

**FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA - FUNDAG
INSTITUTO AGRONÔMICO - IAC
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS - APTA**

**CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E O EFEITO
AGRÍCOLA E NAS CONDIÇÕES
HIDROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**OUTUBRO 2019 A ABRIL DE 2020
ANÁLISE E REFLEXÕES
(Versão Preliminar)**

CAMPINAS - MAIO DE 2020

ÍNDICE

1. ASPECTOS GERAIS	1
2. BASE DE DADOS	2
3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS REGISTRADAS	3
4. EFEITO DA SECA - ASPECTOS AGRONÔMICOS E SOCIAIS	10
5. MÉTODOS UTILIZADOS	13
5.1. Índice Padronizado de Precipitação-SPI	13
5.2. Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração	14
5.3. Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSIN)	15
5.4. Fator de Desenvolvimento Vegetal em Função da Umidade do Solo	16
5.5. Balanço Hídrico e Déficit de Água no Solo	17
6. ANÁLISE DA SITUAÇÃO E REFLEXOS	17
6.1. Índices de Seca Meteorológicos	17
6.2. Situação da Agricultura-Seca Agronômica	34
6.2.1. Análise Agrometeorológica	36
6.2.2. Balanços Hídricos	41
 Figura 1. Temperatura média anual do ar no Estado de São Paulo.	1
Figura 2. Estimativa da deficiência hídrica anual no Estado de São Paulo, baseada no Balanço Hídrico.	2
Figura 3a. Temperatura máxima média do ar no mês de outubro no Estado de São Paulo.	3
Figura 3b. Temperatura máxima média do ar no mês de novembro no Estado de São Paulo.	4
Figura 3c. Temperatura máxima média do ar no mês de dezembro no Estado de São Paulo.	4
Figura 4a. Temperatura máxima média do ar no mês de janeiro no Estado de São Paulo.	5
Figura 4b. Temperatura máxima média do ar no mês de fevereiro no Estado de São Paulo.	5
Figura 4c. Temperatura máxima média do ar no mês de março no Estado de São Paulo.	6
Figura 5a. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de outubro no Estado de São Paulo.	7
Figura 5b. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de novembro no Estado de São Paulo.	7
Figura 5c. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de dezembro no Estado de São Paulo.	8
Figura 6a. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de janeiro no Estado de São Paulo.	8
Figura 6b. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de fevereiro no Estado de São Paulo.	9

Figura 6c. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de março no Estado de São Paulo.	9
Figura 7. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1890 a 2020 para Campinas.	17
Figura 8. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1940 a 2020 para Ribeirão Preto.....	18
Figura 9. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1963 a 2020 para Manduri.....	18
Figura 10. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de outubro de 2019.....	19
Figura 11. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de fevereiro de 2020.....	19
Figura 12. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de março de 2020.....	20
Figura 13. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de outubro de 2019.	20
Figura 14. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de fevereiro de 2020.	21
Figura 15. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de março de 2020.	21
Figura 16. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de outubro de 2019.	22
Figura 17. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de fevereiro de 2020.	23
Figura 18. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de março de 2020.	23
Figura 19. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de abril de 2020.	24
Figura 20. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de outubro de 2019.	24
Figura 21. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de fevereiro de 2020.	25
Figura 22. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de abril de 2020.....	26
Figura 23. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de abril de 2020.....	26
Figura 24. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de abril de 2020.	27
Figura 25. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de abril de 2020.....	27

Figura 26. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala mensal (SPI-1) de outubro 2019 a abril de 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.....	28
Figura 27. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala mensal (SPEI-1) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.....	28
Figura 28. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala trimestral (SPI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.....	29
Figura 29. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala trimestral (SPEI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.....	29
Figura 30. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala trimestral (SPI-3) de outubro 2019 a abril 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.....	30
Figura 31. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala trimestral (SPEI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.....	30
Figura 32. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala bienal (SPI-24) de outubro 2019 a março 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.....	31
Figura 33. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala bienal (SPEI-24) de outubro 2019 a março 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.....	32
Figura 34. Variação espacial do SPEI em escala bienal (SPEI-24) no mês de abril de 2020.....	33
Figura 35. Variação espacial do SPI em escala bienal (SPI-24) no mês de abril de 2020.	33
Figura 36. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.....	35
Figura 37. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.....	35
Figura 38. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.....	35
Figura 39. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.....	36
Figura 40. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.....	36
Figura 41. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	37
Figura 42. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	37
Figura 43. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	38
Figura 44. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	38
Figura 45. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	39
Figura 46. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	39

Figura 47. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	40
Figura 48. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.	40
Figura 49. Balanços hídricos representativos do CBH-AP de outubro 2019 a março 2020.	42
Figura 50. Balanços hídricos representativos do CBH-SMT de outubro 2019 a março 2020.	43
Figura 51. Balanços hídricos representativos da Bacia do Paranapanema de outubro 2019 a março 2020.	44
Figura 52. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-SJD e CBH-TG de outubro 2019 a março 2020.	45
Figura 53. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-BPG, Pardo-SMG de outubro 2019 a março 2020.	46
Figura 54. Balanços hídricos representativos do CBH-PCJ de outubro 2019 a março 2020.	47
Figura 55. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-Litoral, CBH-RB e CBH-PS, Pardo, de outubro 2019 a março 2020.	48
 Quadro 1. Valores totais da precipitação pluviométrica em diferentes locais do Estado de São Paulo, no período de outubro a março, considerando os valores 2019-2020 e a média do mesmo período.	10
Quadro 2. Relação entre o valor de SPI e a intensidade de seca.	13
Quadro 3. Índice de estresse hídrico da cultura (CWSIN) e desenvolvimento.	16
Quadro 4. Fator de umidade do solo (CWDF) e comportamento vegetal.	16
Quadro 5. Valores críticos de umidade do solo em volume (cm ³ /cm ³) para algumas localidades. ...	34
Quadro 6. Total de precipitação em algumas localidades do Estado de São Paulo no mês de abril de 2020 e valores médios de série histórica, e a respectiva anomalia.	49

1. ASPECTOS GERAIS

O Estado de São Paulo possui características gerais de clima tropical de altitude (Planalto), algumas regiões definidas como clima mais chuvoso (Litoral) e outras que se enquadram em clima subtropical (Área Serrana). Isto identifica o Estado com clima de verão úmido e quente, inverno seco no planalto e inverno com boa precipitação no litoral.

Embora com clima definido, as anomalias climáticas que mais afetam o Estado são: (a) chuva em excesso, ocasionando inundações, e (b) falta de chuva. Seca é um fator normal, sendo que vários anos essa ocorrência foi mais acentuada, como nos anos 1963, 1961, 1978 e 2014. Este pequeno relato tem a finalidade de mostrar de maneira sucinta as condições gerais das condições meteorológicas e agrometeorológicas no Estado de outubro de 2019 a março de 2020, assim como uma avaliação específica do mês de abril. As condições gerais climáticas do Estado, em especial o semestre outubro a março, são descritas nas figuras 1 e 2. A figura 1 indica as condições gerais da temperatura do ar, conforme trabalho já realizado, enquanto a figura 2 apresenta uma estimativa da deficiência hídrica climatológica do Estado, considerando-se o cenário climático atual.

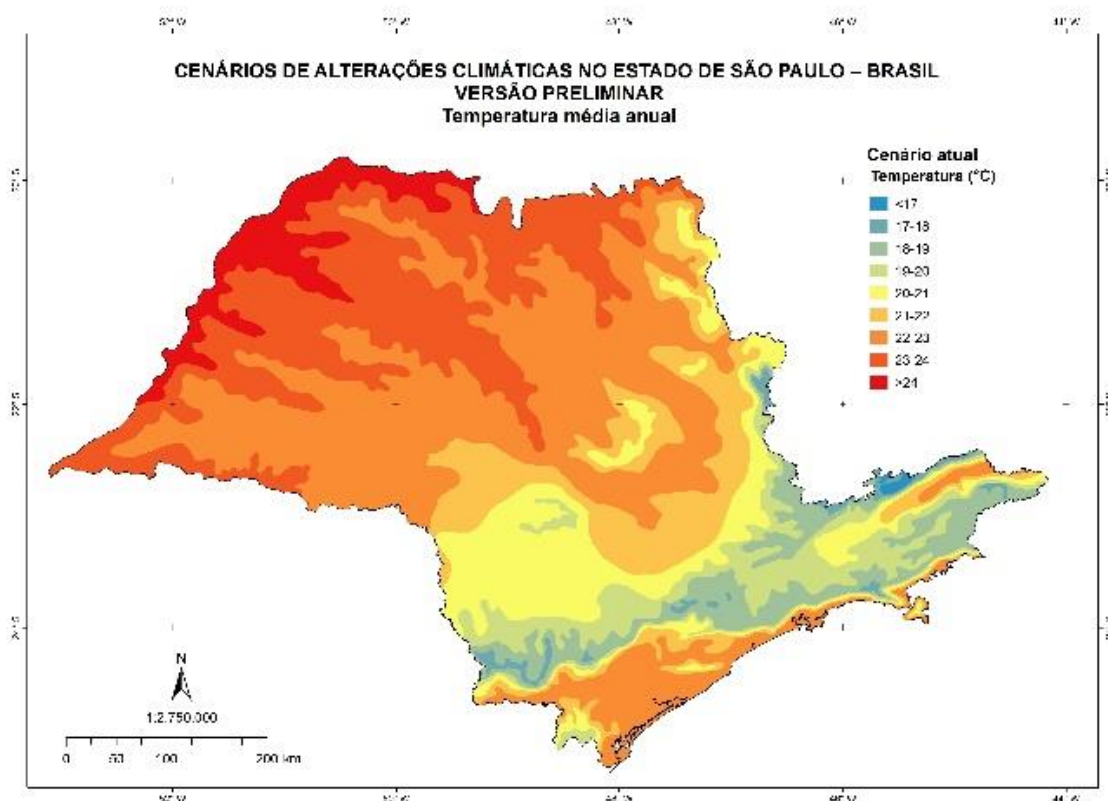


Figura 1. Temperatura média anual do ar no Estado de São Paulo.

CENÁRIOS DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL

Tendência da deficiência hídrica anual (mm)
Cenário atual

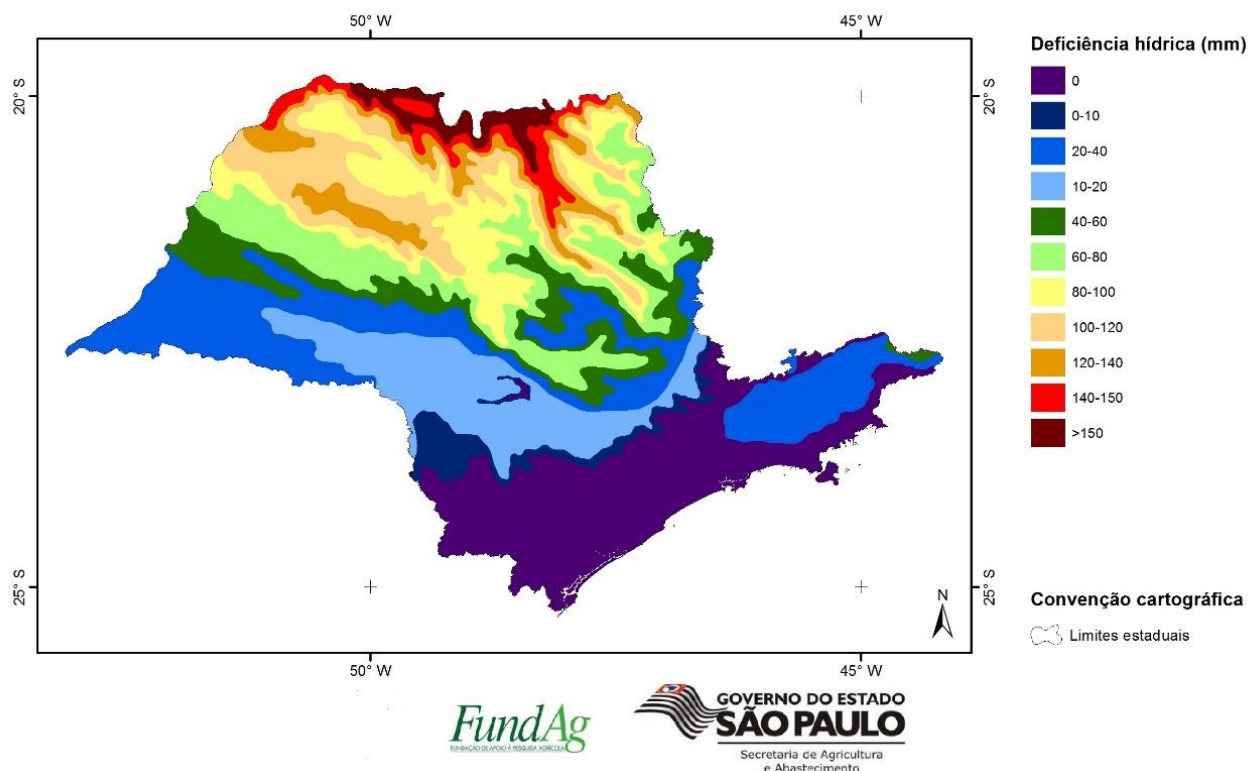


Figura 2. Estimativa da deficiência hídrica anual no Estado de São Paulo, baseada no Balanço Hídrico.

2. BASE DE DADOS

A análise partiu do banco de dados existentes 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 FEHIDRO, e conta com a colaboração da CDRS e da FUNDAG. Foram feitas análises considerando-se os efeitos agronômicos, meteorológicos e hidrometeorológicos da seca.

A rede é de alta importância ao monitoramento meteorológico e agrometeorológico, em quase sua totalidade financiada pelo FEHIDRO, por meio de seus comitês de bacias hidrográficas e algumas unidades pelo Banco Mundial-CRDS, e a gestão e manutenção são feitas pela FUNDAG em parceria com o IAC e

CDRS. A metodologia para análise e cálculo dos índices pode ser acompanhada nos sites: www.ciiagro.sp.gov.br e www.ciiagro.org.br. Ressaltamos que o acesso diário a esta rede é superior a 7.000/dia, indicando a grande procura pelas informações meteorológicas e agrometeorológicas pela sociedade.

3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS REGISTRADAS

As características meteorológicas registradas no período de outubro a março são apresentadas nas figuras 3 a 6. As figuras 3 e 4 apresentam os valores registrados da temperatura máxima média mensal, enquanto as figuras 5 a 6 descrevem o total pluviométrico e a variabilidade espacial deste elemento.

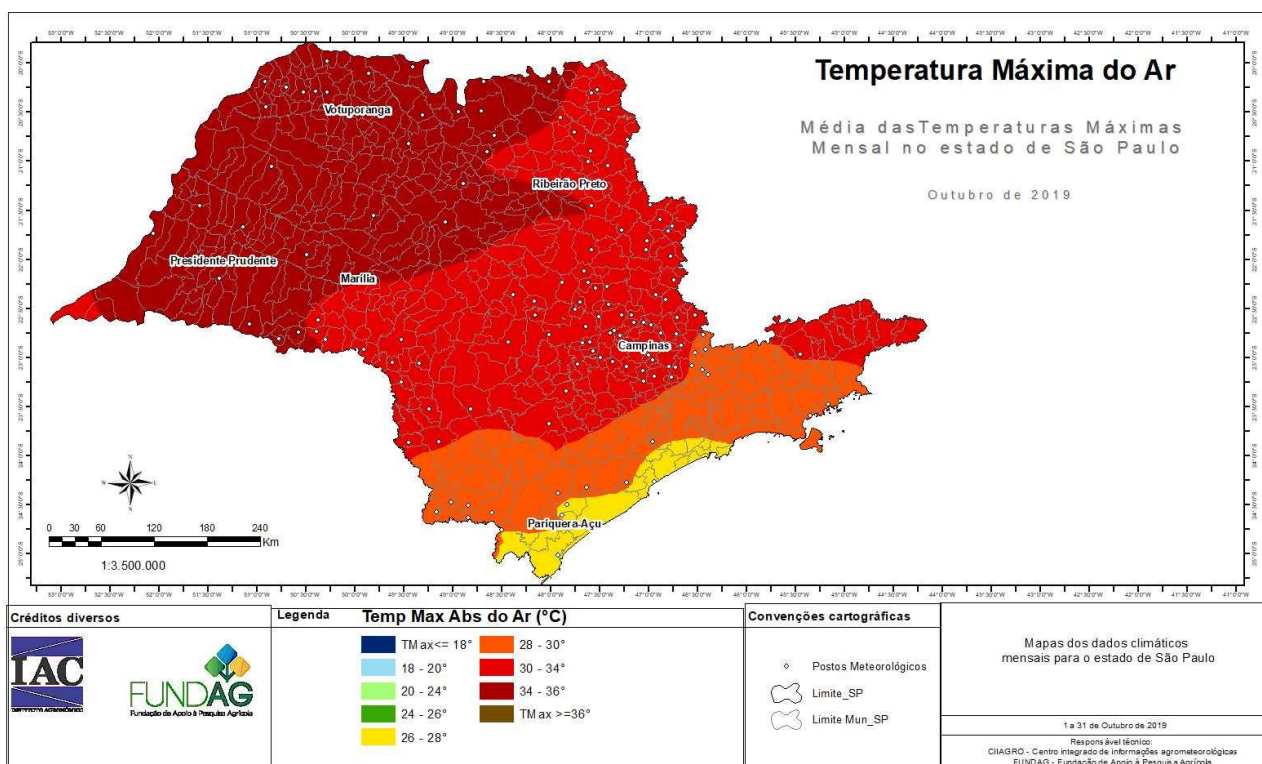


Figura 3a. Temperatura máxima média do ar no mês de outubro no Estado de São Paulo.

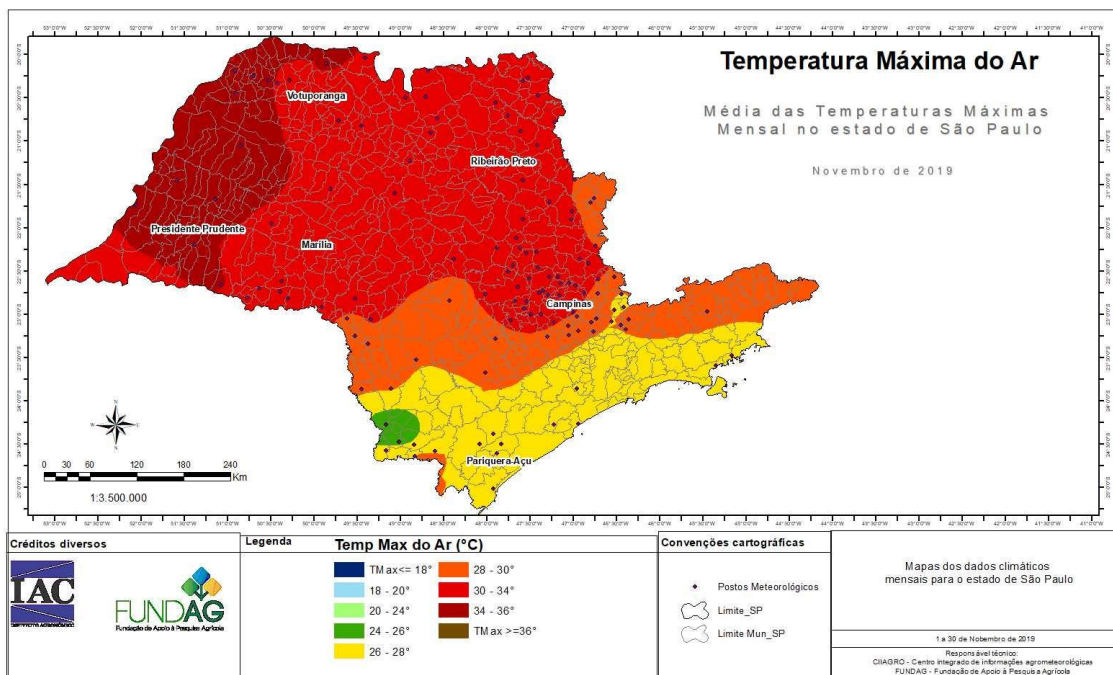


Figura 3b. Temperatura máxima média do ar no mês de novembro no Estado de São Paulo.

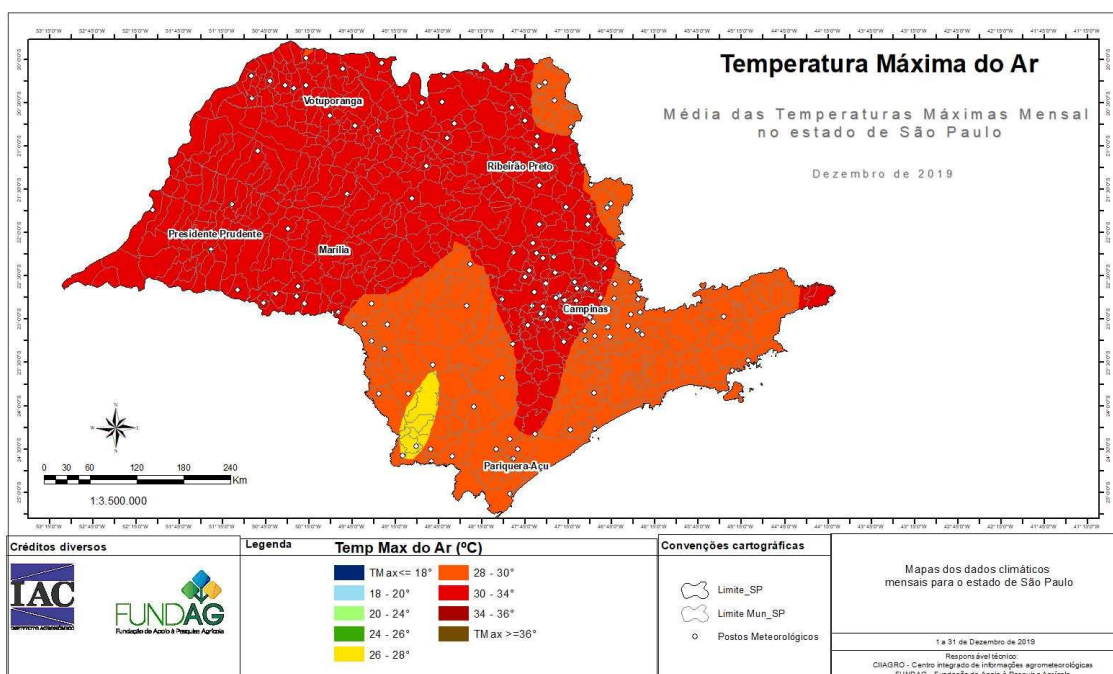


Figura 3c. Temperatura máxima média do ar no mês de dezembro no Estado de São Paulo.

As figuras abaixo referem-se ao trimestre janeiro-março de 2020, observando-se os altos valores registrados deste elemento.

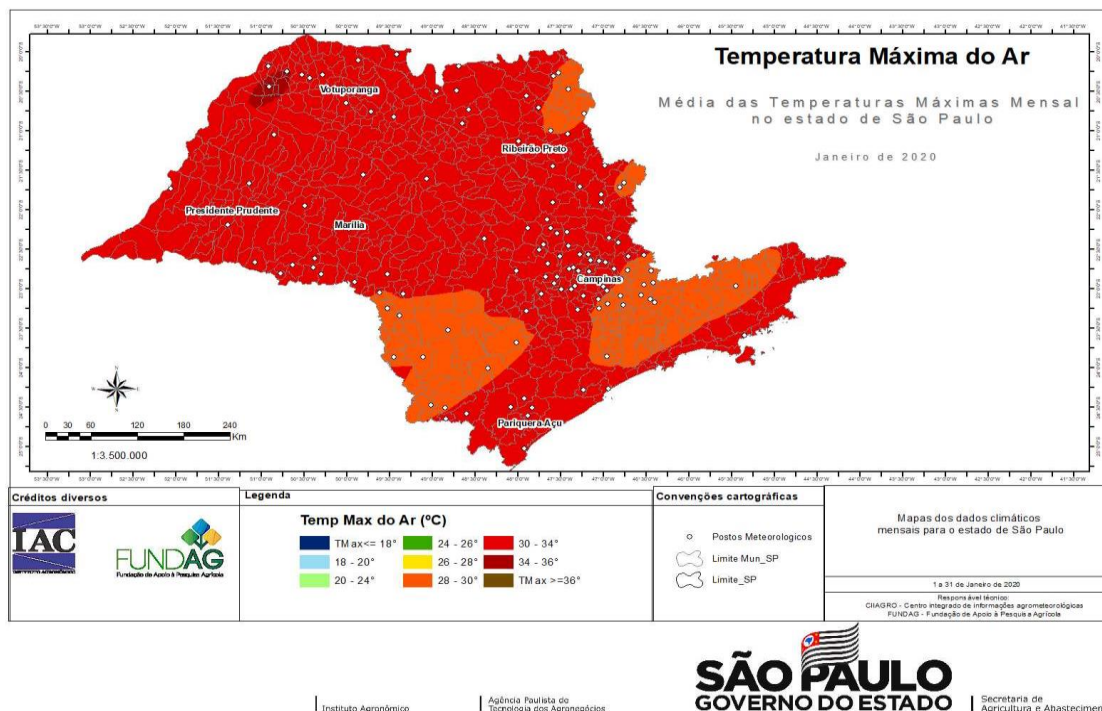


Figura 4a. Temperatura máxima média do ar no mês de janeiro no Estado de São Paulo.

