

## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS DO MODELO SWAT PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORRENTINA

Recursos Hídricos e Qualidade de Água

Lorena Lima Ferraz<sup>1</sup>  
Lorena Souza da Silva<sup>2</sup>  
Lucas Farias de Sousa<sup>3</sup>  
Carlos Amilton Silva Santos<sup>4</sup>  
Felizardo Adenilson Rocha<sup>5</sup>

### Resumo

A modelagem hidrológica se apresenta como ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, sendo o modelo SWAT um dos mais utilizados no mundo. Entretanto, a grande quantidade de parâmetros do modelo perpetraria alto esforço computacional e consumo de tempo caso todas as variáveis fossem utilizadas no processo de calibração, sendo recorrente o uso da análise de sensibilidade para identificar quais parâmetros o modelador deverá focar os seus esforços. Dessa forma, o presente trabalho possui como objetivo realizar a análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Correntina, localizada na região oeste da Bahia. A análise de sensibilidade foi realizada por meio do programa SWAT-CUP utilizando o algoritmo SUFI-2. Os cinco parâmetros mais sensíveis se relacionam com o escoamento superficial, recarga do aquífero, percolação e evapotranspiração, e foram eles: número da curva para condição de umidade II do método SCS (CN2), coeficiente de recarga para o aquífero profundo (RCHRG\_DP), fator de compensação da evaporação no solo (ESCO), Profundidade do aquífero raso para escoamento de base (GWQMN), profundidade da água no aquífero raso para que ocorra percolação (REVAPMN) e capacidade de água disponível no horizonte do solo (SOL\_AWC).

Palavras-chave: calibração; modelagem hidrológica; SWAT-CUP.

<sup>1</sup> Aluna do curso de mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Ambientais, [lorenalferraz@gmail.com](mailto:lorenalferraz@gmail.com).

<sup>2</sup> Aluna do curso de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, [loriesouza@hotmail.com](mailto:loriesouza@hotmail.com).

<sup>3</sup> Aluno do curso de doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Ambientais, [eng.sousalucas@gmail.com](mailto:eng.sousalucas@gmail.com).

<sup>4</sup> Prof. Dr. Instituto Federal da Bahia, [carlos.amilton.vic@hotmail.com](mailto:carlos.amilton.vic@hotmail.com).

<sup>5</sup> Prof. Dr. Instituto Federal da Bahia, [felizardoar@hotmail.com](mailto:felizardoar@hotmail.com).

## INTRODUÇÃO

A análise das características físicas de uma bacia é essencial para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos. Como ferramenta de auxílio a essas análises, a modelagem hidrológica se mostra como uma de tecnologia de suma importância (RIBEIRO; SCHIEBELBEIN, 2017).

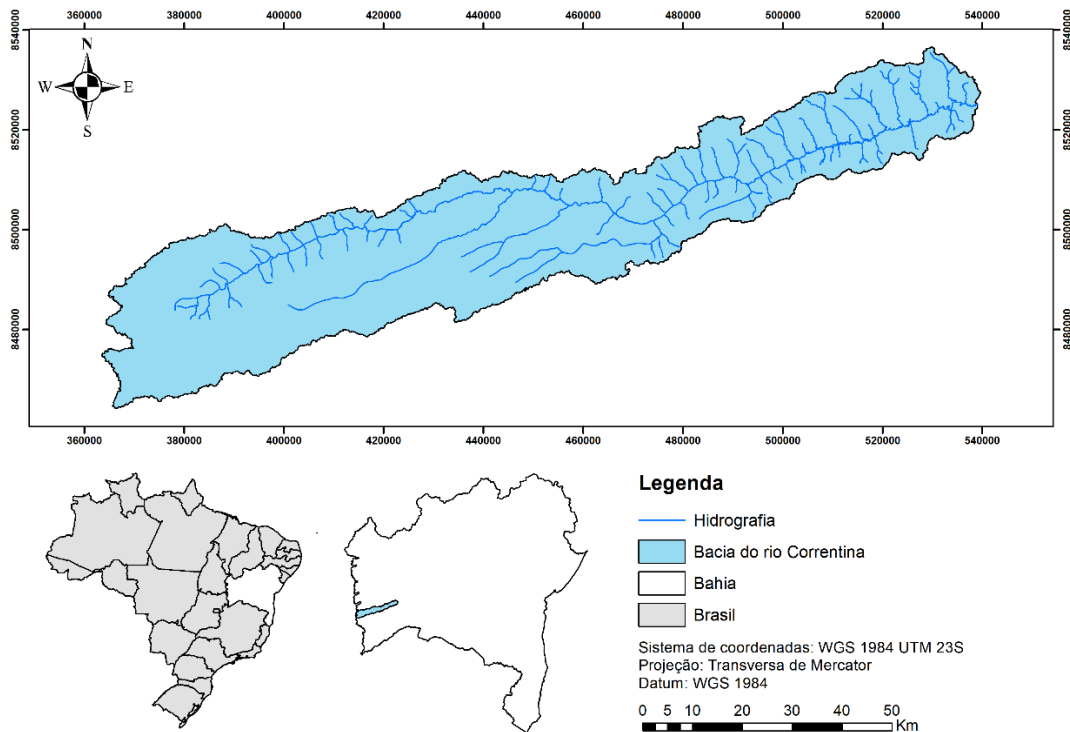
Os modelos hidrológicos buscam uma forma de descrever o comportamento de uma bacia hidrográfica, além de representar a parcela do ciclo hidrológico que transforma precipitação em vazão (TUCCI, 2005). Para essas análises são necessárias a utilização de modelos hidrológicos de base física e/ou empírico, sendo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) atualmente, modelo de destaque em todo o mundo.

