



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Agosto/2023

REALIZAÇÃO

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

CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO MÊS DE AGOSTO DE 2023 NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Angélica Praelo Pantano (IAC/APTA/SAA); Paulo Cesar 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/SAA).

Resumo – Em agosto, houve sensível redução no índice pluviométrico, que acentuou a restrição hídrica, trazendo aumento pela demanda por irrigação. No contexto mensal a até trimestral, há um aumento da restrição hídrica, mas as análises dos valores de índices de seca em escalas retroativas de 24 meses indicam que, no território paulista, as restrições hídricas na sua parte central reduziram claramente, devido ao alto período chuvoso em fevereiro e março, porém as ações ou políticas de mitigação da crise hídrica ainda necessitam ser implementadas. Com relação às condições térmicas, observou-se que a maioria do Estado teve anomalias positivas em até 2°C, em especial com relação às temperaturas mínimas, que podem ter afetado a indução ao florescimento de culturas como citrus e oliveiras. Observou-se que quase todo o território paulista apresentou reduzidos valores de precipitação, exceto pelas regiões do Vale do Ribeira, litoral norte, parte do Alto Paranapanema e alguns pontos isolados. Já as temperaturas mínimas, mesmo com a passagem dos sistemas frontais frios, com redução da temperatura, não trouxeram resfriamentos intensos a ponto de prejudicar as culturas, exceto em regiões de baixada, porém o total de horas de frio de culturas exigentes, como subtropicais e oliveiras, pode ter sido afetado.

HYDROMETEOROLOGICAL AND AGROCLIMATE CONDITIONS DURING THE MONTH OF AUGUST 2023 IN THE STATE OF SÃO PAULO-BRAZIL

Summary – August there was a significant reduction in rainfall, which accentuated water restrictions, leading to an increase in demand for irrigation. In the monthly to quarterly context, there is an increase in water restrictions, but analyzes of drought index values on a 24-month retroactive scale indicate that, in the territory of São Paulo, water restrictions in its central part have clearly reduced, due to the high period rainy in February and March, but actions or policies to mitigate the water crisis still need to be implemented. Regarding thermal conditions, it was observed that the majority of the State had positive anomalies of up to 2°C, especially in relation to minimum temperatures, which may have affected the induction of flowering of crops such as citrus and olive trees. It was observed that almost the entire territory of São Paulo presented reduced precipitation values, except for the regions of Vale do Ribeira, the North coast, part of Alto Paranapanema and some isolated points. The minimum temperatures, even with the passage of cold frontal systems, with a reduction in temperature, did not bring intense cooling to the point of harming crops, except in lowland regions, however the total number of chilling hours for demanding crops, such as sub-tropical trees, and olive trees may have been affected.

CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS Y AGROMETEOROLÓGICAS DURANTE EL MES DE AGOSTO DE 2023 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO-BRAZIL

Resumen – Agosto hubo una reducción significativa de las precipitaciones, lo que acentuó las restricciones hídricas, provocando un aumento de la demanda de riego. En el contexto mensual a trimestral, hay un aumento de las restricciones de agua, pero los análisis de los valores del índice de sequía en una escala retroactiva de 24 meses indican que, en el territorio de São Paulo, las restricciones de agua en su parte central se han reducido claramente. debido al período alto de lluvias en febrero y marzo, pero aún es necesario implementar acciones y políticas para mitigar la crisis hídrica. En cuanto a las condiciones térmicas, se observó que la mayor parte del Estado tuvo anomalías positivas de hasta 2°C, especialmente en relación a las temperaturas mínimas, lo que pudo haber afectado la inducción de la floración de cultivos como citrus y olivo. Se observó que casi todo el territorio de São Paulo presentó valores de precipitación reducidos, excepto las regiones del Vale do Ribeira, la costa norte, parte del Alto Paranapanema y algunos puntos aislados. Las temperaturas mínimas, incluso con el paso de sistemas de frente frío, con una reducción de la temperatura, no trajeron un enfriamiento intenso al punto de perjudicar los cultivos, excepto en las regiones bajas, sin embargo, el número total de horas de frío para cultivos exigentes, como los sub-tropicales cultivos y olivos. Es posible que se hayan afectados subtropicales cultivos y olivos.

1. Climatologia do mês de agosto de 2023 no Estado

Base para o planejamento agropecuário, o registro das informações do clima, trabalhados no presente boletim, se dá pelo conjunto de dados existente na rede meteorológica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), coordenada pelo Centro de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro), conforme termo de parecer assinado entre SAA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Instituto Agrônômico (IAC) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), sendo todas as informações disponibilizadas gratuitamente à população e carentes de aporte de recursos constantes para sua manutenção e garantia de pleno funcionamento.

