



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Simulação hidrológica da bacia do Rio Vacacaí¹



André Fogliarini Parcianello¹; Carolina Kannenberg²; Felipe Theodorovitz Mendoza³; Guilherme Goergen⁴; Fabíola Carolina Valente⁵; Nelson Navarrete⁶; Roilan Hernández Valdés⁷; Jonatan Dupont Tatsch⁸

¹ Acadêmico do Curso de Bacharel em Meteorologia, Depto. Física, UFSM, Santa Maria, RS, decofog@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Bacharel em Meteorologia, Depto. Física, UFSM, Santa Maria, RS, carolinakannenberg@gmail.com

³ Meteorologista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UFSM, Santa Maria, RS, lipetheo.mendoza@hotmail.com

⁴ Matemático, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UFSM, Santa Maria, RS, guilherme.goergen@gmail.com

⁵ Física, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UFSM, Santa Maria, RS, fabiola_krolina@gmail.com

⁶ Matemático, Pós-Doutorando em Meteorologia, UFSM, Santa Maria, RS, nelsonvn@gmail.com

⁷ Meteorologista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, UFSM, Santa Maria, RS, roylanhv@gmail.com

⁸ Meteorologista, Professor Adjunto, Depto. Física, UFSM, Santa Maria, RS, jdtatsch@gmail.com

RESUMO: Neste trabalho utilizou-se um ambiente para avaliação e desenvolvimento de modelos hidrológicos concentrados (Hydromad), para simulação da vazão diária na bacia do Rio Vacacaí na região central do RS. Os testes incluíram diferentes modelos para componente de quantificação da umidade do solo (SMA) e para a componente de propagação da água (UH). O módulo SMA calcula a evapotranspiração (método de Priestley-Taylor) e o balanço hídrico para determinar a precipitação efetiva. O módulo UH converte a precipitação efetiva em vazão através de modelos simplificados de propagação da água até o exutório da bacia. As entradas na escala diária requeridas pelos modelos testados são: precipitação e temperatura do ar. A temperatura média na bacia foi estimada como a média da temperatura das estações meteorológicas de Santa Maria, Santana do Livramento, Encruzilhada do Sul e Bagé. Os dados de precipitação diária de 17 estações pluviométricas da ANA foram interpolados pelo método de ponderação pelo inverso da distância. Os dados de vazão diária do Posto Fluviométrico Passo das Tunas (10000 km²), da ANA, foi usado para calibração dos modelos, uma vez que é o posto disponível com maior área de drenagem na bacia. O desempenho das diferentes estruturas de modelos hidrológicos, resultantes das combinações dos quatro sub-modelos em cada componente SMA e UH, foram bastante variáveis. Optou-se por testar diferentes métodos de otimização de parâmetros e de combinação de componentes. A melhor combinação foi entre o modelo CWI (para componente SMA, parâmetros: $tw = 75$, $f = 4$, $l = 0$, $t_{ref} = 20$) e do modelo EXPUH com os parâmetros (componente UH, parâmetros: $\tau_s = 76.2$, $\tau_q = 5$, $v_s = 0$). O índice de eficiência do modelo calibrado indicou $NSE = 0,75$ e um baixo viés relativo (superestimativa de 2,5 %). Esses resultados sugerem um desempenho satisfatório do HYDROMAD na simulação do deflúvio da bacia do Rio Vacacaí.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade hídrica, Bacia hidrográfica, Rio Vacacaí.

Hydrological simulation of Vacacaí River Basin

ABSTRACT: The next 50 years is estimated a population increase of 50% that will require twice of the current agricultural production. The use of water in agriculture accounts for ~ 66% of total renewable water resources available and for 85% of global water consumption, it is expected that future water demand will rise to between 4500 and 6200 km³ H₂O / year. These projections highlight the need for new management mechanisms to simultaneously reconcile agricultural economic demand with water security, environmental and climate change. In this context, the use of hydrological models is a crucial tool for the representation of hydrological processes on the scale of hydrographic basin and assess the implications of hypotheses of different usage scenarios and water demand. In this work we used a room for evaluation and development of concentrated hydrological models (Hydromad), for simulation of

