

O PAPEL DA COBERTURA FLORESTAL NA DINÂMICA HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIBEIRÃO SAUANHA - ES

Bruno Sára Delmaschio ¹
João Gabriel de Moraes Pinheiro ²
Fábio Luiz Mação Campos ³
André Luiz Nascentes Coelho ⁴

RESUMO

A Mata Atlântica, bioma que até alguns séculos atrás recobria o Estado do Espírito Santo em sua totalidade, encontra-se hoje extremamente fragmentada, fruto de sucessivos processos de desflorestamento. Apesar disso, na região Serrana do Estado, ainda é possível encontrar porções significativas dessa vegetação e o município de Santa Teresa tem destaque nesse aspecto. No entanto, nos últimos anos, observa-se um aumento no desmatamento em áreas de formação florestal nativa na região para dar lugar a loteamentos onde são construídas chácaras e condomínios privados, sobretudo nas partes altas do relevo local. Essas alterações tendem a afetar a dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas, podendo acarretar prejuízos ambientais e socioeconômicos. Neste estudo, analisou-se a influência das mudanças no uso e cobertura da terra entre os anos de 1990 e 2022 nas vazões da bacia do Ribeirão Sauanha, cujo curso principal corta a sede do município de Santa Teresa. Para isso, utilizou-se o modelo hidrológico SWAT+, que permite criar cenários modificando vários componentes, dentre eles o uso da terra. Os resultados mostraram que o modelo teve sensibilidade às pequenas mudanças no uso e cobertura da bacia e que a forte presença da vegetação tem impacto positivo direto na hidrologia da bacia.

Palavras-chave: Modelagem Hidrológica; Recursos Hídricos; Geoprocessamento; Mata Atlântica; Mapbiomas.

INTRODUÇÃO

O município de Santa Teresa, situado na região serrana do Estado do Espírito Santo, abriga em seu território uma expressiva parcela de formações florestais da Mata Atlântica, sendo uma referência na preservação do bioma à nível estadual. Contudo, processos de desflorestamento na região vêm sendo noticiados nos últimos anos, como mostram as reportagens do Jornal A Gazeta

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, brunosdelmaschio@gmail.com;

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, jgmpinheiro.bge@gmail.com;

³ Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, fabiomacao@gmail.com;

⁴ Pós-Doutor em Geografia pela Universidade de Coimbra/CEGOT; Professor da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, alnc.ufes@gmail.com

(2020; 2022), onde é denunciado que a derrubada da mata se dá de forma ilegal, para fins de loteamento e construção. Essas alterações na paisagem caracterizam o processo de mudança no uso e cobertura da terra e são, em sua maioria, resultado de ações antrópicas para satisfazer objetivos imediatos (Choto e Fetene, 2019).

Mudanças no uso da terra afetam diretamente a dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica (Leta; Demissie; Koriche, 2017), visto que sua ocorrência tende a impactar o escoamento superficial, a recarga das águas subterrâneas, os picos de vazão e as relações infiltração-escoamento (Leta; Demissie; Koriche, 2017; Carvalho *et al.*, 2022), podendo levar à escassez de água, ao risco de enchentes e inundações, degradação dos solos, perda de biodiversidade, entre outros problemas socioambientais (Tumsa, 2023).

O desmatamento constitui um processo central nas mudanças de uso da terra, o que é especialmente preocupante devido à importância das florestas para a manutenção do ciclo hidrológico. Nesse contexto, Marchioro *et al.* (2011) demonstraram que áreas cobertas por Mata Atlântica favorecem a infiltração de água no solo e atenuam o escoamento superficial, um dos principais fatores desencadeadores dos processos de erosão e assoreamento.

Na tentativa de avaliar os efeitos desses processos, a modelagem hidrológica configura-se como uma importante ferramenta e Campos e Coelho (2022) ressaltam que os modelos hidrológicos auxiliam na tomada de decisões e podem direcionar melhor o planejamento para territórios delimitados politicamente ou naturalmente, como as bacias hidrográficas. O modelo hidrológico SWAT+ (*Soil and Water Assessment Tool*) permite agregar informações espaciais e temporais para simular processos operantes em bacias hidrográficas, como vazões e produção de sedimentos (Mosbahi *et al.*, 2023), permitindo modificar individualmente seus dados de entrada, o que flexibiliza as possibilidades de análise. Por outro lado, a necessidade de uma base de dados robusta representa um obstáculo, sobretudo pela falta de dados hidrometeorológicos detalhados em diversas regiões brasileiras (Bressiani *et al.*, 2015).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo quantificar as mudanças ocorridas sobre o uso e cobertura da terra da bacia do Ribeirão Sauanha e avaliar a influência na hidrologia utilizando o SWAT+. Pretende-se assim, verificar a comportamento das vazões e contribuir para a gestão da ocupação da bacia.

