

VARIABILIDADE ESPAÇO TEMPORAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SUBMÉDIO RIO SÃO FRANCISCO

Madson Tavares Silva⁽¹⁾, Vicente de P. R. da Silva⁽²⁾, Edivaldo Afonso de Oliveira Serrão⁽³⁾,
Marcos Renato Basílio Amorim⁽⁴⁾, Jefferson Santos de Amorim⁽⁵⁾

(1) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil, madson.tavares@ufcg.edu.br

(2) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil, vicente.paulo@ufcg.edu.br

(3) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil, oliveiraserrao@gmail.com

(4) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil, marcosrenato85@gmail.com

(5) Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, Bl0_jefferson20@hotmail.com

Introdução

Nas últimas décadas, o interesse por estudos de impactos ambientais causados pelas atividades humanas tem movido um considerável número de pesquisadores a estudar novas ferramentas, inclusive aquelas que buscam simular as transformações ocorridas através das mudanças no uso da água e do solo, levando em consideração a questão da distribuição espacial dentro da bacia em estudo (Santos et al., 2005). As dificuldades se tornam ainda maiores para modelar satisfatoriamente os processos de erosão do solo e transporte dos poluentes pelo escoamento superficial. Portanto, a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) integrado ao modelo hidrológico atenua este problema de gerenciamento e manipulação de dados. Segundo Tsou & Whitemorez (2001), o SIG fornece uma plataforma integrada para gerenciar, analisar e exibir dados e pode facilitar a sua compilação, calibração do modelo e a exibição de parâmetros e resultados. A necessidade de planejar adequadamente o aproveitamento dos recursos hídricos e de solo na região semiárida do Brasil é indiscutível, mas, são poucos os estudos no Brasil e quase nenhum para a região nordestina sobre o uso da modelagem hidrológica para auxiliar no processo do planejamento das bacias hidrográficas.

Os modelos numéricos aplicados na hidrologia apresentam-se como ferramentas de grande importância nos estudos do ciclo hidrológico e científicos relacionados com a gestão hídrica e problemas práticos. Desde meados dos anos 1960, diversos modelos hidrológicos foram estabelecidos; os modelos têm sido desenvolvidos desde bases mais conceituais simples até mais tarde com o desenvolvimento da computação e inserção dos SIG's desenvolvendo assim os modelos distribuídos de base física. Dentre os modelos distribuídos de base física, o *Soil and Water*

(83) 3322.3222

contato@aguanosemiarido.com.br

www.aguanosemiarido.com.br



Assessment Tool – SWAT desenvolvido no início de 1990, é um modelo aplicado em escala de bacia hidrográfica (Arnold et al., 1999). SWAT foi projetado para incorporar dados de entrada de origem numérica e vetorial com objetivos de permitir a análise dos processos hidrológicos em grande escala espacial, seu processamento também é feito em escala contínua do tempo, permitindo simulações de mudança na cobertura do solo e alterações nas componentes do clima (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2016a; SILVA et al., 2016b e SILVA et al., 2017).

O objetivo deste trabalho foi analisar as estimativas da evapotranspiração potencial (ETP) resultantes das simulações geradas pelo modelo de SWAT, através do método de Penman-Monteith para Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na região do Submédio do Vale do rio São Francisco, que abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco, estendendo-se da cidade de Remanso até a cidade de Paulo Afonso ambas no Estado da Bahia (Figura 1), com 110.446,00 km², ou 17% da área da Bacia do rio São Francisco. Essa região tem 440 km de extensão e a sua população é de 1,944 milhões de habitantes. Ela é composta pelas sub-bacias dos rios Pontal, Garças, Brígida, Pajeú, Moxotó e Xingó, pela margem esquerda; enquanto na margem direita ficam as sub-bacias de Tourão, Salgado, Vargem, Curaçá, Macuru e Poço Comprido assim como descrito pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF, 1999).

