

# CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS CILAGRO

## ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

**DATA BASE – OUTUBRO DE 2020** 

#### **APOIO**

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA - FUNDAG

INSTITUTO AGRONÔMICO - IAC

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA

COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL - CDRS

**CAMPINAS – NOVEMBRO 2020** 



#### ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CHUVA NO ESTADO DE SÃO PAULO

**RESUMO.** Este relatório apresenta a variabilidade de precipitação no Estado de São Paulo, como indicadas pelos seguintes índices de seca meteorológicos: A) Índice Padronizado de Precipitação -SPI; B) Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração -SPEI; em diversas escalas temporais de 1(um) a 24 (vinte e quatro) meses. Estes indicam que o Estado está sujeito a um processo inicial de crise hídrica, e ações devem ser feitas para mitigar os possíveis efeitos e evitar que ocorra crise hídrica no Estado. Sob o ponto de vista agrícola, estas considerações foram feitas com base no balanço hídrico, considerando-se a capacidade de água disponível no solo em mm de água por cm de solo. Neste caso foram considerados limites máximos de água disponível entre 0,6 e 1,25 mm de água por cm de solo. Conforme gráficos apresentados, o plantio da safra de verão precisa ser cauteloso com os limites de precipitação indicados. Assim como uma regra pratica, pode-se fazer os plantios se houver os seguintes índices pluviométricos em pelo menos 4 dias seguidos: A) solos com CAD igual a 30 mm, um total de 45 mm; b) Solos com CAD entre 35 e 40 mm se o total for igual ou superior a 50 mm; c) Solos com CAD acima de 40 mm, se o total for igual ou superior a 60mm.

#### ANALYSIS OF RAINFALL CONDITIONS IN THE STATE OF SÃO PAULO

**SUMMARY.** This report presents the variability of rainfall in the State of São Paulo/Brazil, as indicated by the meteorological drought indices: A) Standardized Precipitation Index - SPI; B) Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index -SPEI; in different time scales from 1 (one) to 24 (twenty-four) months. These indicate that the State is subject to an initial process of water crisis, warning that actions must be undertaken to mitigate the possible effects of drought and to prevent the occurrence of a water crisis in the State. Under the agricultural point of view, these considerations were made based on the soil water balance, considering the water holding capacity in the soil as millimeters of water capacity per cm of soil. The maximum limits of available water were in the range of 0.6 to 1.25 mm of water per cm of soil. The results indicated that the planting of the summer crops (basically grain crops) still needs to be cautious. As a rule of thumb, planting can be done if we have the following rainfall indexes for at least 4 consecutive days: A) soils with maximum holding capacity(CAD) up to 40cm soil deep equal to 30 mm, a total amount of rainfall of 45 mm; b) Soils with CAD in the range of 35 and 40 mm if the computed rainfall should be equal to or greater than 50 mm; c) Soils with CAD over 40 mm, the rainfall accumulated to be 60 mm or more.

#### ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE PRECIPITACIÓN EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMEN. Este informe presenta la variabilidad de la precipitación en el Estado de São Paulo/Brasil, según lo indicado por los siguientes índices meteorológicos de seguía: A) Índice de Precipitación Estandarizado - SPI; B) Índice Estandarizado de Precipitación Evapotranspiración -SPEI; en diferentes escalas de tiempo de 1 (uno) a 24 (veinticuatro) meses. Estos indican que el Estado está sujeto a un proceso inicial de crisis hídrica, y se deben tomar acciones para mitigar los posibles efectos y prevenir la ocurrencia de una crisis hídrica en el Estado Desde el punto de vista agrícola, estas consideraciones se realizaron con base en el balance hídrico del suelo, considerando la capacidad hídrica disponible en el suelo en mm de agua por cm de suelo.La amplitude de los límites máximos de agua disponible entre 0,6 y 1,25 mm de agua por cm de suelo. Como se muestra en los gráficos presentados, la siembra de los cultivos de veran aún debe ser cautelosa con los límites de precipitación indicados a seguir. Como regla general, la siembra se puede realizar si tenemos los siguientes índices de lluvia durante al menos 4 días consecutivos considerando uma profundidad efectiva de las raízes hasta 40 cm: A) suelos con agua disponible máxima del suelo (CAD) igual a 30 mm, un total mínimo de precipitación de 45 mm; b) Suelos con CAD entre 35 y 40 mm el total de precipitación necessita ser igual o superior a 50 mm; c) Suelos con CAD superior a 40 mm, el total mínimo es de 60 mm.



