

## APLICAÇÃO DO SWAT NA MODELAGEM HIDROLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA FRENTE À MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA: DOIS ESTUDOS

Manoel Ribeiro Holanda Neto<sup>1</sup>; Maria Cândida Moitinho Nunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Avenida Joaquina Nogueira de Oliveira, S/N, Bairro: Aeroporto I, Corrente – PI: mrholandaneto@hotmail.com

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e Água–MACSA, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas–FAEM/UFPEL, Capão do Leão, RS, Brasil: nunes.candida@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional, potencializado pelas revoluções industrial, verde e tecnológicas nos últimos 260 anos, culminaram para maior expansão de novas fronteiras agrícolas regionais, crescimento econômico e social de vários países e, conseqüentemente, maior demanda por alimentos, fibras e energia, o que tem acarretado maior supressão no uso dos recursos naturais e ambientais no mundo (AGHSAEI et al., 2020). Somadas a essas tendências, as mudanças climáticas também desencadeiam mudanças no uso e cobertura da terra, com grandes impactos nos processos hidrossedimentológicos, que alteram substancialmente a geomorfologia aquática, os ciclos biogeoquímicos e as interações terrestres-oceânicas (SERRÃO et al., 2021).

Além de alterações no regime do ciclo hidrológico, estudos e dados de monitoramentos hidrofluviométricos revelam que as modificações no uso e cobertura da terra influenciam consideravelmente nos serviços ecossistêmicos. Essas mudanças prejudicam a produção de energia e comprometem a segurança hídrica das regiões e populações dependentes dos recursos hídricos que circundam através dos meandros dos corpos hídricos superficiais, além de afetar negativamente a recarga de água subterrânea e seu fluxo de base, pico de escoamento superficial, frequência e intervalos de inundações (SERRÃO et al., 2021).

Atividades que promovem mudanças no uso e cobertura da terra como o desmatamento, as atividades agrícolas, a mineração e a construção de estradas também contribuem para o aumento da erosão e, por consequência, da carga de sedimentos em suspensão (MEHRI et al., 2018; CHOTO; FETENE, 2019).

Exemplos de transformações sem sucesso, decorrentes de mudanças no uso e cobertura da terra, são citadas por SERRÃO et al. (2020), pois, florestas tropicais ameaçadas por alterações antrópicas na costa sudoeste de Bangladesh, permitiram que o agronegócio se expandisse entre 1980 e 2016, assim como grandes avanços agrícolas foram observados na Etiópia, onde a cobertura florestal diminuiu consideravelmente (83%) entre 1973 à 2014. Neste corolário de discussões SERRÃO et al. (2021), ressaltam que a floresta tropical no bioma Amazonia brasileiro, convertidas em áreas de pastagens ilegais, resultaram no aumento do desmatamento, incêndios florestais, provocando danos nas áreas de proteções.

SERRÃO et al. (2020) e SERRÃO et al. (2021), concluíram que, com o propósito de compreender os processos dinâmicos de alterações no uso e cobertura da terra, justifica-se a utilização de análises detalhadas em escalas espacial e temporal. Nesse contexto, os modelos hidrológicos são dispositivos

sofisticados para o monitoramento e prognóstico dos impactos das mudanças no uso e cobertura da terra e sua evolução ao longo do tempo.

SERRÃO et al. (2021), concluíram que a utilização do modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) funciona como um bom estimador de processos hidrossedimentológicos em bacias da região amazônica e pode ser utilizado por tomadores de decisão na gestão de recursos hídricos e ambientais.

O SWAT é uma ferramenta de avaliação do solo e água, amplamente utilizado nas análises dos impactos provocados por agentes hidrossedimentológicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos, decorrentes de diferentes usos do solo e água. O modelo SWAT continuamente vem sendo aprimorado, desenvolvido para prognosticar de forma contínua os impactos das práticas de gestão do solo sobre os recursos hídricos, sobretudo às diversas condições de mudanças no uso e cobertura da terra, sobre medições de perdas de água, de sedimentos, de nutrientes e de pesticidas em escala de grandes bacias hidrográficas (BIEGER et al., 2019; SERRÃO et al., 2020; SERRÃO et al., 2021).

