



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Novembro/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 NOVEMBRO DE 2024 NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Reginaldo Antônio de Souza (CDA/SAA); Angélica Praelo 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 – O mês de novembro apresentou três características distintas do regime hídrico, no período do dia 1.º ao 10 ocorreram precipitações elevadas em todo o território paulista, sendo o total desse período acima das médias históricas para todo o mês, posteriormente entre os dias 11 e 25, o nível pluviométrico foi baixo na maioria do Estado, enquanto entre 26 e 30 o total pluviométrico foi adequado. Essa característica induziu a uma séria restrição hídrica no segundo período, afetando culturas como amendoim, soja, milho, entre outras. Destaca-se ainda que o uso de índices meteorológicos como o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e mesmo o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI), que são basicamente índices mensais, não refletem os aspectos de seca agrícola, sendo esta mais bem avaliada pelos índices agrometeorológicos como o CWDF (*Crop Water Development Factor*) e da deficiência hídrica no solo, com base no balanço hídrico em base quinquenal. Com relação ao cenário hídrico mensal, o SPI e SPEI indicam que, em escala mensal a até trimestral, há uma melhoria nas condições hídricas, contudo, em análise retroativa de 12 a 24 meses, grande parte do território paulista ainda apresenta restrições hídricas em comparação às médias normais de precipitação. Sobre o aspecto térmico, as temperaturas foram elevadas, afetando o desenvolvimento inicial das culturas acima indicadas, em especial no segundo período do mês.

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

Abstract – *The month of November presented three distinct characteristics of the water regime, as follows: in the period from the 1st to the 10th, there was high rainfall throughout the state, with the total for this period being above the historical averages for the entire month; subsequently, between the 11th and the 25th, the rainfall level was low in most of the state, while between the 26th and the 30th, the total rainfall was adequate. This characteristic led to a series of water restrictions in the second period, affecting crops such as peanuts, soybeans and corn, among others. It is also worth noting that the use of meteorological indices such as the Standardized Precipitation Index (SPI) and even the Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index (SPEI), which are basically monthly indices, do not reflect the aspects of agricultural drought, which is better assessed by agrometeorological indices such as the CWDF (Crop Water Development Factor) and soil water deficiency, based on the water balance on a five-day basis. Regarding the monthly water scenario, the SPI and SPEI indicate that on a monthly to even quarterly scale there is an improvement in water conditions; however, in a retroactive analysis of 12 to 24 months, a large part of the state still has water restrictions compared to normal precipitation averages. Regarding the thermal aspect, temperatures were high, affecting the initial development of the crops indicated above, especially in the second period of the month.*

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

Resumen – *El mes de noviembre presentó 3 características distintas del régimen hídrico, tales como; en el periodo 1 al 10 se presentaron precipitaciones elevadas en todo el estado, siendo el total de este periodo por encima de los promedios históricos de todo el mes, posteriormente entre el 11 al 25 el nivel de precipitaciones fue bajo en la mayor parte del Estado, mientras que entre el 26 y el día 30 la precipitación total fue adecuada. Esta característica indujo una serie de restricciones hídricas en el segundo período, afectando cultivos como maní, soja y maíz, entre otros. También llama la atención que el uso de índices meteorológicos como el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) e incluso el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), que son básicamente índices mensuales, no reflejan aspectos de la sequía agrícola, que se evalúa mejor mediante índices agrometeorológicos con el CWDF (Factor de Desarrollo Hídrico de los Cultivos) y deficiencia hídrica en el suelo, basados en el balance hídrico quinquenal. En cuanto al escenario hídrico mensual, el SPI y SPEI indican que en una escala mensual a trimestral hay una mejora en las condiciones del agua, sin embargo en un análisis retrospectivo de 12 a 24 meses, gran parte del estado aún tiene restricciones de agua respecto a lo normal. promedios de precipitación. En el aspecto térmico, las temperaturas fueron elevadas afectando el desarrollo inicial de los cultivos antes mencionados, especialmente en el segundo periodo del mes.*

1. Introdução

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 Agrônômico (IAC) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

A resposta fenológica das culturas agrícolas é condicionada às condições do tempo e sua variabilidade ao longo do dia. Acompanhar esta dinâmica em curto espaço temporal, e possuir um banco de dados com tais informações, permite aos planejadores do campo e aos produtores rurais preparar práticas adaptativas às mudanças e premeditar a produtividade esperada.