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

daily flow in the basin of Rio Vacacaí in central RS. The tests included different models for component quantification of soil moisture (SMA) and the component of the spread of water (UH). The SMA module calculates the evapotranspiration (Priestley-Taylor method) and the water balance to determine the effective rainfall. The UH module converts the effective precipitation in flow through simplified models of water spread to the basin's outfall. The entries in the daily scale required by our models are: precipitation and air temperature. The average temperature in the basin was estimated as the average temperature of the weather stations of Santa Maria, Santana do Livramento, South Crossroads and Bage. The daily precipitation data from 17 rain gauge ANA stations were interpolated by inverse distance weighting method. The daily flow rate data of the gaging station Passo das Tunas (10000 km²), ANA, was used for calibration of the models, since is the available place at an area in the drain bowl. The performance of the different structures of hydrological models, resulting from combinations of the four sub-models in each SMA and UH component, were quite variable. We chose to test different optimization methods of parameters and combination of components. The best combination was between the CWI model (for SMA component, parameters: $t_w = 75$, $f = 4$, $l = 0$, $t_{ref} = 20$) and EXPUH model with parameters (UH component, parameters: $\tau_s = 76.2$, $\tau_q = 5$, $v_s = 0$). The calibrated model efficiency index indicated $NSE = 0.75$ and a low relative bias (overestimation of 2.5%). These results suggest a satisfactory performance of HYDROMAD in the simulation of runoff from the Vacacaí River basin.

KEY WORDS: Water availability, Hydrographic basin, Vacacaí River

INTRODUÇÃO

Nos próximos 50 anos estima-se um aumento populacional de 50% que exigirá o dobro da produção agrícola atual. O uso da água na agropecuária responde por ~66% do total dos recursos hídricos renováveis disponíveis e por 85% do consumo de água global, se prevê que a demanda hídrica futura subirá para um valor entre 4500 e 6200 km³ H₂O/ano. Essas projeções evidenciam a necessidade de novos mecanismos de gestão para conciliar simultaneamente a demanda agroeconômica com a segurança hídrica, ambiental e às mudanças climáticas. Nesse contexto, o uso de modelos hidrológicos é uma ferramenta crucial para representação dos processos hidrológicos na escala de bacia hidrográfica e avaliar as implicações de hipóteses de diferentes cenários de uso e demanda da água. O ambiente para avaliação e desenvolvimento de modelos hidrológicos concentrados (Hydromad, Andrews 2011) permite estimar a disponibilidade de água, na escala de bacia hidrográfica, para as atividades humanas, em especial, para a agropecuária. A vantagem desse sistema de modelagem é possibilitar o teste de diferentes estruturas das componentes dos modelos hidrológicos.

Nesse trabalho o objetivo principal foi a calibração do modelo hidrológico (Hydromad) para a região central do Rio Grande do Sul, estimando a vazão para o posto Fluviométrico de medida Passo das Tunas da Agência Nacional de Águas e que é o com maior área de drenagem da bacia do Rio Vacacaí.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de precipitação diária utilizados foram obtidos de 17 estações pluviométricas da ANA e interpolados pelo método de ponderação pelo inverso da distância. Os dados de temperatura média do ar foram estimados como a média da temperatura das estações meteorológicas de Santa Maria, Santana do Livramento, Encruzilhada do Sul e Bagé.

O ambiente Hydromad foi utilizado pois permite testar diferentes componentes de modelos hidrológicos concentrados. As componentes são: (I) a de quantificação da umidade do solo (SMA) que

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

determina a precipitação efetiva; (ii) a componente de propagação da água no rio (UH) que determina a vazão no ponto de medida de interesse. Os testes realizados incluíram diferentes modelos para componente SMA e para a UH. O módulo SMA calcula a evapotranspiração (método de Priestley-Taylor) e o balanço hídrico para determinar a precipitação efetiva. O módulo UH converte a precipitação efetiva em vazão através de modelos simplificados de propagação da água até o exutório da bacia. Os dados de entrada são: precipitação e temperatura do ar.

Várias simulações foram realizadas, modificando-se os sub-modelos que apresentaram melhor resposta de vazão no exutório da bacia, em relação ao observado foram o CWI (índice de umedecimento da bacia) da componente SMA e o EXPUH da componente UH.



Figuras 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí no estado do Rio Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os vários métodos de otimização de parâmetros e de combinação de componentes utilizados nas simulações, a melhor combinação foi do modelo CWI (índice de captação de umidade), pertencente à componente de umidade do solo, SMA e do modelo EXPUH, dentro da componente de propagação da água, UH. Os parâmetros da CWI que originaram melhores resultados foram: temperatura de referência $t_{ref} = 20$; taxa de secagem à temperatura de referência $tw = 75$ e dependência da taxa de secagem em relação à temperatura $f = 4$. No modelo EXPUH, os parâmetros com melhores resultados foram as constantes de tempo $\tau_s = 76,2$ e $\tau_q = 5$.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar que os resultados obtidos com o modelo subestimam os picos de vazão na maior parte da série de dados (compreendidos entre 25/12/2001 até 31/12/2008) para o Posto Fluviométrico Passo das Tunas, da ANA.