AGHSAEI et al. (2020) reportaram em seu estudo que ao empregar o SWAT, para determinar os efeitos da mudança de uso e cobertura da terra, na resposta hidrológica da bacia hidrográfica de Zanjnrood, Irã, os resultados mostraram um aumento no escoamento superficial e uma diminuição na recarga de água subterrânea, devido à substituição de pastagens por agricultura de sequeiro e por solo exposto.

Logo, o presente trabalho possui o objetivo de apresentar resultados de estudos aplicados à modelagem hidrológica e produção de sedimentos afetados pelas mudanças no uso e cobertura da terra, com a utilização do modelo SWAT, uma ferramenta de modelagem hidrossedimentológica já consolidada.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica, sobre trabalhos que utilizaram o modelo SWAT aplicado à modelagem hidrossedimentológica, para avaliações de efeitos nas mudanças de uso e cobertura da terra. O site de buscas adotado nesta pesquisa foi o portal ScienceDirect, utilizando os termos "use" and "land cover" and "SWAT model". O critério para seleção dos artigos baseou-se na leitura dos títulos e resumos e então foram selecionados dois artigos que se enquadravam ao objetivo do presente trabalho.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois artigos selecionados são apresentados na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Artigos selecionados para a revisão bibliográfica.

Título	Autores	Periódico	Ano
Impacts of land use and land cover changes on hydrological processes and sediment yield determined using the SWAT model	SERRÃO et al.	International Journal of Sediment Research	2021
Effects of dynamic land use/land cover change on water resources and sediment yield in the Anzali wetland catchment, Gilan, Iran	AGHSAEI et al.	Science of the Total Environment	2020

Fonte: Próprio autor

É importante ressaltar que SERRÃO et al. (2021) realizaram os seus estudos em áreas predominantemente de pastagem (57%) e floresta (40,2%), seguidos pela mineração (0,35%) e áreas urbanas (0,57%), totalizando essas áreas cerca de 98% dos usos atuais do solo numa bacia amazônica.

SERRÃO et al. (2021) após a calibração e validação do modelo SWAT, analisaram os dados de escoamento superficial e produção de sedimentos em sub-bacias dentro do bioma Amazônia brasileira. Os autores observaram que as sub-bacias com menores níveis de declividade do solo, apresentaram os menores índices de desagregação de sedimentos (0,3-0,7 t /ha/ano), mesmo que atingidas por elevadas taxas de precipitações pluviométricas, e diferentes usos e cobertura da terra. Enquanto as sub-bacias localizadas nas porções mais elevadas da bacia, com maiores percentuais de declividade no terreno, foram as que apresentaram comportamentos favoráveis a maior desagregação das partículas do solo, produções de sedimentos (t/ha) superiores às demais sub-bacias, mesmo com os menores valores de precipitação e escoamento superficial, pois tais comportamentos podem estar associados ao uso da terra (às vezes inapropriados), declividade e tipos de solos. Portanto quanto mais inapropriado e intenso for o uso da terra, associados às distintas condições de topografia, solos, climáticas etc., os problemas de desagregação e produção de sedimentos poderão se agravarem no ambiente terrestre.

SCHMIDT et al. (2018), ao avaliarem o efeito do uso do solo decorrente de atividades agrícolas em áreas de planaltos quanto à geração de cargas de sedimentos em rios a jusante de uma bacia, no oeste da China, os autores observaram que a mudança no uso da terra a montante duplicou o rendimento de sedimentos de fundo, aumentando a turbidez e alterando os serviços ecossistêmicos dos corpos de água.

Na sub-bacia com uso de pastagem, na parte inferior da bacia, com, sobre Argissolos e Litossolos, os autores compreenderam que a produção de sedimentos foi menor devido às associações de Argissolos com predomínio de horizontes E, alto potencial de infiltração, e horizonte B textural (iluvial), e relevo relativamente plano. Em comparação com as áreas de florestas, as pastagens têm uma área de dossel foliar mais ao nível do solo, zona de enraizamento mais superficial, temperatura de superfície mais alta, reduzindo a evapotranspiração e infiltração, consequentemente aumentando o potencial de escoamento superficial. Esses autores concluíram que, ao empregarem o modelo SWAT, as mudanças no uso e cobertura da terra promoveram alterações no vale do Rift, no Quênia, com aumento no escoamento superficial, produção de sedimentos e redução na recarga de água subterrânea a nível de bacia hidrográfica.