2. Climatologia do mês de novembro de 2024 no Estado de São Paulo

O mês de novembro apresentou, no total mensal, elevados índices pluviométricos (**Figura 1a**) ocasionando anomalias positivas acima de 100mm em diversas regiões, contudo em diversas localidades houve anomalias negativas (**Figura 1b**) em especial no Vale do Ribeira e na baixada santista.

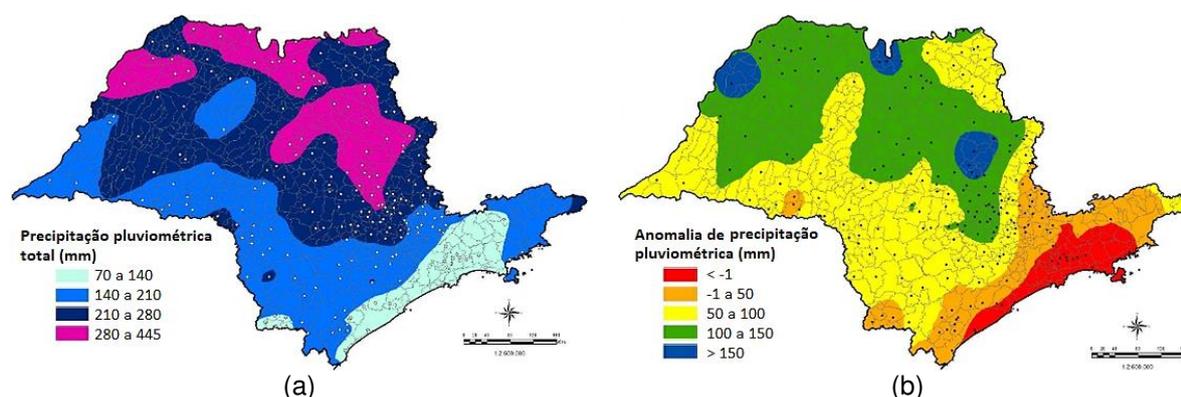


Figura 1 - Variação espacial do total pluviométrico, no mês de novembro de 2024 (a), e anomalia deste índice para o mesmo período (b).

Embora o contexto do total mensal de novembro tenha apresentado altos níveis pluviométricos, pôde-se observar três períodos distintos de precipitação. Um período é evidenciado entre os dias 1.º e 10 de novembro (**Figura 2a**), com muitas regiões tendo o total observado neste decêndio sendo superior à média histórica do mês (**Figura 2b**).

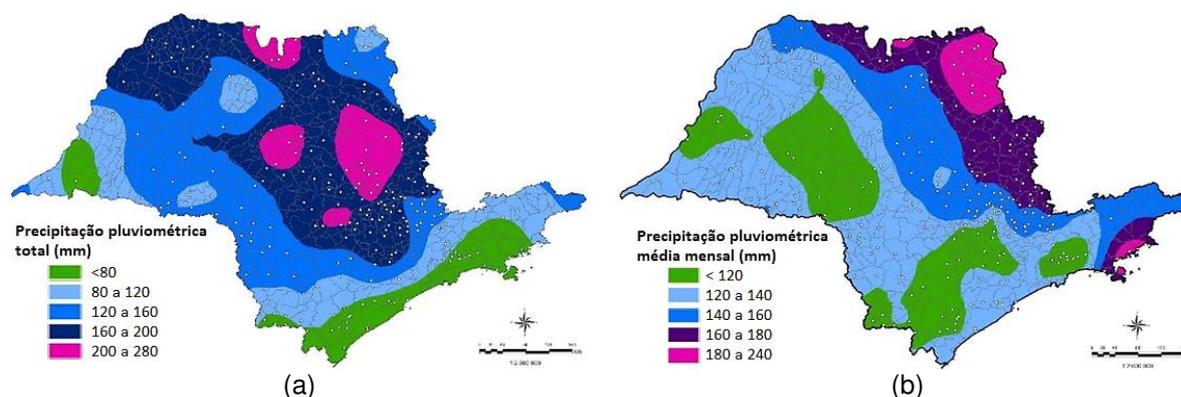


Figura 2 - Distribuição espacial da precipitação, no período de 1.º a 10 (a), e total médio histórico para o mês de novembro (b).

