

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

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

Resumo – Fevereiro foi mês com grande variabilidade temporal e espacial de precipitação pluvial. Embora o início do mês até sua metade ocorreu chuvas abundantes na maioria dos locais analisados, apresentando o total mensal acima da média, a redução na precipitação após esta data induziu em grande parte do Estado, Anomalias negativas. Embora com relativo altos períodos de precipitação, a seca meteorológica e hidrológica no Estado ainda persiste como o SPI e SPEI indicam.

ANALYSIS OF THE HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE MONTH OF FEBRUARY 2022 IN THE STATE OF SÃO PAULO/BRAZIL

Abstract – February was a month with great temporal and spatial variability of rainfall. Although the beginning of the month until the middle of the month there were abundant rains in most of the analyzed places, presenting the monthly total above the average, the reduction in precipitation after this date induced negative anomalies in a large part of the State. Although with relatively high periods of precipitation, the meteorological and hydrological drought in the state persist as the SPI and SPEI indicate.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN EL MES DE FEBRERO DE 2022 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO/BRAZIL

Resumen – Febrero fue un mes con gran variabilidad temporal y espacial de precipitaciones. Si bien desde inicios de mes hasta mediados de mes hubo abundantes lluvias en la mayoría de los lugares analizados, presentando el total mensual por encima del promedio, la reducción de las precipitaciones a partir de esta fecha indujo anomalías negativas en gran parte del Estado. Aunque con periodos de precipitación relativamente altos, la sequía meteorológica e hidrológica en el estado aún persiste como lo indican el SPI y el SPEI.

1. Agrometeorologia

O total da precipitação no mês de fevereiro é apresentado na **Figura 1a**, verificando-se valores acima de 160 mm em várias localidades. Contudo, ressalta-se a redução nesse índice nos últimos dias de fevereiro como a **Figura 1c** apresenta.

O mês de fevereiro como caracterizado climaticamente, apresentou altos valores de precipitação com distribuição espacial e temporal não homogênea (**Figura 1a**) com áreas de baixo valor inferiores a 40 mm e outras regiões com total acima de 160mm. Com relação à intensidade máxima, apresentou locais com valores máximos acima de 100mm podendo ter ocasionado problemas de erosão do solo e inundação. A temperatura média do ar variou entre 20 °C a 28 °C colaborando com o desenvolvimento das culturas agrícolas (**Figura 1b**) tendo leve aumento das temperaturas médias no período de 26 a 28, ainda adequadas, porém, com aumento significativo na região oeste, com temperaturas entre 28 e 30 °C (**Figura 1d**).

A continuidade da diminuição da intensidade do fenômeno *La Niña* pôde ser verificada nos últimos dias de fevereiro, com diminuição da precipitação e aumento da temperatura, o que poderá antever os fenômenos de estiagens à partir do início do outono.

