

# BALANÇO HÍDRICO COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO AGROPECUÁRIO DA REGIÃO DE MARINÓPOLIS, NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>

G.O. Santos<sup>2</sup>; F.B.T. Hernandez<sup>3</sup>, J.C.Rossetti<sup>4</sup>

**RESUMO:** Conhecer a disponibilidade da água no solo para um futuro planejamento é a base para executar o seu uso racional. Assim, este trabalho teve como objetivo elaborar o balanço hídrico mensal para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. O balanço hídrico foi determinado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955) e a partir dados obtidos pela Estação Agrometeorológica Automática operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira. A precipitação média anual é de 1.111 mm e evapotranspiração potencial de 1.421 mm ao ano. Considerando uma Capacidade de Água Disponível (CAD) de 40 mm o balanço hídrico resultou em oito meses de deficiência hídrica no solo (abril a novembro), com total acumulado de 490 mm e o excedente ocorreu nos meses de dezembro a março com 179 mm, concluindo-se que seria muito arriscado o cultivo sem o uso de sistemas de irrigação que devem ser projetados para atender uma demanda entre 3,9 e 4,6 mm.dia<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Gestão hídrica; Deficiência hídrica; Irrigação

## WATER BALANCE A TOOL FOR PLANNING IN NORTHWAEST OF STATE OF SÃO PAULO

**SUMMARY:** Knowing the availability of the water on the soil for the future planning is the foundation for executing its rational use. Then, this project had as an objective to elaborate the monthly water balance for the region of Marinópolis, worthwest of the state of São Paulo. The water balance was determined using the Thornthwaite and Mather (1955) method, starting from the data obtained by Weather Station operated by the Hydraulics and Irrigation Division from UNESP Ilha Solteira. The year average precipitation is 1.111 mm and the potential

---

<sup>1</sup> Financiamento da FAPESP (Processos 2000/08.279-4e 2.005/00.518-3), FEHIDRO (Contrato 161/2006 - Empreendimento 133) e CNPq (577.386/2008-5).

<sup>2</sup> Engenheiro Ambiental e Mestrando em Sistemas de Produção na UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34. CEP: 15385-000. Ilha Solteira - SP. Fone (18) 8122-7569. E\_mail: [gilmar\\_engambiental@yahoo.com.br](mailto:gilmar_engambiental@yahoo.com.br)

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

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo da CATI, Marinópolis - SP.

evapotranspiration from 1.421 mm per year. Considering a Available Water Capacity (AWC) from 40 mm, the water balance resulted in 8 months of water deficiency on the soil (April to November), with total accumulated of 490 mm and the surplus occurred in the months of December to March with 179 mm, concluding that it would be very risky the cultivation without the use of systems of irrigation that must be projected to attend a demand between 3,9 and 4,6 mm per day.

Keywords: water management, water stress, irrigation

## INTRODUÇÃO

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite uma primeira avaliação, na escala macro, da disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O balanço hídrico como unidade de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao planejamento integrado dos recursos hídricos (LIMA e SANTOS, 2009).

A evapotranspiração e a deficiência hídrica são os parâmetros indispensáveis para se determinar os sistemas de irrigação. A evapotranspiração é a contabilização da perda de água que foi evaporada do solo mais a transpiração da planta e que deve ser reposta pelas chuvas ou irrigação para que se tenha a expressão de toda a potencialidade produtiva de uma espécie.

A contabilização de água de uma determinada camada do solo permite definir os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990). De acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), os principais componentes do balanço hídrico para definir a demanda e disponibilidade hídrica é a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

O conhecimento destes fatores favorece ao planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, ou seja, disponibilizar e conhecer informações que permitem aos produtores identificar as fragilidades climáticas é essencial para o sucesso de um empreendimento agrícola, que incluem a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica. Na região de Marinópolis, Estado de São Paulo, há a

predominância de pequenas propriedades, sendo a base econômica sustentada pela fruticultura irrigada, com destaque para o cultivo de citros e uva.

Assim, este trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os meses com excedente e deficiência hídrica no solo através da elaboração de um balanço hídrico mensal para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo, como ferramenta para o planejamento agropecuário.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no município de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo, a partir dos dados da Estação Agrometeorológica Automática operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da Universidade Estadual Paulista - UNESP Ilha Solteira, localizada no Sítio Três Irmãos, cujas coordenadas 20°25'26" S e 50°49'23" e altitude de 408 metros.