Os primeiros 10 dias foram precedidos por uma sequência de baixa pluviosidade (**Figura 3a**), correspondendo ao período de 11 a 25, e finalizando o mês com razoável precipitação (**Figura 3b**), podendo ter havido impacto em culturas recém-plantadas.

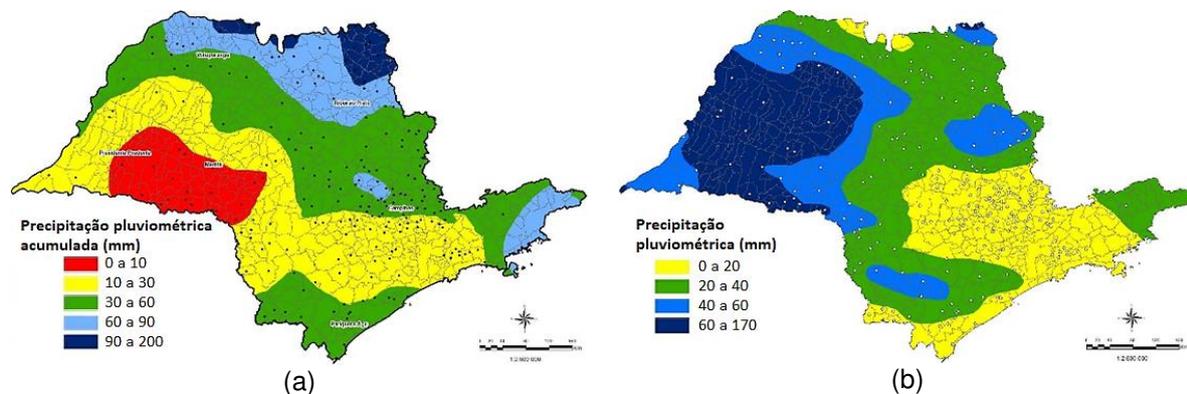


Figura 3 - Distribuição espacial da precipitação, no período de 11 a 25 (a), e no período de 26 a 30 (b), para o mês de novembro de 2024.

No aspecto térmico, a temperatura média em São Paulo variou de 20°C a acima de 28°C (**Figura 4a**), enfatizando a situação térmica crítica a que o Estado vem sendo submetido. Estes altos valores de temperatura induziram a uma alta evapotranspiração (ETP), sendo a diferença da precipitação menos a evapotranspiração negativa em pequena mancha no litoral, ou seja, houve reposição ao sistema do que foi evapotranspirado (**Figura 4b**).

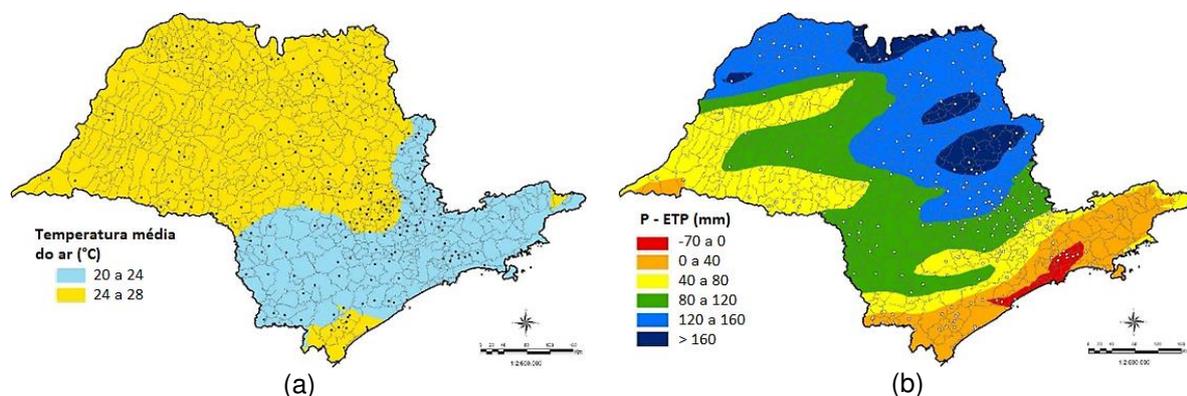


Figura 4 - Variação espacial da (a) temperatura média do ar e (b) diferença entre a precipitação (P) e evapotranspiração potencial, ambas referentes ao mês de novembro (P-ETP) de 2024.