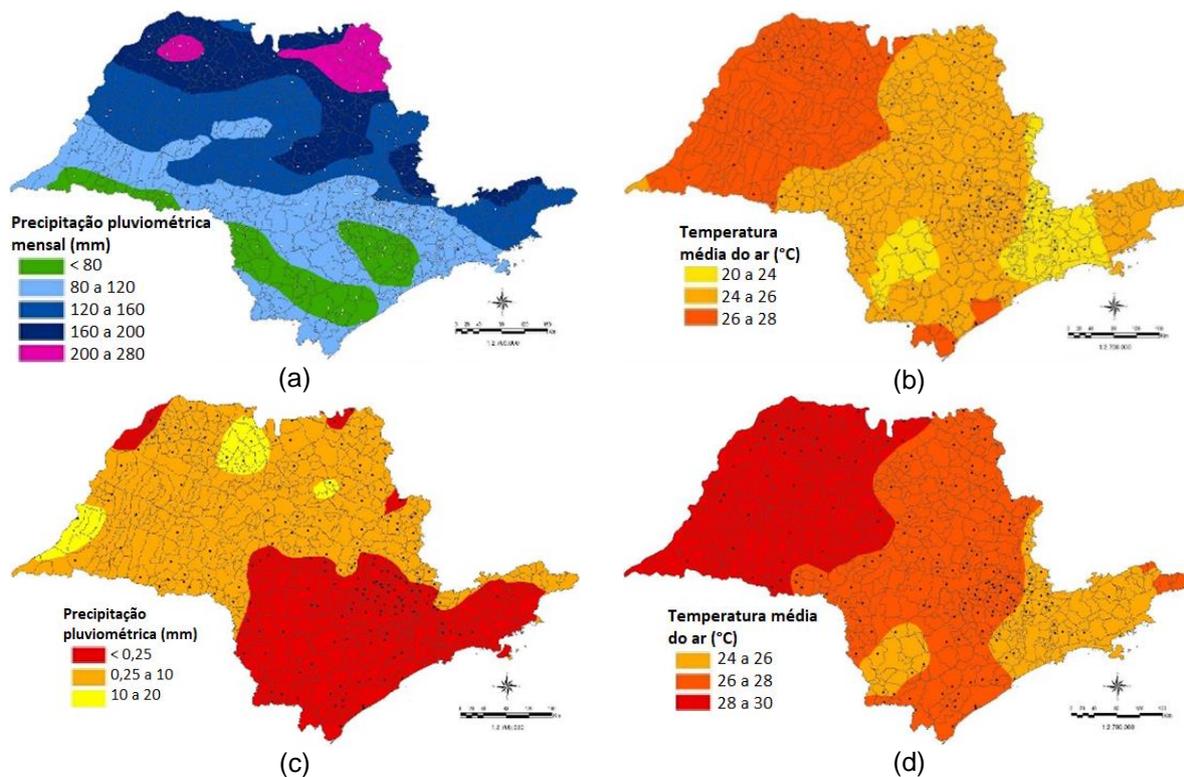


Figura 1 - Distribuição do (a) total da precipitação pluviométrica, e (b) temperatura média do ar no mês de fevereiro de 2022 no Estado de São Paulo, e (c) precipitação pluviométrica e (d) temperatura média do ar, ambas no período de 26 a 28 de fevereiro.

Do ponto de vista de intensidade diária de precipitação e efeitos agrícolas, os altos índices pluviométricos diários não foram muito elevados, conforme pode-se observar na **Figura 2a**. Considerando-se o total de fevereiro desse ano, em comparação à média histórica, destaca-se a alta anomalia negativa em grande parte do Estado (**Figura 2b**), o que, associadas com a diminuição da amplitude térmica (diferença entre máximas e mínimas), podem ter impactado períodos importantes do desenvolvimento de algumas culturas.

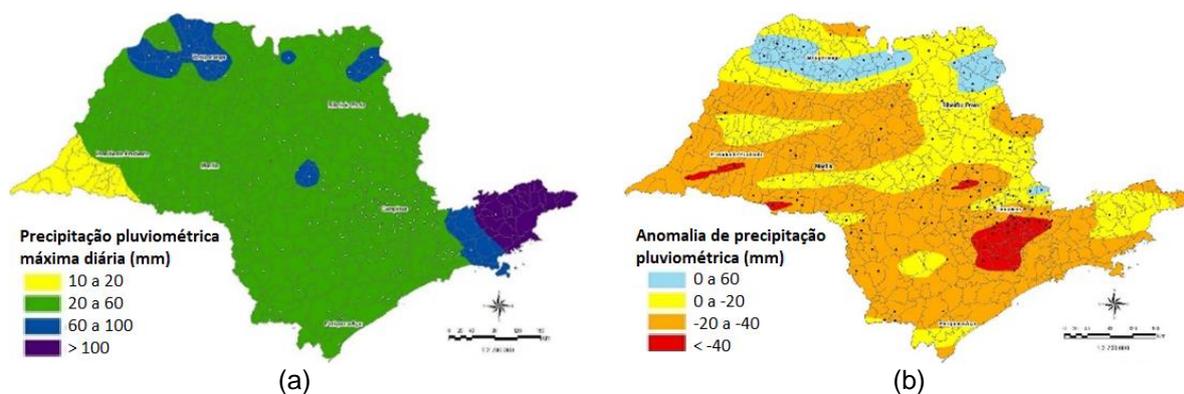


Figura 2 - Distribuição da (a) precipitação máxima diária, e (b) anomalia mensal, ambos referentes ao mês de fevereiro de 2022 no Estado de São Paulo.