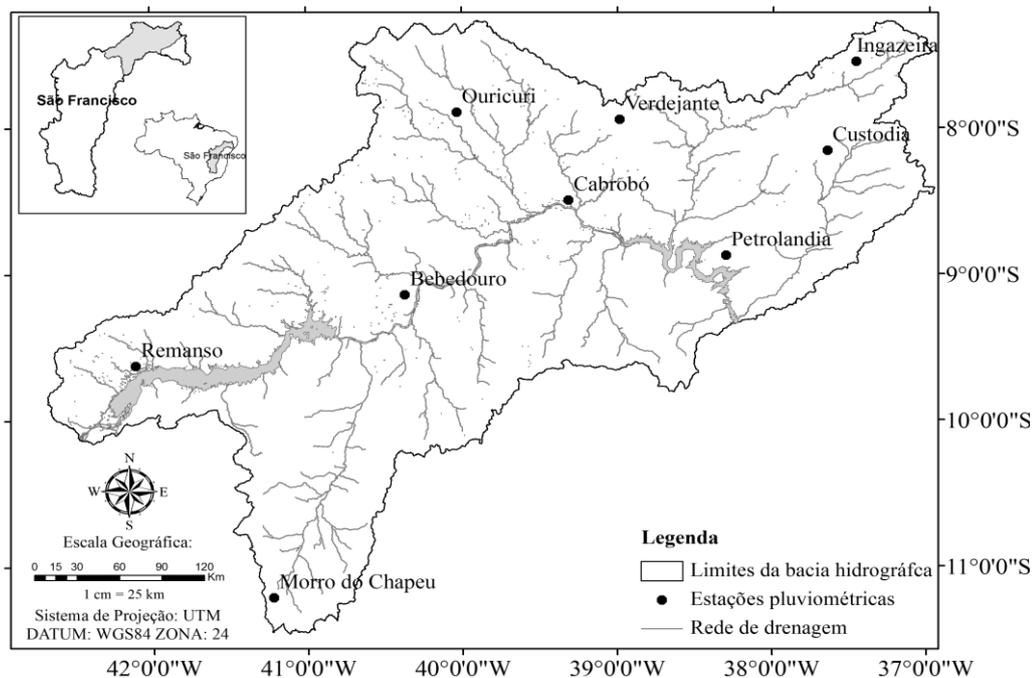


Figura 1. Localização das estações meteorológicas inseridas na Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco (BHSRSF)

Descrição do modelo SWAT

O SWAT é um software livre, desenvolvido pelo USDA-ARS (*United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service*) que incorpora fundamentos de vários modelos específicos que contribuíram de forma significativa para o seu desenvolvimento, sendo resultado direto do modelo SWRRB (*Simulator for Water Resources in Rural Basins*), desenvolvido a partir da integração dos modelos GLEAMS (*Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems*), CREAMS (*Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems*) e EPIC (*Erosion-Productivity Impact Calculator*). As características básicas do modelo SWAT são apresentadas por Arnold et al. (1999). A bacia hidrográfica foi discretizada com base no relevo, em sub-bacias, que por sua vez são parametrizadas através das Unidades de Resposta Hidrológica (*Hydrologic Response Units – HRUs*). Cada HRU corresponde a uma única combinação de uso da terra, tipo do solo e declividade da superfície. Subdividir a bacia em áreas contendo combinações únicas possibilita ao modelo considerar diferentes condições hidrológicas para diferentes usos e solos.

Evapotranspiração Potencial (ETP)

A evapotranspiração potencial foi calculada pelo modelo SWAT através do método de Penman-Monteith de acordo com a Equação (1). Necessitando, portanto, para a sua estimativa de dados médios climáticos das condicionantes termodinâmicas da atmosfera.

$$ETP = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_a + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

em que:

R_n: Saldo de Radiação ($Mj/m^2 \text{ dia}^{-1}$),

G: Fluxo de calor no solo ($Mj m^{-2} \text{ dia}^{-1}$),

T_a: Temperatura média do ar (°C),

u₂: Velocidade média diária do vento a 2m de altura,

e_s: Pressão de saturação de vapor média diária (kPa),

e_a: Pressão atual de vapor média diária (kPa),

Δ: Declividade da curva de pressão de vapor.

Γ: Constante psicrométrica (kPa/°C).

Resultados e Discussão

De acordo com a distribuição das classes de uso de solo identificadas na área em estudo (Figura 2), observa-se que a Caatinga Arbórea e Arbustiva (RNGB), Caatinga Sub-arbustiva (RNGE) e Pastagem (PAST) dominam a paisagem ocupando uma área, de 60.385,7; 18.998,5 e 22.737,5 km², respectivamente, totalizando cerca de 102.121,8 km², área correspondente a 92,5% da área total da bacia. Os cultivos irrigados são encontrados na parte sul da bacia próximo ao rio São Francisco, tal área corresponde a 3.079,1 km² representando menos de 3% da área total.