O alto estresse térmico a que o Estado foi submetido pode ser mais bem visualizado pelos mapas de temperatura máxima absoluta do ar (**Figura 5a**), onde os valores máximos foram na maioria do território entre 34°C e 38°C, e duas microrregiões com valores chegando a até 42°C.

As médias máximas foram acima de 30°C em mais da metade do Estado (**Figura 5b**), afetando culturas como cafeeiro, soja em início de desenvolvimento, entre outras.

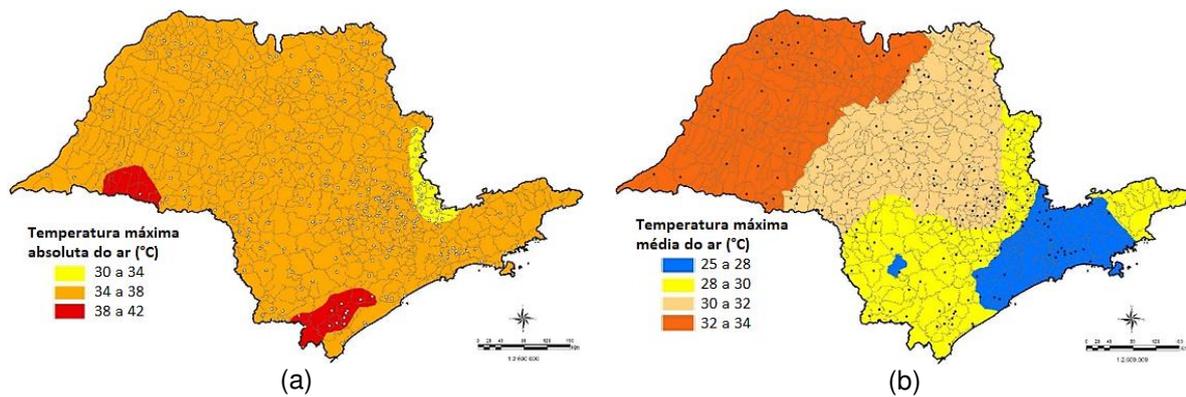


Figura 5 - Variação espacial da temperatura máxima absoluta do ar (a) e da temperatura máxima média do ar (b) no mês de novembro de 2024.

3. Indicação das Condições Hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

3.1. Análise 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 novembro, são apresentadas nas **Figuras 6a** e **6b**. Valores superiores às médias históricas são predominantes, apresentando condições de alto excedente hídrico mensal na totalidade do território. No aspecto que se refere às análises semestrais (**Figuras 6c** e **6d**), observa-se que o SPEI apresenta sérias restrições hídricas, tanto do ponto de vista agrícola como de reserva hídrica nos mananciais. Assim, embora novembro tenha sido chuvoso, as restrições hídricas continuam afetando no âmbito paulista.

