



ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Setembro/2022

REALIZAÇÃO

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

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO MÊS DE SETEMBRO DE 2022 NO ESTADO DE SÃO PAULO

Orivaldo Brunini (Fundag); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Henrique Bellinaso (CATI/SAA); Elizandra C. Gomes (Fundag); Giselli A. Silva (Fundag); Ricardo Aguilera (Fundag); David Noortwick (Fundag); Andrew P. C. Brunini (Fundag); João P. de Carvalho (APTA/IAC); Marcelo Andriosi (Fundag); Romilson C. M. Yamamura (APTA/IAC).

Resumo – O mês de setembro apresentou precipitação acima da média histórica, com regiões chegando a valores superiores a 100 mm de anomalia de precipitação. Somente pequena faixa na região do CBH-Pardo e CBH-Mogi Guaçu indicou anomalias negativas. As temperaturas médias foram razoáveis, com valores entre 20°C e 23°C, e somente na região norte estes valores foram acima de 23°C. A deficiência hídrica se manteve em valor nulo em quase a totalidade do Estado, sendo que pequena área no norte do Estado apresentou deficiência acima de 20 mm. O mês de setembro apresentou alto índice pluviométrico em todo o Estado, essa situação favoreceu o aumento de reserva hídrica no solo. As análises indicam que, sob o ponto de vista hídrico e atendimento da demanda das culturas, houve favorecimento aos cultivos, porém, em algumas regiões, devido a chuvas concentradas, práticas agrícolas e manejo do solo e colheita foram prejudicados. O alto índice pluviométrico auxiliou na recuperação superficial de mananciais e eliminando a necessidade de irrigação. Os valores dos índices de seca, como Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e Índice Padronizado de Precipitação-Evapotranspiração (SPEI), apresentam, em escala mensal e trimestral, pequena restrição hídrica, mas em escala de tempo de 12 e 24 meses, a situação de preocupação com a crise hídrica ainda persiste.

ANALYSIS OF HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE MONTH SEPTEMBER 2022 IN THE STATE OF SÃO PAULO

Abstract – The month of September presented precipitation above the historical average, with regions reaching values greater than 100 mm of precipitation anomaly. Only a small region in the CBH-Pardo and CBH-Mogi Guaçu indicated negative anomalies. Average temperatures were reasonable, with values between 20°C and 23°C, and only in the northern region these values were above 23°C. Water deficiency remained at zero in almost the entire state, and a small area in the north of the state showed a deficiency above 20 mm. The month of September presented high rainfall throughout the state, this situation favored the increase of water reserve in the soil. The analyzes indicate that, from the water point of view and meeting the demand of the crops, there was a favor to the crops, however, in some regions, due to concentrated rains, agricultural practices and soil management and harvest were harmed. The high rainfall helped in the superficial recovery of springs and eliminating the need for irrigation. The values of drought indices, such as SPI and SPEI, present a small water restriction on a monthly and quarterly scale, but on a time scale of 12 and 24 months, the situation of concern about the water crisis still persists.

ANÁLISIS DE CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN EL MES SEPTIEMBRE 2022 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

Resumen – El mes de septiembre presentó precipitaciones por encima de la media histórica, con regiones alcanzando valores superiores a los 100 mm de anomalía de precipitación. Solo una pequeña banda en las regiones CBH-Pardo y CBH-Mogi Guaçu indicó anomalías negativas. Las temperaturas medias fueron razonables, con valores entre 20°C y 23°C, y solo en la región norte estos valores superaron los 23°C. La deficiencia de agua se mantuvo en cero en casi todo el estado, y una pequeña área en el norte del estado mostró una deficiencia superior a 20 mm. El mes de septiembre presentó altas precipitaciones en todo el estado, esta situación favoreció el aumento de la reserva hídrica en el suelo. Los análisis indican que, desde el punto de vista hídrico y satisfaciendo la demanda de los cultivos, hubo un favorecimiento de los cultivos, sin embargo, en algunas regiones, debido a las lluvias concentradas, se perjudicaron las prácticas agrícolas y el manejo del suelo y la cosecha. Las altas precipitaciones ayudaron a la recuperación superficial de los manantiales y eliminaron la necesidad de riego. Los valores de índices de sequía, como SPI y SPEI, presentan una pequeña restricción hídrica a escala mensual y trimestral, pero a escala temporal de 12 y 24 meses aún persiste la situación de preocupación por la crisis hídrica.

1. Agrometeorologia

O mês de setembro qualificou-se com alta precipitação em quase a totalidade do Estado, como a **Figura 1a** apresenta. O volume acumulado de chuva esteve acima de 100 mm em mais da metade de São Paulo. A anomalia de precipitação, que leva em consideração os registros históricos de precipitação para o mês, apresentada na **Figura 1b**, mostra que em somente parte da Bacia do Pardo e Mogi Guaçu os registros foram negativos diante das médias históricas. Os altos valores de anomalia positiva, chegando a valores de mais de 100 mm, mostram que setembro de 2022 apresentou melhores condições de disponibilidade de água de chuvas diante do mesmo período de anos anteriores.

