

AJUSTE DO MODELO MGB-IPH À BACIA DO RIO SAPUCAÍ PARA APLICAÇÃO EM PREVISÕES DE VAZÃO

Fabiane de Cássia dos Santos¹ (IC), Benedito Cláudio da Silva (PQ)¹
¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Inundações ribeirinhas. Modelo distribuído. Previsão hidroclimática. Sistemas de alerta.

Introdução

O presente estudo teve como objetivo desenvolver um modelo de previsão de vazão para a bacia do rio Sapucaí, utilizando o Modelo de Grandes Bacias – MGB e realizar previsões numéricas de vazão. A região de estudo foi alvo de diversos eventos de cheia, especialmente a cidade de Itajubá (MG), que geraram perdas humanas e impactos socioeconômicos e ambientais para o local. Nesse sentido, a realização de previsões pode contribuir para a tomada de decisão e diminuir ou evitar os impactos negativos.

Para o desenvolvimento do modelo foi utilizado o software QGIS com o plugin IPH-Hydro Tools e o MGB, desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Primeiramente foi realizado uma etapa de pré-processamento, utilizando um modelo digital de elevação e em seguida a etapa de processamento do modelo em si, que utilizou os dados da etapa anterior, além de dados de vazão de postos fluviométricos, pluviométricos e estações climáticas. Por fim, foi feita uma calibração do modelo, de forma com que os dados calculados se aproximassem da melhor forma aos dados observados

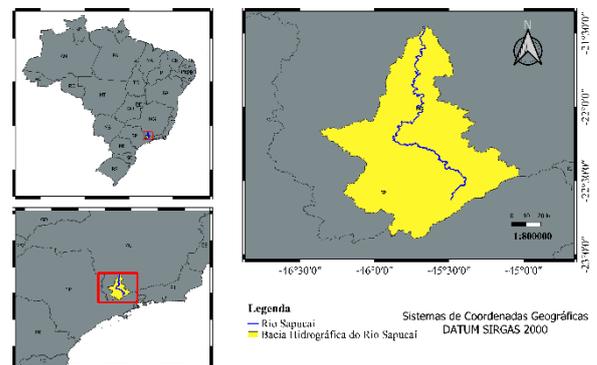
Metodologia

A área de estudo da referida pesquisa é a bacia do Rio Sapucaí, que integra a bacia do rio Grande e fica localizada na região sudeste do Brasil, nos paralelos 23°00' de latitude sul e 21°00' de latitude norte e os meridianos 45°00' e 46°24' de longitude oeste, atravessando São Paulo e Minas Gerais, como pode ser observado na Figura 1.

O Rio Sapucaí faz um percurso de aproximadamente 248 km, tendo início na Serra da Mantiqueira, na cidade de Campos do Jordão – SP, a uma altitude de 1620 metros, onde finalmente desagua no Lago de Furnas a 720 metros de altitude. Em seu percurso, o rio passa por 3 municípios do estado de São Paulo e 48 municípios de Minas Gerais. O solo da bacia, em sua maioria é ocupado por agricultura

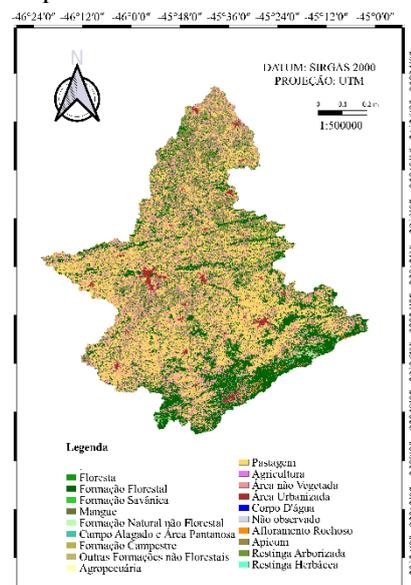
e pastagens e florestas, em menor quantidade. A figura 2 mostra a ocupação do solo na bacia, segundo a base de dados do MapBiomias.

Figura 1 – Mapa da localização geográfica e delimitação da bacia hidrográficas do Rio Sapucaí.