#### 1. INTRODUÇÃO

Este pequeno relato procura demonstrar as condições de estresse hídrico seca ou seca meteorologica quantificadas no Estado de São Paulo, pela aplicação do Indice Padronizado de Precipitação (SPI), Indice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI) e condições de estimativa da deficiência hídrica em base decendial de agosto a outubro em algumas localidades. O SPI é uma ferramenta consistente de detecção e monitoramento probabilístico/padronizado de déficit ou excesso de precipitação para diferentes escalas temporais, possibilitando a comparação entre regiões com diferentes características climáticas. O SPEI é uma extensão do amplamente utilizado SPI, e é projetado para levar em consideração a precipitação e a evapotranspiração potencial na determinação da seca. Assim, ao contrário do SPI, o SPEI captura o principal impacto do aumento da temperatura na demanda de água.

#### 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 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 umidade relativa do ar, além de precipitação pluviométrica. 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/APTA e CDRS.

#### 3. INDICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO PELO SPI

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) é um fator mundialmente utilizado para quantificação da seca meteorológica e recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Este índice baseia-se principalmente em séries históricas de precipitação, sendo seus coeficientes ajustados por meio da distribuição Gama. Os limites e as escalas



temporais comumente utilizados já foram previamente demonstrados nos boletins anteriores.

A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade em diferentes escalas temporais são a seguir demonstradas. A **Figura 1** apresenta esta distribuição para o SPI em escala de 30 dias e 3 meses, que refletem além das condições meteorológicas em pequeno espaço de tempo, também possíveis efeitos em culturas agrícolas de ciclo reduzidos como batata, feijoeiro, hortaliças e culturas como milho safrinha (segunda safra), tomate e outras, como folhosas e maçarias, indicando a alta demanda por irrigação.

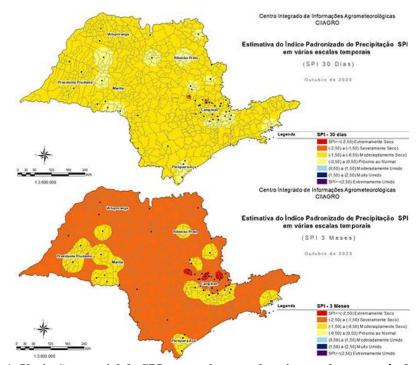


Figura 1- Variação espacial do SPI em escala mensal e trimestral para o mês de Outubro de 2020.

Na **Figura 2** é apresentado o SPI em escala de 6 meses e 9 meses, indicando restrições para culturas de maior desenvolvimento radicular, como por exemplo Citros, Cana de Açúcar. Esta situação indica que nos últimos seis meses em especial, este grupo de culturas pode ter sido afetado



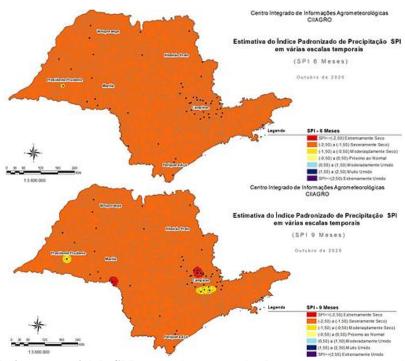


Figura 2- Variação espacial do SPI em escala semestral e de nove meses para outubro de 2020.

O SPI pode, de certo modo, ser utilizado para considerações hidrológicas quando utilizado em escalas temporais maiores, como 12 e 24 meses. Esta representação é descrita na **Figura 3**, com as escalas indicadas. Observa-se certa melhoria em relação ao SPI de julho, porém, a situação ainda é extremamente grave para o Estado.

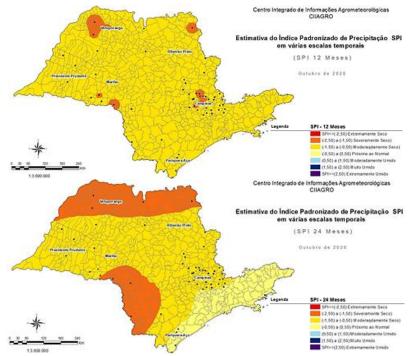


Figura 3- Variação espacial do SPI em escala anual e bienal para outubro de 2020.



