



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Julho/2024

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 DURANTE O MÊS DE JULHO DE 2024 NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Valdo Prado Nunes (CATI/SAA); Angélica Praela Pantano (IAC/APTA/SAA); Gabriel C. Blain (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)

Resumo – As características de precipitação e sua variabilidade, durante o mês de julho de 2024, foram avaliadas no Estado de São Paulo, com base no total de precipitação registrada no período, sua anomalia em função de médias históricas, assim como na análise atual dos índices de seca meteorológicos. Com relação às características e análises, mostraram que julho foi mês com baixos valores de precipitação e inferiores à média histórica em quase todas as localidades analisadas. No contexto mensal a até anual, continuam as restrições sobre as condições hídricas, porém as análises retroativas, em escala temporal de 24 meses, indicam que, no território paulista, as restrições hídricas continuam, em especial nas partes central e norte paulistas. No âmbito térmico, os valores de temperatura média do ar (máxima e mínima) foram superiores em 2°C. Esta situação térmica e hídrica afetou vários aspectos, favorecendo o desenvolvimento de pragas, aumentando a demanda por irrigação de culturas como feijoeiro, batata e hortaliças, e reduzindo o acúmulo de horas de frio para culturas de clima temperado e oliveiras. Destaca-se, ainda, a alta estiagem onde diversas regiões o Índice de Estiagem Agrícola está acima de 120 dias, com destaque para as regiões norte e noroeste paulistas.

ANALYSIS OF THE HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE MONTH OF JULY 2024 IN THE STATE OF SÃO PAULO

Abstract – The precipitation characteristics and their variability during the month of July 2024 were evaluated in the State of São Paulo, based on the total precipitation recorded in the period, its anomaly in relation to historical averages, as well as the current analysis of meteorological drought indices such as SPI and SPEI. The analyses indicated that July was a month with low precipitation values and the data were below the historical average in almost all locations analyzed. In the monthly and even annual context, restrictions on water conditions continue, but retroactive analyses by SPI and SPEI on a 24-month time scale indicate that in the State, water restrictions is very serious, especially in the central and northern parts of the State. In the thermal aspect, the average air temperature values (maximum and minimum) were 2° C higher. This thermal and water situation affected several aspects, favoring the development of pests. Increasing the demand for irrigation of crops such as beans, potatoes and vegetables, and reducing the accumulation of cold hours for temperate climate crops and for olive trees. The high drought also stands out, with the Agricultural Drought Index exceeding 120 days in several regions, particularly in the north and northwest regions of the state.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN EL MES DE JULIO 2024 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

Resumen – Las características de la precipitación y su variabilidad durante el mes de julio de 2024 fueron evaluadas en el Estado de São Paulo, con base en la precipitación total registrada en el período, su anomalía con relación a los promedios históricos, así como el análisis actual de sequía meteorológica. Índices como el SPI y el SPEI. Los análisis indicaron que julio fue un mes con valores bajos de precipitación y los datos estuvieron por debajo del promedio histórico en casi todas las localidades analizadas. En el contexto mensual e incluso anual las restricciones en las condiciones del agua continúan, pero análisis retroactivos del SPI y SPEI en una escala temporal de 24 meses indican que en el Estado las restricciones de agua son muy graves, especialmente en el centro y norte del Estado. En el aspecto térmico, los valores de temperatura media del aire (máxima y mínima) fueron 2° C superiores. Esta situación térmica e hídrica afectó a varios aspectos, favoreciendo el desarrollo de plagas. Incrementando la demanda de riego de cultivos como frijol, patata y hortalizas, y reduciendo la acumulación de horas de frío para los cultivos de clima templado y para el olivo. Destaca también la elevada sequía, superando el Índice de Sequía Agrícola los 120 días en varias regiones, particularmente en las regiones norte y noroeste del estado.

1. Introdução

O mês de julho trouxe consigo uma grande preocupação sobre as condições de seca, tanto do ponto de vista meteorológico como agrícola, indicando que, sob o ponto de vista hidrológico, a crise hídrica a que o Estado está sendo submetido se intensificou, sob efeito de uma longa estiagem nas atividades agrícolas, considerando o número de dias sem precipitação diária igual ou acima a 10mm, apresentando, em expressiva extensão do território, condições de extrema seca. Este boletim apresenta as características de precipitação no Estado de São Paulo, no mês de julho de 2024, as características de seca meteorológica e agrícola, bem como possíveis efeitos atuais e futuros sobre as culturas.

2. Climatologia do mês de julho 2024 no território paulista

As características hídricas puderam ser desenvolvidas com o banco 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 Agrônomo (IAC) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

O impacto da longa estiagem a que o território paulista está sendo submetido pode ser melhor quantificado considerando o número de dias sem precipitação diária acima de 10mm para algumas localidades, que refletem o padrão geral do Estado (**Figura 1**). Embora a estiagem agrícola (precipitação menor que 10mm) já fosse observada, denota-se que esta estiagem (*Dry Spell* - período em que a precipitação é menor do que o normal para a época do ano) vem se tornando mais acentuada, em especial nas regiões norte, noroeste e oeste de São Paulo.