Contudo, algumas regiões, junto ao Médio Paranapanema, Vale do Ribeira, São José dos Dourados e Turvo Grande e Alto Paranapanema, apresentaram valores negativos, o que pode ser explicado por duas razões principais, variabilidade espacial da precipitação,

ou mesmo pluviômetros da rede entupidos, ressaltando a necessidade de recursos para manutenção da rede, a qual necessita de constante acompanhamento e ajustes.

Uma sugestão para melhor atender à demanda da defesa civil do Estado, assim como os órgãos municipais, seria o acompanhamento de períodos críticos, do total *on-line* da precipitação em base horária ou mesmo a cada 20 minutos, os quais podem ser acessados pelos Programas da SAA como REDEDATACLIMA e CIIAGRO.

No aspecto hídrico e de suporte ao desenvolvimento das culturas, a deficiência hídrica estimada do solo apresentou, na maioria das localidades analisadas, valores abaixo de 10mm (**Figura3a**). Contudo, algumas regiões apresentaram altos índices (acima de 20mm) que podem ter afetado culturas como milho safrinha, soja e colheita de amendoim. Esta situação foi relativamente recuperada no início de março conforme **Figura3b** referente ao final de fevereiro, mas sem, contudo, indicar valores adequados de reserva hídrica no solo.

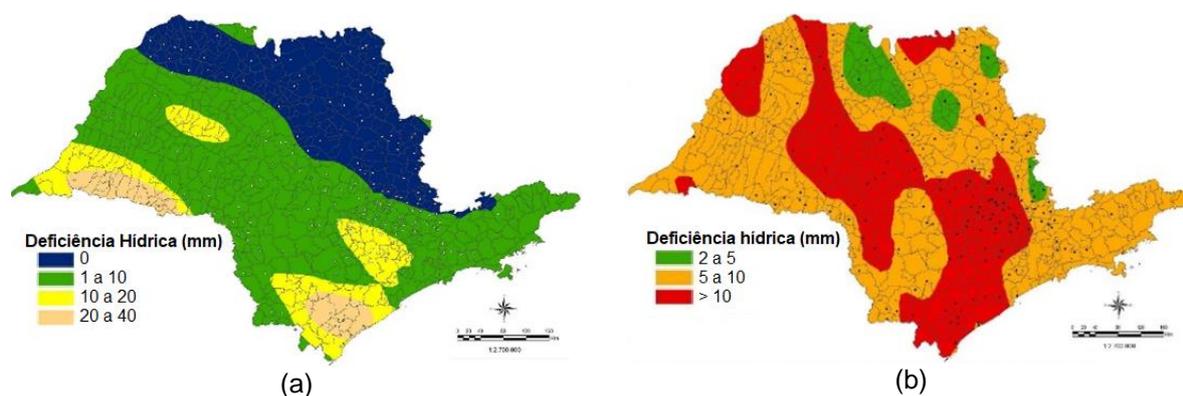


Figura 3 - Distribuição espacial da (a) estimada para o mês de fevereiro inteiro, e (b) deficiência hídrica estimada no período de 26 a 28 de fevereiro.

O Estado de São Paulo configura-se entre os quatro com maior número de aeronaves para aplicação de agrotóxicos. A velocidade máxima dos ventos é fator fundamental nesse tipo de prática, o qual pode ocasionar a deriva, que é o deslocamento da calda do produto para fora do alvo desejado, sendo uma das principais causas da contaminação do meio ambiente e da intoxicação de populações. Fevereiro é mês com expressivo volume de aplicação, e conforme mapa da **Figura 4**, as regiões com ocorrência de ventos fortes devem ter o correto planejamento de aplicação e/ou uso de tecnologias de aplicação localizada.