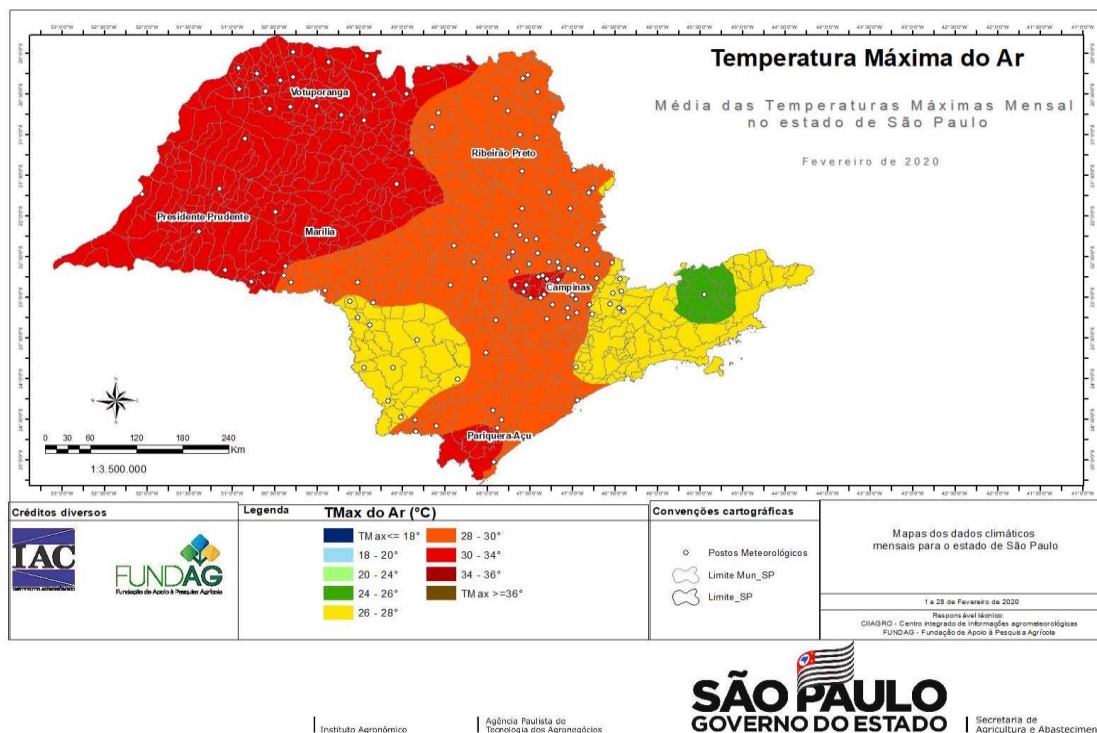


Figura 4b. Temperatura máxima média do ar no mês de fevereiro no Estado de São Paulo.

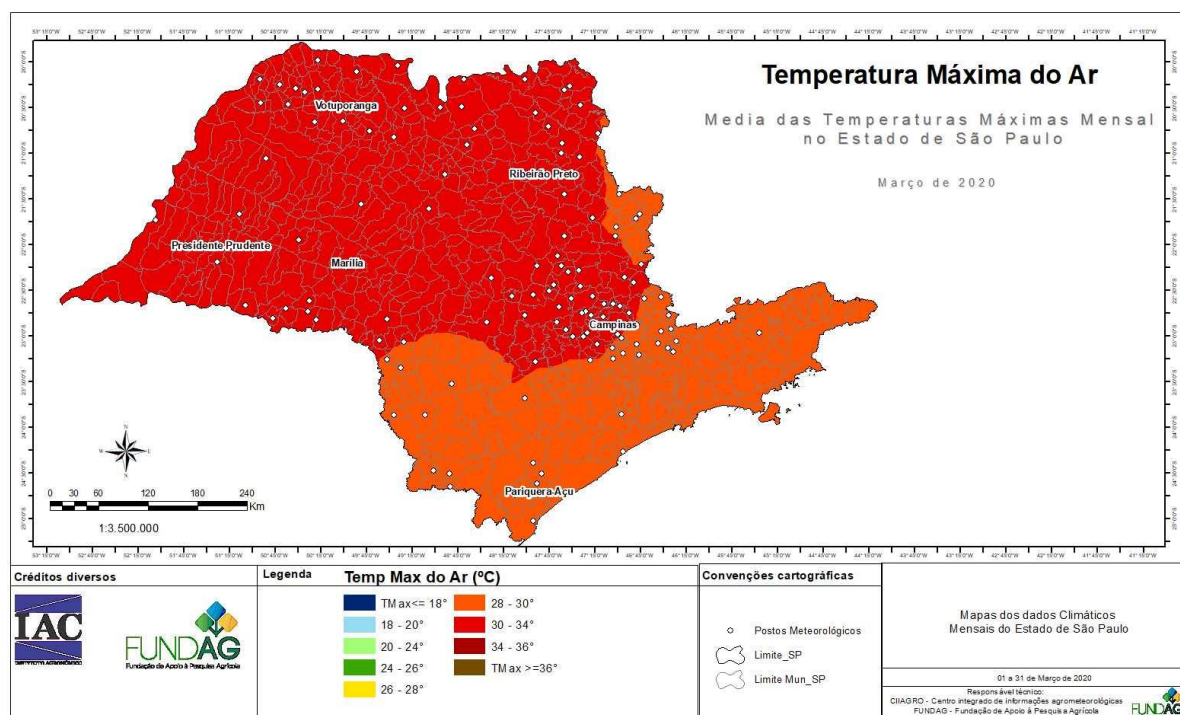
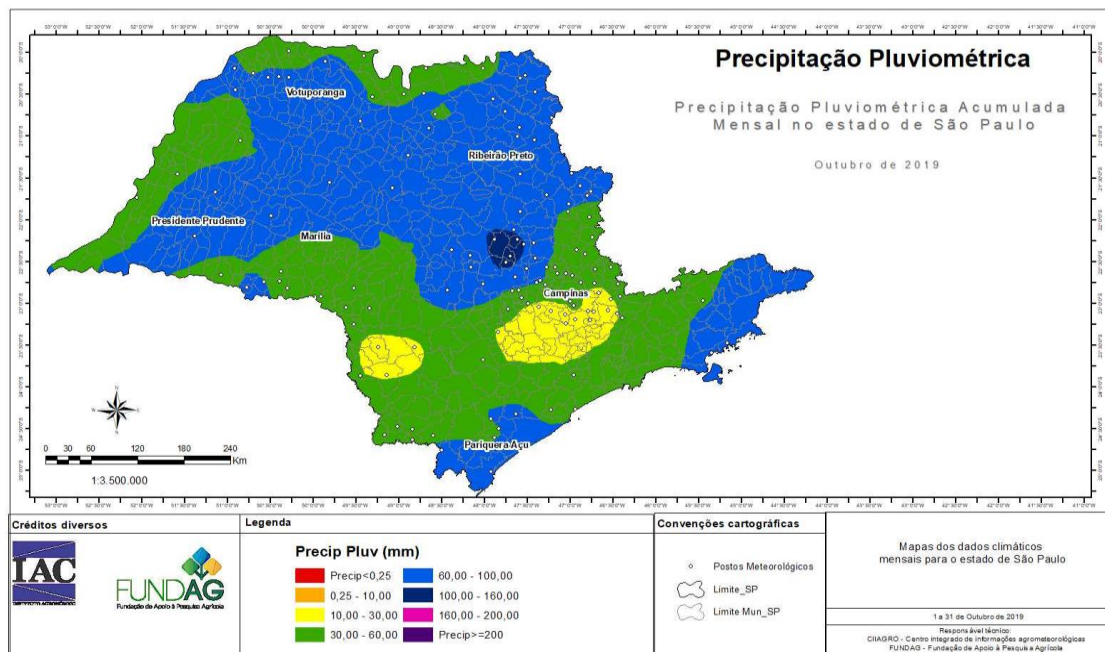


Figura 4c. Temperatura máxima média do ar no mês de março no Estado de São Paulo.

A seguir são descritos os valores mensais da precipitação neste trimestre, indicando grandes diferenças, onde fevereiro foi muito chuvoso, contrastando com os outros meses, trazendo à tona condições sérias de manejo hídrico atual e previsão futura.



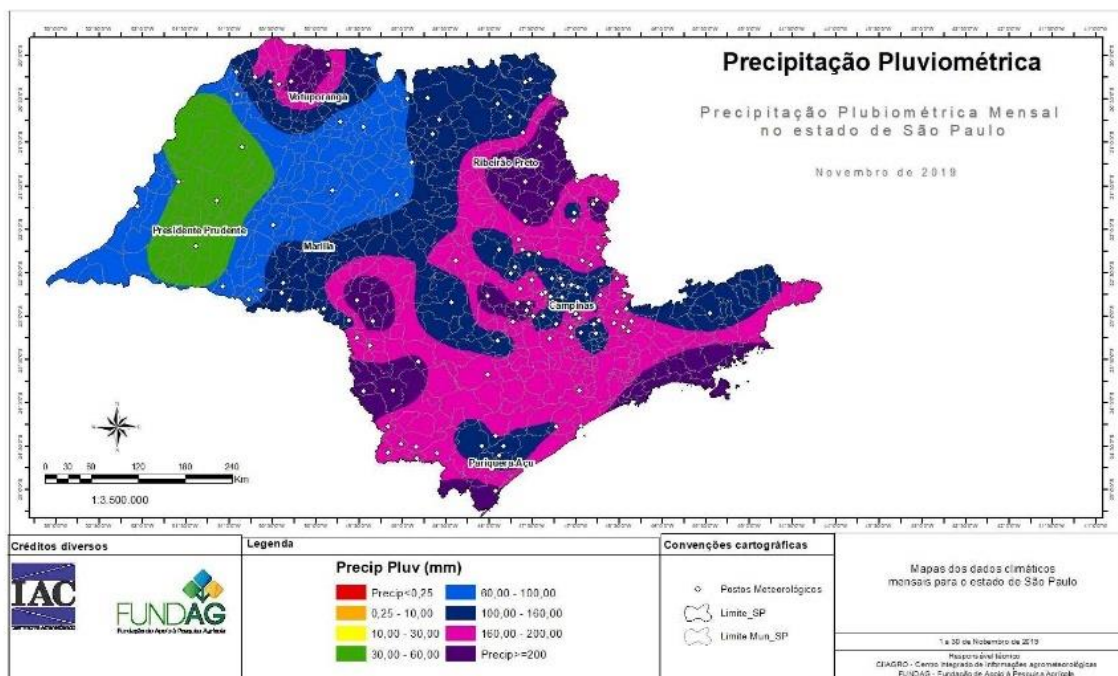
Instituto Agronômico

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 5a. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de outubro no Estado de São Paulo.



Instituto Agronômico

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 5b. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de novembro no Estado de São Paulo.

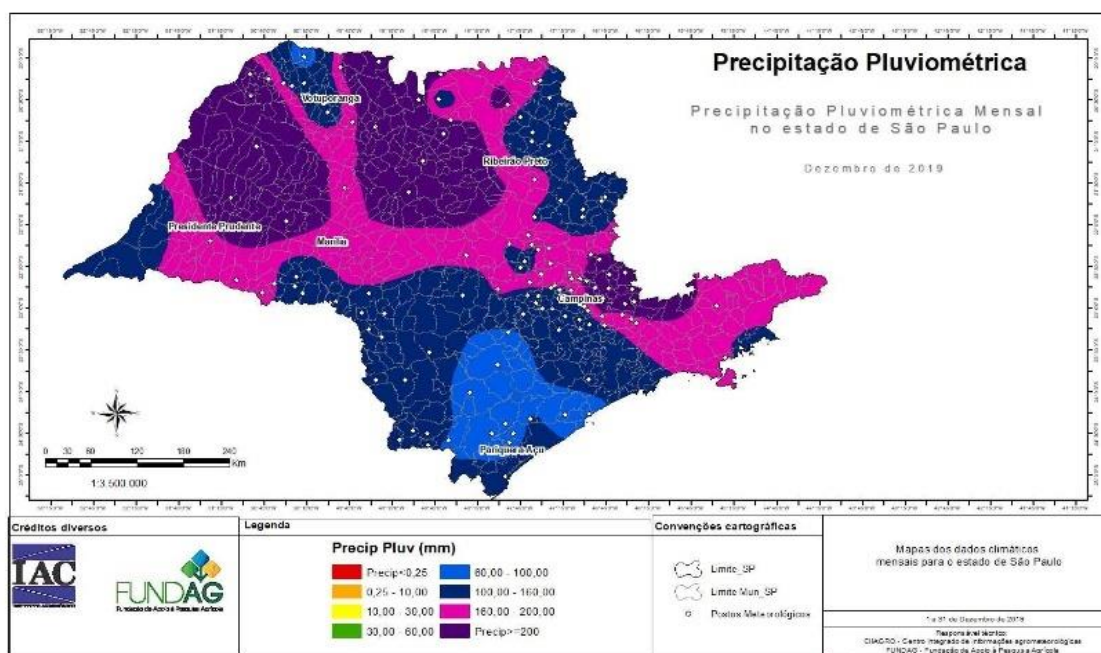


Figura 5c. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de dezembro no Estado de São Paulo.

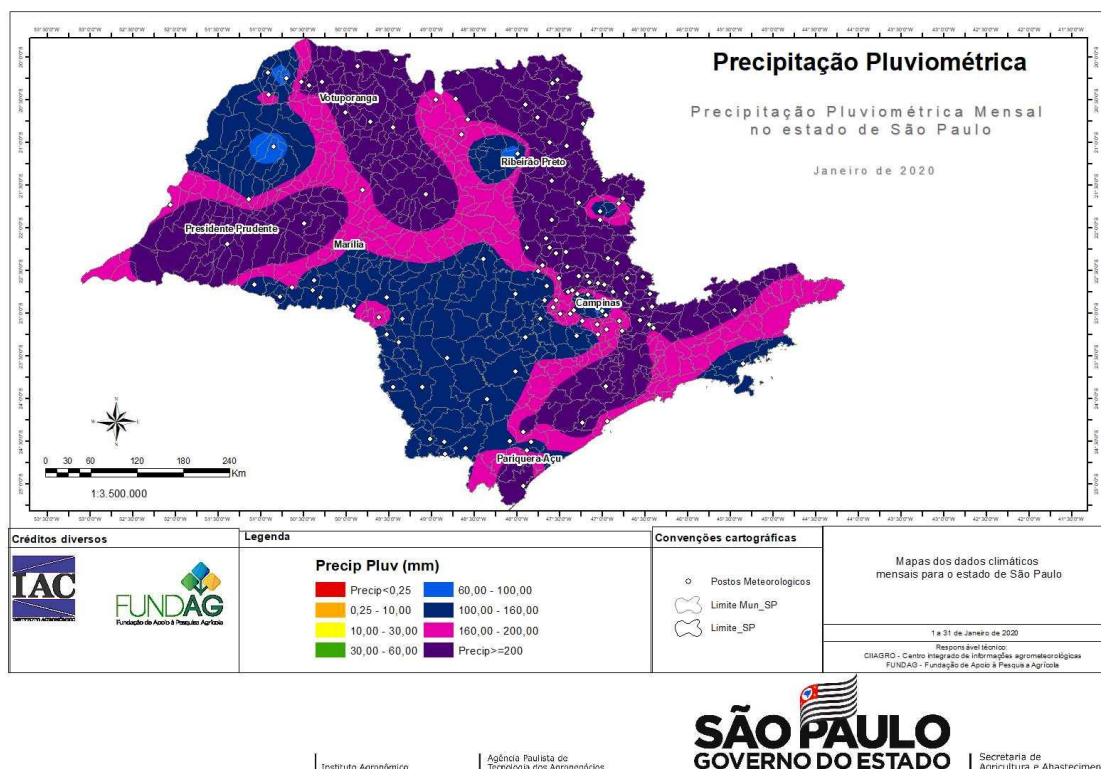
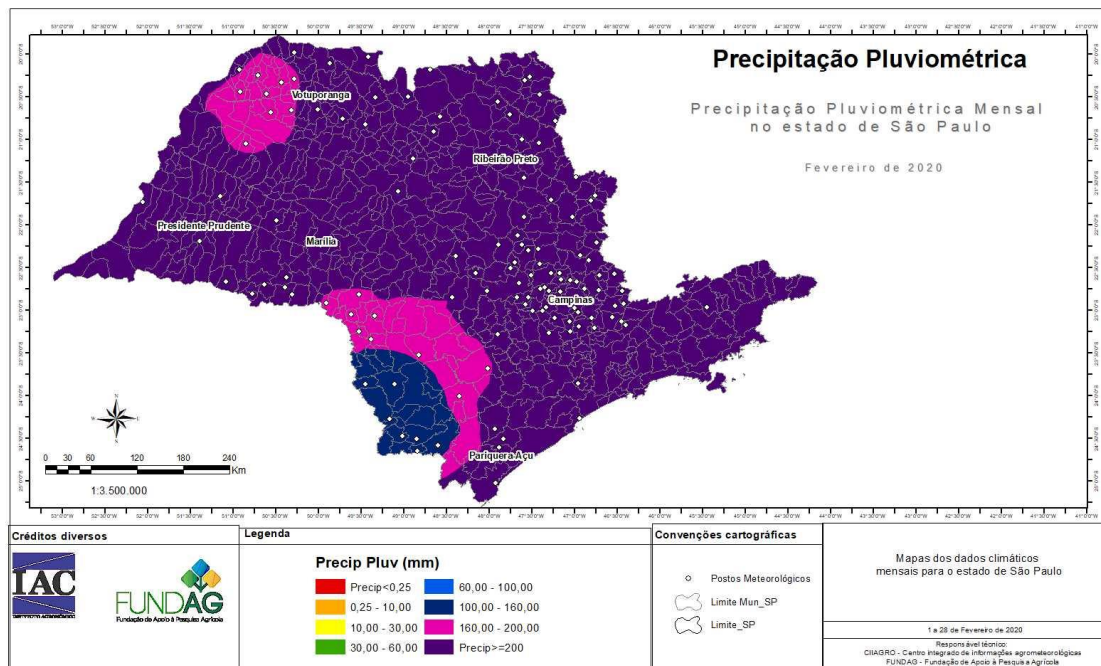


Figura 6a. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de janeiro no Estado de São Paulo.



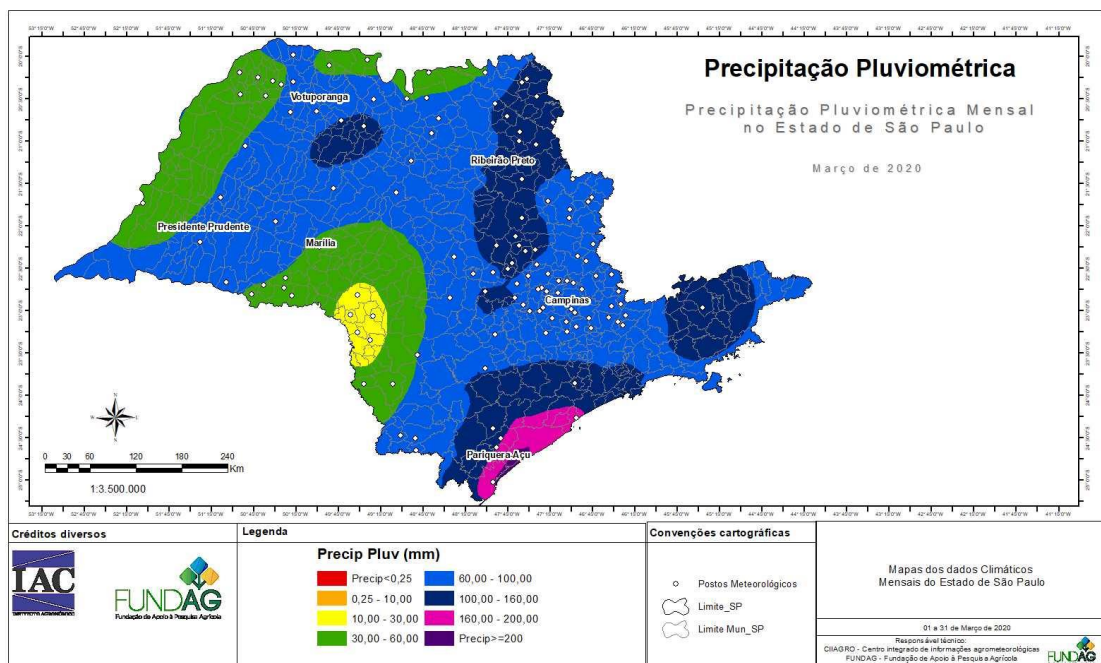
Instituto Agronômico

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 6b. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de fevereiro no Estado de São Paulo.



Instituto Agronômico

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 6c. Variabilidade da precipitação pluviométrica durante o mês de março no Estado de São Paulo.

Uma síntese descrevendo a variabilidade da precipitação no período outubro a março no citado é apresentada no quadro 1. Observa-se que com exceção a Peruíbe, todos os locais listados apresentam anomalias negativas, ou seja, o total acumulado no período anterior foi inferior à média histórica. Esta anomalia será melhor indicada quando da análise dos índices meteorológicos de seca (SPI e SPEI). Mas ressalta-se a grave situação que vem ocorrendo na Bacia do Rio Paranapanema.

Quadro 1. Valores totais da precipitação pluviométrica em diferentes locais do Estado de São Paulo, no período de outubro a março, considerando os valores 2019-2020 e a média do mesmo período.

Localidade	2019-2020	Valor Médio do período	Anomalia(atual-média)
Adamantina	876,27	935	-58,73
Apiáí	805,97	973	-167,03
Assis	646,68	1007	-360,32
Campinas	683,75	1095	-411,25
Franca	931,91	1302	-370,09
Ipaussu	568,69	959	-390,31
Manduri	749,03	1019	-269,97
Marília	832,87	1081	-248,13
Ourinhos	685,41	901	-215,59
Pariquera-Açu	870,97	1137	-266,03
Peruíbe	1367,35	1295	72,35
Pres.Prudente	890,51	1011	-120,49
Registro	740,42	1095	-354,58
Ribeirão Preto	972,5	1152	-179,5
Votuporanga	946,88	1045	-98,12

4. EFEITO DA SECA - ASPECTOS AGRONÔMICOS E SOCIAIS

O fenômeno seca, é um dos mais antigos e estudados em todo o planeta e existem evidências de que muitas civilizações Pré-Colombianas sucumbiram em função deste evento. A seca é um fenômeno natural e que vai aos poucos se instalando em uma área, e é o resultado da baixa precipitação pluviométrica em função da que é a considerada normal para uma dada região. Assim, quando se

analisa este fenômeno, alguns aspectos básicos devem ser considerados, como abaixo indicado:

- a) Uma área já é considerada susceptível à seca (**Drought Prone Área**), tanto do ponto de vista meteorológico ou hidrológico, assim, parâmetros e análises devem ser feitas, para mitigar um processo que certamente ocorrerá. Este processo deve ser previamente antecipado, elaborando planejamento e estudos de recorrência do mesmo, e os graus de intensidade;
- b) Áreas onde este fenômeno é esporádico, ou que sua incidência é muito pequena. Neste caso, ações também devem ser implementadas para estabelecer planos de contingência e de metas que minimizem os possíveis impactos nas atividades em geral.

