

BALANÇO HÍDRICO PONDERADO DA CULTURA DA BACIA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

GILMAR OLIVEIRA SANTOS¹; FABIANO BARBOSA DE LIMA²; LUIZ SÉRGIO VANZELA³

1 Graduando Eng^o. Ambiental, Fundação Educacional de Fernandópolis, FEF, Fernandópolis – SP, Fone: (0xx17) 8117 4187, gilmar_engambiental@yahoo.com.br.

2 Graduando Eng^o. Ambiental, Fundação Educacional de Fernandópolis, FEF, Fernandópolis – SP,

3 Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia pela UNESP de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo elaborar um balanço hídrico ponderado da cultura para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. Para isto, os componentes do balanço hídrico da cultura (precipitação - P, evapotranspiração da cultura - ETC e capacidade de água disponível - CAD) foram especializados por meio de mapas, utilizando técnicas de geoprocessamento. Após a elaboração dos mapas, determinaram-se os valores médios mensais ponderados com a respectiva área de abrangência para os componentes P e ETC e o valor médio ponderado para a CAD. A partir dos valores médios ponderados foi elaborado o balanço hídrico ponderado da cultura pelo método de Thornthwaite e Mather. De acordo com os resultados pode-se concluir que a metodologia do balanço hídrico ponderado da cultura para a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita permitiu determinar os componentes do balanço hídrico da cultura (P, ETC, ETR, DEF e EXC) com maior aproximação em função do ponderamento com as respectivas áreas. O coeficiente da cultura ponderado para uma bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita foi de 0,92.

PALAVRAS-CHAVES: balanço hídrico, evapotranspiração da cultura, SIGs.

PONDERING WATER BALANCE OF CULTURE OF THE SANTA RITA RIVER WATER SHED, NORTHWEST OF THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: This work aims to develop a water balance for the culture of the Santa Rita River Watershed, in the northwest of São Paulo State. For this, the components of water balance of culture (precipitation - P, evapotranspiration of the crop - ETC capacity and available water - CAD) are specialized by the maps, using GIS techniques. After the preparation of maps, it was the monthly average values weighted with their area of coverage for the components P and ETC and the value weighted average for the CAD. The weighted average values from the water balance was produced weighted by the culture method of Thornthwaite and Mather. According to the results we can conclude that the methodology of the water balance of culture for the Santa Rita River Watershed allowed to determine the components of water balance of culture (P, ETC, ETR, DEF and EXC) and closer in weighted function of the respective areas. The weighted coefficient of culture to Santa Rita River Watershed was 0.92.

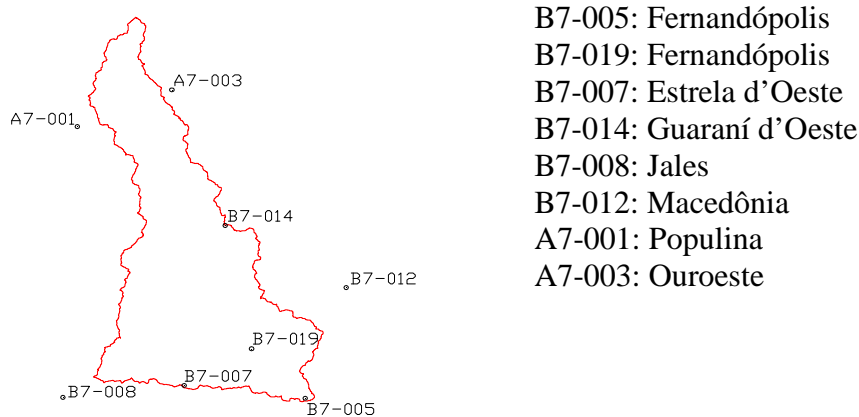
KEYWORDS: water balance; evapotranspiration of culture; Geographical Information System

