

## **BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL NA REGIÃO NOROESTE PAULISTA EM 2018**

**DANIELA ARAUJO DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, FERNANDO BRAZ TANGERINO  
HERNANDEZ<sup>2</sup>, ANTONIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA<sup>3</sup>**

**RESUMO:** A região Noroeste do estado de São Paulo é conhecida por possuir as mais altas taxas de evapotranspiração do estado, com elevado déficit hídrico e a possibilidade de ocorrência de veranicos críticos para as diferentes culturas agrícolas. Assim, este trabalho avaliou o balanço hídrico sequencial na região no ano de 2018, comparando-o com o histórico, utilizando-se a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 40 mm, o que caracteriza uma profundidade média do sistema radicular da maioria das culturas anuais cultivadas na região, possibilitando avaliar o risco de sucesso em cultivos de sequeiro, ou ainda a necessidade de irrigação para repor a água perdida no processo de evapotranspiração. Observou-se que o déficit hídrico na região em 2018 foi antecipado e apesar do volume de precipitação anual não se diferenciar muito do histórico, a concentração das chuvas no mês de novembro e inesperada deficiência hídrica em dezembro ocasionaram grandes perdas na produção para os agricultores de sequeiro da região e elevação dos custos de produção da agricultura irrigada.

**PALAVRAS-CHAVE:** deficiência hídrica, variabilidade de chuvas, irrigação.

## **SPACIAL HYDRIC BALANCE IN THE PAULISTA NORTHWEST IN 2018**

**ABSTRACT:** The Paulista Northwest region is known for its high evapotranspiration rates and low annual precipitation when compared to the rest of the state, with high water deficit and the possibility of critical summers occurrence for the different crops. Thus, this work evaluated the sequential hydric balance in the region in 2018, comparing it with the historical, using the soil's water storage capacity (SWS) of 40 mm, which characterizes an average depth of the root system of the most annual cultural crops cultivate in the region, making possible to

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, SP. Fone: (18) 37431959. Email: araujo1daniela@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor Titular, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP, Ilha Solteira, SP.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

evaluate the risk of success in not-irrigated crops, or the need for irrigation to replace the lost water in evapotranspiration process. It's notable that the hydric deficit in the region in 2018 was anticipated, although the annual precipitation volume had not differed from the historic, the rain concentration in November and unexpected hydric deficit in December brought on substancial yield loss for the farmers with not-irrigated areas in the region and elevation of production costs for irrigated agriculture.

**KEYWORDS:** hydric deficiency, rain variability, irrigation.

## INTRODUÇÃO

É na região Noroeste as mais altas taxas de evapotranspiração do estado de São Paulo, a região conta ainda com uma alta variabilidade de chuvas, podendo chegar a até oito meses ao ano de déficit hídrico, limitando assim a produção de várias culturas na região sem o uso da irrigação (Hernandez et al., 2003; Nery, 2008; Santos et al., 2010). Ainda assim, o ano de 2018 foi marcado pela maior crise de chuvas na região, onde determinadas localidades ficaram até 166 dias sem chuvas maiores que 10 mm, ocasionando perdas irreversíveis para a agricultura local, com desdobramentos além do próprio ano, como no caso principalmente das pastagens e da cana-de-açúcar.

O balanço hídrico estima a quantidade de água de uma fração de solo de uma região em determinado período de tempo, reunindo variáveis que tornam possível a identificação de fragilidades climáticas na região, períodos de déficit e excedente hídrico, sendo fundamental no planejamento agrícola, seja na determinação das melhores épocas de semeadura ou colheita, onde a cultura pode ser explorada com maior eficácia, ou até mesmo na tomada de decisão de investir em um sistema de irrigação para garantia da produtividade das culturas em razão do suprimento da deficiência hídrica no solo (Ascoli et al., 2017; Bispo et al., 2017; Santos et al., 2010).