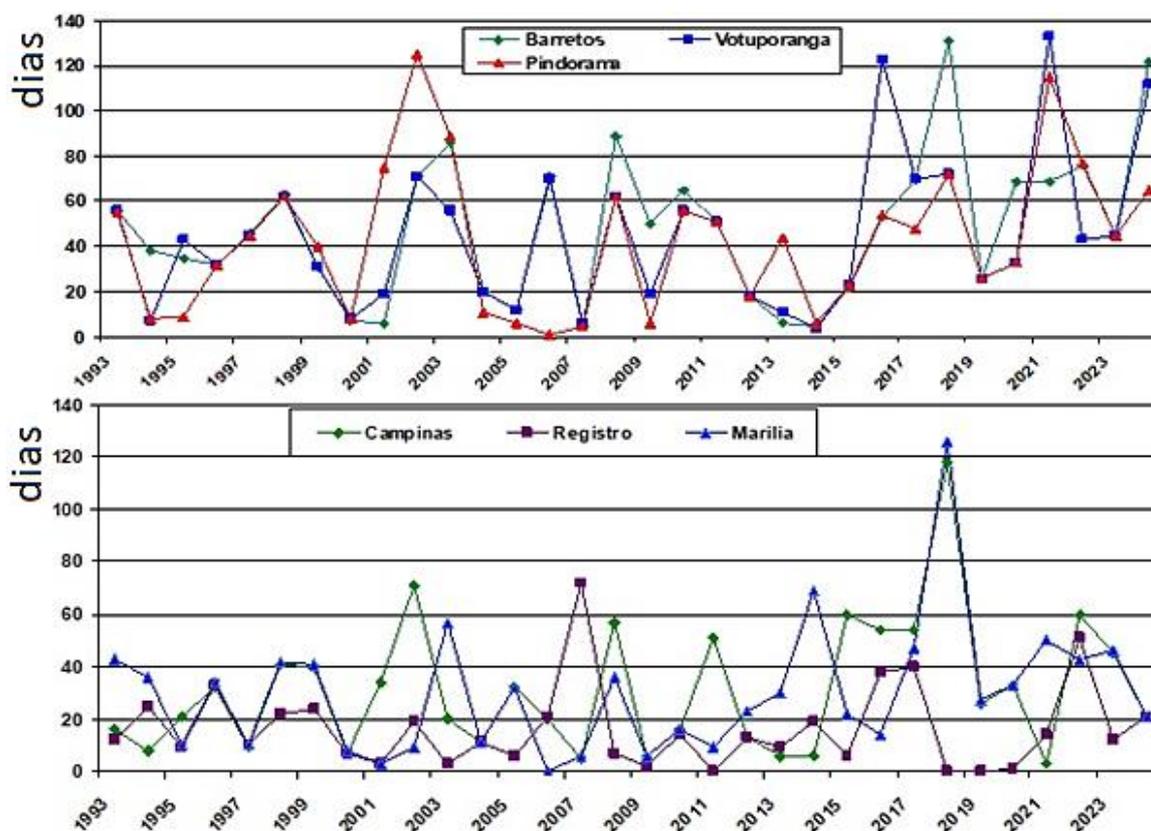


Figura 1 - Dias retroativos sem precipitação diária, maior ou igual a 10mm, para algumas localidades, com ano-base de retroanálise de 1993.

As informações indicadas na **Figura 1** são corroboradas pela análise temporal do total pluviométrico no mês de julho em escala temporal de 30 anos (**Figura 2**). Observa-se que o índice pluviométrico foi nulo ou próximo deste, e esta tendência é verificada em todo o âmbito paulista.

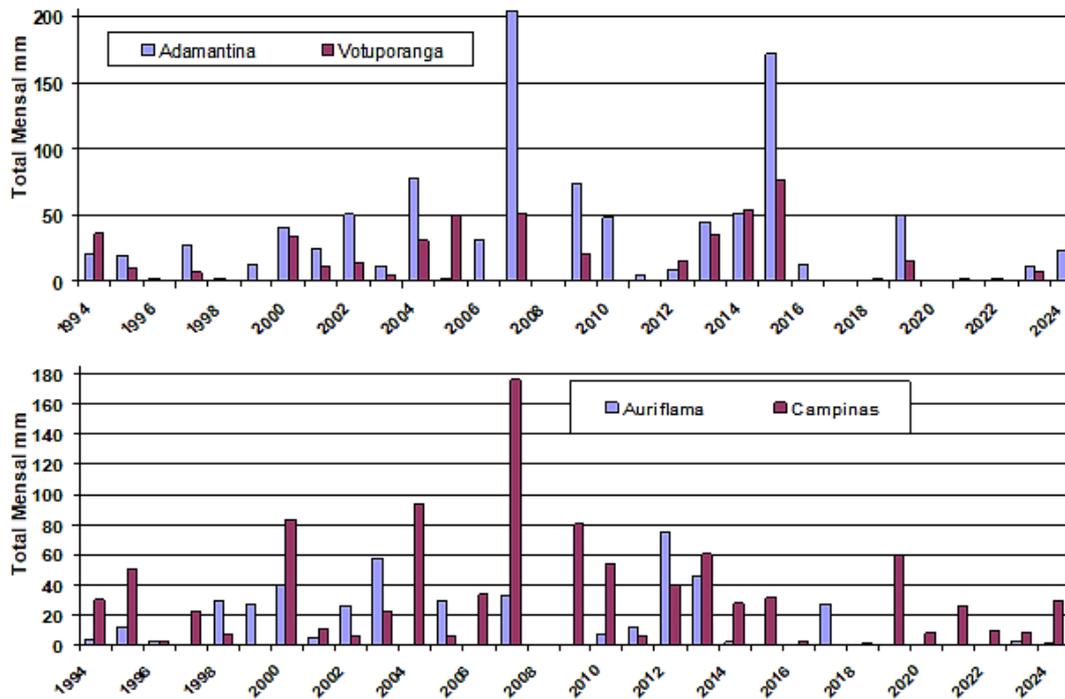


Figura 2 - Variação temporal do índice pluviométrico do mês de julho, com escala temporal retroativa de 1994 a 2024, em distintas localidades do Estado de São Paulo.

Constata-se também a longa estiagem, com precipitação nula em julho, em diversas localidades, como indicado na **Figura 3**.

