



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



## Comparação do Cálculo do Zoneamento de Riscos Climáticos da Soja para São Paulo Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto e de Estações Pluviométricas de Superfície

*Michelle Cristina Sanches<sup>1</sup>; Jurandir Zullo Junior<sup>2</sup>; Luciano Aparecido Barbosa<sup>3</sup>; João Paulo da Silva<sup>4</sup>; Silvio Roberto M. Evangelista<sup>5</sup>; Luciana Alvim Santos Romani<sup>6</sup>.*

<sup>1</sup> Eng. Cartógrafa, Mestranda FEAGRI, Campinas – SP, Fone: (19)3521-2460, [michelle.barbosa@feagri.unicamp.br](mailto:michelle.barbosa@feagri.unicamp.br)

<sup>2</sup> Matemático e Eng. Agrícola, Pesquisador CNPq e CEPAGRI, Campinas - SP, [jurandir@cpa.unicamp.br](mailto:jurandir@cpa.unicamp.br)

<sup>3</sup> Eng. Cartógrafo, Prof. Efetivo IFSULDEMINAS, Inconfidentes - MG, [luciano.barbosa@ifsuldeminas.edu.br](mailto:luciano.barbosa@ifsuldeminas.edu.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando FEAGRI, Campinas – SP, [joao.silva@feagri.unicamp.br](mailto:joao.silva@feagri.unicamp.br)

<sup>5</sup> Estatístico, Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP, [silvio.evangelista@embrapa.br](mailto:silvio.evangelista@embrapa.br)

<sup>6</sup> Ciência da Computação, Pesquisadora Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP, [luciana.romani@embrapa.br](mailto:luciana.romani@embrapa.br)

**RESUMO:** Os avanços tecnológicos das últimas décadas têm favorecido a existência de diversas ferramentas para capturar, armazenar, processar e disponibilizar dados de diferentes sensores remotos a bordo de satélites de observação da Terra, como é o caso do produto TRMM3B42-V7, que estima valores de precipitação diária em escala global. A existência deste produto e a carência de dados de superfície motivou a realização deste trabalho, que consiste em relacionar o emprego desses dados estimados por sensores remotos com dados de precipitação obtidos por postos pluviométricos do DAEE-SP, na elaboração do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC) da soja para o estado de São Paulo, no período 1998-2012. Para a realização dos cálculos utilizando as duas fontes de dados disponíveis, definiu-se a localização dos postos pluviométricos do DAEE-SP como referência para selecionar o valor correspondente a esta localização no produto TRMM3B42-V7 e estimou-se a evapotranspiração potencial (ETp) decidual média pelo método de Thornthwaite & Matter (1955) para os postos selecionados. Assim, realizaram-se duas simulações do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos da soja: a primeira, com dados de precipitação do DAEE-SP e a ETp estimada pelo método de Thornthwaite & Matter (1955); a segunda, com dados de precipitação do TRMM3B42-V7 e a ETp estimada da mesma forma que na primeira. Nas duas simulações realizadas, foi considerado o solo com sendo do tipo argiloso. Com os resultados das simulações, foram elaborados nove mapas para cada simulação contendo os municípios de menor risco climático para o plantio da soja, que correspondem aos decêndios do período do ano que vai de outubro a dezembro. Quando comparadas as duas simulações, nos nove decêndios utilizados, sete apresentaram um número maior de municípios de menor risco climático para a segunda simulação e apenas dois decêndios apresentaram os mesmos municípios com menor risco climático para a soja. Portanto, ao utilizar os dados do produto do TRMM3B42-V7, ocorreu o favorecimento de alguns municípios para o plantio da soja, visto que este produto superestima os valores de precipitação em relação aos registrados pelos postos do DAEE-SP em superfície.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, zoneamento agrícola, riscos climáticos.

