

## BASES PARA MODELAGEM HIDROLÓGICA COM SWAT+ EM BACIA DE GRANDE PORTE

BRUNA MOREIRA SELL<sup>1</sup>; DANIELLE DE ALMEIDA BRESSIANI<sup>2</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – PPG Recursos Hídricos – [brunamoreirasell@gmail.com](mailto:brunamoreirasell@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [daniebressiani@gmail.com](mailto:daniebressiani@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [samuel.beskow@ufpel.edu.br](mailto:samuel.beskow@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Estudos hidrológicos em bacias hidrográficas são conduzidos para que se possa compreender melhor os processos que controlam o movimento da água, assim como os impactos que alterações podem provocar na disponibilidade hídrica, em termos de qualidade e quantidade.

No Brasil, o monitoramento hidrológico ainda apresenta limitações quanto, por exemplo: à implantação e operação de estações hidrometeorológicas. Neste contexto, a modelagem hidrológica é uma importante ferramenta de apoio, embora os dados observados sejam essenciais, inclusive para o processo de modelagem.

Dentre a grande variedade de modelos existentes, o Soil and Water Assessment Tool (SWAT) se destaca por sua ampla aplicação em bacias de diferentes partes do mundo e no Brasil, com obtenção de resultados satisfatórios (ARNOLD et al., 2012; BRESSIANI et al., 2015).

Embora o modelo conte com bancos de dados padrão para variáveis de entrada, em escala global, no Brasil os mesmos podem ser adquiridos junto a entidades e órgãos públicos com acesso livre, o que apesar de mais trabalhoso, traz maior confiabilidade à representação dos processos hidrológicos na bacia de interesse.

Desta forma, o objetivo deste estudo é compartilhar as tomadas de decisão quanto à aquisição, ao preparo e ao tratamento dos dados de entrada necessários para a modelagem hidrológica no SWAT+, em bacia hidrográfica brasileira de grande porte.

### 2. METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Camaquã (BHRC) foi adotada como a área de estudo. Está situada na porção sudeste do Rio Grande do Sul, com área territorial, à montante da seção monitorada usada como exutório (Passo do Mendonça), de aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup>, englobando 28 municípios.

A modelagem hidrológica se deu por meio do SWAT+, na sua interface disponível no QGIS e no SWAT+ Editor. Dentre os dados espaciais de entrada requeridos pelo SWAT+ e que foram usados nesse estudo estão:

- Modelo digital de elevação (MDE), do Shuttle Radar Topography Mission, com resolução espacial de 30 metros (USGS, 2020);
- Mapa de solos, do portal Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com escala 1:250.000 (IBGE, 2020);
- Propriedades físico-hídricas dos solos, listadas em estudos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em diversos municípios do Rio Grande do Sul;

- Mapa de usos dos solos, elaborado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com escala de 1:250.000 (HOFMANN et al., 2015).

O MDE hidrológicamente consistente (MDEHC) da BHRC foi obtido após o tratamento do preenchimento de possíveis depressões espúrias e da união de duas imagens. As unidades de paisagem (*landscape*) que separaram as áreas inundáveis (*floodplain*) das mais altas (*upslope*) foram definidas por meio da ferramenta *DEM inversion*, com o valor limite de declividade igual a 0,1 (10%).

Para a criação das unidades de resposta hidrológica no SWAT+ foram incluídos os dados vetoriais e tabulares referentes aos tipos de solos e usos e ocupação dos solos na bacia, além das declividades (definidas pelo MDE), unidades de paisagem e as delimitações de sub-bacias obtidas no passo anterior.

O mapa de tipos de solos da BHRC foi constituído a partir da união de mapas pedológicos de duas cenas e do agrupamento das mesmas classes de solos. Foi realizada a reclassificação das classes identificadas como afloramento rochoso, corpos d'água, área urbana e dunas. Para cada tipo de solo, uma série de dados referentes às propriedades físico-hídricas são necessárias para a modelagem chuva-vazão no SWAT+, sendo requeridos 19 parâmetros. As propriedades dos solos foram pesquisadas em bancos de dados disponíveis de solos brasileiros, como as da: FEBR/UFMS, HYBRAS/CPRM, e Embrapa. Entre as fontes examinadas, estudos de campo de solos elaborados por pesquisadores da Embrapa em diversos municípios do estado do Rio Grande do Sul foram utilizados para obtenção das informações de profundidade da camada, percentual de argila, silte, areia, cascalho e carbono orgânico, assim como o grupo hidrológico do solo, para cada classe de solo. Estas informações foram então empregadas em planilha Macro Excel (BALAJI; DHANESH, 2011), que realiza funções de pedotransferência para a estimativa dos demais parâmetros necessários no modelo.