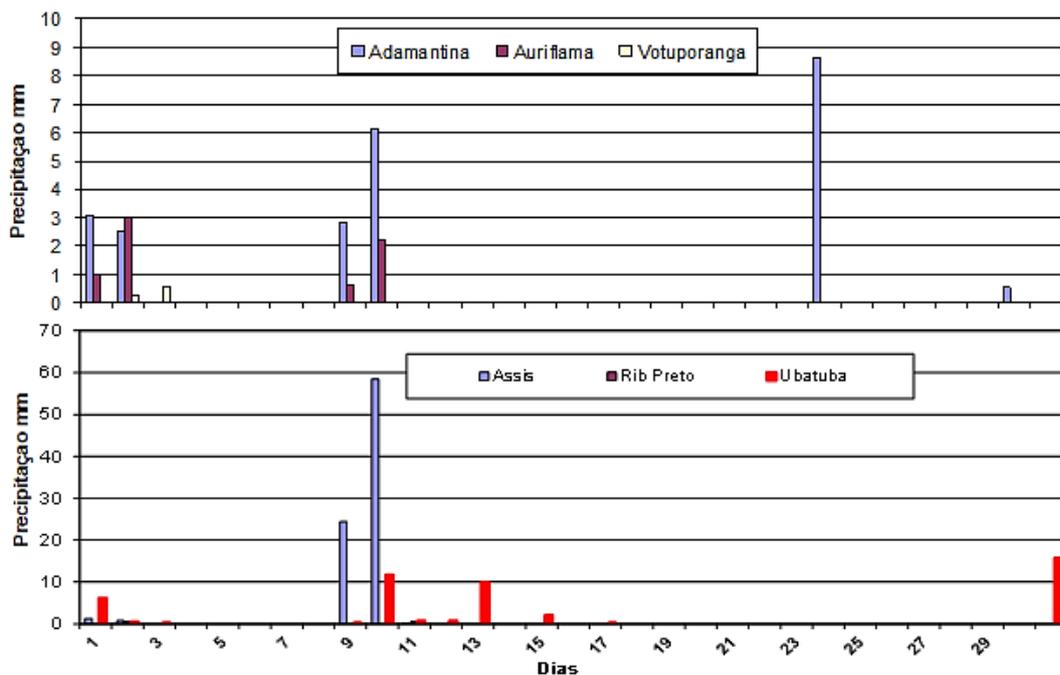


Figura 3 - Variação da precipitação diária, no mês de julho de 2024, em algumas localidades de São Paulo.

Além desta anomalia em precipitação, os valores de temperatura do ar foram sensivelmente superiores à média destes parâmetros no período de 1993 a 2023, conforme apresentado na **Figura 4**.

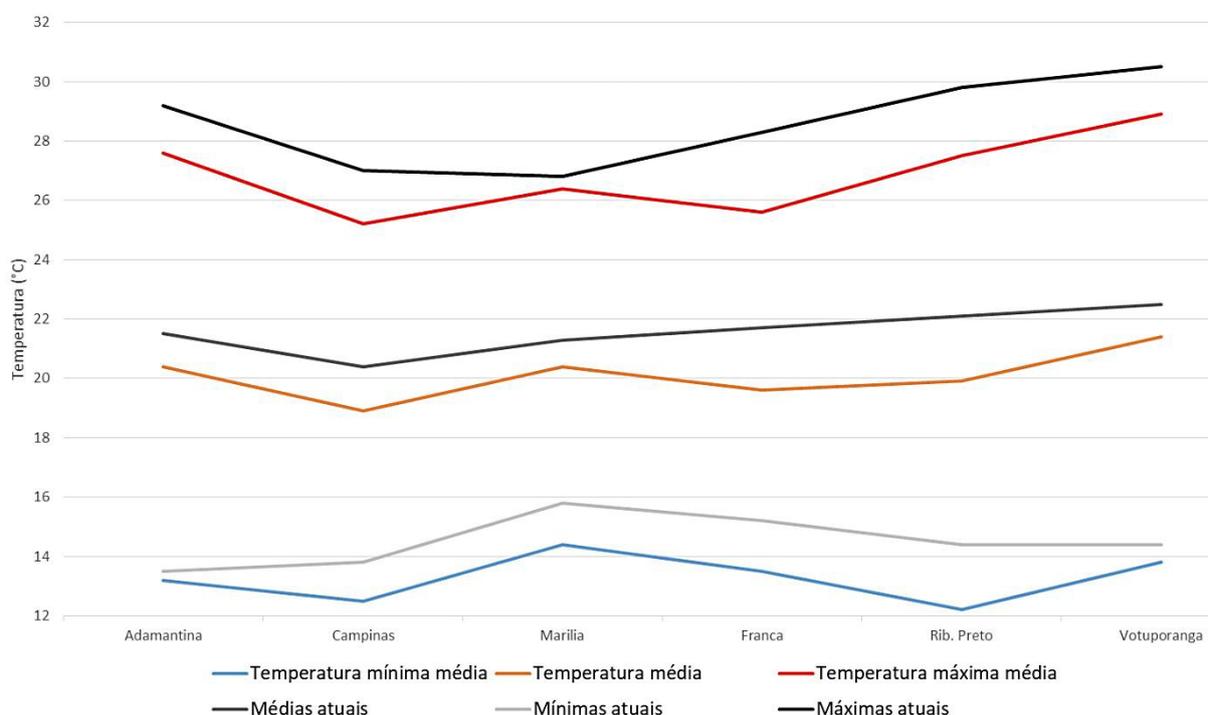


Figura 4 - Valores médios históricos da temperatura do ar, no mês de julho, no período de 1993 a 2023, e os observados em 2024.

Destacam-se, na **Figura 5**, os elevados valores da temperatura máxima absoluta, crescentes nos últimos 30 anos, com efeitos diretos sobre a fauna e a flora.

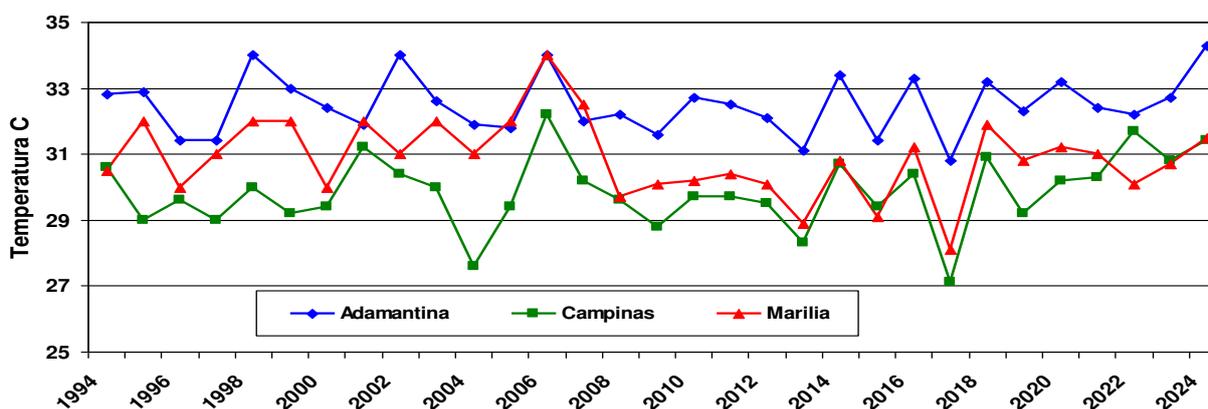


Figura 5 - Variação temporal da temperatura máxima absoluta do ar, no período de 1994 a 2024, em distintas localidades.

