



PROGNÓSTICO DO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DE VERÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Novembro|2023

**FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA – FUNDAG
COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA
INSTITUTO AGRONÔMICO – IAC**

PROGNÓSTICO DO DESENVOLVIMENTO DAS CULTURAS DE VERÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Angélica Praela Pantano (IAC/APTA/SAA); Paulo César Reco (APTA Regional/SAA); Elizandra C. Gomes (FUNDAG); Giselli A. Silva (FUNDAG); Ricardo Aguilera (FUNDAG); David Noortwick (FUNDAG); Andrew P. C. Brunini (FUNDAG); João P. de Carvalho (IAC/APTA); Marcelo Andriosi (FUNDAG); Romilson C. M. Yamamura (IAC/APTA).

1- BREVE ANÁLISE DO CLIMA DO ESTADO DE SÃO PAULO (Adaptado de Camargo et al., 1974)

O Estado de São Paulo possui praticamente todo seu território entre os paralelos 20° e 25° Sul, sendo considerado como de características tipicamente tropicais. Grande parte dele, porém, por estar situada em áreas montanhosas de altitude, onde as temperaturas se apresentam bastante amenas, pode ser classificada como tropical de altitude. As chuvas são em geral abundantes, sobretudo na estação estival (de dezembro a março), tornando o clima, tropical úmido, uma condição que favorece enormemente a agricultura e a pecuária em geral.

Segundo a classificação climática de Koeppen, o Estado de São Paulo abrange seis tipos climáticos distintos, todos correspondentes a climas úmidos. O tipo que compreende a maior área é o Cwa, e compreende toda a parte central do planalto, sendo caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente. Algumas áreas serranas, com o verão ameno, nele encravadas, são classificadas no tipo Cwb (subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno).

As regiões mais baixas, a noroeste, situadas nas proximidades dos Rios Paraná e Grande, mais quentes, pertencem ao tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco. Ao sul do planalto, margens do Rio Paranapanema, e do vale do Rio Ribeira de Iguape, aparecem faixas de clima tropical, com verão quente, sem estação seca de inverno, do tipo Cfa. As áreas serranas, mais altas, das Serras do Mar e da Mantiqueira, com verão ameno e chuvosas o ano todo, têm o clima classificado como Cfb. Finalmente, a faixa litorânea recebe a classificação Af, caracterizada pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca. Estas características térmicas e hídricas são exemplificadas nos mapas da temperatura média anual e o total anual de precipitação, conforme **Figura 1**.

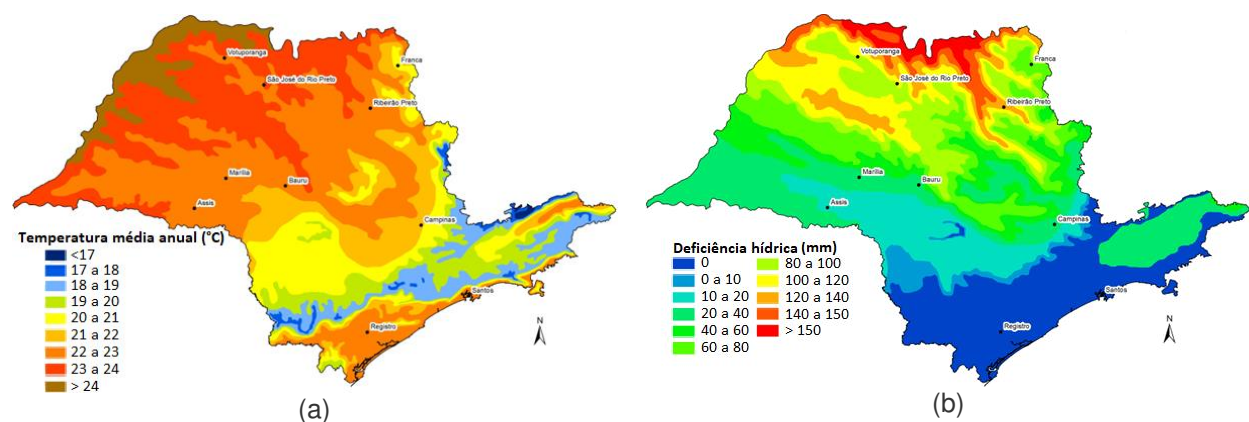


Figura 1 - Temperatura média anual (a) e deficiência hídrica anual (b) no Estado de São Paulo, adaptado de Brunini e Carvalho (2018).

