

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS HIDROLÓGICOS À ESCALA DA BACIA HIDROGRÁFICA: DOIS MODELOS, UM CASO EM ESTUDO

ALENCOÃO, A.M.P. ^(1,2) & PACHECO, F.A.L. ^(1,3)

⁽¹⁾ Departamento de Geologia, ⁽²⁾ Centro de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000 Vila Real
alencoa@utad.pt, fpacheco@utad.pt

⁽³⁾ Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra

Resumo

Os modelos de balanço hídrico à escala da bacia hidrográfica constituem metodologias passíveis de ser utilizadas com vista à estimativa de parâmetros hidrológicos subterrâneos que, sobretudo em meio fracturado, são frequentemente difíceis de quantificar.

Neste trabalho aplicam-se dois modelos que visam a quantificação das componentes superficial e subterrânea do escoamento fluvial, um que utiliza séries de dados facilmente mensuráveis, nomeadamente precipitação, escoamento fluvial e temperatura (Alencão e Pacheco, 2006) e outro que requer a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (ArcSWAT, Winchell *et al.*, 2008) e informação espaço-temporal extensa e detalhada. No primeiro caso, combinando equações de regressão entre a precipitação (P) e o escoamento fluvial (Q) com equações simples de balanço hídrico, estimam-se parâmetros como a infiltração, os escoamentos directos e de base, e a variação do armazenamento de água no solo. A escala espacial é a bacia hidrográfica e a temporal a mensal. O modelo é aplicável a regiões de clima temperado com duas estações distintas, uma fria e húmida e outra quente e seca. No segundo caso, simulam-se caudais fluviais, totais, superficiais e subterrâneos, tendo por informação de base dados climatológicos diversos (precipitações, temperaturas, velocidade do vento, radiação solar e humidade relativa) e informação sobre as características físicas da bacia hidrográfica (topografia, rede de drenagem, solos) e sobre a sua cobertura vegetativa/uso. O ArcSWAT começa por delinear o padrão de drenagem a partir da leitura e interpretação do modelo digital do terreno que abrange a bacia hidrográfica, associando-lhe as respectivas sub-bacias que de seguida são subdivididas em unidades de resposta hidrológica (URH). As URH constituem sectores da sub-bacia homogêneos relativamente à topografia (declive), solos e uso do solo. Após delimitação das sub-bacias e URH, o ArcSWAT caracteriza-as relativamente às suas propriedades geométricas e climáticas. No final da caracterização geométrica, hidrológica e climatológica procede ao cálculo das componentes do escoamento associadas a cada URH recorrendo a equações de balanço hídrico e a modelos de fluxo adaptados às condições de escoamento superficial, sub-superficial e subterrâneo, sendo de seguida conduzidos os respectivos volumes de água até às linhas de água e ao longo destas até ao ponto mais a jusante da bacia no qual é contabilizado o valor global do caudal.

A área em estudo é a bacia hidrográfica do rio Terva, localizada na região norte de Portugal, com uma área de 99 km² e uma altitude média de 696,5 m. Trata-se de uma bacia alongada e extremamente assimétrica, coberta essencialmente por litossolos e apresentando manchas de cambissolos e fluvisolos ao longo das linhas de água principais. Sob o ponto de vista geológico afloram maioritariamente granitos (aproximadamente 95% da área total), surgindo apenas na zona mais a jusante pequenas manchas de metassedimentos. O uso do solo é diversificado, incluindo florestas de folhosas, resinosas e mistas, zonas de pastagem natural e produzida, áreas de cultivo e urbanas, e sectores desprovidos de vegetação ou cobertos por matos. O rio Terva, com um comprimento de 19 km, é um afluente da margem direita do rio Tâmega com o qual conflui a uma cota de 500 m. Em termos climáticos esta região caracteriza-se pela existência de dois períodos distintos, o Inverno frio e chuvoso e o Verão quente e seco. A Primavera e o Outono são períodos de transição, amenos e de curta duração.

A aplicação do modelo das regressões P vs. Q recorreu a dados de precipitação mensal de 6 estações udométricas circundantes da bacia e instaladas a uma altitude média de cerca de 720 m, que foram ponderados para a bacia utilizando o método dos polígonos de Thiessen. Os referidos dados correspondem a um período de 15 anos que constitui também o intervalo temporal para os dados de caudal registados na estação hidrométrica de Boticas. A ETP foi calculada pelo método de Thornthwaite-Matter. O SWAT seleccionou as 3 estações com dados de precipitação diária no período em apreço, localizadas na vizinhança Oeste da bacia; atribuiu a cada sub-bacia os dados registados na estação mais próxima da mesma, corrigidos relativamente à altitude, e associou à bacia hidrográfica a média ponderada das precipitações afectas a cada sub-bacia, sendo que o factor de ponderação foi a área da sub-bacia. A maior parte da bacia do Terva ficou associada a duas estações instaladas a uma cota média de cerca de 850 m. A ETP foi calculada pelo método de Penman-Monteith.

Na Figura 1 apresenta-se o escoamento fluvial estimado pelo ArcSWAT comparativamente ao escoamento (Q) medido na estação hidrométrica bem como os rácios da precipitação mensal sobre a bacia, tal como estimada pelos métodos dos polígonos de Thiessen (P_T) e pelo ArcSWAT (P_S). Apresentam-se também os resultados obtidos pelos modelos das regressões P vs. Q e ArcSWAT, relativamente às componentes superficial (Q_s) e subterrânea (Q_g) do escoamento. A simulação produzida pelo ArcSWAT para o Q sobreavalia o valor deste parâmetro, conforme se deduz da análise da Figura 1, provavelmente devido ao facto da precipitação sobre a bacia também ter sido sobrestimada na sequência da utilização de estações udométricas representativas essencialmente do sector Oeste da bacia onde se registam as altitudes mais elevadas. Corrigindo os caudais simulados através da multiplicação do Q pela razão P_T/P_S , verifica-se que os novos caudais se aproximam razoavelmente dos registos hidrométricos, com excepção dos meses de Março, Abril e Maio. Em termos anuais, os Q simulados corrigidos somam 268,4 mm e os Q reais 280,6 mm, isto é, a diferença não ultrapassa 5%.