Na **Figura 6**, é apresentada a variação das mínimas absolutas, que, aliadas à evolução das máximas verificadas, traz elevados extremos térmicos, os quais afetaram não somente o conforto humano, mas também acarretaram um aumento expressivo da evapotranspiração potencial, indicando maior demanda por água pelas culturas.

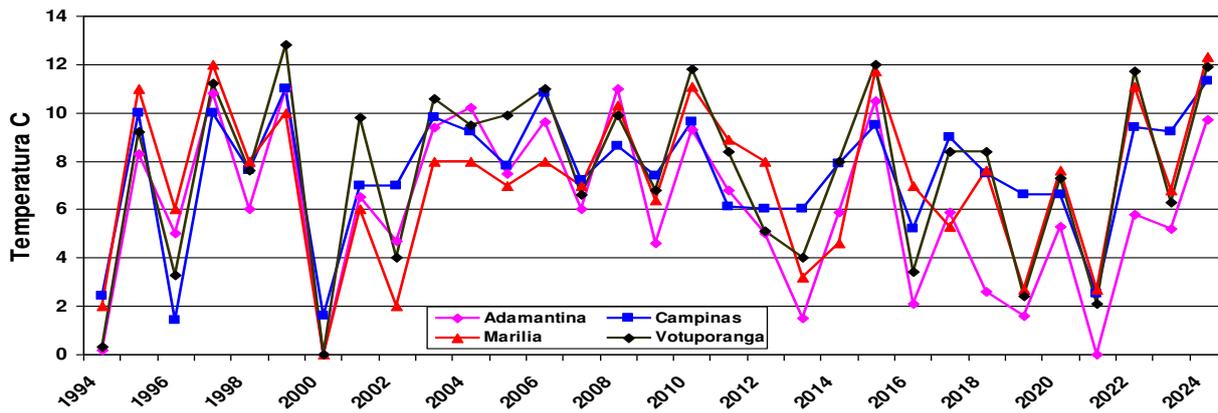


Figura 6 - Variação temporal da temperatura mínima absoluta do ar, no período 1994 a 2024, em distintas localidades.

Ressaltam-se, nestas figuras, dois períodos com extremos da temperatura do ar, com a ocorrência de geadas, que foram os anos de 1994 e 2021 – como em Adamantina, Campinas, Marília –, com valores próximos a zero grau, e os últimos anos com valores elevados.

No contexto geral do âmbito paulista, os valores médios do total de precipitação acumulada durante o mês de julho (**Figura 7a**) indicam chuvas variando de 0mm a 30mm nas regiões norte e central do Estado; entre 30mm e 60mm no sudoeste e em parte da Bacia do Piracicaba e do Vale do Paraíba; e entre 60mm e 190mm no litoral, Vale do Ribeira e parte do Pontal do Paranapanema. Destaca-se que as anomalias negativas de precipitação foram elevadas (**Figura 7b**), com valores negativos abaixo de 40mm, o que corrobora a indicação de redução no índice pluviométrico.

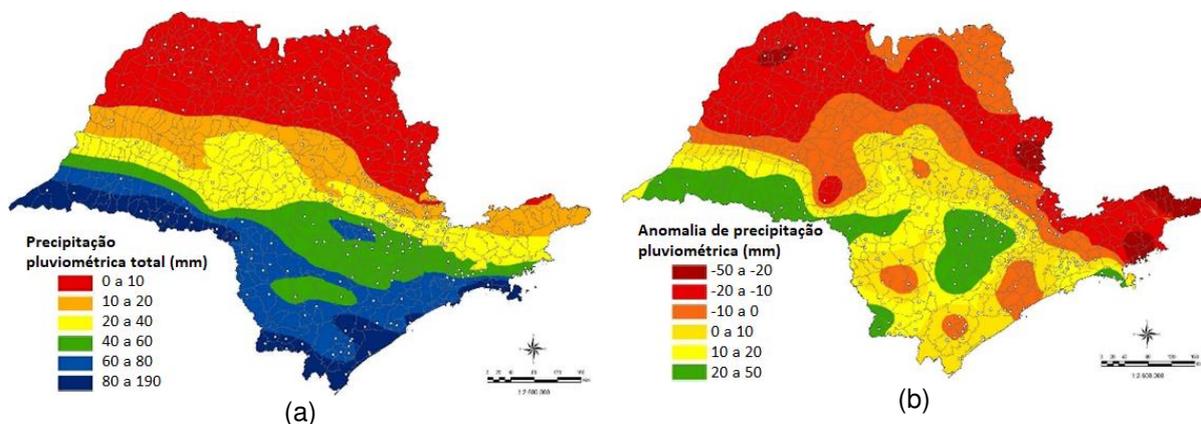


Figura 7 - Variação espacial do (a) total de precipitação pluviométrica, durante todo mês, e (b) anomalia do total pluviométrico, ambos referentes ao mês de julho de 2024.

No aspecto térmico, a temperatura média no território paulista variou de 13°C a 19°C nas partes serrana, leste e sul, e entre 21°C e 23°C nas partes norte e noroeste paulistas (**Figura 8a**). Estes altos valores de temperatura induziram a uma alta evapotranspiração (ETP), demonstrando que a diferença de precipitação menos evapotranspiração foi negativa, ou seja, muito mais água era retirada do sistema do que reposta pela precipitação, exceto pelo litoral e Vale do Paranapanema, determinando assim um maior uso de irrigação para atender à demanda das culturas (**Figura 8b**). O alto estresse térmico a que o Estado foi

submetido pode ser mais bem visualizado pelos mapas de temperatura média máxima do ar (**Figura 8c**) e pelo mapa da temperatura mínima média mensal (**Figura 8d**).

