

# Espacialidade do déficit hídrico na cultura da soja nas microrregiões de Jales e Andradina, estado de São Paulo

Kamila Cristina de Credo Assis<sup>1</sup>

Maria Clara Lelles Moreira Begueline<sup>2</sup>

João Victor Costa<sup>3</sup>

Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>4</sup>

## Resumo

O conhecimento da disponibilidade da água no solo é a base para executar e planejar o uso racional. Assim, objetivou-se com o presente estudo a realização da espacialidade da precipitação, evapotranspiração da cultura e da necessidade de suplementação hídrica no cultivo da soja nas microrregiões de Jales/SP e Andradina/SP para a safra de verão. O balanço hídrico foi determinado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955) com dados disponibilizados pela Rede de Estações Agrometeorológicas operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira. Foi considerada uma Capacidade de Água Disponível (CAD) de 40 mm. O estudo deu-se a partir da simulação da condição hídrica de uma lavoura de soja semeada no dia 4 de novembro de 2020. Na condição de déficit hídrico, a Evapotranspiração Real (ETR) foi considerada nula na condição de 20 % de déficit e os demais valores seguiram a mesma proporção matemática. A precipitação média do período, a evapotranspiração da cultura e o déficit hídrico de cada estação meteorológica foram interpolados utilizando o software ArcGIS 10.7 por meio de krigagem ordinária de modelo circular. O déficit hídrico na cultura da soja na região Noroeste Paulista está relacionado à má distribuição da precipitação ao longo do ciclo e à grande recorrência de veranicos por toda a região. Para seguridade do produtor, o investimento em sistemas de irrigação prevendo essa má distribuição é justificado. O déficit hídrico na região é variável podendo chegar a valores nulos em anos com boa distribuição da precipitação e a valores superiores a 180 mm em anos com má distribuição.

**Palavras-chave:** Balanço Hídrico. Irrigação. Krigagem. Noroeste Paulista.

## Introdução

A soja (*Glycine max* L.) é a principal cultura do agronegócio brasileiro, com uma área cultivada de aproximadamente 35,8 milhões de hectares com uma produção estimada em 115 milhões de toneladas. No estado de São Paulo, a produção do grão chega a 10 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

A disponibilidade hídrica é o principal fator limitante ao rendimento da soja. No entanto, a maioria dos cultivos de soja no mundo são realizados sob o sistema de sequeiro. Devido à expansão da fronteira agrícola brasileira nos últimos anos, o cultivo da oleaginosa também ocorre em regiões

1 Universidade de São Paulo (USP). Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas. [kamila.assis@usp.br](mailto:kamila.assis@usp.br)

2 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem. [mariaclara\\_begueline@hotmail.com](mailto:mariaclara_begueline@hotmail.com)

3 UNESP. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem. [jv.costa@unesp.br](mailto:jv.costa@unesp.br)

4 UNESP – Campus Ilha Solteira. Professor Titular da Área de Hidráulica e Irrigação. [fernando.braz@unesp.br](mailto:fernando.braz@unesp.br)

com limitações pluviométricas por meio da suplementação hídrica realizada via sistema de irrigação (MONTROYA; PINTOS; OTERO, 2017).

Toda água que é infiltrada por um solo vegetado é sujeita à evapotranspiração, que é o somatório da água perdida por evaporação e perdida na forma de transpiração das plantas. A perda de água para a atmosfera por transpiração parece ser uma consequência inevitável da realização da fotossíntese em ambiente terrestre. A absorção de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) está acoplada à perda de água por meio de uma rota difusional comum: à medida que o  $\text{CO}_2$  se difunde para dentro das folhas, o vapor de água difunde-se para fora (TAIZ *et al.*, 2017).

Estimativas precisas da evapotranspiração de culturas (ETc), que quantificam a água total usada por uma cultura, são necessárias para otimizar a programação de irrigação para culturas hortícolas e minimizar a degradação da água (VENTURA *et al.*, 2000). A irrigação deficitária ou em excesso pode comprometer a produção e interferir negativamente na utilização da técnica agrícola de fornecer água aos cultivos quando eles não possuem condições de extrair o recurso da água disponível real do solo (ADR) (SANTOS, HERNANDEZ; ROSSETTI, 2010; CARVALHO *et al.*, 2015).

A evapotranspiração de referência (ETo) é conhecida como a taxa com que a água seria removida da superfície do solo e de uma planta específica, bem nutrida, saudável e sem falta de água (JENSEN; BURMAN; ALLEN, 1990). O conceito de ETo foi desenvolvido para estudar o poder evaporativo da atmosfera independentemente do tipo de cultura e manejo. O modelo mais aceito pela literatura e recomendado é o Penman-Monteith FAO (ALLEN *et al.*, 1998; BARROS *et al.*, 2009).

A partir da ETo, é possível calcular a demanda hídrica dos cultivos por meio da multiplicação dos seus valores pelo coeficiente de cultivo (Kc) da cultura em questão. O Kc é a razão entre a evapotranspiração potencial da cultura e a evapotranspiração de referência (ETc/ETo) e varia de acordo com as condições climáticas e fisiológicas da planta, sendo, desta forma, variável no tempo e no espaço (ALLEN; PEREIRA, 2009).

O Noroeste Paulista é a região com a maior evapotranspiração de referência no estado de São Paulo. A precipitação na região ocorre entre os meses de novembro e março, há déficit hídrico nos outros sete meses (HERNANDEZ *et al.*, 2003; SANTOS, HERNANDEZ; ROSSETTI, 2010). Segundo Avilez *et al.* (2018), a irregularidade na distribuição sequencial das precipitações, devido a veranicos, tem sido um dos fatores limitantes ao maior desenvolvimento e à estabilização da produção agrícola na região.

Com o avanço da tecnologia da informação e o advento das geotecnologias, quanto maior o número de informações meteorológicas globais, regionais e locais, maior é a possibilidade de sucesso do planejamento agrícola. As geotecnologias possibilitaram associar qualquer tipo de informação, mas principalmente as agrometeorológicas, ao espaço geográfico por meio de imagens de satélite e fotografias aéreas, como o Global Positioning System (GPS) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (VOLPATO; ALVES; VIEIRA, 2008).

Neste sentido, no presente trabalho, objetivou-se a realização da espacialidade da precipitação, evapotranspiração da cultura e da necessidade de suplementação hídrica no cultivo da soja nas microrregiões de Jales/SP e Andradina/SP para a safra de verão.