2- O FENÔMENO EL NIÑO

De maneira simples, o El Niño é um fenômeno climático ocasionando pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico, alterando o padrão climático e gerando variações neste padrão em todo o Globo Terrestre. No Brasil, este fenômeno altera o regime térmico e hídrico em todo o país, trazendo chuvas elevadas no sul e seca no Norte e Nordeste, bem como aumento da temperatura do ar como um todo. De acordo com o Boletim Mensal elaborado em conjunto pelo INPE-INMET-ANA e Cenad, desde junho de 2023, há um aumento da temperatura das águas do Oceano Pacífico, ocasionando então este fenômeno. De acordo com este Boletim, há possibilidades de condições mais úmidas (chuva acima do normal) nos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná, em parte da Região Sudeste, além de seca (chuvas abaixo da média histórica) no Nordeste brasileiro e em parte da Região Norte. O pico deste fenômeno deve ocorrer entre dezembro de 2023 e janeiro de 2024, cujo mesmo Boletim indica a possibilidade deste fenômeno atuar em todo o primeiro semestre de 2024.

O Estado de São Paulo possui área de transição da atuação deste fenômeno, com possibilidades de temperatura do ar acima da média e chuva ligeiramente superior à média histórica. Os mapas da **Figura 2** indicam uma estimativa do padrão de temperatura do ar no âmbito paulista, considerando um possível resfriamento de 2°C a até um aquecimento de 4°C na temperatura média do ar.

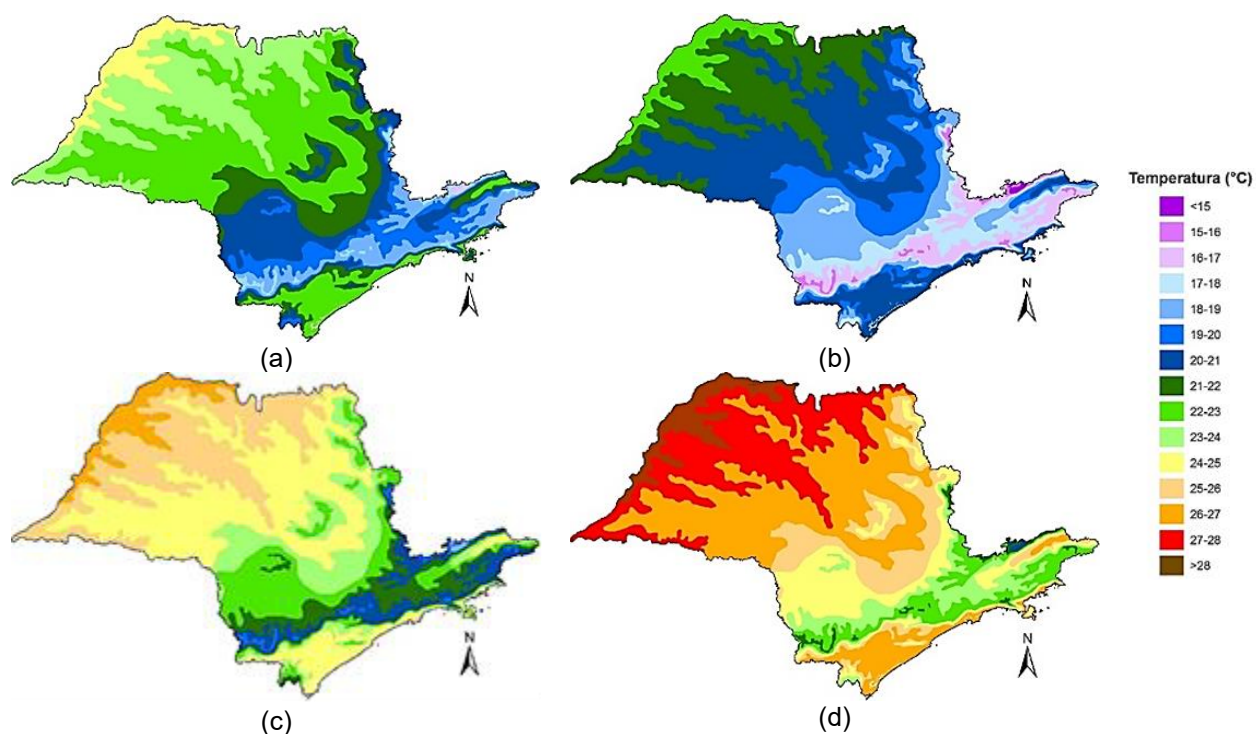


Figura 2 - Estimativa da temperatura média anual do ar no Estado de São Paulo, considerando-se possíveis cenários climáticos: original (a), -2°C (b), +2°C (c) e +4°C (d). Adaptado de Brunini e Carvalho (2018).

