



**GOVERNO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E O IMPACTO DA SECA EM JANEIRO DE 2014**

### **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 ainda que se enquadram como clima sub-tropical (área serrana). Isto identifica o Estado com clima de verão úmido e quente e inverno frio e seco no planalto e inverno com boa precipitação no litoral. Geadas é ocasionalmente observada, com frequência entre 8 a 10 anos de recorrência.

Embora com clima definido, as anomalias climáticas que mais afetam o Estado são: (a) chuvas em excesso, ocasionando inundações, e (b) falta de chuvas que leva a períodos de veranicos, especialmente em janeiro e fevereiro. Seca é um fator normal e cíclico, sendo que em diversas ocasiões essa ocorrência foi mais acentuada, como nos anos de 1961, 1963 e , 1978. Assim, embora com alta precipitação, os eventos adversos mais comuns são seca e inundação, em função da má distribuição ou diferentes intensidades das chuvas. Neste ano de 2014, o fenômeno seca, embora previsto como de grande probabilidade de ocorrência, apresenta-se de forma acentuada no Estado, o que vem trazendo sérios prejuízos à agricultura, abastecimento humano e uso industrial.

Este breve relato tem a finalidade de mostrar de maneira sucinta as condições gerais da seca no estado e seus efeitos em diversos ramos.

### **2- BASE DE DADOS**

A análise partiu do banco de dados existentes na rede meteorológica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, coordenada pelo CIAGRO, que completa 25 anos, e que conta com a colaboração da CATI. O conjunto destes dados é um dos mais importantes do país, pois expressa período de coleta de 120 (???) anos. Também é o que apresenta melhor representatividade – (tantos pontos) em todo o território paulista, considerando as estações automáticas e as mecânicas. A partir desta série histórica de dados, foram feitas análises considerando-se os efeitos agrônômicos, meteorológicos e hidrometeorológicos da seca.

### **3- ESTIAGEM E SECA**

A quantificação das secas agrícolas e meteorológicas pode ser obtida 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 secas hidrológicas e agrícolas referem-se, respectivamente, aos níveis de rios e reservatórios abaixo do normal e à umidade do solo insuficiente para suprir a demanda das plantas. 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:

- a) Índice padronizado de precipitação (SPI);
- b) Variação mensal da temperatura do ar;
- c) Parâmetros do Balanço Hídrico;
- d) Índice de desenvolvimento (estresse hídrico) da cultura.

### 3-1- 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 (bi-anual 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 torna-se positivo. Dentro de sua escalas, os valores menores ou iguais a -2 indicam seca extrema e os maiores ou iguais a 2 umidade extrema.

Relação entre valores de SPI e categoria 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 comparado 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.

## **3-2 Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWS)**

O índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWS) é baseado na relação entre a evapotranspiração real e a potencial e a água disponível no solo. Neste caso, são valores estimados para culturas generalizadas, nos quais o coeficiente de cultura  $K_c$  não é empregado. Porém, análises são feitas envolvendo culturas por grupos definidos por  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  como:

**$Z_1$  (25 cm) = batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro**

**$Z_2$  (50 cm) = feijoeiro, amendoim, milho, sorgo**

**$Z_3$  (75 cm) = soja, citros, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão**

**$Z_4$  (100 cm) = cafeeiro, citros, cana-de-açúcar**

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 CIAGRO/IAC.

## **4- ANÁLISES GLOBAIS**

#### 4-1 Meteorologia do Período

O período que vai de 1º a 31 de janeiro de 2014, apresentou-se extremamente quente, com temperaturas máximas médias acima de 32° C. Não somente este parâmetro, mas a ocorrência persistente de dias com valores de máximas acima de 32° C e mínimas (noturnas) poucas vezes abaixo de 20° C, trouxeram conjuntamente a sensação desagradável de desconforto térmico e úmido. Isto, além de indicar maior consumo de energia, provocou efeito prejudicial a varias culturas como descrito mais abaixo.

