocupação do solo nestes dois casos foram irrelevantes, com uma porcentagem de 30,07% e 31,08%. Este comportamento foi bem diferente do que ocorreu para o uso de 2013, onde se tem uma maior área coberta de vegetação nativa favorecendo a infiltração e a consequente redução do escoamento superficial (Tabela 1). Como a produção de sedimento é função da lâmina escoada, o seu comportamento anual seguiu o mesmo da lâmina escoada, Figura 4.

A simulação com períodos individuais (1994 – 2001 (mapa de 1990); 2002 – 2012 (mapa de 2002) e 2013 – 2015 (mapa de 2013)) resultaram que, o escoamento superficial e produção de sedimentos apresentam os mesmos resultados para a primeira sequência simulada 1994/2001, uma vez que as condições iniciais para ambas as simulações foram iguais. Para a sequência de 2002/2012 os resultados apresentaram pequenas diferenças, quando comparados aos resultados obtidos com a simulação utilizando o mapa contínuo para todo o período. As simulações utilizando os mapas sequências para cada período correspondente,

apresentaram uma pequena diferença que não ultrapassou 5% para mais ou para menos. Um fator influente é a condição inicial para a simulação com a segunda sequência, que utiliza como aquecimento o primeiro ano da sequência em questão repetido três vezes, para o caso do ano de 2002.

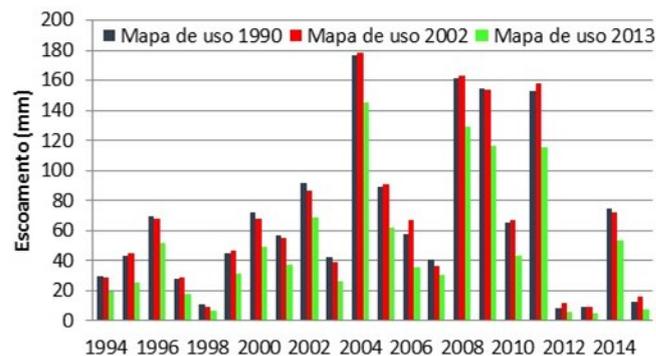


Figura 3.- Variação da lâmina anual escoada considerando os três mapas de uso e ocupação do solo.

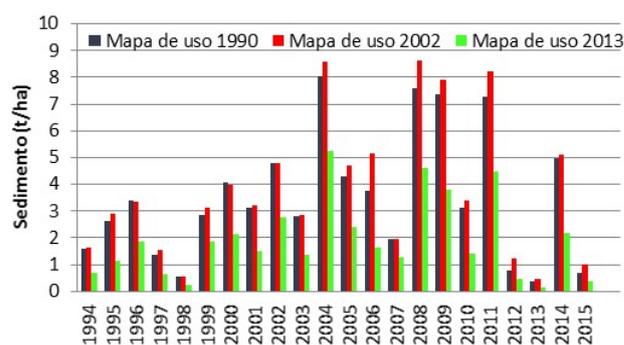


Figura 4.- Produção de sedimento com os três mapas de uso e ocupação do solo.

## Conclusões

- A consideração de um rendimento médio anual como parâmetro para calibração do modelo resultou em valores realistas de escoamento e produção de sedimentos;

Com os parâmetros do modelo adequadamente ajustados foi possível realizar as avaliações comparativas referente ao uso e ocupação do solo

A melhoria da proteção da superfície do solo com uma cobertura vegetal mais densa reduziu, de forma significativa, a erosão do solo, aumentou a infiltração no solo e diminuiu o escoamento superficial;

O modelo SWAT apresenta-se como uma ótima ferramenta, tanto para simular o escoamento superficial da bacia, quanto para uma avaliação quantitativa e comparativa hidrossedimentológica.

## Referencias bibliográficas

- Arnold, J. G.; Moriasi, D. N.; Gassman, P. W. et al. (2012) "SWAT: model use, calibration and validation". *Transactionsofthe ASABE*. Vol. 55(4): p.1491-1508
- Bressiane, D. A.; Gassman, P. W.; Fernandes, J. G.; Garbossa, K. H. P.; Srinivasan, R.; Bonumá, N. B.; Mediondo, E. M. "Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects". *Int J Agric&BiolEng*, v. 8, n. 3, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1972). "Levantamento Exploratório –Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba". Convênio de mapeamento de solos MA/ EPE-SUDNE. Rio de Janeiro.
- Viana, F. L. (1986). "Comportamento hidrológico das pequenas bacias do Nordeste". Fortaleza, UFC. Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Área de Concentração Recursos hídricos.