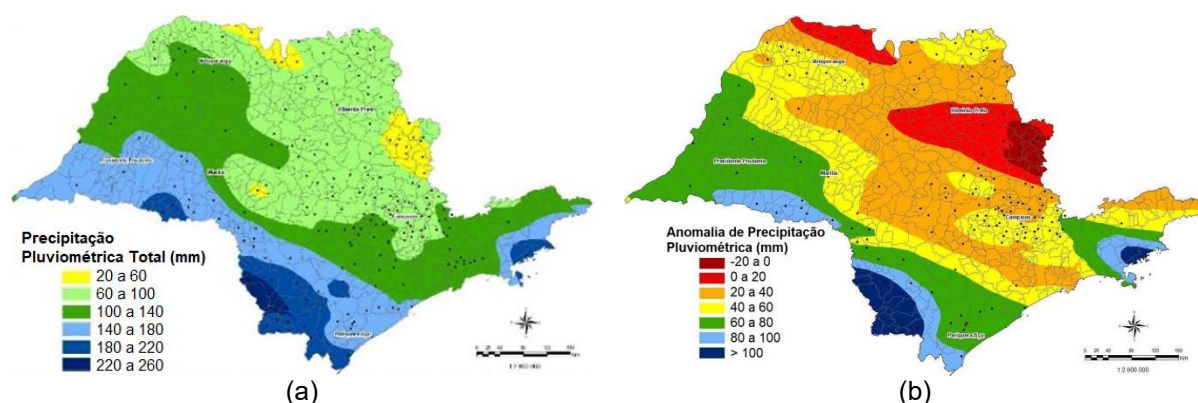


Figura 1 - Distribuição do total mensal da precipitação pluviométrica (a) e anomalias da precipitação (b) no mês de setembro de 2022.

A anomalia de precipitação positiva de setembro, em quase todo o Estado, combinada com a permanência de vários dias com precipitação, conforme apresentada na **Figura 2a**, com extensas regiões com mais de 10 dias de chuva consecutivos, trouxe efeitos aos processos de colheita da cana-de-açúcar e suas práticas agrícolas do período, os quais, associados com altos índices diários de precipitação, como apresentados na **Figura 2b**, com valores elevados diários, chegando a precipitações de até 80 mm num mesmo dia, afetaram as condições de manejo de solo e das culturas em geral. Esta situação reforça a necessidade de estabelecimento dos planos municipais de controle de erosão rural, com orientação da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), também presente nos Planos Municipais de Bacias Hidrográficas, bem como, a prescrição de que as políticas públicas municipais sigam as indicações e os apontamentos destes estudos.

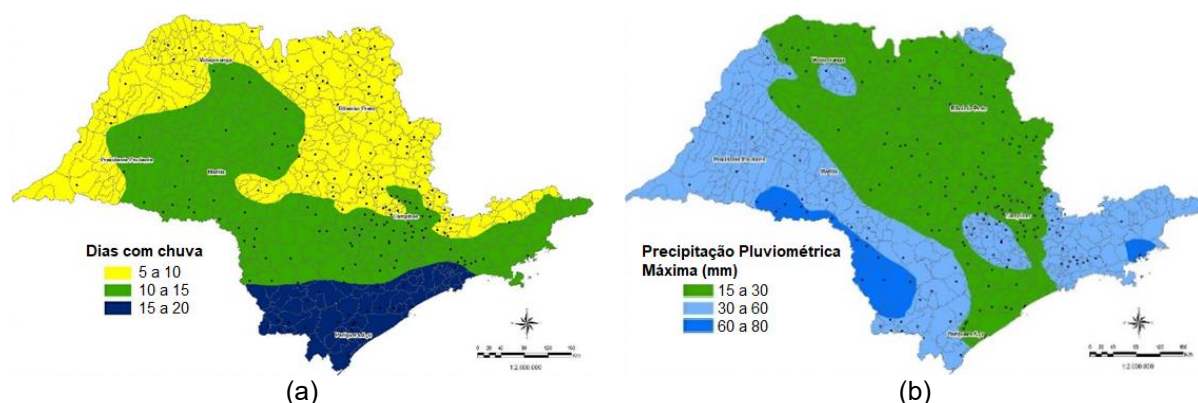


Figura 2 – Número de dias com chuva (a); valores máximos diários da precipitação (b) no mês de setembro de 2022.

Ressalta-se também que ocorreram dois picos distintos de precipitação diária, conforme pode-se observar na **Figura 3**, que mostra a distribuição diária da precipitação para algumas localidades, que de certo modo representam a climatologia do Estado, fato este que afetou diversas práticas agrícolas, favorecendo a ocorrência de processos erosivos e desagregação e arraste de partículas de solo; e ainda a possível formação de enxurradas, pela concentração e intensidade das chuvas.