A **Figura 1a** apresenta os valores médios do total de precipitação acumulada durante o mês de agosto. Em grande parte do território paulista, o total pluviométrico foi inferior a 6mm, exceto pelas regiões do Vale do Ribeira, Alto Paranapanema e litoral norte. A anomalia deste índice meteorológico é destacada na **Figura 1b**, evidenciando-se precipitação abaixo do esperado, com regiões chegando a valores em até 80mm menores que a média histórica.

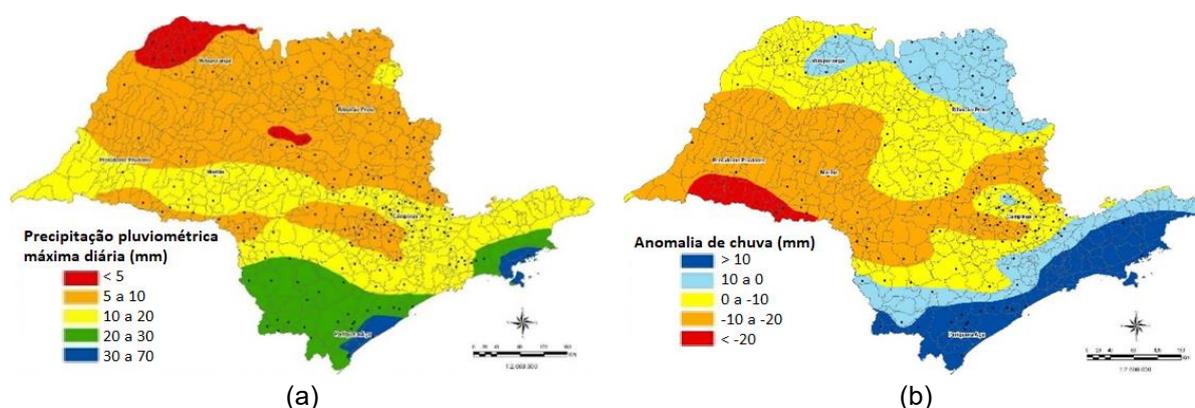


Figura 1 – Variação espacial do total de precipitação pluviométrica durante todo mês (a) e anomalia do total pluviométrico (b), ambas referentes ao mês de agosto de 2023.

Essas condições climáticas indicaram também uma elevada variabilidade na anomalia mensal de precipitação, com valores negativos na maioria do território paulista, sendo nula ou inexistente, em poucas regiões, como parte da bacia Alto Paranapanema, litoral norte e Vale do Ribeira, o que indicou, sob o ponto de vista macroclimático, a intensificação de restrição hídrica no solo. Contudo esses altos índices ocorreram basicamente no final do mês de agosto, indicando que, sob o ponto de vista agrícola, em agosto, foi necessária a irrigação para culturas de sistema radicular superficial. Destaca-se, ainda, que esse período anterior de veranico favoreceu a colheita de culturas de meia-estação, como milho safrinha, e o manejo de culturas olerícolas, em especial nos cinturões-verdes paulistas, como a região de Mogi das Cruzes e o entorno de Piedade.

Importante a análise das condições temporais da precipitação para avaliar possíveis efeitos sob as condições de desenvolvimento das culturas, assim como possível demanda de irrigação, pois o total mensal pode mascarar efeitos negativos para culturas de sistema radicular mais superficial. Para tanto, a variação temporal deste índice é apresentada, na **Figura 2**, para distintas localidades do Estado de São Paulo, destacando-se as chuvas concentradas ao final do período de agosto, bem como sua concentração em poucas ocorrências.