## Material e métodos

Para obtenção da precipitação, demanda hídrica da cultura e necessidade de suplementação com irrigação, foram utilizados dados de 8 estações climatológicas pertencentes à Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista monitoradas pela Área de Hidráulica e Irrigação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) Campus de Ilha Solteira. A seleção das estações foi baseada na

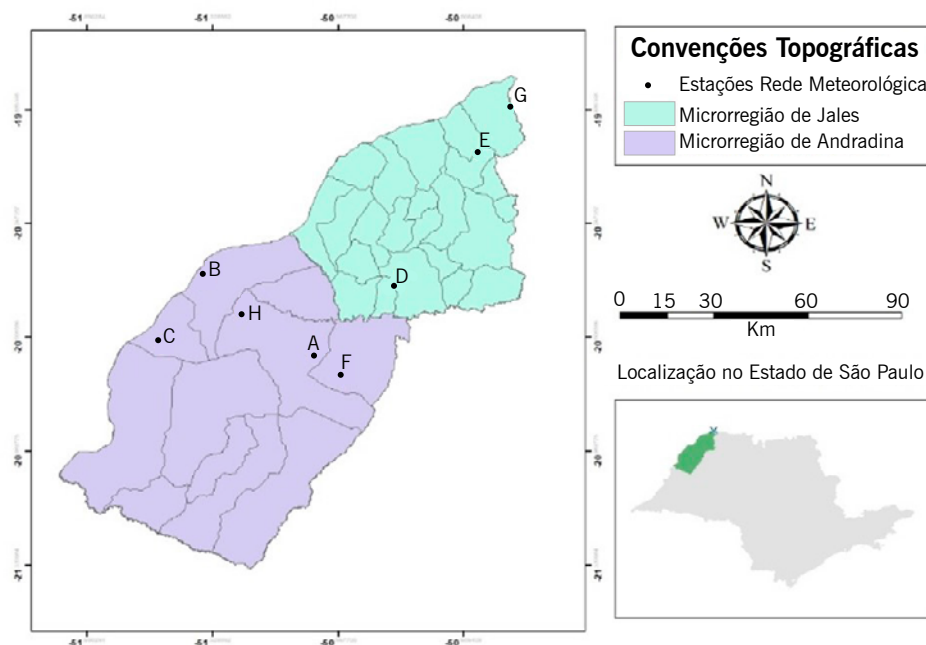
disponibilidade de dados climáticos diários e na sua distribuição espacial, sendo adotadas séries históricas com dados diários cujo período-base variou de 2012 a 2019. Na Tabela 1, apresentam-se as estações utilizadas e, na Figura 1, visualiza-se a distribuição espacial das estações.

**Tabela 1** – Rede Agrometeorológica do Noroeste de São Paulo monitoradas pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP *Campus* de Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2019.

Estações	Município	Latitude°	Longitude°	Altitude (m)
A. Bonança	Pereira Barreto	-20,6731	-51,0339	357
B. Ilha Solteira	Ilha Solteira	-20,4234	-51,3536	337
C. Itapura	Itapura	-20,6411	-51,4750	335
D. Marinópolis	Marinópolis	-20,4465	-50,8073	370
E. Paranapuã	Paranapuã	-20,0246	-50,5659	436
F. Santa Adélia Pioneiros	Sud Mennucci	-20,7283	-50,9597	350
G. Populina	Populina	-19,8796	-50,4704	394
H. Santa Adélia	Pereira Barreto	-20,5283	-51,2494	426

Fonte: UNESP (2019).

**Figura 1** – Distribuição Espacial das estações meteorológicas da Rede Agrometeorológica do Noroeste de São Paulo monitoradas pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP *Campus* de Ilha Solteira nas microrregiões de Andradina/SP e Jales/SP. Ilha Solteira, 2019.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

O clima da região do estudo foi 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 estudo deu-se a partir da simulação da condição hídrica de uma lavoura de soja semeada no dia 4 de novembro de 2020 nas coordenadas destacadas na Tabela 1. A escolha da data de plantio levou em consideração a média histórica de precipitação, visto que o solo durante os meses anteriores apresenta

elevado déficit hídrico, impossibilitando o estabelecimento da cultura em sequeiro. A cultivar utilizada foi a AS 3610 que apresenta ciclo na região de 121 dias, segundo o fabricante Agroeste® (2017).

A ETo foi obtida utilizando-se da equação de Penman-Monteith (Eq. 1) parametrizada pela FAO (ALLEN *et al.*, 1998), cujos dados de entrada advieram das estações meteorológicas descritas anteriormente.

$$ETo = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Em que:

- ETo - Evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>);
- Rn - Radiação neta na superfície do cultivo (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>);
- G - Fluxo de calor no solo (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>);
- T - Temperatura média do ar a 2 m de altura (°C);
- U<sub>2</sub> - Velocidade do vento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>);
- e<sub>s</sub> - Pressão do vapor de saturação (kPa);
- e<sub>a</sub> - Pressão real do vapor (kPa);
- e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> - Déficit da pressão de vapor (kPa);
- Δ - Pêndente da curva de pressão de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>);
- γ - constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>).

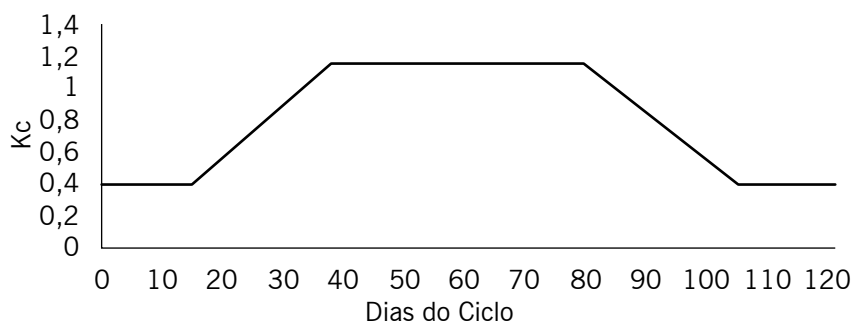
O balanço hídrico diário foi realizado segundo metodologia adaptada de Thorthwaite e Mather (1955), considerando ciclo total da cultura, capacidade de água disponível (CAD) de 40 mm (1,0 mm cm<sup>-1</sup> e 0,4 m de profundidade efetiva do sistema radicular) - predominante em Argissolos na região, a chuva média histórica para cada dia e a evapotranspiração da cultura (ETC) estimada pelo produto entre a ETo e o Kc, conforme Eq 2. Os coeficientes de cultura (Kc) da soja utilizados no cálculo da evapotranspiração da cultura (ETC) foram os indicados pelo Boletim FAO 56 para os trópicos (FIGURA 2) (ALLEN *et al.*, 1998).

$$ETc = ETo * Kc \quad (2)$$

Em que:

- ETc = Evapotranspiração da cultura;
- ETo = Evapotranspiração de referência;
- Kc = Coeficiente de cultura.

**Figura 2** – Coeficiente de cultivo (Kc) indicado para o cálculo da evapotranspiração da cultura da soja nos trópicos.



Fonte: Adaptado de ALLEN *et al.* (1998).