Em períodos climaticamente secos, onde um pequeno valor de precipitação indica já condições úmidas, o SPI, porém, não reflete a seriedade da situação. Lembrando que no período entre 18 e 21 de agosto ocorreram chuvas, em especial na faixa sul e sudoeste do Estado. Partindo-se então para a análise do SPEI.

#### 4. INDICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO PELO SPEI

As características de estresse hídrico pelo SPEI acompanham o mesmo padrão do SPI, conforme Figuras 4 a 6. Na **Figura 4** tem-se a variabilidade do SPEI em escala mensal e trimestral. Este parâmetro introduzido após o SPI agrega além da precipitação mensal a evapotranspiração. Considerando-se que a evapotranspiração está diretamente relacionada à temperatura do ar, em outubro tivemos valores excepcionalmente altos da temperatura do ar, o que afetou a evapotranspiração e consequentemente os valores de SPEI.

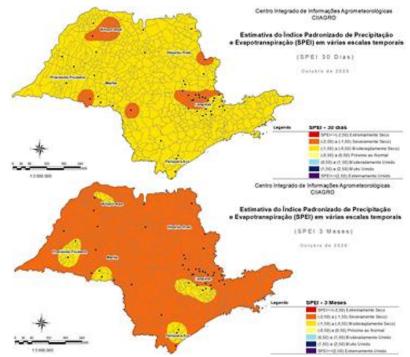


Figura 4- Variação espacial do SPEI em escala mensal e trimestral para o mês de outubro de 2020.

A **Figura 5** indica a variabilidade do SPEI em escalas temporais de 6 e 9 meses. Destaca-se neste caso, locais onde, pelo SPEI, as condições são extremamente severas; isto é influenciado não somente pela baixa precipitação no período, mas também pelas altas temperaturas induzindo elevados valores de evapotranspiração, os quais causam impactos diretos no desenvolvimento das culturas agrícolas.



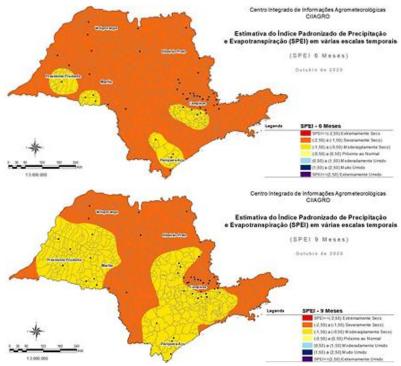


Figura 5- Variação espacial do SPEI em escala semestral e de nove meses para o mês de outubro de 2020.

Os valores de SPEI em escala de 12 e 24 meses são apresentados na **Figura 6**. Observa-se as altas condições climáticas impostas, não somente pela restrição do índice pluviométrico, mas também o efeito combinado das altas temperaturas.

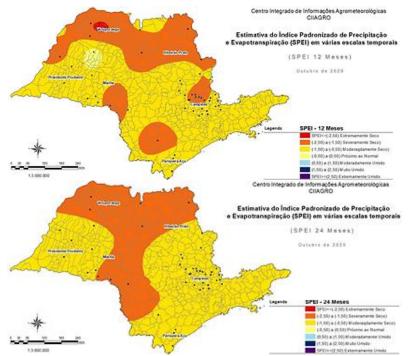


Figura 6 – Variação do SPEI em escala anual e de 24 meses para outubro de 2020.



#### 5. PROGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES HÍDRICAS PARA O ESTADO

O Estado de São Paulo vem gradativamente sendo afetado pela redução da precipitação. Isto com certeza traz sérios constrangimentos para o sistema de gerenciamentos dos recursos hídrico. A análise temporal do SPI em escala bienal para algumas localidades, demonstra que aos poucos o Estado vem sendo induzido a uma seca meteorológica, que pode culminar em uma séria **crise hidrológica**. Os gráficos da **Figura 7** demonstram estas considerações para diferentes regiões do Estado, e somente na região indicada pelo Vale do Ribeira estas condições não são marcantes.