O município de Marinópolis possui 2.195 habitantes (IBGE, 2000), com uma área territorial de 77,4 km<sup>2</sup>. De acordo com Köppen, o clima é classificado com subtropical úmido, CWA, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007). O solo é classificado como Argissolo vermelhos e Argissolos-Amarelos (OLIVEIRA et al., 1999).

O balanço hídrico foi elaborado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955), apresentado por Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002). Para determinar o balanço hídrico, foram utilizados dados históricos (1999-2009) de precipitação média mensal (P) e evapotranspiração de referência (ETP) estimada pela equação de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) disponibilizados através de um datalogger CR 23x e os seguintes sensores: Campbell 03001 Wind Sentry, Campbell HFT-3 Soil Heat Flux Plate, Campbell LICOR200SZ Pyranometer, Campbell Q-7.1 Net Radiometer, Campbell CSI Model CS700-L Rain Gage) e Campbell HMP45C Temperature and Relative Humidity Probe. Tempo de varredura de 10 segundos. Considerando o manejo da irrigação adotou-se uma Capacidade de Água Disponível (CAD) média de 40 mm (1,0 mm por centímetro do solo) e a partir dos dados iniciais (P, ETP e CAD), foi possível determinar o balanço hídrico mensal para a região. Com os dados do balanço hídrico será possível determinar os períodos mais críticos de deficiência hídrica no solo e posteriormente a determinação de quanto e quando irrigar, a fim de garantir maiores e melhores produções.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O resultado do balanço hídrico para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo, está apresentado na Tabela 1 e Figura 1, caracterizando uma região com precipitação média mensal de 93 mm mês<sup>-1</sup>, totalizando 1.111 mm ao ano, concentrando-se nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março com 62,9% do total precipitado (699 mm).

Os meses com maior e menor precipitação foram janeiro e junho (249 e 14 mm). A evapotranspiração potencial anual foi de 1.421 mm, representando média mensal de 118 mm, sendo os meses com maiores e menores evapotranspiração potencial os meses de outubro e junho (144 e 83 mm). O armazenamento de água no solo foi determinado pela capacidade de água disponível, onde se adotou o valor de 40 mm. A evapotranspiração real registrou um total anual de 932 mm, com média mensal de 78 mm. De uma forma geral a bacia apresentou oito meses de deficiência hídrica com total acumulado de 490 mm ano, concentrando nos meses de junho a setembro, meses que representa 65,7 % (322 mm) da deficiência hídrica anual, período que caracteriza o uso dos sistemas de irrigação.

O balanço hídrico apresentou apenas quatro meses com excedente hídrico nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, com total de 179 mm (100%). Através do balanço hídrico mensal, pode se determinar um planejamento integrado dos recursos hídricos da região, que inclui a decisão pela aquisição de sistemas de irrigação e o dimensionamento da lâmina líquido do sistema, em que o irrigante considerando aspectos econômicos deve decidir entre a maior necessidade (mês de outubro, 4,6 mm.dia<sup>-1</sup>) ou pelo maior déficit (mês de agosto, 3,9 mm.dia<sup>-1</sup>), além permitir o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) com base em dados históricos de evapotranspiração. O município de Marinópolis, onde está instalada a Estação Agrometeorológica, tem na produção agrícola com enfoque na fruticultura, com destaque para o cultivo de citros e uva fina de mesa, sua base econômica, com a irrigação assegurando a produtividade e qualidade das frutas principalmente nos períodos mais críticos do ano, dos quais foram determinados pelo balanço hídrico.

Região inserida na da Bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, os resultados correspondem com trabalhos anteriores que caracterizam o clima como de inverno seco e ameno e verão quente e úmido. Inserida na região noroeste paulista, a bacia apresenta as maiores taxas evapotranspiratórias do Estado e sujeita a veranicos que podem limitar as produtividades devido às deficiências hídricas prolongadas por até oito meses durante o ano (Hernandez et al., 1995 e Hernandez et al., 2000) e ainda Hernandez et al. (2003) concluíram que são altas as probabilidades de ocorrência dos veranicos críticos para as culturas agrícolas,

sendo o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação é uma atividade de alto risco, devido a frequência e intensidade do período de estiagem, a mesma evidência encontrada por Lima e Santos (2009) para a região de Fernandópolis, também na região noroeste do Estado de São Paulo.

