

# ESTUDO GEOMORFOLÓGICO E HIDROLÓGICO DO RIO PARAÍBA DO SUL COM USO DE GEOTECNOLOGIAS E MODELAGEM COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO CHUVA-VAZÃO

DHIEGO DA SILVA SALES, M.Sc. | IFF

VICENTE DE PAULO SANTOS DE OLIVEIRA, Dr. | IFF

JADER LUGON JUNIOR. Dr | IFF

## 1. INTRODUÇÃO

A intervenção humana nas áreas adjacentes aos cursos dos rios, seja na construção de diques, na remoção de cobertura vegetal nativa, em razão da expansão da atividade agropecuária, ou mesmo para a expansão das cidades, promovida pelo desenvolvimento das civilizações, tem contribuído para ocorrência de grandes modificações na paisagem e, por consequência, mudanças significativas na geomorfologia dos cursos d'água, bem como, na disponibilidade hídrica.

O estudo das bacias hidrográficas vem ganhando força nas últimas décadas, notadamente a partir da institucionalização desta como unidade de gestão, a partir da Política Nacional de Recursos Hídricos. Sendo uma área multidisciplinar e de ação coletiva, a gestão das águas representa uma temática sempre presente e permeada por conflitos, a partir dos usos múltiplos e de interesses quase sempre conflitantes, cabendo uma gestão pública participativa para mediar os conflitos, especialmente quando se trata de bacias federais, como a do Rio Paraíba do Sul, que ultrapassa o limite de três estados.

Partindo da premissa de que as intervenções ocasionadas pela ação humana atuam no desequilíbrio dos ecossistemas naturais, este trabalho lança mão de ferramentas de geotecnologias, compostas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem computacional para estudo das vazões na bacia do Rio Paraíba do Sul, sendo, esta pesquisa dividida em três partes, que são apresentadas na forma de artigos científicos.

O primeiro artigo deste estudo teve caráter diagnóstico, onde buscou-se verificar a ocorrência de modificações morfológicas nos 65 km finais de seu curso devido às forças geomorfológicas, com uso de ferramentas de SIG. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, de 2017,

associadas ao levantamento aéreo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado na região em 2005. As imagens foram utilizadas para classificar, vetorizar e posteriormente obter a quantificação e espacialização dos processos geomorfológicos fluviais. Para garantir que a variação do nível da água não interferisse na análise, foram observadas as medidas obtidas na estação fluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), em Campos dos Goytacazes. Portanto, as imagens utilizadas neste trabalho foram escolhidas para corresponder às mesmas medidas de nível no rio. Foi possível perceber que entre 2005 e 2017 houve uma perda significativa na largura média do rio na ordem de 34,75 m (4,53 %) e na área total na ordem de 2,26 km<sup>2</sup> (4,53 %). Além disso, o satélite Sentinel-2 foi considerado satisfatório para os propósitos da metodologia utilizada neste estudo.

O segundo artigo teve como objetivo realizar um conjunto de 49 experimentos para avaliar a sensibilidade do modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF) a diferentes parametrizações físicas, para estudos das precipitações, a fim de posteriormente realizar o acoplamento dos resultados de chuva no modelo hidrológico. Sete esquemas microfísicos foram testados em associação com sete esquemas convectivos para identificar a combinação que melhor representa a distribuição das chuvas na bacia do Paraíba do Sul. Os esquemas de camada limite planetária, camada superficial, radiação de onda longa e radiação de onda curta foram definidos a partir de quatro experimentos configurados com parametrizações físicas já utilizadas na mesma região e disponíveis na literatura. O modelo Global Forecast System (GFS) foi usado como um dado de condição de contorno lateral para o procedimento de redução da escala. Os experimentos foram realizados para o período de 2 a 6 de janeiro de 2019, por ser o período de