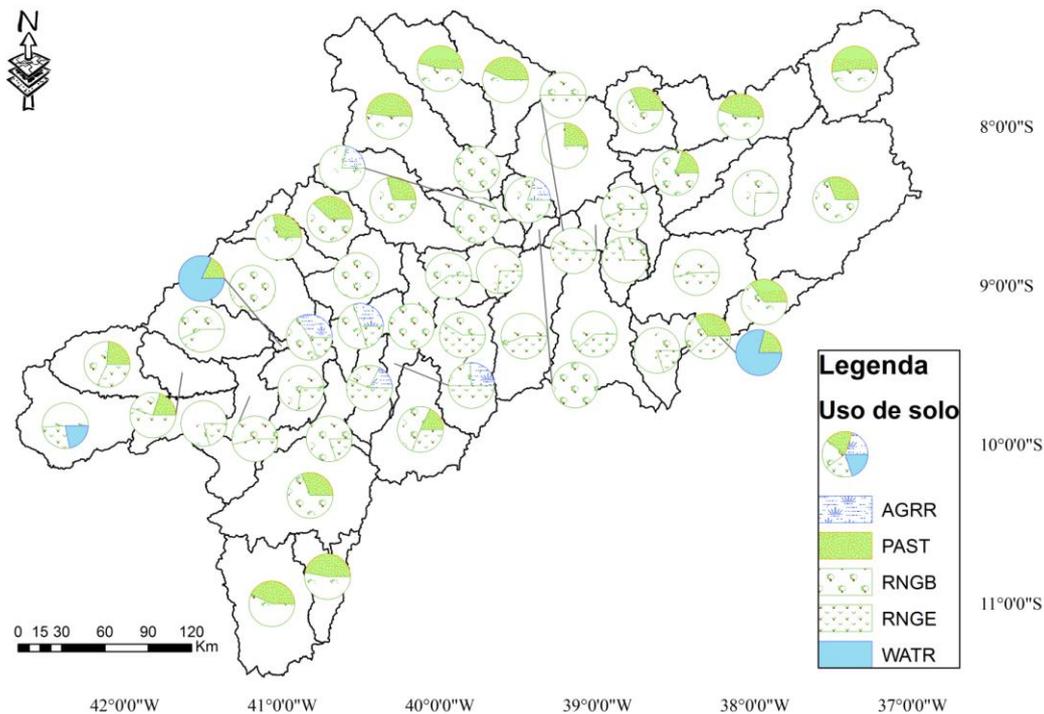


Figura 2. Cobertura do solo da BHSRSF.

A evapotranspiração potencial (ETP) é alta na BHSRSF quando comparada as demais regiões do Brasil, que é justificado pelas características do clima semiárido que somada à elevada disponibilidade energética, na forma de radiação solar direta, aumenta a demanda evapotranspirativa da região. Tal oferta energética condiciona uma pequena oferta hídrica à região. A demanda da evapotranspiração é elevada para todas as estações meteorológicas, principalmente para região sudoeste da bacia, nas localidades de Remanso, Bebedouro e Cabrobó que apresentam em média valores de ETP da ordem de 1395, 1348 e 1306 mm ano⁻¹ (Fig. 3). O grande contraste climático e fisiográfico dentro da BHSRSF produzem grandes variações na disponibilidade de água para o abastecimento e destinando ao uso agrícola onde precipitação não está disponível ou confiável, a agricultura é apenas bem sucedida, se houver estrutura de irrigação no lugar. mesmo

quando a infra-estrutura existe um padrão espacial na variabilidade dos produção agrícola (Maneta et al. de 2009).