Produtos de mapas dos usos dos solos elaborados por diversas agências/entidades foram consultados, a saber: Embrapa, IBGE, MAPBiomas, e LABGeo/UFRGS. Os diferentes usos dos solos encontrados na BHRC foram associados às classes existentes no banco de dados do modelo (ARNOLD et al., 2012).

Os dados hidrometeorológicos demandados pelo SWAT+ foram obtidos de 7 estações meteorológicas convencionais no Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia BDMEP (INMET, 2020). A radiação solar foi calculada com base no dado de insolação, por meio da planilha (BRESSIANI, 2012). Os dados meteorológicos diários adquiridos tem longa série histórica, variando entre 01/01/1961 a 31/12/2019. Os dados meteorológicos foram então consistidos, a fim de identificar falhas e valores incoerentes, com o uso software System of Hydrological Data Acquisition and Analysis – SYHDA (UFPEL, 2020). Cabe ressaltar, que foram utilizados, também, dados de precipitação de 69 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) e que os dados faltantes de precipitação foram preenchidos pela método de interpolação do inverso da distância (IDW) através de rotinas computacionais (ROTAVA; BRESSIANI, 2020). Para a importação dos dados meteorológicos no SWAT+ Editor, os mesmos foram convertidos para o formato exigido pelo modelo através de rotinas de pré-processamento (ROTAVA; BRESSIANI, 2020) e de planilha Macro do Excel para o cálculo das estatísticas necessárias (BIOSRAMÉ, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados compõem a elaboração do banco de dados de entrada do SWAT+ para a modelagem da BHRC. É notório que, para a elaboração do conjunto de dados de entrada diversas fontes foram consultadas, com produtos em distintos níveis de abrangência, desde escalas regionais até estudos locais, com informações pontuais. Este aprimoramento permitiu que a bacia tivesse um ganho quanto a sua representação no modelo de forma mais detalhada.

Apoiado nos critérios adotados, anteriormente expostos, na BHRC foram encontradas 20 classes de solos, distinguidas até o 3º nível categórico. Assim, foi possível identificar os parâmetros físico-hídricos destes tipos de solos em estudos locais, realizados em municípios inseridos no domínio da bacia ou, em alguns casos, em localidades vizinhas. Mesmo com a grande quantidade de propriedades dos solos requeridos pelo modelo, o uso de funções de pedotransferência permitiu estimar aqueles que não foram encontrados nas fontes pesquisadas.

A escolha pelo mapa de usos dos solos elaborado pelo LABGeo/UFRGS, do ano de 2015, em detrimento das demais fontes citadas na etapa metodológica foi devido à compatibilização entre estudos correlatos em desenvolvimento, bem como pela adoção da mesma escala quando comparado com o mapa de tipos de solos, e, especialmente, pela verificação dos usos atribuídos através da comparação com imagens de satélite. Foram identificados 18 diferentes tipos de usos dos solos.

Os dados meteorológicos demandados pelo modelo foram obtidos em uma única fonte de dados que, na área de estudo, tem uma boa distribuição em termos de cobertura espacial e temporal. O uso de planilhas Macro Excel, do software SYHDA e rotinas computacionais viabilizaram o pleno e eficaz desenvolvimento do preparo do banco de dados, pois permitiram estimar as variáveis indisponíveis, preencher falhas e converter as informações para o formato do modelo.

Este trabalho encontra-se em estágio inicial de desenvolvimento e está inserido dentro de um projeto maior, que em um primeiro momento vislumbra calibrar e validar o modelo hidrológico SWAT+ para a posterior simulação de cenários.