O conhecimento e entendimento das características climáticas de uma região é necessário na agricultura, e também compreender os transtornos causados pelos eventos climáticos extremos, como perda de produtividade de culturas em razão de um período prolongado de déficit hídrico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar o balanço hídrico sequencial no Noroeste Paulista no ano de 2018, avaliando sua magnitude em contraponto ao esperado na região representado pelo balanço hídrico histórico, discutindo suas consequências.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do trabalho utilizou-se os dados climatológicos da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (Tabela 1), constituída por oito estações automáticas, localizadas em sete cidades, que alimentam o Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira (<http://clima.feis.unesp.br/>).

Tabela 1. Descrição das estações agrometeorológicas utilizadas.

<b>Estação</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Início de operação</b>
Bonança	20.0° 40.0' 23.1"	51.0° 2.0' 2.1"	02/09/2011
Ilha Solteira	20.0° 25.0' 24.4"	51.0° 21.0' 13.1"	20/08/1991
Itapura	20.0° 38.0' 28.1"	51.0° 28.0' 29.9"	16/11/2011
Marinópolis	20.0° 26.0' 47.5"	50.0° 48.0' 26.1"	06/08/1998
Paranapuã	20.0° 1.0' 28.7"	50.0° 33.0' 57.2"	16/12/2010
Populina	19.0° 52.0' 46.4"	50.0° 28.0' 13.3"	11/06/2011
Santa Adélia	20.0° 31.0' 42.0"	51.0° 14.0' 58.0"	14/07/2011
Santa A. Pioneiros	20.0° 43.0' 42.0"	50.0° 57.0' 35.0"	07/07/2011

Fonte: Adaptado de Universidade Estadual Paulista (2019).

O balanço hídrico foi determinado para cada estação e uma média total da região, a partir de dados mensais de precipitação e evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Os cálculos foram feitos em planilha eletrônica (Rolim et al., 1998) de acordo com a metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955) apresentado por Pereira et al. (2002), utilizando a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 40 mm, considerando a área ocupada pelas raízes das culturas anuais cultivadas na região.

Para o balanço hídrico histórico foram calculadas médias mensais considerando dados a partir do início da operação das estações agrometeorológicas até o ano de 2017, provenientes do banco de dados da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico histórico e do ano de 2018 do Noroeste Paulista estão contidos nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Historicamente, a região apresenta déficit hídrico entre abril e outubro, tendo um período chuvoso de novembro a março, resultando em 4 meses de

excedente hídrico e acentuado déficit no mês de agosto com 96 mm, corroborando com Silva Junior et al. (2018) e Santos et al. (2010).

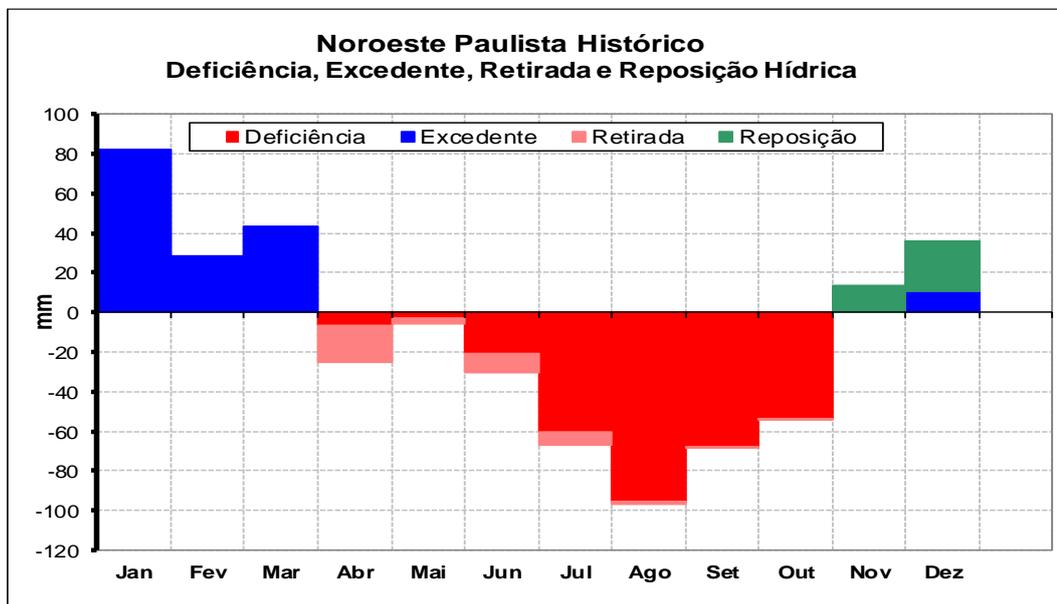


Figura 1. Balanço hídrico histórico da região Noroeste Paulista.