Importante se compreenderem estes cenários em trimestres, os quais são apresentados na **Figura 3**, para os trimestres de outubro a dezembro de 2023, e de janeiro a março de 2024, que são os períodos de maior desenvolvimento de culturas de verão (grãos), supondo-se o

cenário que se apresenta como mais provável, de aumento da temperatura média do ar em 2°C.

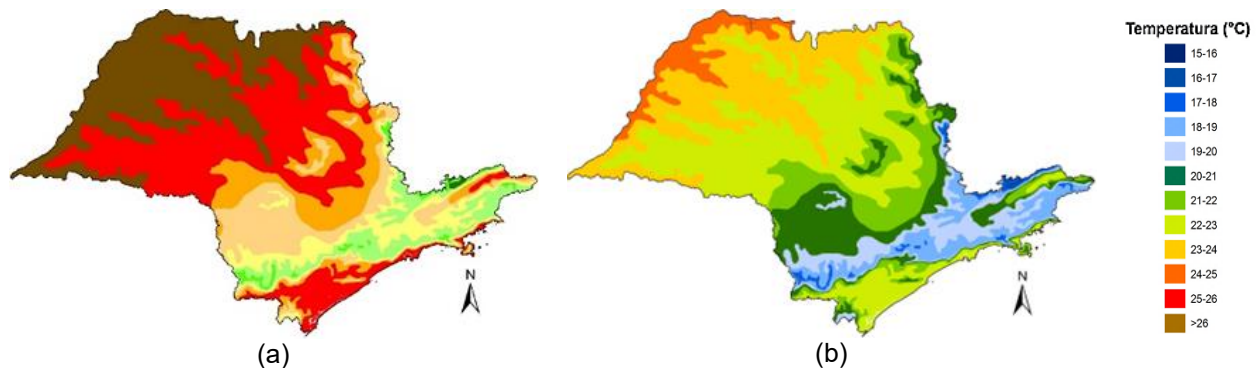


Figura 3 - Temperatura média do ar no trimestre outubro-dezembro (a) e trimestre janeiro a março (b). Adaptado de Brunini e Carvalho (2018).

Observa-se na **Figura 4**, que no período de crescimento das culturas anuais, a demanda hídrica dos cultivos é plenamente atendida, mesmo com o aumento da temperatura média em 2°C, pois a deficiência hídrica é inferior a 10mm. Contudo, caso haja uma redução do total de precipitação de cerca de 20%, a restrição hídrica é crítica às culturas em metade do território paulista.

