



# **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Maio/2021**

**REALIZAÇÃO**

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA – FUNDAG  
COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – CDRS/CATI  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA  
INSTITUTO AGRÔNOMICO – IAC

# ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO MÊS DE MAIO DE 2021 NO ESTADO DE SÃO PAULO

Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (Fundag); Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO)  
(Parceria – SAA/CDRS – APTA/IAC)

---

Orivaldo Brunini (Fundag); Antoniane Arantes de O. Roque (CDRS/SAA); Paulo H. Interlicchia (CDRS/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).

**Resumo** – As características de precipitação e sua variabilidade durante o mês de maio foi avaliada 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 como o SPI e SPEI. Estas análises mostraram que maio foi mês com valores de precipitação acumulados abaixo da média histórica em quase a totalidade do Estado, como demonstra a anomalia em função das médias históricas. Tais análises indicam que no Estado, as restrições hídricas ainda persistem.

## ANALYSIS OF HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE MONTH OF MAY 2021 IN THE STATE OF SÃO PAULO

**Abstract** - The characteristics of precipitation and its variability during the month of May were evaluated in the State of São Paulo, based on the total precipitation recorded in the period, its anomaly as a function of historical averages, as well as the current analysis of the meteorological drought indices as SPI and SPEI. These analyzes showed that May was a month with rainfall values accumulated below the historical average in almost the entire state, as shown by the anomaly in comparison to historical averages. Such analyzes indicate, that in the state, water restrictions persist.

## ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN EL MES DE MAYO DE 2021 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

**Resumen** - Las características de la precipitación y su variabilidad durante el mes de mayo fueron evaluadas en el Estado de São Paulo, con base en la precipitación total registrada en el período, su anomalía en función de los promedios históricos, así como el análisis actual de los índices meteorológicos de sequía como SPI y SPEI. Estos análisis mostraron que mayo fue un mes con valores de precipitación acumulados por debajo del promedio histórico en casi todo el estado, como lo muestra la anomalía debido a los promedios históricos. Dichos análisis indican que en el estado aún persisten las restricciones de agua.

### 1. Introdução

---

O estudo, acompanhamento, e gestão climatológico permitem aos tomadores de decisão, nos diferentes níveis do território, o planejamento de curto, médio e longo prazo, preparando-se para possíveis cenários de restrição hídrica.

Produção e produtividade das diferentes cadeias do agro paulista, têm na climatologia a base para prognósticos e tomada de decisão.

A restrição hídrica que vêm sendo destacada pelos últimos boletins se mantém, havendo urgência quanto a instalação de mecanismos de mitigação e adaptação.

Este boletim apresenta as características de precipitação no Estado de São Paulo no mês de maio de 2021, suas anomalias e características de seca meteorológica e possíveis efeitos atuais e tendências futuras.

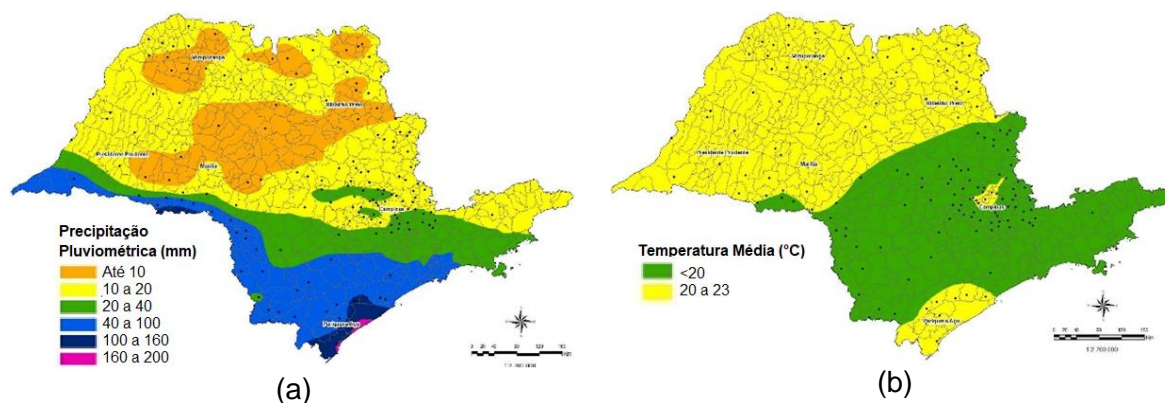
### 2. Climatologia do mês de maio de 2021 no Estado

---

As características hídricas puderam ser desenvolvidas com o banco de dados existente na rede meteorológica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, coordenada

pelo CIIAGRO, conforme termo de parecer assinado entre o IAC e a FUNDAG. Esta rede é estabelecida com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), e conta com a colaboração da CDRS e da FUNDAG. Foram feitas análises considerando-se os elementos meteorológicos como temperatura e precipitação pluviométrica.