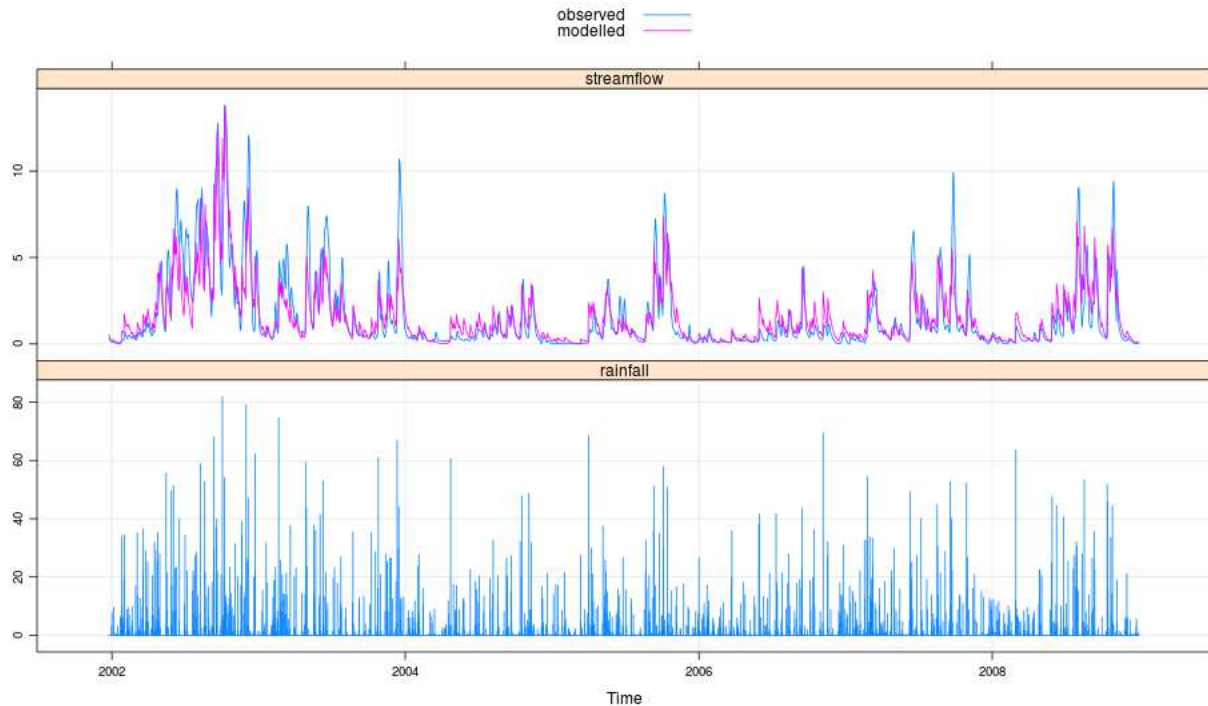
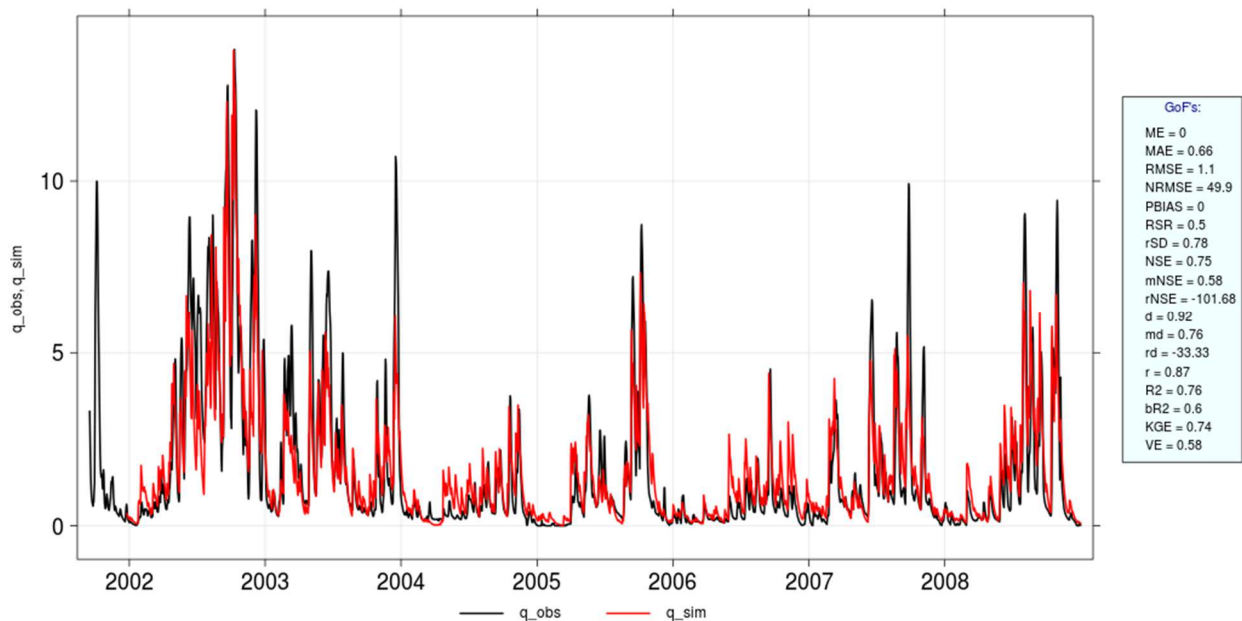