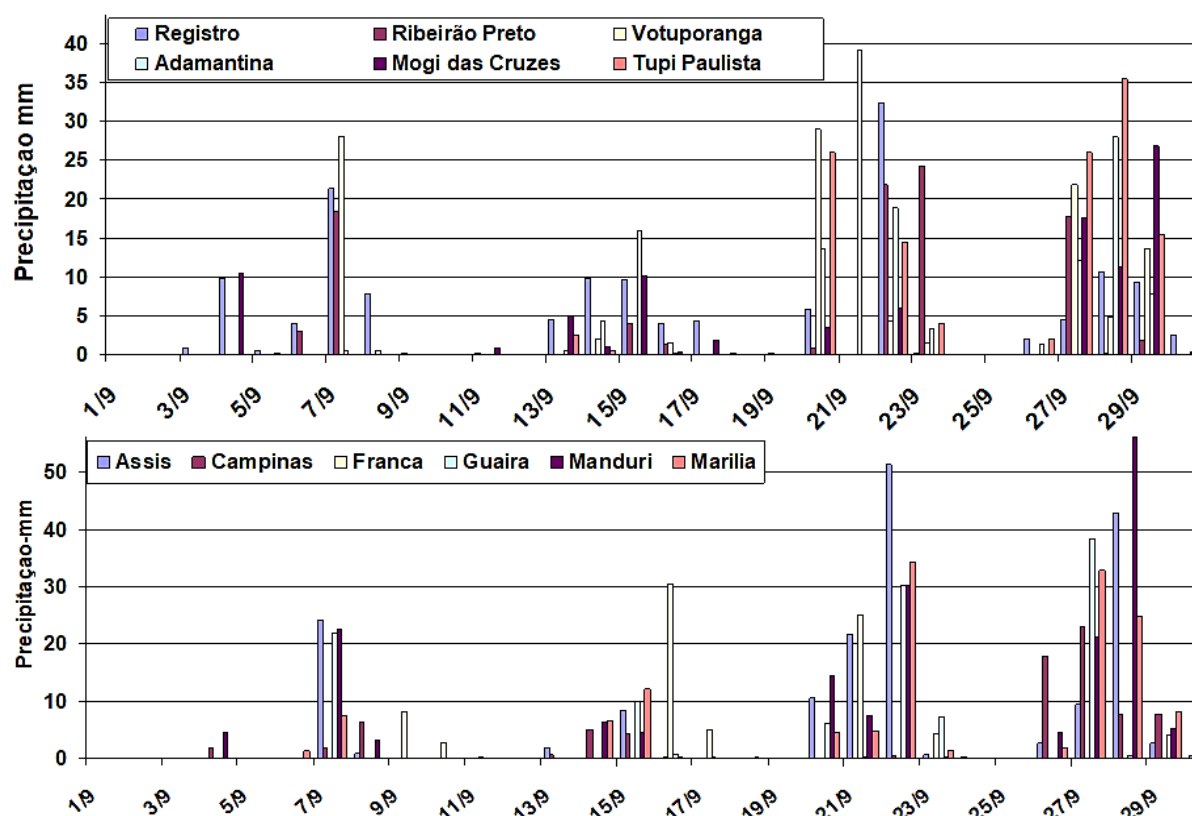


Figura 3 - Distribuição diária do total pluviométrico diário em distintas localidades do Estado de São Paulo no mês de setembro de 2022.

A alta pluviosidade do mês de setembro pode ser comparada com a média histórica de algumas localidades, conforme apresentada no **Quadro 1**. Nota-se que a precipitação verificada esteve acima da média histórica, em mais de 50 % do valor, em quase toda a rede de acompanhamento, com ocorrência de localidades em que a diferença esteve em mais de 100 % dos valores médios para o período. Ressalta-se, ainda, a importância da manutenção de uma rede de estações, pois, como se verifica para a localidade de Mogi das Cruzes, em que não há série histórica, não se podem realizar comparativos.

Quadro 1 – Total mensal registrado de precipitação pluviométrica, em setembro de 2022, e a média histórica do mesmo mês em algumas localidades no Estado de São Paulo.

Localidade	Precipitação (mm)		Localidade	Precipitação (mm)	
	Média	Atual		Média	Atual
Assis	87,6	178,8	Marília	72,2	140,7
Adamantina	79,5	145,8	Mogi das Cruzes	-	95,7
Campinas	58,8	77,7	Registro	99,6	145,5
Franca	46,1	76	Ribeirão Preto	40,5	93,2
Guaíra	56,2	120,5	Tupi Paulista	71,9	126,5
Manduri	99,3	182,1	Votuporanga	61,4	107,2

Diferente do mês de agosto, marcado pelas temperaturas elevadas, com alguns eventos de frentes frias isoladas, o mês de setembro foi definido pela presença do frio, com temperaturas variando entre 20°C e 23°C em grande parte do território, com apenas as regiões norte e noroeste com temperaturas acima de 23°C, conforme **Figura 4a**. Importante se destacar que, apesar das temperaturas médias apresentadas, os valores de máxima e mínima apresentaram alta variabilidade, com temperaturas máximas chegando a valores acima de 36°C em ampla porção paulista, conforme **Figura 4b**, e valores de mínimas entre 5°C e 10°C em expressiva porção de São Paulo, conforme **Figura 4c**.