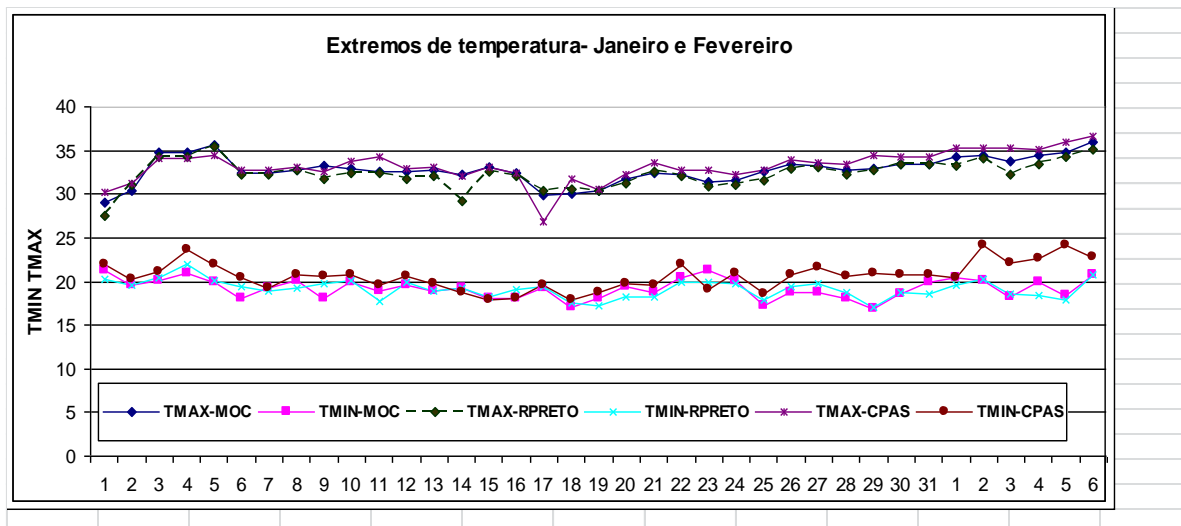


Figura 1- Extremos térmicos em Mococa, Ribeirão Preto e Campinas, no período de janeiro e parte de fevereiro de 2014.

As condições hídricas extremas se acentuaram na ultima semana, como os mapas abaixo indicam, referentes ao total de chuva da ultima semana, induzindo à deficiência hídrica. Estas altas temperaturas, que são recorde em mais de 60 anos, conjuntamente com a baixa umidade do ar, trouxeram estado de alerta quanto à demanda de agua pela população , para uso agrícola e geração de energia.

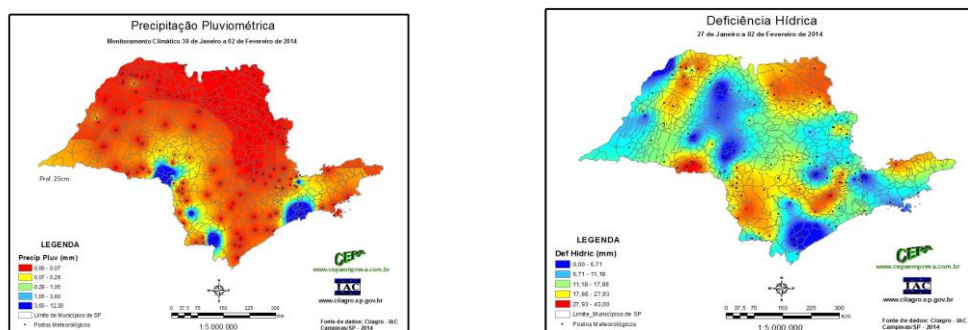


Figura 2- Precipitação pluvial e deficiência hídrica no periodo 30/01 a 02/02/2014.

Sob o ponto de vista meteorológico e estatístico, esta análise pode ser melhor interpretada pelo SPI em escala mensal e até semestral como a figura 3 indica. Esta figura demonstra que a partir de novembro já estava ocorrendo condição de restrição hídrica sob o ponto de vista meteorológico no estado. Quando se observam as anomalias de precipitação em termos de recorrência de 3 e 6 meses, observa-se que o acumulado meteorologicamente já está atingindo níveis preocupantes. Somente são apresentadas os dados de Campinas, Jaboticabal e Ribeirão Preto (Figuras 4,5,6), a título ilustrativo, mas esta análise reflete quase que a totalidade dos municípios do estado de São Paulo.