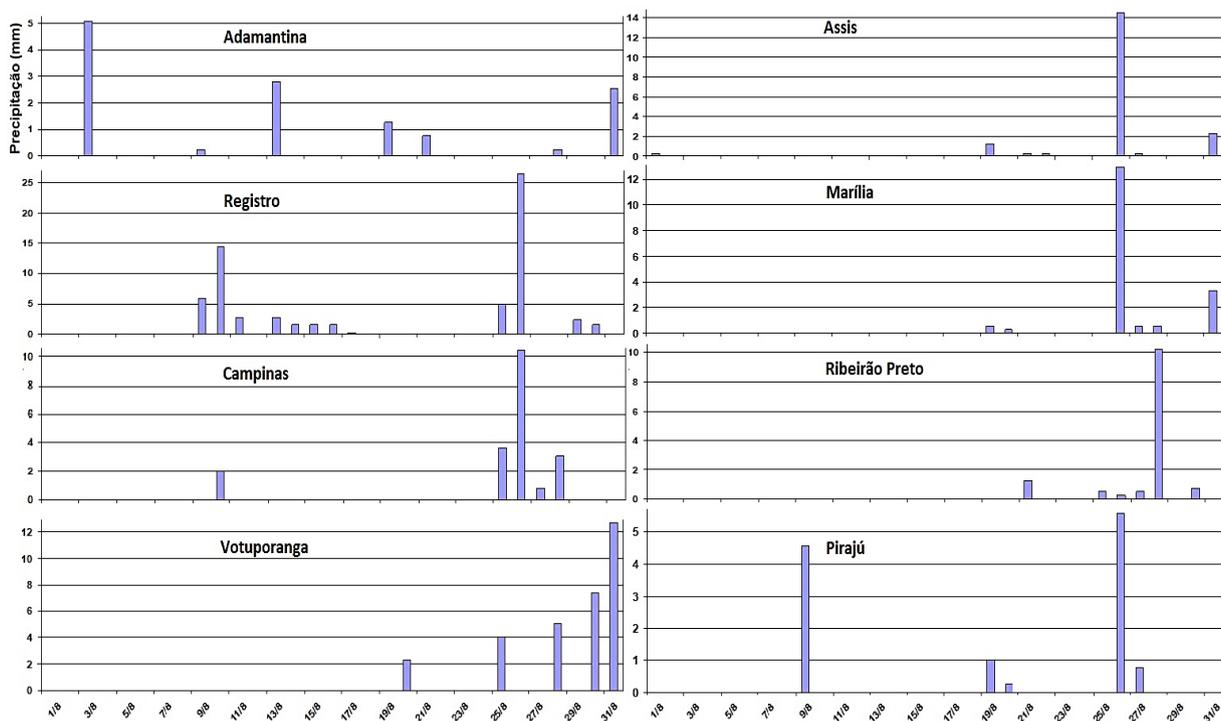


Figura 2 – Variação temporal da precipitação pluviométrica, no mês de agosto de 2023, em distintas localidades do Estado de São Paulo.

Conforme apontado em boletins anteriores, o ano de 2023 já está sob efeito do El Niño, com indicativos de que seja de alta intensidade, por conta das atuais temperaturas registradas nas águas do Oceano Pacífico. Assim, observando-se o gráfico em questão, nota-se que os anos de El Niño trazem consigo certa normalização do volume de precipitação, chegando, em alguns anos, a valores bem acima da precipitação dos anos que antecedem o início do fenômeno. Contudo a ação do El Niño está, de algum modo, confusa, pois o que deveria indicar chuvas, até certo ponto acima da média, não está ocorrendo, cujas precipitações observadas são mais devidas a efeitos meteorológicos distintos. Esta anormalidade é indicada na **Figura 2**, com a análise temporal da precipitação diária em algumas localidades do Estado de São Paulo, destacando-se as chuvas de final de tarde pelo excesso de temperatura ao longo do dia.

A temperatura média máxima do ar, que variou entre 21,7°C a 28,5°C (**Figura 3a**), e a anomalia da temperatura máxima do ar, **Figura 3b**, com valores positivos na quase totalidade do território paulista, evidenciam um mês historicamente mais quente, com picos de máxima acima do esperado.

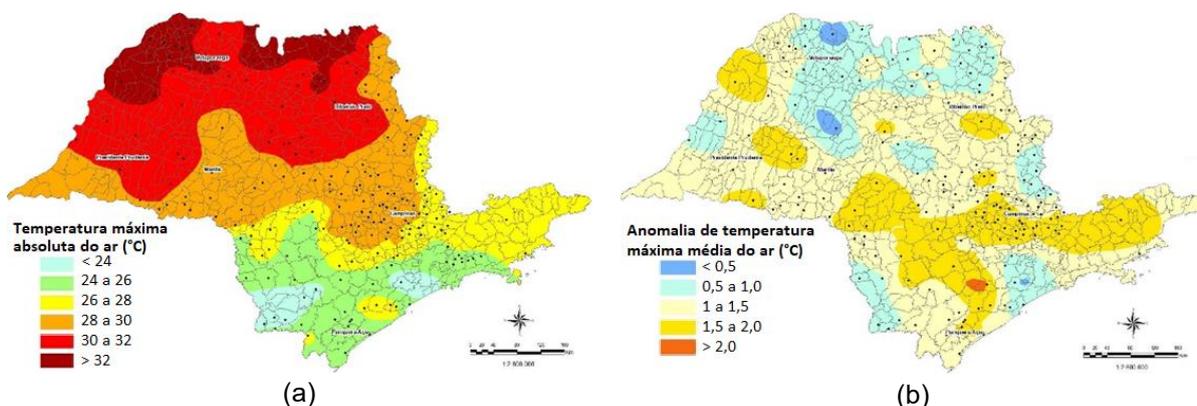


Figura 3 – Variação espacial da temperatura máxima média do ar (a) e anomalia da temperatura máxima (b), ambas referentes ao mês de agosto de 2023.