Um aspecto muito importante a ser considerado é a diferença básica entre seca e estiagem. Seca é um processo constante de redução da precipitação que aos poucos se instala em uma dada região, trazendo consequências agrícolas, econômicas e sociais de grande importância e somente com processos ou ações externas, seus efeitos negativos podem ser minimizados. Onde nem a irrigação em geral, pode ser utilizada, pois não existe suficiente reserva hídrica para que esta técnica seja empregada. No caso da estiagem, são pequenos períodos onde a precipitação observada, é abaixo do normal, em períodos de tempo curto (10 a 15 dias) e geralmente ocorrem durante uma estação chuvosa. O impacto deste fenômeno é mais sobre atividades agrícolas.

Quando a falta de precipitação, no caso da estiagem, se estende por um longo período de tempo (meses) e a reserva hídrica, suprida pela precipitação, não é adequada para atender a demanda das atividades humanas, industriais, agrícolas, temos a Seca. Existem regiões do Globo terrestre, que são mais prováveis da ocorrência da seca, como o Nordeste do Brasil, Sul da África, Austrália, Europa, regiões da China, e várias outras. Outro fator importante, a ser considerado é que a incidência deste fenômeno, tanto seca como estiagem tem aumentado nestas últimas décadas.

A quantificação das secas, tanto do ponto de vista agrícola, meteorológico e hidrológico pode ser feita, respectivamente, por meio de diversos índices. A correta interpretação dos resultados gerados por essas ferramentas está diretamente relacionada ao correto entendimento/definição do fenômeno seca. Usualmente na literatura, quatro definições de seca podem ser elaboradas e estas são fundamentadas principalmente no campo de atuação do especialista ou no enfoque a ser dado. Estas são baseadas em considerações meteorológicas, hidrológicas, agrícolas e econômicas. **Seca meteorológica** refere-se às condições de precipitação pluviométrica abaixo das normais esperadas; já **seca hidrológica**, refere-se aos níveis de rios e reservatórios abaixo do normal, afetando todo o processo social e outras atividades, enquanto a **seca agrícola** está mais relacionada à baixa umidade do solo, ocasionada pela baixa precipitação em um dado período sendo insuficiente para suprir a demanda das plantas, e neste caso, podemos ter diferentes graus de seca agrônômica ou agrícola, pois isto depende muito da cultura em análise. Já a **seca econômica** ocorre quando o déficit de água induz à falta de bens ou serviços (energia elétrica ou alimentos, por exemplo), devido ao volume inadequado, à má distribuição das chuvas, ao aumento no consumo, ou ainda ao mau gerenciamento dos recursos hídricos. No presente estudo, foram utilizadas as seguintes análises, conforme abaixo:

A) Índices de seca meteorológicos

- a) Índice Padronizado de Precipitação (SPI);
- b) Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração (SPEI).

B) Índices de seca agrônômicos

- c) Umidade do Solo;
- d) Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSIN);
- e) Fator de desenvolvimento da cultura (CWDF);
- f) Balanço hídrico com base em cinco dias.

5. MÉTODOS UTILIZADOS

5.1. Índice Padronizado de Precipitação-SPI

McKee et al. (1993) desenvolveram um índice que quantifica o déficit ou o excesso de precipitação para diferentes escalas de tempo. Esta versatilidade permite ao Standardized Precipitation Index (SPI) monitorar o fornecimento de água em pequenas escalas (mensal, por exemplo), voltando-se mais ao interesse agrícola assim como monitorar tal fornecimento em longas escalas de tempo (bianual, por exemplo) voltando-se mais ao interesse hidrológico. O SPI é baseado em um banco histórico de dados de chuva (30 anos no mínimo) sendo ajustado através da distribuição gama a qual é então transformada em uma distribuição normal, a qual, pela definição tem o valor zero para sua média e variância unitária. O evento seca ocorre quando o valor do SPI é igual ou menor a -1 e tem seu fim quando o índice se torna positivo. Dentro de suas escalas os valores menores ou iguais a -2 indicam seca extrema e os maiores ou iguais a +2 umidade extrema.

Quadro 2. Relação entre o valor de SPI e a intensidade de seca.

Valor SPI	Categoria de seca
+2 e ACIMA	Extremamente úmido
1,5 a 1,99	Muito úmido
1,0 a 1,49	Moderadamente úmido
0,99 a -0,99	Próximo à normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Severamente seco
Menor que -2	Extremamente seco

Explicação dos termos:

SPI - 1 MÊS

Indica o total de precipitação do mês em estudo comparado com a normal e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos do mês em questão.

SPI - 3 MESES

Indica o total de precipitação de três meses consecutivos comparado com as normais e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos dos meses em questão.

SPI - 6 MESES

Indica o total de precipitação de seis meses consecutivos comparado com as normais e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos dos meses em questão.

SPI - 9 MESES

Indica o total de precipitação de nove meses consecutivos comparado com as normais e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos dos meses em questão.

SPI - 12 MESES

Indica o total de precipitação de doze meses consecutivos comparados com as normais e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos dos meses em questão.

SPI - 24 MESES

Indica o total de precipitação de vinte e quatro meses consecutivos comparado com as normais e com a distribuição normal de uma média histórica de 30 anos dos meses em questão.

5.2. Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração

Considerando que em vários meses ou períodos do ano a precipitação pode ser nula, isto com certeza afeta a função de densidade, que é utilizada nos cálculos índices da distribuição. A inclusão da Evapotranspiração elimina este fator restritivo e pode ser muito combinada para cálculo da seca, em especial sob ponto de vistas meteorológicos. Esta análise inicia-se pelo cálculo da diferença

entre precipitação (P) e evapotranspiração (ETP), sendo assim depois empregada na função de densidade para cálculo dos índices. Os resultados, ou melhor, os índices acompanham os valores de SPI.

5.3. Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSIN)

O índice de estresse hídrico da cultura (CWSIN) é baseado na relação entre a evapotranspiração real, a potencial e a água disponível no solo. Neste caso, são valores estimados para culturas generalizadas. Porém análises são feitas envolvendo culturas por grupos definidos por Z_1 , Z_2 , Z_3 , os quais estão relacionados ao desenvolvimento do sistema radicular, E os grupos indicados são:

Z_1 (25 cm) = Ex. (batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro);

Z_2 (40 cm) = Ex. (feijoeiro, amendoim, milho, sorgo, soja);

Z_3 (75 cm) = Ex. (soja, citros, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão).

Algumas culturas estão alocadas em dois grupos de profundidades de raízes (citros, cafeeiro, cana-de-açúcar e feijoeiro), pois também o tipo de solo é levado em conta, como: arenoso, areias quartzosas, latossolo roxo ou podzólicos, que podem determinar a profundidade do sistema radicular. Esta diversidade de profundidades de sistemas radiculares procura diferenciar as culturas, assim como as diferentes capacidades de retenção de água no solo, que podem ser refletidas por um maior ou menor volume de exploração das raízes. É um parâmetro estritamente agrometeorológico, introduzido em 2005 para análise de seca pelo CIIAGRO/IAC. Ressaltamos que neste ano o CIIAGRO completa 31 anos - O CWSIN indica como relação entre demanda atmosférica, ou o estresse hídrico varia em torno das condições razoáveis ou adequadas para a cultura, determinado como:

Quadro 3. Índice de estresse hídrico da cultura (CWSIN) e desenvolvimento.

CWSIN	Condições de desenvolvimento vegetal
CWSIN = 1	Ótimas
0,75 <= CWSIN < 1,0	Favoráveis
0,25 <= CWSIN < 0,75	Adequadas
0,0 <= CWSIN < 0,5	Razoáveis
-0,5 <= CWSIN < 0,0	Desfavoráveis
-1,0 < CWSIN < -0,5	Inadequadas
CWSIN <= -1,0	Críticas

5.4. Fator de Desenvolvimento Vegetal em Função da Umidade do Solo

O conceito de desenvolvimento vegetal é baseado na relação ETR. ETP foi desenvolvido em função dos trabalhos de: Denmead & Shaw, 1964; Mota, 1979; Moscovo Segóvia, 1982; Brunini, 1992; Brown, 1978; Baier, 1977; Brunini, 1981, 1987; Camargo & Hubbard, 1990, na qual a penalização para produtividade ou desenvolvimento da cultura é baseada na somatória e produtório de (ETR/ETP) no período.

Como neste caso, analisamos só a resposta da cultura, o valor de (ETR/ETP) médio no período indicado desta situação. Esta variável fica definida como Z, ou seja, $Z = ETR/ETP$. Temos assim, uma combinação de Z, para cada valor de DAAS, ou seja, (quadro 4). E com base nos aspectos agronômicos, pedológicos e agrometeorológicos, a seguinte relação é estabelecida:

Quadro 4. Fator de umidade do solo (CWDF) e comportamento vegetal.

CWDF	Condições para o crescimento vegetal
0,8 <= CWDF <= 1	Ótimo
0,6 <= CWDF < 0,8	Favorável
0,4 <= CWDF < 0,6	Razoável
0,3 <= CWDF < 0,4	Desfavorável
0,2 <= CWDF < 0,3	Prejudicial
0,1 <= CWDF < 0,2	Severas
0,0 <= CWDF < 0,1	Crítica

5.5. Balanço Hídrico e Déficit de Água no Solo

O balanço hídrico permite estimar os períodos de deficiência e excedente de água e a possível reposição de água no solo. Neste caso foi estabelecido o balanço hídrico da situação ocorrida desde outubro de 2019 a até março de 2020, em base quinquidial. O Balanço foi estimado em função do tipo de solo, e com devidas adaptações do método de Torntwaite, conforme trabalho de Caputi & Brunini (2005).

6. ANÁLISE DA SITUAÇÃO E REFLEXOS

6.1. Índices de Seca Meteorológicos

O período hidrológico 2019/2020, que compreende os meses de outubro a março apresentou restrições hídricas em grande parte do Estado. Uma análise da precipitação para Campinas de 1890 a 2019 é descrita na Figura 7, enquanto esta análise para Ribeirão Preto e Manduri é apresentada nas figuras 8 e 9.

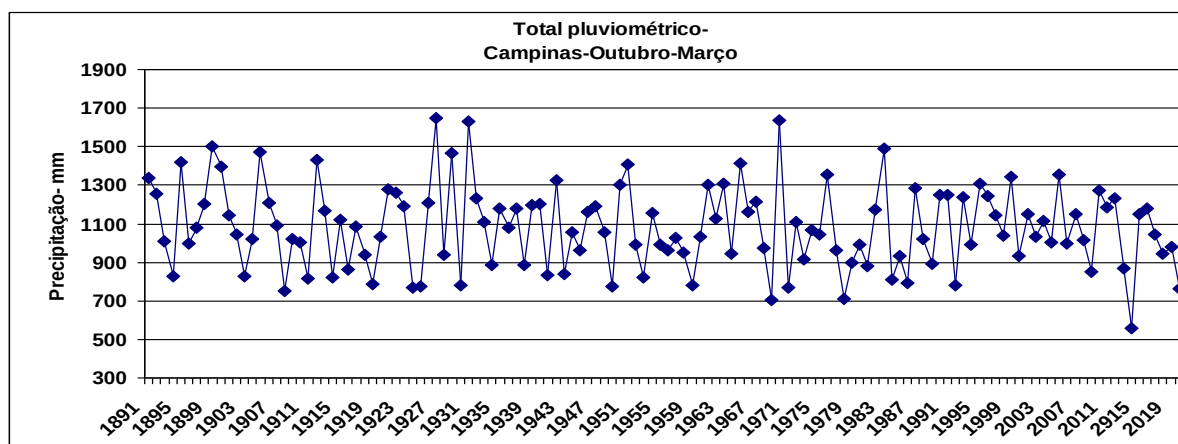


Figura 7. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1890 a 2020 para Campinas.

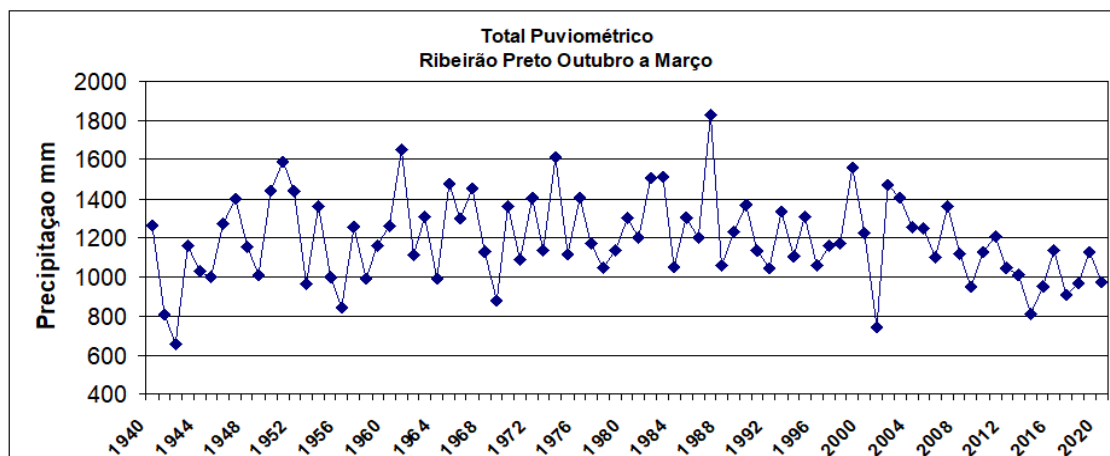


Figura 8. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1940 a 2020 para Ribeirão Preto.

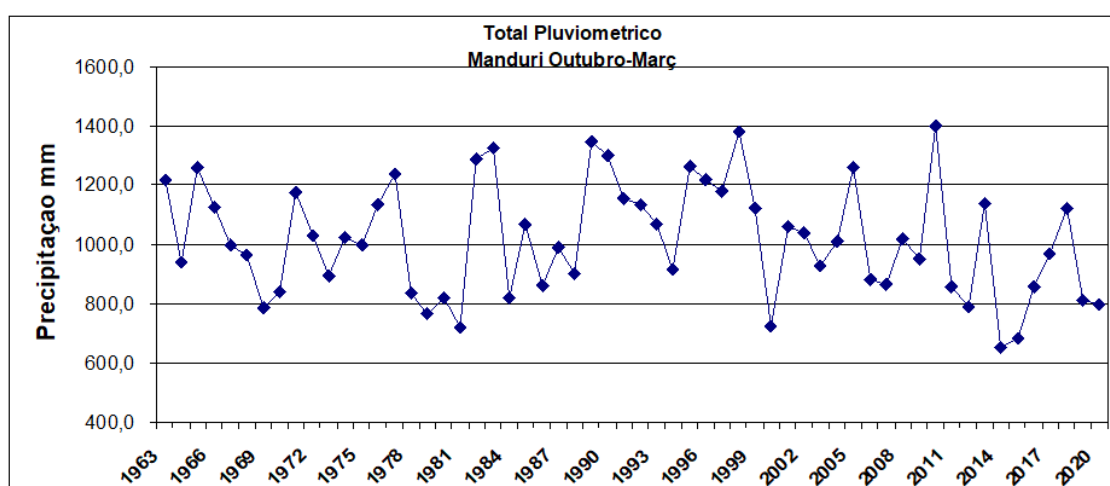


Figura 9. Total acumulado de precipitação de outubro a março entre os anos de 1963 a 2020 para Manduri.

Os dados indicam que nos últimos 20 anos, embora com oscilações, há uma clara tendência do decréscimo da precipitação neste período, o que indica que ações mitigatórias necessitam ser implementadas. Isso é ainda mais evidente ao analisarmos os dados do quadro 1, onde a anomalia registrada da precipitação pluviométrica é negativa, com grande realce para a Bacia do Paranapanema.

Uma outra maneira de se quantificar meteorologicamente a seca é o uso de índices específicos. Neste caso, seca sob o ponto de vista meteorológico foi avaliada pelo **Índice Padronizado de precipitação SPI** e pelo **Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração - SPEI**. São apresentados estes índices por períodos distintos, tendo em vista os aspectos descritos no quadro 2.

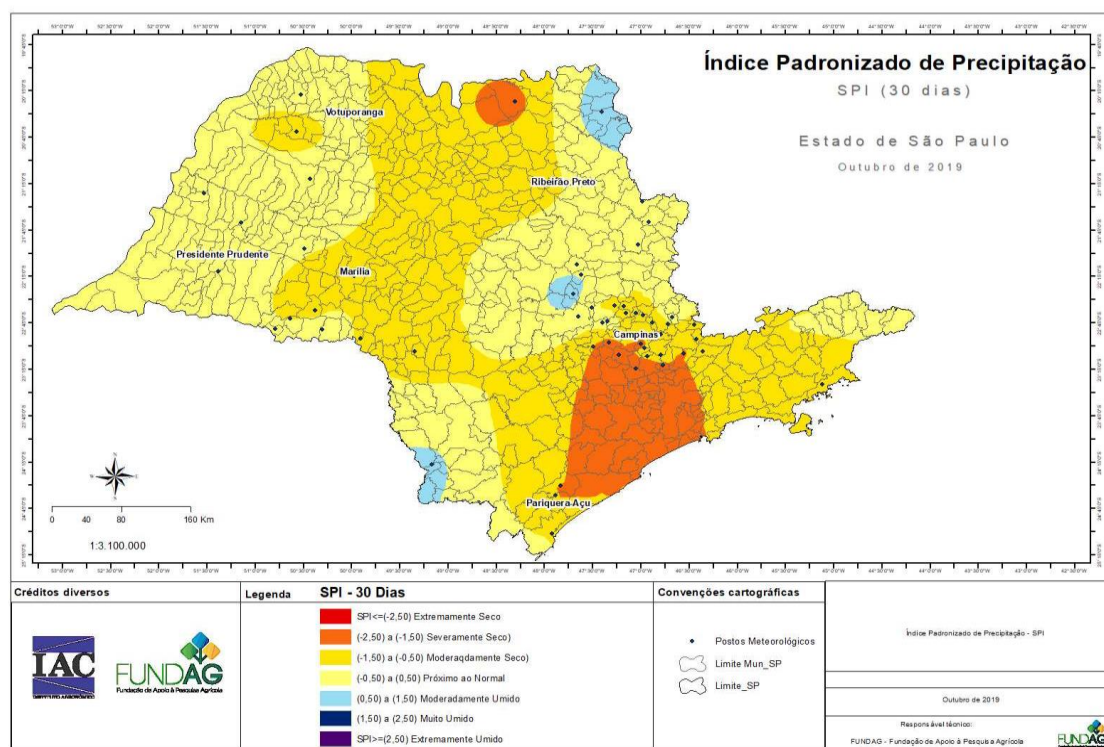


Figura 10. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de outubro de 2019.

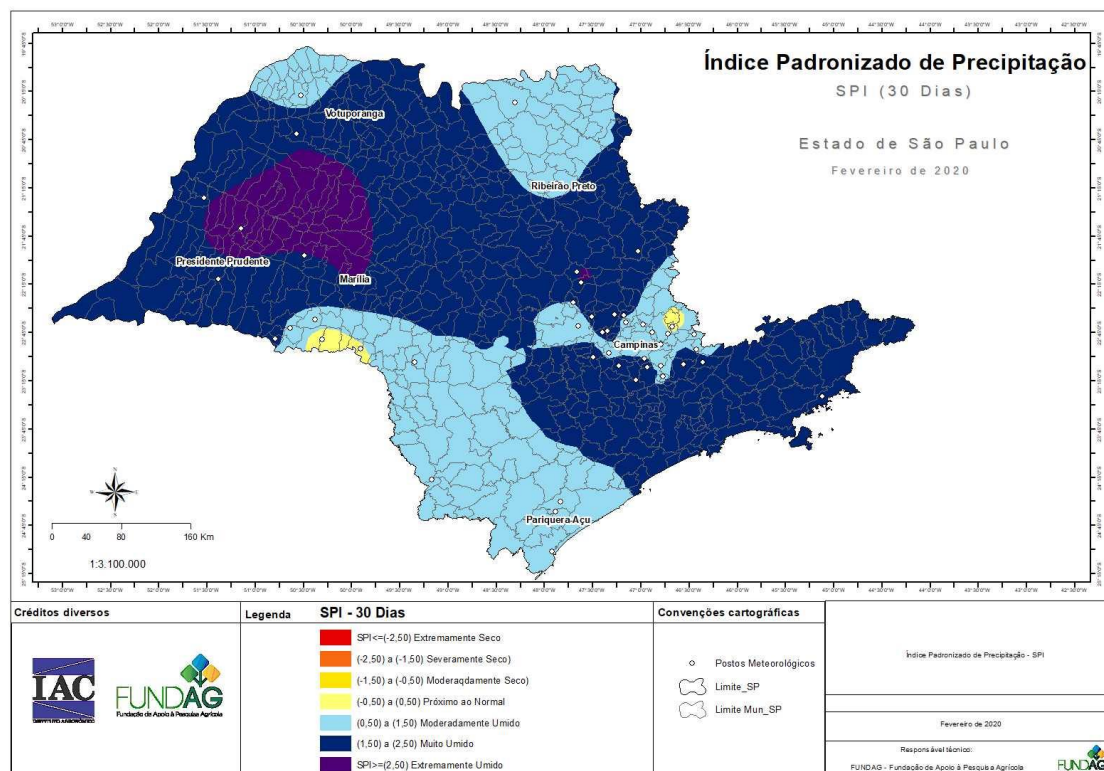


Figura 11. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de fevereiro de 2020.

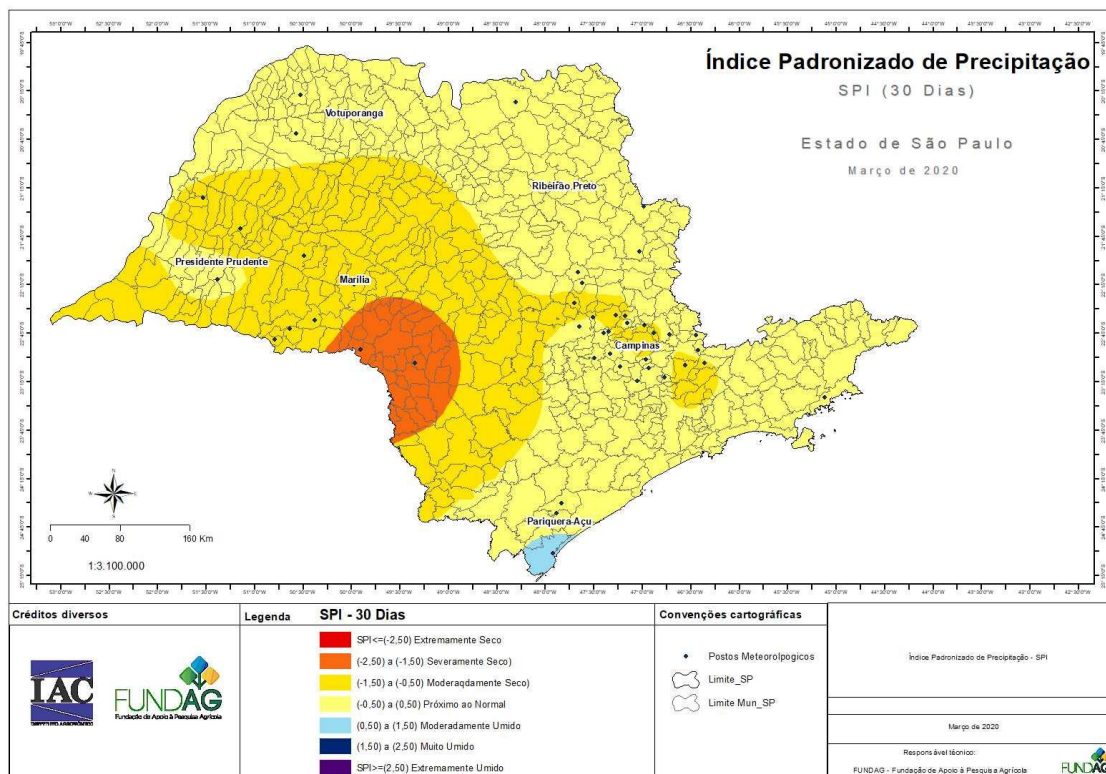


Figura 12. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de março de 2020.