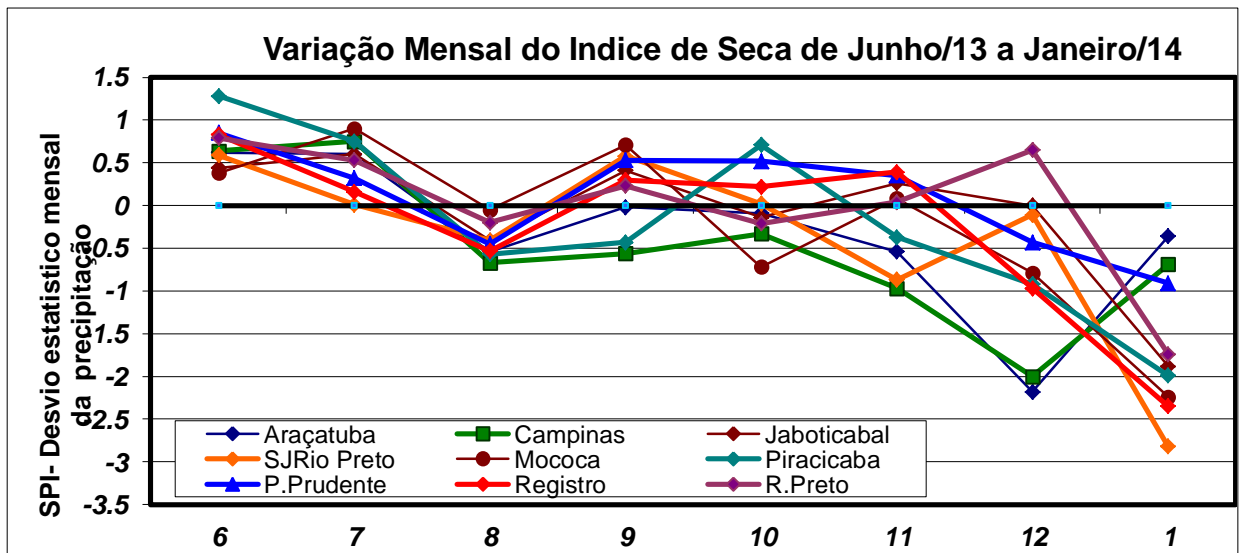


Figura 3- Variação mensal do índice de seca (SPI-1) para algumas localidades do estado de São Paulo de junho de 2013 a janeiro de 2014.

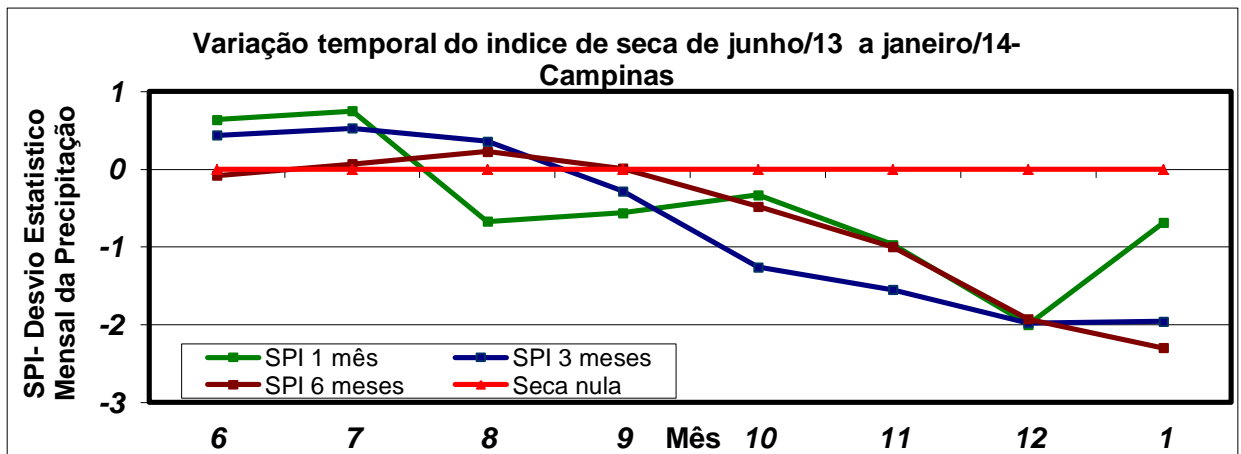


Figura 4- Variação do índice de seca em escala de 1, 3 e 6 meses (SPI-1,3,6) para a localidade de Campinas no período junho de 2013 a janeiro de 2014.