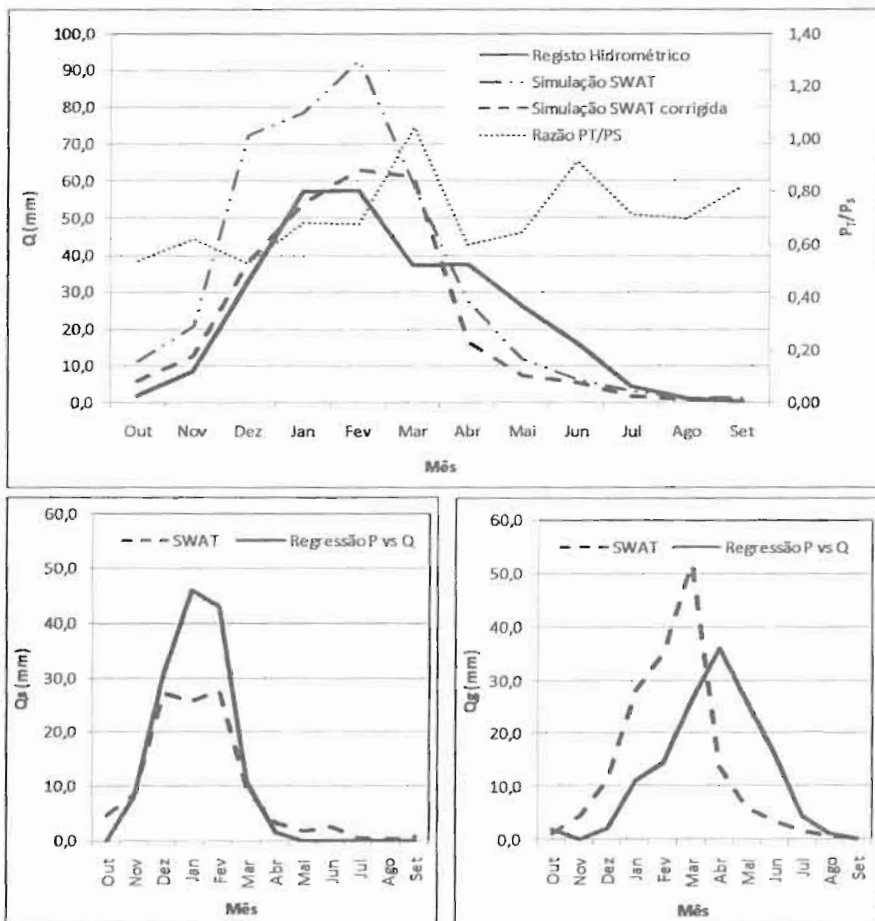


Figura 1. Resultados da aplicação do modelo das regressões P vs. Q e do ArcSWAT à bacia do rio Terva. Q – caudal fluvial; Q_s – componente superficial; Q_g – componente subterrânea. P_T , P_S – precipitação sobre a bacia, estimadas pelos métodos dos polígonos de Thiessen e SWAT, respectivamente.

A distribuição do escoamento total pelas componentes superficial (Q_s) e subterrânea (Q_g) revela algumas diferenças quando considerados os resultados dos dois modelos: (a) o modelo das regressões P vs. Q concentra o Q_s e o Q_g em períodos distintos, Dezembro-Fevereiro e Março-Junho, respectivamente, comportamento que sugere o controlo do escoamento subterrâneo por aquíferos com condutividades hidráulicas reduzidas e tempos de residência elevados, cenário coerente com o enquadramento geológico apresentado. Já o ArcSWAT coloca os picos do Q_s e do Q_g em períodos parcialmente sobreponíveis, Dezembro-Fevereiro e Janeiro-Março, respectivamente. Este comportamento poderá resultar do facto do modelo encarar o escoamento subterrâneo associado fundamentalmente ao horizonte saprolítico, caracterizado por condutividades hidráulicas mais elevadas e tempos de residência mais curtos; (b) As diferenças registadas no Q para os meses de Março, Abril e Maio reflectem-se sobretudo no Q_g . Em termos anuais, o modelo das regressões P vs Q determina que $Q_s = 140,0$ mm e $Q_g = 140,6$ mm, enquanto que o SWAT estabelece que $Q_s = 114,4$ mm e $Q_g = 157,2$ mm.

A utilização de dois modelos distintos conduz a valores de parâmetros hidrológicos compatíveis, podendo as discrepâncias encontradas ser explicadas pela diversidade e diferentes abordagens às variáveis envolvidas em cada um dos modelos.

Referências Bibliográficas

- Alencão, A.M.P. & Pacheco, F.A.L. (2006). "Infiltration in the Corgo river basin (north of Portugal): coupling water balances with rainfall-runoff regressions on a monthly basis". *Hydrologic Sciences Journal* 51(6) p.989-1005.
- Winchell, M.; Srinivasan, N.R.; Di Luzio, M. & Arnold, J. (2008). *Arcswat 2.0 Interface for SWAT 2005 - User's Guide*. Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, Texas. Grassland, Soil and Water Research Laboratory, USDA Agricultural Research Service, Texas. 448p.