A área de estudo deste trabalho é a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Sauanha, localizada no município de Santa Teresa, região Serrana do Estado do Espírito Santo. A sede do município, com cerca de 10 mil habitantes, está situada na porção central da bacia, que possui aproximadamente 127 km² e sua altitude varia entre 631 m até 1.041 m, como pode ser visto na **Figura 1**.

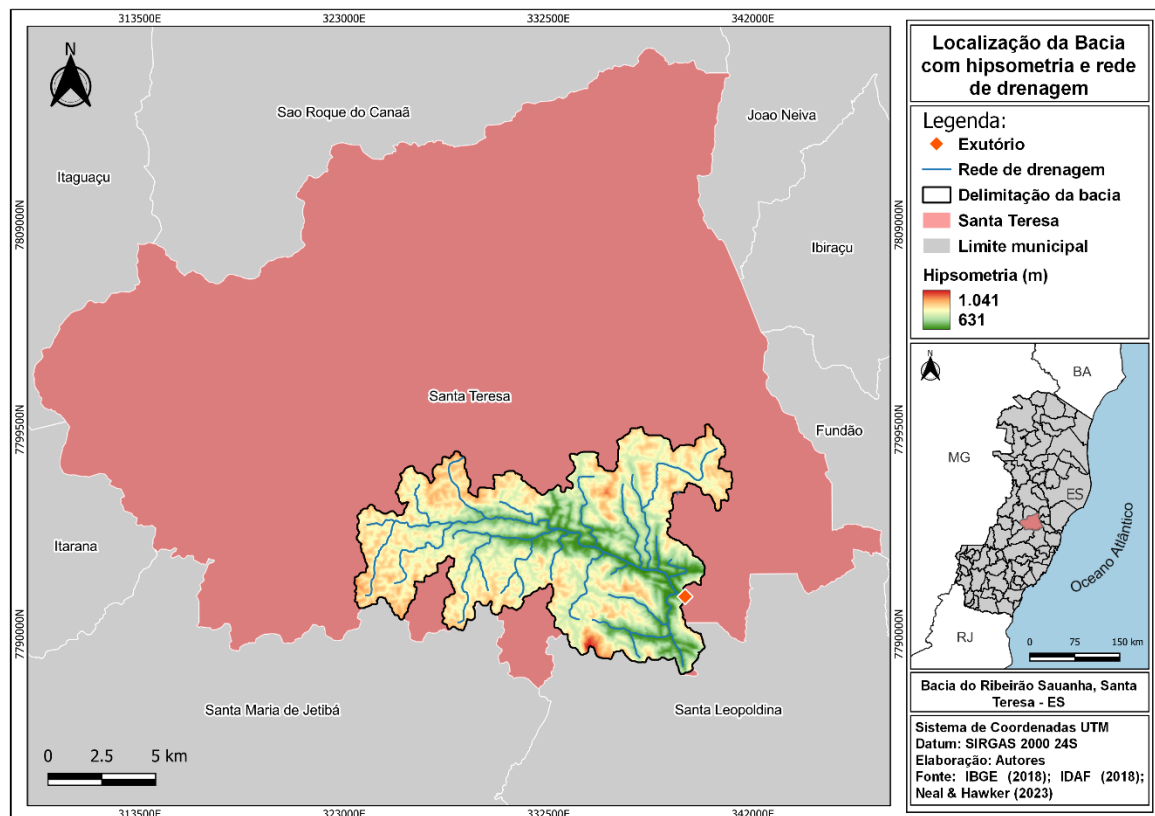


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Ribeirão Sauanha, com representação da hipsimetria e da rede de drenagem. Fonte: IBGE (2018); IDAF (2018); Neal e Hawker (2023). Elaboração: Autores.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada neste trabalho compreendeu a obtenção dos dados de entrada necessários à modelagem hidrológica e o posterior processamento, utilizando o software QGIS 3.22.7. O conjunto compreende dados de elevação, pedológicos, climáticos, de uso e cobertura da terra, entre outros dados geoespaciais complementares. Para verificação das características da bacia, sobretudo o uso e cobertura da terra, foi realizada uma visita de campo. Posteriormente, procedeu-se com a criação do cenário base da modelagem hidrológica, que foi calibrado e cujos valores obtidos para os parâmetros hidrológicos foram utilizados na elaboração dos demais cenários. Salienta-se que o único dado alterado entre os cenários foi o de uso e cobertura da terra. A representação esquemática da metodologia da pesquisa pode ser vista na **Figura 2**.