Foi considerado ainda na CAD um coeficiente de 20 % de incremento resultante da água gravitacional que pode ser infiltrada e evapotranspirada quando a precipitação for superior à capacidade de retenção do solo. A água disponível real (ADR) adotada foi o intervalo entre a capacidade de campo e 50 % da CAD, ou seja, 20 mm.

A Evapotranspiração Real (ETR) foi considerada nula na condição de 20 % de déficit hídrico e quando o déficit foi menor que 20 %, calculou-se a ETR pela proporcionalidade matemática. A necessidade de suplementação hídrica foi determinada como a diferença entre a evapotranspiração real total da evapotranspiração potencial da cultura (Eq. 3).

$$\text{DEF} = \text{ETC} - \text{ETR} \quad (3)$$

Em que:

DEF = Déficit Hídrico;

ETC = Evapotranspiração da cultura;

ETR = Evapotranspiração real da cultura.

A precipitação média do período, a evapotranspiração da cultura e a necessidade de suplementação hídrica obtidas por meio do balanço hídrico diário de cada estação meteorológica foram interpoladas utilizando o software ArcGIS 10.7 (ESRI, 2019) por meio de krigagem ordinária de modelo circular.

## Resultados e discussão

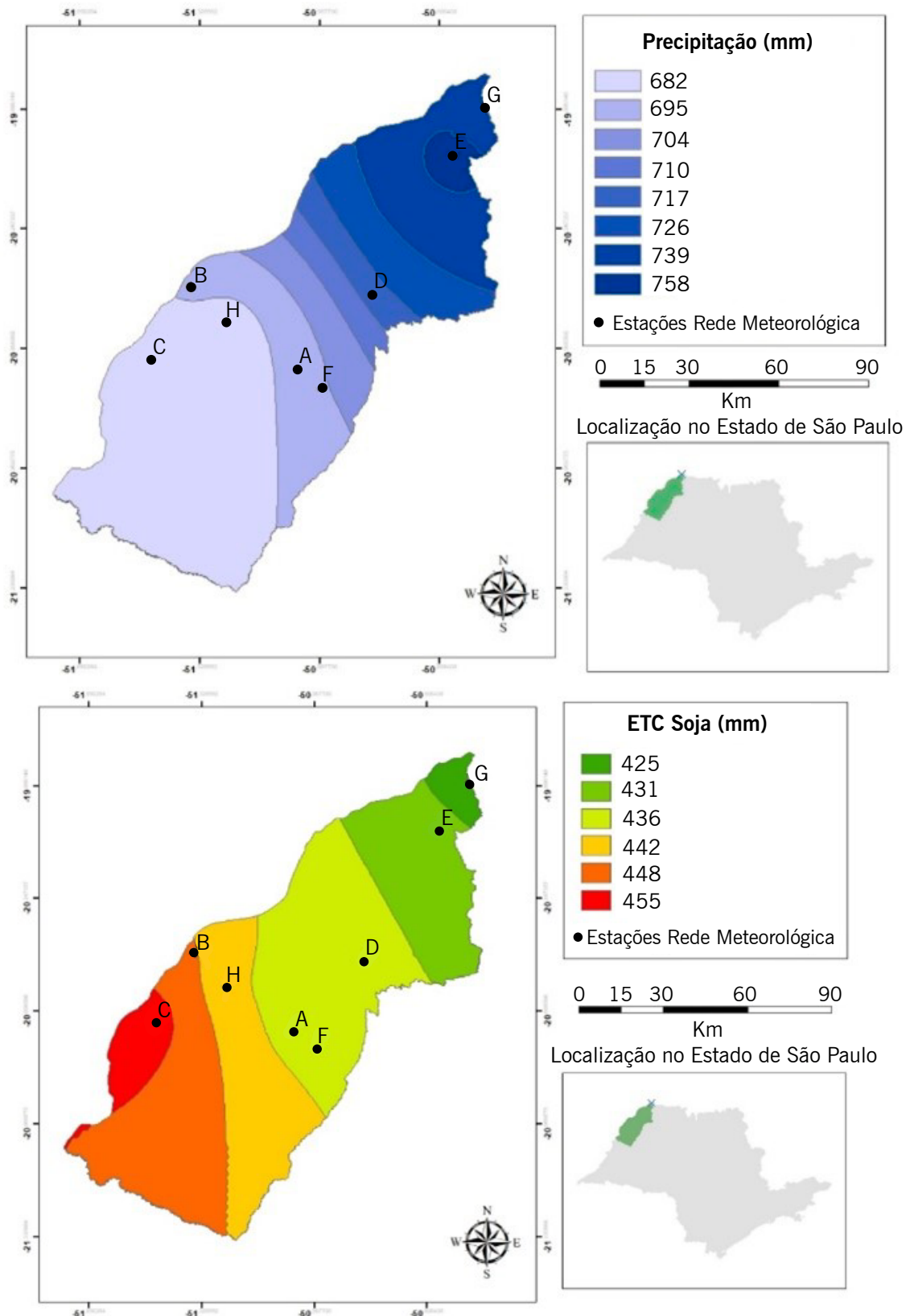
Na Figura 3, apresenta-se a interpolação da precipitação média e evapotranspiração da cultura durante todo o ciclo da soja de acordo com todas as estações meteorológicas com os dados médios (2012-2019).

A diferença entre a precipitação da porção com a maior faixa e menor faixa de precipitação foi de 76,2 mm. A região compreendida pelas estações de Populina/SP e Paranapuã/SP, a norte da microrregião de Jales/SP, apresentaram as maiores médias e a região de Itapura/SP, localizada na porção central da microrregião de Andradina/SP, as menores médias. Resultado semelhante foi obtido por Silva *et al.* (2012) que, avaliando a precipitação durante o ano de 2011 no Noroeste Paulista, encontraram as maiores médias na região de Populina/SP e Paranapuã/SP e as menores médias para a região de Pereira Barreto/SP e Itapura/SP.

A diferença entre a evapotranspiração da porção com maior faixa e menor faixa de precipitação foi de 29,3 mm. A região de maior evapotranspiração da cultura compreendeu a região de Itapura/SP. A região com o valor mais baixo foi a localizada a norte na microrregião de Jales/SP a cerca do município de Populina/SP. Resultados semelhantes foram encontrados por Americo *et al.* (2014) que, avaliando a Eto média das microrregiões durante os anos de 2012 e 2013, também encontraram os maiores valores em Itapura/SP e os menores na região de Populina/SP.