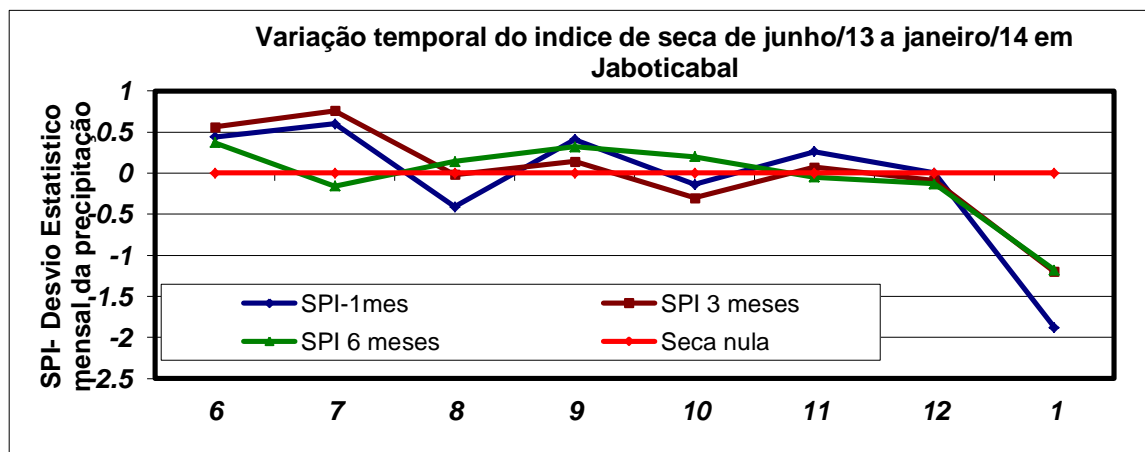


Figura 5- Variação do índice de seca em escala de 1, 3 e 6 meses (SPI-1,3,6) para a localidade de Jaboticabal no período junho de 2013 a janeiro de 2014.

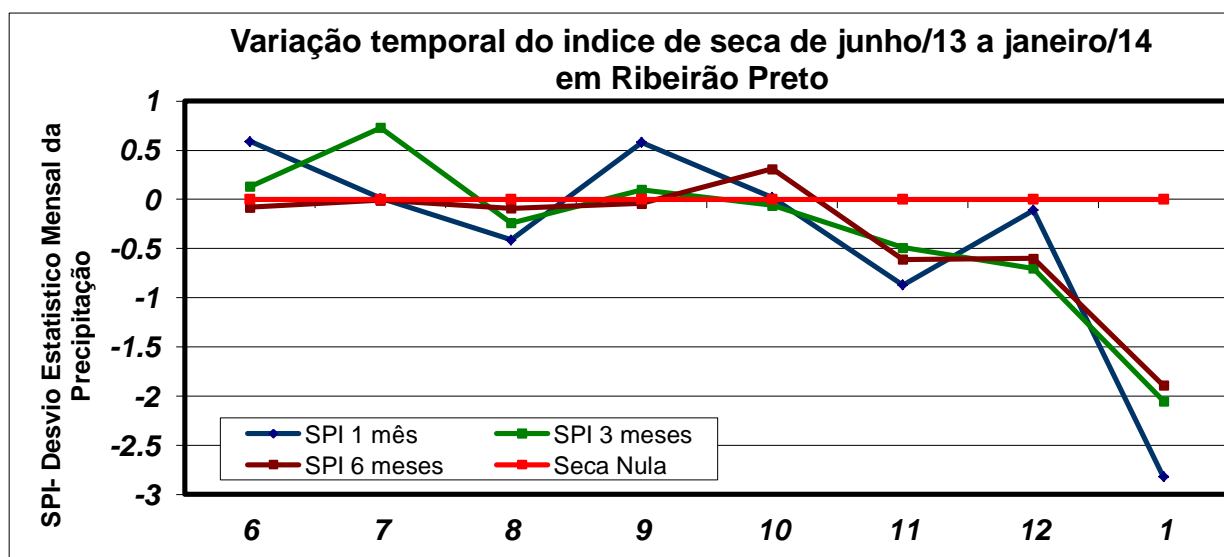


Figura 6- Variação do índice de seca em escala de 1, 3 e 6 meses (SPI-1,3, 6) para a localidade de Jaboticabal no período junho de 2013 a janeiro de 2014.

A análise destes índices indica que a situação meteorológica do estado já se mostrava preocupante a partir de novembro, indicando, portanto que o planejamento do uso dos recursos hídricos deveria ser iniciado, como forma de prever a tendência dos eventos e apresentar medidas paliativas ou alternativas.

#### 4-2 Características hidrológicas

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, bem como para o consumo humano e o uso agrícola e industrial.

O SPI (índice padronizado de precipitação), quando utilizado em escala bianual (2 anos), permite que esta análise possa ser feita e assim extrair considerações futuras,

englobando o que se observou até a data em referência, aliando os prognósticos de tempo e clima feitos pelos órgãos especializados 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, vem monitorando as condições hidrometeorológicas em mais de 145 pontos no Estado de São Paulo. Esta rede, que pode ser acessada pelo site [www.ciiagro.org.br/ema](http://www.ciiagro.org.br/ema) ou [www.cati.sp.gov.br/rededataclima](http://www.cati.sp.gov.br/rededataclima), 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 fornecer importantes subsídios para a previsão e base para programas de sustentabilidade da agricultura, segurança alimentar e segurança hídrica.