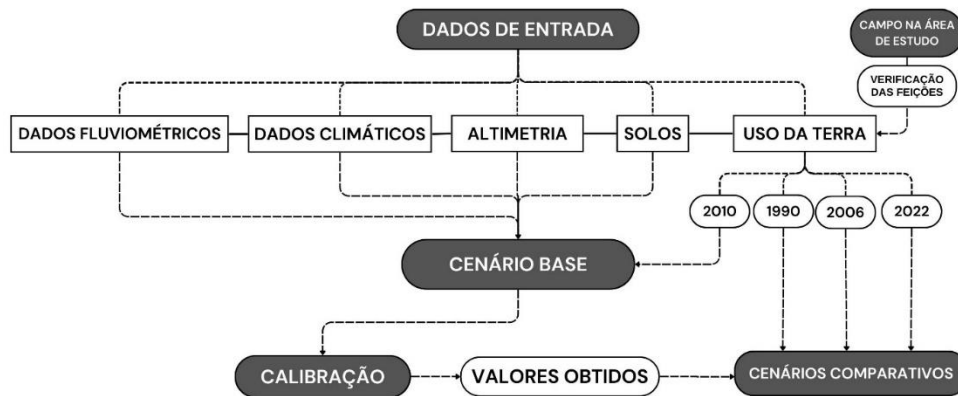


Figura 2: Fluxograma síntese das principais etapas da pesquisa. Fonte: Autores.

Dados de elevação: Para a delimitação da área da bacia, foi utilizado o MDE (Modelo Digital de Elevação) FABDEM (*Forest And Buildings removed Copernicus 30m DEM*), com resolução espacial de 30 metros (Neal e Hawker, 2023). A bacia foi delimitada à montante da estação fluviométrica nº 57040008 de forma automática pelo SWAT+ utilizando o MDE como base no QGIS.

Dados pedológicos: Os dados pedológicos necessários incluíram o mapa de solos do Espírito Santo, obtido junto ao Portal Geobases (Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo), os pontos de coleta de amostras de solo, disponibilizados pelo GeoInfo da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e planilhas contendo informações sobre as amostras, obtidas junto ao Banco de Dados de Solos (BDSolos), também da Embrapa.

Dados climáticos: No QGIS, foram identificadas as estações climáticas e pluviométricas localizadas dentro da área da bacia e em um raio de até dois quilômetros desta, utilizando um arquivo vetorial obtido junto à ANA. Dentre as estações, foram selecionadas apenas aquelas que apresentavam séries históricas consistentes no período de 1990 a 2020, totalizando 30 anos, conforme recomendação da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2017) para o cálculo de normais climatológicas. O conjunto de dados extraídos dessas estações foi utilizado na elaboração de planilhas contendo como variáveis precipitação, umidade, velocidade do vento, temperatura máxima e mínima e radiação solar.

Dados de uso e cobertura da terra: Para a classificação do uso e cobertura na bacia, foram utilizados dados de mapeamento em formato raster obtidos junto à plataforma Mapbiomas. Para a análise, foram selecionados três anos representativos: 1990, 2006 e 2022, sendo este último o dado mais recente no momento em que esta pesquisa teve início. O mapeamento do ano de 2010 foi utilizado para criação do cenário base.