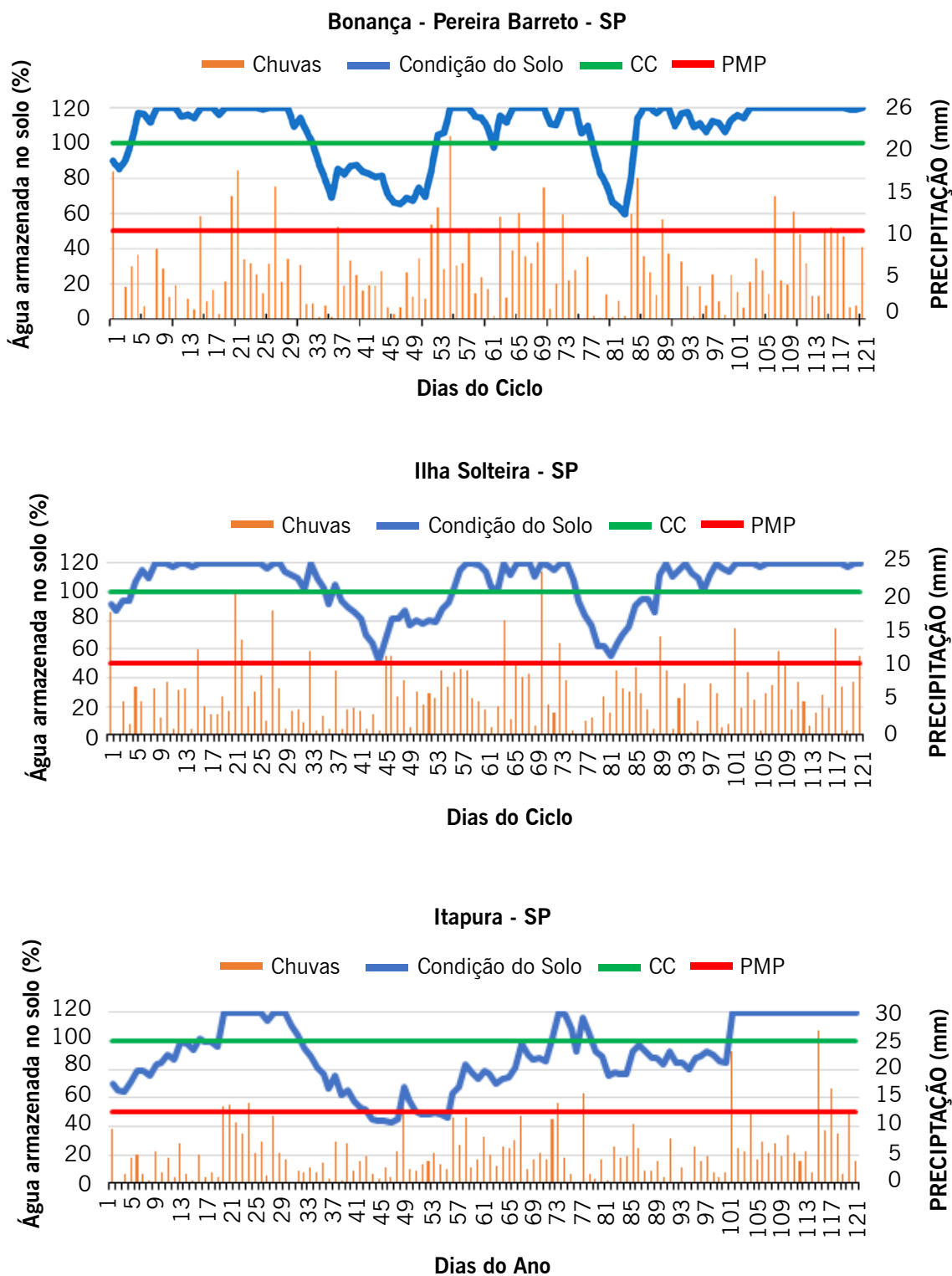
A precipitação em toda a região analisada foi superior à demanda de evapotranspiração. Neste caso, corriqueiramente, poderíamos inferir que não ocorre déficit hídrico. No entanto, apesar de o montante total de água ser superior à demanda, a precipitação pode não ocorrer no momento adequado em que a cultura necessita. Quando se é realizado o balanço hídrico diário, podemos observar que ocorrem déficits mesmo quando a precipitação ultrapassa a evapotranspiração da cultura. Na Figura 4, apresenta-se a previsão da água armazenada no solo durante o cultivo de soja obtida por meio do balanço hídrico.

**Figura 3** – Precipitação e evapotranspiração da cultura durante o cultivo de soja (04/11 a 03/03) para as microrregiões de Jales/SP e Andradina/SP (2012-2019).