maior instabilidade, registrado pelas 19 estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas na bacia hidrográfica para o verão de 2018/2019. A fim de avaliar os experimentos de melhor desempenho, eles foram submetidos aos testes estatísticos BIAS, RMSE e MAE. O tempo de processamento gasto em cada experimento foi de 8 horas, considerando um computador com 8GB de memória RAM, processador Intel Core i5 8250U com velocidade de 1,60GHz e oito núcleos de processamento, onde cada experimento corresponde a um período de simulação de 4 dias, com dois domínios aninhados, onde a malha mais grosseira possui 67 x 54 células de ~16,5 km e a malha mais fina 120 x 81 células de ~5,5km. Os resultados apontaram um grupo de quatro combinações de esquemas microfísicos e *cumulus* estatisticamente semelhantes e com melhor desempenho médio.

O terceiro artigo teve por objetivo a modelagem hidrológica da bacia do Rio Paraíba do Sul, na plataforma MOHID Land, para estudo das vazões, a partir de seis diferentes entradas de precipitação. Foram criados dois cenários com variação temporal da chuva a partir da precipitação medida em 17 estações automáticas do INMET na bacia e interpoladas na ferramenta FillMatrix, pelos métodos *Inverse Distance Weighting* (TIN) e *Triangulated Irregular Networks* (IDW), respectivamente. Outros quatro cenários foram criados a partir de quatro experimentos simulados no modelo atmosférico WRF-ARW, e verificados como de melhor desempenho no artigo 2, correspondendo à variação espacial e temporal da precipitação. O modelo hidrológico foi alimentado com coeficiente de *Manning*, *Curve Number*, seções transversais (extraídas do banco de dados da ANA), e a curva de operação dos reservatórios (extraídas da sala de situação no website SIGA-CEIVAP). O período de análise corresponde ao mês de janeiro de 2019 (01/01/2019 00 UTC e 01/02/2019 00 UTC), com avaliação horária. Os dados de vazão medidos utilizados foram extraídos da estação fluviométrica da ANA, em Campos dos Goytacazes, e foram utilizados para os testes estatísticos de BIAS, MAE, MAPE, RMSE e Correlação de Pearson (R) para avaliação do modelo. Os resultados demonstraram que uma vez estabelecida a parametrização física de melhor desempenho no modelo atmosférico (WRF), a chuva modelada tem um desempenho superior a chuva interpolada (observada) para implementação no modelo hidrológico (MOHID) para estudo das vazões. O tempo de processamento gasto em cada cenário atmosférico foi de 66 horas, considerando um computador com 8GB de memória RAM, processador Intel Core i5 8250U com velocidade de 1,60GHz e oito núcleos de processamento,

onde cada cenário correspondeu a um período de simulação de 33 dias (mês de janeiro de 2019 acrescido de dois dias de *spin-up*), com dois domínios aninhados, onde a malha mais grosseira possui 62 x 51 células de 15 km e a malha mais fina 123 x 90 células de 5km. Para as simulações com o MOHID Land, o tempo de processamento gasto em cada cenário foi de 30 minutos, utilizando o mesmo *hardware* e com uma malha de 120 x 81 células de ~5,5km.

Este estudo pretendeu contribuir para o entendimento dos processos hidrológicos na bacia do Rio Paraíba do Sul, servindo de subsídio para as políticas públicas de gestão dos recursos hídricos, bem como a difusão da utilização do acoplamento do modelo atmosférico WRF ao modelo hidrológico MOHID Land. O ganho proveniente deste acoplamento, se concentra na tentativa de obtenção de melhor ajuste para estudos de vazão na medida em que melhores representações de chuva implicam em melhor resposta de vazão na bacia.

## REFERÊNCIA

SALES, D. S. Estudo geomorfológico e hidrológico do rio Paraíba do Sul com uso de geotecnologias e modelagem computacional para simulação chuva-vazão. Dissertação (Mestrado e Engenharia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Campos dos Goytacazes, RJ, 2020. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/pesquisa-e-inovacao/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado-em-engenharia-ambiental/dissertacoes-de-mestrado/2020>. Acesso em: 02/04/2021.