Calibração dos cenários A calibração do modelo foi realizada a partir da criação de um cenário que utilizou dados de uso e cobertura da terra referente a um ano dentro do período de modelagem, com o objetivo de comparar os resultados com os registros de vazão da estação fluviométrica selecionada. Tendo em vista que os dados mais consistentes da estação fluviométrica 57040008 abrangem o período entre 2004 e 2014, e considerando a recomendação de Arnold *et al.* (2012) de aplicar um período de aquecimento de três anos para estabilizar as variáveis internas do modelo, a simulação foi conduzida entre os anos de 2007 e 2014. Com isso, para a calibração, foi escolhido o ano de 2010 como cenário base. Foi utilizado o RSWAT 3.1 (Nguyen *et al.*, 2022) para a seleção dos parâmetros e calibração dos valores, que posteriormente serviram para criar os cenários referentes aos anos de 1990, 2006 e 2022. Como dados de saída foram obtidas as vazões simuladas para o passo mensal e diário, com base no uso e cobertura de cada um dos anos mencionados. Por fim, os dados resultantes da simulação foram analisados e comparados com os dados observados e com as características da bacia, cujos resultados podem ser vistos a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso e cobertura da terra: A **Tabela 1** apresenta um comparativo, em porcentagem, das áreas ocupadas por classe de uso e cobertura mapeadas na bacia do Ribeirão Sauanha pelo Mapbiomas para os anos de análise deste trabalho.

Tabela 1: Comparativo da área, em porcentagem, ocupada por cada classe de uso e cobertura da terra na bacia.

Ano	1990	2006	2010	2022
Outras Áreas Não Vegetadas	0.02%	0.05%	0.02%	0.21%
Corpo D'água	0.04%	0.09%	0.08%	0.09%
Afloramento Rochoso	0.18%	0.16%	0.15%	0.12%
Outras Lavouras Perenes	0.15%	0.16%	0.15%	0.19%
Silvicultura	0.25%	0.70%	1.53%	0.77%
Área Urbana	0.48%	0.88%	0.99%	1.26%
Café	6.01%	4.62%	4.26%	4.22%
Pastagem	11.25%	3.99%	3.17%	3.66%
Mosaico de Usos	14.25%	21.66%	20.23%	23.03%
Formação Florestal	67.37%	67.68%	69.42%	65.98%
Outras Lavouras Temporárias	–	0.01%	–	0.47%
Campo Alagado	–	–	–	0.001%

Fonte: Autores.

A análise da tabela permite verificar que a classe *Mosaico de Usos*, que se caracteriza pela indistinção de pastagens e áreas agrícolas, foi a que apresentou maior crescimento no período, com

cerca de 9%, um aumento de 62% entre 1990 e 2022. Vale destacar que, por ocorrerem em regiões ainda não urbanizadas, os loteamentos da bacia tendem a ser mapeados nessa classe.

A área urbana corresponde à sede do município de Santa Teresa e quase triplicou no período, passando a representar 1.26% do total. A classe *Formação Florestal*, que atingiu seu maior valor no período no ano de 2010, onde possuía quase 88 km², representando 69.4% da área total da bacia, reduziu sua área para 84 km², 66% da área total em 2022, uma redução superior a 3%. Esse declínio ocorre justamente no período em que houve aumento no número de denúncias a respeito da derrubada ilegal da vegetação na região.

Modelagem hidrológica: A partir da obtenção dos índices de performance, como o Coeficiente de Determinação (R^2), o Coeficiente de Eficiência do Modelo de *Nash-Sutcliffe* (NSE), a Raiz do Erro Quadrático Médio (RSR) e o Percentual de Viés (PBias), foi possível avaliar o nível de confiabilidade das simulações realizadas. A **Tabela 2** apresenta a classificação dos valores desses índices com base em Leta *et al.* (2023).

Tabela 2: Classificação dos índices de performance após a calibração do cenário base (mensal e diário).

Índice de performance do modelo	Valores calibração mensal	Classificação	Índice de performance do modelo	Valores calibração diária	Classificação
R^2	0.76	Bom	R^2	0.58	Satisfatório
NSE	0.6	Satisfatório	NSE	0.55	Satisfatório
RSR	0.63	Satisfatório	RSR	0.67	Satisfatório
Pbias	20.43	Satisfatório	Pbias	20.51	Satisfatório

Fonte: Autores.

Os índices indicam que o Coeficiente de Determinação (R^2) evidenciou boa capacidade de reprodução da variabilidade dos dados observados no passo mensal, enquanto os valores de NSE indicaram ajuste satisfatório das vazões simuladas em ambos. O índice RSR reforça essa avaliação, apresentando valores dentro da faixa aceitável. Entretanto, os valores de Pbias indicam uma tendência de superestimação das vazões simuladas, da ordem de aproximadamente 20%.

De maneira geral, o SWAT+ apresentou bom desempenho e a modelagem pode ser considerada satisfatória, tendo em vista, sobretudo, a escassez de dados hidrometeorológicos, tanto em qualidade como em quantidade na área de estudo.