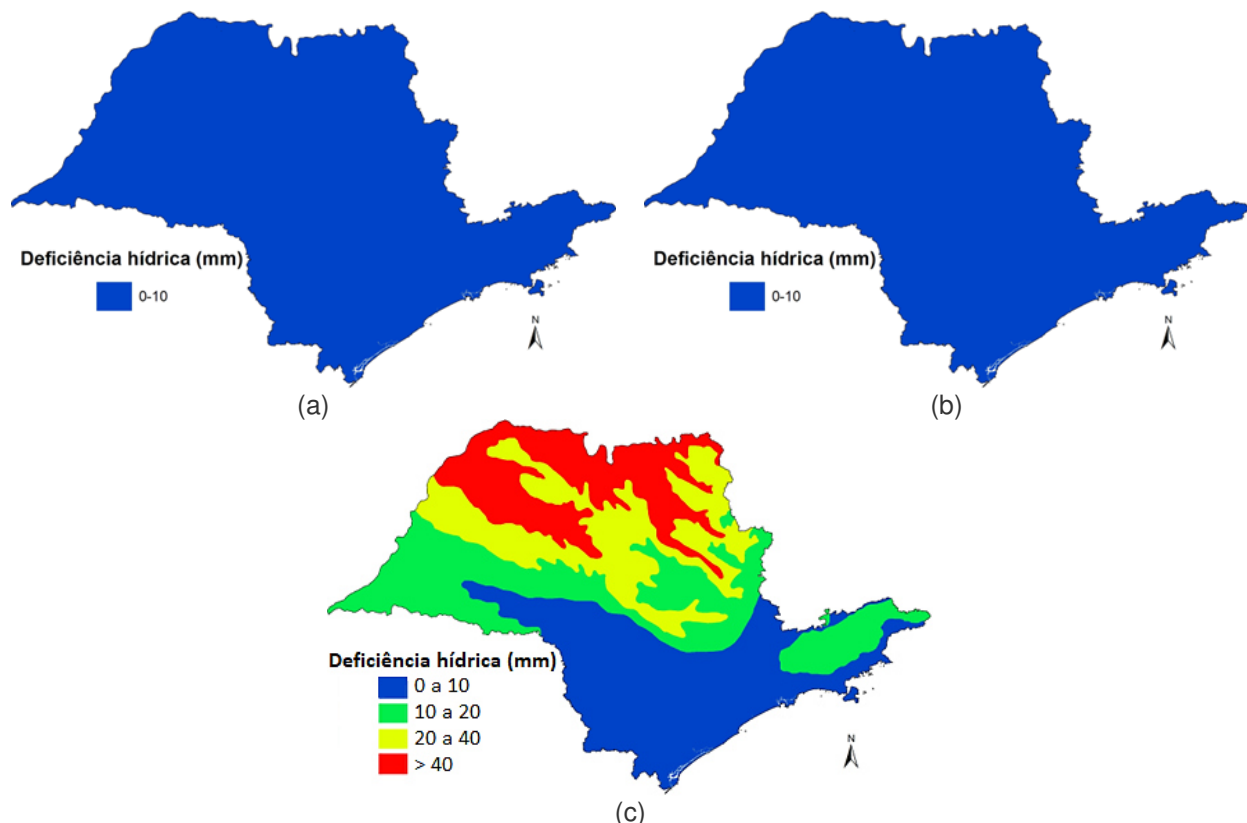


Figura 4 - Estimativa da deficiência hídrica no período de outubro a março, considerando um aquecimento de 2°C (a), considerando um aquecimento de 2°C e aumento de 20% na precipitação (b) e considerando um aquecimento de 2°C e redução de 20% na precipitação (c).

3- PROJEÇÕES PARA O PRÓXIMO PERÍODO

Destaca-se, conforme **Figuras 2, 3 e 4**, que a principal força motora para o desenvolvimento das culturas é o total e a distribuição da precipitação. Desta maneira, com base nos portais AGROCLIMASP (<http://agroclimasp.ciiagro.org.br/>) e CIIAGRO (<http://ciiagro.org.br/>), foram projetados os valores de deficiência hídrica e excedente hídrico, para algumas regiões paulistas.

As análises se basearam na série histórica diária de temperatura do ar e precipitação, com período retroativo de no mínimo 20 anos, e CAD de 30mm, tendo-se adotado os cenários:

- a) assumindo um aumento de 2°C e precipitação com acréscimo de 20%;
- b) assumindo um aumento de 2°C e precipitação conforme a média histórica no período;
- c) assumindo um aumento de 2°C e precipitação com decréscimo de 20%.

Na **Figura 5**, é apresentado o prognóstico de 180 dias, com condições normais de temperatura e precipitação na deficiência e no excedente hídrico, ou seja, o balanço hídrico, para as localidades de Adamantina, Assis, Campinas, Ribeirão Preto e Votuporanga.

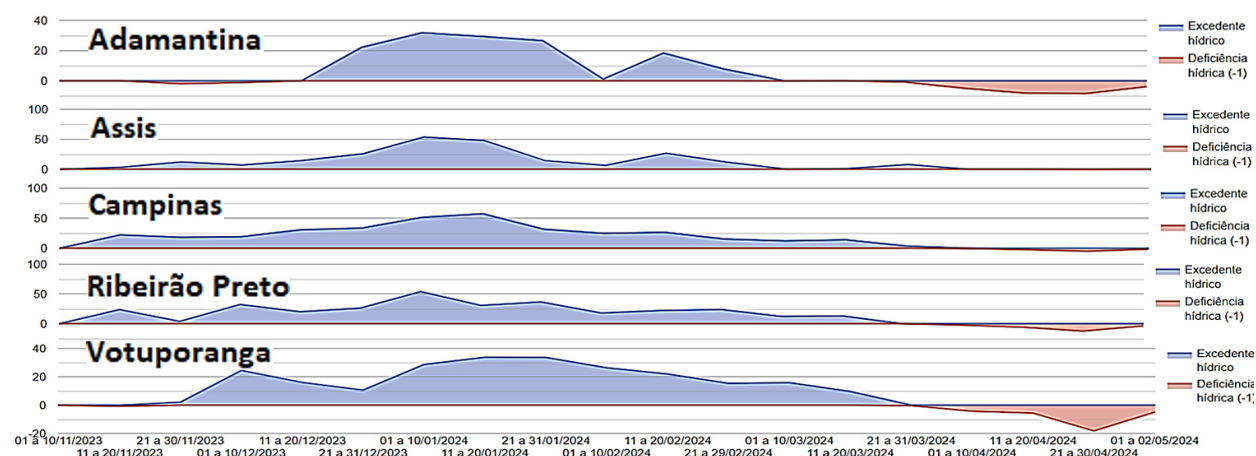


Figura 5 - Prognóstico dos termos do balanço hídrico em função das médias históricas de temperatura e precipitação.