A grande quantidade de parâmetros do modelo SWAT que influenciam na estimativa da vazão faria com que a calibração de todas essas variáveis exigisse alto esforço computacional e consumo de tempo, enquanto a remoção de uma variável sensível diminuiria a precisão dos resultados (ZADEH et al., 2017). Dessa forma, a análise de sensibilidade apresenta-se como alternativa para identificar quais os parâmetros mais sensíveis do modelo para determinada área de estudo, auxiliando o modelador.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar a análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Correntina, localizada no oeste da Bahia.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Correntina localiza-se na região oeste do estado da Bahia (Figura 1), ocupando uma área de 3852 km<sup>2</sup>. É pertencente à bacia hidrográfica do rio Corrente, um dos principais afluentes do rio São Francisco. Segundo a classificação de Köppen (1931), o clima na região é classificado como Tropical subúmido com chuvas de verão (Aw). Possui período seco bem definido no inverno e vegetação predominante de Cerrado (SEI, 1998).



**Figura 1** – Localização da área de estudo.

Foram necessários os seguintes dados de entrada: mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2015, obtido pelo projeto MapBiomias; mapa de tipos de solo, disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); dados meteorológicos (precipitação, umidade relativa, temperatura, radiação solar e velocidade do vento), obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA); e modelo digital de elevação, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A segunda etapa da modelagem consistiu na definição das sub-bacias e rede de drenagem, onde posteriormente realizou-se a definição das unidades de respostas hidrológicas, ou Hydrologic Response Units (HRU's). As HRU's são as unidades de ocorrência para realização de cálculos hidrológicos, caracterizando-se pela uniformidade das características físicas em pequena escala.

A última etapa consistiu na simulação, onde definiu-se o período de aquecimento e simulação da produção de água na bacia. A análise de sensibilidade utilizou dados de vazão da estação fluviométrica código 45590000 da Agência Nacional de Águas (ANA). Uma

vez determinados os dados de saída, foi realizada a análise de sensibilidade usando o algoritmo *Sequential Uncertainty Fitting Version 2* (SUFI2) executado pelo software SWAT-CUP. A sensibilidade dos parâmetros é avaliada pelos valores de *t-stat* e *p-value*. Quanto maior o valor absoluto de *t-stat* e menor o de *p-value*, mais sensível é o parâmetro (ABBASPOUR, et al., 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de sensibilidade gerou, de acordo com os valores de *p-value* e *t-stat*, a hierarquia apresentada na Tabela 1, disposta a seguir.

**Tabela 1** – Análise de sensibilidade e valores de *t-Stat* e *P-Value*

Parâmetro	Método de substituição	<i>t-Stat</i> (absoluto)	<i>P-Value</i>	Ranking
CN2	Relative	8.96	0.0000	1
RCHRG_DP	Replace	6.06	0.0000	2
ESCO	Replace	3.90	0.0001	3
GWQMN	Replace	2.80	0.0050	4
REVAPMN	Replace	2.32	0.0210	5
SOL_AWC	Relative	2.00	0.0460	6
GW_REVAP	Replace	1.65	0.1011	7
GW_DELAY	Replace	1.25	0.2130	8
SOL_K	Relative	0.95	0.3450	9
ALPHA_BF	Replace	0.75	0.4511	10

Segundo classificação de Van Griensven et al. (2006), os seguintes parâmetros são classificados como muito importante e importantes: número da curva para condição de umidade II do método SCS (CN2), coeficiente de recarga para o aquífero profundo (RCHRG\_DP), fator de compensação da evaporação no solo (ESCO), Profundidade do aquífero raso para escoamento de base (GWQMN), profundidade da água no aquífero raso para que ocorra percolação (REVAPMN) e capacidade de água disponível no horizonte do solo (SOL\_AWC).

Os parâmetros que apresentaram menos sensibilidade em comparação aos demais foram: coeficiente de ascensão da água da zona de saturação (GW\_REVAP), tempo de recarga do aquífero raso (GW\_DELAY), condutividade hidráulica saturada do solo (SOL\_K) e constante de recessão do escoamento de base (ALPHA\_BF).

## CONCLUSÕES

O estudo permitiu realizar a análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Correntina, e dessa forma, ofereceu resultados que auxiliarão a etapa de calibração, sendo que os cinco parâmetros mais sensíveis se relacionam com o escoamento superficial, recarga do aquífero, percolação e evapotranspiração.

## REFERÊNCIAS

- ABBASPOUR, K. C.; YANG, J.; MAXIMOV, I.; SIBER, R.; BOGNER, K.; MIELEITNER, J.; ZOBRIST, J.; SRINIVASAN, R. Modelling hydrology and water quality in the prealpine/alpine Thur watershed using SWAT. **Journal of Hydrology**, vol. 333, n. 4, p. 413-430, 2007.
- KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate Science**. (1a ed.). Berlin: Walter de Gruyter, 1931
- RIBEIRO, J.; SCHIEBELBEIN, L. M. O Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana. **Revista TechoEng**, vol. 1, n.14, p. 13-22, 2017.
- SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Tipologia climática de Köppen**. Estado da Bahia. 1998. Disponível em: <[http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia\\_climatica\\_segundo\\_koppen\\_2014.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. (2a ed.). Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 2005.
- ZADEH, F. K.; NOSSENT, J.; SARRAZIN, F.; PIANOSI, F.; GRIENSVEN, A.V.; WAGENER, T.; BAUWENS, W. Comparison of variance-based and moment-independent global sensitivity analysis approaches by application to the SWAT model. **Environmental Modelling & Software**, vol. 91, p. 210-222, 2017.