Fonte: (IBGE – 2021)

Figura 2 – Mapa de uso do solo da bacia do Rio Sapucaí

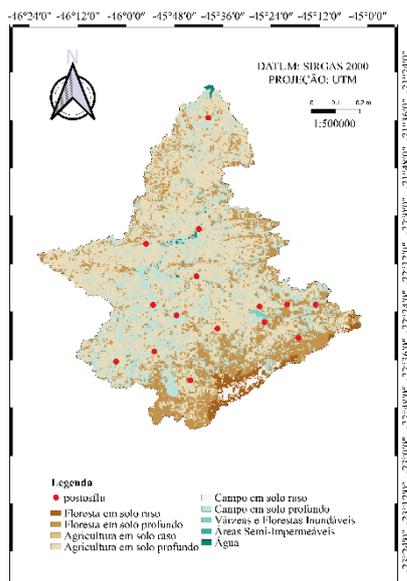


Fonte: (MapBiomias – Coleção (2022))

Depois de realizado uma caracterização da área de interesse, foi possível partir para a etapa de pré-processamento, que foi desenvolvida a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 90 m, obtido da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e adquirido pelo Google Earth Engine. Nessa etapa pode-se realizar a discretização da bacia em mini-bacias, a partir da segmentação da rede de drenagem. Como resultado, gerou-se uma bacia discretizada em 1966 mini-bacias.

Por fim, foi possível gerar como produto final dessa primeira etapa, um arquivo contendo todas as informações topológicas das mini-bacias, como localização, área de drenagem, comprimento dos trechos de rio e entre outros dados que serão utilizados nas próximas etapas. Para isso, foi necessário adicionar um mapa de Unidades de Resposta Hidrológica (URHs) que consiste em uma representação de regiões hidrológicamente homogêneas dentro da bacia. Nesse caso, foi utilizado o mapa de URHs de toda a América do Sul, com resolução espacial de 400m, disponibilizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme a Figura 3.

Figura 3 – Unidades de Respostas Hidrológicas da Bacia do Rio Sapucaí



Fonte: (Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2015)).

Além disso, foi necessário também incluir no pré-processamento as sub-bacias, que foram geradas a partir das coordenadas de postos fluviométricos, conforme a Figura 4. Para a seleção desses postos na bacia buscou-se uma série com dados de vazão desde 1980, encontrando um total de 15 postos pluviométricos, que estão representados na Figura 5.

Figura 4 – Sub-bacias do Rio Sapucaí

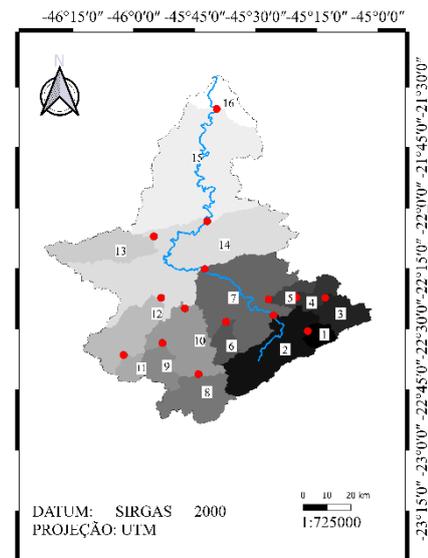
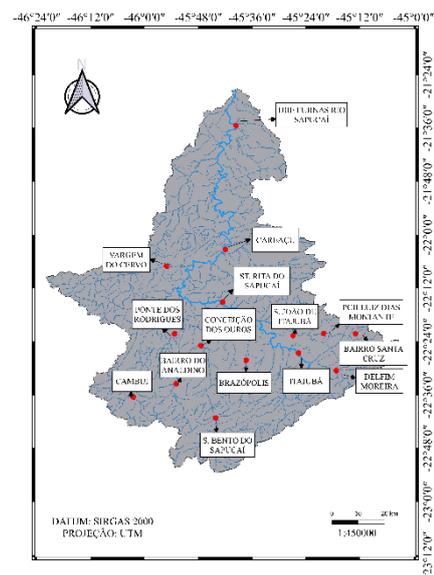
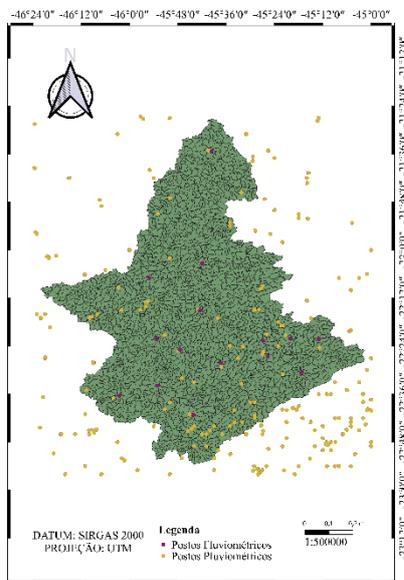


Figura 5 – Postos Fluviométricos da bacia do Rio Sapucaí



Já na segunda etapa, para o processamento do modelo no plugin do MGB, foram selecionados postos de chuva para a região de interesse por meio da ferramenta ANA data acquisition, obtendo 257 postos pluviométricos, e posteriormente foi realizada uma interpolação dos dados de chuva. Além disso, foram selecionados também 9 postos de clima, utilizando dados do INMET. A Figura 6 mostra a localização dos postos selecionados.