Há necessidade de um período de alta precipitação para que as possíveis restrições hídricas não se acentuem. Os gráficos apresentados nas **Figuras 7a e 7b**, indicam esta restrição que gradativamente vem afetando o Estado. Mesmo em regiões de alto índice pluviométrico como Vale do Ribeira, observa-se restrições. Deve ser ressaltado, contudo, a Região do Pontal do Paranapanema, indicada pelo gráfico de Presidente Prudente, onde esta anomalia de precipitação não é muito marcante como as regiões do Alto Paranapanema, Médio Paranapanema, e toda a região do Turvo Grande e Sapucaí Mirim. Estas anomalias indicam a necessidade de ações de promover um uso racional da água, tanto para a agricultura, mas também uso doméstico e industrial, para que sejam evitados conflitos de uso.

Deve-se também considerar que em escala de 24 meses o SPI (SPI-24) mostrou-se também severo para todo o Estado. Isto reforça o aspecto da crise hídrica que pode estar vagarosamente em processo no Estado. Se destacarmos o SPI-24 para Atibaia o sentido do índice é decrescente. O mesmo se observa para o **sistema Cantareira**, indicado pelo SPI de Vargem, o que poderá ocasionar problemas de uso e **conflitos** como foi em **2014-2015**.

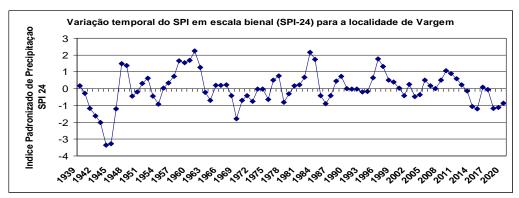


Figura 7a. Variação temporal do SPI na localidade de Vargem em escala bienal (SPI-24).



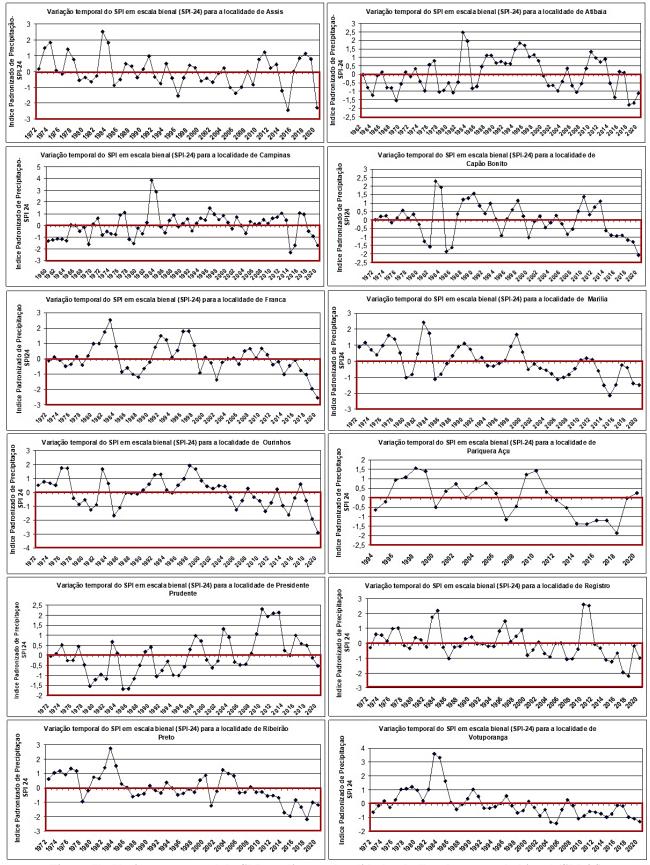


Figura 7b. Variação temporal do SPI em diversas localidades do Estado em escala bienal (SPI-24).



#### 6. CONDICÕES AGRÍCOLAS

A melhor maneira de avaliar as condições hídricas do solo e a resposta das culturas é pelo balanço hídrico. Neste caso, o interessado pode calcular o balanço hídrico pelo próprio site <a href="www.ciiagro.org.br">www.ciiagro.org.br</a>. Na **Figura 8** apresenta-se os termos básicos estimados do balanço hídrico como o excedente (em azul) e deficiência hídrica (em vermelho). Esta análise foi feita considerando-se o período de março a agosto de 2020, para varias localidades conforme abaixo, com capacidade de água disponível de 30 a 45 mm, conforme o tipo de solo predominante, evidenciando-se a situação limitante para o desenvolvimento de culturas agrícolas e a necessidade de irrigação.