Observa-se que no momento atual a segurança hídrica do Estado está ameaçada pelo comprometimento das reservas hídricas dos reservatórios, pela falta de chuvas adequadas, o 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 8 meses, demonstra que sob o ponto de vista hidrológico esta situação já seria esperada, portanto existem meios e mecanismos, não de evitar o fenômeno seca, mas sim utilizar-se de técnicas e ações que possam mitigar ou amenizar ao longo do tempo os efeitos danosos desta situação.

Na figura 7, temos o SPI em escala bianual (SPI-24), de algumas localidades do estado. Esta situação, embora analisada para somente 3 localidades (Campinas, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto), reflete a situação em quase todo o estado. Assim, sob o ponto de vista hidrológico, a situação já vem se agravando há tempos, 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 de reponsabilidade do **DAEE**, e a constante monitorização meteorológica como a realizada pela **SAA**, devem ser implementados e seus programas (da SAA) como o **SIASECA**, **REDEDATACLIMA** e **CIIAGRO**, valorizados para atender a demanda da sociedade.

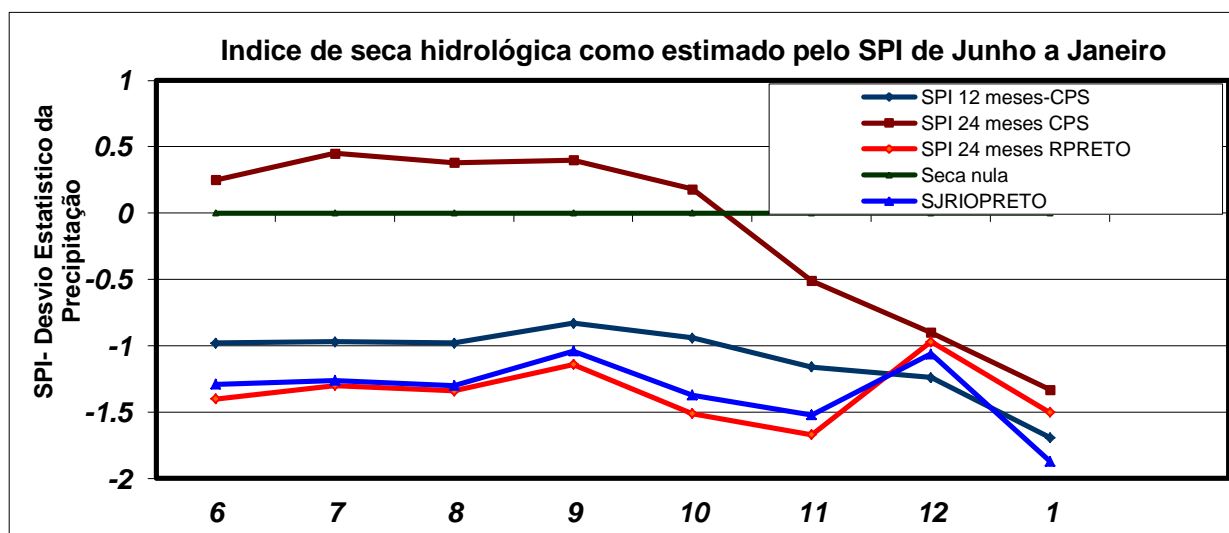


Figura 7- Seca hidrológica estimada para o estado de São Paulo

### 4-3 Situação da agricultura

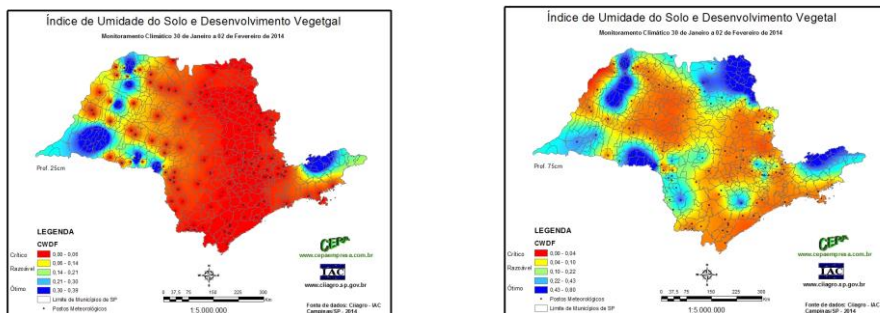
A agricultura e seus processos são os fatores mais sensíveis e susceptíveis à qualquer anomalia climática ou extremo meteorológico, como seca ou geadas. Neste contexto, as culturas em desenvolvimento no estado de São Paulo estão sendo afetadas pelo período de estiagem, combinada com as altas temperaturas e baixa umidade.