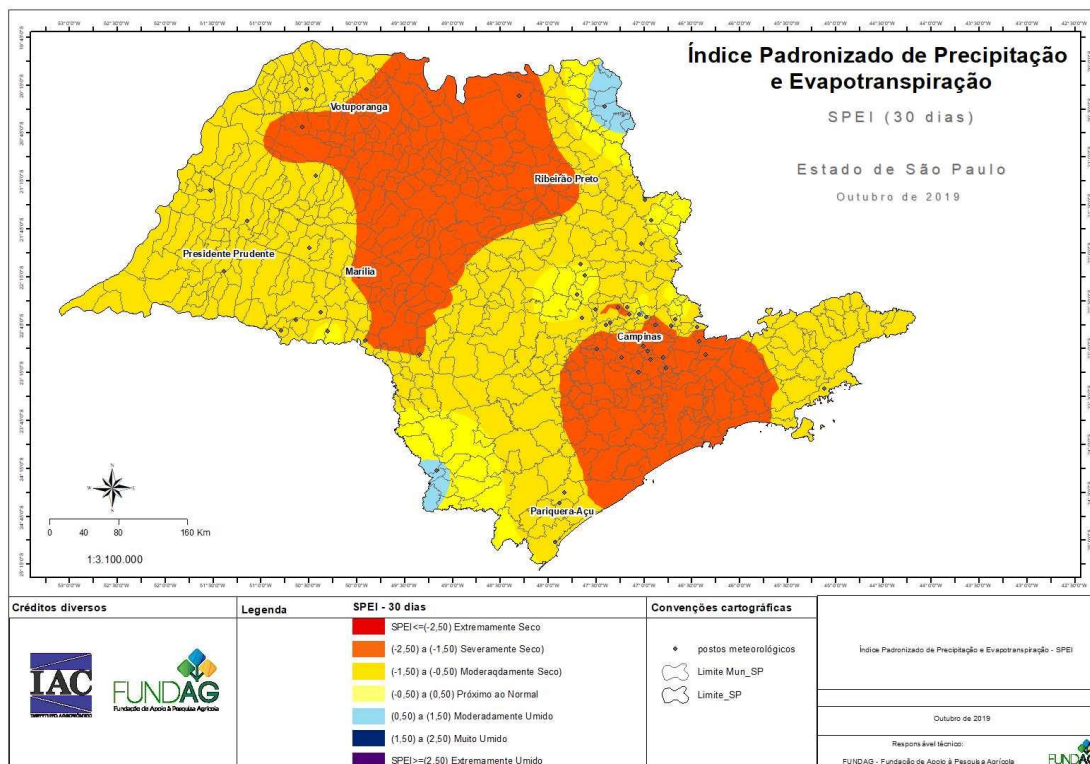


Figura 13. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de outubro de 2019.

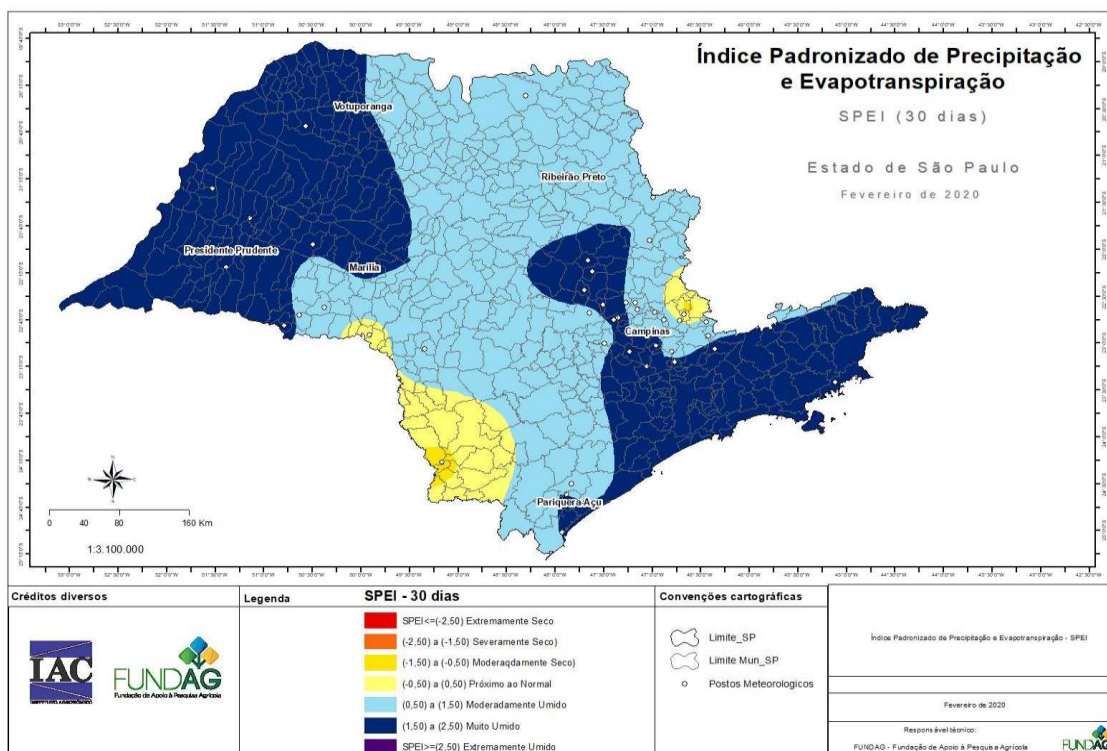


Figura 14. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de fevereiro de 2020.

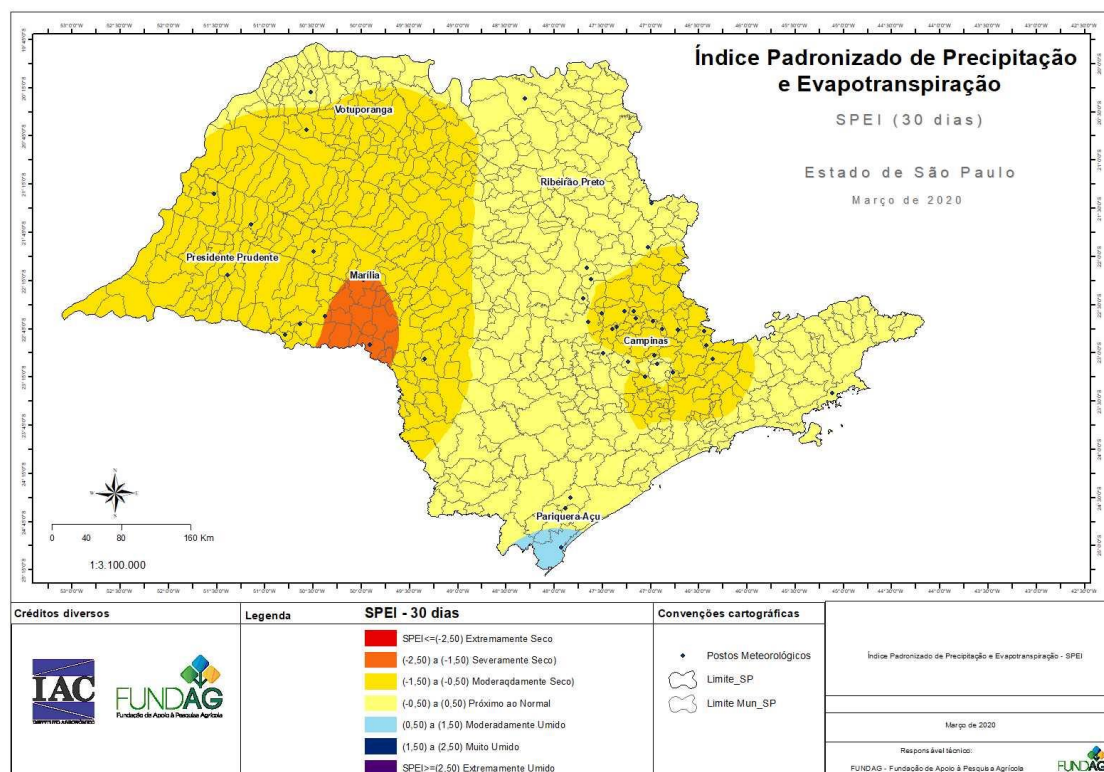


Figura 15. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de março de 2020.

Pelos resultados apresentados nas figuras 10 a 15, observa-se que fevereiro foi um mês extremamente úmido, contrastando com os meses anteriores e subsequentes. Isto indica que pela análise conjunta dos meses, há uma restrição hídrica no estado como as figuras a seguir evidência.

A mesma situação é observada pelo SPI e SPEI de 3 meses, ou seja, comparando-se o total de precipitação acumulada nos 3 meses (figuras 9 e 10).

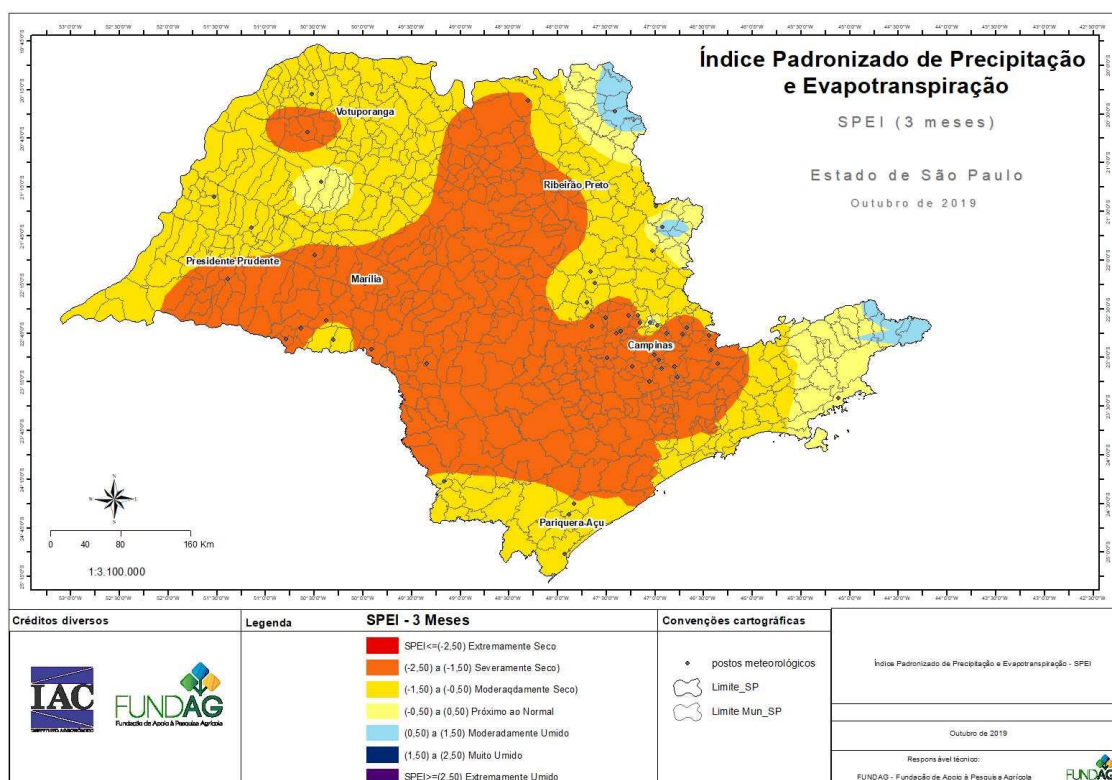


Figura 16. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de outubro de 2019.

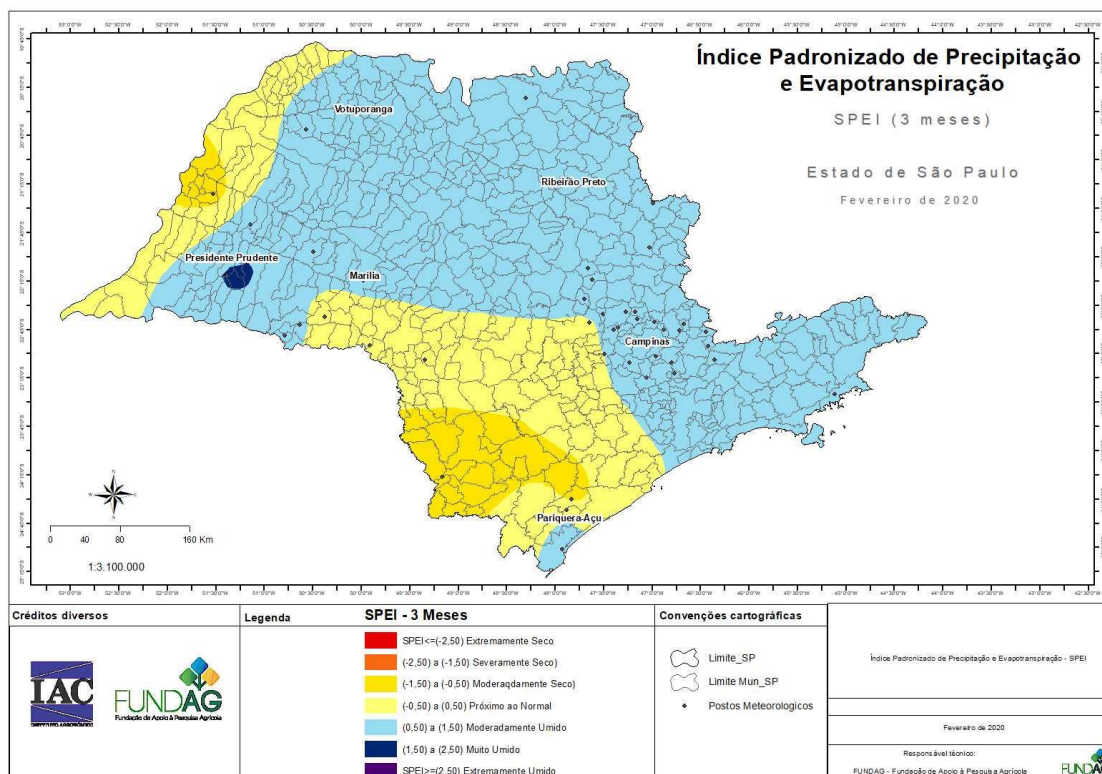


Figura 17. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de fevereiro de 2020.

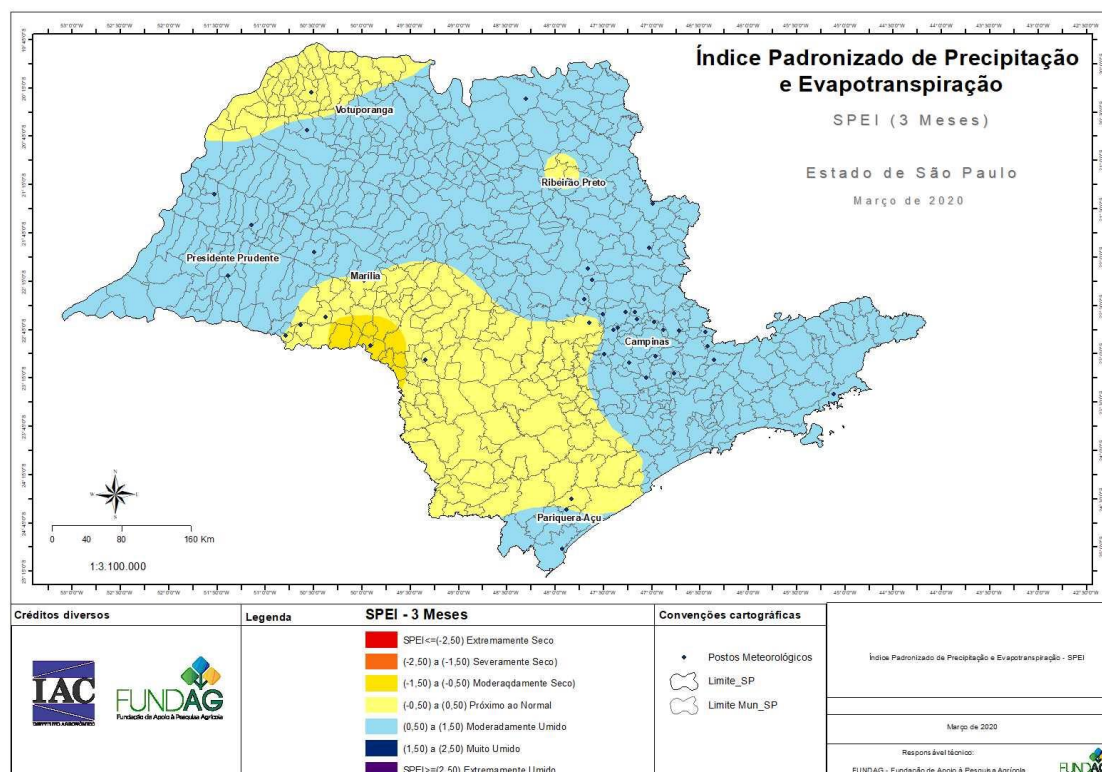
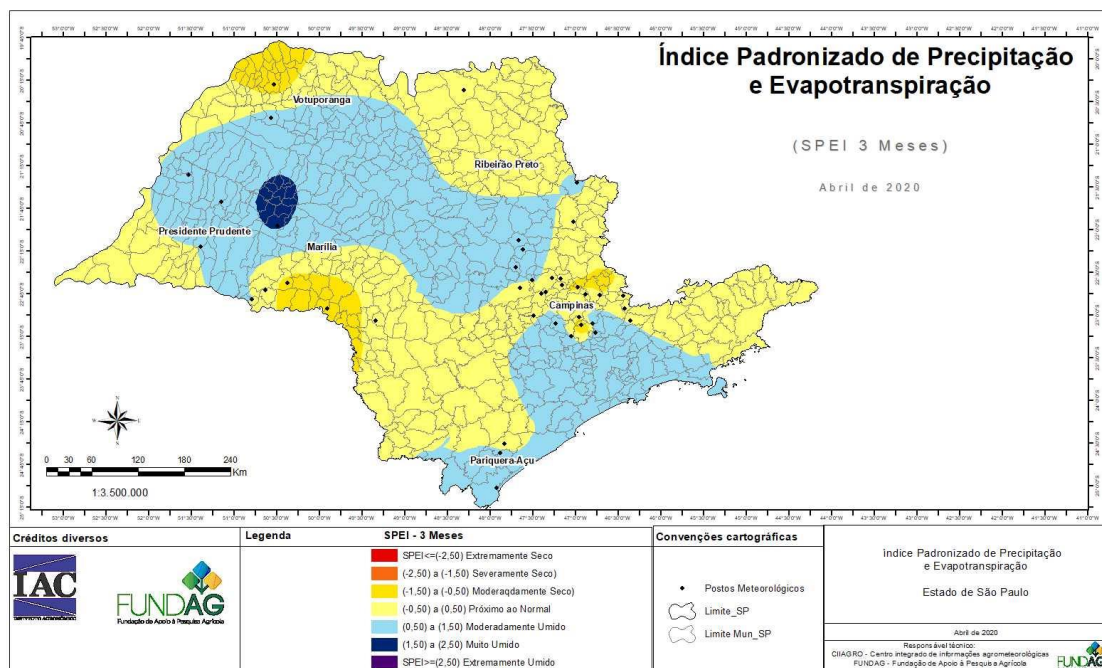


Figura 18. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de março de 2020.



Instituto Agronômico

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 19. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de abril de 2020.

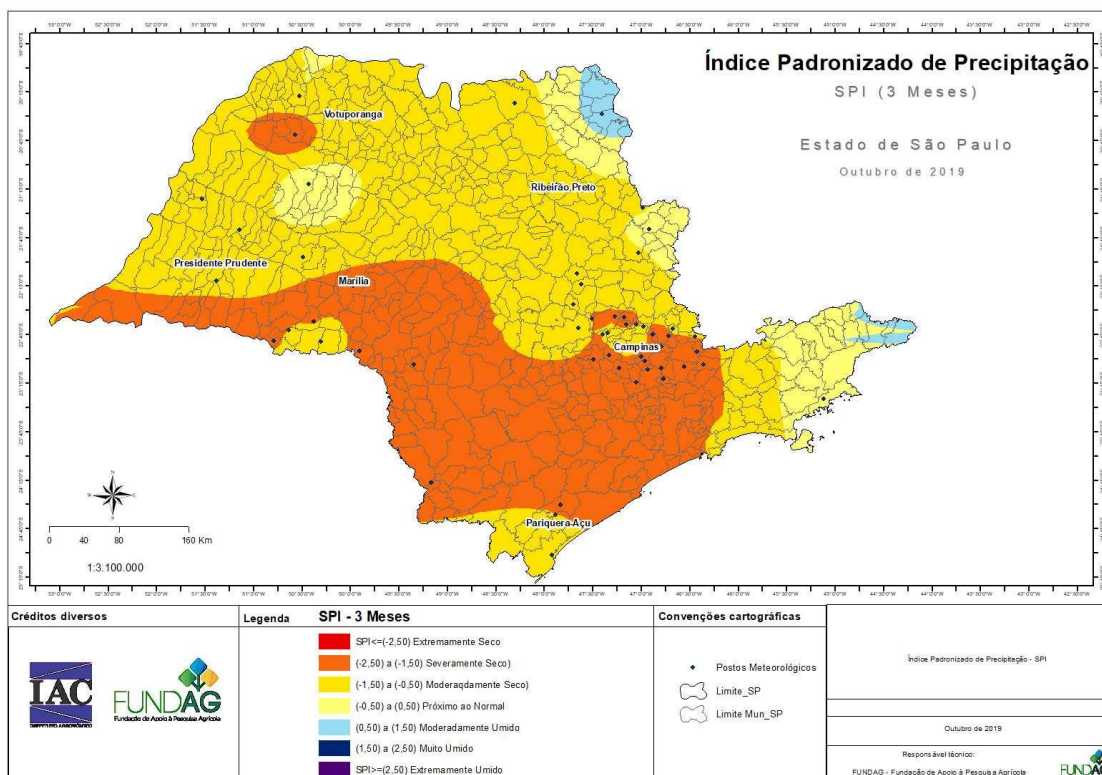


Figura 20. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de outubro de 2019.

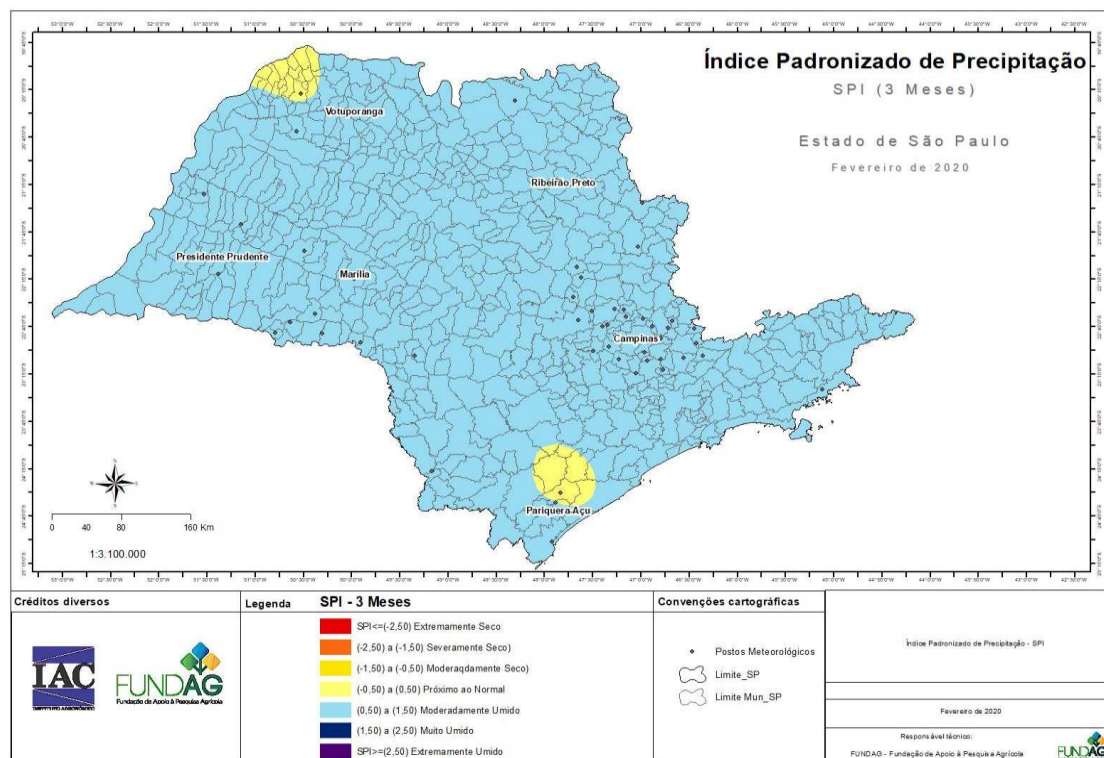


Figura 21. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de fevereiro de 2020.