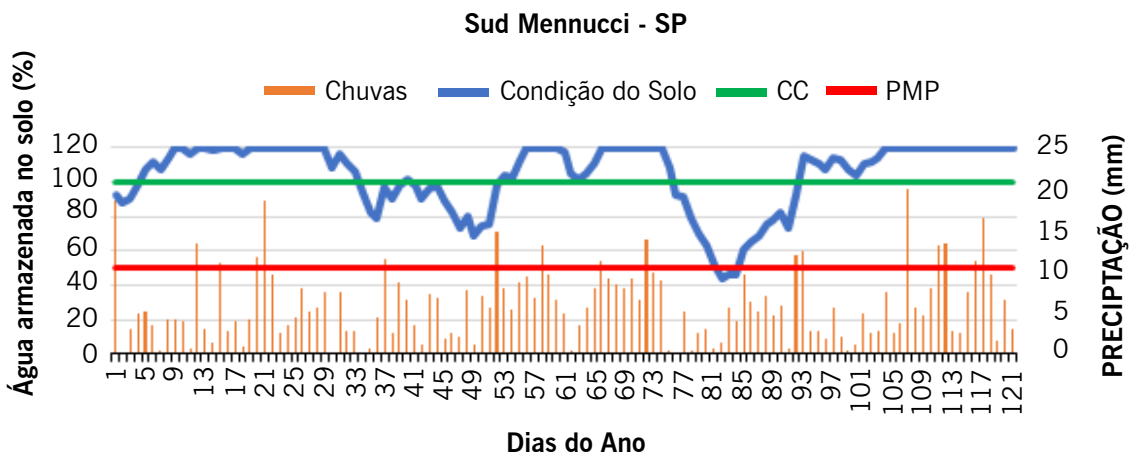
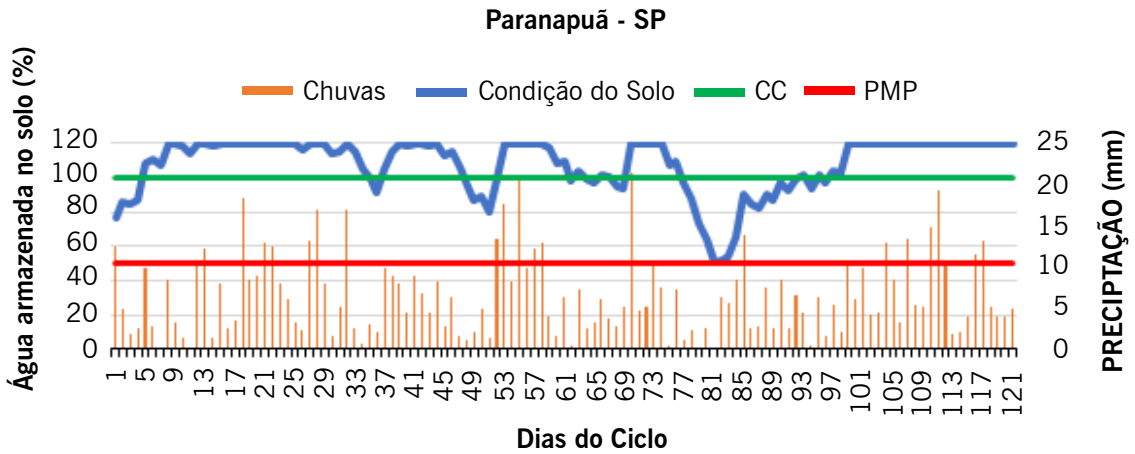
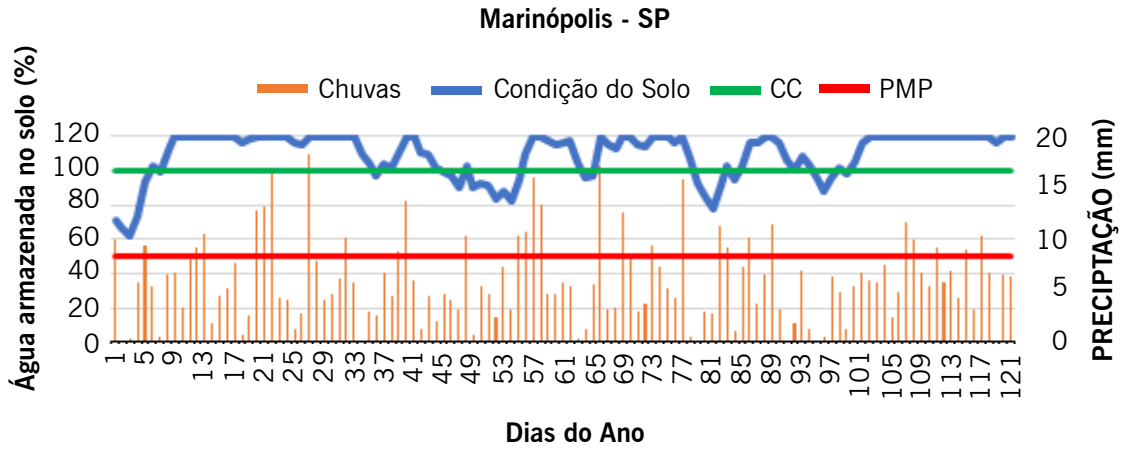
Fonte: Elaboração dos autores (2020).

**Figura 4** – Balanço Hídrico diário (2012-2019) durante o cultivo de soja de acordo com as estações meteorológicas da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista.



(continua...)

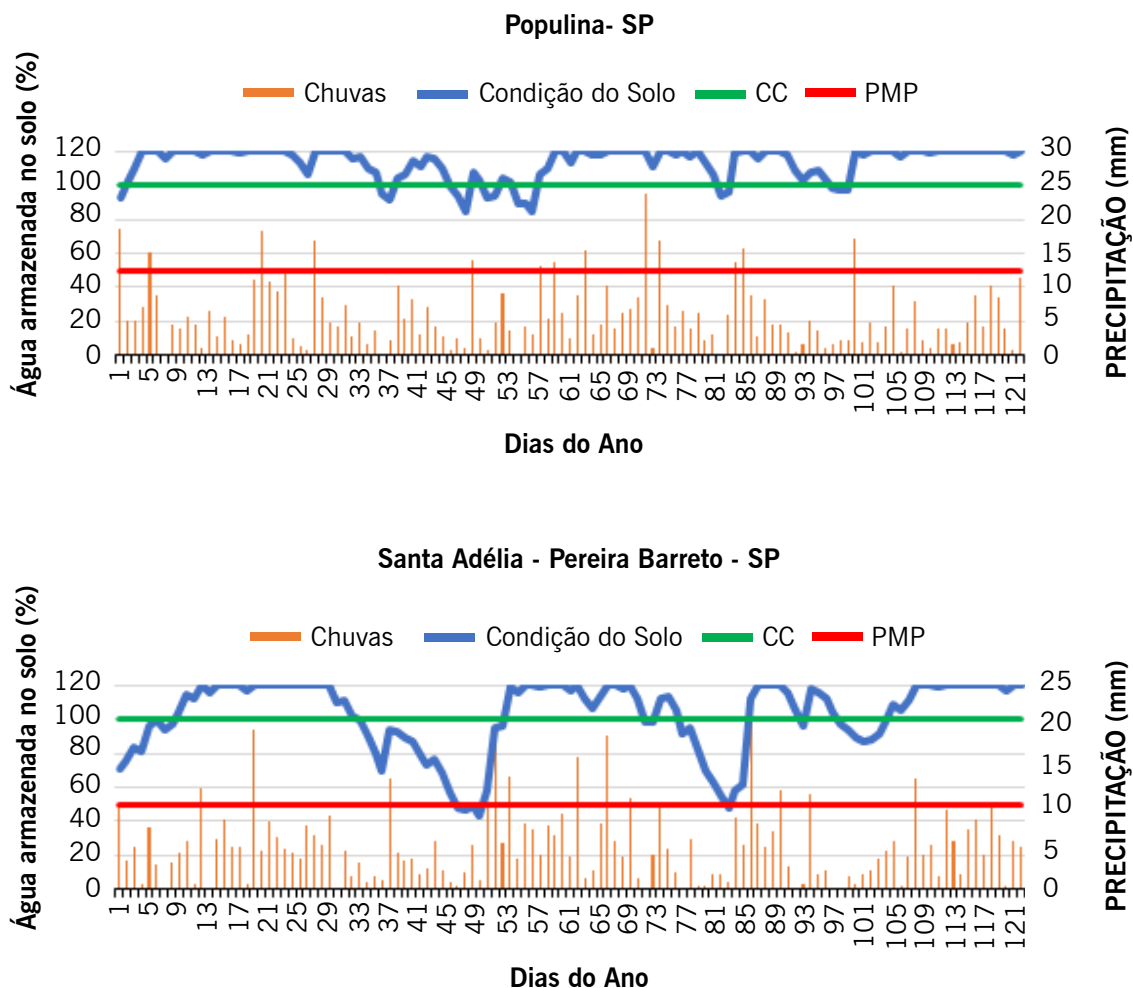
(Continuação)



(continua...)



