

BALANÇO HÍDRICO COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO NO NOROESTE PAULISTA

Daniela Araujo de Oliveira¹, Fernando Braz Tangerino Hernandez², Regiane de Carvalho Bispo³

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o balanço hídrico sequencial mensal histórico e no ano de 2019 na região Noroeste Paulista, identificando suas fragilidades climáticas e discutir alterações observadas ao longo dos anos. Foi utilizada a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 60 mm visando a profundidade média do sistema radicular das culturas cultivadas na região. Os resultados obtidos indicam que houve déficit hídrico em até 10 meses em algumas localidades em 2019, uma deficiência hídrica crítica de 135 mm mensal e inesperado déficit no mês de janeiro.

PALAVRAS-CHAVE: deficiência hídrica, evapotranspiração, precipitação

HYDRIC BALANCE AS A TOOL FOR IRRIGATION PLANNING IN THE PAULISTA NORTHWEST

ABSTRACT: This work had as its goal to evaluate the historic monthly sequential hydric balance and in the year of 2019 in the Paulista northwest region, identifying its weather fragilities and discuss alterations observed throughout the years. It was used the soil's water storage capacity (WSC) of 60 mm aiming an average depth in the roots system of the crops grown in the region. The obtained results indicate that there was a hydric deficit up to 10 months in a few places in 2019, a critical monthly hydric deficit of 135 mm and an unexpected deficit in January.

KEYWORDS: water deficit, evapotranspiration, precipitation

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-034, Botucatu, SP. E-mail: da.oliveira@unesp.br

² Professor Titular, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP, Ilha Solteira, SP

³ Doutora em Irrigação e Drenagem, UNESP, Botucatu, SP

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico (BH) determina a quantidade de água presente em uma fração do solo, definindo os períodos de deficiência e excedente hídricos de determinada região. É uma ferramenta importante no planejamento agrícola pois identifica problemáticas relacionadas ao clima na região de interesse, podendo influenciar nas tomadas de decisões relacionadas às épocas de plantio e colheita (ASCOLI et al., 2017; BISPO et al., 2017), à necessidade de investimento em sistemas de irrigação para garantia da produtividade e qualidade da produção agrícola (SANTOS et al., 2010), e ainda, na determinação dos períodos mais críticos para a agricultura irrigada quando já instalada (SILVA JUNIOR et al., 2018).

A região Noroeste do estado de São Paulo é caracterizada por registrar altas taxas de evapotranspiração e má distribuição temporal de chuvas, como resultado a região apresenta até oito meses de deficiência hídrica no solo, tendo o mês de agosto como o mais crítico para a agricultura (SANTOS et al., 2010; SILVA JUNIOR et al., 2018). A necessidade de sistemas de irrigação a fim de não perder produtividade das culturas em razão da insuficiência hídrica vem sendo percebida pelos produtores da região, e a expansão dos sistemas de irrigação tipo pivô central é observada no Noroeste Paulista que ampliou sua área irrigada em 10.473 hectares, com a instalação de 241 novos equipamentos, entre os anos 2000 e 2018 totalizando 17.135 hectares irrigados e 320 sistemas (OLIVEIRA, 2020).