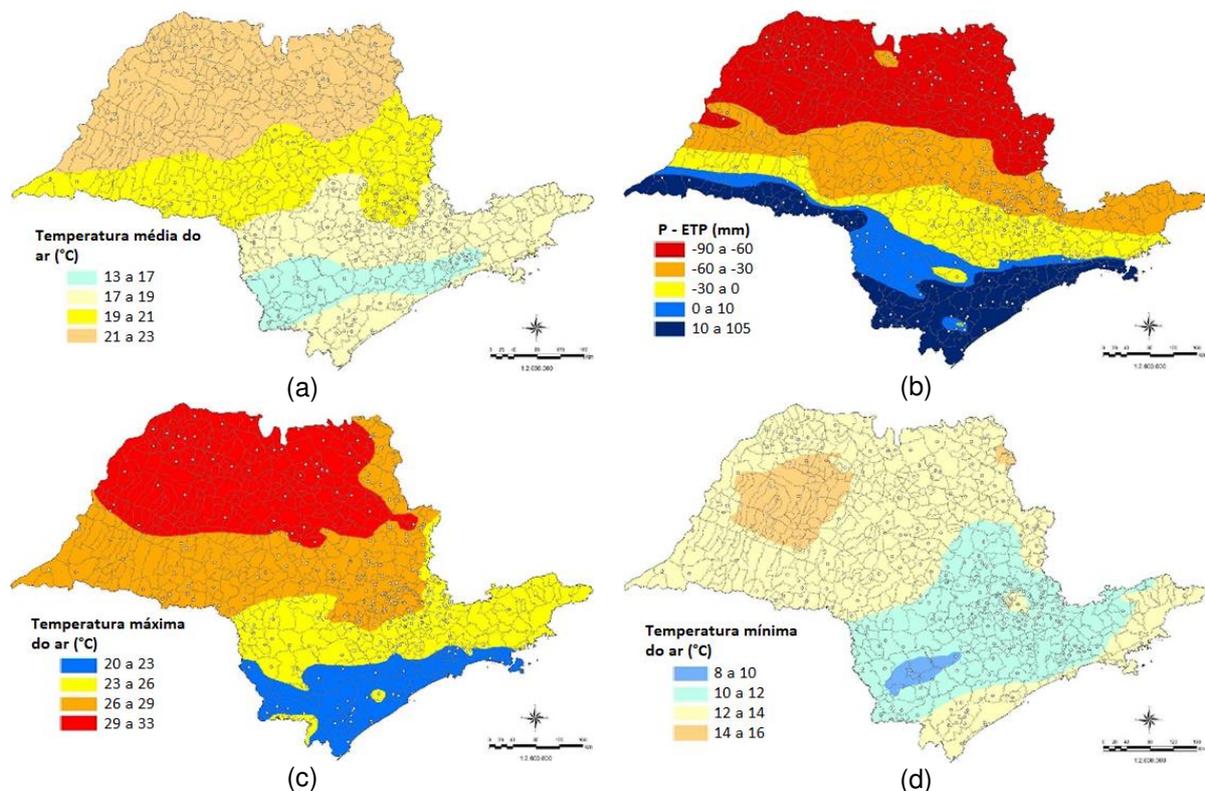


Figura 8 - Variação espacial da temperatura média do ar (a), diferença entre precipitação e evapotranspiração (b), temperatura máxima média (c) e temperatura mínima média (d) no mês de julho de 2024.

Um destaque especial é dado com relação à estiagem agrícola, contabilizando-se o número de dias seguidos sem precipitação maior ou igual a 10mm diários. Observa-se (**Figura 9**) a alta restrição hídrica em São Paulo e, em especial, nas regiões norte, noroeste e oeste, com estiagem extremamente severa em muitas áreas.

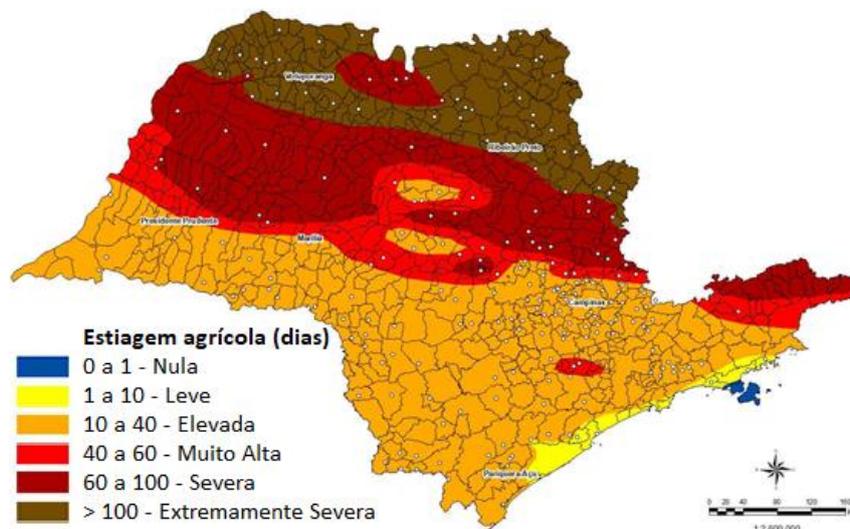


Figura 9 - Estiagem agrícola no Estado de São Paulo observada até a data de 31 de julho de 2024.

3. Indicação das condições hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

3.1. Escala mensal

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI), assim como o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI) são fatores mundialmente utilizados para quantificação da seca meteorológica e recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade, em escala temporal de 30 dias, ou seja, indicando o mês de julho, são apresentadas nas **Figuras 10a** e **10b**.

Valores inferiores às médias históricas são predominantes, apresentando condições de alto estresse hídrico do solo na totalidade do território; no aspecto que se refere às análises semestrais (**Figuras 10c** e **10d**), observa-se certa distinção entre o SPI e o SPEI, com áreas de maior intensificação das condições de seca, pois este último agrega valores de evapotranspiração, que foram elevados. Possivelmente, o SPEI seja um melhor índice para quantificar restrições hídricas em cenários de aquecimento global.