Com as informações coletadas pelos 145 pontos de observação meteorológica do Estado, e este número deverá chegar a 181 até junho, a SAA tem amplas condições de monitorar e avaliar o impacto da seca e das altas temperaturas na agricultura em desenvolvimento no estado. Assim, uma análise é apresentada abaixo, trazendo algumas considerações sobre a influência do clima no desenvolvimento das culturas e também sobre as pragas e doenças. Primeiramente elaboramos uma análise agrometeorológica, e após, considerações específicas sobre alguns cultivos são emitidas.

#### 4.3.1 Análise Agrometeorológica

Apresentar resultados específicos das 145 localidades cujos dados são coletados e disponibilizados diariamente é muito demorado. As características específicas diárias podem ser acessadas no site [www.cati.sp.gov.br/rededataclima](http://www.cati.sp.gov.br/rededataclima) ou [www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br). Assim, os exemplos aqui descritos refletem de certa forma o estado, exceto por observações muito localizadas de precipitação. A figura 8, abaixo, demonstra a situação estimada de umidade do solo, para todo o território paulista





**Figura 8- Estimativa da umidade do solo a dois níveis de profundidade de raízes.**

A uma profundidade de 25 cm (figura à esquerda) a situação é extremamente crítica em praticamente todo o Estado (tons vermelhos). Para uma profundidade de raízes de 75 cm, ainda temos regiões com umidade suficiente (tons azuis) na zona radicular das culturas. Com relação às condições de estresse hídrico e efeito sobre as culturas em geral, esta análise é descrita no quadro 1 abaixo, analisando basicamente a bacia do Rio Piracicaba.

<b>Quadro 1: Condições Médias de Estresse Hídrico da Cultura: 01/01/2014 - 02/02/2014</b>			
<b>Local</b>	<b>Profundidade</b>	<b>ACWS</b>	<b>Condições</b>
<b>Região Administrativa: Campinas</b>			
<b>Amparo</b>	25	0,91	Críticas
<b>Amparo</b>	100	0,89	Críticas
<b>Atibaia</b>	100	0,98	Críticas
<b>Campinas</b>	25	0,83	Críticas
<b>Divinolândia</b>	25	0,82	Críticas
<b>Espírito Santo do Pinhal</b>	25	0,97	Críticas
<b>Monte Alegre do Sul</b>	50	0,98	Críticas
<b>Piracicaba</b>	75	0,88	Críticas
<b>São Sebastião da Gramma</b>	75	0,20	Favoráveis
<b>Vargem Grande do Sul - ABVGS</b>	25	0,67	Desfavoráveis
<p><b>Exemplo de Culturas por profundidade 25 cm: batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro; 50 cm: feijoeiro, amendoim, milho, sorgo</b>  <b>75 cm: soja, citrus, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão</b>  <b>100 cm: cafeeiro, citrus, cana-de-açúcar</b></p>			

Esta situação é corroborada pelo número de dias sem chuva acima de 20mm, apresentado para Campinas, (quadro 2 abaixo), pois embora tenham ocorrido anos com índice maior, no ano em curso esta situação é intensificada pelas altas temperaturas diurnas e noturnas.

<b>CIIAGRO - Dados Diários</b>	
<b>1º Período Consecutivo Sem Chuva Retro à Data Final por Ano</b>	
<b>Local: Campinas</b>	
<b>Período</b>	<b>Dias Consecutivos Sem Chuva &gt;20mm</b>
24/1/2014 a 6/2/2014	14
2/2/2013 a 6/2/2013	5
19/1/2012 a 6/2/2012	19
26/1/2011 a 6/2/2011	12
28/1/2010 a 6/2/2010	10
4/2/2009 a 6/2/2009	3
5/2/2008 a 6/2/2008	2
20/1/2007 a 6/2/2007	0

Uma análise das condições de umidade do solo e o efeito sobre o desenvolvimento das culturas sob sequeiro é descrita nos quadros 3 a 5 abaixo.

