

## **BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA, NOROESTE PAULISTA<sup>1</sup>**

J.O. DAMIÃO<sup>2</sup>; F. B. T. HERNANDEZ<sup>3</sup>; G. O. SANTOS<sup>4</sup>; J.L. ZOCOLER<sup>5</sup>

**RESUMO:** O balanço hídrico é de grande importância para o planejamento, instalação e manejo de culturas sendo determinado para a região de Ilha Solteira através do método de Thorthwaite e Mather (1955) com a evapotranspiração de referência (potencial) estimada por Penman-Monteith no período de janeiro de 2000 a setembro de 2010. A precipitação média anual é de 1.354 mm e a evapotranspiração média anual de 1.506 mm e a região se caracterizou por apresentar sete meses com deficiência hídrica (abril a outubro) com o total anual de 442 mm e excedente hídrico de 296 mm, considerando uma CAD de 40 mm, compatível com maioria das culturas anuais e pastagem e algumas frutíferas, concluindo-se que no planejamento de empreendimentos hidroagrícolas deve-se considerar o uso de sistemas de irrigação a fim de assegurar a produtividade agrícola na região.

**PALAVRAS - CHAVE:** Evapotranspiração; Irrigação; déficit hídrico.

## **WATER BALANCE FOR THE REGION OF ILHA SOLTEIRA, NORTHWEST OF SÃO PAULO STATE**

**SUMMARY:** The water balance is of great importance for the planning, installation and management of cultures being determined for the region of Ilha Solteira by the method of Thorthwaite and Mather (1955) with reference evapotranspiration (potential) estimated by Penman-Monteith from January 2000 to September 2010. The average annual precipitation is 1,354 mm and average annual evapotranspiration 1506 mm and the region was characterized by seven months with water deficiency (April-October) with the annual total of 442 mm and surplus of 296 mm, considering a CAD 40 mm, compatible with most annual crops and pasture and some fruit, concluding that in the planning of irrigation projects it should be considered the use of irrigation systems in order to ensure agricultural productivity in the region.

---

<sup>1</sup> Equipamentos adquiridos com recursos financeiros da FAPESP.

<sup>2</sup> Graduanda em Agronomia UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34, CEP 15.385-000. Ilha Solteira, SP. Fone (18) 9758-8754. e-mail: [jodamiao@hotmail.com](mailto:jodamiao@hotmail.com).

<sup>3</sup> Professor Adjunto, DEFERS, UNESP Ilha Solteira - SP.

<sup>4</sup> Engenheiro Ambiental e Mestrando em Sistemas de Produção UNESP Ilha Solteira.

<sup>5</sup> Professor Adjunto, DEFERS, UNESP Ilha Solteira.

**KEYWORDS:** Evapotranspiration, irrigation, water deficiency.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da quantidade de água disponível no solo favorece ao planejamento agrícola de uma determinada região, desta forma, o balanço hídrico permite uma visão ampla deste cenário (SANTOS, HERNANDEZ E ROSSETTI, 2010).

O balanço hídrico é a contabilização da água no solo, ou seja, o que entra pela chuva e ou irrigação e sai pela evapotranspiração. De outra forma há um conceito simples em que o solo é um reservatório de água; as plantas terão acesso através de suas raízes a água disponível resultante da variação da quantidade de água deste reservatório proveniente da relação entre os processos de precipitação (chuva - entrada de água) e evapotranspiração sendo esta última definida por PEREIRA et al. (1997), como um elemento climatológico fundamental, que corresponde ao processo oposto da chuva, ou seja, água que vai para a atmosfera através da sua evaporação nas superfícies e transpiração dos vegetais.

THORNTHWAITE e MATHER (1955) desenvolveram o balanço hídrico climatológico (BHC) para determinar o regime hídrico de um local de maneira simples e rápida, sem precisar de medidas diretas das condições do solo. Este possui variáveis de grande importância para sua realização, sendo necessário definir o armazenamento máximo no solo (Capacidade de Água Disponível - CAD), a precipitação total (P) e também a estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) em cada período. Com essas três informações básicas, o BHC estima a evapotranspiração real (ETR), a deficiência (DEF) ou o excedente hídrico (EXC), e o total de água retida no solo em cada período (ARM).

A determinação da quantidade de água necessária para a irrigação é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação, bem como para avaliação de recursos hídricos. A necessidade de água a ser aplicada por irrigação para satisfazer às demandas das culturas é estimada através do balanço das entradas (chuva) e das saídas (evapotranspiração) e a capacidade de armazenamento da água no solo, função do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, sendo então o balanço hídrico o nome desta contabilidade, que respeita o Princípio de Conservação de Massa em um volume de solo vegetado (PEREIRA, ANGELOCCI E SENTELHAS (2002).