Figura 6 – Postos Pluviométricos e Estações Climáticas da bacia do Rio Sapucaí



Como resultado da simulação, foi obtido hidrogramas de vazões calculadas pelo MGH-IPH e vazões observadas nos postos fluviométricos. Além disso, com o resultado obtido no processamento, foi realizado calibrações, com o software Visual Studio, onde foram utilizados os dados dos 15 postos fluviométricos que definem as sub-bacias de 1 a 15. Nessa calibração, foi modificado alguns parâmetros, de forma com que o coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) e o coeficiente de Nash-Sutcliffe do logaritmo das vazões e (NS_{log}) obtivessem valores o mais próximo de 1 e os erros de volumes fossem menores possíveis.

Resultados e discussão

Os hidrogramas resultantes, calculado e observado, em algumas das sub-bacias do rio Sapucaí no período de calibração de janeiro de 1980 a dezembro de 1989 são apresentados nas Figura 7 a 9. É possível observar que, de uma maneira geral o comportamento das curvas simuladas está bem representado. Os resultados mostram que o modelo tem um bom desempenho em representar a maioria das sub-bacias. As maiores dificuldades são para as bacias menores, com área abaixo de 500 km², como no caso de Delfim Moreira Essa é um comportamento esperado do modelo, uma vez que foi desenvolvido para bacia de grande escala.

Em algumas bacias se observa uma maior diferença na representação dos picos de vazão, que tendem a ser

superestimados pelo modelo. A causa pode estar na dificuldade de modelar o transbordamento do rio e inundação das áreas de planície alagável da bacia. Quando o rio transborda há um amortecimento dos picos de vazão. Uma possibilidade para melhorar essa representação é utilizar um modelo digital do terreno de resolução mais refinada, o que pode ser feito em trabalhos posteriores.

Figura 7 – Vazões calculados e observadas no período de calibração para a sub-bacia do posto Delfim Moreira.

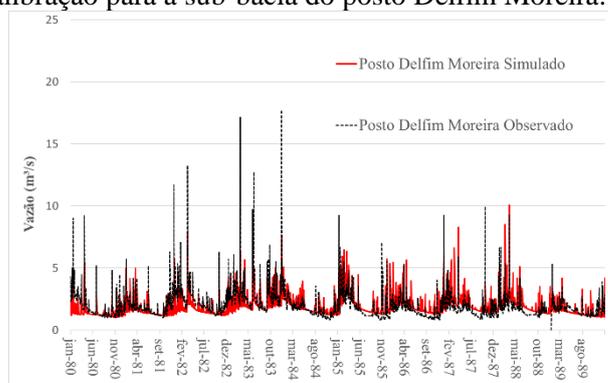


Figura 8 – Vazões calculados e observadas no período de calibração para a sub-bacia do posto Santa Rita do Sapucaí.

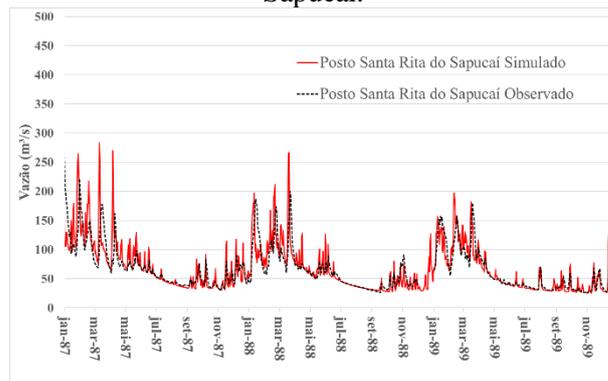
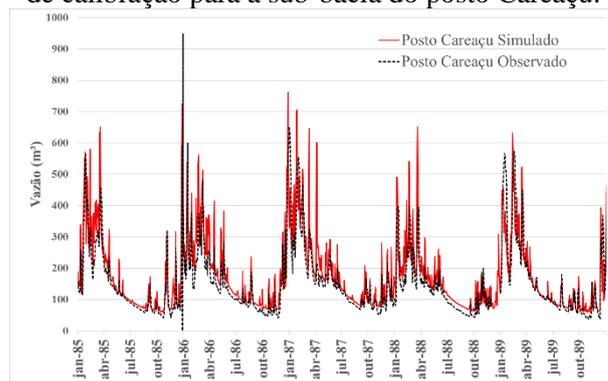


Figura 9 – Vazões calculados e observadas no período de calibração para a sub-bacia do posto Careaquê.