Uma análise superficial destes índices, indicado pelas figuras 15 a 21 pode levar a pensar que as restrições hídricas estariam sendo eliminadas com o alto índice pluviométrico de fevereiro. Contudo não é este o fato como as figuras a seguir indicam.

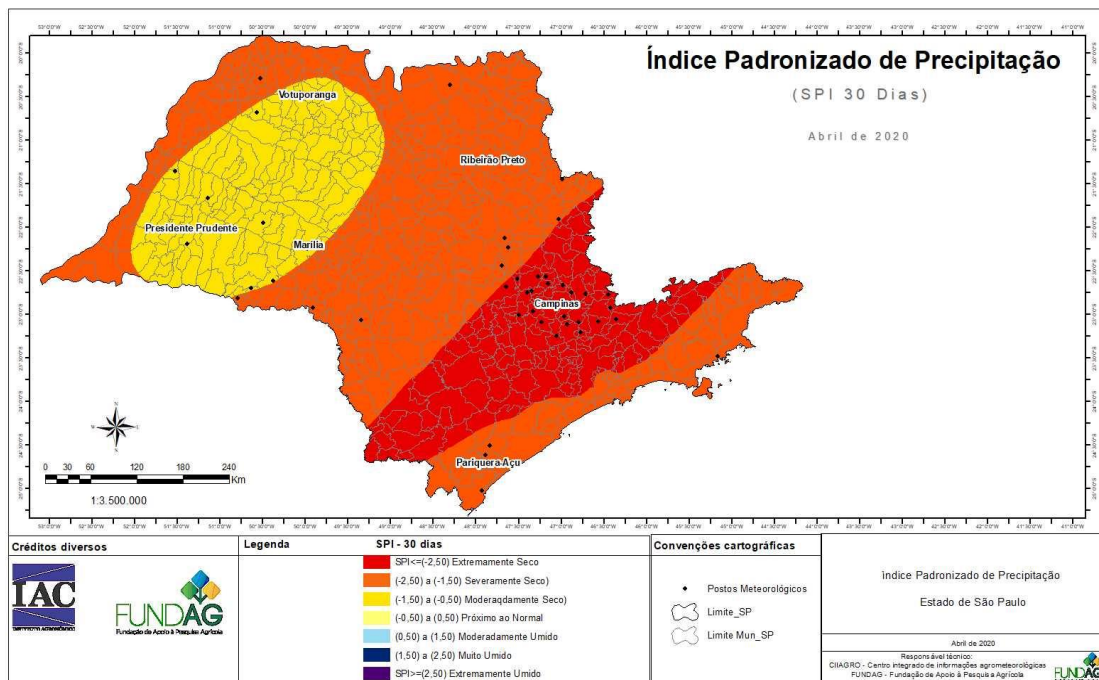


Figura 22. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala mensal (SPI-1) para o mês de abril de 2020.

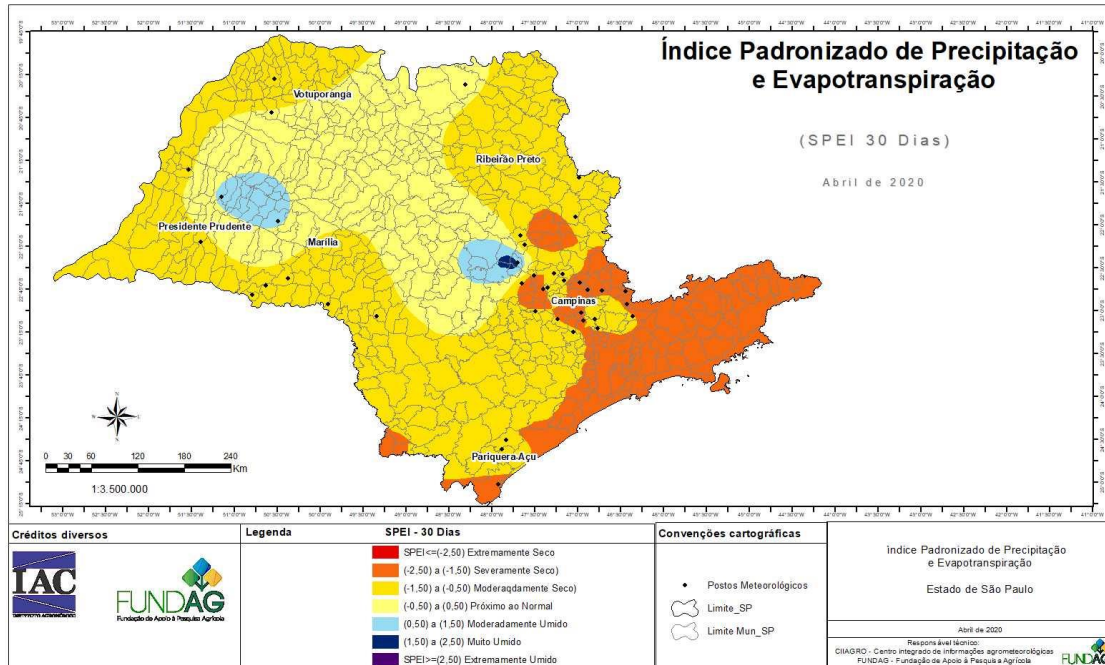


Figura 23. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala mensal (SPEI-1) para o mês de abril de 2020.

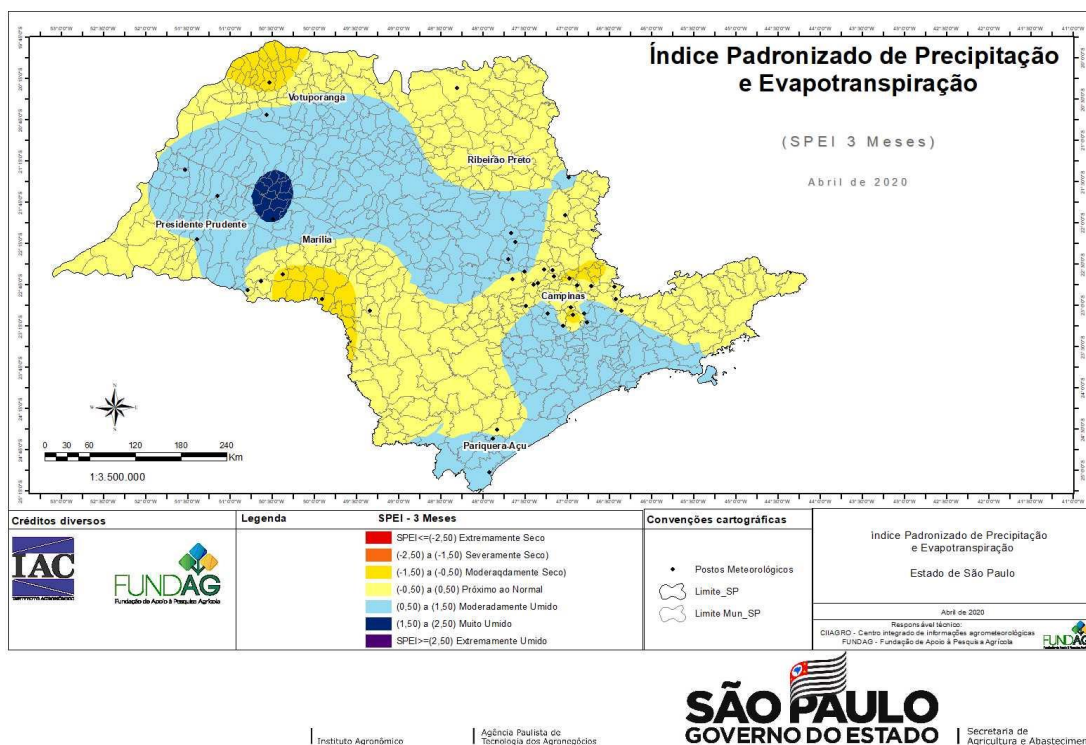


Figura 24. Índice padronizado de precipitação e evapotranspiração-SPEI em escala trimestral (SPEI-3) para o mês de abril de 2020.

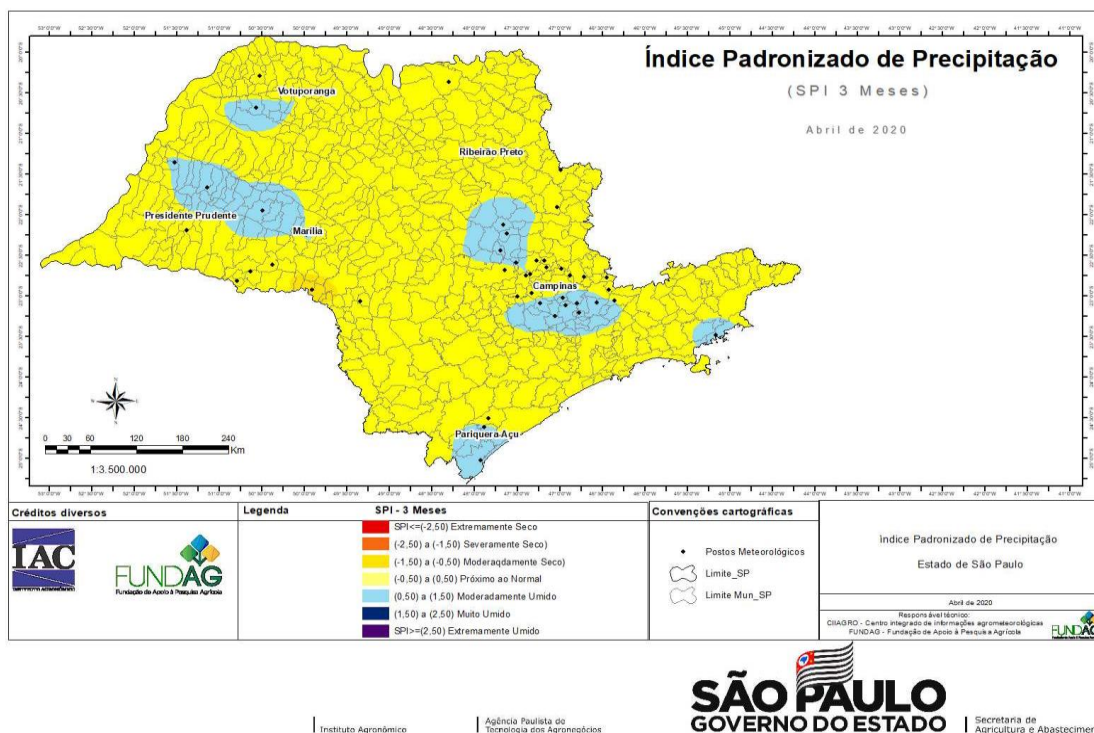


Figura 25. Índice padronizado de precipitação-SPI em escala trimestral (SPI-3) para o mês de abril de 2020.

A variabilidade temporal e espacial destes índices (SPEI e SPI) indica que a situação hídrica está vagarosamente caminhando para um sistema de redução séria em todo o Estado. Esta vagarosa, mas em constante decréscimo é melhor elucidada nas figuras 26 a 33.

A variabilidade temporal destes índices (SPI E SPEI) em escala de 30 dias e 90 dias é apresentada nas figuras 26 a 33. Observa-se que a restrição hídrica no Estado de São Paulo vem gradualmente acentuando (cripto fenômeno) alertando sobre possíveis efeitos. A situação mais dramática é indicada na Bacia do Paranapanema.

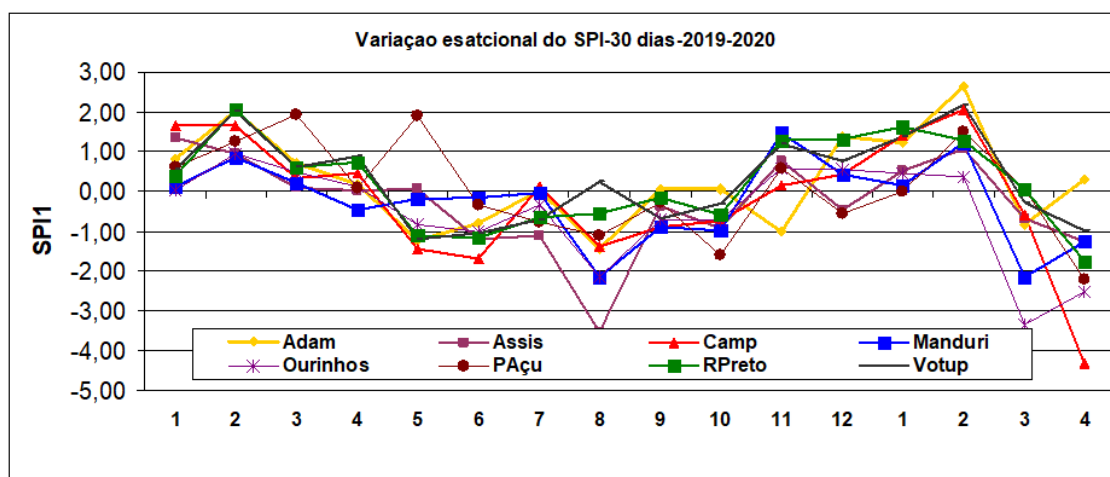


Figura 26. Variação sazonal (sazonal) do SPI em escala mensal (SPI-1) de outubro 2019 a abril de 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.

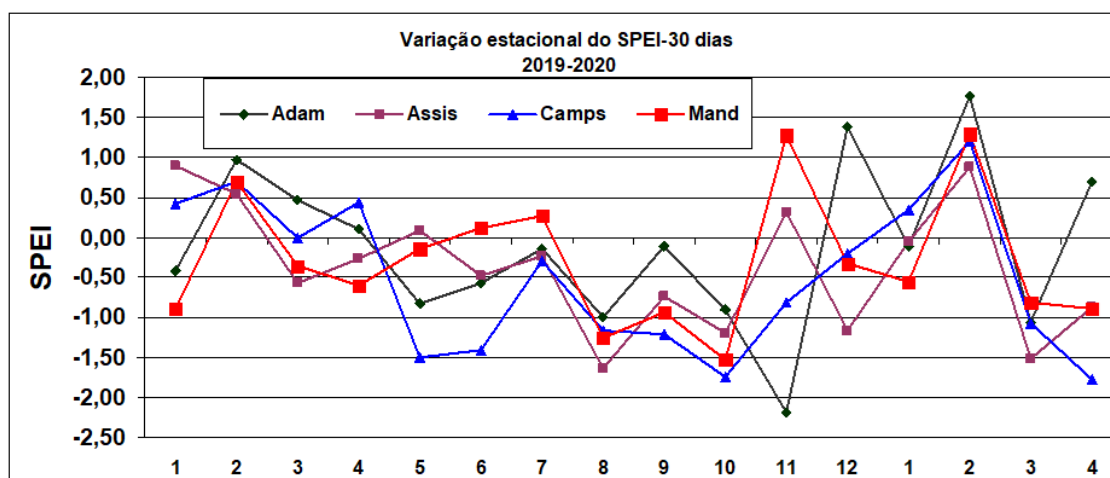


Figura 27. Variação sazonal (sazonal) do SPEI em escala mensal (SPEI-1) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.

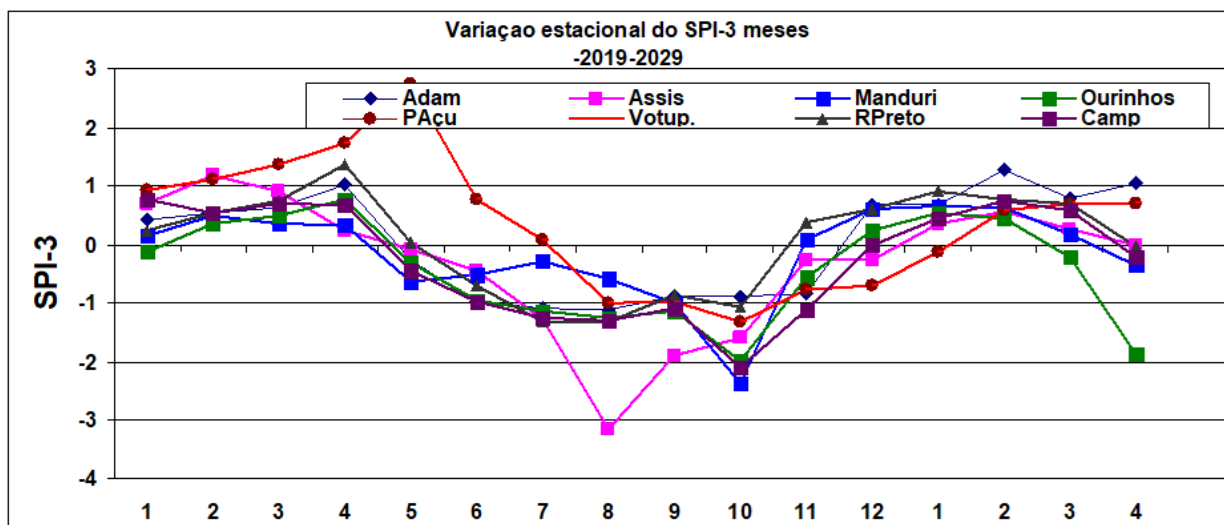


Figura 28. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala trimestral (SPI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.

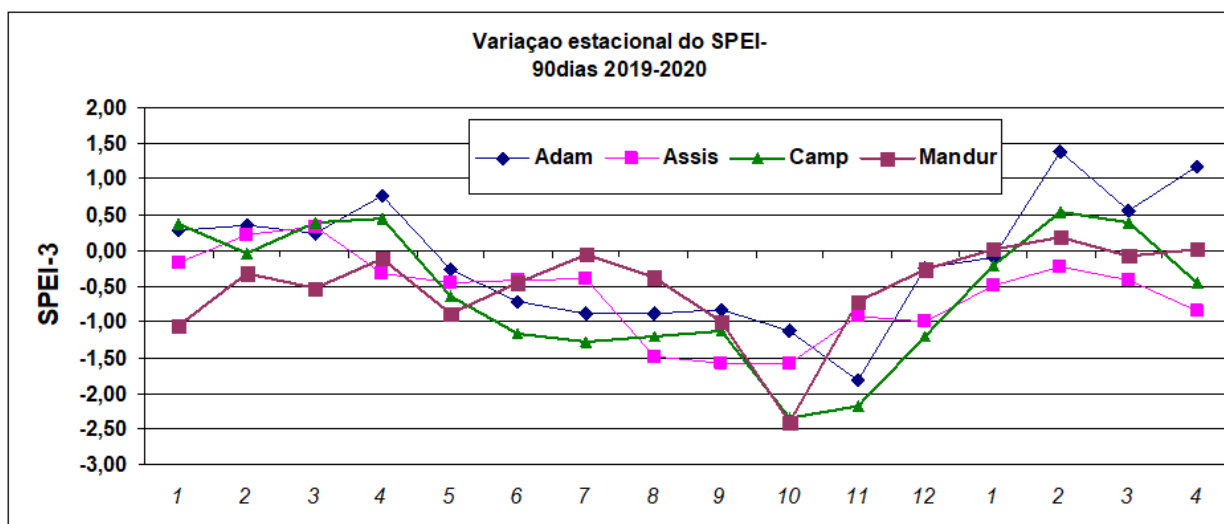


Figura 29. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala trimestral (SPEI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.

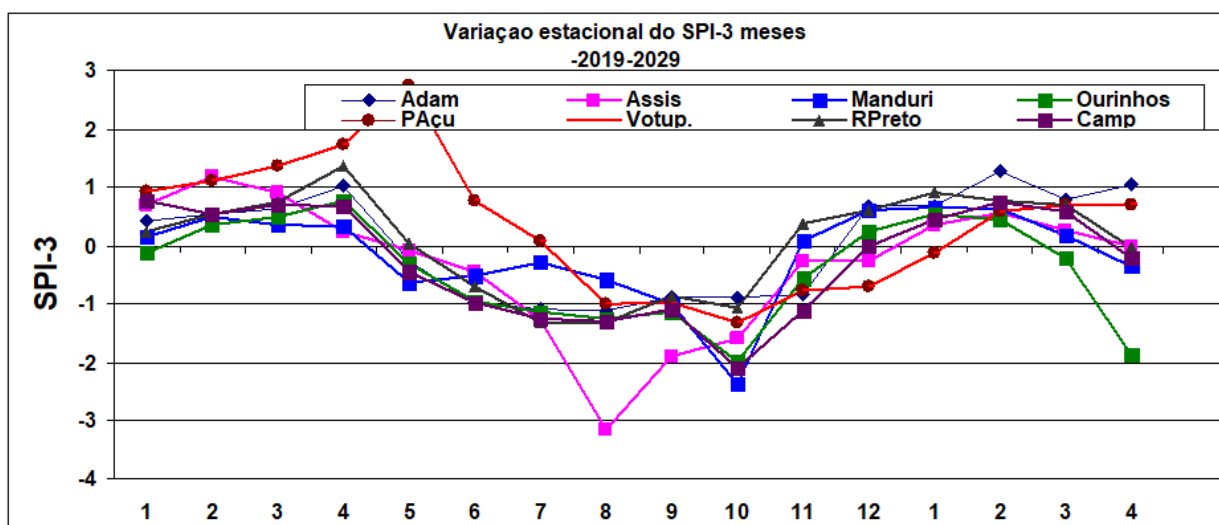


Figura 30. Variação sazonal (sazonal) do SPI em escala trimestral (SPI-3) de outubro 2019 a abril 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.

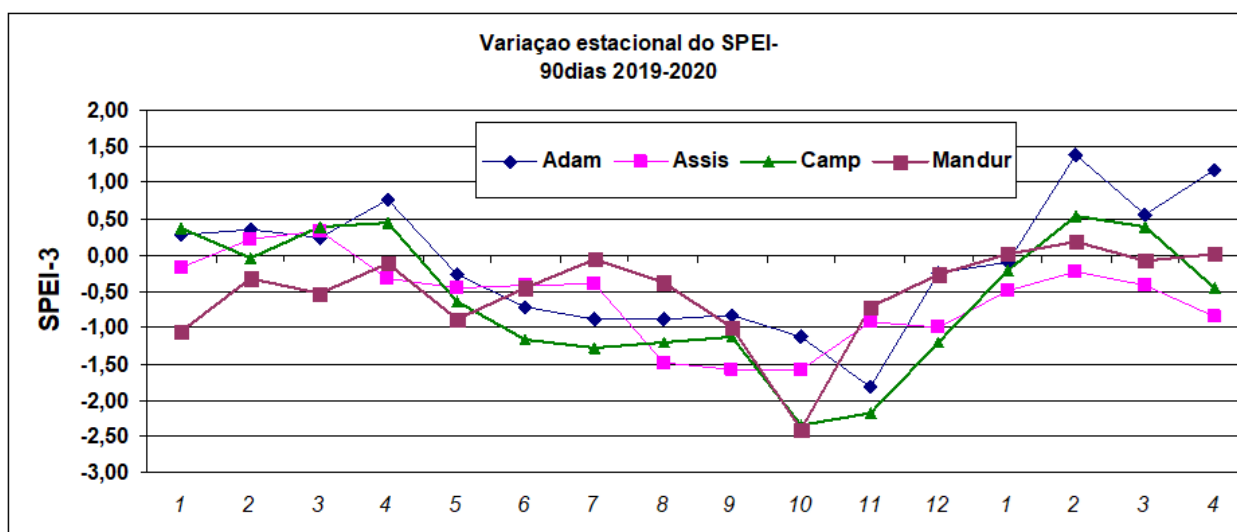


Figura 31. Variação sazonal (sazonal) do SPEI em escala trimestral (SPEI-3) de outubro 2019 a abril de 2020 em algumas localidades do Estado de São Paulo.

Os parâmetros descritos nas figuras 26 a 33 indicam que, embora com algumas oscilações, as características hídricas do Estado estão vagarosamente caminhando a um sistema de restrição que vai gradativamente se tornando mais grave.