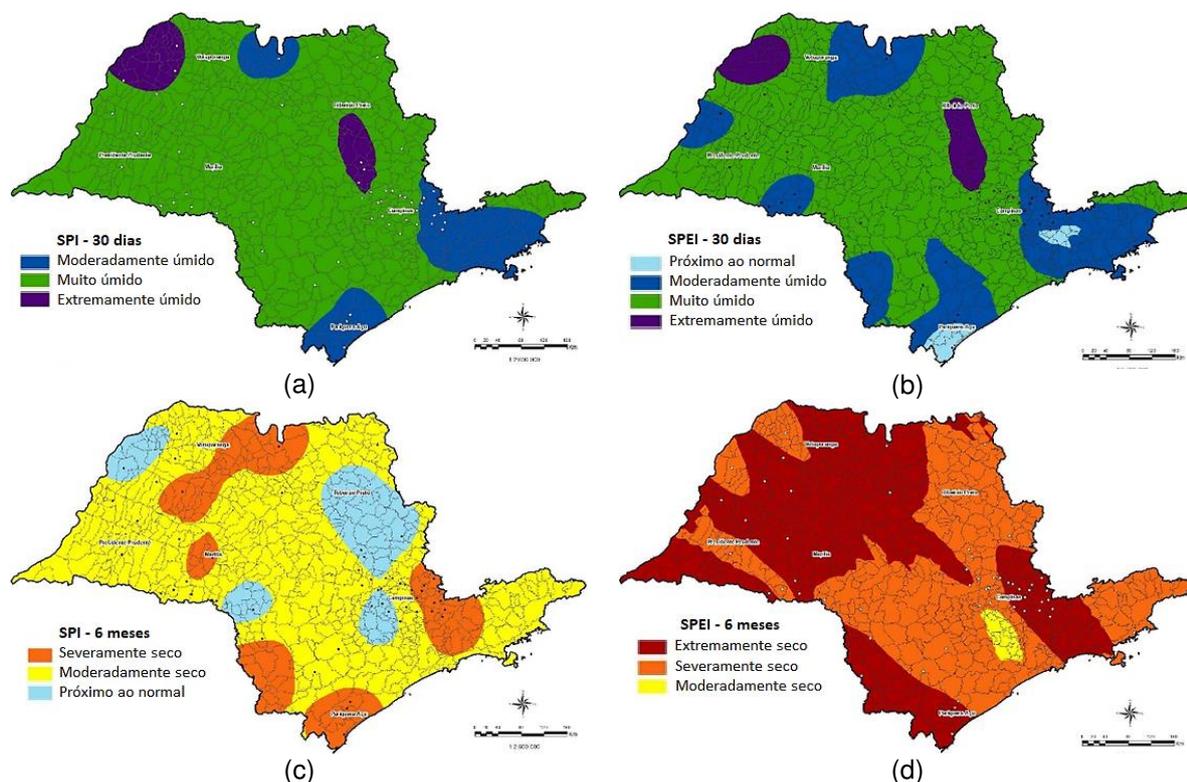


Figura 6 - Variações espaciais do (a) SPI e (b) SPEI, em escala mensal, e do (c) SPI e (d) SPEI, em escala semestral, todas referentes ao mês de novembro de 2024.

3.2. Escala anual e bienal

O mês de novembro é caracterizado como relativamente úmido, com a transição para a estação quente e chuvosa de novembro a fevereiro. 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 (**Figuras 7**) 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 condições de seca hidrológica se mantêm para a quase totalidade do Estado, 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. Tais mapas demonstram o atual estágio crítico no qual os reservatórios paulistas se encontram. Embora em escala anual ambos índices indiquem melhoria na reserva hídrica hidrológica, o SPEI, que incorpora a demanda evaporativa, demonstra que, ainda em longa escala de tempo, a situação não é totalmente favorável. Os dados apresentados nas **Figuras 7c** e **7d**, para escala de tempo 24 meses, demonstram que para estabelecer o padrão de conforto hídrico e de recuperação total dos mananciais há ainda um déficit de precipitação histórico em quase todo o Estado.