Importante o acompanhamento dos últimos dados para se preparar para possíveis cenários, sendo assim, na **Figura 6a**, são apresentados os valores de temperatura média nos últimos 15 dias, bem como a evapotranspiração de referência utilizando a formula de Penman - Monteith na **Figura 6b**, bem como a reposição necessária por chuva para voltar à capacidade de campo, sendo considerada a diferença entre a Capacidade de Campo e a água disponível atual no solo (**Figura 6c**), ou seja, a evapotranspiração conforme Camargo.

Nota-se a semelhança de comportamento para as diferentes regiões paulistas, com temperaturas crescentes no período recente, e o aumento cumulativo da necessidade de reposição hídrica, devido ao aumento da evapotranspiração desencadeada pelas temperaturas crescentes.

O método de Penman-Monteith, recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), tende a superestimar a evapotranspiração de referência e leva em consideração a temperatura máxima, a temperatura mínima, a umidade relativa, a

velocidade do vento e a insolação. A evapotranspiração, segundo Camargo, leva em consideração a temperatura média diária, a radiação solar, bem como parâmetros ligados ao número de dias e a temperatura em análise.

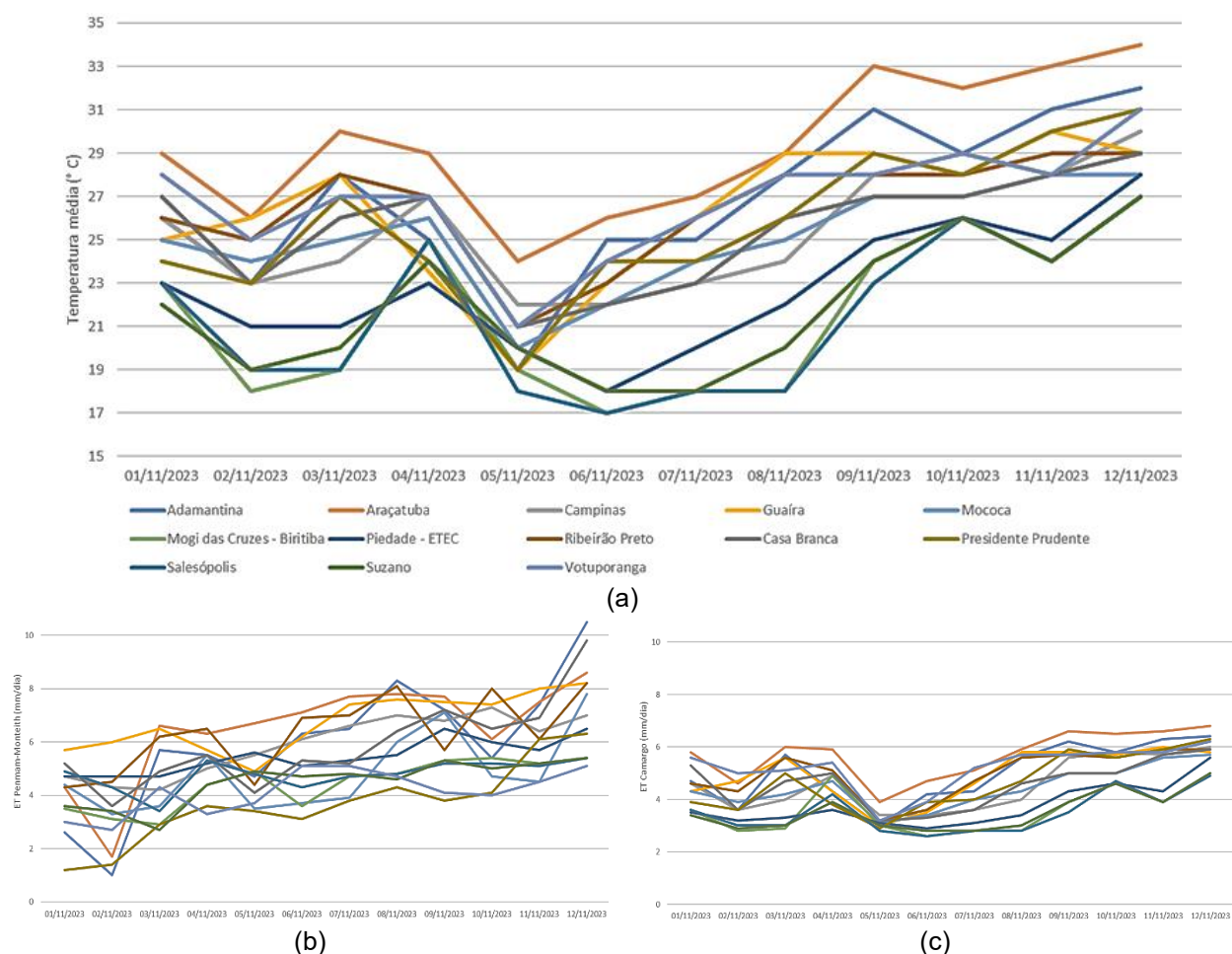


Figura 6 – Temperatura média dos últimos 15 dias (a); evapotranspiração, segundo Penman-Monteith (b); e evapotranspiração, segundo Camargo (c).

Observa-se que, se as variáveis climáticas se mantiverem na média histórica, as culturas terão plenas condições de desenvolvimento. Com um aumento de 2°C e pequeno acréscimo na precipitação (como indicado pelo fenômeno El Niño), não haverá restrição às culturas, sendo as condições hídricas totalmente favoráveis (**Figura 7**).

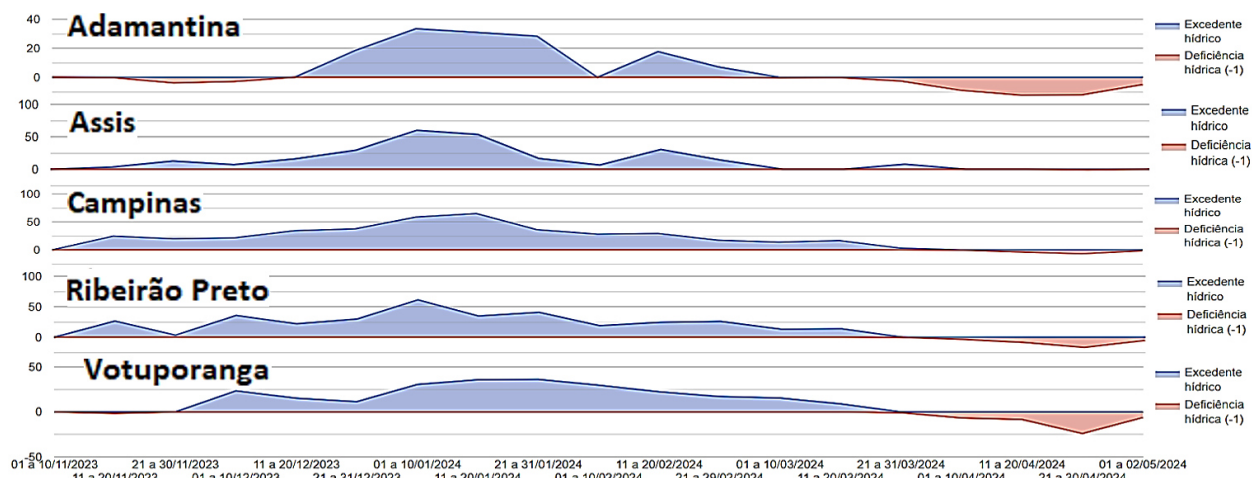


Figura 7 - Prognóstico dos termos do balanço hídrico assumindo série histórica diária de temperatura do ar, com um aumento de 2°C, e precipitação, com acréscimo de 20%.

Ao se analisar uma provável situação de aumento de até 2°C, sem aumento da precipitação, há um pequeno indício de restrição hídrica, para solos com baixa retenção, como em Adamantina, sem efeitos negativos elevados, indicando a necessidade de utilizar calendário agrícola adequado (**Figura 8**).