A análise da temperatura máxima absoluta do ar (**Figura 4b**) e da temperatura mínima absoluta do ar (**Figura 4c**) indica que as condições térmicas foram adequadas ao desenvolvimento vegetal, refletindo com temperatura média em grande parte do Estado acima de 20°C (**Figura 4a**), exceto pela região do comitê do Alto Tietê, e locais de maiores altitudes.

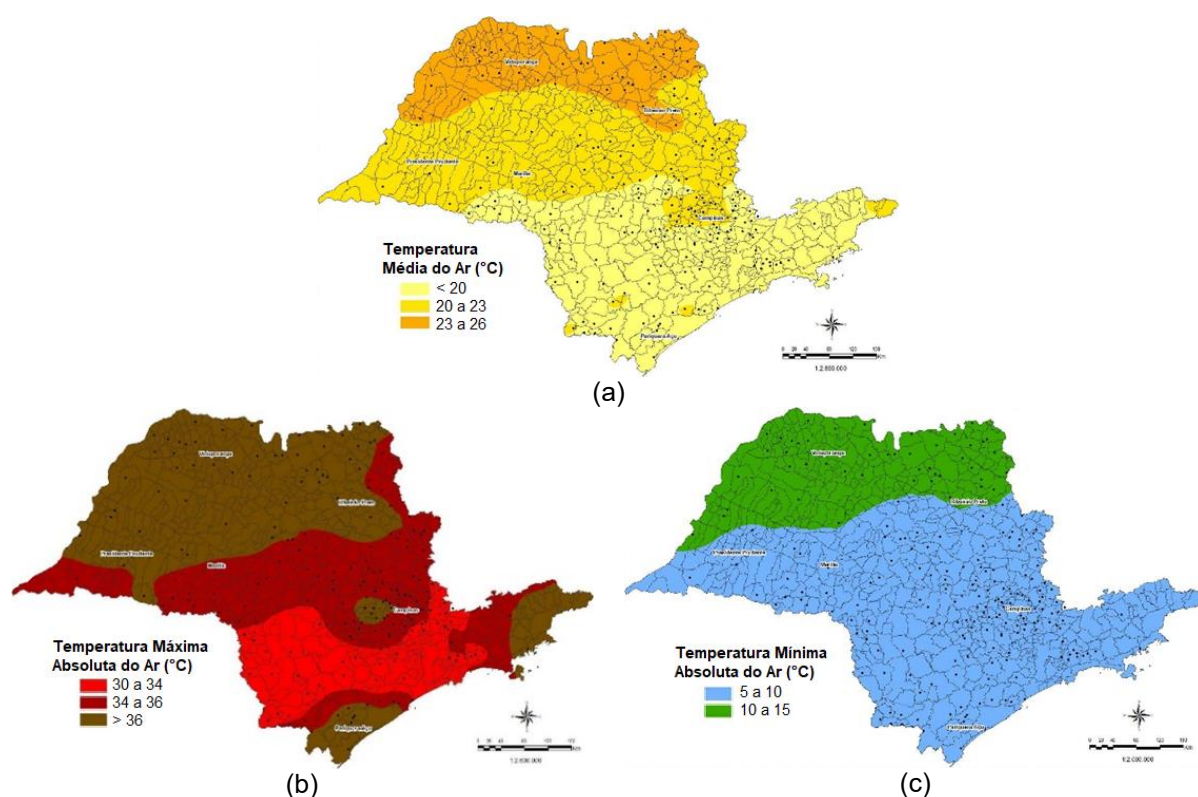


Figura 4 - Distribuição da temperatura média mensal do mês de setembro de 2022.

O balanço hídrico mensal indica que a demanda hídrica foi plenamente atendida, sendo exceção nas regiões do CBH-Pardo, CBH-Baixo Pardo e Turvo Grande, onde além de as precipitações não serem elevadas, o início do mês apresentou baixo índice pluviométrico.

A disponibilidade hídrica é condicionante fundamental para o desenvolvimento das culturas agrícolas. A deficiência hídrica estimada do solo teve seu valor de zero a até 20 mm em quase todo o Estado, mostrando boas condições de disponibilidade de água para o desenvolvimento da vida vegetal, conforme apresentada na **Figura 5a**, porém havendo permanência de baixa disponibilidade de água no solo em pequena porção na região norte.

A umidade do solo é o elemento agregador entre a precipitação e o armazenamento hídrico no solo. Assim, a relação entre a umidade estimada no solo até a profundidade de

40 cm e o valor máximo possível (**Figura 5b**) indica 60%, o que favorece os cultivos pela boa disponibilidade e facilidade de exploração pelas raízes.