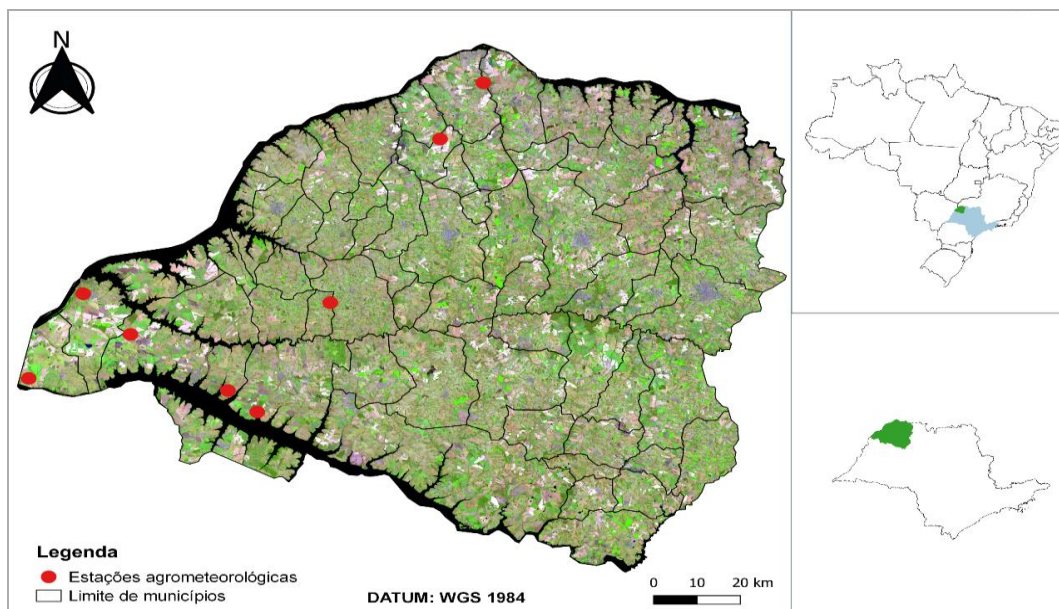
O conhecimento de dados climatológicos de uma região é fundamental para variadas etapas do planejamento agrícola, inclusive para os estudos relacionados ao balanço hídrico. No Noroeste Paulista, a divulgação desses dados é feita pela Área de Hidráulica e Irrigação da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Ilha Solteira, que opera a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista e os dados são divulgados de forma livre e gratuita por meio do Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira. O Canal CLIMA disponibiliza os dados agrometeorológicos da região em tempo real ou em base histórica pelo *site* clima.feis.unesp.br.

Nesse contexto, pesquisas relacionadas ao balanço hídrico visando reduzir as consequências do déficit hídrico para as culturas, têm sido desenvolvidas em diversas regiões do Brasil, inclusive no Noroeste Paulista (HERNANDEZ et al., 2003; SANTOS et al., 2010; ASCOLI et al., 2017; BISPO et al., 2017; SILVA JUNIOR et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019). No entanto, observa-se que ao passar dos anos houve alterações no balanço hídrico da região até mesmo no que se refere aos meses mais críticos. Assim, o presente trabalho teve

como objetivo determinar o balanço hídrico sequencial histórico e em 2019 na região Noroeste Paulista e discutir as alterações observadas ao longo dos anos.

MATERIAL E MÉTODOS

A região Noroeste Paulista localiza-se entre as coordenadas 19° 47' e 21° 8' de Latitude Sul e 49° 47' e 51° 34' de Longitude Oeste, abrangendo 1.613.000 hectares. Os dados climatológicos utilizados foram obtidos da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, constituída por oito estações agrometeorológicas automáticas localizadas em sete municípios da região (Universidade Estadual Paulista, 2020) (Figura 1).



Fonte: Oliveira (2020).

Figura 1. Região Noroeste Paulista.

O balanço hídrico sequencial foi obtido por meio de planilha eletrônica (ROLIM et al., 1998) de acordo com a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), foram utilizados dados mensais de precipitação e evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) para cada estação agrometeorológica. Assumiu-se 60 mm de capacidade de água disponível no solo (CAD), abrangendo grande parte das culturas perenes cultivadas e do tipo de solo predominante na região, como descrito por Silva Junior et al. (2018).

O balanço hídrico sequencial histórico foi obtido a partir das médias mensais dos dados das estações, considerando dados a partir do início da operação das estações

agrometeorológicas até o ano de 2018, provenientes do banco de dados do Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os balanços hídricos históricos das estações da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista são apresentados nas Figuras 2 e 3. Historicamente, a região apresenta déficit hídrico entre abril e outubro, totalizando sete meses anuais, tendo déficit mais acentuado no mês de agosto, e ainda em Itapura e Marinópolis, o histórico também aponta deficiência hídrica em dezembro e novembro, respectivamente, totalizando oito meses de insuficiência hídrica nos municípios. Os dados históricos da estação de Marinópolis (Figura 2D) apontam que a evapotranspiração potencial anual foi de 1.428 mm e o volume total de chuvas foi de 1.145 mm, importante enfatizar que 61% do total da precipitação anual ocorre nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Ainda nessa estação, o maior excedente hídrico ocorre em janeiro e a maior deficiência no mês de agosto, todos esses resultados corroboram com o estudo de Santos et al. (2010), ainda que os autores tenham utilizado dados de 1999 a 2009.