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o balanço hídrico climatológico para a região de Ilha Solteira, noroeste paulista.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Ilha Solteira está localizado na região noroeste paulista com população de 25.144 habitantes e área de 659,38 km<sup>2</sup> (IBGE, 2007), abrigando a Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, de grande potencial energético, sendo a terceira maior usina do Brasil, inserida na bacia hidrográfica do rio Paraná (CESP, 2003).

Foram utilizados dados climáticos provenientes do banco de dados da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira coletados pela estação climatológica localizada na Fazenda de Ensino e Pesquisa com coordenadas geográficas de 20°25'16" Sul e 51°20'43" Oeste e altitude de 335 metros em relação ao nível do mar. O clima da região é classificado segundo Köppen, como do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 24,5 °C, precipitação pluvial anual média de 1.232 mm e umidade relativa do ar média de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995). O balanço hídrico foi determinado a partir dos dados médios mensais de precipitação (P) e evapotranspiração de referência ou potencial estimada pela equação de Penman-Monteith, segundo a metodologia preconizada por Allen et al. (1998).

As variáveis cobrem o período de 1 de janeiro de 2000 à 30 de setembro de 2010 coletados a partir do *datalogger* CR - 23X com os sensores Vaisala HM45C (temperatura e umidade relativa do ar), Campbell 030001-L.YOUNG (velocidade e direção do vento), LI-200X (radiação global), Campbell Q-7.1 (radiação líquida), Campbell HFT-3 (fluxo de calor no solo), Campbell CS 105 (pressão atmosférica) e Campbell CS700-L (precipitação).

A CAD (Capacidade de Água Disponível) foi calculada a partir do valor médio dos solos (Argissolos) da região sendo a diferença entre a umidade volumétrica na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente multiplicada pela profundidade efetiva do sistema radicular, sendo considerada camada de 0,4 metros, resultando na CAD média de 40 milímetros, abrangendo a maior parte das culturas cultivadas na região.

A partir dos dados iniciais (P, ETo e CAD) foi realizado o balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) apresentado por PEREIRA, ANGELOCCI E SENTELHAS (2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O balanço hídrico para a região de Ilha Solteira, noroeste paulista está apresentado na Tabela 1 e ilustrado nas Figuras 1 e 2, com precipitação média anual de 1.354,2 mm e evapotranspiração potencial de 1.505,8 mm ( $4,1 \text{ mm.dia}^{-1}$ ) resultando em um déficit hídrico de 442 milímetros, compreendendo os meses de abril a outubro. O excesso ocorre de dezembro a março e totaliza 290 milímetros.

**Tabela 1.** Balanço Hídrico de Ilha Solteira - SP.

MÊS	P	ETP	P-ETP	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	286,8	133,0	153,9	0,0	40,00	0,00	133,0	0,0	153,9
Fev	189,2	127,8	61,4	0,0	40,00	0,00	127,8	0,0	61,4
Mar	176,4	136,4	40,1	0,0	40,00	0,00	136,3	0,0	40,1
Abr	48,9	124,2	-75,3	-75,3	6,09	-33,91	82,8	41,4	0,0
Mai	63,1	99,4	-36,2	-111,5	2,46	-3,63	66,8	32,6	0,0
Jun	16,3	92,3	-75,9	-187,5	0,37	-2,09	18,4	73,8	0,0
Jul	21,7	103,1	-81,4	-268,8	0,05	-0,32	22,0	81,1	0,0
Ago	28,9	124,5	-95,6	-364,4	0,00	-0,04	29,0	95,6	0,0
Set	62,5	129,3	-66,9	-431,3	0,00	0,00	62,5	66,9	0,0
Out	92,8	143,4	-50,6	-481,9	0,00	0,00	92,8	50,6	0,0
Nov	144,1	141,4	2,7	-107,3	2,73	2,73	141,4	0,0	0,0
Dez	223,4	151,1	72,3	0,0	40,00	37,27	151,1	0,0	35,0
TOTAIS	1354,2	1505,8	-151,6	-	172	0,00	1064	442	290

**Obs.:** Precipitação média mensal (P), Evapotranspiração potencial (ETP), 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), todos os dados em milímetros.