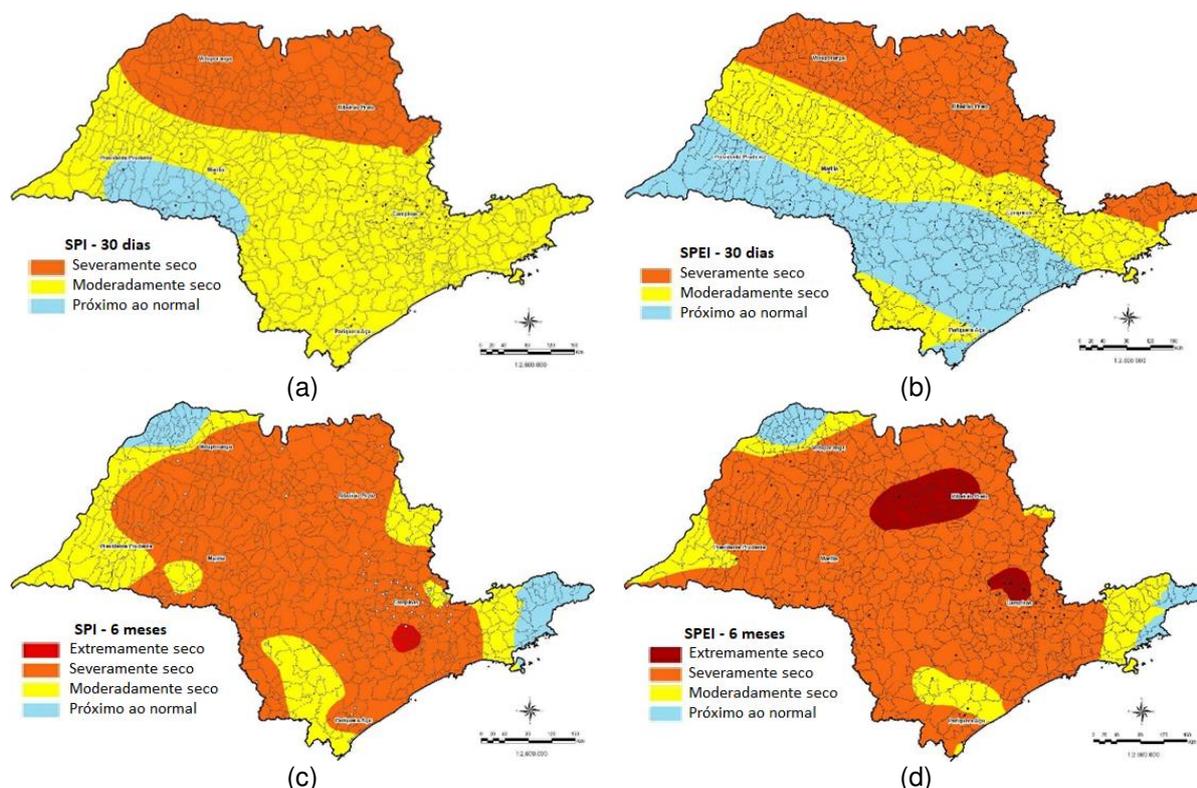


Figura 10 – Variação espacial do (a) SPI e do (b) SPEI, referentes ao mês de junho de 2024; e do (c) SPI e do (e) SPEI em escala semestral.

3.2. Escala anual e bienal

O mês de julho é caracterizado como relativamente seco e de inverno, com entradas de massas de ar polar, com reduzida precipitação e perspectivas de intensificação de seca climatológica durante o inverno, em grande parte do Estado, exceto pelo litoral. Assim, somente com altos valores de precipitação podem-se indicar condições de excesso hídrico e favorecimento à recarga de reservatórios, e, ainda neste caso, as escalas de 12 e 24 meses trazem consigo a história hídrica, que não foi favorável ao longo do tempo. O SPI e o SPEI podem, de certo modo, ser utilizados para considerações hidrológicas quando utilizados em escalas temporais maiores, 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 para o período de 12 meses (**Figuras 11a e 11b**). 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 se mantêm para a quase totalidade do território paulista, quando considerados os períodos de um e dois anos, combinados com a evapotranspiração (SPEI), imputando uma elevada sobrecarga no uso dos recursos hídricos, em especial o uso de irrigação. As condições de seca se intensificaram para o período de um ano, em especial levando-se em conta a demanda evaporativa pelo SPEI.

Destaca-se que esses índices, em escala bienal (**Figuras 11a e 11b**), apresentam leve melhora, pois consideram os efeitos do ano de 2022, porém demonstram que, para estabelecer o padrão de conforto hídrico e de recuperação total dos mananciais, há ainda um déficit de precipitação histórico na região central paulista.