A **tabela 3**, apresenta um comparativo percentual entre o cenário base e os cenários alternativos, apresentando as vazões diárias médias, mínimas, máximas e da Q90, que é a vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo.

Tabela 3: Variação das vazões diárias média, mínima, máxima e Q90 em relação ao cenário base.

Vazão	Base (m³/s)	1990	2006	2022
Med	1.48	-0.41%	0.13%	-0.10%
Min	0.29	-1.73%	0.68%	0.34%
Máx	40.6	0.49%	0.49%	-0.25%
Q90	0.5	-0.60%	0.20%	-0.60%

Fonte: Autores.

Os resultados indicaram que as alterações no uso e cobertura da terra exerceram influência limitada sobre as vazões diárias da bacia no comparativo entre os cenários alternativos e o cenário base. A diferença entre as vazões médias foi inferior à 1%, com variações menos significativas nos anos de 2006 e 2022, temporalmente mais próximos do cenário base.

A vazão mínima foi superior à do cenário base nos anos de 2006 e 2022 e inferior no cenário do ano de 1990. Por sua vez, a vazão máxima simulada para os cenários de 1990 e 2006 foi superior à do cenário base, enquanto a de 2022 foi inferior.

Os valores de vazão representativos do percentual Q90 apresentaram baixa variabilidade temporal, mantendo-se próximos de 0.5 m³/s ao longo dos cenários analisados, o que indica relativa estabilidade nas condições de escoamento de base.

Esses valores indicam que a forte ocupação por cobertura vegetal na bacia amortece as variações nas vazões e estabiliza o escoamento. As poucas mudanças percentuais no uso e cobertura foram representadas por baixa variabilidade na vazão entre os cenários comparados, indicando que o desempenho do SWAT+ se deu de maneira adequada.

Para analisar a resposta hidrológica da bacia no cenário base, foi utilizado o SWAT+ Check, ferramenta essencial para entender o balanço hídrico e cuja análise dos resultados pode ser vista na **Figura 3**.

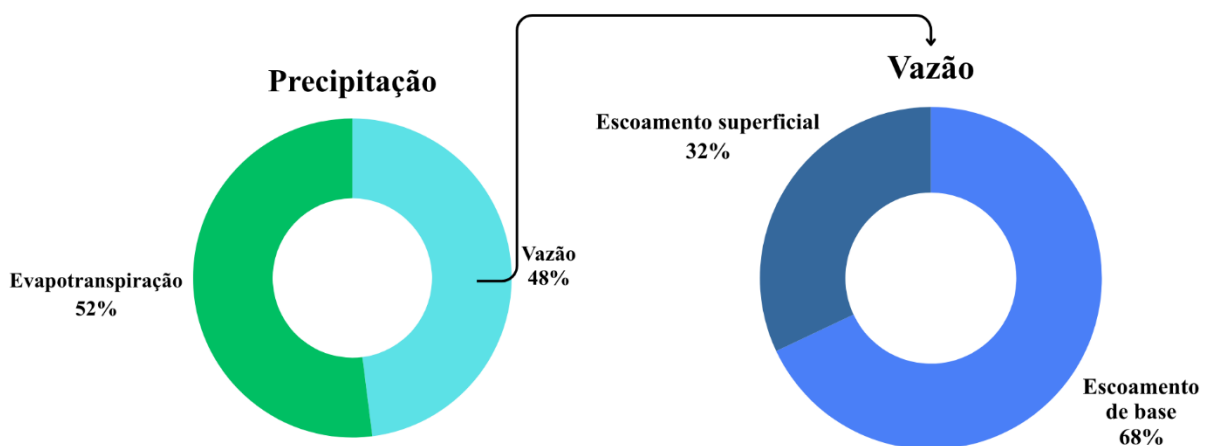


Figura 3: Gráficos representativos da resposta hidrológica da bacia. Fonte: SWAT+. Elaboração: Autores

Ao analisar os dados, verifica-se que 48% da precipitação é convertida em vazão e 52% transformada em evapotranspiração, o que está fortemente relacionado com a expressiva área ocupada pelas formações florestais na bacia. Observa-se também que, da água precipitada convertida em vazão, aproximadamente 68% são provenientes do escoamento de base, enquanto 32% correspondem ao escoamento superficial. Esse comportamento também está associado à cobertura vegetal da bacia, a qual favorece a infiltração de água no solo, que por sua vez, representa 29% da precipitação, promovendo o armazenamento hídrico e contribuindo para a liberação gradual da água aos cursos, reduzindo os picos de vazão e aumentando a participação do fluxo de base.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados de uso e cobertura da terra é possível afirmar que a bacia hidrográfica do Ribeirão Sauanha apresenta sua área de formação florestal bem preservada, representando quantitativo expressivo da bacia. Apesar disso, observa-se diminuição dessa classe entre os anos de 2010 e 2022, com redução de 3.44%, a maior no período analisado.