A temperatura mínima do ar média variou de 11°C a 18°C (**Figura 4a**), representando temperaturas acima do esperado para o período, com a anomalia positiva de 1,3°C, em média, o que trouxe condições térmicas que não afetaram as culturas como o grupo citrus, cafeeiro e cana-de-açúcar, porém não favoreceram o acúmulo de horas de frio para culturas de fruticultura subtropical, não sendo expressivas a ponto de favorecer algumas delas, como a olivicultura.

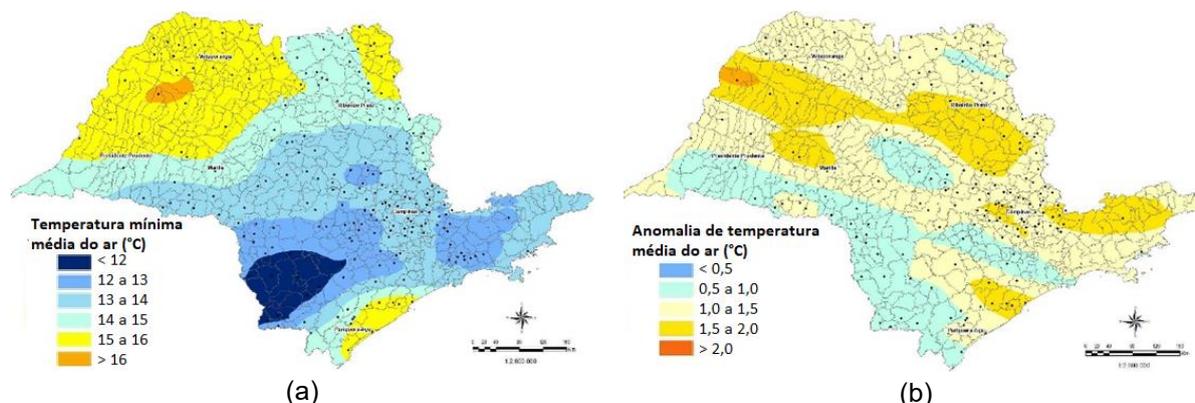


Figura 4 – Variação espacial da temperatura mínima média do ar (a) e anomalia da temperatura mínima do ar (b), ambas referentes ao mês de agosto de 2023.

As temperaturas elevadas para o mês em análise (**Figura 5a**) induziu a uma alta demanda evaporativa, indicando que o balanço entre entrada no sistema, representado pela precipitação (P), e a saída, indicada pela evapotranspiração potencial (ETP), foi altamente restritiva, sendo este um índice de seca apresentado pela razão P-ETP (**Figura 5b**).

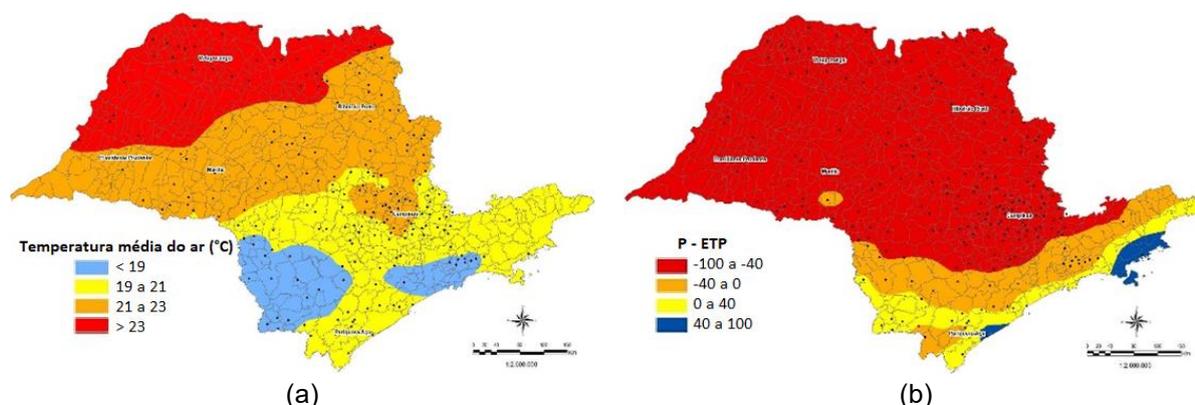


Figura 5 – Temperatura média do ar (a) e diferença entre a precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP), (b).