Um fator de extrema importância na análise das reservas hídricas de uma região, recai sobre a recarga de aquíferos, tanto em nível superficial como sub-superficial, pois destas análises pode-se antever como será, por exemplo, o nível

dos reservatórios, para geração de energia como consumo humano, agrícola e industrial. O SPI (índice padronizado de precipitação) quando utilizado em escala bianual (2 anos) permite que esta análise possa ser feita, e da mesma trazer considerações futuras, englobando o que se observou até a data em referência, aliando os prognósticos de tempo e clima feitos pelos órgãos especialistas em Previsão de Tempo e Clima. A rede meteorológica operada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, sob coordenação do CIIAGRO, e pelas parcerias com os diversos comitês de Bacias Hidrográficas, com a CATI, com os Institutos da APTA e com o apoio do FEHIDRO, e pela **Gestão** oferecida pela FUNDAG, vem monitorando as condições hidrometeorológicas em diversos pontos no Estado de São Paulo. Esta rede, que pode ser acessada pelo site www.ciiagro.org.br/ema, fornece dados a cada 20 minutos, a cada hora e totais diários dos diversos elementos meteorológicos, em especial: chuva, temperatura do ar e umidade relativa. Estes dados, além de todo o suporte para a agricultura e defesa civil, podem dar importantes subsídios para previsão e suporte para programas de sustentabilidade da agricultura, segurança alimentar e segurança hídrica.

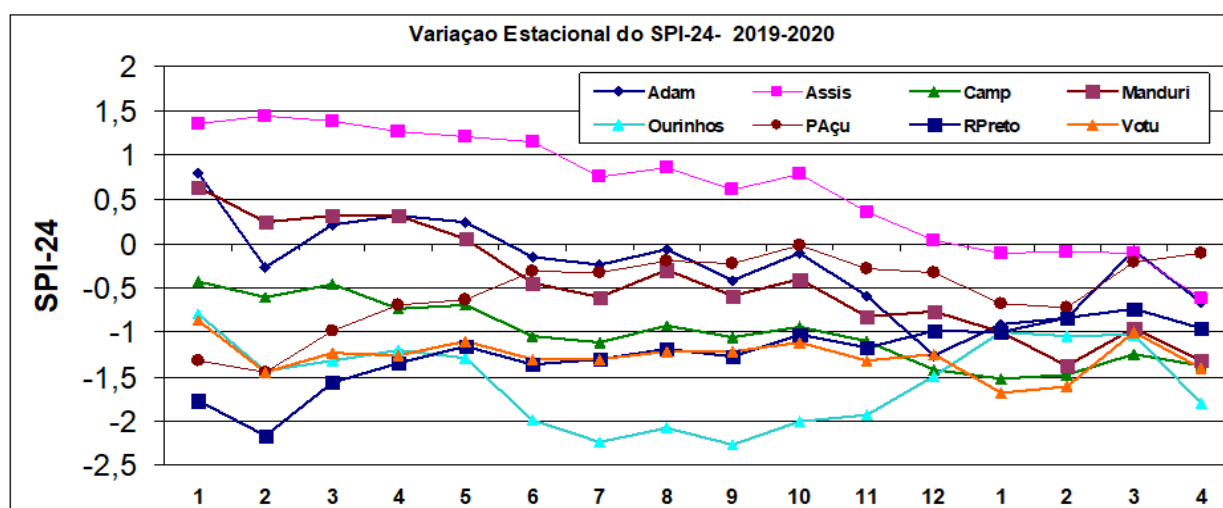


Figura 32. Variação estacional (sazonal) do SPI em escala bienal (SPI-24) de outubro 2019 a março 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.

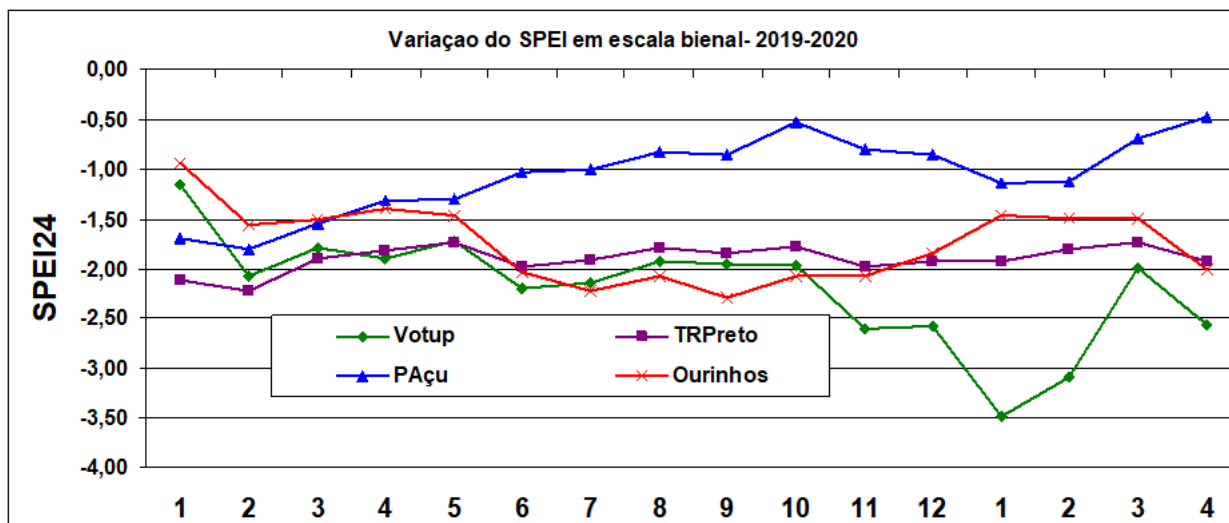


Figura 33. Variação estacional (sazonal) do SPEI em escala bianual (SPEI-24) de outubro 2019 a março 2020 e algumas localidades do Estado de São Paulo.

Observa-se que no momento atual a segurança hídrica do Estado está ameaçada pelo comprometimento das reservas hídricas nos reservatórios, pela falta adequada de chuva, que pode trazer sérios problemas, como racionamento de água e energia.

A análise do SPI em escala bianual (SPI-24) considerando-se um tempo de retroação de 24 meses, demonstrando que sob o ponto de vista hidrológico esta situação está séria, e como não temos mecanismos de evitar o fenômeno seca, devemos sim utilizar-se de técnicas e ações que possam mitigar ou amenizar ao longo do tempo os efeitos danosos desta situação. Os dados indicam que o Vale do Ribeira, ainda não atingiu condições críticas, e ressalta-se Assis, que pela sua posição orográfica, pode não refletir todo o Vale do Paranapanema.

As condições de restrição hídrica com efeito hidrológico podem ser avaliadas pelo SPI e SPEI em escala de 24 meses (SPI-24); (SPEI-24), conforme apresentado nas figuras 32 e 33, e nas figuras 34 e 35. O quadro 5 apresenta o efeito acumulativo das restrições hídricas, e isto é corroborado com o quadro 1, que compara o total de precipitações registrado em abril com as médias históricas deste mesmo mês. Os dados indicam a baixa precipitação em todo o Estado e o ponto marcante é Campinas, que em 131 anos de registros a média é 64,3 mm e em somente 10 anos foram observados em abril, valores abaixo de 10 mm e 2 anos com valores nulos.

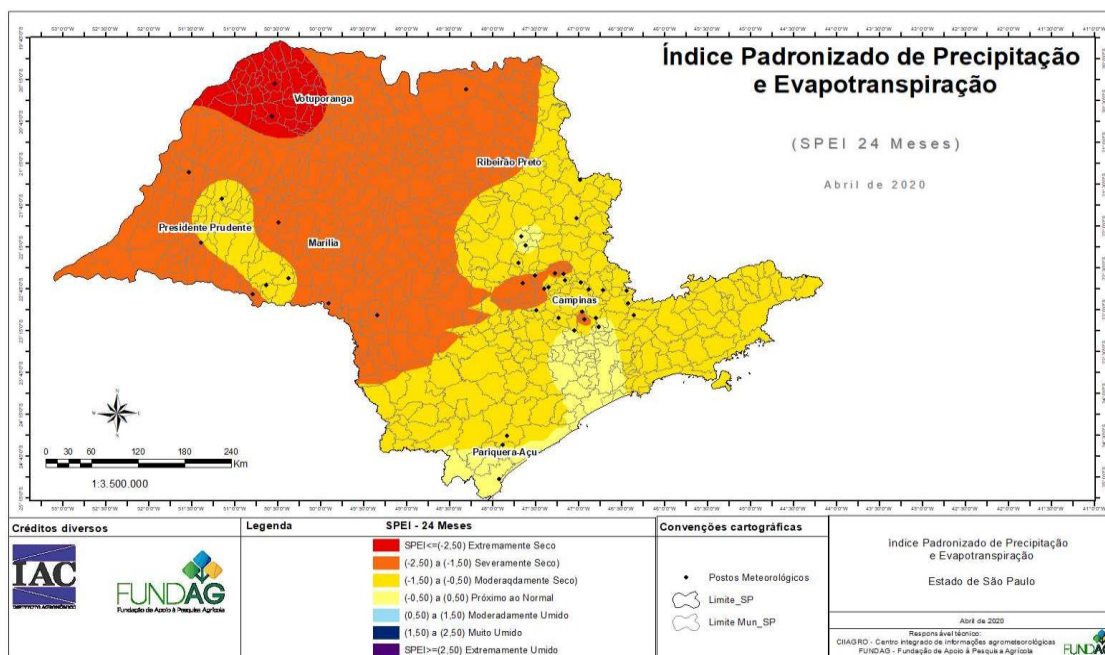


Figura 34. Variação espacial do SPEI em escala bienal (SPEI-24) no mês de abril de 2020.

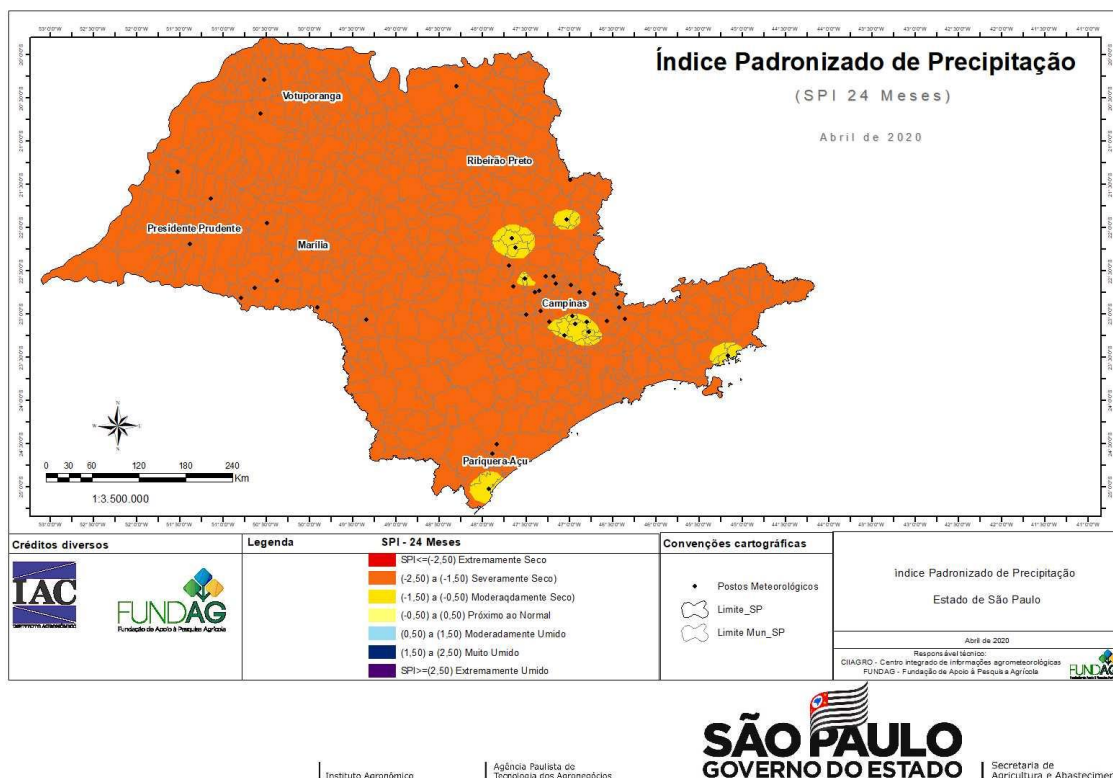


Figura 35. Variação espacial do SPI em escala bienal (SPI-24) no mês de abril de 2020.

Esta situação também é observada em quase todo o Estado, tornando-se em seca hidrológica, demonstrando a necessidade de se antecipar medidas mitigatórias para redução dos efeitos negativos desta restrição hídrica.

Assim, sob o ponto de vista hidrológico, a situação já vem se agravando há tempos no Estado, e programas como o **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)**, o **Programa de Desenvolvimento da Irrigação (PDAI)**, os processos de outorga do uso da água realizados pelo **DAEE**, e a constante monitorização meteorológica como realizada pela **SAA**, com apoio da **FUNDAG** devem ser implementados junto com seus programas.

6.2. Situação da Agricultura-Seca Agronômica

A agricultura e seus processos são os fatores mais sensíveis e susceptíveis a qualquer anomalia climática ou extremo meteorológico, como seca ou geada. Neste contexto as culturas em desenvolvimento no Estado de São Paulo, estão sendo afetadas pelo período de estiagem, combinadas com as altas temperaturas e baixa umidade. Uma das maneiras de avaliar o efeito da variabilidade da precipitação sobre as culturas é pela análise da água disponível no solo das plantas. Isto pode ser avaliado pela umidade do solo em períodos sucessivos. Neste caso o valor médio da umidade do solo até a profundidade de 40 cm para distintas regiões do Estado, abrangendo diferentes tipos de solos. Os valores críticos de umidade (U_c) para os diferentes tipos de solo analisados são apresentados no quadro 5. Por umidade crítica indica-se o limite abaixo do qual o estresse hídrico as plantas é elevado, e as mesmas não conseguem suprir a demanda evaporativa da atmosfera.

Quadro 5. Valores críticos de umidade do solo em volume (cm^3/cm^3) para algumas localidades.

Localidade	Umidade Crítica
Adamantina	0,14
Assis	0,24
Barretos	0,21
Campinas	0,22
Manduri	0,23
Marília	0,16
Mococa	0,22
Parquera Açu	0,16
Ribeirão Preto	0,22
Votuporanga	0,19

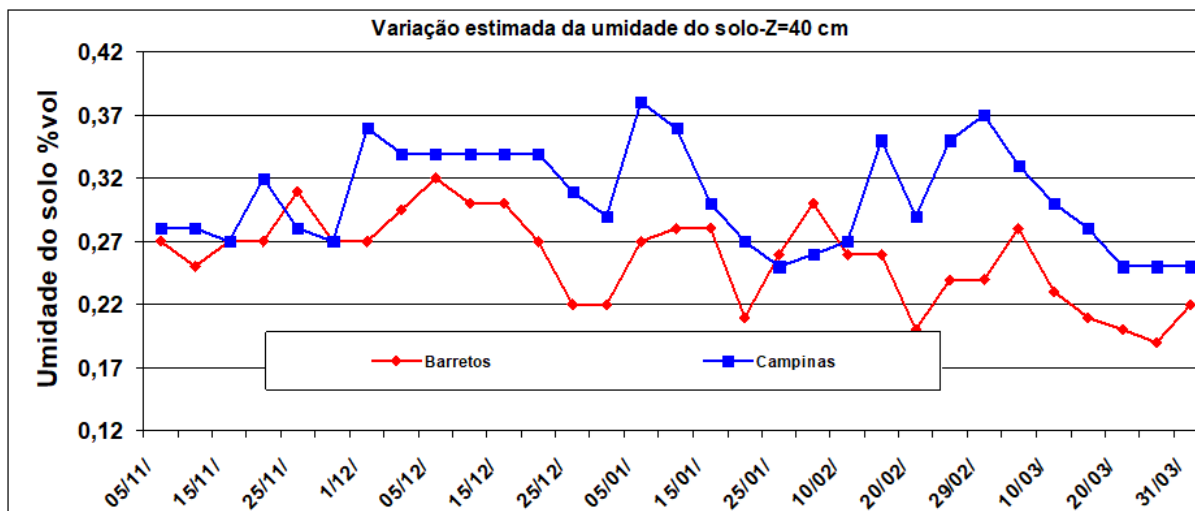


Figura 36. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.

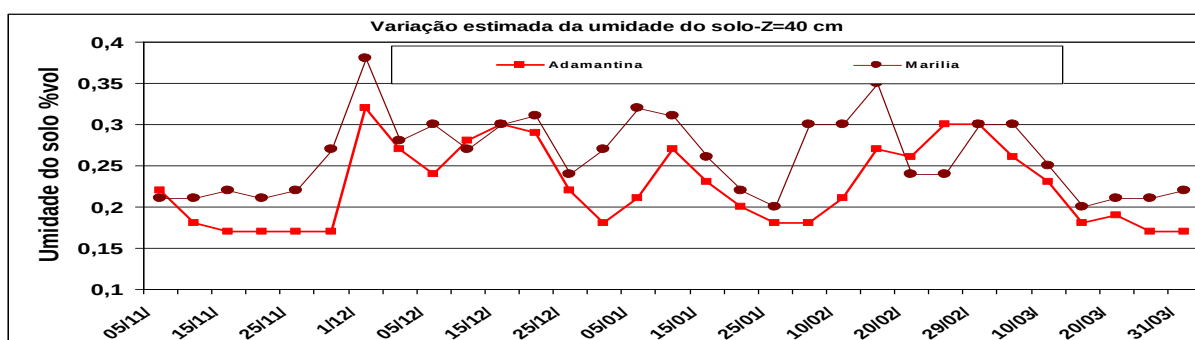


Figura 37. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.

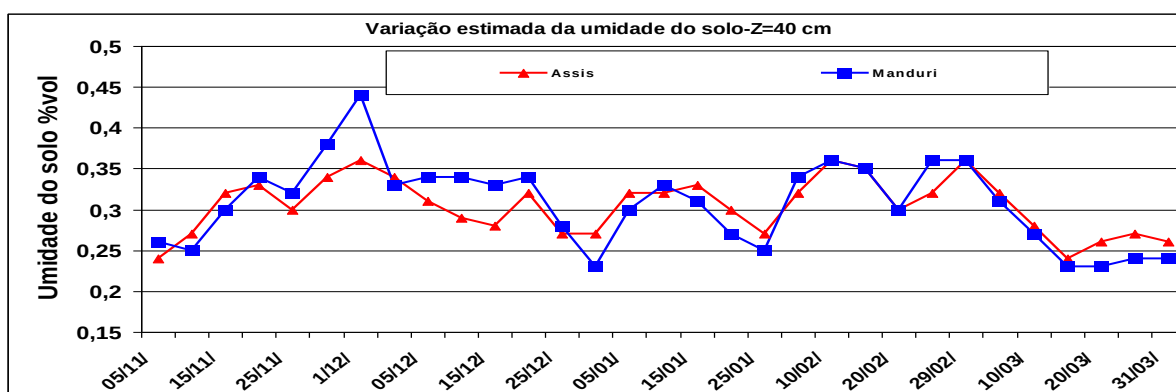


Figura 38. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.

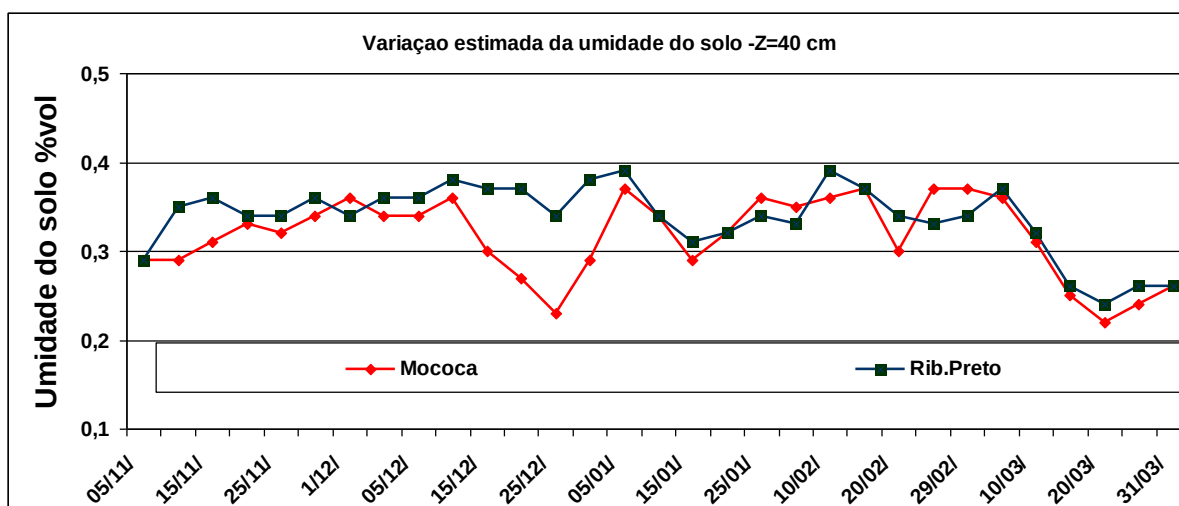


Figura 39. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.

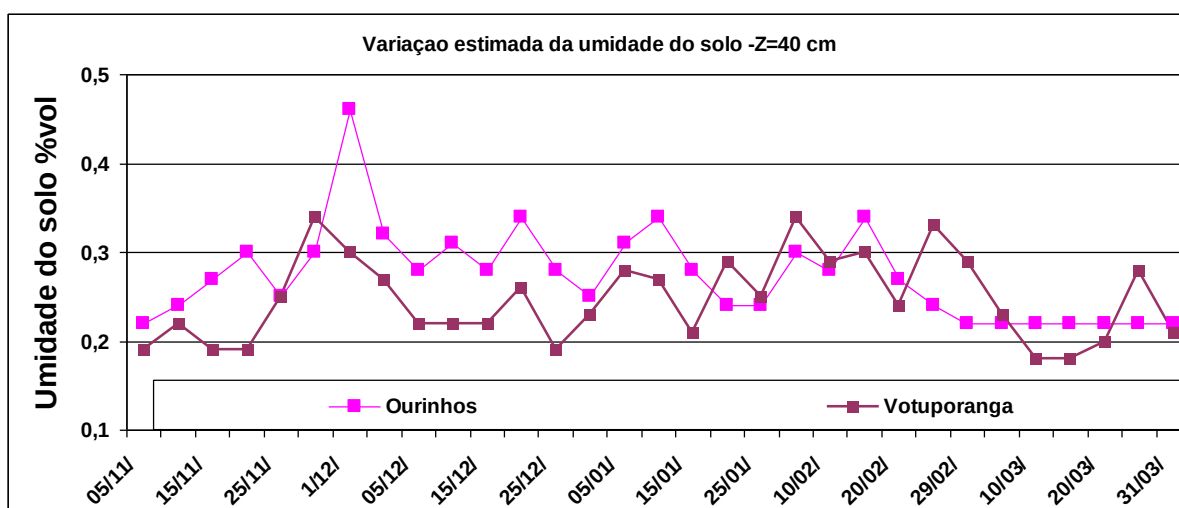


Figura 40. Valores médios da umidade do solo de outubro 2019 a março 2020 em diferentes locais no Estado de São Paulo.

6.2.1. Análise Agrometeorológica

As características específicas diárias podem ser acessadas no site www.cati.sp.gov.br/rededataclima ou www.ciiagro.sp.gov.br. Assim, os exemplos aqui descritos refletem de certa forma o Estado, exceto por observações muito localizadas de precipitação. Outra maneira de qualificar o estresse hídrico ao qual as plantas estão sendo submetidas ou ao grau de desenvolvimento em função da

umidade do solo são apresentadas nas figuras 41 a 47. Estas figuras indicam que ao longo do desenvolvimento das plantas as mesmas foram submetidas a períodos sucessivos de restrição hídrica. Tal análise indica a necessidade da adaptação das culturas a estes períodos críticos quer pelo melhoramento genético ou práticas agrônômicas de mitigação dos efeitos negativos. Nas figuras 41 a 44 observamos as condições de satisfação hídrica (atendimento à demanda hídrica) das culturas e índice relativo de desenvolvimento. Estas figuras indicam que as condições de umidade do solo foram desfavoráveis a críticas em várias épocas no desenvolvimento das culturas em quase todo o Estado.