A deficiência hídrica ocorre no período que vai de abril a outubro, corroborando as informações de SANTOS, HERNANDEZ E ROSSETTI (2010), que realizaram o BHC para a região de Marinópolis, também no noroeste paulista e distante apenas 85 quilômetros de Ilha Solteira, onde o déficit se estendeu por 8 meses totalizando 490 milímetros, ou seja, o noroeste paulista apresenta elevado déficit hídrico, onde uma agricultura de alto nível somente poderá ser desenvolvida com segurança com o uso de sistemas de irrigação. Em Ilha Solteira o maior déficit hídrico ocorre no mês de agosto com 95,6 milímetros, o mesmo ocorrendo com Marinópolis.

Geralmente há excesso entre os meses de dezembro a março, onde esses meses concentram 65% da precipitação anual (876 mm) e este se inicia entre os meses de novembro e dezembro, pois nos meses anteriores houve a transição entre a seca e reposição de água.

Janeiro é o mês mais chuvoso com média de 287 mm, enquanto que, historicamente, o mês de junho é o de menor precipitação, com apenas 16 mm.

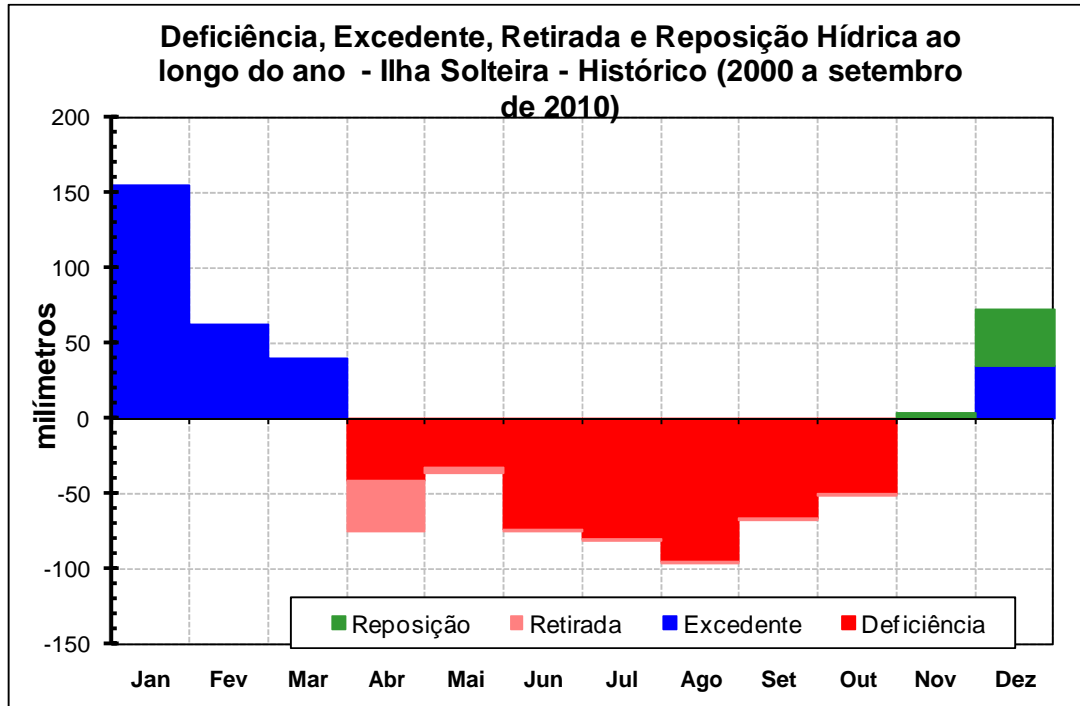


Figura 1. Extrato do balanço hídrico mensal.