2. Indicação das Condições Hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

2.1. Análise mensal

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda o uso do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI) para a quantificação da seca meteorológica. A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade em escala temporal de 30 dias, ou seja, indicando o mês de agosto, são apresentadas nas **Figuras 6a** e **6b**. Valores predominantemente inferiores às médias históricas são observados, indicando a depleção hídrica no âmbito paulista, em especial indicado pelo SPEI, que combina a evapotranspiração que foi elevada, como indicado na **Figura 5b**. Referente às análises semestrais (**Figuras 6c** e **6d**), observa-se que a estiagem de agosto teve pouco efeito, pois

contabiliza períodos anteriores, quando as chuvas foram acima da média. Deve-se também considerar que os próximos meses são de baixo nível pluviométrico, porém existe confirmação da ocorrência de alto valor de El Niño, que pode manter um alto nível de precipitação, permitindo a manutenção das reservas hídricas.

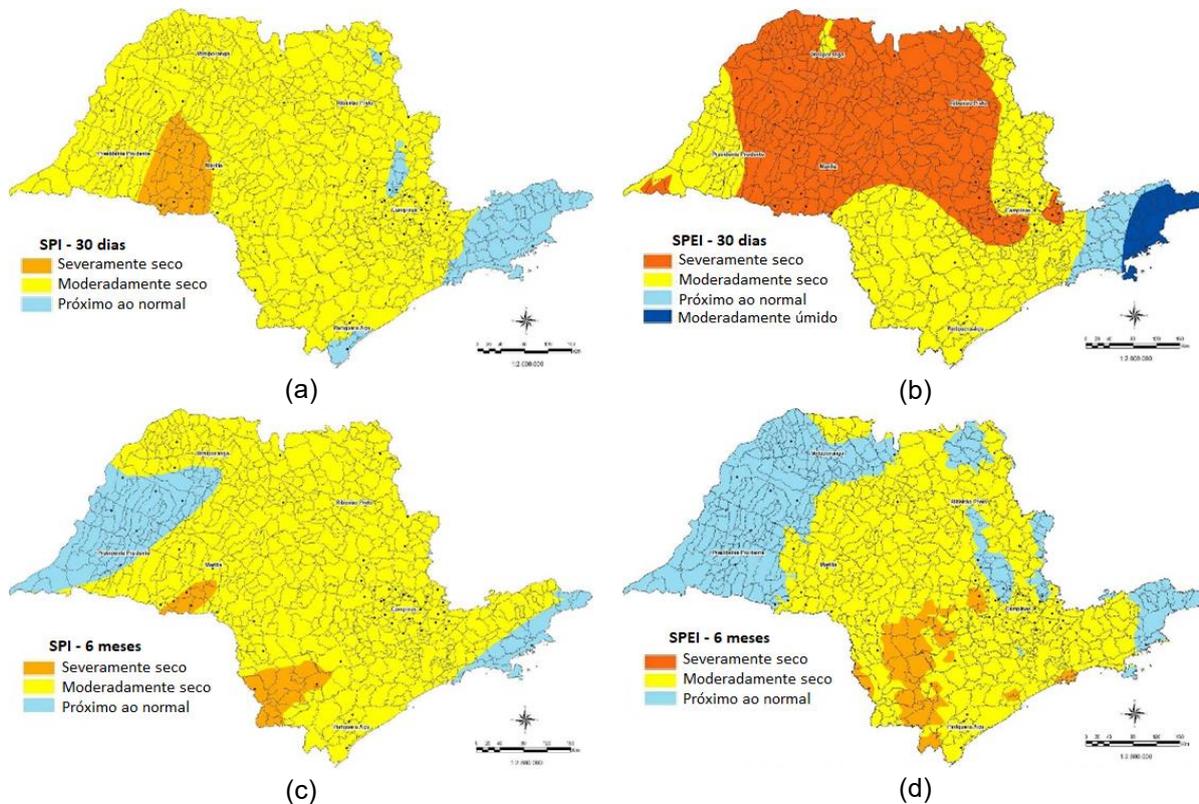


Figura 6 – Variação espacial do (a) SPI e do (b) SPEI, em escala mensal, e (c) SPI e (d) SPEI, em escala semestral, todas referentes ao mês de agosto de 2023.