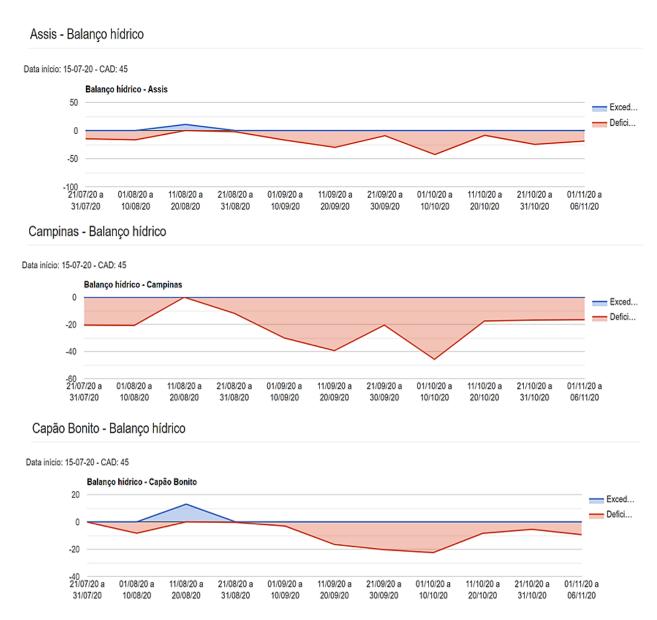


Figura 8a. Balanço hídrico (CAD 45mm) para as localidades de Assis, Campinas e Capão Bonito.



#### Franca - Balanço hídrico Data início: 15-07-20 - CAD: 45 Balanço hídrico - Franca 0 Exced... - Defici... -20 -40 -60 21/07/20 a 01/08/20 a 11/08/20 a 21/08/20 a 01/09/20 a 11/09/20 a 21/09/20 a 01/10/20 a 11/10/20 a 21/10/20 a 01/11/20 a 31/07/20 10/08/20 20/08/20 31/08/20 10/09/20 20/09/20 30/09/20 10/10/20 20/10/20 31/10/20 06/11/20 Pariquera-Açu - Balanço hídrico Data início: 15-07-20 - CAD: 35 Balanço hídrico - Pariquera-Açu Exced... - Defici... 0 --50 21/07/20 a 01/08/20 a 11/08/20 a 21/08/20 a 01/09/20 a 11/09/20 a 21/09/20 a 01/10/20 a 11/10/20 a 21/10/20 a 01/11/20 a 31/07/20 10/08/20 20/08/20 31/08/20 10/09/20 20/09/20 30/09/20 10/10/20 20/10/20 31/10/20 06/11/20 Marília - Balanço hídrico Data início: 15-07-20 - CAD: 35 Balanço hídrico - Marília 25 Exced... --- Defici... 0 -25 -50 21/07/20 a 01/08/20 a 11/08/20 a 21/08/20 a 01/09/20 a 11/09/20 a 21/09/20 a 01/10/20 a 11/10/20 a 21/10/20 a 01/11/20 a 31/07/20 10/08/20 10/09/20 30/09/20 06/11/20 20/08/20 31/08/20 20/09/20 10/10/20 20/10/20 31/10/20 Pindorama - Balanço hídrico Data início: 15-07-20 - CAD: 30 Balanço hídrico - Pindorama Exced... Defici... -50 -100 21/07/20 a 11/08/20 a 01/09/20 a 01/08/20 a 21/08/20 a 11/09/20 a 21/09/20 a 01/10/20 a 11/10/20 a 21/10/20 a 01/11/20 a 31/07/20 10/08/20 10/09/20 20/09/20 20/08/20 31/08/20 30/09/20 20/10/20 10/10/20 31/10/20 06/11/20 Mococa - Balanço hídrico Data início: 15-07-20 - CAD: 40 Balanço hídrico - Mococa Exced...

Figura 8b. Balanço hídrico, para as localidades de Franca (CAD45), Pariquera Açú (CAD35), Marilia (CAD35), Pindorama (CAD30), e Mococa (CAD40).