A influência do processo de expansão dos loteamentos ainda não foi perceptível na modelagem, mas o impacto das florestas na dinâmica hidrológica da bacia mostrou-se significativo, uma vez que esta apresentou altas taxas de infiltração da água precipitada no solo, contribuindo, entre outros aspectos, para a recarga do aquífero. Observa-se ainda a predominância do escoamento de base na composição da vazão, característica associada a áreas com maior cobertura florestal. Esse comportamento promove maior estabilidade hidrológica, ao reduzir o escoamento superficial, atenuar picos de vazão e minimizar processos erosivos que levam ao assoreamento dos cursos d'água. Como consequência, há também uma redução do risco de ocorrência de inundações na bacia.

A variação das vazões médias, mínimas, máximas e da Q90 entre os cenários foi amortecida pela grande presença da vegetação nativa na bacia e, de maneira geral, as mudanças mapeadas no uso e cobertura da bacia não influíram de forma significativa nos valores obtidos como resultados das simulações. A vazão diária da bacia mantém-se igual ou acima de 0.5 m³/s em 90% do tempo.

De maneira geral, o SWAT+ mostrou-se apto a realizar as simulações para a bacia, obtendo índices satisfatórios em praticamente todas as simulações, sem nenhum índice insatisfatório. Dessa forma, a metodologia pode ser considerada válida para representação dos objetivos propostos nesta pesquisa.

A escassez de dados meteorológicos na região representou um obstáculo para o abastecimento do modelo. Para fomentar futuras pesquisas, seria fundamental expandir a rede de coleta de dados hidrometeorológicos, tanto em quantidade quanto em qualidade. Essa ampliação permitiria uma melhor cobertura espacial e temporal, aumentando a precisão dos dados disponíveis e possibilitando análises mais robustas e confiáveis.

A realização de um estudo envolvendo a análise temporal das mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra em uma bacia hidrográfica configura-se como de extrema importância na tentativa de entender as transformações na paisagem e propor formas de gestão da ocupação da bacia que sejam sustentáveis, visando melhorar a disponibilidade e qualidade das águas, assim como mitigar os impactos de eventos extremos de precipitação.

REFERÊNCIAS

- A GAZETA. **Desmatamento em Santa Teresa pode afetar abastecimento de água**. 2020. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/desmatamento-em-santa-teresa-pode-afetar-abastecimento-de-agua-em11-cidades-1220>. Acesso em: 29 mai. 2023.
- A GAZETA. **Loteamentos irregulares no ES levam a desmatamento da Mata Atlântica**. 2022. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/loteamentos-irregulares-no-es-levam-a-desmatamento-da-mataatlantica-1022>. Acesso em: 29 mai. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Portal HidroWeb (SNIRH)**. 2023. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R.; SRINIVASAN, R.; WILLIAMS, J. R.; HANEY, E. B.; NEITSCH, S. L. **SWAT Input/Output File Documentation: Version 2012**. Temple: USDA Agricultural Research Service, 2012. Disponível em: <https://swat.tamu.edu/media/69296/swat-io-documentation-2012.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.
- BRESSIANI, D. DE A., GASSMAN, P.W., FERNANDES, J.G., GARBOSSA, L.H.P., SRINIVASAN, R., BONUMÁ, N.B., MENDIONDO, E.M. Review of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) applications in Brazil: Challenges and prospects. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v.8 (3), p. 9 - 35, 2015. DOI: 10.3965/j.ijabe.20150803.1765. Disponível em: <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/1765/0>. Acesso em: 02 jul. 2023.
- CAMPOS, F. L. M.; COELHO, A. L. N. Cartografia do relevo aplicada à alocação de práticas conservacionistas em bacias hidrográficas. Em: SANTOS, F. DOS (Ed.). **Geografia no Século XXI – Volume 8**. [s.l.] Editora Poisson, 2022. DOI: 10.36229/978-65-5866-200-6.CAP.02. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/geografia/seculo/volume8/GeoSec_vol8.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.
- CARVALHO, V. S. O.; CUNHA, Z. A. da; ALVARENGA, L. A.; BESKOW, S.; MELLO, C. R. de; MINELLA, A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Assessment of land use changes in the Verde River basin using two hydrological models. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 118, p. 103954, out. 2022. DOI: 10.1016/j.jsames.2022.103954. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez43.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85135942081>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- 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**, [s.l.], v.14,p. 84–99, 2019. DOI: 10.1016/j.rsase.2019.01.003. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez43.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85061809613>. Acesso em: 20 mai. 2023.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Banco de dados de solos – BD SOLOS**. 2023. Disponível em: https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html. Acesso em 12 dez. 2023.