2.2. Escala anual e bienal

O mês de agosto é caracterizado como consolidação do inverno e indicador da redução da precipitação. Assim, somente com altos valores de precipitação podemos indicar condições de excesso hídrico e favorecimento da recarga de reservatórios, e ainda, neste caso, as escalas de 12 e 24 meses trazem consigo a história hídrica, que não tem sido favorável. O SPI e o SPEI podem, de certo modo, ser utilizados para considerações hidrológicas quando utilizados em escalas temporais superiores, como 12 e 24 meses, sendo de grande importância para a avaliação do risco climático do tempo presente e, posteriormente, da vulnerabilidade à mudança do clima, servindo, portanto, de elementos de planejamento. As características de estresse hídrico pelo SPEI acompanham padrões semelhantes ao SPI (**Figuras 7a e 7b**). O SPEI incorpora também a evapotranspiração, o que, de certo modo, contabiliza a água que se torna disponível realmente ao sistema, pois considera a precipitação, menos o que é retirado do sistema pela evapotranspiração.

As condições de seca hidrológica foram eliminadas para a quase totalidade do território paulista, quando considerados os períodos de um e dois anos, combinados com a evapotranspiração (SPEI), diminuindo a sobrecarga no uso dos recursos hídricos. Os dados apresentados nas **Figuras 7c e 7d**, para escala de tempo 24 meses, demonstram que há tendência de recuperação do conforto hídrico e de recuperação total dos mananciais e, caso o fenômeno El Niño se intensifique, essa recuperação será adequadamente atendida.

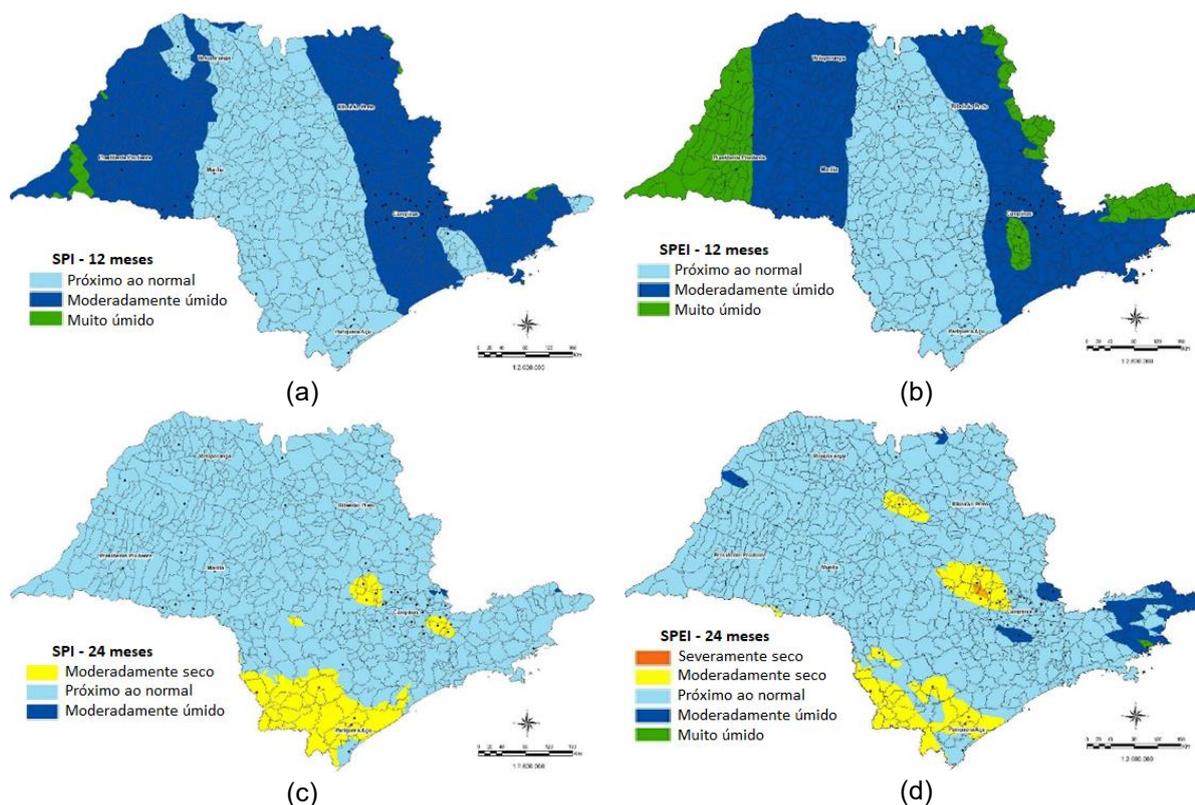


Figura 7 – Variação espacial do (a) SPI e do (b) SPEI, em escala anual, e (c) SPI e (d) SPEI, em escala bienal, todas referentes ao mês de agosto de 2023.