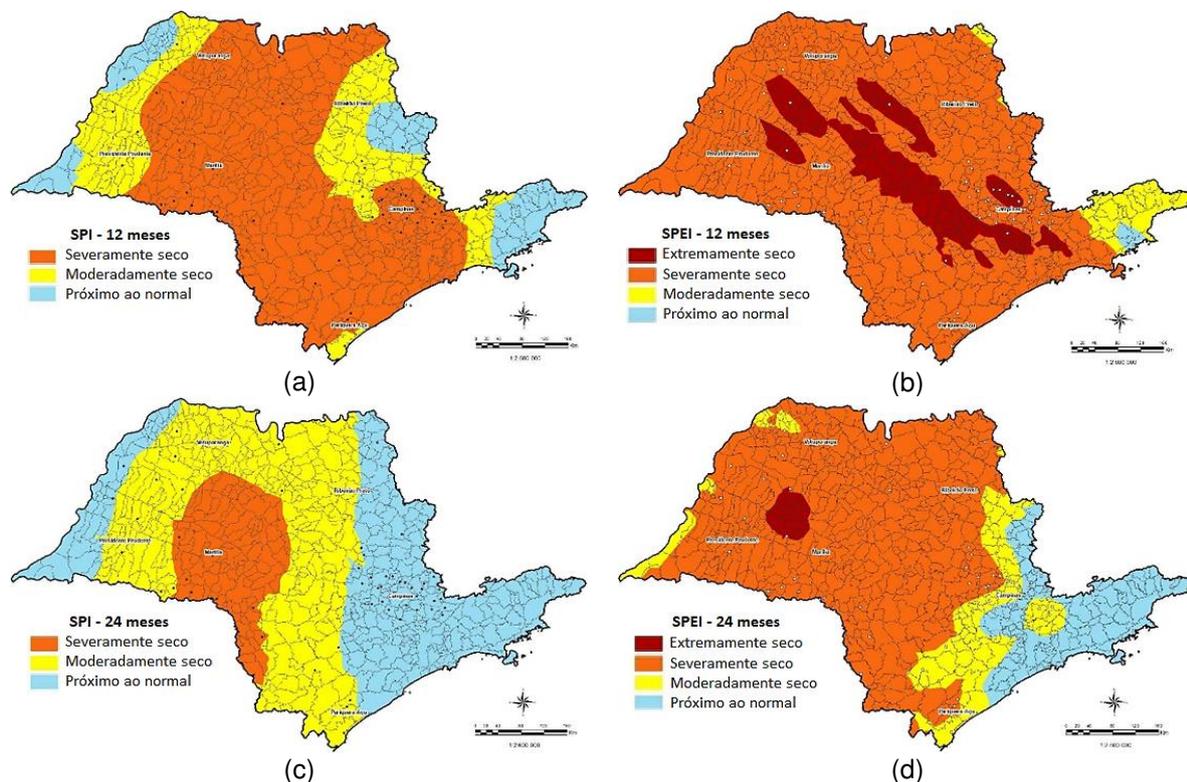


Figura 7 - Variação espacial do (a) SPI e (b) SPEI, em escala anual, e do (c) SPI e (d) SPEI, em escala bienal, todas referentes ao mês de novembro de 2024.

4. Efeitos agroclimáticos

O início de novembro demonstrou-se com precipitações elevadas, com índice total acima da média histórica total do mês, ocasionando a estimativa da deficiência hídrica no solo nula (**Figura 8a**), e condições de umidade do solo e desenvolvimento vegetal ótimos

(Figura 8b). Contudo o baixo nível pluviométrico, entre 11 e 26 de novembro, alterou totalmente este quadro, afetando culturas em início de desenvolvimento, em especial no Médio Paranapanema e noroeste do Estado (Figuras 8c e 8d). A deficiência hídrica estimada e o índice de satisfação das necessidades hídricas (CWDF) no período final do mês, indicados nas Figuras 8e e 8f, antes desfavoráveis às culturas, tiveram leve melhora.