### COMPARISON OF SOYBEAN CLIMATE RISK ZONING CALCULATION FOR SÃO PAULO USING REMOTE SENSING DATA AND RAIN GAUGES

**ABSTRACT:** The technological advances of the last decades have favored various tools to capture, store, process and make available data from different sensors aboard Earth Observation Satellites, such as TRMM3B42-V7 product, that provide daily precipitation values on a global scale. The existence of this product and the lack of surface data motivated this work, which is to relate the use of data estimated by these sensors and precipitation data obtained by the rain gauges DAEE-SP, in preparing the Climate Risk Zoning Soy for the state of São Paulo, in the period 1998-2012. For the purposes of the calculation

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

using the two sources of available data, we defined the location of the rain gauges DAEE-SP as a reference to select the corresponding value to this location on TRMM3B42-V7 product and estimated the potential evapotranspiration (ETp) average ten days by the method of Thornthwaite & Matter (1955) for the selected stations. Thus, there were two simulations of Soybean Climate Risk Zoning: the first with the DAEE-SP precipitation data and ETp estimated by the method of Thornthwaite & Matter; the second with TRMM3B42-V7 precipitation data and the estimated ETp the same way as the first. In both simulations, we considered the soil and the clay type. With the results of the simulations were prepared 9 maps for each simulation containing the counties with lower climatic risk for planting soybeans, which correspond to periods of ten days from October to December. Comparing the two simulations in 9 periods of ten days used, seven had a greater number of smaller climate risk counties for second simulation, and only two periods of ten days showed the same counties with lower climatic risk for soybeans. Therefore, when using the TRMM3B42-V7 product data is favoring some counties to planting soybeans, since this product overestimates the precipitation values than those recorded by DAEE-SP put into surface.

**KEY WORDS:** remote sensing, agricultura zoning, climate risk.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo indicadores agropecuários fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2014), a soja é um produto agrícola importante para o comércio exterior brasileiro, que, na safra 2012/2013, exportou cerca de 43 milhões de toneladas do grão e, na safra 2013/2014, chegou a 46 milhões de toneladas. Dessa maneira, é um produto agrícola que contribui significativamente para o desenvolvimento do país, seja pela sua exportação, pela geração de empregos ou pela adição de valor à soja industrializada. Caracterizada a sua importância econômica para o país, tem-se como ferramenta para auxiliar as decisões de políticas públicas e aumento de produtividade desse cultivo o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC), que atualmente é realizado com dados climáticos de superfície.

O Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos da soja considera as suas diferentes fases fenológicas para analisar a disponibilidade hídrica que um determinado local oferece a cada uma delas. Como apresentado por Farias et al. (2001), por meio do balanço hídrico, obtém-se o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) pela relação entre a evapotranspiração real do local e a evapotranspiração máxima exigida pela soja na fase de florescimento e enchimento de grãos. Uma determinada região é considerada como sendo de alto risco climático quando o valor do ISNA na fase crítica (florescimento e enchimento de grãos) é menor que 0,6 e de baixo risco climático em caso contrário, isto é, para valores de ISNA iguais ou superiores a 0,6 na fase crítica.

Considerando a maior disponibilidade de dados de precipitação obtidos por meio de sensores orbitais nos últimos anos, tem-se como objetivo desse trabalho comparar o resultado do ZARC da soja obtido com dados de precipitação da superfície e com dados de precipitação do produto TRMM3B42, com o intuito de fornecer uma nova fonte dados que possa ser utilizada para aprimorar o ZARC da soja e de outras culturas agrícolas do país.