3. Efeitos agroclimáticos

O mês de agosto apresentou baixo índice pluviométrico em quase todo o território paulista. Esse baixo índice pluviométrico é melhor visualizado na **Figura 1b**, onde se apresenta o total de anomalia de agosto em comparação com as médias históricas.

O total pluviométrico indica que, desde o início de agosto, o total de chuva foi desfavorável, com sua ocorrência concentrada somente na metade do mês em diante, e posterior redução acentuada. Essas condições – que favoreceram a maturação de milho safrinha, de plantio até 10 de fevereiro, e a colheita de milho safrinha e manejo de olerícolas – trouxeram ainda a indução da necessidade elevada de irrigação, refletindo assim uma condição climática de alta deficiência hídrica no mês de agosto (**Figura 8**), com diminuição da deficiência na sua última semana.

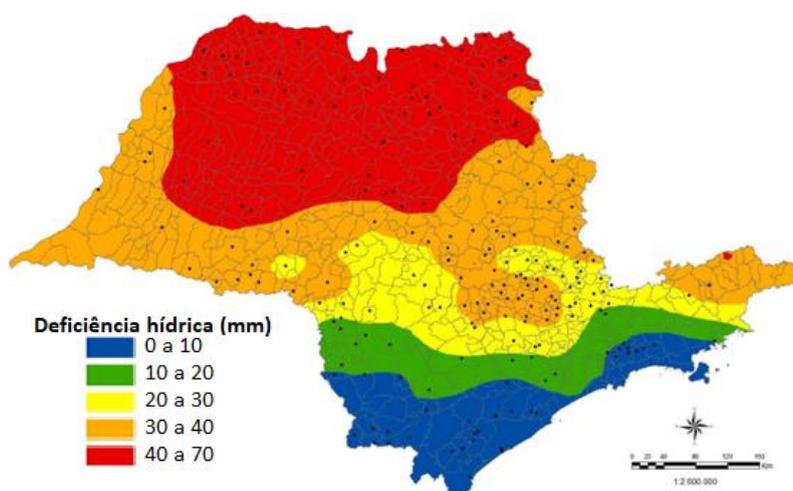


Figura 8 – Deficiência hídrica estimada para todo o mês de agosto de 2023

As elevadas temperaturas verificadas, associadas com um acúmulo de calor em superfície, criaram e continuarão a criar condições para precipitações extremas em curto espaço de tempo, devido ao fato de que os meses de inverno climatológico trazem o efeito recorrente de frentes frias vindas do Sul, em especial pela formação de ciclones extratropicais no litoral do Sul do Brasil. Destaca-se, na **Figura 8**, a alta deficiência hídrica verificada para a maior parte do território paulista, indicando uma alta demanda de irrigação para culturas como feijoeiro, batata, hortaliças em geral, e favorecendo pré-indução ao florescimento de culturas como citrus e cafeeiro.

O mês de agosto é caracterizado como mês de inverno climatológico, cujas condições climáticas nesse mês influenciam culturas subtropicais como as oliveiras, merecendo destaque a cultura das oliveiras no âmbito paulista e seu desenvolvimento em função de anomalias acima do esperado.

Os meses do inverno em todo território paulista, neste ano, tem apresentado condições de temperaturas atípicas para a época, com registros de temperaturas máximas, principalmente, chegando a até 3°C acima das médias históricas. Essas condições, associadas ao fato de que a precipitação normal nesse período é de volumes baixos, trouxeram a preocupação no cultivo de diversas culturas, sendo que a olivicultura também foi afetada.

A oliveira é uma planta exótica, oriunda do Mediterrâneo, e, de acordo com registros, tem sido cultivada há cerca de 20 anos no Estado de São Paulo, em regiões de altitudes elevadas (recomenda-se acima de 1.000m), onde normalmente ocorrem as temperaturas mais baixas do Estado durante o inverno. Condição climática essa que atende às necessidades térmicas da cultura, uma vez que essa espécie necessita de um determinado número de horas de frio, com exposição abaixo de 12°C, no período entre maio e agosto, para que ocorra a indução ao florescimento. Estima-se que a necessidade da cultura seja de, no mínimo, 400 a 500 horas de frio abaixo desse valor, para que ocorra o florescimento, que tem início em junho-julho, com a diferenciação das gemas que darão origem às flores. O pleno florescimento pode ocorrer de julho a setembro, dependendo das condições climáticas locais.