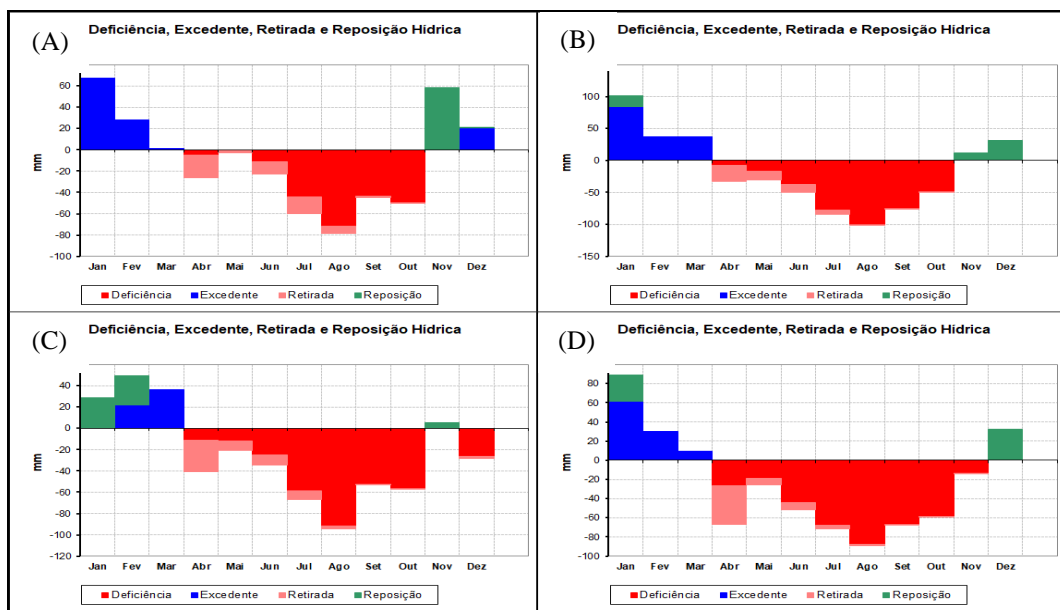


Figura 2. Balanço hídrico sequencial histórico para as estações Bonança (A), Ilha Solteira (B), Itapura (C) e Marinópolis (D).