<b>Quadro 3- Condições Médias de Desenvolvimento da Cultura: 01/01/2014 - 06/02/2014</b>			
<b>Local</b>	<b>Profundidade</b>	<b>ACWDI</b>	<b>Condições</b>
Araçatuba	25	-0,10	Extremamente Severo
Araçatuba	50	-0,06	Extremamente Severo
Araçatuba	75	0,02	Extremamente Severo
Araçatuba	100	0,12	Severo
<b>Exemplo de Culturas por profundidade;25 cm: batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro;50 cm: feijoeiro, amendoim, milho, sorgo;75 cm: soja, citrus, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão;100 cm: cafeeiro, citrus, cana-de-açúcar</b>			

<b>Quadro 4 :Condições Médias de Desenvolvimento da Cultura: 01/01/2014 - 06/02/2014</b>			
<b>Local</b>	<b>Profundidade</b>	<b>ACWDI</b>	<b>Condições</b>
Ribeirão Preto	25	-0,33	Extremamente Severo
Ribeirão Preto	50	0,05	Extremamente Severo
Ribeirão Preto	75	0,31	Desfavoráveis
Ribeirão Preto	100	0,49	Razoáveis

**Exemplo de Culturas por profundidade: 25 cm: batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro; 50 cm: feijoeiro, amendoim, milho, sorgo; 75 cm: soja, citrus, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão; 100 cm: cafeeiro, citrus, cana-de-açúcar**

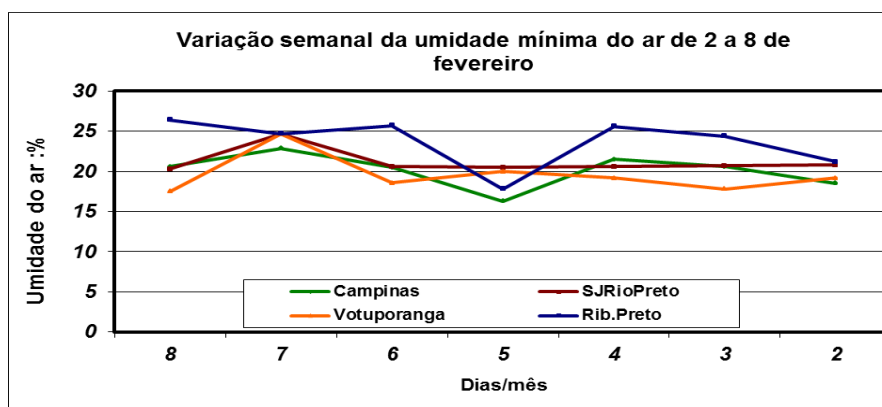
**Quadro 5: Condições Médias de Desenvolvimento da Cultura: 01/01/2014 - 06/02/2014**

Local	Profundidade	ACWDI	Condições
Campinas	25	-0,11	Extremamente Severo
Campinas	50	-0,03	Extremamente Severo
Campinas	75	0,07	Extremamente Severo
Campinas	100	-0,12	Extremamente Severo

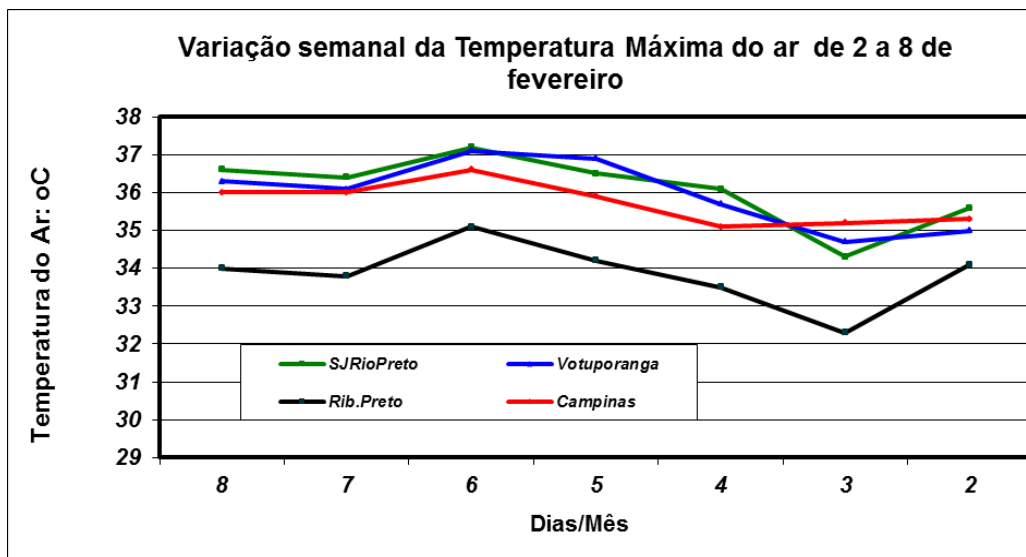
**Exemplo de Culturas por profundidade: 25 cm: batata, cebola, alho, arroz, hortaliças, feijoeiro; 50 cm: feijoeiro, amendoim, milho, sorgo; 75 cm: soja, citrus, cafeeiro, cana-de-açúcar, algodão; 100 cm: cafeeiro, citrus, cana-de-açúcar**

*CIAGRO online*

Estas condições gerais apontam para uma situação crítica para a agricultura paulista, e embora possa se pensar em irrigação, nem todos os agricultores estão preparados para esta técnica e, mais ainda, não existe adequada reserva hídrica suficiente para a adoção generalizada da prática. Estes comentários são corroborados pelos dados destes últimos dias com respeito à temperatura máxima do ar e umidade relativa, como as figuras 9 e 10 apresentam.