(Continuação)



**Fonte:** Elaboração dos autores (2020).

Em Ilha Solteira/SP e Marinópolis/SP, não ocorre nenhum dia de déficit hídrico para a cultura da soja. Resultado semelhante ao encontrado por Damião *et al.* (2010) que, realizando o balanço hídrico entre os anos de 2000-2010 para Ilha Solteira/SP com CAD de 40 mm, não encontraram déficit hídrico na região entre os meses de novembro e março. No entanto, vale ressaltar o grande decréscimo na Água Disponível Real durante o mês de janeiro para esses municípios provavelmente decorrente a veranicos frequentes na região. Segundo Silva *et al.* (2012), a irregularidade na distribuição sequencial das precipitações, devido a veranicos, tem sido um dos fatores limitantes ao maior desenvolvimento e à estabilização da produção agrícola na região.

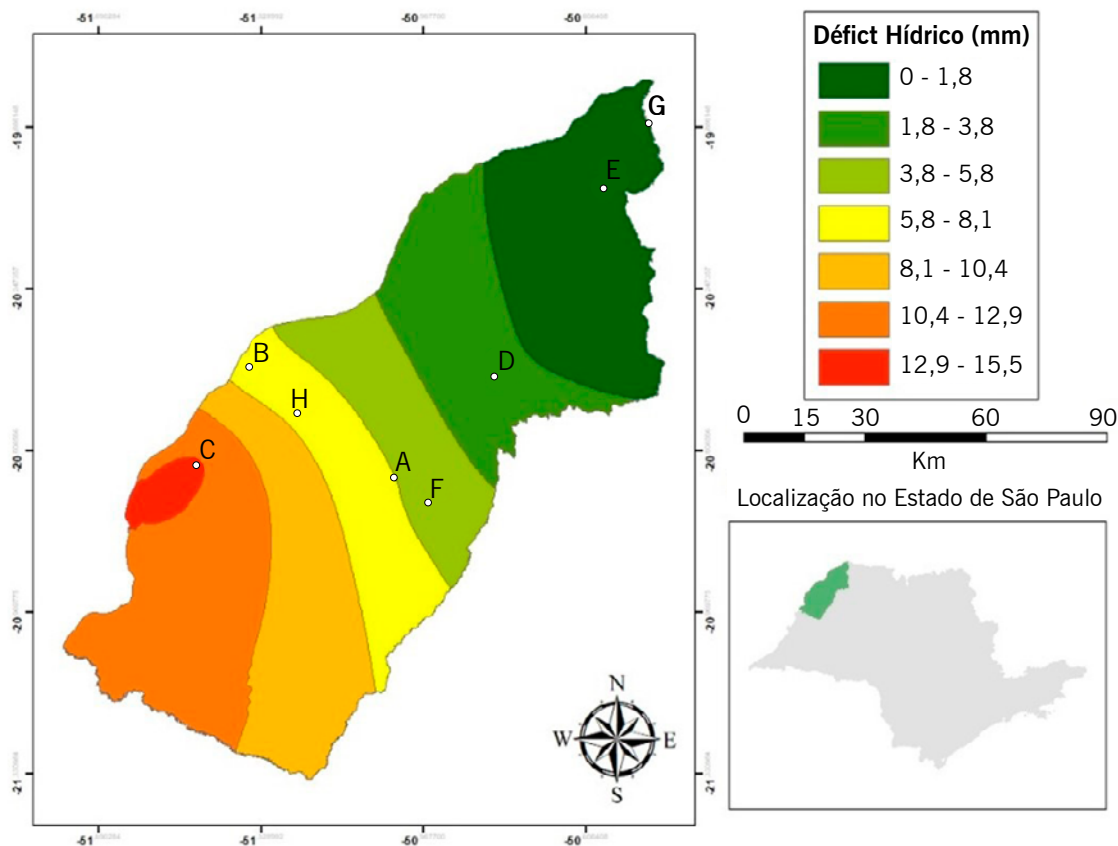
Nas estações meteorológicas de Paranapuã/SP e Populina/SP, a cultura não sofreu nenhum estresse hídrico e a água disponível real esteve em valores próximos à capacidade de campo. Considerando que a região possuía o maior índice de precipitação e o menor índice de evapotranspiração da região, considera-se que a região possivelmente não sofra estresse hídrico durante a safra de verão.

Para Itapura/SP, o déficit hídrico ocorreu durante dois períodos. Em Santa Adélia/SP (H) e Pereira Barreto/SP e Sud Mennucci, o déficit foi isolado em um período que variou entre os meses de dezembro e janeiro. Segundo Pereira (2017), dos elementos do clima, o que se apresenta como mais limitante ao cultivo da soja atualmente é a água. A variabilidade na disponibilidade hídrica durante o

período de desenvolvimento da cultura é a principal limitação à expressão do potencial de rendimento da soja, independentemente do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do local. O déficit hídrico durante o fim do mês de dezembro e início de janeiro pode gerar grandes perdas em produtividade da soja, pois geralmente é nesse mês que ocorrem os estádios fenológicos mais críticos das culturas de verão, justificando tecnicamente o uso da irrigação, em caráter complementar, na região.

A espacialização do déficit hídrico é apresentada na Figura 5.

**Figura 5** – Necessidade de suplementação hídrica (2012-2019) durante o cultivo de soja para as microrregiões de Jales/SP e Andradina/SP.