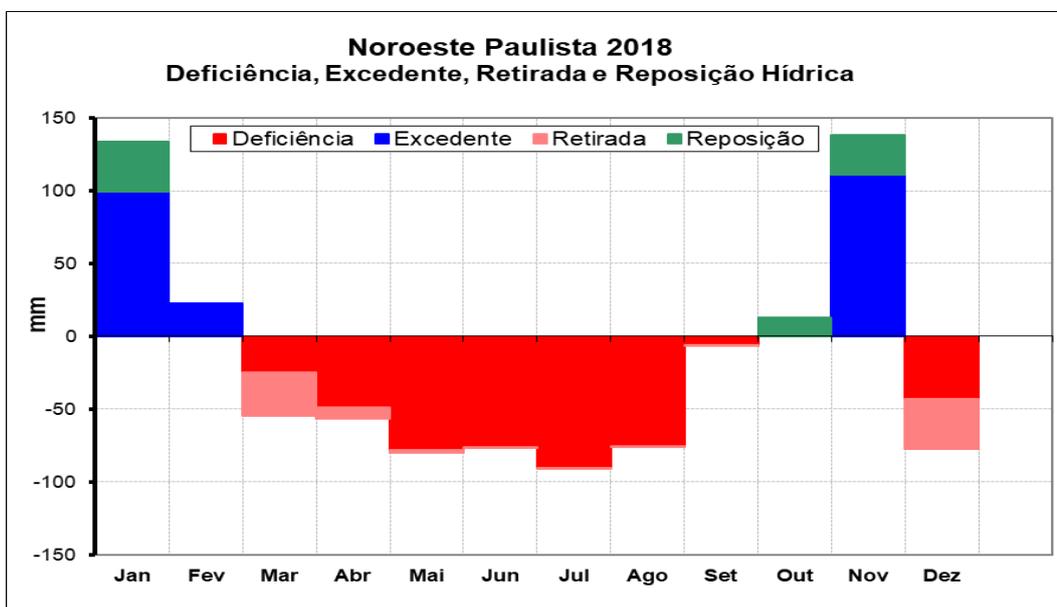


Figura 2. Balanço hídrico de 2018 da região Noroeste Paulista.

No ano de 2018 observou-se que o déficit hídrico foi antecipado, com início já no mês de março para a média da região, porém municípios como Ilha Solteira, Itapura, Pereira Barreto e Sud Mennucci, registraram déficit hídrico já em fevereiro, tendo julho como o mês mais crítico com 90 mm de déficit hídrico. O volume médio anual de precipitação foi de 1.119 mm, apenas 13% menor que o esperado (1283 mm), porém a variabilidade das chuvas

no espaço e no tempo foi grande, ocorrendo no mês de novembro chuvas muito acima do esperado, como em Marinópolis, que registrou precipitação de 270% superior ao esperado.

Com esse cenário, muitos produtores de sequeiro de soja e milho do Noroeste Paulista optaram pelo plantio em novembro, devido às volumosas chuvas, mas tendo em vista que o armazenamento de água no solo é limitado, no florescimento da lavoura que decorreu no mês de dezembro e janeiro do ano seguinte, se depararam com déficit hídrico, ocasionando perdas grandiosas e irreparáveis na produção. Aos que plantaram em dezembro, apesar do mês ter precipitação de apenas 40% do esperado, o florescimento aconteceu em janeiro e fevereiro do ano seguinte, trazendo perdas menores.