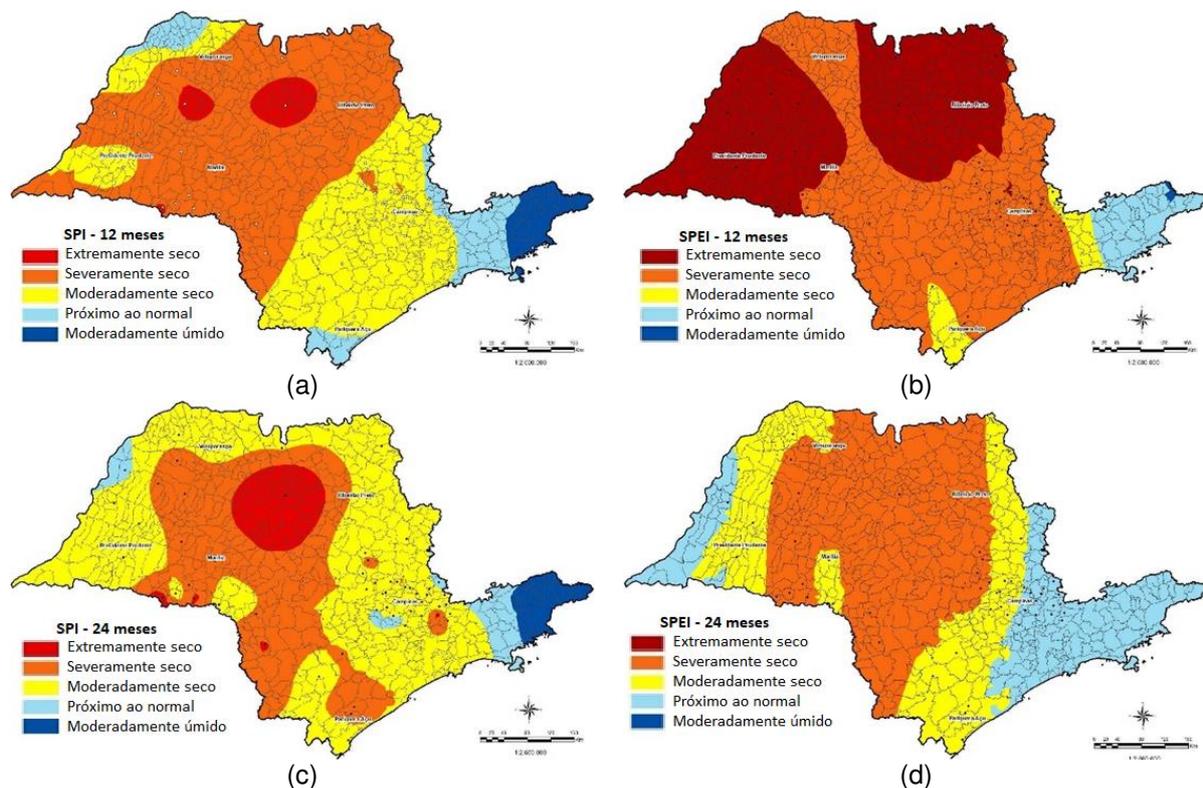


Figura 11 – Variação espacial do (a) SPI e (b) SPEI, em escala anual, e do (c) SPI e (d) SPEI, em escala bienal, todos referentes ao mês de julho de 2024.

4. Efeitos agroclimáticos e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas

O mês de julho apresentou redução na precipitação com relação ao histórico para o período, bem como valores elevados de temperatura, podendo ter ocasionado efeitos negativos em culturas olerícolas, indicando também maior necessidade de irrigação e, ainda, condições de seca elevada para as pastagens e culturas perenes. Com as altas temperaturas verificadas, podem ter havido efeitos negativos, em decorrência do acúmulo de horas de frio, para frutíferas e também oliveiras. Outro aspecto a ser salientado é a alta

demanda de irrigação para atender à demanda hídrica das culturas, em especial feijoeiro, batata e olerícolas.

O início de agosto, com a passagem de frente fria, indicou a ocorrência de precipitação (**Figura 12a**) e trouxe certo alívio nas condições de estiagem agrícola (**Figura 12b**), porém não de forma significativa para as áreas de pastagens e culturas perenes.

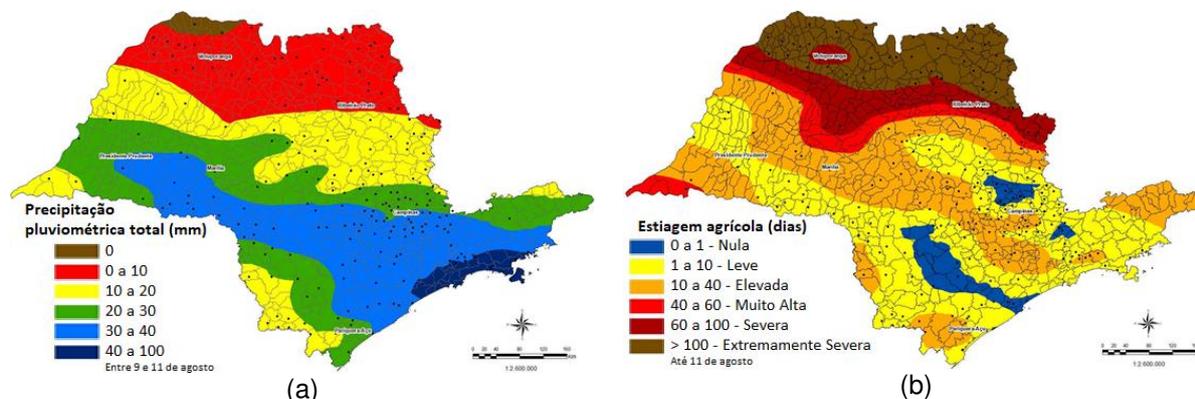


Figura 12 - Total de precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo, entre os dias 9 e 11 de agosto de 2024 (a), e índice de seca agrícola registrado no dia 11 de agosto de 2024.

Esta frente fria trouxe queda brusca nas temperaturas médias e mínimas absolutas, com ocorrências de geadas em alguns pontos do território paulista (**Figuras 13a e 13 b**).

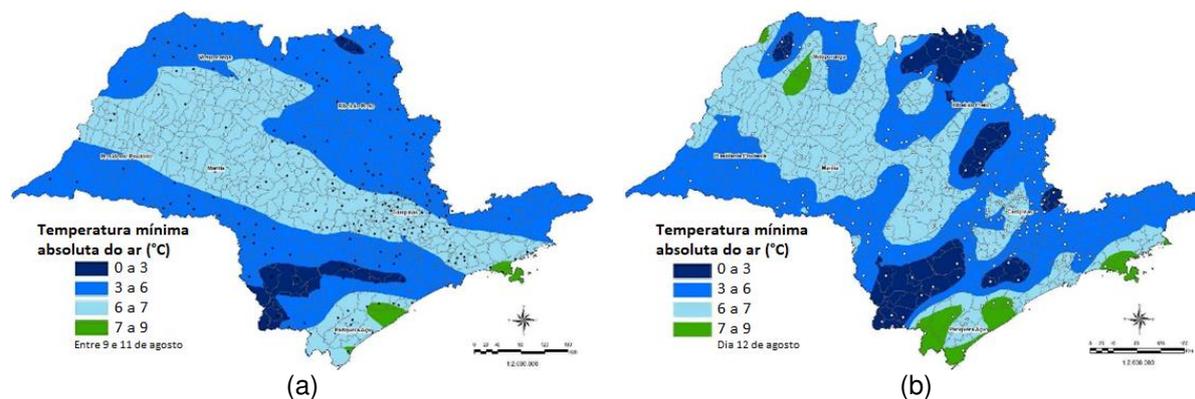


Figura 13 - Mapas indicativos da ocorrência de geada, no Estado de São Paulo, em agosto de 2024.