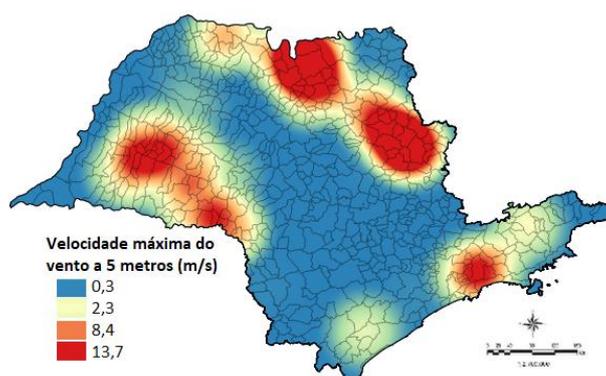


Figura 4 - Distribuição espacial da velocidade máxima do vento para o mês de fevereiro

2. Indicação das Condições Hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

2.1. 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). Este índice baseia-se principalmente em séries históricas de precipitação, sendo seus coeficientes ajustados por meio da distribuição Gama.

A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade em escala temporal de 30 dias, ou seja, indicando o mês de fevereiro é apresentado nas **Figura 5a** e **Figura 5b**. Valores superiores às médias históricas não são predominantes, apresentando restrições às condições de atendimento hídrico às culturas. Isto sendo melhor evidenciado pelo SPEI (**Figura 5b**), que agrega a evapotranspiração, que representa a demanda das culturas. As características diferenciais de precipitação e atendimento hídrico são mais bem apresentadas em escala de 3 meses, conforme **Figuras 5c** e **5d**. Embora janeiro a fevereiro são meses de alta precipitação, o acumulado neste índice ainda indica grande parte do Estado com baixo atendimento hídrico às culturas.