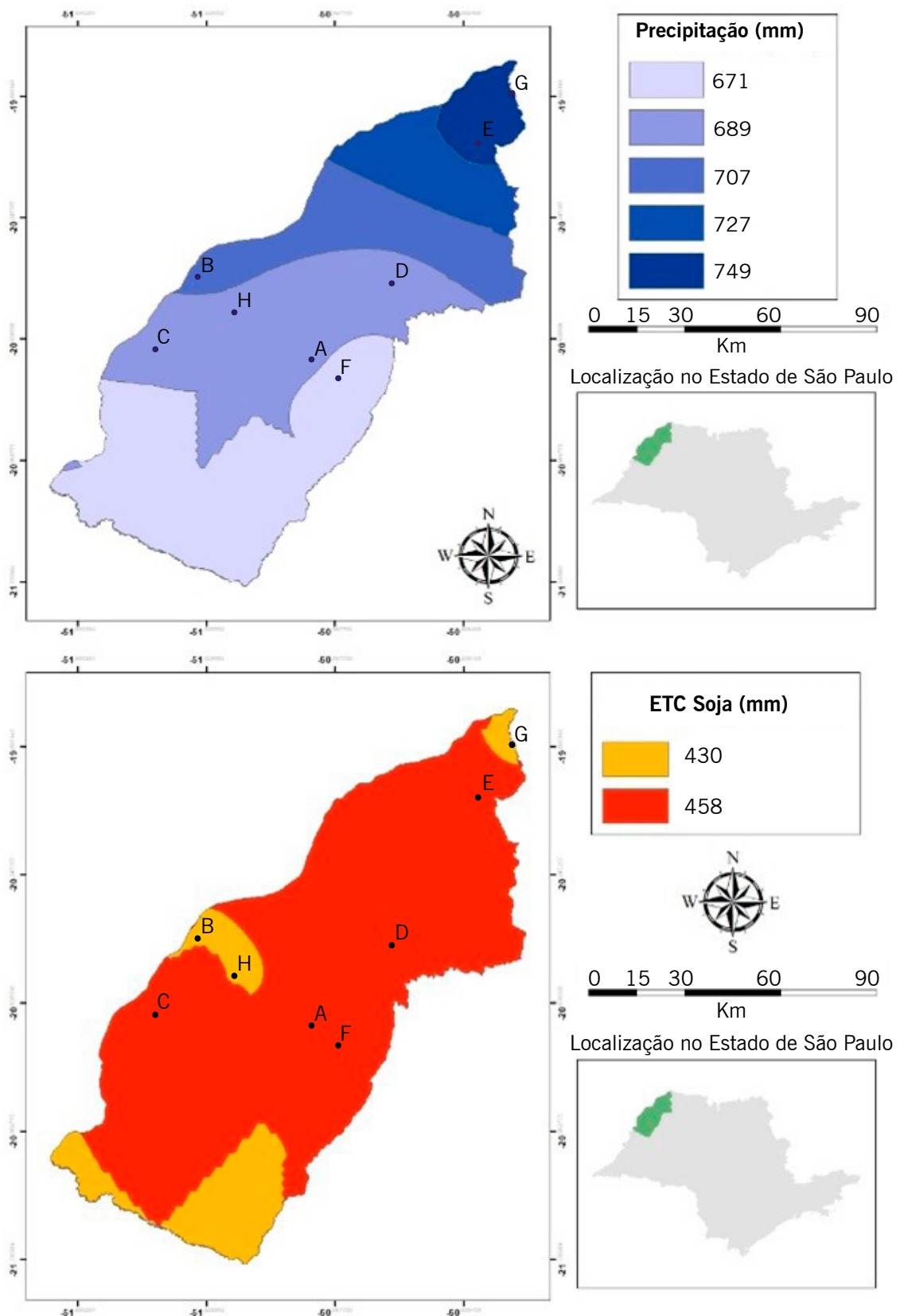
**Fonte:** Elaboração dos autores (2020).

A região de Itapura/SP apresenta o maior déficit hídrico, a microrregião de Jales/SP apresentou a menor. Esse déficit está principalmente associado a pequenos veranicos durante o verão que podem limitar a produtividade de muitos agricultores de sequeiro. À medida que se avança ao Sudeste, há aumento significativo do déficit hídrico. Esse déficit hídrico encontrado pela média dos últimos 7 anos é insuficiente para justificar o investimento em um sistema de irrigação.

No entanto, quando avaliamos isoladamente o ano agrícola 2018-2019 (FIGURA 6), encontramos uma condição muito mais crítica que a evidenciada com a série 2012-2019.

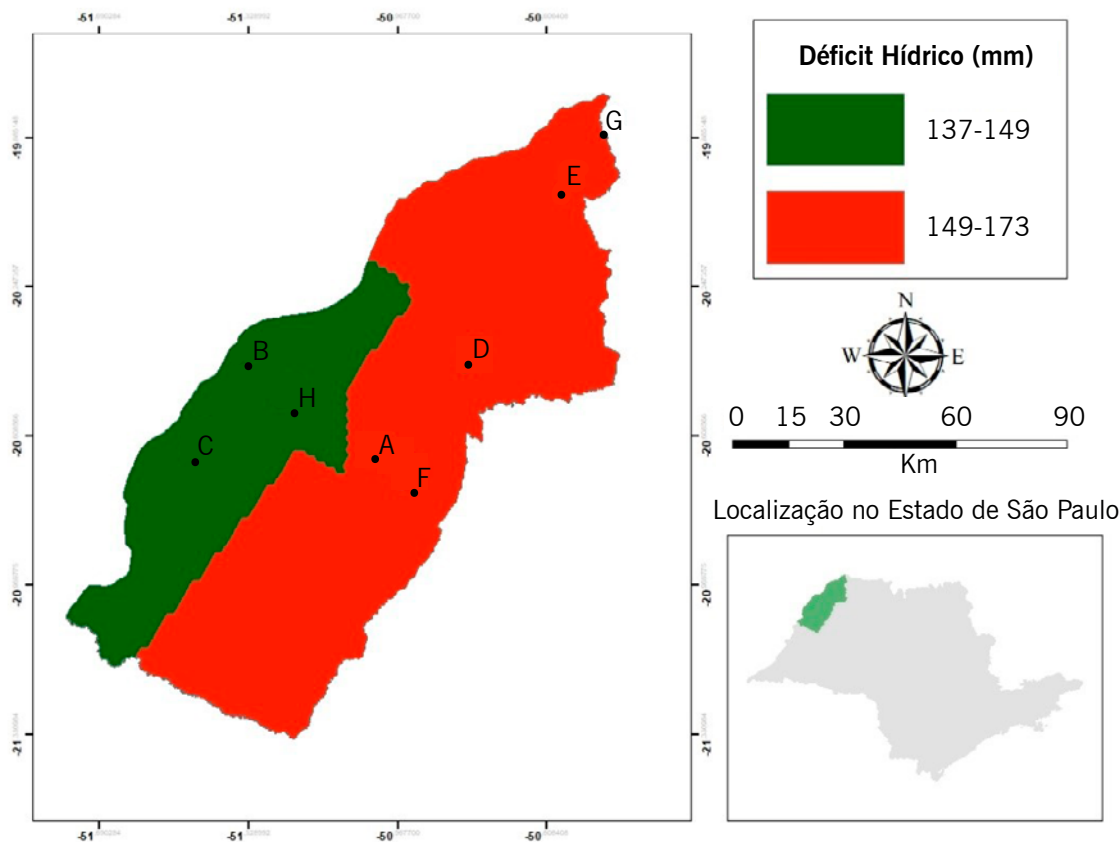
Não houve diferença significativa para a evapotranspiração e para a precipitação total ao longo do ciclo entre a última safra e os dados médios dos últimos 7 anos. Os déficits na região ocorreram ao longo dos dias, sendo necessário realizar o balanço hídrico diário para encontrar o déficit que a cultura apresenta durante o ciclo. Para a interpolação do mapa de déficit hídrico do cultivo 2018-2019, foram interpolados os dados diários de déficit.

**Figura 6** – Precipitação, Evapotranspiração da cultura e déficit hídrico durante o cultivo de soja para as microrregiões de Jales/SP e Andradina/SP (2018-2019).



(continua...)