## CONCLUSÃO

Marinópolis e região apresentam oito meses de deficiência hídrica no solo, chegando a 490 mm ao ano, concentrando-se nos meses de junho a setembro, o que demonstra que para se garantir altas produtividades e a qualidade da produção agrícola há a necessidade de um planejamento integrado dos recursos hídricos para a implantação do uso de sistemas de irrigação dimensionados para atender de 3,9 a 4,6 mm.dia<sup>-1</sup> segundo o critério de maior déficit ou de maior demanda.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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.

HERNANDEZ, F.B.T. et al. *Aproveitamento hidroagrícola no Estado de São Paulo - Projeto piloto de conservação dos recursos de solo e água e irrigação coletiva nas microbacias hidrográficas dos córregos Sucuri, Bacuri e Macumã em Palmeira d'Oeste - SP*. Ilha Solteira: UNESP/Governo Federal, 2000. 191p. (3 volumes). Também disponível em CD-Rom e na Internet em <http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/noroeste.htm>

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZZETTI, S. *Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira*, FEIS/UNESP, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. de; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. *Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'oeste, estado de São Paulo*. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v.23, n.1, P.21-30, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2000 - resultados do universo*. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2004.

LIMA, F.B.; SANTOS, G.O. *Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo*. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

OLIVEIRA, J.B. CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos, 1999. 64p.

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

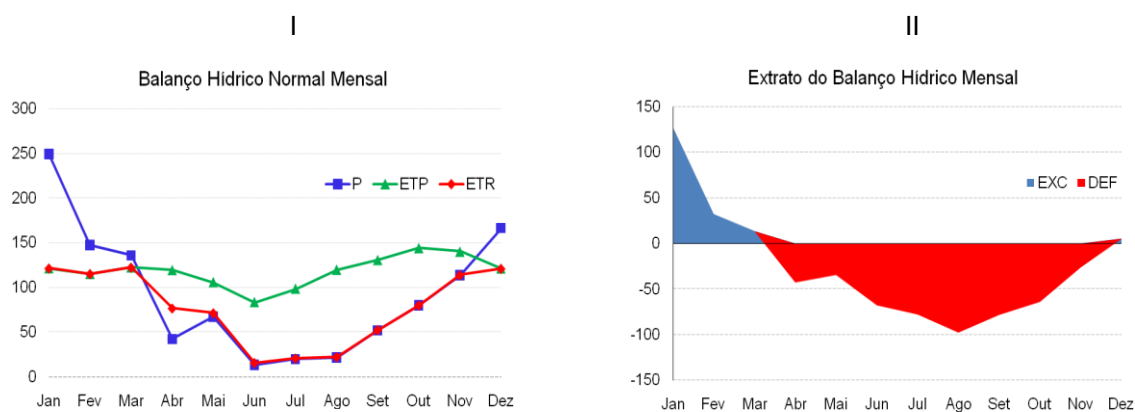
REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. Barueri (SP): Manole, 1990.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G. ; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia - Revista de ciências agrônomicas*. Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

**Tabela 1.** Balanço hídrico mensal do município de Marinópolis - SP

MÊS	P	ETP	P-ETP	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	249	121	128	0	40	0	121	0	128
Fev	147	115	32	0	40	0	115	0	32
Mar	136	122	14	0	40	0	122	0	14
Abr	42	119	-77	-77	6	-34	77	43	0
Mai	68	106	-38	-115	2	-4	71	35	0
Jun	14	83	-70	-185	0	-2	15	68	0
Jul	20	98	-78	-263	0	0	20	78	0
Ago	22	120	-98	-361	0	0	22	98	0
Set	52	131	-78	-439	0	0	52	78	0
Out	80	144	-64	-503	0	0	80	64	0
Nov	114	140	-26	-530	0	0	114	26	0
Dez	167	121	45	0	40	40	121	0	5
<b>Total</b>	1111	1421	-310	-	169	-	932	490	179
<b>Média</b>	93	118	-26	-	14	-	78	41	15

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). Dados apresentado em milímetros.



**Figura 1.** Variação dos dados mensais meteorológicos de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) (I) e extrato do balanço hídrico mensal (II).