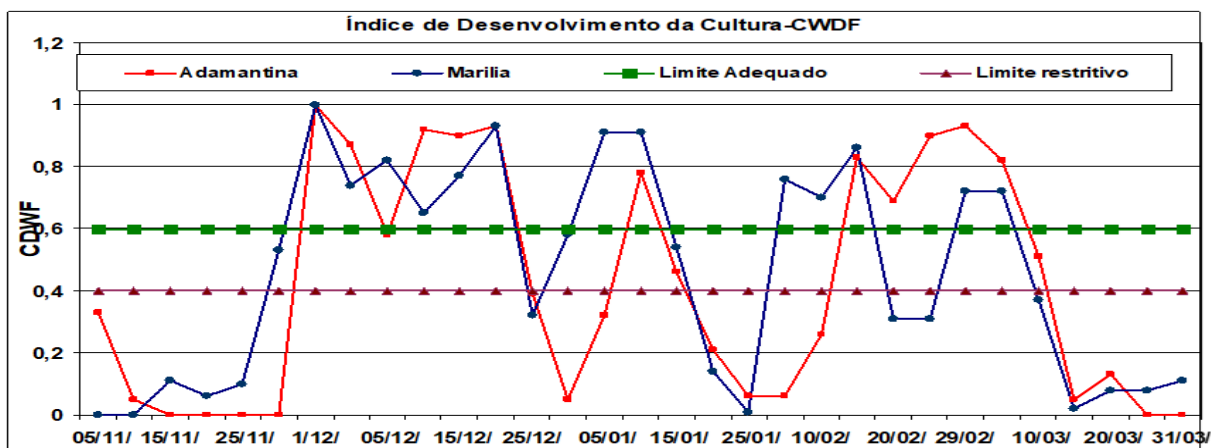


Figura 41. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

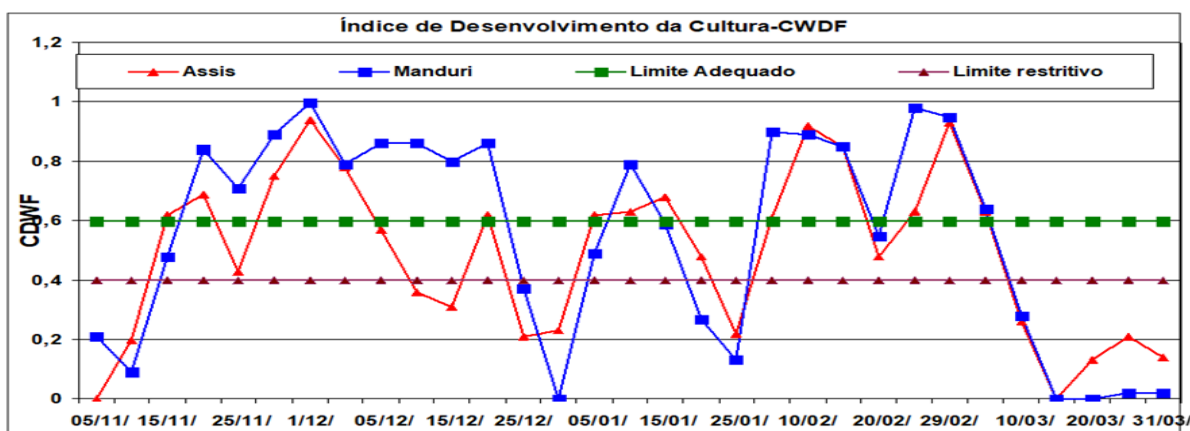


Figura 42. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

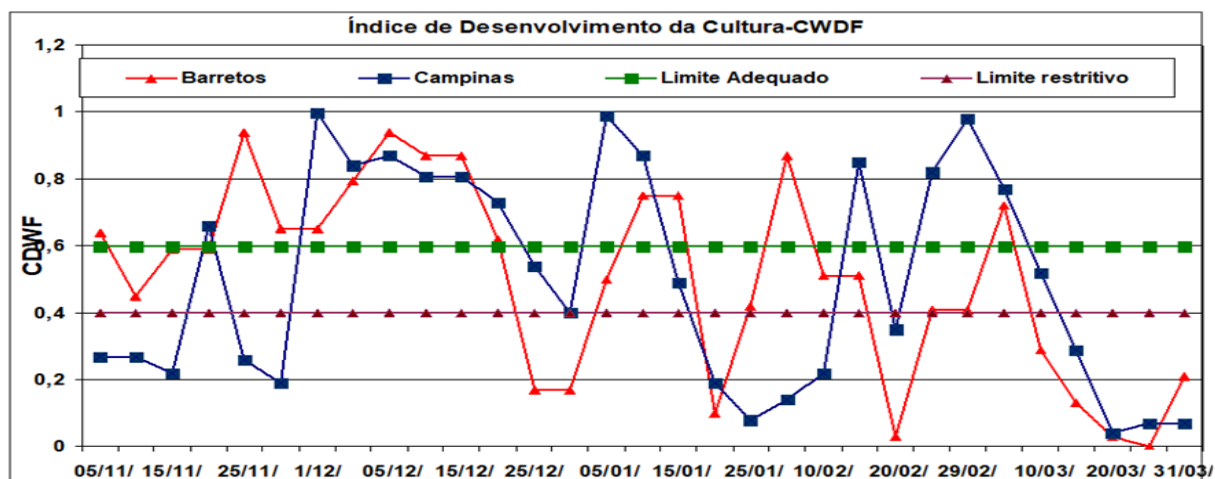


Figura 43. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

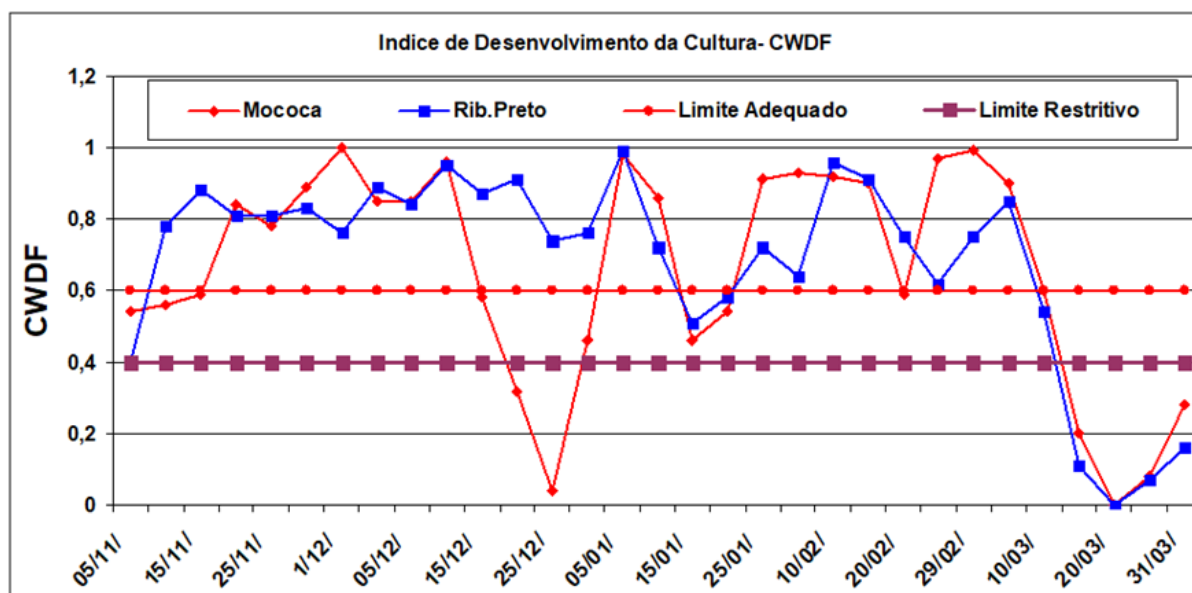


Figura 44. Condições de desenvolvimento da cultura em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

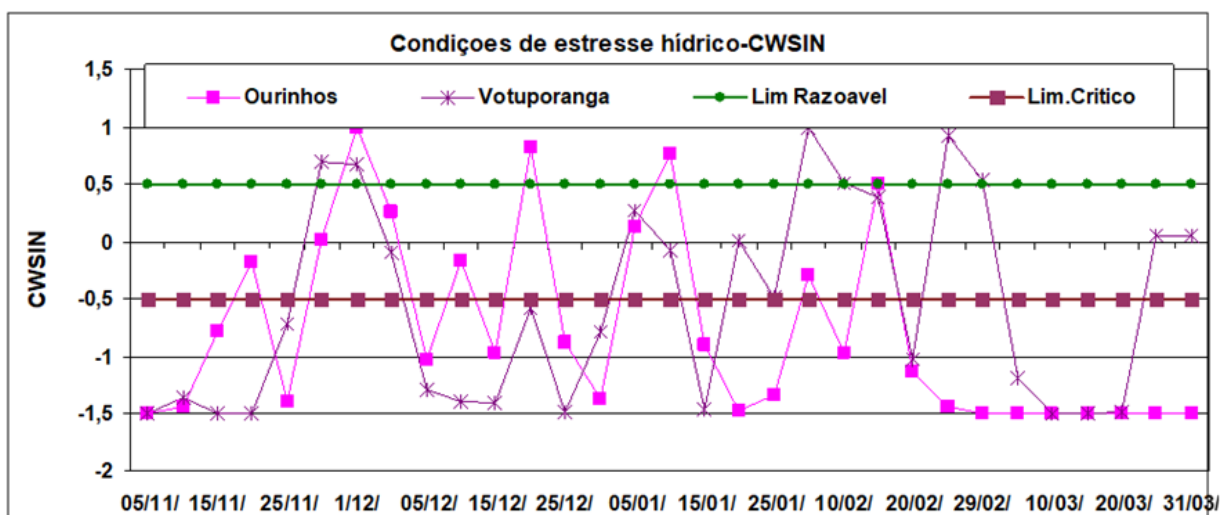


Figura 45. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

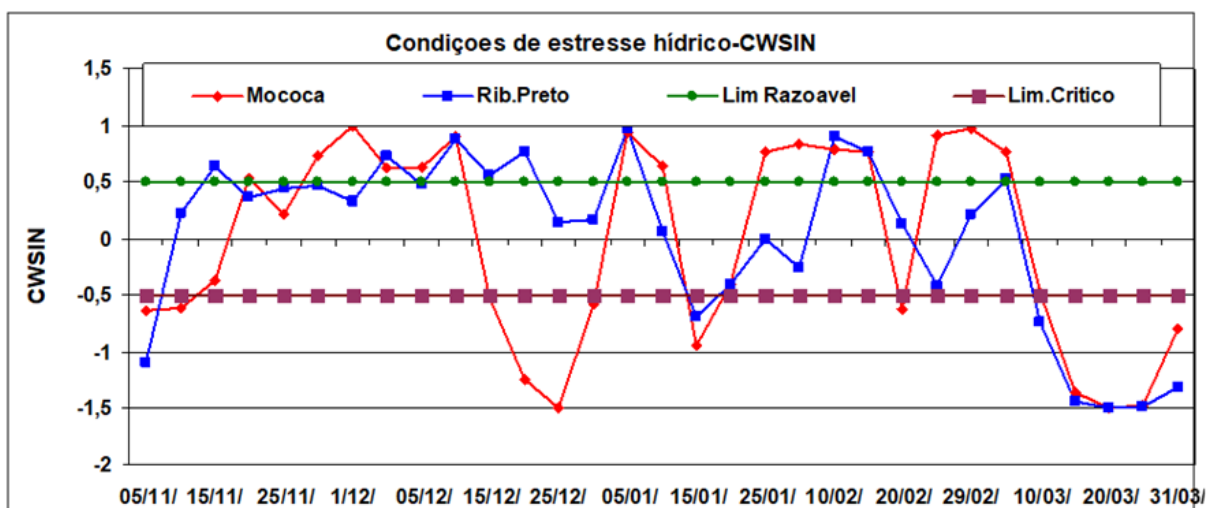


Figura 46. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

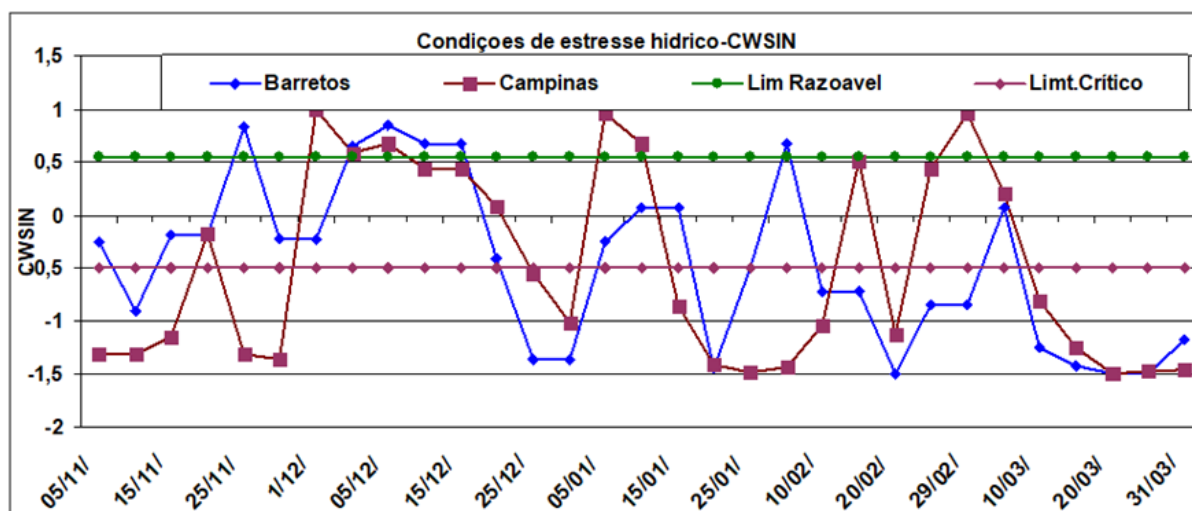


Figura 47. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

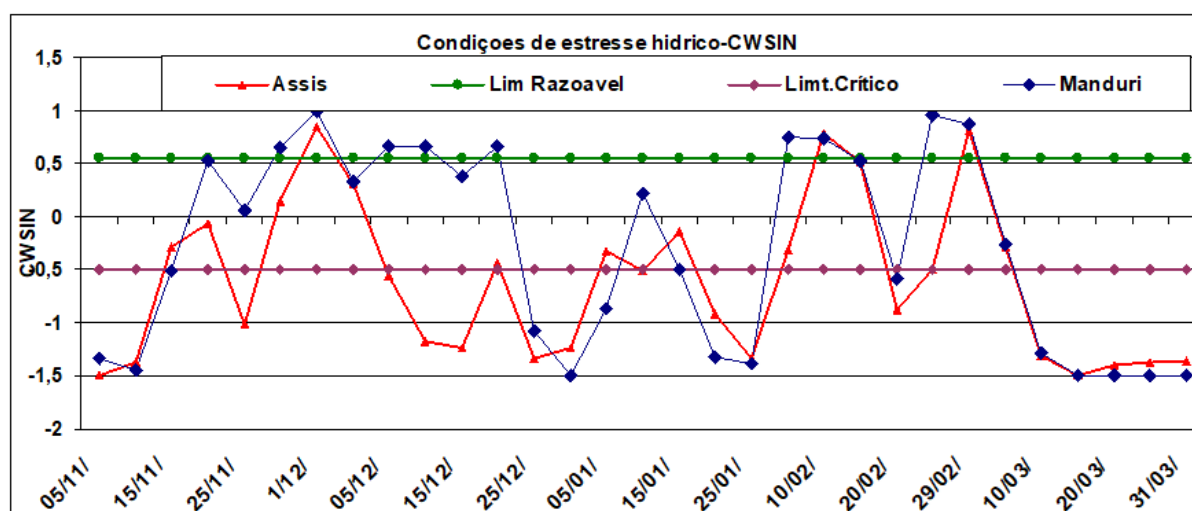


Figura 48. Estresse hídrico sobre as culturas em função da umidade do solo para algumas localidades do Estado de São Paulo.

As figuras 45 a 48 evidenciam o estresse hídrico sobre as culturas durante fases fenológicas das culturas, em especial início de novembro, parte de fevereiro e final de março.

6.2.2. Balanços Hídricos

O Balanço Hídrico é uma ferramenta que possibilita quantificar de maneira dinâmica e sequencial os períodos de excedente e deficiência hídrica a que as culturas estão sendo submetidas. Embora o conceito inicial do balanço hídrico sugere que o solo tem uma capacidade fixa de armazenamento, no caso do CIIAGRO este parâmetro é variável conforme os índices CWDF e CWSIN apresentados, além do que os diferentes tipos de solo que refletem diferentes capacidades de retenção de água podem ser avaliados. Nesta análise foram desenvolvidos balanço hídricos representativos das seguintes bacias hidrográficas: **Paranapanema; Aguapeí Peixe; Vale do Paraíba, Vale do Ribeira e Litoral; Pardo e Sapucaí Mirim; Turvo e São José dos Dourados; Piracicaba; Médio Tietê.**

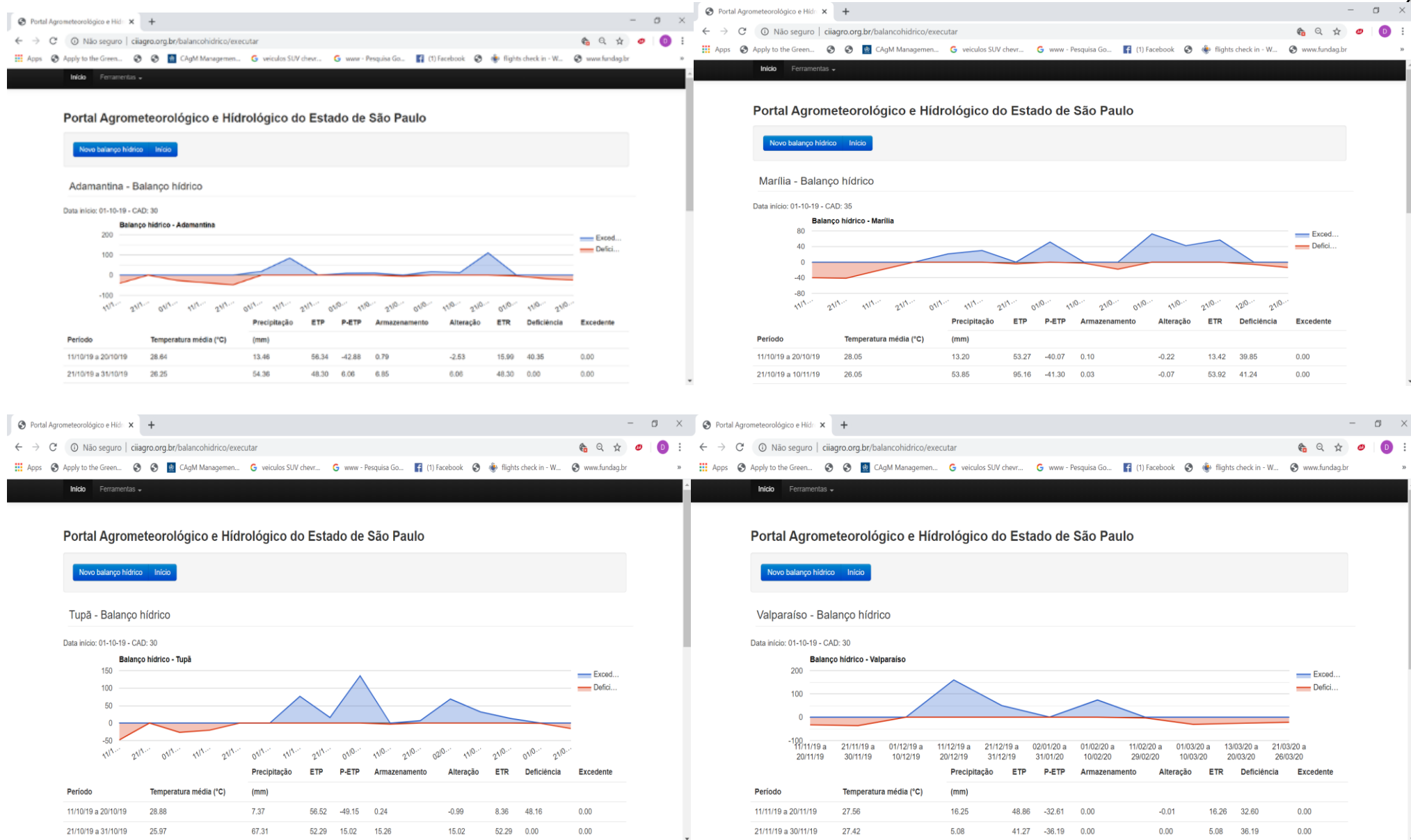


Figura 49. Balanços hídricos representativos do CBH-AP de outubro 2019 a março 2020.

Observa-se que neste comitê de bacias hidrográficas a intensidade de escassez de água não foi muito elevada para atender demanda das culturas.

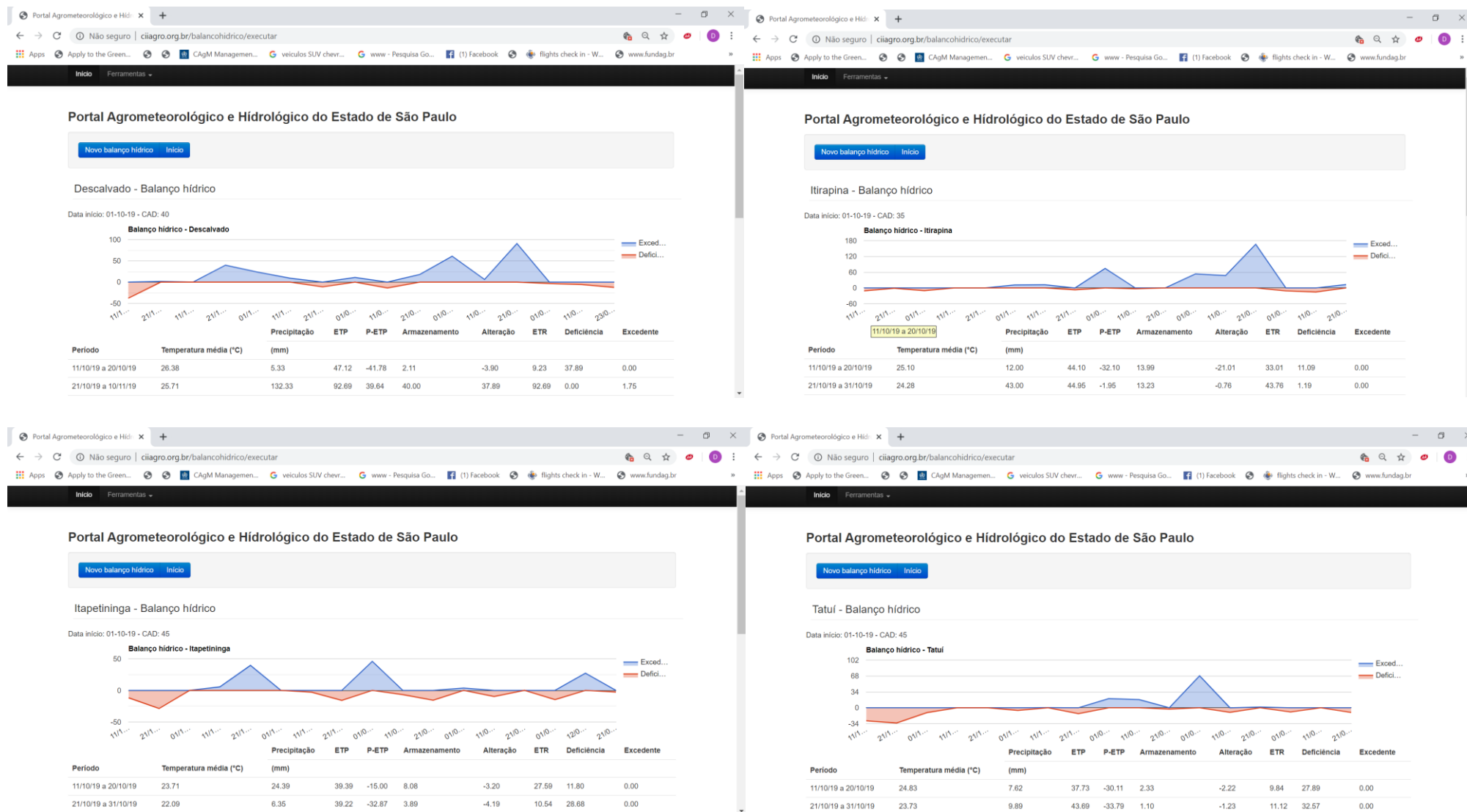


Figura 50. Balanços hídricos representativos do CBH-SMT de outubro 2019 a março 2020.