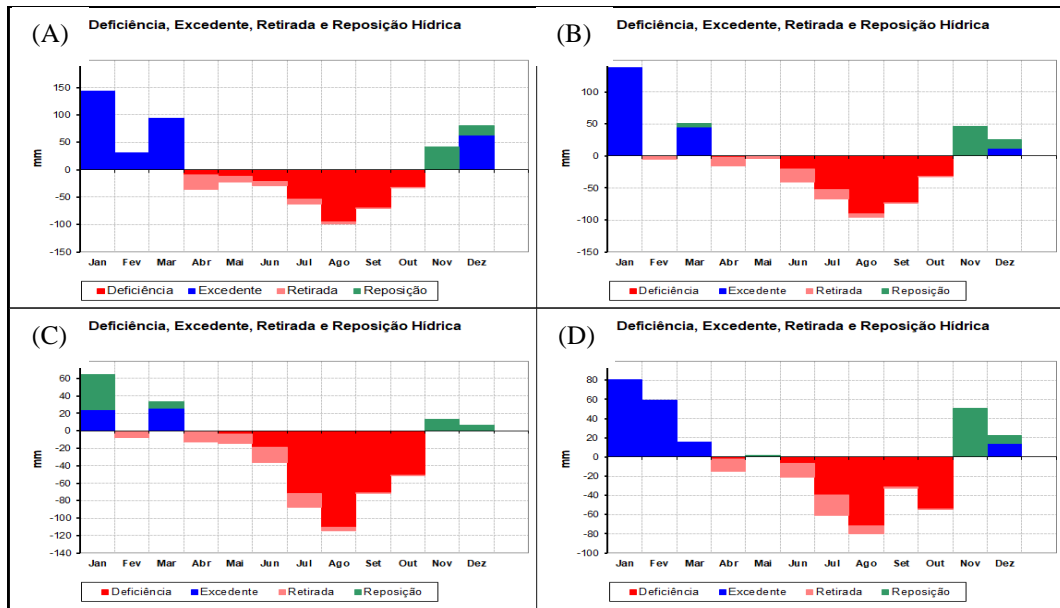


Figura 3. Balanço hídrico sequencial histórico para as estações Paranapuã (A), Populina (B), Santa Adélia (C) e Santa Adélia Pioneiros (D).

Em todas as estações, além da má distribuição de chuvas ao longo do ano, o aporte de água total é inferior à demanda evapotranspirativa anual, causando a falta de água no solo e consequentemente perda de produtividade das lavouras cultivadas na região em razão da deficiência hídrica. Analisando dados de 1967 a 1994, Hernandez et al. (1995) apresentaram que a região de Ilha Solteira apresentava oito meses de déficit hídrico anual com um total de precipitação de 1.252 mm, considerando o período estudado por este trabalho, a precipitação anual de Ilha Solteira foi de 1.324 mm, 7,5% superior entre os períodos. De acordo com Damião et al. (2010), trabalhando com dados de 2000 a 2010, a evapotranspiração de referência anual de Ilha Solteira era de 1.505 mm, causando um déficit hídrico anual de 442 mm, resultados bem próximos foram encontrados por este trabalho analisando o período de 1991 a 2018 na estação localizada em Ilha Solteira, sendo 1.530 mm de evapotranspiração e 365 mm de déficit hídrico anualmente.

Os balanços hídricos de 2019 das estações que compõe a Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista estão apresentados nas Figuras 4 e 5. Nota-se que o maior déficit hídrico foi registrado nos meses setembro ou outubro para a maioria das estações, destacando as estações localizadas nos municípios de Marinópolis (Figura 2D) e Pereira Barreto (Estação Santa Adélia) (Figura 3C) com as maiores deficiências hídricas. Marinópolis apresentou 122 mm de déficit no mês de setembro e Santa Adélia 135 mm em outubro. Santos et al. (2010) e Silva Júnior et al. (2018) observaram maior déficit hídrico na região no mês de agosto, assim como o demonstrado pelo balanço hídrico histórico neste trabalho, com 98 mm e 114 mm

respectivamente, constata-se, portanto, que a criticidade hídrica na região em 2019 não só variou temporalmente, mas também esteve mais acentuada.