Figura 1. Relação da vazão observada e simulada no modelo Hydromad. Em baixo, a precipitação diária durante o período avaliado.



A Figura 2 mostra novamente a relação entre a vazão observada e a simulada e exibe os índices estatísticos calculados no modelo. O erro médio absoluto (MAE) foi de 0,66 mm, o RMSE foi 1,1 e o índice de concordância foi de 92%. O modelo em geral indica tendências de super ou subestimativa conforme o resultado dos índices PBIAS.

Figura 2. Relação da vazão observada (em preto) e simulada (em vermelho) no modelo Hydromad. À direita, os índices estatísticos calculados no modelo.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Na Figura 3, é aplicada uma escala logarítmica com a finalidade de realçar as diferenças observadas no escoamento básico simulado e observado, onde observou-se que o escoamento básico tende a ser superestimado.

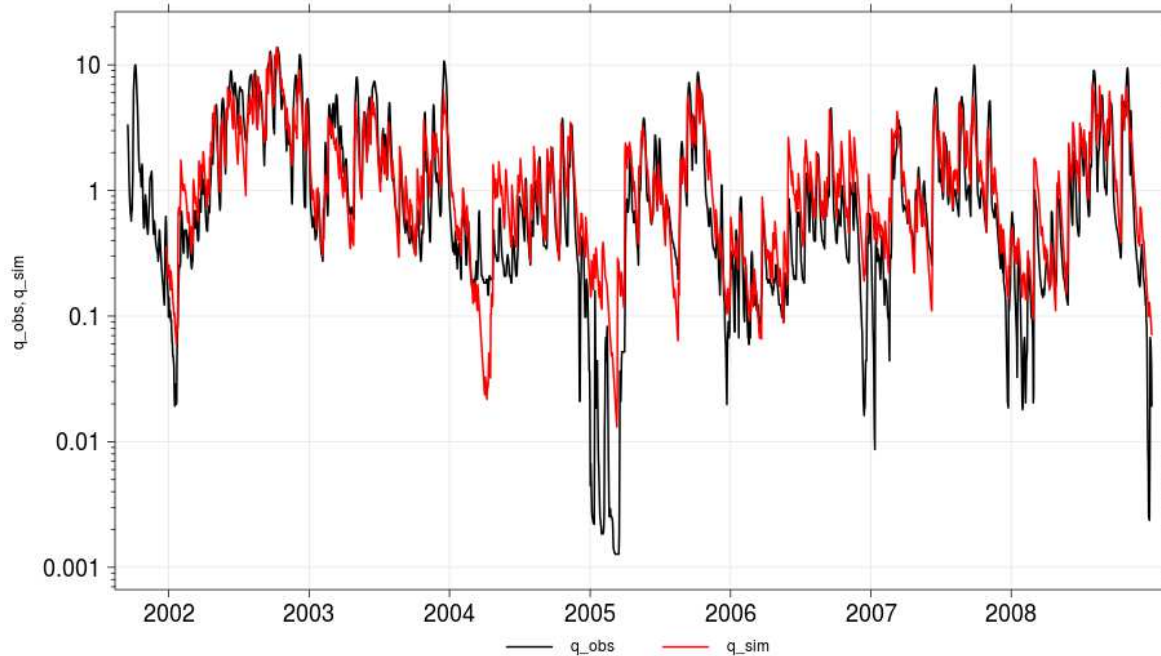


Figura 3. Relação da vazão observada (em preto) e simulada (em vermelho) na escala logarítmica.

CONCLUSÕES

Ao utilizar o ambiente de simulação hidrológica Hydromad na região central do Rio Grande do Sul, foi possível obter uma boa estimativa da vazão da bacia hidrográfica do rio Vacacaí. Dessa forma, pode-se afirmar que o modelo simula com acurácia satisfatória a disponibilidade hídrica dessa bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrew, F. T. **An open software environment for hydrological model assessment and development**, 2011. *Environmental Modelling & Software*, p.1171-1185.