Horikoshi e Fisch (2007) observaram uma precipitação anual de 1336 mm no município de Taubaté, também localizado no estado de São Paulo, e apesar desse volume de chuvas ser próximo do encontrado historicamente na região Noroeste, Taubaté apresenta somente 4 meses de déficit hídrico ao ano, consequência das maiores taxas de evapotranspiração serem registradas na região Noroeste, que possui 355 mm a mais de evapotranspiração que o município de Taubaté. Comportamento semelhante foi constatado por da Cunha e Martins (2009) no balanço hídrico para outros dois municípios do estado, que também possuem somente 4 meses de déficit hídrico, em consequência de menores taxas de evapotranspiração.

Embora as estações agrometeorológicas utilizadas se localizam a poucos quilômetros de distância, observou-se variabilidade de até 243 mm de precipitação e 316 mm de evapotranspiração entre elas em 2018. Essa diferença na evapotranspiração representa em termos de irrigação a aplicação de até 3.160.000 litros de água a mais ou a menos em 1 hectare ao ano, o que justifica a implantação de estações agrometeorológicas para auxiliar no manejo da irrigação nas propriedades em que possuem sistemas de irrigação a fim de um melhor aproveitamento dos recursos hídricos e garantia da produtividade das culturas instaladas.

Para a agricultura irrigada o ano de 2018 também foi um ano difícil, mesmo considerando a evapotranspiração total de 1.329 mm, 7% inferior ao esperado, uma média de 144 dias sem chuva na região e localidades registrando até 166 dias sem chuva, os plantios de milho e feijão que ocorreram entre março e maio na região foram totalmente dependentes da irrigação, elevando os custos de produção, agravados ainda pelo uso da Bandeira Vermelha. Ainda assim, os investimentos em sistemas de irrigação se tornam relevantes para obter segurança hídrica e garantir altas produtividades das lavouras no Noroeste Paulista e a sustentabilidade do negócio de produzir alimentos (Bispo et al., 2017; Hernandez et al., 2003).

## **CONCLUSÕES**

O déficit hídrico na região Noroeste Paulista foi antecipado no ano de 2018. Devido à alta variabilidade das chuvas também foi possível identificar deficiência hídrica inesperada no mês de dezembro. Esses fatores ocasionaram perdas de lavoura de sequeiro e elevação dos custos de produção da agricultura irrigada na região, contudo comprovam a necessidade de investimentos em sistemas de irrigação para a sustentabilidade do negócio de produzir alimentos e energia.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor (Processo 2018/17493-3) e pelo apoio financeiro (Processo 2009/52467-4).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ASCOLI, A.A.; HERNANDEZ, F.B.T.; SENTELHAS, P.C.; TEIXEIRA, A.H.C.; AMENDOLA, E.C.; ASCOLI, R.T. Necessidade de irrigação na cultura da cana-de-açúcar em função da época de colheita. In: Inovagri International Meeting, IV. Fortaleza, CE, 2017. Anais ... Fortaleza, CE: ABID, 2017. 10 p.

BARRETO, P.N.; SILVA R.B. C.; SOUZA, W.S.; COSTA, G.B.; NUNES, H.G.G.C.; SOUSA, B.S.B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte.

BISPO, R.C., HERNANDEZ, F.B.T, TEIXEIRA, A.H.C. Balanço hídrico e estimativa do consumo relativo de água da cultura da cana-de-açúcar na região noroeste paulista. Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 94-101, 2017.

DA CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. Irriga, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

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

HORIKOSHI, S.A.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 2, n. 2, p. 33-46, agosto, 2007.

NERY, J.T. Anomalías de la precipitación pluvial de São Paulo. Investigaciones Geográficas, n.46, p.179-190, 2008.

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

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

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, n.3, p.142-149, 2010.

SILVA JUNIOR, J.F.; HERNANDEZ, F.B.T.; SILVA, I.P.F.; REIS, L.S.; TEIXEIRA, A.H.C. Estabelecimento dos meses críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. Brazilian Journal of Biosystems Engineering v. 12(2): 122-131, 2018.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: The Yearbook of Agriculture - Water. Washington, D.C., Department of Agriculture, 1955. p.346-358.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Canal Clima UNESP Ilha Solteira. Ilha Solteira - SP, 2019. Disponível