O trabalho de AGHSAEI et al. (2020) foi fundamentado na aplicação do SWAT, no estudo dos impactos em escala espaço-temporal, decorrentes das mudanças no uso e cobertura do solo, avaliados a longo prazo, com base nos parâmetros do balanço hídrico e produção de sedimentos da bacia hidrográfica de Anzali, Irã.

Foram identificadas consideráveis mudanças de uso e cobertura da terra, como um aumento da área agrícola em 7% da área de captação e uma diminuição da cobertura florestal em 6,8% entre 1990 e 2013. A intensificação no uso da terra para agricultura resultou em um aumento da evapotranspiração, produção de água e rendimento de sedimentos em até 8,3%, 7% e 169%, respectivamente, na condição de sub-bacia, enquanto a urbanização reduziu a evapotranspiração, a recarga hídrica e a produção de sedimentos em até -3,5%, -2,3% e -9,4%.

Conforme esses cientistas, o impacto mais significativo das mudanças de uso e cobertura da terra ocorreu durante os meses de maior déficit hídrico (estação seca), quando o aumento da agricultura com irrigação resultou em aumento na descarga de água e cargas de sedimentos em suspensão para os mananciais hídricos superficiais da bacia hidrográfica de Anzali.

#### 4. CONCLUSÕES

A evolução nas mudanças no uso e cobertura do solo resultam em grandes impactos no balanço ciclo hidrológico, aumentos nas médias de vazões, escoamento superficial e produção de sedimentos em escala de bacia hidrográfica;

O modelo SWAT é adequado para calcular e prever os processos hidro-sedimentológicos em nível de bacias hidrográficas de grande porte, afetadas pelas mudanças de uso e cobertura da terra e pode ser utilizado na tomada de decisões, na gestão de recursos hídricos e ambientais.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGHSAEI, H.; DINAN, N.M.; MORIDI, A.; ASADOLAH, Z.; DELAVAR, M.; FOHRER, N.; WAGNER, P.D. Effects of dynamic land use/land cover change on water resources and sediment yield in the Anzali wetland catchment, Gilan, Iran. **Science of the Total Environment**. v.712,136449, 2020.
- BIEGER, K.; ARNOLD, J. G.; RATHJENS, H.; WHITE, M. J.; BOSCH, D. D.; ALLEN, P. M. Representing the Connectivity of Upland Areas to Floodplains and Streams in SWAT+. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 55, p. 578-590, 2019.
- CHOTO, M.; FETENE, A. Impacts of land use/land cover change on stream flow and sediment yield of Gojeb watershed, Omo-Gibe basin, Ethiopia. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 14, p. 84-99, 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MEHRI, A.; SALMANMAHINY, A.; TABRIZI, A. R. M.; MIRKARIMI, S. H.; SADODDIN, A. Investigation of likely effects of land use planning on reduction of soil erosion rate in river basins: Case study of the Gharesoo River Basin. *Catena*, v. 167, p. 116–129, 2018.
- SCHMIDT, A. H.; GONZALEZ, V. S.; BIERMAN, P. R.; NEILSON, T. B.; ROOD, D. H. Agricultural land use doubled sediment loads in western China's rivers. *Anthropocene*, v. 21, p. 95-106, 2018.
- SERRÃO, E.A.O.; SILVA, M.T.; FERREIRA, T.R.; ATAIDE, L.C.P.; ASSIS, C. SANTOS, C.A.; LIMA, A.M.M.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.S.; CARDOSO, J.D.G. Impacts of land use and land cover changes on hydrological processes and sediment yield determined using the SWAT model. **International Journal of Sediment Research**. 2021.
- SERRÃO, E.A.O.; SILVA, M.T.; FERREIRA, T.R.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.S.; LIMA, A.M.M.; ATAIDE, L.C.P.; WANZELER, R.T.S. Land use change scenarios and their effects on hydropower energy in the Amazon. **Science of the Total Environment**. v. 744, 140981, 2020.