Quando levada em consideração a precipitação verificada e o efeito na disponibilidade hídrica e desenvolvimento dos cultivos – conforme apresentados na **Figura 5c**, em que se apresenta o fator hídrico de desenvolvimento das culturas (CWDF), que é função da razão entre disponibilidade atual de água no solo e a disponibilidade máxima de água no solo, levando-se em consideração aspectos agrônômicos, pedológicos e agrometeorológicos para o enquadramento do fator de umidade, para o desenvolvimento vegetal – nota-se que somente em pequena faixa nas regiões do CBH-Pardo, CBH-Baixo Pardo e CBH-Turvo Grande ainda há persistência da seca do ponto de vista agrícola. Observa-se que em grande parte, ou na quase totalidade do território paulista, esta relação está favorável ou adequada. Ressalta-se que esse período de elevada precipitação indica alta favorabilidade de desenvolvimento inicial dos cultivos; contudo este mesmo alto índice pode ter afetado práticas de manejo de solo e colheita de alguns produtos, como da cana-de-açúcar.

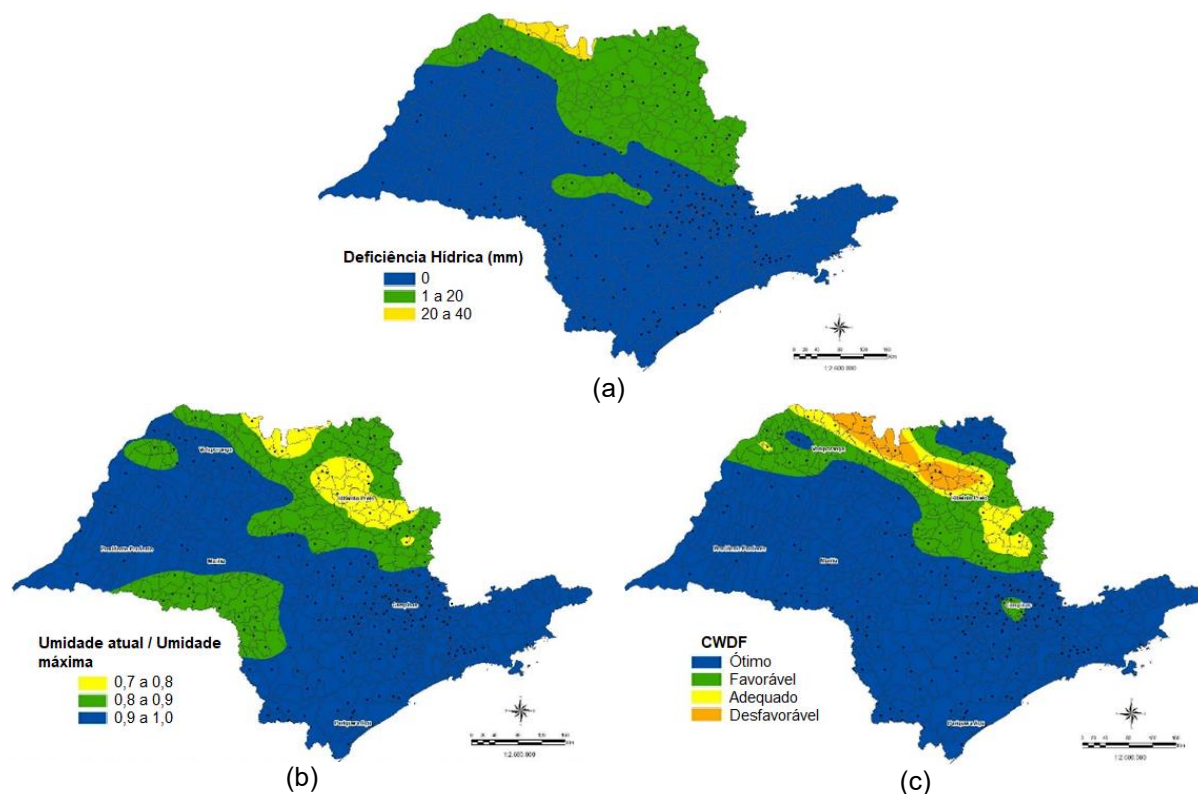


Figura 5 - Distribuição espacial da deficiência hídrica estimada (a); relação umidade atual e umidade máxima (b); e efeito da água disponível no solo sobre o desenvolvimento dos cultivos (c).