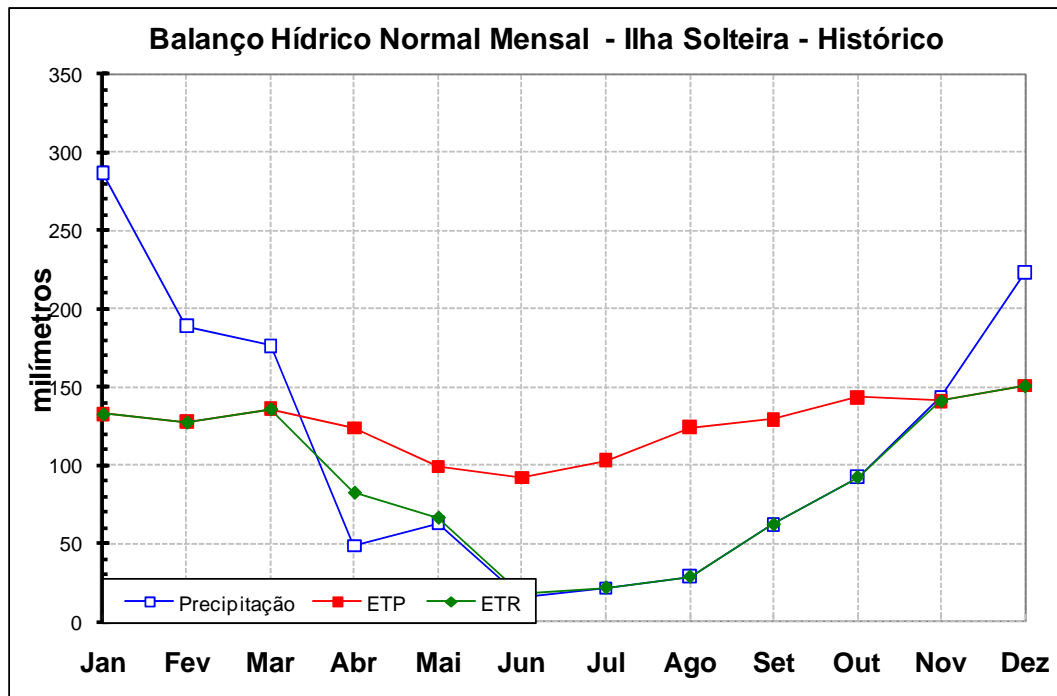


Figura 2. Variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR).

Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS, HERNANDEZ E ROSSETTI (2010) para a região de Marinópolis, noroeste paulista, onde a apresenta os seguintes resultados: precipitação anual de 1.111 mm, deficiência hídrica anual foi de 490 mm e excedente de 179 mm/ano.

De acordo com HERNANDEZ et al. (1995) a região de Ilha Solteira apresenta 8 meses de deficiência hídrica, porém estes autores estudaram o clima da região no período entre 1967 e 1994 e considerando o período estudado por este trabalho, entre 2000 e 2010, a precipitação média anual ficou em 1354 mm, com o aumento de 122 milímetros ou 9,9% superior entre os períodos. HERNANDEZ et al. (2003) afirmam que a região é caracterizada por apresentar os maiores índices de evapotranspiração do Estado de São Paulo e está sujeita a veranicos que podem limitar a expressão das altas produtividades, sendo estas valoradas para algumas culturas na região.

A região tem por atividade predominante a pecuária e o cultivo de cana de açúcar teve sua área significativamente aumentada nos últimos anos. Segundo a EMBRAPA Cerrado, para a produção de cana, a região deve possuir déficit hídrico anual entre 0 e 200 mm, o que seria ideal para o crescimento e maturação da cultura com conseqüente acúmulo de sacarose. O BHC demonstra que a região de Ilha Solteira possui um déficit hídrico total anual de 442 mm e devido a sua extensão, por sete meses, há risco de prejuízos na produção pela baixa produtividade, sendo o uso de sistemas de irrigação uma medida necessária para o sucesso do empreendimento agrícola. O balanço hídrico apresentado também pode ser útil para o manejo da irrigação das culturas em base histórica, sendo útil para a elaboração de tabelas que levem em conta a cultura e o seu estágio de desenvolvimento e as condições climáticas, possibilitando o uso racional da água.

## **CONCLUSÃO**

A região de Ilha Solteira apresenta sete meses de déficit hídrico (442 mm) com o mês de agosto como crítico com deficiência de 94 mm. Para garantir o máximo da produtividade das culturas a irrigação torna-se imprescindível, devendo ser adotada juntamente com o manejo da aplicação da água que pode ser feita com base nos dados históricos de evapotranspiração apresentados e ainda o BHC é de grande serventia para o planejamento de empreendimentos hidroagrícolas. Sistemas de irrigação devem atender à demanda (evapotranspiração de

referência) de  $4,7 \text{ mm.dia}^{-1}$  em novembro, período de recuperação da água no solo ou a maior deficiência que ocorre no mês de agosto, neste caso seria de  $4,0 \text{ mm.dia}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.

CESP (2003) COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.cesp.br>> Acesso em: 15 out 2010.

EMBRAPA CERRADO. Disponível em: <[www.cpac.embrapa.br/download/782/t](http://www.cpac.embrapa.br/download/782/t)>. Acesso em: 15 out de 2010.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapotranspiração**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

SANTOS, G.O; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. **Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, nº. 3, p.142–149, 2010.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).