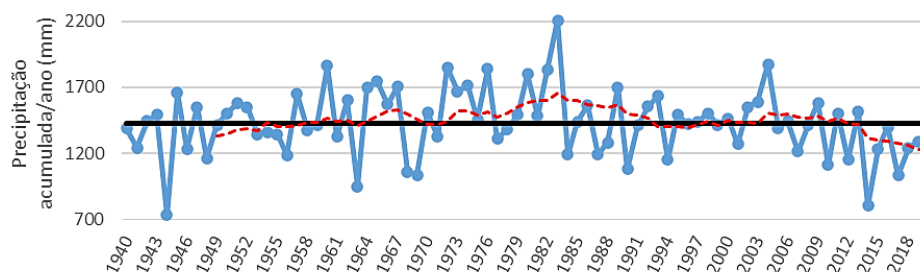
A **Figura 1** apresentam os valores médios do total de precipitação acumulada e a temperatura média do ar no Estado no mês de maio. Observa-se que maio apresentou alta variabilidade no índice pluviométrico, com regiões apresentando valores inferiores a 20 mm, ou mesmo nulos, destacando-se a quase totalidade do Planalto e na faixa do Sistema Cantareira, tendo havido alívio na região do Médio Paranapanema. A temperatura média do ar na parte oeste do Estado, parte do Planalto. E segmento do Vale do Ribeira variou entre 20 e 23°C, e demais regiões inferiores a 20 °C, anunciando o início do inverno para o próximo mês.



**Figura 1** – Variação espacial da (a) precipitação pluviométrica e (b) temperatura média do ar, ambos referentes ao mês de maio de 2021.

Importante destacar que o histórico que a rede possui, permite-se para algumas localidades, a análise de um longo período de tempo, como apresentado nas **Figuras 2 e 3**, para a estações meteorológicas representativas de Ribeirão Preto e Vargem, podendo-se obter a média da precipitação ao longo de todo o período analisado e levando-se em consideração extensos intervalos de tempo.

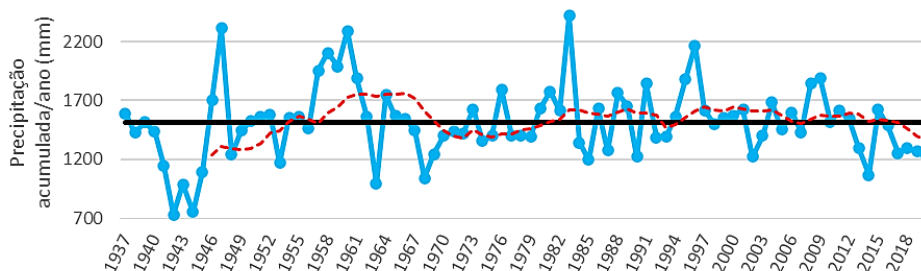
Destaca-se para a localidade de Ribeirão Preto a precipitação anual de 1.430,5 mm, levando-se em consideração o período de 80 anos, e ainda a redução da variabilidade à partir do ano de 2000, com leve tendência nos últimos anos para um acumulado abaixo da média histórica, fato que se repete em outras localidades do Estado. A linha de tendência apresentada, de média móvel levando-se em consideração um período de 10 anos, salienta a tendência negativa à partir do ano de 2012.



**Figura 2** – Precipitação acumulada anual para a localidade de Ribeirão Preto, média anual (linha preta), e linha de tendência (linha vermelha tracejada), para o período de 1940 a 2020.