A ocorrência de bom volume de chuvas para o mês de setembro, em grande parte do Estado, se torna importante para o preparo adequado de solos, já que a umidade acelera o processo de reação de corretivos aplicados e, além disso, possibilita que os solos anteriormente secos atinjam umidade adequada de preparo. Em termos de preparo, destaca-se a necessidade de operações de subsolagem em solos compactados de texturas média a muito argilosa (especialmente em áreas de reforma de cana-de-açúcar). Para realização da subsolagem (operação usualmente utilizada nesses casos), cada tipo de solo possui uma faixa ideal de umidade para a qual se deve atentar. Subsolagem em solos muito secos ocasiona produção excessiva de grandes torrões, que podem vir a atrapalhar o

plantio. Já em solos com excesso de umidade, a operação tem baixa efetividade na descompactação, podendo ainda ocorrer o "espelhamento" do solo nas laterais do local de passagem das hastes do subsolador.

Durante a etapa de preparo, deve haver atenção às previsões de precipitação, para se evitarem maiores problemas de erosão durante essa fase. Algumas práticas podem ser utilizadas para a redução dos riscos, por exemplo, o preparo em faixas (**Figura 6a**) e o preparo reduzido (cultivo mínimo), onde há baixa mobilização do solo (**Figura 6b**). No caso de áreas de reforma da cana-de-açúcar, com preparo reduzido, grande parte da palha é mantida na superfície, sendo um importante fator conservacionista. Em áreas com menor compactação, uma alternativa é o plantio direto de grãos sobre a palhada da cana-de-açúcar (**Figura 6c**), que possibilita manter o solo coberto durante a estação chuvosa e posteriormente realização de plantio de cana de ano-e-meio.

Para grande parte do Estado, é importante destacar que, nos últimos anos, o atraso das precipitações de maior volume proporcionou um atraso no plantio da safra de verão (plantio feito em novembro), o que, num segundo momento, também impactou os resultados da safrinha. Sendo assim, as chuvas de setembro dão a possibilidade de o plantio ser realizado mais cedo em relação aos últimos anos, podendo-se esperar um maior sucesso na próxima safrinha, salvo eventuais contratempos.

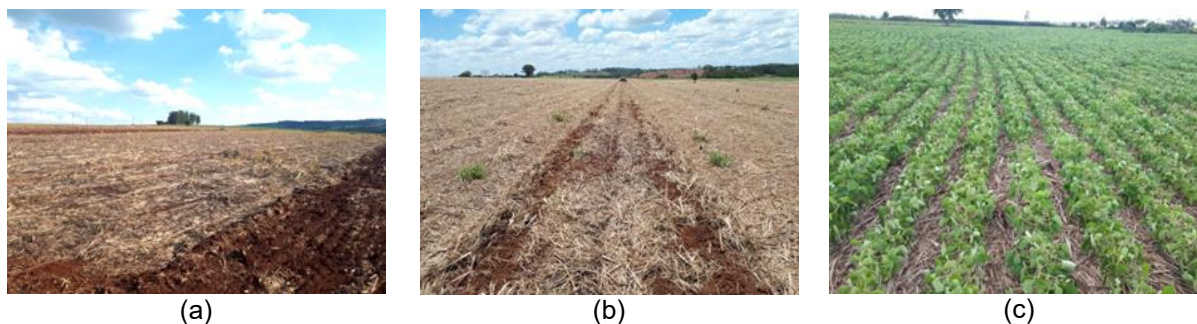


Figura 6 – Práticas conservacionistas em áreas de renovação de cana-de-açúcar: preparo em faixas em área na região de Ribeirão Preto – SP (a), preparo reduzido com subsolador em área na região de Potirendaba – SP (b), e plantio direto de soja em área de renovação de cana-de-açúcar (c) também na região de Potirendaba – SP.

2. Indicação das Condições Hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

2.1. Análise mensal

Os índices SPI e SPEI são referentes à seca e confeccionados baseados em um banco histórico de dados de chuva (30 anos, no mínimo). Estes índices auxiliam no entendimento das quatro definições de seca, que são: 1) seca meteorológica que se refere à precipitação abaixo das normais esperadas; 2) seca hidrológica associada a níveis de rios e reservatórios abaixo do normal; 3) seca agrícola ligada à umidade do solo insuficiente para suprir a demanda das plantas; e 4) seca econômica diretamente envolvida quando o déficit de água induz à falta de bens ou serviços – como energia elétrica, alimentos e outros, devido ao volume inadequado –, à má distribuição das chuvas, ao aumento no consumo, ou ainda ao mau gerenciamento dos recursos hídricos, impactando a gestão pelos usos múltiplos da água.

A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade – em escala temporal de 30 dias, trimestral e de nove meses – são apresentadas nas **Figuras 7a a 7f**, conforme a indicação do SPI e SPEI.