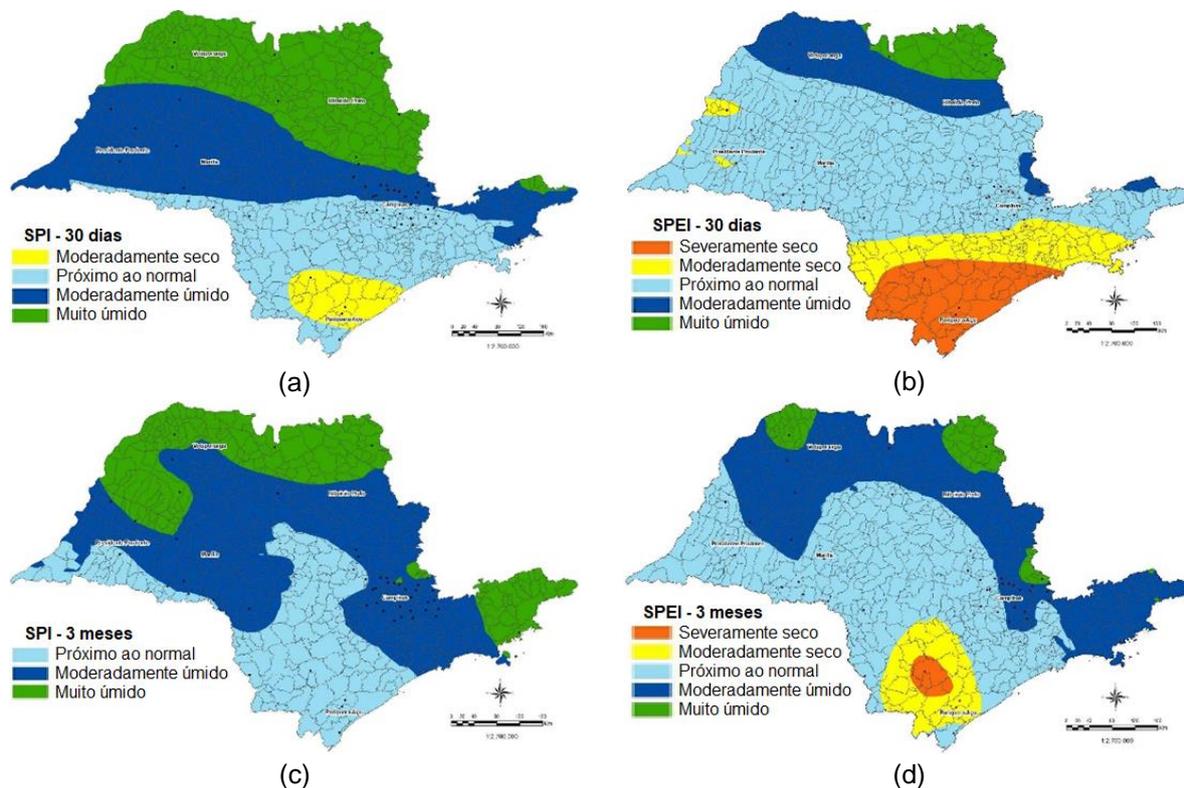


Figura 5 – Variação espacial do SPI, e do SPEI, ambos referentes ao mês de fevereiro de 2022 em escala mensal (a, b) e em escala trimestral (c, d).

2.2. Escala anual e bienal

Os meses de dezembro a fevereiro são caracterizados como meses úmidos, onde somente com um alto volume de precipitação pode indicar condições climáticas úmidas, mas que não refletem necessariamente o estado atual de reserva hídrica em reservatórios e mesmo necessidade de suprimento humano, animal e irrigação de culturas, sem considerar-se ainda a necessidade de geração de energia. O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI), quando utilizados em

escalas temporais maiores, 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 acompanham padrões semelhantes ao SPI (**Figuras 6a e 6b**). O SPEI incorpora também a evapotranspiração, o que de certo modo contabiliza a água que se torna disponível realmente ao sistema agrícola, pois considera a precipitação, menos o que é retirado do sistema pela evapotranspiração. A análise em escala bienal (**Figuras 6d e 6c**) apresenta a permanência das condições de crise hídrica, mesmo com os índices de chuva verificados.