### 4. CONCLUSÕES

Este estudo possibilitou compartilhar o preparo de uma base de dados com parâmetros físicos e meteorológicos para a realização de modelagem semi-distribuída com o modelo SWAT+ na BHRC, que é uma bacia de grande porte e com grandes variações, especialmente de tipo de solo e de uso do solo.

A elaboração da base de dados permitiu evidenciar a necessidade da busca por dados confiáveis e em escalas adequadas dos fenômenos que se pretende simular. Assim como percebeu-se a necessidade de despendiar tempo, já que o modelo requer diferentes dados de entrada, muitas vezes de diversas fontes; onde ferramentas e rotinas computacionais auxiliam em tornar este trabalho menos árduo e menos suscetível a erros humanos. Nesse sentido, estudos como esse visam auxiliar no futuro trabalhos de outros pesquisadores que podem se beneficiar das fontes e referências aqui citadas. Complementarmente, foi possível constatar que é possível constituir uma base de dados de entrada própria para grandes bacias brasileiras, com informações de domínio público, o que gera um grande ganho científico por aproximar a modelagem à realidade hidrológica local.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. **Portal HidroWeb**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>
- ARNOLD, J. G. et al. **Soil and Water Assessment Tool Input/Output Documentation Version 2012**. Texas: Texas Water Resources Institute, 2012. TRF-439.
- BALAJI, N.; DHANESH, Y. **Excel template calculates SWAT soil parameters using the Pedo Transfer Function (PTF)**. Comunicação Pessoal. 2011
- BRESSIANI, D. A. **Planilha para cálculo de Radiação Solar, com base na Insolação**. Comunicação Pessoal. 2012.
- BRESSIANI D. A., et al. **Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects**. Int J Agric & Biol Eng, 2015; v.8, n.3, p.9–35, 2015.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **HYBRAS - Hydrophysical Database for Brazilian Soils**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Pesquisa-e-Inovacao/HYBRAS-4930.html>
- CUNHA, N. G et al. **Estudo de solos do Município de Barra do Quaraí - RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001.84p. Circular Técnica, 30.
- CUNHA, N. G et al. **Estudos de Solos do Município de Caiçara - RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 28p. Circular Técnica, 103.
- CUNHA, N. G et al. **Estudos de Solos do Município de Camaquã- RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 98p. Circular Técnica, 18.
- CUNHA, N. G et al. **Estudos de Solos do Município de Encruzilhada do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 83p. Circular Técnica, 45.
- CUNHA, N. G et al. **Estudo dos Solos do Município de Pinheiro Machado**. Pelotas: Embrapa -CPACT, 1998. 79p. Documentos, 45.
- CUNHA, N. G et al. **Estudo dos Solos do Município de Piratini**. Pelotas: Embrapa-CPACT; Ed. UFPEL, 1997. 90 p. Documentos, 26/97.
- CUNHA, N. G et al. **Estudos de Solos do Município de São Lourenço do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 47p. Circular Técnica, 52.
- CUNHA, N. G et al. **Solos e Terras do Planalto Sul-Rio-Grandense e Planícies Costeiras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 43p. Circular Técnica, 55.
- HOFMANN, G.S. et al. **Uso e cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul – situação em 2015**. Porto Alegre: UFRGS IB Centro de Ecologia, 2015. 1a ed. Acessado em 28 set. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/labgeo>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>
- MapBiomias. **Coleção 2018 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível: <https://plataforma.mapbiomas.org/>
- ROTAVA, J. e BRESSIANI, D. A. **Scripts em Python para Processamento de Dados de Precipitação e Interpolação para o formato do Soil & Water Assessment Tool**. 2020. Acessado em 15 de jul. 2020. Disponível: <https://github.com/SWAT-Brasil/util/>
- BIOSRAMÉ, G. **WGN Excel Macro for SWAT**. 2011. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: <https://swat.tamu.edu/software/>
- UFPEL, Universidade Federal de Pelotas. **SYHDA - System of Hydrological Data Acquisition and Analysis**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/hidrologiaemodelagemhidrologica/syhda/>
- UFSM, Universidade Federal de Santa Maria. **FEBR - Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: [oral.ufsm.br/febr/catalog/](http://oral.ufsm.br/febr/catalog/)
- USGS, U.S. Geological Survey. **Shuttle Radar Topography Mission**. Acessado em 28 set. 2020. Disponível em: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>