INTRODUÇÃO: O balanço hídrico é o fluxo de água em uma determinada camada de solo, ou seja, a água que entra por meio da precipitação e/ou irrigação e a saída que se dá pela evapotranspiração, sendo um importante dado para se ter um acompanhamento quantitativo de água armazenada no solo, onde se definem os períodos secos e úmidos (REICHARDT, 1990), levando em consideração o tipo de vegetação, estágio de desenvolvimento e a profundidade efetiva da raiz (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). No entanto, dependendo do tamanho da área e da finalidade do estudo climático, considerar o balanço hídrico como um processo pontual pode ser um fator limitante em seu uso, principalmente no caso do balanço hídrico de cultura. Sendo assim, no estudo de grandes áreas como é o caso de bacias hidrográficas, espera-se que, ao considerar as variações espaciais de solo, uso e ocupação, precipitação e evapotranspiração potencial, o balanço hídrico da cultura seja mais preciso. Uma maneira de melhorar a precisão do balanço hídrico da cultura, para representar grandes áreas, seria determinar a variação espacial de seus componentes iniciais (precipitação, evapotranspiração da cultura e capacidade de água disponível) e elaborar o balanço hídrico utilizando as médias ponderadas com as respectivas áreas de abrangência. Com isso, este trabalho teve como objetivo elaborar um balanço hídrico ponderado da cultura para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS: Neste trabalho foi elaborado o balanço hídrico ponderado da cultura para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, com área de drenagem de 763,92 km², Noroeste do estado de São Paulo, localizada entre as coordenadas as coordenadas UTM/SAD69 E 506.000 m e N 7.752.000 m, e E 582.000 m e N 7.814.000 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é tropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007). De acordo com COVRE et al. (2008), o uso e ocupação na Bacia Hidrográfica segue a seguinte distribuição: 60,5% de pastagem, 18,2% de cana-de-açúcar, 10,6% de zonas ripárias, 5,4% de culturas perenes, 2,2% de matas, 2,0% de áreas construídas (área urbana e indústrias) e 1,1% de culturas anuais. Com relação aos tipos de solos, a bacia hidrográfica é composta de 15,4% de Latossolos (Vermelhos e Vermelho-Amarelos) e 84,6% de Argissolos (Vermelhos e Vermelho-Amarelos) (OLIVEIRA et al., 1999). Para a elaboração do balanço hídrico ponderado da cultura, utilizaram-se os dados históricos de precipitação do banco de dados pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2009), obtidos a partir das seguintes estações pluviométricas: estações de Fernandópolis B7-005 (dados de 1959 a 2004) e B7-019 (dados 1964 a 2004), estação de Estrela d'Oeste B7-007 (dados de 1958 a 1971), estação de Guarani d'Oeste B7-014 (dados de 1959 a 2004), estação de Populina A7-001 (dados de 1969 a 2001), estação de Jales B7-008 (dados de 1959 a 2004), estação Macedônia B7-012 (dados de 1959 a 2004) e estação Ouroeste A7-003 (dados de 1970 a 2000). Os dados utilizados de evapotranspiração potencial foram obtidos dos dados históricos da estação climatológica de Jales - SP (dados de 1998 a 2000), na mesma localização da estação B7-008, disponibilizado no banco de dados do Centro Integrado de Informações Meteorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (CIIAGRO-IAC, 2009) (Figura 2).

A partir dos dados médios mensais de precipitação (P) de cada estação, e suas respectivas coordenadas, foram gerados com o auxílio do software SURFER 8.0, os mapas de variabilidade espacial da precipitação utilizando método de interpolação por Krigagem. Para determinação da variação espacial dos valores médios mensais da evapotranspiração da cultura (ETC), os coeficientes da cultura (kc) (Tabela 1) foram espacializados a partir do mapa de uso e ocupação cedido por COVRE et al. (2008) que, posteriormente, foram

multiplicados pelos valores médios mensais de evapotranspiração potencial (ETP) utilizando o software ARCVIEW 3.2. A espacialização da capacidade de água disponível (CAD) foi realizada pelo produto do mapa da profundidade efetiva do sistema radicular (z) (Tabela 1) com a capacidade de água disponível média (CADm) (Tabela 2), utilizando o software ARCVIEW 3.2. O mapa de “z” foi obtido do mapa de uso e ocupação cedido por COVRE et al. (2008) e o mapa da CADm, a partir do recorte do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999) utilizando como máscara o divisor de água da bacia hidrográfica.



B7-005: Fernandópolis
 B7-019: Fernandópolis
 B7-007: Estrela d'Oeste
 B7-014: Guaraní d'Oeste
 B7-008: Jales
 B7-012: Macedônia
 A7-001: Populina
 A7-003: Ouroeste

Figura 2. Localização das estações utilizadas como referência de dados de precipitação e evapotranspiração potencial.