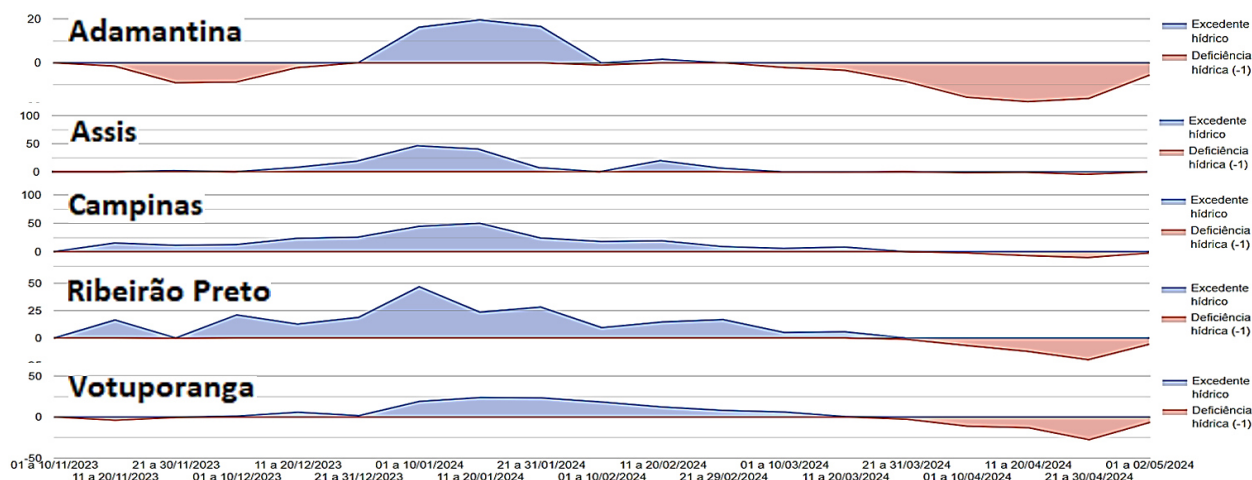


Figura 8 - Prognóstico dos termos do balanço hídrico assumindo série histórica diária de temperatura do ar e aumento de 2° C e precipitação histórica.

Porém, caso o aumento da temperatura não for acompanhado por uma elevação ou manutenção dos níveis de precipitação, as condições de desenvolvimento das culturas serão altamente afetadas e a irrigação suplementar deverá ser empregada (**Figura 9**).

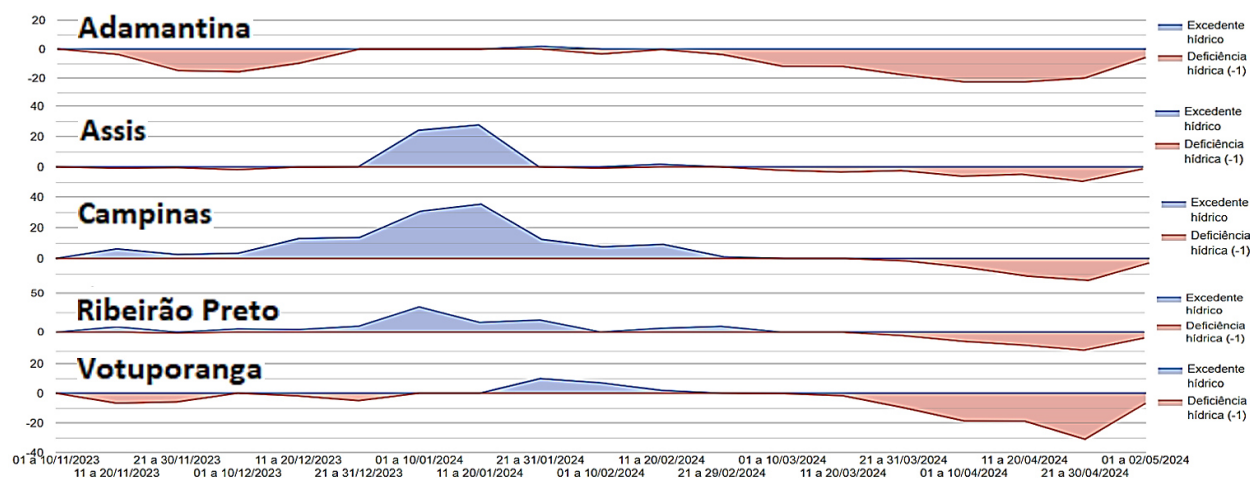


Figura 9 - Prognóstico dos termos do balanço hídrico assumindo série histórica diária de temperatura do ar e aumento de 2°C e redução na precipitação histórica.

4- ANÁLISE GERAL

Esta análise indica uma possibilidade de atendimento hídrico com base no prognóstico climático. Contudo, na situação atual, está ocorrendo restrição hídrica em especial na faixa do oeste paulista, como o balanço hídrico de Votuporanga indica, o que pode afetar as práticas de plantio, conforme corroborado nos balanços hídricos atuais da região, apresentados na **Figura 10**.