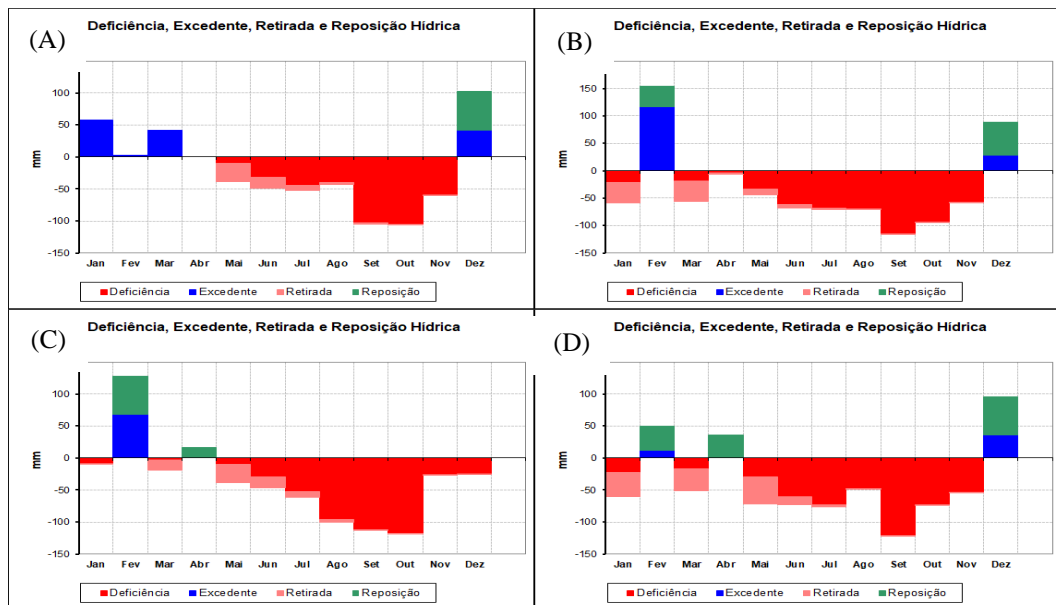


Figura 4. Balanço hídrico sequencial de 2019 para as estações Bonança (A), Ilha Solteira (B), Itapura (C) e Marinópolis (D).

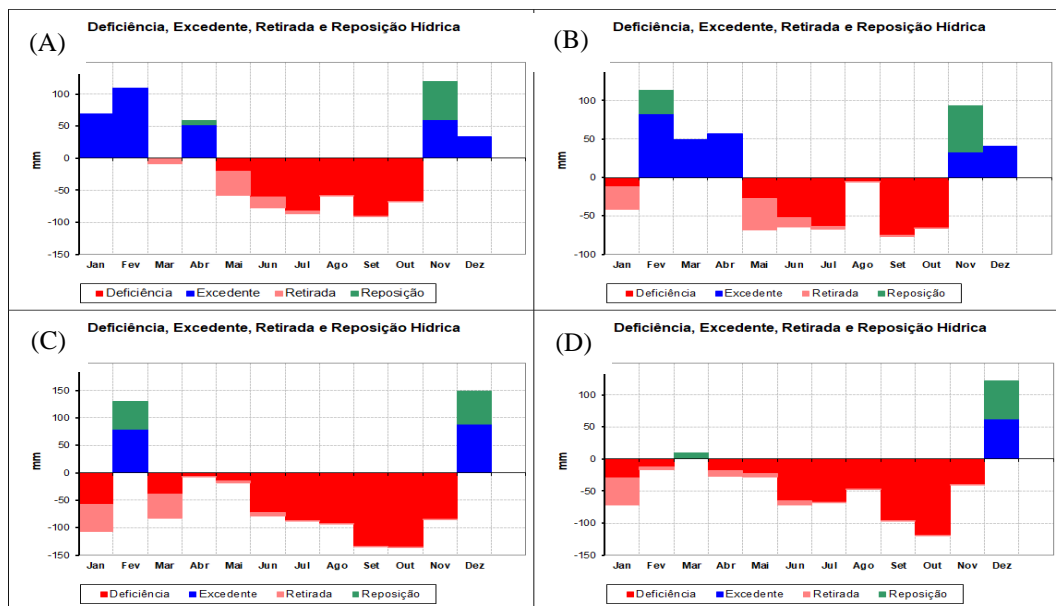


Figura 5. Balanço hídrico sequencial de 2019 para as estações Paranapuã (A), Populina (B), Santa Adélia (C) e Santa Adélia Pioneiros (D).

Ainda nas Figuras 4 e 5, é possível identificar déficit hídrico no mês de janeiro, com exceção das estações Bonança (localizada no município de Pereira Barreto) e Paranapuã. Esse comportamento foi inesperado, uma vez que nunca fora constatado nos estudos referentes ao balanço hídrico do Noroeste Paulista, inclusive janeiro é caracterizado como um mês de excedência hídrica, como observado nos trabalhos de Hernandez et al. (2003); Santos et al. (2010); Bispo et al. (2017); Silva Junior et al. (2018) e Oliveira et al. (2019).