Tabela 1. Valores de coeficiente de cultura (kc) e profundidade efetiva do sistema radicular (z) adotados.

Uso e Ocupação dos Solos	Coeficiente da Cultura ¹	Profundidade Efetiva do Sistema Radicular (cm) ²
Áreas Construídas	0,1	0,0
Cana-de-Açúcar	0,8	40,0
Culturas Anuais	0,7	40,0
Culturas Perenes	0,8	60,0
Matas	0,7	100,0
Pastagens	1,0	40,0
Zonas Ripárias	1,0	100,0

¹Valores adaptados de (ALLEN et al. 1998), ²Valores adaptados de GOMES (1997).

Tabela 2. Valores adotados para capacidade de água disponível média (CADm).

Classe de Solo	Capacidade de água Disponível Média (mm de água/cm de solo) ¹
Latossolos Vermelhos e Vermelhos-Amarelos	0,55
Argissolos Vermelhos e Vermelhos-Amarelos	1,00

¹Valores obtidos de PRADO (2008).

A ponderação dos valores de P, ETC e CAD para a obtenção dos dados iniciais visando a elaboração do balanço hídrico ponderado da cultura, foi calculada utilizando a seguinte expressão:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot X_i}{A}, \text{ sendo:} \quad \text{Eq.1}$$

A_i - área da respectiva classe de P, ETC ou CAD (ha);

X_i - valor da classe P, ETC ou CAD (mm);

A - área total da bacia hidrográfica (ha).

Para os valores de P e ETC, como os valores espacializados variam mensalmente, os valores ponderados com a área foram determinados mensalmente. Já o valor da CAD, como depende somente da cultura e do tipo de solo, foi determinado um valor único para ser utilizado no balanço hídrico ponderado da cultura. Após a obtenção dos valores ponderados de P, ETC e CAD, o balanço hídrico ponderado da cultura foi elaborado seguindo a metodologia de THORNTHWAITE e MATHER (1955) citado por PEREIRA et al. (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O resultado do balanço hídrico ponderado da cultura para Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita está apresentado na Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3: Balanço hídrico ponderado da cultura para Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita

Mês	P	ETP	ETC	P-ETC	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	222	157	146	77	0	46	0	146	0	77
Fev	185	137	127	58	0	46	0	127	0	58
Mar	155	136	126	29	0	46	0	126	0	29
Abr	78	105	97	-19	-19	30	-16	94	3	0
Mai	51	74	68	-17	-36	21	-9	60	8	0
Jun	25	65	60	-35	-71	10	-11	36	24	0
Jul	25	67	62	-37	-108	4	-5	30	32	0
Ago	25	91	84	-59	-167	1	-3	28	56	0
Set	51	116	107	-56	-223	0	-1	52	55	0
Out	107	154	142	-35	-258	0	0	107	35	0
Nov	135	147	136	-1	-259	0	0	135	1	0
Dez	136	161	149	-13	-272	0	0	136	13	0
Total	1195	1410	1304	-	-	-	-	1077	227	164

OBS: Precipitação média mensal ponderada (P), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração de cultura média mensal ponderada (ETC), Negativo acumulado (NAC), Armazenamento de água no solo (ARM), Alteração de água no solo (ALT), Evapotranspiração real (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente hídrico (EXC), capacidade de água disponível ponderada de 46 mm (CAD).