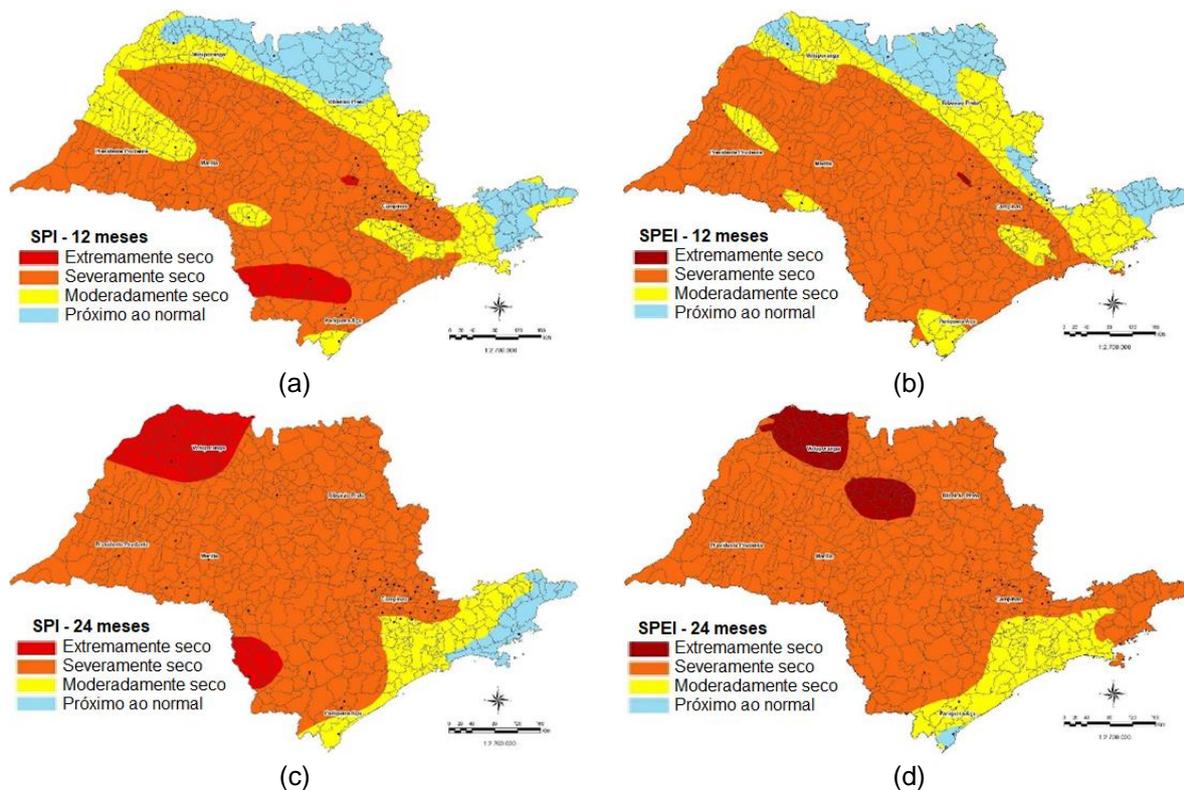


Figura 6 – Variação espacial do (a) SPI, e (b) SPEI, em escala anual, e do (c) SPI, e (d) SPEI, em escala bienal, todos referentes ao mês de fevereiro de 2022.

3. Indicação das Condições Agrícolas

Conforme trabalho de Rolim (2003) e Brunini et al. (2003) com base no programa INFOSECA, foi estimada uma relação entre água disponível no solo e o desenvolvimento das culturas, baseando-se nas relações de Evapotranspiração Real (ETR), Água no solo, e Evapotranspiração Potencial (ETP), podendo-se estimar se as culturas estão sendo adequadamente supridas pela água do solo e atendendo à demanda climática, apresentado como crítico os últimos 3 dias de fevereiro (**Figura 7a**). Estas restrições são também apresentadas pela água disponível no solo (**Figuras 7b**), destacando-se que ao final de fevereiro, encontravam-se condições desfavoráveis às culturas, com alta restrição de umidade, conforme estimativa da umidade média do solo (**Figura 7c**).