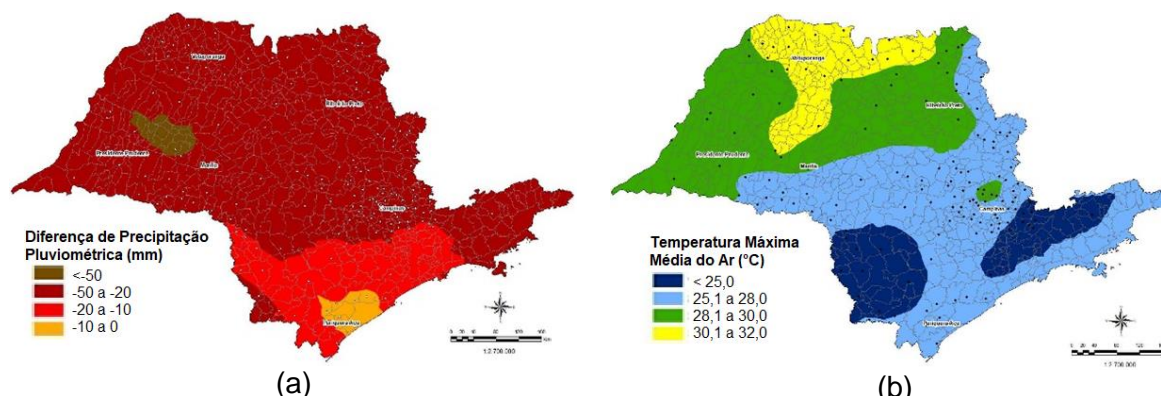
A localidade de Vargem, região de Bragança Paulista e Sistema Cantareira, de média de precipitação anual de 1.513,8 mm, para o período de 83 anos, possui menor variabilidade

em torno da média, porém os acumulados dos últimos anos mostram a mesma tendência salientada no caso anterior, com destaque à partir do ano de 2015.



**Figura 3** – Precipitação acumulada anual para a localidade de Vargem, média anual (linha preta), e linha de tendência (linha vermelha tracejada), para o período de 1937 a 2020.

Ao se analisar a anomalia de precipitação, e os valores de temperatura máxima média (**Figura 4**) há uma clara verificação de que todo o Estado possui anomalias negativas, ou seja, o total registrado no mês foi inferior à média histórica, em todas as regiões, chegando a valores de menos 50 mm (déficit em relação a média). Os valores de temperatura máxima média foram superiores a 30°C na região noroeste e nas demais regiões entre 25 e 30°C, com manchas na região sul e serra da Mantiqueira adentrando a região metropolitana de São Paulo, com valores inferiores a 25°C.



**Figura 4** – Variação espacial da (a) anomalia da precipitação pluviométrica e (b) temperatura média máxima do ar, ambos referentes ao mês de maio de 2021.

### 3. Indicação das Condições Hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

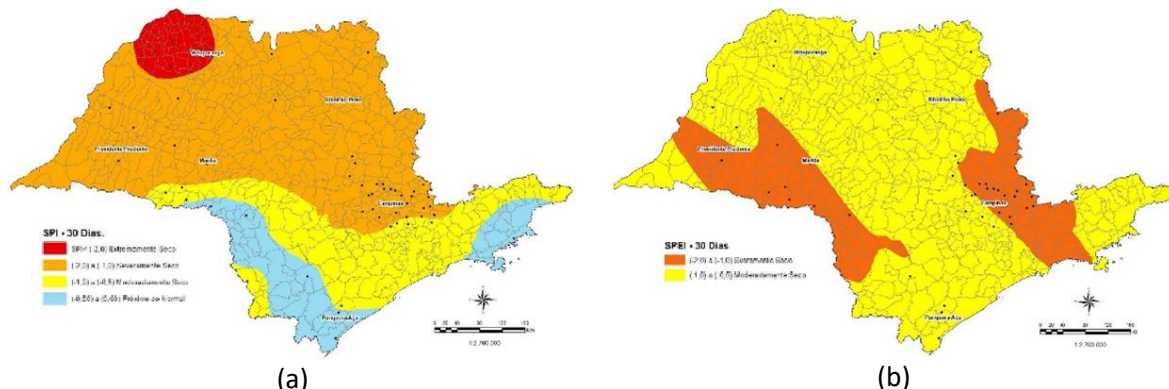
#### 3.1. Análise mensal

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). 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 maio é indicada na **Figura 5**. Valores inferiores às médias históricas são predominantes no Estado, destacando-se a região do sistema Cantareira, assim como a do Alto Paranapanema, sendo mais proeminente com o uso do SPEI. Isto determina um maior uso de irrigação de culturas da época, tais como feijão e olerícolas.