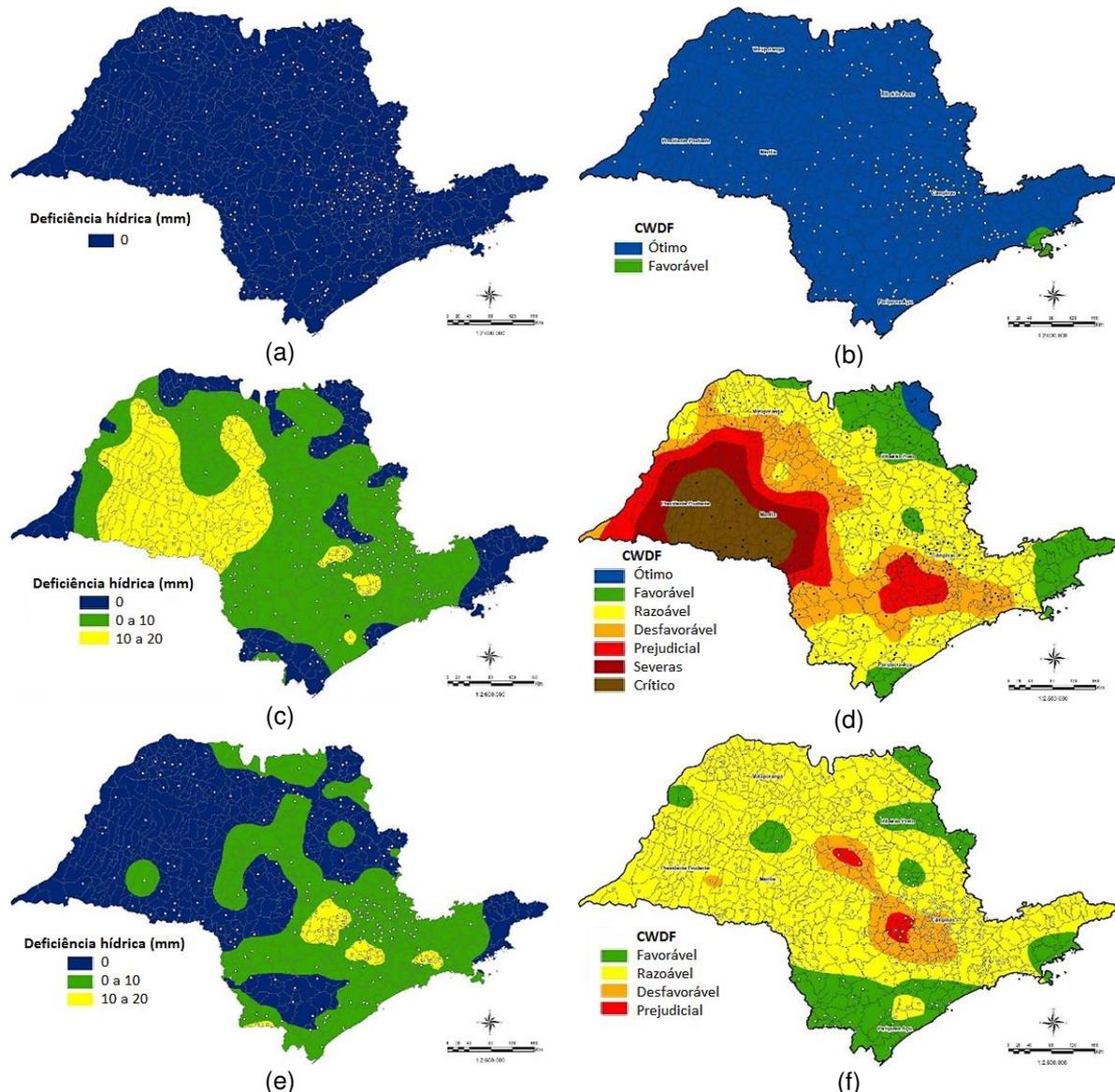


Figura 8 - Variabilidade espacial da estimativa da deficiência hídrica no solo e desenvolvimento vegetal em função da umidade do solo até a profundidade de 40 cm (CWDF), no período de 6 a 10 de novembro (a, b), no período de 21 a 25 de novembro (c, d) e no período de 26 a 30 de novembro (e, f).

Esses resultados, indicados nas Figuras 8, são corroborados pela estimativa da água disponível no solo até a profundidade de 40cm, conforme técnica disponível nos sites <<http://agroclimasp.ciiagro.org.br/>> e <<http://www.ciiagro.org.br/>>.

A variabilidade espacial da água disponível no solo indica que, em 25 de novembro (Figura 9a), em várias regiões do Estado, especialmente no Médio Paranapanema e noroeste paulista, o nível estava crítico. Com a passagem de um sistema frontal na última

semana do mês, esse nível tornou-se razoável em grande parte de São Paulo, exceto por microrregiões junto ao comitê de bacia Piracicaba-Capivari-Jundiá (Figura 9b).

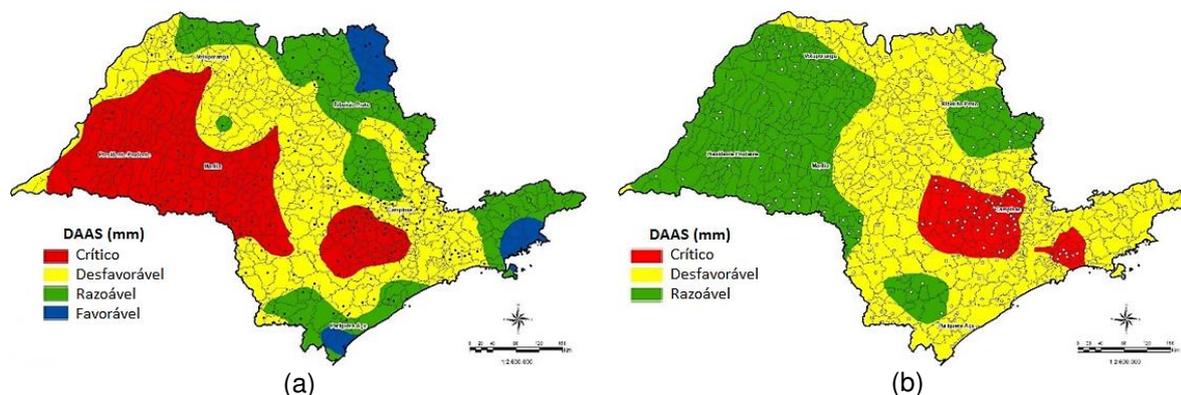


Figura 9 - Estimativa da água disponível no solo até a profundidade de 40cm, determinada no período de 21 a 25 (a) e no período 26 a 30 (b), relativa ao mês de novembro de 2024.