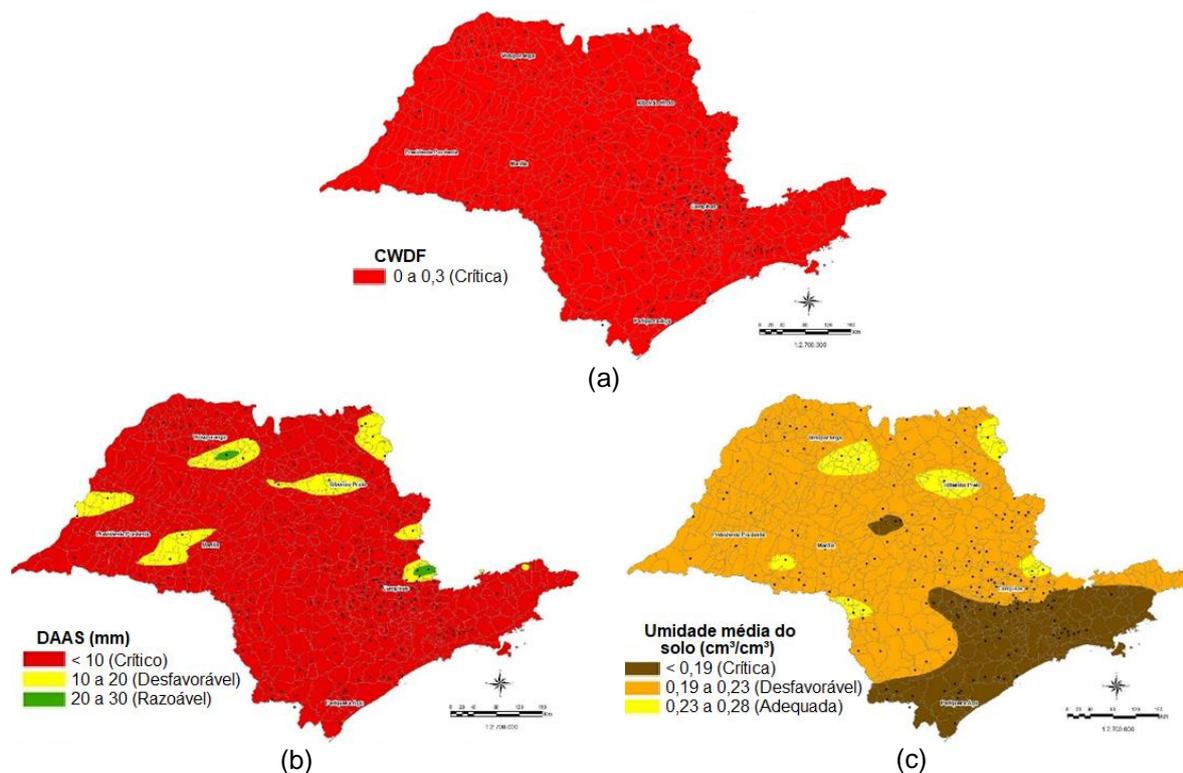


Figura 7 – Distribuição espacial de (a) Fator de umidade do solo e desenvolvimento vegetal (CWDF), (b) estimativa da água disponível no solo (DAAS), e (c) estimativa da umidade média do solo, todos referentes a zona de desenvolvimento radicular até 40 cm e aos últimos 3 dias de fevereiro.

A relação entre água disponível no solo e condições para desenvolvimento das culturas na última semana de fevereiro demonstram condições inadequadas a críticas em todo o Estado devido à redução da precipitação. O parâmetro apresentado na **Figura 7a** indica o agravamento da situação que afeta milho safrinha, soja, e colheita de amendoim. Fato este corroborado com a estimativa da umidade média do solo até à profundidade de 40 cm, onde observa-se (**Figura 7c**) que a umidade estimada do solo se apresenta próxima ao limite crítico inferior para todo o Estado.

4. A compreensão do balanço hídrico

Normalmente o balanço hídrico como introduzido em 1948, e com as diversas alterações e ajustes ao longo do tempo, permite estimar as condições hídricas com excedente hídrico, deficiência hídrica e evapotranspiração real das culturas. Um fato que se deve estar sempre atento, é sobre o período de análise, intervalo de tempo no qual o mesmo está sendo executado, e as características de solo (retenção hídrica) e profundidade de raízes.

Ao ser analisado em escala normal (exemplo na **Figura 1a**), um período de alta pluviosidade, pode trazer conclusões errôneas, pois pode indicar baixa deficiência, mas para um período curto (**Figura 1c**), as culturas já apresentam restrição hídrica. Assim, embora o cálculo mensal permita indicar as condições hídricas para as culturas, em escala de tempo menor, a qualificação do regime hídrico, como a deficiência hídrica é melhor entendida. Não se deve confundir com análise diária do balanço hídrico, sendo o melhor intervalo entre 5 e 10 dias para culturas anuais. Estas considerações são melhor entendidas pelo balanço hídrico decendial de algumas localidades no Estado entre 1º de janeiro a 11 de março (**Figura 8**). Os balanços hídricos demonstram que entre janeiro à quase metade do mês de fevereiro ocorreram altos valores de precipitação induzindo à baixa deficiência

ou mesmo excedente hídrico. Porém para todas as localidades indicadas, a partir da segunda quinzena de fevereiro a redução da precipitação induziu a altos valores de deficiência hídrica, corroborando com os resultados das **Figuras 7**. Ressalta-se que a ocorrência de precipitação em vários locais nos últimos dias pode ter alterado a situação hídrica.