11/09/20 a

20/09/20

21/09/20 a

30/09/20

01/10/20 a

10/10/20

11/10/20 a

20/10/20

21/10/20 a

31/10/20

-20 -40

-60 21/07/20 a

31/07/20

01/08/20 a

10/08/20

11/08/20 a

20/08/20

21/08/20 a

31/08/20

01/09/20 a

10/09/20

Defici...

01/11/20 a

06/11/20



### Ribeirão Preto - Balanço hídrico

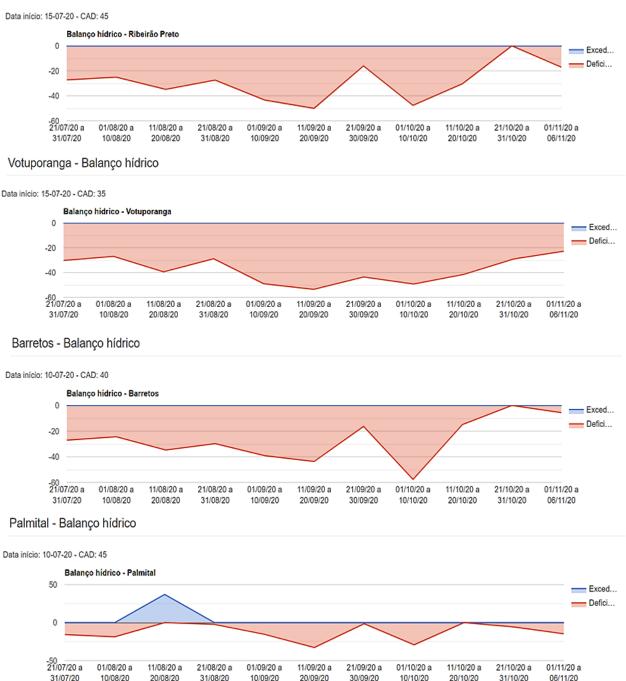


Figura 8b. Balanço hídrico, para as localidades de Ribeirão Preto (CAD45), Votuporanga (CAD30), Barretos (CAD40), Palmital (CAD45).

Estes gráficos indicam ainda a alta restrição hídrica que existe no Estado em suas diferentes regiões. Embora chuvas isoladas e de alta intensidade possam ocorrer, este fator não é homogêneo.

Assim como uma regra prática, pode-se realizar os plantios se tivermos os seguintes índices pluviométricos em pelo menos 4 dias seguidos:



- A) solos com CAD igual a 30 mm, um total de chuva de 45 mm;
- b) Solos com CAD entre 35 e 40 mm se o total for igual ou superior a 50 mm;
- c) Solos com CAD acima de 40 mm, se o total for igual ou superior a 60mm.

#### 7- ALGUNS DETALHES

Embora com alguma precipitação observada no Estado, com maior abrangência no Sudoeste, litoral, e vale do Ribeira, as mesmas não foram suficientes para aliviar o alto estresse hídrico que o Estado vivencia. Desta maneira recomenda-se cautela no uso dos recursos hídricos e mesmo em projetos de irrigação de culturas, havendo-se a necessidade de uma preparação por parte dos gestores públicos para possíveis cenários de crise hídrica.

Este documento foi elaborado por: Dr. Orivaldo Brunini (Agrometeorologia-FUNDAG); Dr Antoniane Arantes e Eng. Agr. Paulo Henrique Interliche (CDRS/SAA); Bacharel em Tecnologia Ambiental Elizandra Cestari Gomes, Bióloga Giselli A. Silva, e Bacharel em TI Ricardo Aguilera (Autônomos FUNDAG); NB David Noortwick (Corporativo FUNDAG); MSc Andrew Patrick Ciarelli Brunini e TI João Paulo de Carvalho (IAC/APTA); Tecnólogo Ambiental Marcelo Andriosi (FUNDAG).

AGRADECIMENTOS: Este trabalho somente é viável pelo apoio do Fundo Estadual de Recursos Hidricos (FEHIDRO), dos Comitês de Bacias Hidrográficas, da FUNDAG, e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, no suporte ao monitoramento meteorológico do Estado, ao termo de cooperação FUNDAG-IAC/APTA. Estas análises podem ser melhor elaboradas para cada Comitê e o acesso ao site <a href="www.ciiagro.org.br">www.ciiagro.org.br</a> permite avaliar a situação específicamente.