**Figura 9- Variação da umidade mínima do ar em alguns locais do Estado de São Paulo, de 2 a 8 de fevereiro de 2014.**



**Figura 10- Variação da temperatura máxima do ar em alguns locais do Estado de São Paulo, de 2 a 8 de fevereiro de 2014.**

#### **4.3.2 Situação dos cultivos e práticas agrícolas .**

- a) Irrigação –Embora possa ser utilizada, e existe uma alta demanda para tal, não existe reserva hídrica suficiente, e nem todos agricultores estão equipados para isto;
- b) Cana de Açúcar – A estiagem no início de janeiro de certo modo favoreceu os plantios, pois existia umidade no solo, e as poucas chuvas favoreceram o trânsito de máquinas. A persistência desta estiagem por um período mais longo, passou a limitar o plantio nesta última semana. Além disto, como no ano passado tivemos um volume de chuvas que favoreceu a cultura, houve um grande crescimento da parte aérea, e agora com a ocorrência desta estiagem-, variedades menos tolerantes estão sendo prejudicadas, em função da ocorrência de seca de folhas;
- c) Cafeeiro – A estiagem e, em particular as altas temperaturas estão afetando o crescimento do chamado ”chumbinho”, que pode induzir a queda dos memos. Mas esta não é uma situação generalizada para todo o Estado, como pode ser observado em São Sebastião da Gramma,, onde o oposto ocorre em função das precipitações na região;
- d) Milho – As altas temperaturas com valores de máxima acima de 34° C e noturnas elevadas, afetam a fertilidade do pólen ,e a ocorrência simultânea da estiagem afeta o crescimento dos grãos, e, conseqüentemente, a alta incidência de espigas mal formadas ;
- e) Soja e Feijão- O florescimento é afetado, com perda de flores e má formação de frutos (vagem).O mesmo ocorre com o feijoeiro, onde o problema limitante é a alta temperatura;
- f) Hortaliças em geral- afetadas na qualidade, tanto folhosas como de fruto, e a demanda por irrigação aumenta o custo de produção;
- g) Amendoim – estão sendo afetadas culturas em fase de formação de flores e de vagens e a colheita das áreas com plantios antecipados;
- h) Manejo de pragas e ervas daninhas- pela baixa umidade e baixa absorção de água pelas plantas, o controle de ervas pela aplicação de herbicidas está

sendo comprometido. No caso de pragas de solo como larva alfinete, a baixa umidade do solo prejudica o desenvolvimento da mesma. Por outro lado, pragas foliares como lagarta do cartucho e, em especial a *Helicoverpa armigera* e outras são favorecidas pelo veranico.

## 5. Conclusão

A oferta de dados isolados em tempo real, ou na forma de consolidados por períodos e/ou locais, e devidamente sistematizados, constitui-se em poderosa ferramenta para análise e permite obter subsídios de grande valia para o planejamento agrícola e como vetor de alerta à Defesa Civil, dada a capilaridade e pulverização dos pontos de coleta, rigidez técnica na depuração e registro histórico consistente.

Trata-se de subsídio imprescindível para o Planejamento Estratégico em diferentes níveis, desde propriedades rurais até para o Estado, na geração de políticas públicas visando mitigar os efeitos de eventos meteorológicos extremos por parte do poder público.

O conjunto destas ações, com certeza, conferem maior segurança na tomada de decisões, otimizando a produção de acordo com os fatores de produção disponíveis, gerando melhor remuneração e menor impacto... Em suma, conferindo sustentabilidade às explorações agropecuárias e oferecendo segurança hídrica e alimentar à população.

## 5- Elaboração

Este documento foi elaborado pelos colegas: *Orivaldo Brunini-IAC/SAA, Paulo Henrique Interliche-CATI/SAA; Angelo César Bosqueiro-CATI/SAA, Mario Ivo Drugowich-CATI/SAA*, e com a participação da Estagiária *Vanessa Banchieri Ciarelli-CIAGRO/IAC*

*Campinas, 9 de fevereiro de 2013*