Dos resultados apresentados, em especial os valores das Figuras 8 e 9, depreende-se que o SPI e SPEI, índices tradicionais para estimativa de seca hidrológica ou meteorológica, perdem sua precisão ao se avaliarem condições de seca agrícola, notadamente para pequenos períodos de tempo, e as características do calendário agrícola das diferentes culturas.

No ano de 2024, vários períodos de extremos climáticos ocorreram, com altas temperaturas e baixas precipitações no período entre os meses de março e outubro, afetando de forma significativa a cultura do café nos principais estados produtores do Brasil.

A planta do café, quando submetida a períodos de estresse hídrico e temperaturas amenas, responde com floração e posterior frutificação para perpetuação da espécie, resultando em boa produção de frutos e uma farta colheita para os agricultores, porém, nas principais regiões cafeeiras paulistas, o que se verificou foram períodos de quase 180 dias sem chuvas significativas acompanhadas de altas temperaturas e, mesmo sob essas condições, as plantas, em sua maioria, responderam com três eventos de floração, todavia com irregularidade no pagamento das floradas, com excessivo abortamento de botões florais devido a quase inexistente reserva de água no solo.

O floramento em outubro foi fortalecido com as chuvas com constância e temperaturas amenas devido aos períodos nublados, resultando em um novembro com bom pagamento e formação de “chumbinhos”, que permitirão boas produtividades nas regiões da alta mogiana. Cabe importante destaque quanto à irregularidade de chuvas e aos extremos de temperaturas máximas, causando a perda da qualidade do café, notada nas notas de alguns cafeicultores no 23.º Concurso “Qualidade do Café de São Paulo” <<https://www.cati.sp.gov.br/porta/imprensa/noticia/concurso-%E2%80%9Cqualidade-do-cafe-de-sao-paulo%E2%80%9D-2024:-premiacao-foi-uma-celebracao-aos-cafeicultores-paulistas>>.

As pancadas de chuva com ocorrência de granizo se iniciaram no território paulista (Figura 10a), destacando-se que tal fenômeno encontra elementos naturais para que continue ocorrendo ao longo da estação chuvosa. As condições de chuva e temperatura em novembro favoreceram o desenvolvimento das culturas anuais recém-plantadas e da formação das pastagens bem manejadas (Figura 10b). Há, portanto, boas condições de clima para o plantio de culturas de verão em dezembro.

Novembro marca ainda o início dos preparativos e planejamentos das operações estaduais de mitigação de danos causados por chuvas, com foco na prevenção de

desastres naturais, se concentrando em preparar o poder público para a temporada de chuvas intensas, minimizando riscos e garantindo pronta resposta em situações de emergência.



Figura 10 – Chuva de granizo ocorrida no Alto Vale do Ribeira, com prejuízos significativos à região (a), e pastagem bem formada devido às condições de novembro (b).

A agricultura regenerativa se torna, cada vez mais, elemento base para que o setor agropecuário esteja preparado para os extremos climáticos, tornando as propriedades rurais aptas ao convívio com as mudanças abruptas dos fenômenos climáticos, por meio da aplicação de Boas Práticas de Manejo de Solo e Água, como a construção de terraços, de bacias de captação (cacimbas e caixas secas, **Figuras 11**) e berços d'água, para que as águas das chuvas permaneçam armazenadas na área ocupada pela cultura em exploração, e também, para o caso dos cafezais, do plantio de “plantas de serviço” nas entrelinhas, para elevar os teores de matéria orgânica por meio do aumento de carbono no solo e maior retenção de água no solo.



Figura 11 – Técnica de gestão de águas de estradas vicinais conhecida por “caixa seca”, em área de cafezal (a), e detalhe de instalação aproveitando as entrelinhas de café (b).

O fenômeno La Niña ainda possui elevada probabilidade de se desenvolver em dezembro, segundo divulgado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), agência ligada à Organização das Nações Unidas (ONU), porém devendo ser de intensidade fraca e curta, não permitindo a compensação dos fenômenos ocorridos ao longo de 2024. Com isso, os fenômenos de extremos climáticos continuarão ganhando força nos próximos meses, em especial os ligados às precipitações concentradas.