Na tabela 1 são apresentados os resultados das estatísticas

de ajuste do modelo. Os valores dos coeficientes NS e NSlog devem ser entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, melhor o ajuste. Valores acima de 0,7 são considerados muito bons e entre 0,4 e 0,7 são bons ajustes. Valores de NS indicam o desempenho do modelo na representação das vazões médias e altas, enquanto que o NSlog representam o desempenho nas mínimas. Nota-se que há um maior número de bacia com NSlog acima de 0,7, indicando melhor desempenho do modelo com as vazões do período de estiagem. Para os erros de volume (EVOL) o ideal é que seja próximo de zero. Observa-se na Tabela 1 que para a maioria da sub-bacias o valor é menor do que 10%, que representa um ótimo ajuste e indica que o modelo representa bem o balanço de água na bacia.

Tabela 1 – Resultados das estatísticas de ajuste do modelo para o período de calibração, de 1980 a 1989.

Sub-bacia	NS	Nslog	EVOL
1	0,449	0,415	-1,90
2	0,769	0,672	1,72
3	0,671	0,791	-2,99
4	-	-	-
5	0,819	0,826	8,64
6	0,647	0,550	34,86
7	0,615	0,813	5,20
8	0,479	0,549	23,39
9	0,472	0,675	29,49
10	0,474	0,469	41,12
11	0,510	0,733	7,87
12	0,752	0,851	-4,04
13	0,717	0,747	-0,62
14	0,745	0,856	1,68
15	0,697	0,821	10,29

Conclusões

Este trabalho teve por objetivo realizar a calibração do modelo hidrológico MGB para a bacia do rio Sapucaí, afluente do rio Grande. Dentre as principais conclusões, destaca-se que o modelo MGB requer uma extensa base de dados sobre as características físicas da bacia hidrográfica, e nem sempre os dados disponíveis possuem a cobertura e resolução adequados. Mas mesmo assim, é possível realizar um bom ajuste do modelo e os resultados mostram que ele representa adequadamente o comportamento dos rios da bacia. As maiores dificuldades são a representação das vazões de pico dos hidrogramas, mas isso é uma dificuldade normal nos modelos hidrológicos, devido a deficiência nos dados e na estrutura do modelo. Com esses resultados, o modelo

está pronto para ser aplicado com objetivo de gerar previsões de vazão para toda a bacia, utilizando previsões de chuva de modelos atmosféricos. Recomenda-se que trabalhos futuros avaliem possíveis melhoras no ajuste do MGB a partir do uso de mapas e dados mais refinados sobre a características da bacia.

Agradecimento

Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá pela oportunidade e pela FAPEMIG pela concessão da bolsa de Iniciação Científica da primeira autora.

Referências

- ALVES, M.E. et al. **Manual de aplicação do modelo MGB utilizando o IPH-HYDRO Tools**. Porto Alegre: UFRGS, 2020.
- ANDREOLLI, I. **Previsão de Vazão em Tempo Real no Rio Uruguai com Base na Previsão Meteorológica**. Porto Alegre, RN, 2003. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2003. 182p.
- ARAUJO, Amanda Sousa. **Calibração do modelo MGB-IPH na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró**. Natal, RN, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017. 18p
- COLLISCHONN, W. et al. **Manual de Referência Teórica do MGB**. Porto Alegre: UFRGS, 2020.
- FAN, F.M., et al. (2016). **Sobre o uso da persistência de previsões determinísticas de vazão para a tomada de decisão**. Revista Brasileira de Meteorologia. São Paulo, SP, v. 31, n. 2, p. 218-228. 2015.
- MARTINS, Cinthia Mara Santos. **Previsão de cheias por conjunto para bacia hidrográfica do rio Sapucaí**. Itajubá, MG, 2017. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, 2017. 101p.
- SILVA, B. C. da.; **Previsão hidroclimática de vazão para a bacia do rio São Francisco**. Porto Alegre, RN, 2005. Tese doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005. 280 p.
- SILVA, B. C. da.; TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. **Previsão de Vazão com Modelos Hidroclimáticos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RN, 2006. v. 11, n. 3, p. 15 – 29.
- SIQUEIRA, P. C. **Simulação hidrológica de cenários de uso do solo na bacia do rio Sapucaí**. Itajubá, MG. 2017. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Itajubá, 2017. 83p.