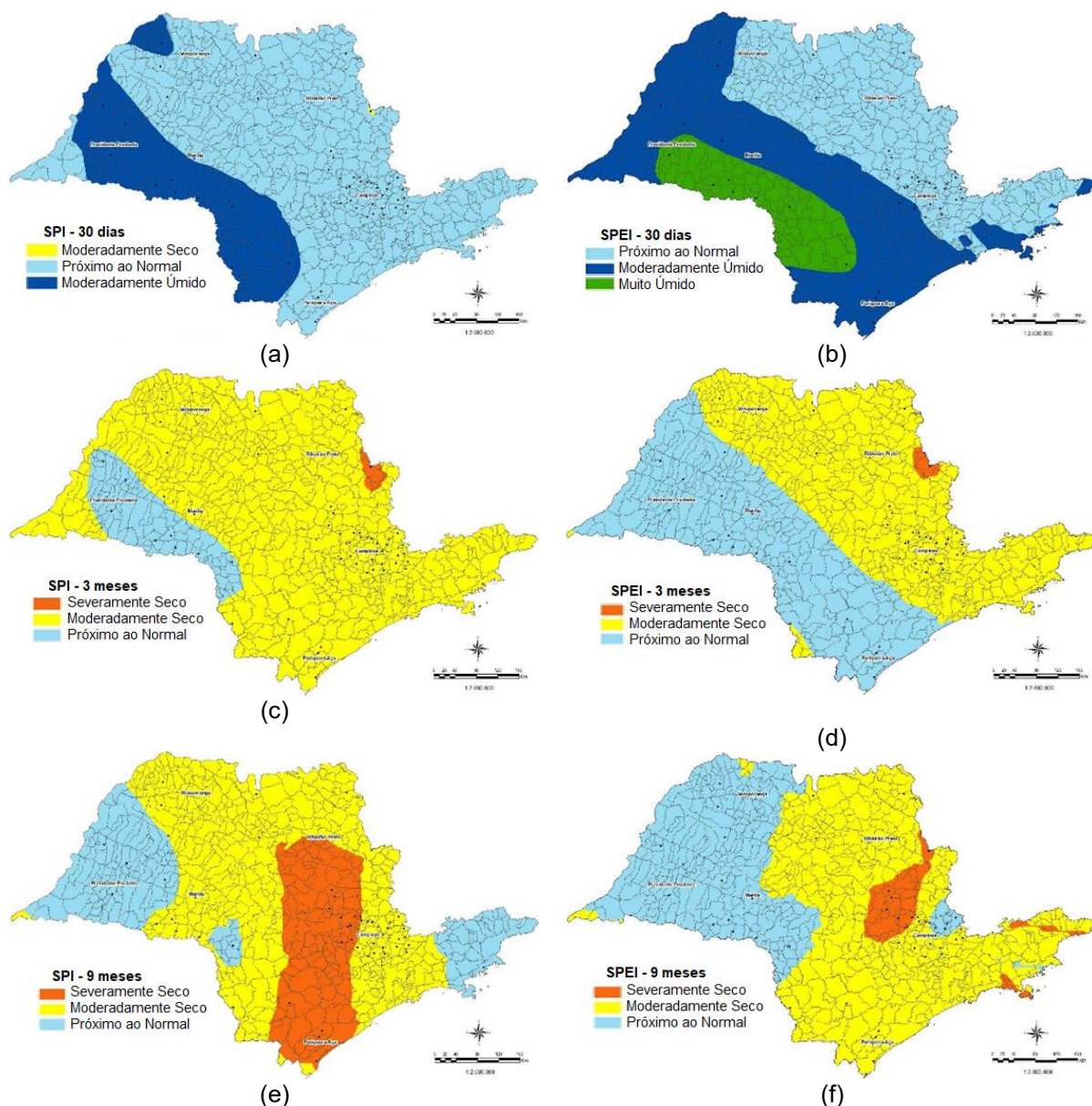


Figura 7 - Variação espacial do SPI e do SPEI, ambos referentes ao mês de setembro de 2022, em escala mensal (a, b), em escala trimestral (c, d) e em escala de nove meses (e, f).

Estes dois índices, recomendados oficialmente pela Organização Meteorológica Mundial, são base para estudos de secas extremas em cenários de mudanças climáticas, fundamentais para o enfrentamento e mitigação dos impactos decorrentes.

As médias históricas mostram que as chuvas de setembro indicam valores para estes índices próximos ao normal. Levando-se em consideração a escala de três meses, conforme **Figuras 7c** e **7d**, a disponibilidade hídrica começa a mudar, com a condição de severamente seco aparecendo em pequena porção de São Paulo. Levando-se em consideração a escala de nove meses, o regime de chuvas do início do ano – associadas com as de setembro – proporciona leve melhora dos índices de seca em São Paulo, com áreas classificadas como “próximas ao normal”, como parte da região oeste, e diminuição das áreas em valores como “severamente seco”.

2.2. Escala anual e bienal

Os índices de seca, quando utilizados em escalas temporais superiores, como 12 e 24 meses, são de grande importância para a avaliação do risco climático de seca e da vulnerabilidade à crise hídrica, servindo, portanto, de elementos de planejamento. As

características de estresse hídrico pelo SPEI mostram regiões mais intensificadas sobre condições de severidade de seca no oeste paulista, levando-se em consideração a faixa temporal de um ano, e desconsiderando-se a evapotranspiração, mancha concentrada na porção centro-sul (**Figuras 8a e 8b**).