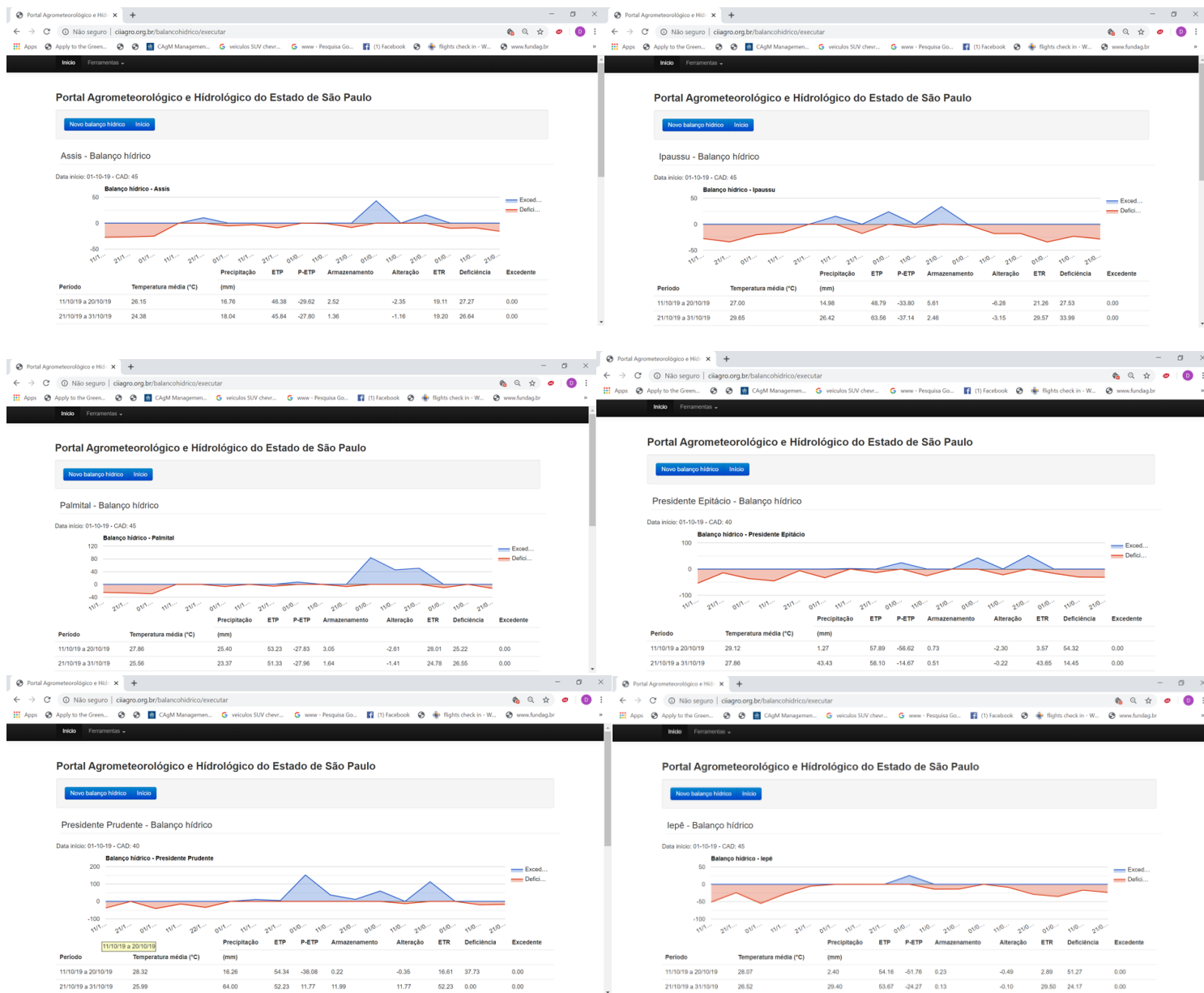


Figura 51. Balanços hídricos representativos da Bacia do Paranapanema de outubro 2019 a março 2020.

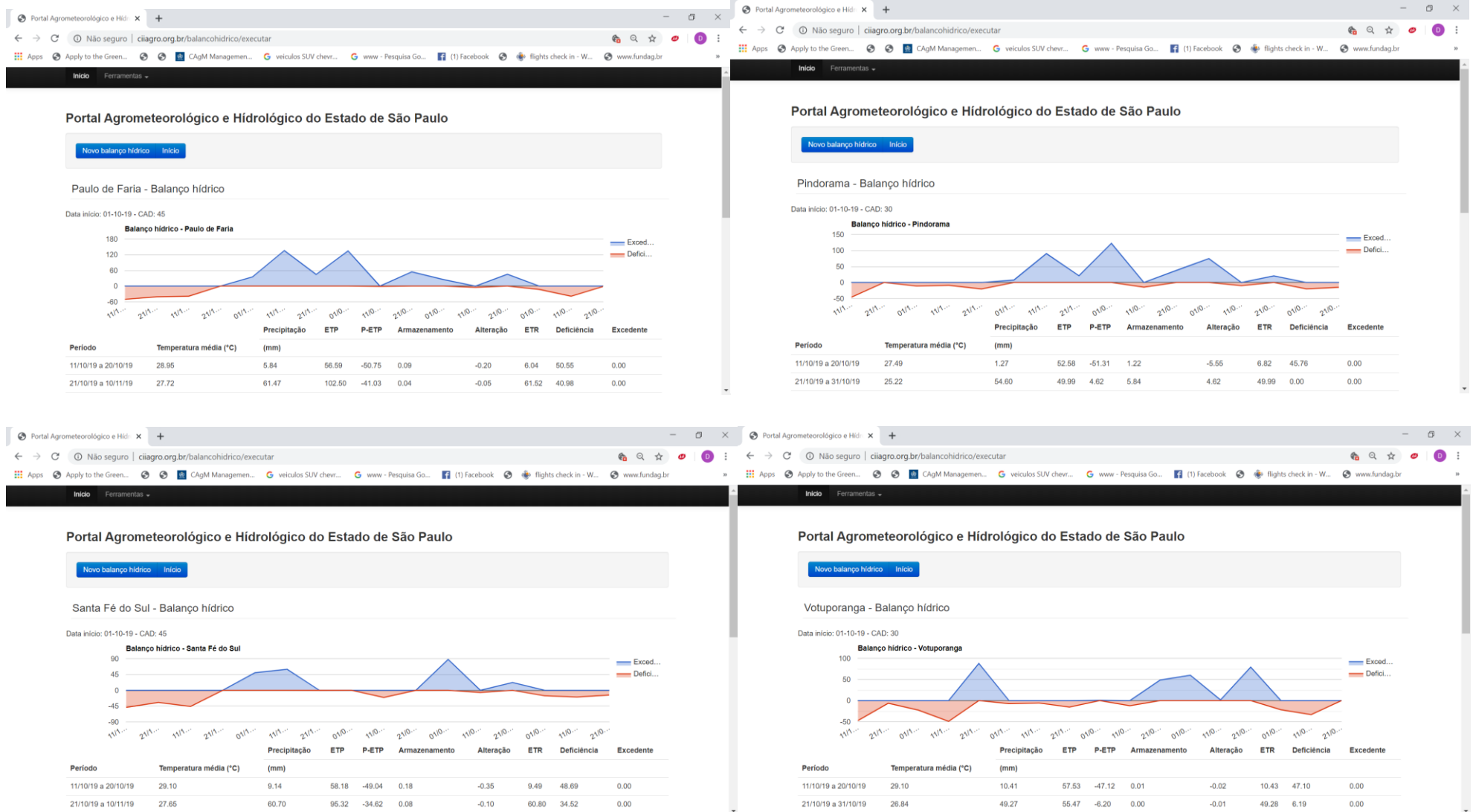


Figura 52. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-SJD e CBH-TG de outubro 2019 a março 2020.

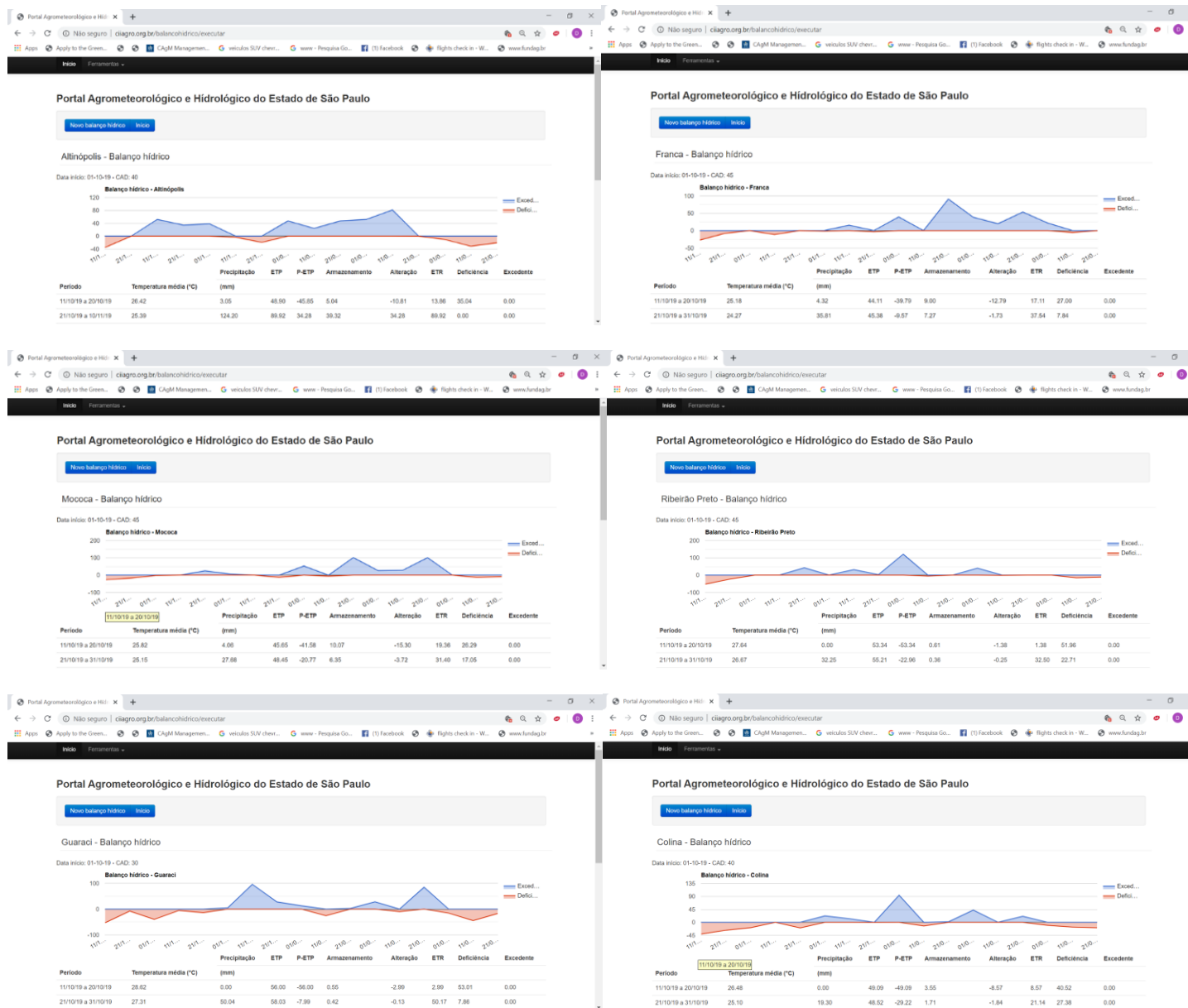


Figura 53. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-BPG, Pardo-SMG de outubro 2019 a março 2020.

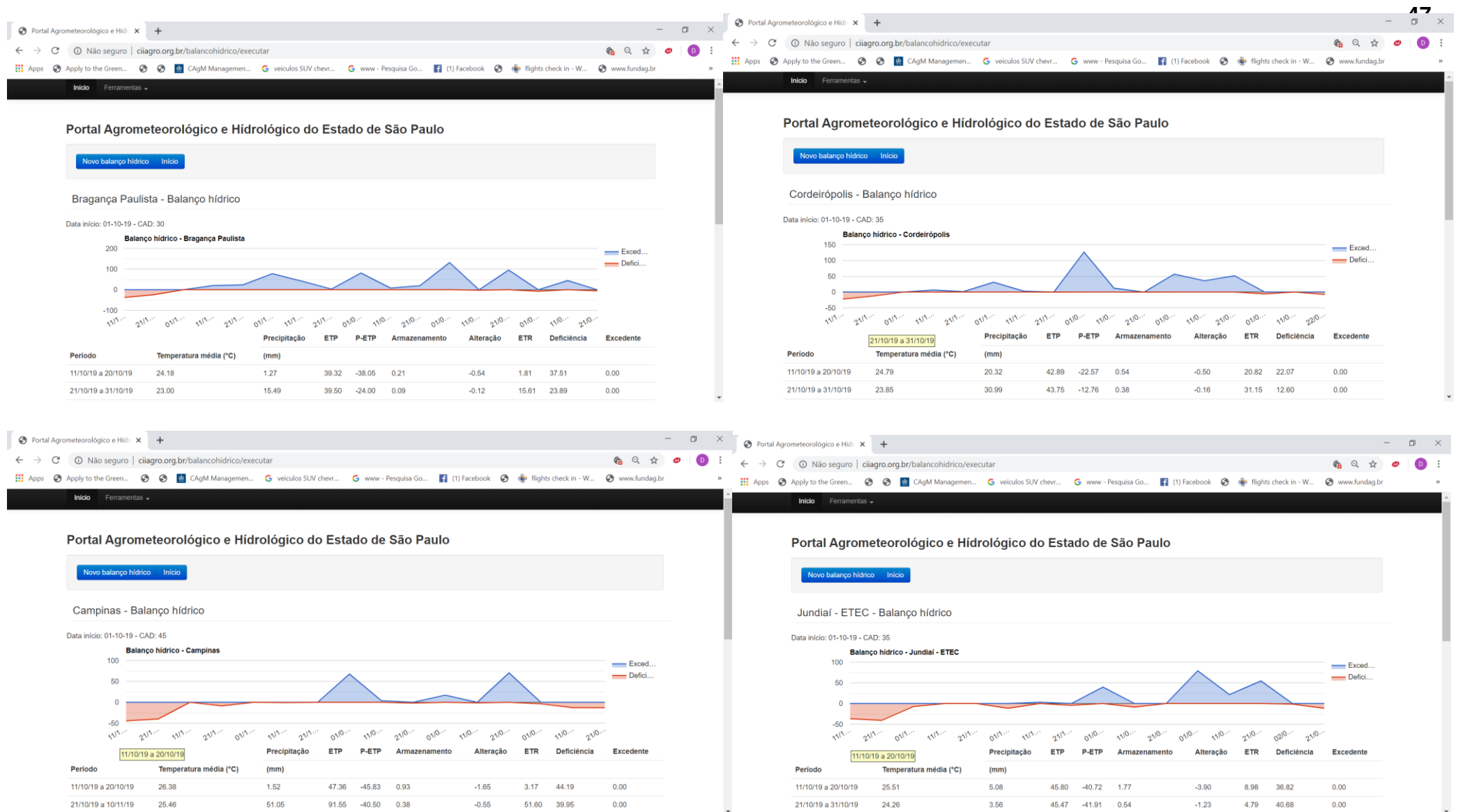


Figura 54. Balanços hídricos representativos do CBH-PCJ de outubro 2019 a março 2020.

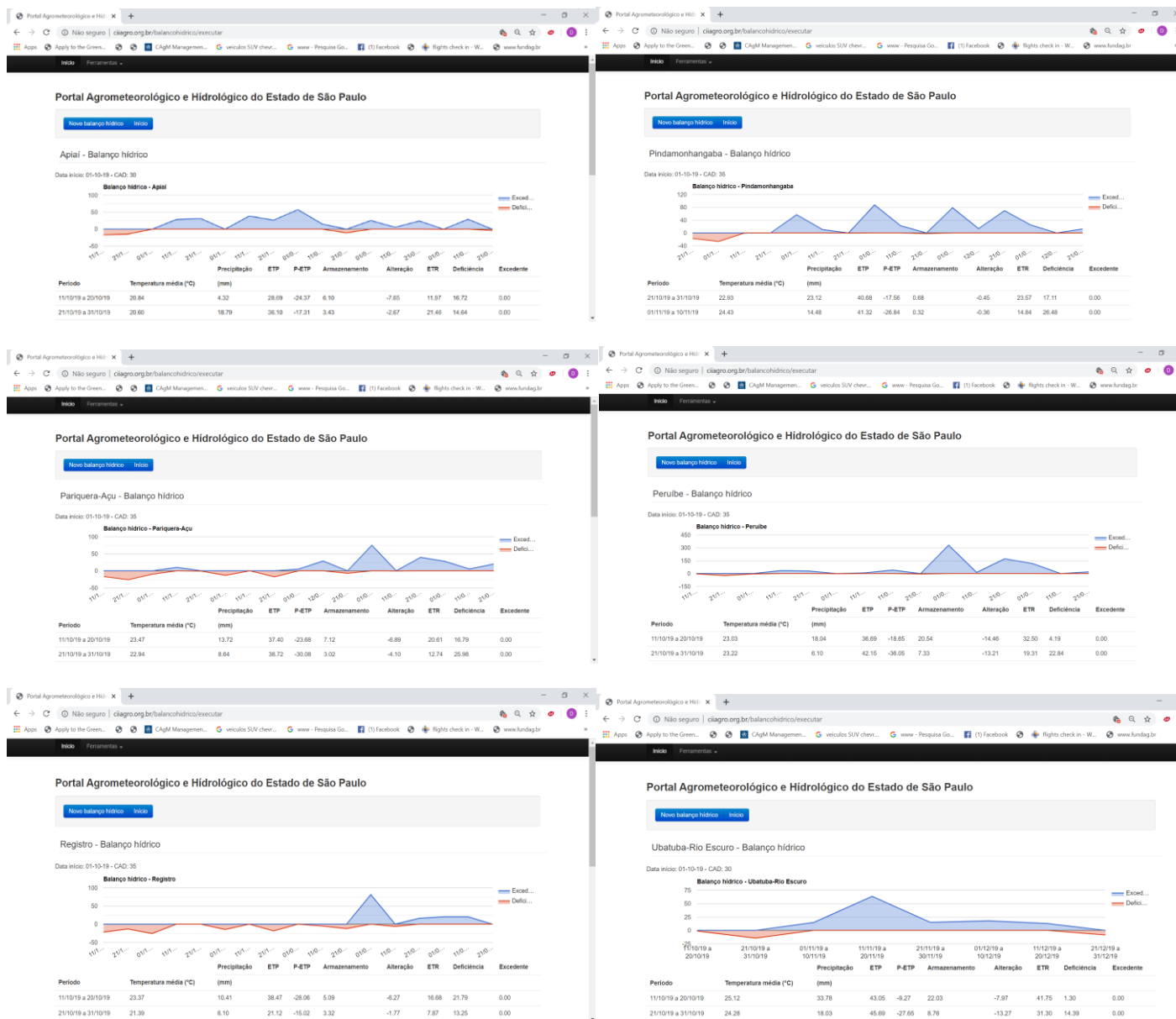


Figura 55. Balanços hídricos representativos dos CBHs, CBH-Litoral, CBH-RB e CBH-PS, Pardo, de outubro 2019 a março 2020.

Quadro 6. Total de precipitação em algumas localidades do Estado de São Paulo no mês de abril de 2020 e valores médios de série histórica, e a respectiva anomalia.

Localidade	Precipitação - mm		
	Total Abril - 2020	Média do mês	Anomalia
Adamantina	80,8	60,6	20,2
Aparecida d'Oeste	13,7	64,2	-50,5
Apiaí	15,2	81,2	-66
Araras	2,6	67,3	-64,7
Assis	20,1	93,7	-73,6
Atibaia	0	65,2	-65,2
Barra do Chapéu	27,6	62,2	-34,6
Barretos	31,5	62,2	-30,7
Batatais	8,9	67,5	-58,6
Botucatu	17	69,8	-52,8
Bragança Paulista	2,3	66,8	-64,5
Brodowski	30,6	89,6	-59
Cabreúva	2,5	63	-60,5
Cajati	15	61,3	-46,3
Campinas	0	64	-64
Campo Limpo Paulista	0,8	69	-68,2
Cananéia	48,5	203,5	-155
Charqueada	8,8	63,2	-54,4
Colina	25,9	69,3	-43,4
Colômbia	39,4	73,2	-33,8
Cordeirópolis	0	65,2	-65,2
Corumbataí	1,5	63,4	-61,9
Cosmópolis	5,1	69,8	-64,7
Descalvado	12,7	72,4	-59,7
Eldorado	0,8	58,6	-57,8
Estrela d'Oeste	35,3	64,1	-28,8
Fernandópolis	34,5	56,2	-21,7

Franca	20,8	73,9	-53,1
Guaraci	27,9	59,5	-31,6
Holambra	0,8	54,3	-53,5
Iepê	22,8	79,9	-57,1
Iguape	52	171,7	-119,7
Indaiatuba	0	77,7	-77,7
Indiaporã	24,4	64,5	-40,1
Ipaussu	22,1	78,8	-56,7
Ipeúna	7,4	78,5	-71,1
Iracemápolis	5,8	59,3	-53,5
Itaberá	29,7	84,7	-55
Itaóca	38,5	63,1	-24,6
Itapetininga	19,6	72,1	-52,5
Jáguariúna	1,3	68,4	-67,1
Jundiaí - ETEC	0	83,9	-83,9
Manduri	39,6	86,2	-46,6
Marília	40,6	87,9	-47,3
Mococa	24,6	85,9	-61,3
Mogi Guaçu	1,5	74,5	-73
Nova Odessa	2,5	56,8	-54,3
Nuporanga	23,1	93,3	-70,2
Ourinhos	7,4	79,8	-72,4
Palmital	21,8	84,5	-62,7
Paranapanema	12,2	73,1	-60,9
Pardinho	26	68,4	-42,4
Pariquera-Açu	22,4	88,3	-65,9
Pedreira	0	57,8	-57,8
Pedrinhas Paulista	23,6	92,1	-68,5
Peruíbe	39,6	165,4	-125,8
Pindamonhangaba	0,5	70,8	-70,3
Pindorama	26,7	76,1	-49,4
Piracaia	9,7	66,8	-57,1

Piraju	7,6	89,2	-81,6
Presidente Epitácio	74,9	63,4	11,5
Presidente Prudente	30,5	84,2	-53,7
Promissão	35,6	59,6	-24
Registro	26,9	79,8	-52,9
Ribeirão Preto	13	65	-52
Saltinho	3	63,5	-60,5
Santa Bárbara d'Oeste	2,3	52,4	-50,1
Santa Cruz do Rio Pardo - ETEC	32,8	83,9	-51,1
Santa Fé do Sul	57,7	56,4	1,3
Sarutaiá	17,5	87,7	-70,2
Serra Negra	2,8	49,7	-46,9
Sete Barras	25,1	88,1	-63
Socorro	14,5	87,8	-73,3
Tambau	3,6	70	-66,4
Tarumã	31,5	71,6	-40,1
Tatuí	11,7	61	-49,3
Tejupá	25,7	56,8	-31,1
Tupã	63,7	85,4	-21,7
Valinhos	3,8	53,6	-49,8
Valparaíso	33,8	67,8	-34
Vargem	0,8	65,2	-64,4
Votuporanga	37,9	65,2	-27,3
Total	1632,7	6151,8	-4519,1

Este documento foi elaborado por: **Orivaldo Brunini - FUNDAG; Eng. Agr. Dr. Paulo Henrique Interliche - CDRS/SAA; Elizandra Cestari Gomes, Bacharel em Tecnologia Ambiental - Autônoma FUNDAG; Giselli A. Silva, Bióloga - Autônoma FUNDAG; Ricardo Aguilera, Bacharel em TI - Autônomo FUNDAG; David Noortwick, NB - Corporativo FUNDAG; Andrew Patrick Ciarelli Brunini, MS Gestão Agroambiental; João Paulo de Carvalho, TI - IAC-APTA.**

Agradecimentos - Este trabalho somente é viável pelo apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), dos Comitês de Bacias Hidrográficas, da FUNDAG, e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento no suporte ao monitoramento meteorológico do Estado. Estas análises podem ser melhor elaboradas para cada Comitê e o acesso ao site www.ciiagro.org.br permite avaliar a situação especificamente.