Antes de avaliar os valores dos índices como o SPI e SPEI (em especial o SPI), devemos considerar que estes índices representam estatisticamente o valor observado da precipitação e seu desvio em comparação com a mediana histórica de determinada escala de tempo. Para períodos pouco chuvosos, uma localidade pode apresentar valores para essa medida estatística igual ou próximo a 0. Assim, mesmo pequenos totais registrados (10 ou

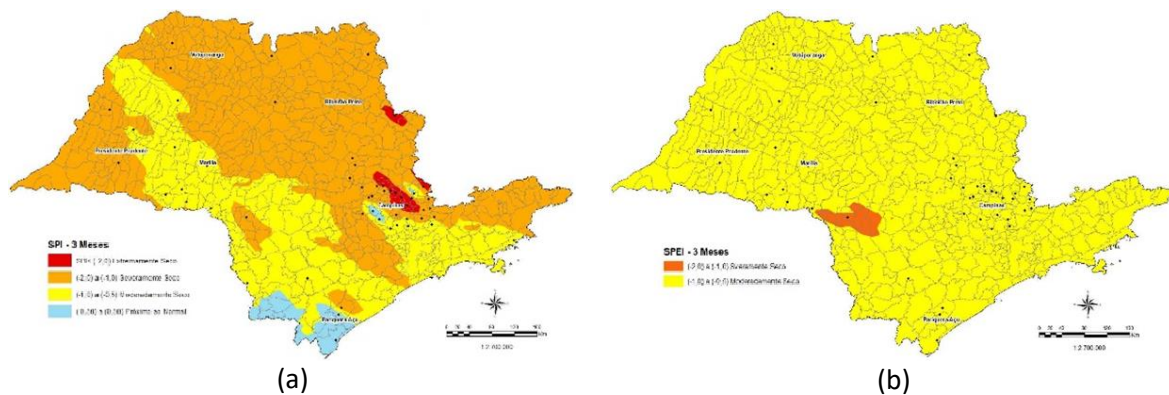
15 mm, por exemplo) podem levar o índice a indicar erroneamente uma condição úmida. Mas, isso não reflete a realidade meteorológica ou mesmo agroclimática, pois as condições de crise hídrica que por acaso estejamos vivenciando permanecerão.