A precipitação anual média da região em 2019 foi de 1.041 mm enquanto a média anual de evapotranspiração foi de 1.367 mm, essa diferença indica uma deficiência hídrica de 24% no volume de chuvas para atender a demanda evapotranspirativa. Ressalta-se ainda, que nos meses chuvosos ocorre uma má distribuição das chuvas causando um excedente hídrico, sendo assim parte dessa água fica indisponível às plantas, visto que o armazenamento de água no solo é limitado.

Oliveira et al. (2019), ao realizarem o BH em 2018 para região Noroeste Paulista, constataram que o déficit hídrico naquele ano foi antecipado, com início no mês de março, e ainda houve deficiência hídrica inesperada no mês de dezembro. Assim como neste trabalho, essa diferença foi encontrada quando comparado com o BH histórico, isso é devido à mudança de comportamento das variáveis climáticas no Noroeste Paulista, o que enfatiza a necessidade de implantação de sistemas de irrigação na região, e ainda, justifica o uso de estações agrometeorológicas para auxiliar no planejamento e manejo da irrigação.

Constata-se que ao trabalhar com um período de dados menor, para o estudo do BH de determinada região, corre-se o risco de obter resultados que podem afetar negativamente o planejamento agrícola e/ou subdimensionar ou superdimensionar projetos de irrigação. Portanto, quanto mais dados possuir da região de interesse, melhor será a configuração do BH. Todavia, salienta-se que se não há um grande período de dados para serem utilizados, ainda assim é importante a realização do BH visando diminuir as consequências do déficit hídrico para as culturas, visto que a distribuição de chuvas possui alta variabilidade temporal.

A partir dos dados de balanço hídrico foi possível definir os meses mais críticos para a agricultura na região Noroeste Paulista, que historicamente possui um período de seca bem definido (abril-outubro), com acentuado déficit hídrico em agosto, e contou com até dez meses de deficiência hídrica em algumas localidades no ano de 2019, evidenciando a necessidade de investimentos em sistemas de irrigação para garantir a produtividade das lavouras cultivadas na região, ainda que esses eventos climáticos extremos elevem os custos de produção. Outros estudos corroboram com o uso do BH para a gestão da agricultura irrigada no Noroeste de São Paulo (BISPO et al., 2017; ASCOLI et al., 2017; AVILEZ, et al., 2017).

CONCLUSÕES

Os meses de deficiência hídrica anual permanecem bem definidos, de sete a oito meses de deficiência hídrica anual com agosto com maior criticidade, como já encontrado em outros

estudos. No ano de 2019 houve até dez meses de déficit hídrico, com inesperada deficiência hídrica no mês de janeiro e até 135 mm de déficit em outubro. Esses fatores foram ocasionados por uma mudança de comportamento das variáveis climáticas na região. O balanço hídrico também evidenciou a necessidade de investimento em irrigação para a sustentabilidade da agricultura regional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela Bolsa de Doutorado concedida ao primeiro autor e à FAPESP 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.
- AVILEZ, A. M. A.; HERNANDEZ, F. B. T. Semeadura do feijoeiro em função da disponibilidade hídrica no solo no município de Itapura - SP. In: Inovagri International Meeting, IV. Fortaleza, CE, 2017. **Anais...** Fortaleza, CE: ABID, 2017.
- 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**, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI, p. 94-101, 2017.
- DAMIÃO, J. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; ZOCOLER, J. L. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, Noroeste Paulista. In: CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XX. Uberaba, MG, 2010. **Anais...**Uberaba, 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.

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.

OLIVEIRA, D. A. **Evolução da expansão da agricultura irrigada por pivô central e da evapotranspiração incremental no Noroeste Paulista**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Ilha Solteira, 2020.

OLIVEIRA, D. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. Balanço hídrico espacial na região Noroeste Paulista em 2018. In: *Inovagri International Meeting*, V. Fortaleza, CE, 2019. **Anais ...** Fortaleza, CE: 2019.

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**, 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, n. 2, p. 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, p. 346-358, 1955.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP. **Canal Clima UNESP**. Ilha Solteira: Ilha Solteira, 2020. Disponível em: clima.feis.unesp.br. Acesso: 27 set. 2020.