A partir de setembro, quando se inicia a primavera, as flores já fertilizadas darão lugar aos frutos e, com o aumento das temperaturas e dos processos fisiológicos, ocorrerá o desenvolvimento do fruto até a maturação ou ponto de colheita. Vale ressaltar que, para a extração de azeite extra-virgem, os frutos são colhidos em grande parte ainda verdes, quando concentram maior porcentagem de polifenóis.

No âmbito paulista, as regiões produtoras estão concentradas principalmente em regiões de serra, como Serra da Mantiqueira e divisa com o sul de Minas Gerais, e sul do Estado, divisa com o Paraná.

Pelos mapas das **Figuras 3a e 3b**, pode-se verificar que as temperaturas, em agosto, foram acima das esperadas, acompanhadas de um período mais seco com deficiência hídrica. O florescimento das oliveiras pode ocorrer em períodos diferentes em cada localidade, porém essa condição de altas temperaturas e seca pode afetar o pegamento das flores. No entanto as consequências dessa condição só poderão ser analisadas em outubro, quando será possível avaliar o pegamento efetivo dos frutos. De acordo com Tapia (2003), em caso de chuvas com volumes elevados, ou por um período estendido, quando a umidade está próxima de 100%, o pólen se hidrata, aumentando de peso, o que reduz o efeito da polinização anemófila (pelo vento). A umidade relativa do ar é muito importante no momento de florescimento, cujos valores menores que 50% afetam a viabilidade do estigma, órgão que recebe o pólen. A seca nesse período prejudica o estigma, que nessas condições tem a viabilidade menor, sendo insuficiente para o tubo se

desenvolver e ocorrer a fecundação. Para a fase fenológica de florescimento, os valores mais adequados de umidade relativa do ar devem estar entre 60% e 80%, o que não ocorreu em agosto.

Por outro lado, podemos observar um florescimento muito expressivo em diferentes regiões paulistas, como em São Sebastião da Gramma. Nas fotos da Figura 9, é possível observar a variação no estágio de florescimento da oliveira, destacando-se o florescimento e a formação dos frutos.



Figura 9 – Início de florescimento, cachos com poucas flores abertas (a e b), florescimento pleno, com mais de 90% das flores abertas (c), e final de florescimento, com frutos em fase inicial de desenvolvimento (d). (Fotos: Angelica P. Pantano).

Na página www.agroclima.ciiagro.org.br, é possível acompanhar, além das condições climáticas, a soma térmica e o número de horas de frio com temperaturas abaixo de 3, 5, 7, 10 e 12°C, para diferentes localidades paulistas, onde há estação meteorológica da rede da Secretaria da Agricultura e Abastecimento (**Figura 10**).

Horas de frio

Município

Início

dd/mm/aaaa

Fim

dd/mm/aaaa

Temperatura

3
5
7
10
12

Avançar

Graus dia

Município

Início

dd/mm/aaaa

Fim

dd/mm/aaaa

Temperatura

7
10
12

Avançar

Figura 10 – Nova ferramenta no portal AgroclimaSP, com possibilidade de cálculo de Graus Dia Acumulados e cálculo de horas de frio.

4. Conclusões

Agosto foi mês com temperaturas acima da média e precipitação abaixo da média, trazendo com isso impacto no desenvolvimento das culturas, forte pressão nas criações animais a pasto, assim como na demanda por água voltada à irrigação.

O fenômeno El Niño se consolida e apresenta tendência de que o Índice de Niño Oceânico (ONI) seja de valores elevados, com possível valor acima das médias históricas até então registradas, porém não trazendo ainda para São Paulo uma possível normalidade na precipitação histórica, com leve tendência de valores acima do esperado. Destaca-se a possibilidade de recorrência de chuvas intensas ao final da tarde.

O inverno atípico e com altas temperaturas vem afetando culturas dependentes de horas de frio, como a cadeia da olivicultura. Embora as temperaturas de agosto tenham sido acima das esperadas para todo âmbito paulista, o acumulado de frio ainda foi suficiente para indução ao florescimento das oliveiras, porém o reflexo dessas temperaturas e as consequências em relação ao pagamento dos frutos deverão ser avaliados ao longo dos próximos meses.