No contexto de estiagem agrícola e temperaturas elevadas, ganha importância a irrigação em sistemas de produção de leite a pasto em épocas de instabilidade climática.

A atividade leiteira realizada em sistemas de produção em pastos rotacionados é uma ótima opção de geração de renda em pequenas propriedades rurais, principalmente nas que possuem gestão familiar, pela facilidade de manejo e observação da área explorada, porém, nos últimos anos, devido à instabilidade do clima (regime de chuvas irregulares, frequentes veranicos em plena época chuvosa), a utilização de irrigação neste sistema de produção surge como grande diferencial para garantia do sucesso produtivo e econômico desta atividade.

A utilização da irrigação da pastagem permite estabilizar o sistema produtivo, garantindo a produção da forragem com alta produtividade e valor nutritivo a baixo custo, possibilitando lotações de até 10UA/ha, manutenção dos animais em sistemas de pastos rotacionados com gramíneas tropicais durante nove meses, de setembro a maio, e, ainda,

possibilita a implantação de pastejo de inverno, com o plantio de aveia e azevém em sobressemeadura, com lotações de até 6UA/ha, durante os meses de junho a agosto, ofertando forragem de alta qualidade mesmo no período de inverno (**Figuras 14**).



Figura 14 - Vacas pastejando em área de aveia-branca sobre pasto rotacionado de Tifton (a), logo após a sementeira, e (b) 30 dias após o plantio – Mococa (SP). Vacas pastejando em área de aveia-branca sobre pasto rotacionado de Tifton (c), e sistema de irrigação por aspersão (d) – São Sebastião da Gramma (SP).

O custo de implantação de um sistema de irrigação de pastagem por aspersão fixa está na faixa de R\$ 18 a R\$ 22 mil/ha, atualmente, em São Paulo, custo este que é amortizado pela garantia da produção de forragem de alta qualidade em substituição à elevada demanda de alimento conservado na forma de silagem. A utilização de sistemas de produção de leite a pastos irrigados tem permitido a viabilidade da atividade leiteira neste cenário, garantindo lucros de R\$ 0,60 a R\$ 1 por litro de leite produzido a produtores que fazem o correto uso dessa tecnologia.

Outra grande vantagem da utilização da irrigação em pastagens é a neutralização dos efeitos de veranicos no verão, bem como a antecipação da produção de forragem de alta qualidade devido à redução dos problemas causados pela instabilidade do regime hídrico, permitindo que o produtor consiga manter os animais em sistemas de pasto, não havendo necessidade de suplementação de volumoso no cocho.

Para a implantação de um sistema de produção de pasto rotacionado irrigado, é necessário um planejamento prévio, assim como a elaboração de um bom projeto técnico adequado às condições topográficas, climatológicas e de demanda das forrageiras, obtenção das devidas outorgas, ou dispensa de outorga de uso da água junto aos órgãos competentes, e orientação técnica para a correta implantação e manejo das pastagens e

dos turnos de rega, bem como dedicação e empenho do produtor para realizar uma correta gestão de seu sistema de produção, permitindo o uso racional da água (**Figura 15**).



Figura 15 – Sistema de irrigação de pasto rotacionado em área de capim BRS Zuri - São João da Boa Vista (SP).

5. Conclusões

Julho foi mês que apresentou precipitação abaixo da média histórica e temperaturas acima da média para o período. As frentes frias não adentraram de forma intensa o território paulista, por conta de efeitos ainda presentes do El Niño, apesar do período atual de normalidade da temperatura das águas do Oceano Pacífico, ocorrendo a entrada dessas frentes apenas na primeira quinzena de agosto, com efeito na queda das temperaturas e leves ocorrências de precipitação, porém não diminuindo de forma expressiva as condições de seca destacadas nos últimos boletins, bem como o elevado risco de incêndio que vêm sendo apresentado e notificado desde maio.

Baseados na metodologia de Chen & Chen (2022)¹, apresentamos uma nova funcionalidade para acompanhamento das condições de conforto térmico animal (**Figura 16**), permitindo-se verificar a capacidade de resfriamento do corpo com base na temperatura de bulbo úmido, ou seja, na capacidade de troca da pele por meio de transpiração e umidade relativa do ar.

AGROCLIMA-SP

REDE METEOROLÓGICA AUTOMATIZADA

Data: 27/08/2024 11:49

Local	Última Coleta	Temperatura	Precipitação	Umidade Relativa do Ar	Temperatura de BULBO Úmido	Conforto Térmico
Adamantina	2024-08-27 11:40:00	22.3	0.0	22.0	11.17	Desconforto
Águas de Lindóia	2024-08-27 11:40:00	18.6	0.0	50.5	12.57	Moderado
Altair	2024-08-27 11:40:11	25.4	0.0	32.6	15.18	Desconforto
Altinópolis	2024-08-27 11:40:00	23.4	0.0	39.4	14.81	Desconforto
Analândia	2024-08-27 11:40:00	21.4	0.0	48.6	14.62	Moderado
Anhembi	2024-08-27 11:29:37	18.8	0.0	48.1	12.42	Moderado
Aparecida d'Oeste	2024-08-27 11:40:00	23.4	0.0	28.4	13.00	Desconforto
Apiaiá	2024-08-27 11:39:15	13.6	0.0	60.5	9.48	Ideal

Figura 16 – Nova ferramenta de acompanhamento do conforto térmico, presente no portal AgroclimaSP (<http://agroclimasp.ciagro.org.br/>).

¹ CHEN, Hsuan-Yu; CHEN, Chia-Chung. An empirical equation for wet-bulb temperature using air temperature and relative humidity. *Atmosphere*, v. 13, n. 11, p. 1765, 2022.