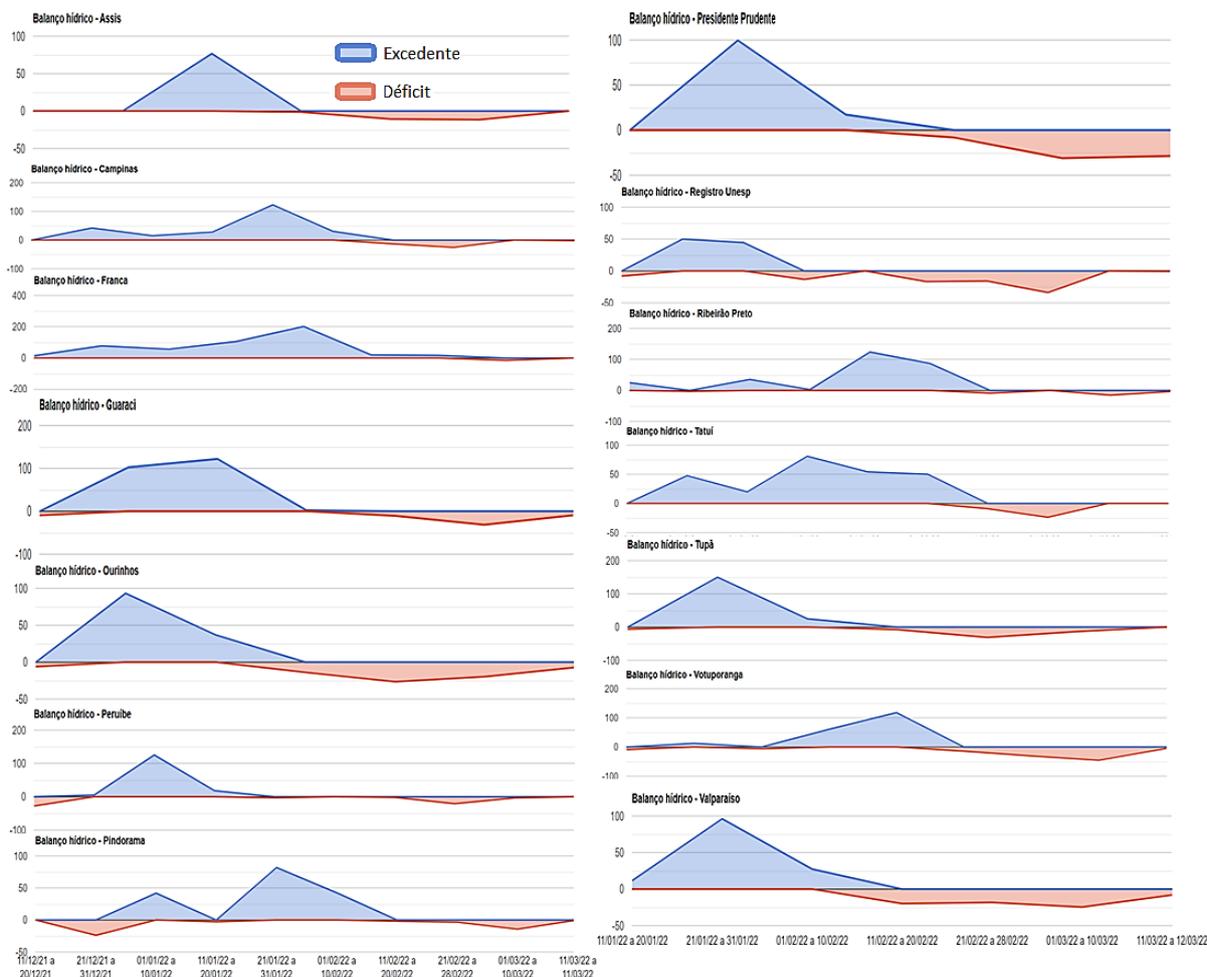


Figura 8 - Análise temporal do balanço hídrico em escala decenal para diversas localidades do Estado de São Paulo, no período 1 de janeiro a 11 de março de 2022.

5. Conclusões

O mês de fevereiro de 2022 apresentou ocorrência de uma alta variabilidade precipitação em todo Estado. De certo modo, São Paulo foi favorecido nas primeiras semanas do mês por esta precipitação. A redução nesse índice a partir da segunda quinzena, indica que as condições de efeito de diminuição das reservas hídricas ainda continuam, e deve-se continuar os esforços para reduzir a crise hídrica.

Os efeitos combinados de precipitação e temperatura, associados com a intensidade de ventos devem ser monitorados de forma constante no planejamento de voos, tanto de aeronaves como de aeronaves remotamente pilotadas, com vistas à redução dos efeitos negativos da deriva. O mês de fevereiro mostra que os efeitos do fenômeno *La Niña* continuam a perder força, porém ainda com influência, que provavelmente persistirá durante o mês de março, com diminuição da chuva média e possíveis pancadas de chuva isoladas ao final do dia, e diminuição da temperatura, com possíveis sensações de frio durante a madrugada.