GEOINFO. **Pronasolos**. 2023. Disponível em: https://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aperfis_pronasolos_20201202v2. Acesso em 12 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Portal INMET**. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2023.

LETA, M. K.; DEMISSIE, T. A.; KORICHE, S. A. Impacts of Land Use Land Cover Change on Sediment Yield and Stream Flow: A Case of Finchaa Hydropower Reservoir, Ethiopia. **International Journal of Science and Technology**, v.6,n.4,2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345842402_Impacts_of_Land_Use_Land_Cover_Change_on_Sediment_Yield_and_Stream_Flow_A_Case_of_Finchaa_Hydropower_Reservoir_Ethiopia Acesso em: 20 mai. 2023

LETA, M. K.; WASEEM, M.; REHMAN, K.; TRANCKNER J. Sediment yield estimation and evaluating the best management practices in Nashe watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 195, n. 6, p. 716, jun. 2023.

MAPBIOMAS.ORG. **Coleções. Uso e Cobertura**. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoesmapbiomas/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MARCHIORO, E.; FERNANDES, N. F.; MACEDO, J. R. de; BHERING, S. B.; GONÇALVES, A. O.; CAIADO, M. A. C. Modelagem da produção de sedimentos no noroeste fluminense como subsídio ao planejamento ambiental: um estudo de caso da bacia do córrego santa maria. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n. 1,16 nov. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i1.216>. Acesso em: 05 mai. 2023.

MOSBAHI, M.; KASSOUK, Z.; BENABDALLAH, S.; AOUISSI, J.; ARBI, R.; MRAD, M.; BLAKE, R.; NOROUZI, H.; BÉJAOU, B. Modeling Hydrological Responses to Land Use Change in Sejnane Watershed, Northern Tunisia. **Water**, v. 15, n. 9, p. 1737, 30 abr. 2023. DOI: 10.3390/w15091737. Disponível em: <https://www.scopus-com.ez43.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85159366900>. Acesso em: 27 jun. 2023.

NEAL, J.; HAWKER, L. **FABDEM V1-2**. University of Bristol, 2023. Disponível em: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/s5hqmjcdj8yo2ibzi9b4ew3sn/>. Acesso em: 11 jul. 2023.

NGUYEN, T. V.; DIETRICH, J.; DANG, T. D.; TRAN, D. A.; DOAN, B. V.; SARRAZIN, F. J.; ABBASPOUR, K.; SRINIVASAN, R. An interactive graphical interface tool for parameter calibration, sensitivity analysis, uncertainty analysis, and visualization for the Soil and Water Assessment Tool. **Environmental Modelling & Software**, [s. l.], v. 156, p. 105497, 2022. DOI: 10.1016/j.envsoft.2022.105497. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez43.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85136095850>. Acesso em: 18 set. 2023.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESPÍRITO SANTO. Geobases. **Downloads – Solos**. 2016. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/downloads>. Acesso em 19 de dez. de 2023.

TUMSA, B. C. The Response of Sensitive LULC Changes to Runoff and Sediment Yield in a Semihumid Urban Watershed of the Upper Awash Subbasin Using the SWAT+ Model, Oromia, Ethiopia. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2023, p. 1–18, 31 jan. 2023. DOI: 10.1155/2023/6856144. Disponível em: <https://www-scopus-com.ez43.periodicos.capes.gov.br/pages/publications/85148218106>. Acesso em: 16 jun. 2023.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Guidelines on the calculation of climate normals**. Geneva: WMO, 2017. Disponível em: <https://library.wmo.int/records/item/55797-wmo-guidelines-on-the-calculation-of-climate-normals>. Acesso em: 23 mai. 2025.