**Figura 5** – Variação espacial do (a) SPI, e do (b) SPEI, ambos referentes ao mês de maio de 2021 em escala mensal.

### 3.2. Análise trimestral

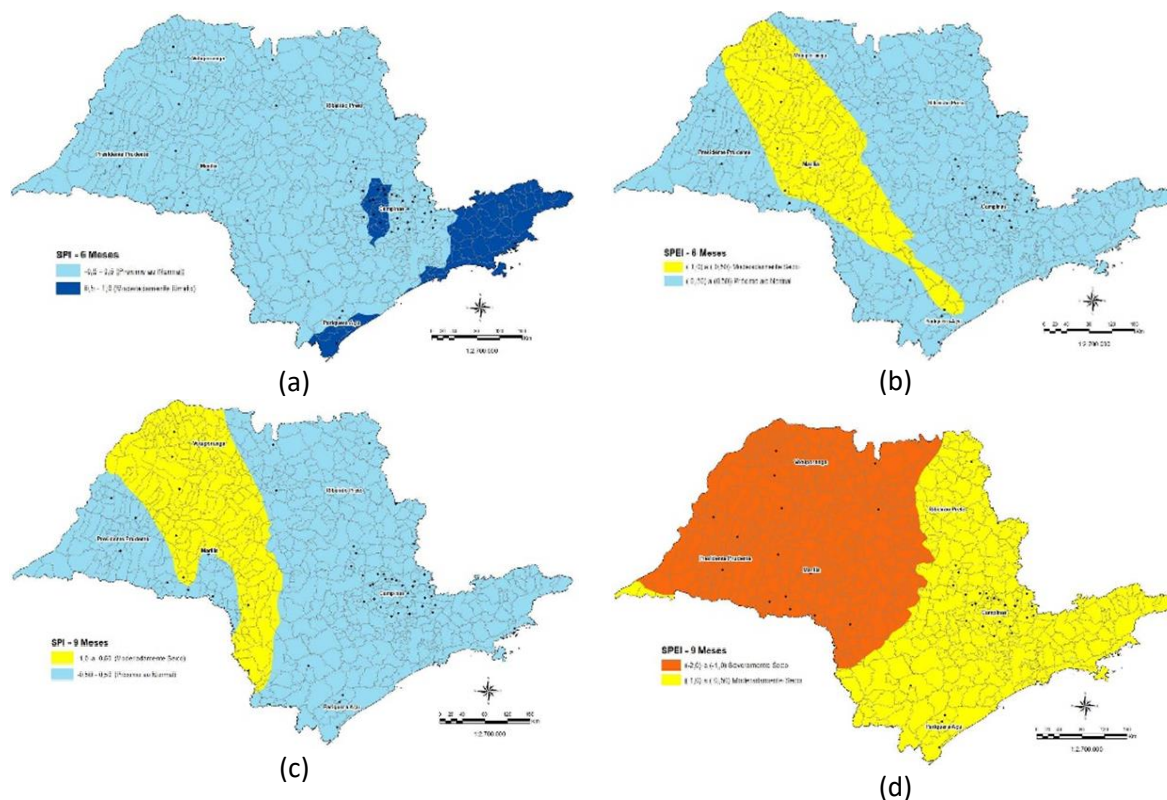
A distribuição em escala de 3 meses, que refletem além das condições meteorológicas em curto espaço de tempo, mas também possíveis efeitos em culturas agrícolas de ciclo reduzidos como batata, feijoeiro, hortaliças e culturas como milho safrinha (segunda safra), tomate e outras como beringela, feijoeiro das secas. Com a ocorrência das precipitações de fevereiro a maio, estes índices na escala trimestral foram positivos (**Figura 6**), apresentando condições dentro da normalidade quando considerada a demanda evaporativa tanto pelo SPI, como o SPEI.



**Figura 6** – Variação espacial do (a) SPI, e do (b) SPEI, ambos referentes ao mês de maio em escala trimestral.

### 3.3. Escalas Temporais de 6 e 9 meses

As características hídricas em escala semestral e de nove meses (**Figura 7**) ressaltam o estresse hídrico para culturas semiperenes e perenes (cana-de-açúcar, citros, cafeeiro, entre outras) cujo período de plantio ou florescimento, e formação inicial de frutos, depende essencialmente do regime de chuvas. A condição semestral apresenta-se próximo a normalidade em parte do estado, refletindo as condições acumuladas, porém ao incluir a demanda evaporativa (ETP) com o SPEI, observa-se uma continuidade das restrições hídricas, mantendo-se as condições de seca quando considerado o período de nove meses.



**Figura 7** – Variação espacial do (a) SPI, e (b) SPEI, em escala semestral, e do (c) SPI, e (d) SPEI, em escala de 9 meses, todos referentes ao mês de maio.