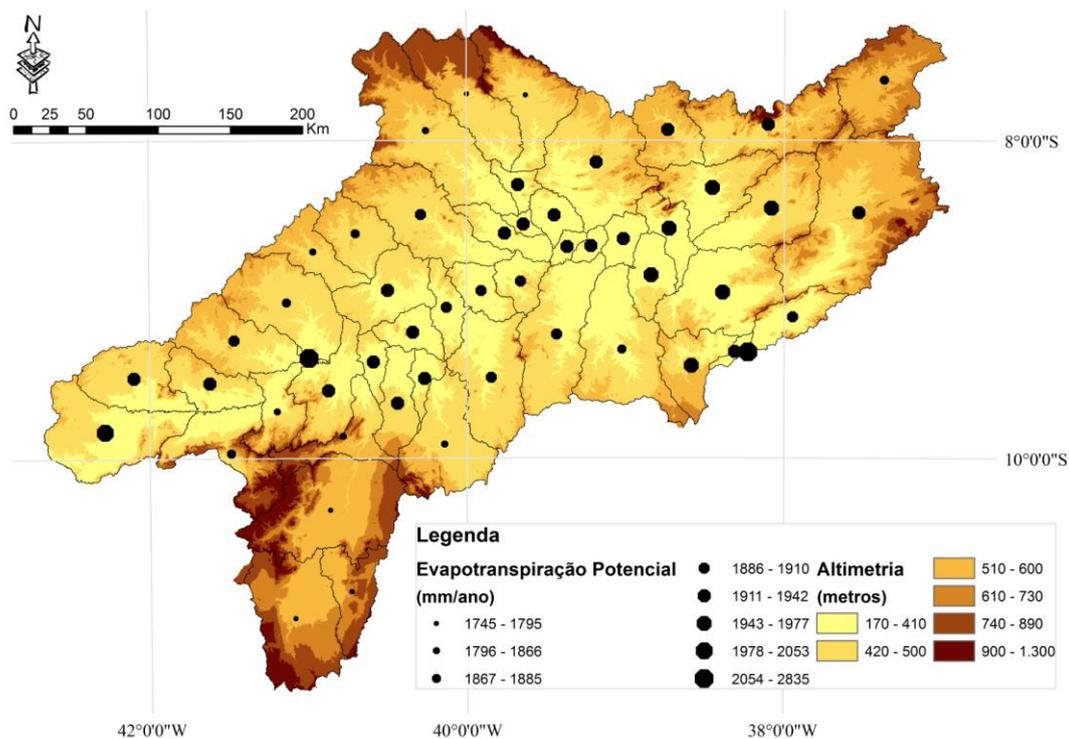


Figura 3. Distribuição da Evapotranspiração potencial da BHSRSF.

Conclusões

A avaliação do desempenho de um método é essencial para saber o quão perto de valores reais serão os resultados alcançados por um determinado método, permitindo sua utilização no fornecimento de dados para a gestão dos recursos hídricos. Atividades como a irrigação, que têm alto consumo de água, devem estar em conformidade para a quantidade de água disponível e deve usar modelos apropriados e técnicas de irrigação eficientes. Sendo assim verificaram-se estimativas coerentes obtidas por simulações do SWAT.

Referências Bibliográficas

ARNOLD, J. G.; ALLEN, P. M. Automated methods for estimating baseflow and ground water recharge from streamflow records,” J. American Water Resources Assoc. vol. 35, pp. 411–424, 1999.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. Inventário de projetos. Brasília: rev. atual. 3. ed. 1999. 223p.

MANETA, M.; SINGH, V. P.; TORRES, M.; VOSTI, S.; RODRIGUES, L.; BASSOI, L.; YOUNG, J. Parsimonious crop water productivity index under unforced conditions for large basins. *Area* 41, n.1, p.94 - 106, 2009.

SANTOS, C. A. G., SRINIVASAN, V. S.; SILVA, R. M. Evaluation of optimized parameter values of a distributed runoff-erosion model applied in two different basins. *IAHS Publ.*, v. 292, p. 101 - 109, 2005.

SILVA, M. T.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R.; SILVA, B.K.N.; et al. Estimativa da produção de sedimentos na bacia hidrográfica do submédio rio São Francisco. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, p. 203, 2017.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; SOUZA, E. P.; ARAÚJO, A. L. SWAT model application to estimate the flow in the basin of lower-middle São Francisco River. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, p. 1615-1627, 2015.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; SOUZA, E. P.; ARAÚJO, A. L.; AZEVEDO, J. V. V. 2016a. Estimativa da Erosividade das Chuvas na Estação Agrometeorológica de Bebedouro (PE). In: SANTOS, C. A. C. DOS; SILVA, M. T.; SILVA, V. M. DE A. (Org.). *Recursos Naturais do Semiárido - Estudos Aplicados*. 1 ed. Campina Grande-PB, v. 1, pp. 325-339.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; SOUZA, E. P.; OLIVEIRA, V. G. Morphometric analysis of the basin low middle São Francisco River. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 4, n. 8, p. 168-174, 2014.

SILVA, V. P. R.; SILVA, M. T.; SOUZA, E. P. Influence of land use change on sediment yield: a case study of the sub-middle of the São Francisco River basin. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 6, p. 1005-1015, 2016b.

TSOU, M. S.; WHITTEMOREZ, D. O. User interface for ground-water modeling: ArcView Extension. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 6, n. 3, p. 251-257, 2001.