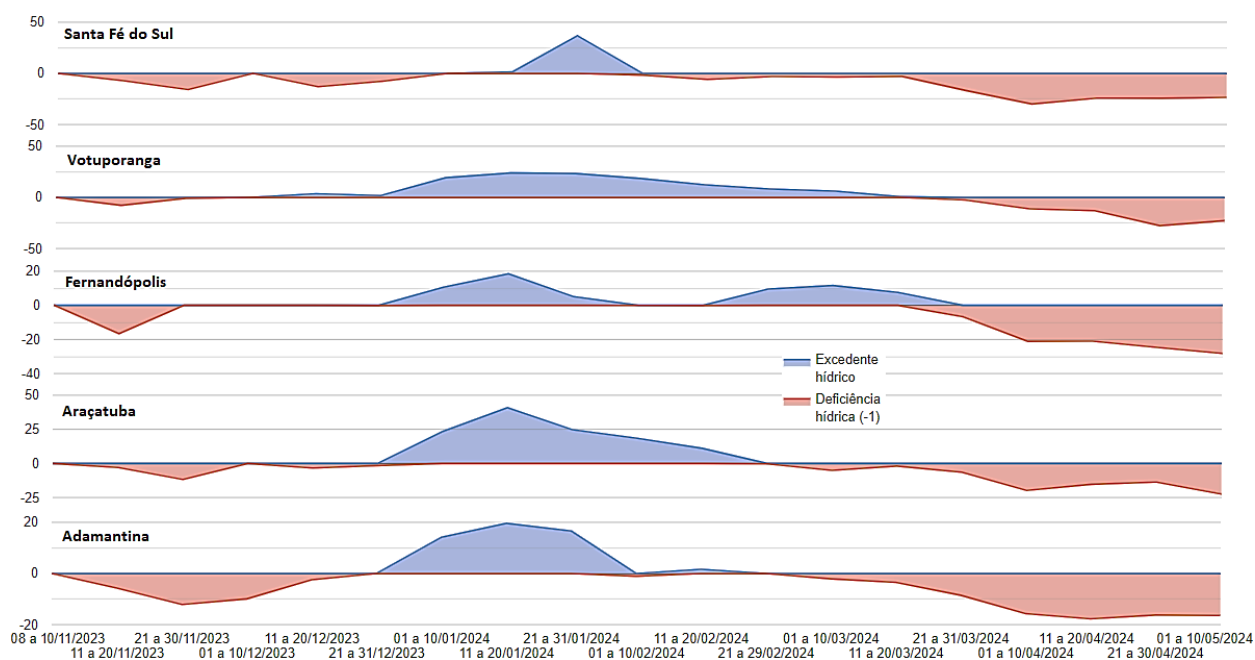


Figura 10 - Situação atual das condições hídrica para plantio na região noroeste paulista, considerando-se o início da análise em 8 de novembro de 2023, CAD de 30mm, e temperatura média 2°C acima da média.

Tal situação indica restrições ao plantio no oeste paulista, e sugere-se um acompanhamento dinâmico das condições hídricas, utilizando-se o portal **AGROCLIMASP**, em

especial na opção “Balanço Hídrico>>Prognóstico”, e verificar os efeitos, ainda, conforme a data de plantio e cultura, caso existente, na opção “Calendário agrícola>>Visualizar”.

As culturas de grãos nessas localidades podem sofrer impacto em sua produtividade, por conta das restrições hídricas e, portanto, caso haja disponibilidade, será necessária suplementação de água por meio de irrigação.

A atual onda de calor (novembro de 2023) é um fenômeno fora da normalidade para o período, causado em sua totalidade pelo El Niño, e será atenuado na segunda quinzena de novembro, com a entrada de nova frente fria. Tais temperaturas elevadas afetarão as culturas agrícolas, aumentando as taxas de evapotranspiração, porém, em caso de atendimento hídrico, não afetará a produtividade, cujos seus efeitos, em maior medida, incidirão sobre as criações animais.

5- REFERÊNCIAS IMPORTANTES

CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; PEDRO JR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. **Clima do Estado de São Paulo**. In: Secret. de Agricultura do Estado de SP. (Org.). Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo – Vol. I. Campinas, 1974.

BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P. **Zoneamento Edafoclimático para espécies florestais**. Campinas: IAC, 2018.

BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P.; BRUNINI, P. C.; PADUA FILHO, A. L.; ADAMI, S.; ABRAMIDES, P. L. G. *Agroclimatic zoning and climatic risks for sugar cane in Mexico - a preliminary study considering climate change scenarios*. In: XXVII ISSCT Congress, 2010, Vera Cruz. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.. Vera Cruz: ISSCT, 2010. v. 27. p. 1--13.

INPE-INMET-ANA-CENAD-2023- Painel el Niño - 2023-2024- Boletim Mensal #2- 2023.



<http://agroclimasp.ciiagro.org.br>