### 3.4. Escala anual e bienal

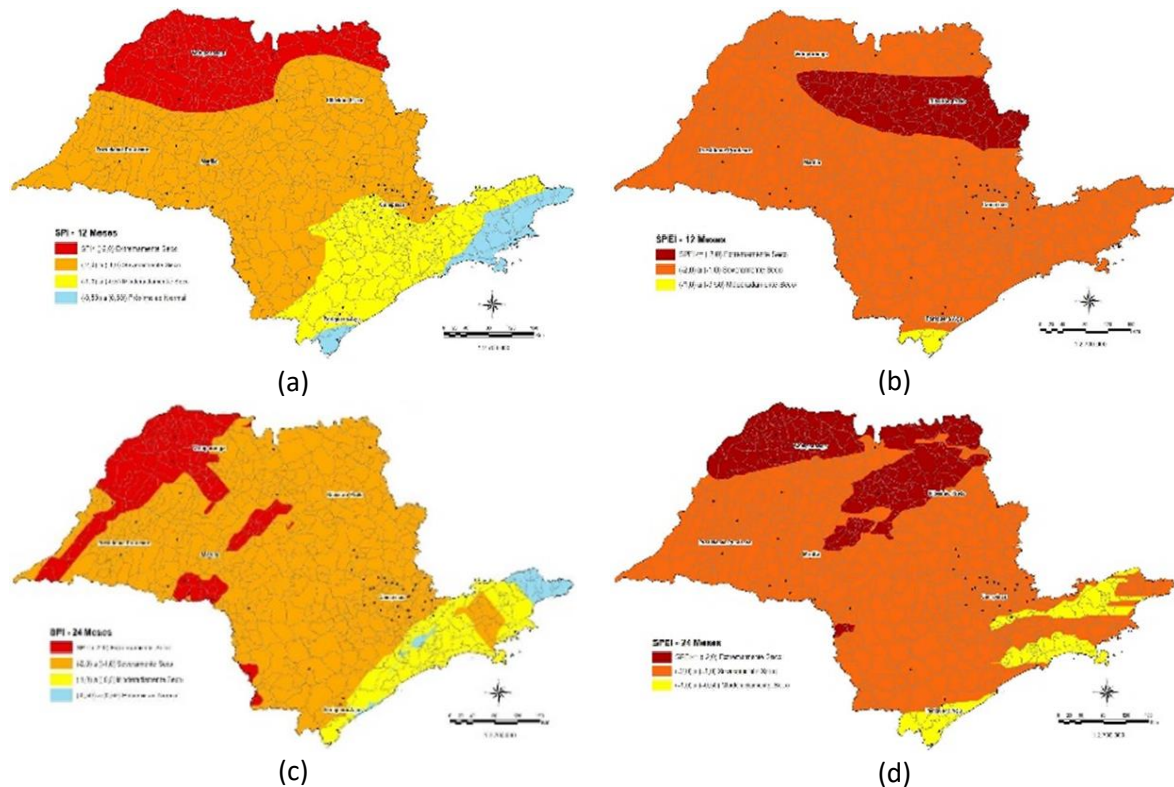
O SPI e o SPEI podem, de certo modo, ser utilizados para considerações hidrológicas quando utilizado em escalas temporais maiores, como 12 e 24 meses, sendo de grande importância para a avaliação do risco climático do tempo presente e, posteriormente, da vulnerabilidade à mudança do clima, servindo, portanto, de elementos de planejamento.

As características de estresse hídrico pelo SPEI, acompanham o mesmo padrão do SPI (**Figura 8**). 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.

Os valores de SPEI em escala de 12 e 24 meses permitem a observação das altas condições impostas não somente pela restrição do índice pluviométrico, mas também o efeito combinado das altas temperaturas.

Este parâmetro realça a importância de se considerar a evapotranspiração e também outros usos da água no cálculo do estresse hídrico, ou estabelecimento de governança hídrica em uma bacia, conseguindo capturar o balanço hídrico do déficit ou excesso pluviométrico, pois incorpora as temperaturas em sua análise, sendo elemento crucial para representar extremos de seca em cenários de mudança do clima.

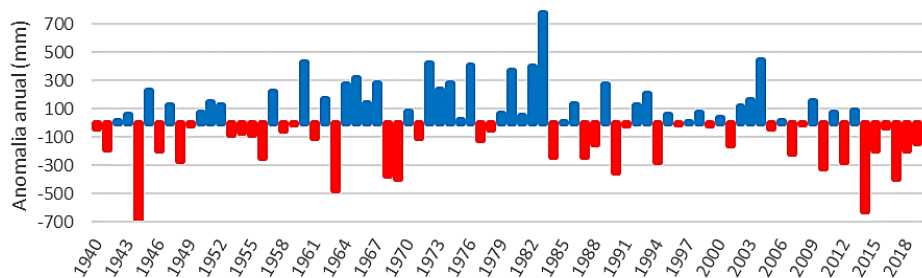
As condições de seca se mantêm para a quase totalidade do Estado quando considerados os períodos de um e dois anos combinados com a evapotranspiração (SPEI), imputando uma elevada sobrecarga no uso dos recursos hídricos, em especial o uso de irrigação. Tais mapas demonstram o atual estágio crítico pelo qual os reservatórios paulistas se encontram, forçando os gestores do setor elétrico à instalação de mecanismos de controle do volume dos reservatórios (cobrança de tarifas complementares, uso de termoelétricas, e demais ferramentas).