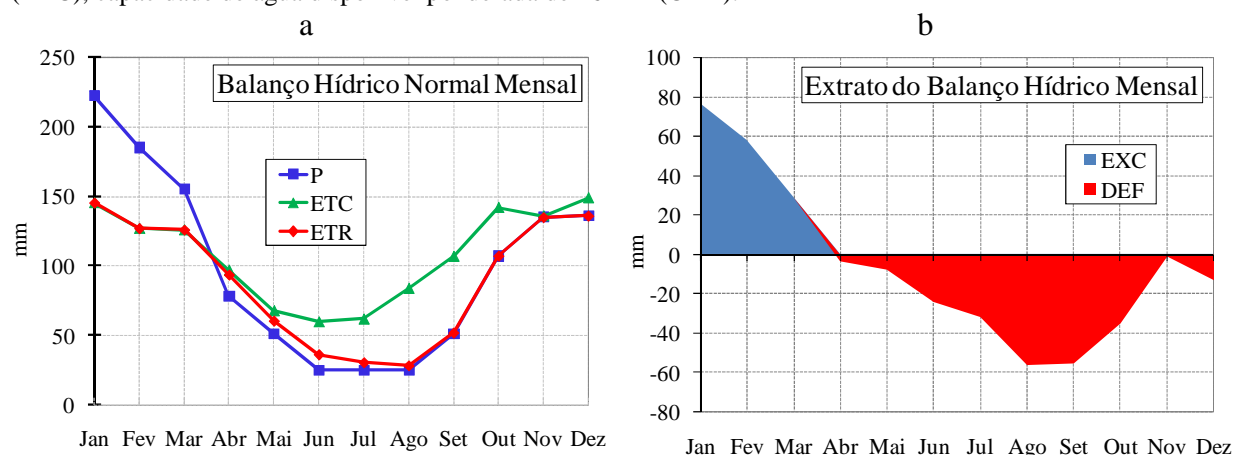


Figura 3. Variação dos valores médios mensais de precipitação (P), evapotranspiração da cultura (ETC) e evapotranspiração real (ETR) (a) e extrato do balanço hídrico (b).

A precipitação média anual ponderada da bacia foi 1195 mm, concentrando-se nos meses de Dezembro a Março, com um total acumulado de 698 mm (58,4% do total anual precipitado) (Tabela 3 e Figura 3a). Os meses de maior e menor precipitação foram, respectivamente, janeiro (média ponderada de 222 mm) e junho, julho e agosto (média ponderada de 25 mm). O valor médio anual de ETP foi de 1410 mm, no entanto, como foi obtida somente de uma estação climática (Jales), não foi calculada a ponderação para este componente do balanço hídrico. Com relação a ETC o valor médio anual ponderado para a bacia foi de 1304 mm, com o maior e menor valor médio mensal obtidos nos meses de dezembro (149 mm) e junho (60 mm), respectivamente. De acordo com estes resultados, pelo quociente entre o total médio anual ponderado da ETC e ETP, verificou-se um coeficiente da cultura (kc) médio ponderado para a bacia hidrográfica de 0,92. A CAD da bacia hidrográfica, determinada por ponderação, resultou em 46 mm. Estes resultados se devem a maior parte da bacia ser ocupada por pastagens (60,5% do total da bacia), que possui uma profundidade efetiva do sistema radicular de 40 cm (GOMES, 1997), e por Argissolos (84,6% do total da bacia), que possuem uma CAD média de 1,0 mm de água/cm de solo (PRADO, 2008). Como pode ser observada na Figura 3b, pelo balanço hídrico ponderado da cultura, a bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rita é caracterizada por 9 meses de deficiência hídrica no solo (de abril a dezembro), atingindo um total anual ponderado de 227 mm. De acordo com os valores médios ponderados de precipitação (Tabela 3) e de acordo com os valores de temperatura média do mês mais frio (21,5° C) e do mês mais quente (26,3° C), o clima é classificado de acordo com Köppen como Aw, ou seja, Tropical com inverno seco, concordando com a classificação realizada por ROLIM et al. (2007).

CONCLUSÃO: A metodologia do balanço hídrico ponderado da cultura para a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita permitiu determinar os componentes do balanço hídrico da cultura (P, ETC, ETR, DEF e EXC) com maior aproximação em função do ponderamento com as respectivas áreas. O coeficiente da cultura ponderado para uma bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita foi de 0,92.

REFERÊNCIAS:

- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICA – CIIAGRO.** Dados de evapotranspiração. Estado de São Paulo: CIIAGRO. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em 16 jun. 2009.
- COVRE, L.; SERRO JUNIOR, M.; VANZELA, L. S. Recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rita. **UNIVERSITAS**. Fernandópolis – SP. 2008. p. 260.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE.** Banco de dados pluviométricos. São Paulo: DAEE. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento.** 2. ed. Campina Grande: UFPA, 1997. 390p.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas, Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.
- PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações na agricultura.** 2º Ed.rev. ampl. Piracicaba, 2008.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P, C.; **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas** – Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- RICHARDT, K.; **A água em sistemas agrícolas.** Ed. Manole LTDA, 1990.
- ROLIM, G. S.; et. al. **Classificação climática de köppen e de thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo.** *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052007000400022&script=sci_arttext. Acesso em 20 jun. de 2009.