(Continuação)



Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Notou-se o aparecimento de valores muito elevados na última safra quando comparados com as médias dos últimos anos. O déficit hídrico apresentou-se de tal forma na última safra que seria impossível não ocorrerem perdas de produtividade em toda a região. A região de Ilha Solteira/SP, Itapura/SP e Santa Adélia/SP apresentaram os menores déficits (137 a 149) e o restante da região se comportou de maneira uniforme dentro do intervalo entre 149 mm e 173 mm. Segundo Schutze *et al.* (2012), o déficit hídrico pode ser observado no Noroeste Paulista tanto na época de chuva quanto no período de estiagem devido à grande taxa de evapotranspiração na região e regime pluviométrico bem irregular. Essa irregularidade está relacionada à distribuição e não à quantidade de chuva. Essas irregularidades resultam em aumento do risco para o cultivo, devido à distribuição das chuvas durante o ciclo das culturas serem limitantes à produção, quando em valores insatisfatórios (MARINI *et al.*, 2012).

Devido a essa variação anual na distribuição da precipitação e conseqüentemente ao aumento do risco climático da atividade agrícola, a prática da irrigação como suplementação hídrica torna-se bastante necessária, visto que não se pode mais depender de um regime pluviométrico muito variável para a obtenção de uma safra produtiva. A implementação da irrigação, além de diminuir os riscos na safra de verão possibilita a adoção de 2,5 safras ao ano, aumenta a produtividade por ciclo e aumenta a qualidade do grão produzido.

As microrregiões de Jales e Andradina se comportam de maneiras distintas. No entanto, existe homogeneidade entre os resultados, a utilização de dados meteorológicos e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitam ao produtor a tomada de decisão pautada nas verdadeiras condições climáticas que a lavoura de soja apresentará durante o ciclo.

## Conclusões

O déficit hídrico na cultura da soja na região Noroeste Paulista está relacionado à má distribuição da precipitação ao longo do ciclo e à grande recorrência de veranicos por toda a região. Para seguridade do produtor, o investimento em sistemas de irrigação prevendo essa má distribuição é justificado.

O déficit hídrico na região é variável, podendo em anos com boa distribuição da precipitação chegar a valores nulos e em anos com má distribuição da precipitação chegar a valores superiores a 180 mm.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro na implantação da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista (Processo 2009/52467-4).

## The spatiality of the soybean crop water deficit in Jales and Andradina microregions, state of São Paulo

### Abstract

Knowledge about soil water availability for future planning is the basis for carrying out its rational use. This work aimed to study the spatiality of water precipitation, crop evapotranspiration, and the need for water supplementation in soybean cultivation in the microregions of Jales-SP and Andradina-SP for the summer harvest. The water balance was determined by the Thornthwaite and Mather (1955) method, with data made available by the Agrometeorological Stations Network operated by the Hydraulics and Irrigation area of UNESP Ilha Solteira. We considered an available water capacity (AWC) of 40 mm. The study took place from the simulation of the water condition of a soybean crop sown on November 4, 2020. In the water deficit condition, the actual evapotranspiration (ETa) was considered null at a 20 % deficit, and the other values followed the same mathematical proportion. The mean rainfall of the period, crop evapotranspiration, and water deficit of each weather station were interpolated through ordinary circular kriging in ArcGIS 10.7 software. The water deficit in the soybean crop in the northwest region of São Paulo is related to the poor distribution of precipitation during the cycle and the significant recurrence of Indian summers all through the area. For the producers' safety, investment in irrigation systems anticipating this poor distribution is justified. The water deficit in the region is variable. In years with good rainfall distribution, it can reach zero values, and in years with poor distribution, it can reach values greater than 180 mm.

**Keywords:** Water Balance. Irrigation. Kriging. Northwest of the state of São Paulo.

### Referências

AGROESTE. **Variedade de soja AS 3610 IPRO**. 2017. Página Inicial. Disponível em: <http://www.agroeste.com.br/variedades-de-soja/4/variedades-de-soja/51/as-3610-ipro>. Acesso em: 20 out. 2019.

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

ALLEN, R. G. PEREIRA, L. S. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. **Irrigation Science**, v. 28, n. 1, p. 17-34. 2009.

AMERICO, I. B.; HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, Y. F.; TEIXEIRA, A. H. C. Precipitação e evapotranspiração de referência no noroeste paulista. IN: XXIV CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2014, **Anais...** Brasília, CONIRD, 2014. 6p.

AVILEZ, A. M. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; BISPO, R. C.; GIOVANELLI, L. B. Necessidade hídrica da cana-de-açúcar no Noroeste Paulista. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 171-188, 2018.

BARROS, V. R.; SOUZA, A. P.; FONSECA, D. C.; SILVA, L. B. D. Avaliação da evapotranspiração de referência na Região de Seropédica, Rio de Janeiro, utilizando lisímetro de pesagem e modelos matemáticos **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p.198-203, 2009.

CARVALHO, D. F.; ROCHA, H. S.; BONOMO, R.; SOUZA, A. P. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir de dados meteorológicos limitados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 1-11, 2015.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acomp. safra bras. grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - n. 6 - Sexto levantamento, Brasília, p. 1-31 março, 2020.

DAMIÃO, J. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; ZOCOLER, J. L. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira, noroeste paulista. In: XX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2010. **Anais ...** Uberaba - MG, CONIRD, 2010.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **Interpolate shape**. Software 10.7. 2019. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/setup/arcgis-desktop-quick-startguide.html>. Acesso: 28 out. 2019.

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.

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990, 332p

MARINI, P.; MORAES, C. L.; MARINI, N.; MUNT DE MORAES, D.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, 2012.

MONTOYA, F. C; PINTOS, F; OTERO, A. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. **Agricultural Water Management**, v. 193, p. 30-45, 2017.

PEREIRA, L. C. **O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

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, Y. F.; HERNANDEZ, F. B. T.; FEITOSA, D. G.; TEIXEIRA, A. H. C.; BRUNINI, O. Análise das chuvas no noroeste paulista. IN: XXII CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2012, **Anais...** Cascavel, CONIRD, 2012. 6p.

SCHUTZE, I.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C.; FEITOSA, D. G. CHUVA E EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO NOROESTE PAULISTA EM 2012. IN: XXII CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2012, **Anais...** Cascavel, CONIRD, 2012. 6p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, M. I.; MURPHY, A. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

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).

VENTURA, F.; FABER, B. A.; BALI, M. K.; SNYDER, R.; SPANO, D.; DUCE, P.; SCHULBACK, K. F. Model for Estimating Evaporation and Transpiration from Row Crops. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 127, n. 6, 2001.

VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIERIA, T. G. C. Geotecnologias aplicadas a meteorologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 249, p. 1-10, 2008.

**Submetido:** 18/04/2020

**Aceito:** 04/08/2020