**Figura 8**– Variação espacial do (a) SPEI, e (b) SPI, em escala anual, e do (c) SPEI, e (d) SPI, em escala bienal, todos eferentes ao mês de maio 2021

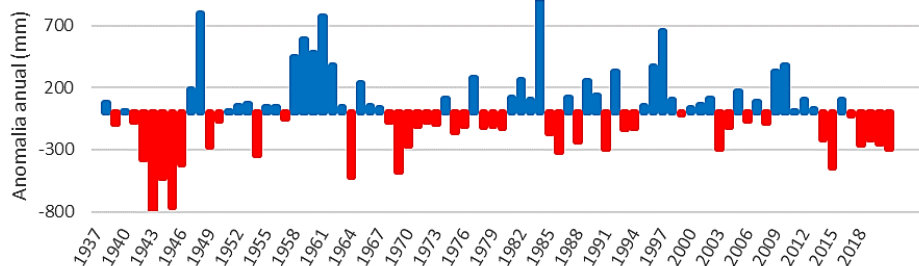
Importante a finalização da análise quanto às anomalias anuais de precipitação históricas, pois apesar da variabilidade do regime de chuvas ao longo dos anos, nota-se pela análise das **Figuras 9 e 10**, para as localidades de Ribeirão Preto e Vargem, e que possui efeito similar em outras estações da rede, de variabilidades menos extremas e de maior ocorrência quanto a déficits, em relação à média.

Para a localidade de Ribeirão Preto é importante a observação que, desde o ano de 2005, a variabilidade diminuiu substancialmente, havendo um acúmulo de déficits, havendo à partir de 2014 um acumulado de 1.791,2 mm abaixo da média histórica, com valores chegando a -626,2 mm ao ano.



**Figura 9** - Anomalia anual de chuva para a localidade de Ribeirão Preto no período de 1940 a 2020.

Para a localidade de Vargem, que representa o Sistema Cantareira, é importante o destaque que a condição acumulada atual já é pior que a crise hídrica que o Estado passou entre 2014 e 2016, havendo um acumulado negativo desde 2016 de 1.040,6 mm, havendo certa semelhança com o ocorrido na década de 40, em que a seca entrou na agenda nacional.



**Figura 10** - Anomalia anual de chuva para a localidade de Vargem no período de 1937 a 2020.

#### 4. Conclusões

Para as culturas anuais, como o milho, por exemplo, o período se apresentou muito abaixo da média, praticamente em todo Estado, dificultando o desenvolvimento inicial das culturas havendo com isso uma assincronia no florescimento e pendoamento, notoriamente deve haver uma queda na de produção inicialmente prevista.

Permanece para culturas, como citros e cana-de-açúcar por exemplo, períodos favoráveis para colheita.

No caso específico das pastagens, com precipitações abaixo da média histórica, estas vem sofrendo com a diminuição drástica do potencial produtivo das forrageiras, antecipando o período de entressafra e induzindo a potencialização do manejo adequado das pastagens em todo Estado, de maneira a proporcionar uma adequada lotação animal por área.

O mês de maio se manteve seco e abaixo da média histórica de precipitação para o período, reforçando as condições de restrição hídricas que vêm sendo apontadas pelos últimos boletins.

A combinação dos mapas das **Figuras 1 e 4b**, com a passagem de uma frente fria, que trouxe ar frio para o Estado de São Paulo, trouxe ao final do mês de maio, a ocorrência de chuvas fortes com granizo na região centro-leste paulista, em especial nas cidades de Araraquara, São Carlos, Jundiaí, Sorocaba, São Roque, Cunha, Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Ribeirão Grande, e vários outros municípios, também havendo ventanias e chuvas fortes registradas. Houve impacto às áreas urbanizadas, plantios de olerícolas e casas de vegetação nessas localidades.

Os últimos 3 anos de anomalias negativas anual, combinados com as análises do presente boletim reforçam as condições críticas pela qual o Estado permanece.

Sugere-se que a questão climática entre como pauta principal nas políticas públicas, com a composição de grupo específico para tratar do tema, adentrando inserindo o assunto em outros espaços de discussão e de deliberação coletiva.