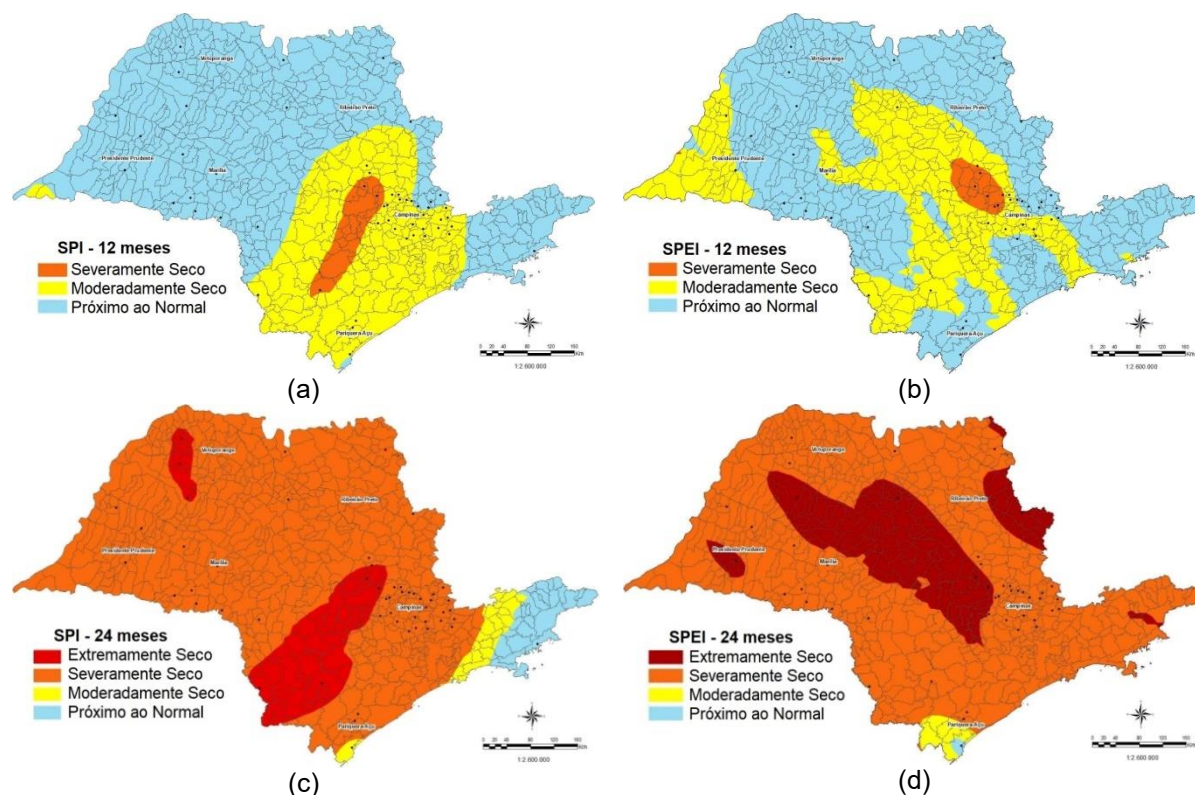


Figura 8 - Variação espacial do SPI (a), e SPEI (b), em escala anual, e do SPI (c), e SPEI (d), em escala bianual, todos referentes ao mês de setembro de 2022.

O SPEI incorpora também a evapotranspiração, contabilizando a água que se torna disponível realmente ao sistema agrícola, pois considera a precipitação, menos o que é retirado do sistema pela evapotranspiração. Importante destacar que os mapas levam em consideração a base histórica de dados; e a análise em escala bianual (**Figuras 8c e 8d**) apresenta a permanência das condições de crise hídrica que vêm sendo apontadas nos últimos boletins, tornando-se preocupante esta análise quando combinada com os indicativos de permanência do fenômeno La Niña.

Técnicas e tecnologias de manutenção da água nos espaços rurais devem ser valorizadas, visto que as áreas classificadas como “extremamente seco” tornando-se mais presentes na escala bianual, mostram que as condições de seca se mantêm, reforçando a necessidade de que o produtor rural esteja adaptado a esta condição de reduzida disponibilidade hídrica.

3. Conclusões

Mês de precipitação acima da média histórica, com elevado número de dias com chuva e acumulados diários de até 80 mm. A deficiência hídrica foi quase nula e apresentou boas condições para desenvolvimento das culturas agrícolas. Alta variabilidade térmica ocorreu no mês, com características típicas de frio de inverno. Indica o início do período de práticas de preparo do solo, observando-se as melhores condições de umidade de acordo com a operação a ser adotada. As condições de seca em curto prazo melhoraram, porém, em longo prazo, os indicativos dos últimos boletins perduram, ganhando força com as previsões de permanência do fenômeno La Niña até o início de 2023.