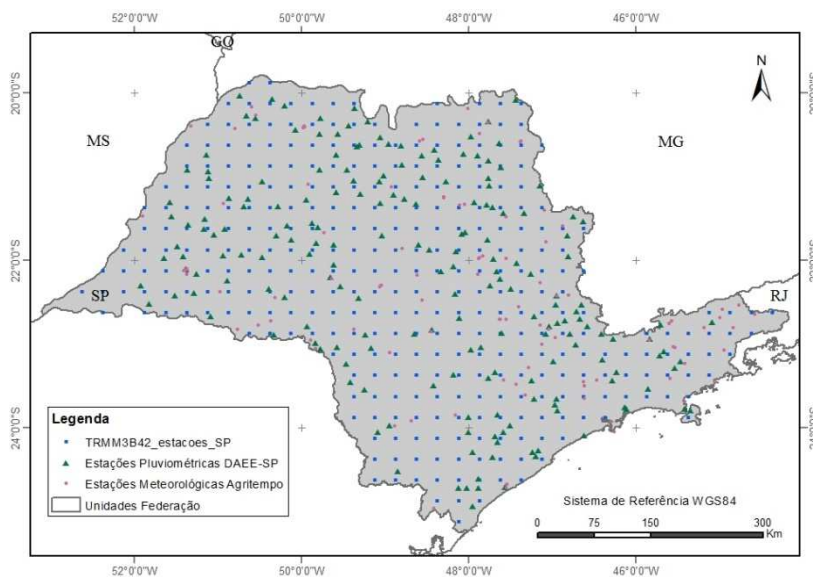
## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados foram selecionados para o estado de São Paulo, contido entre as coordenadas geográficas 19,5°S/53,5°O e 25,7°S/44,1°O. A precipitação diária da superfície foi obtida do Banco de Dados Hidrológico do Departamento de Água e Energia Elétrica do estado de São Paulo (DAEE-SP,

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

2014). A precipitação diária do produto TRMM3B42, estimada com dados de sensores orbitais, e a temperatura diária mínima e máxima de estações meteorológicas de superfície foram obtidas do Sistema Agritempo (Embrapa, 2014) (Figura 1). O período considerado para todos os dados foi de 1998 a 2012, a fim de compreender uma série histórica climática com pelo menos 15 anos de dados meteorológicos, como recomendado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013).

Além de atender a uma recomendação do MAPA, foram selecionadas as estações pluviométricas que apresentaram menos de dez por cento de dados faltantes para o período considerado. Ressalta-se que os dados faltantes, que restaram de cada estação, foram substituídos pelo valor da precipitação diária correspondente da estação pluviométrica mais próxima. A série climática de temperatura mínima e máxima das estações meteorológicas disponíveis no Sistema Agritempo foi empregada para estimar os valores de temperatura média diária para as estações pluviométricas do DAEE-SP. De acordo com o proposto por Santos et al. (2003), aplicou-se um fator de correção de 0,6°C na temperatura a cada 100 metros de altitude.



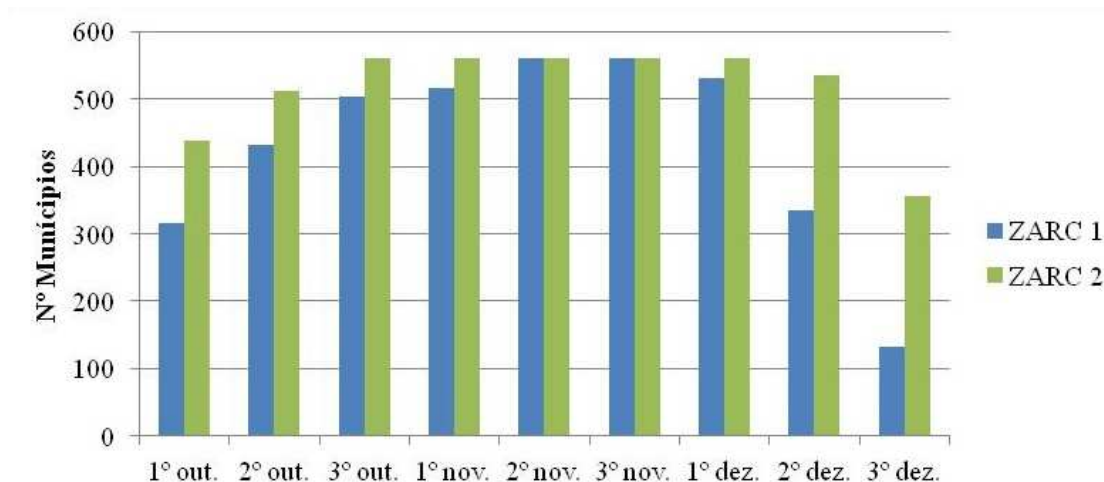
**Figura 11** – Localização dos centroides do produto TRMM3B42 (representados por pontos azuis), das estações meteorológicas do Sistema Agritempo (representadas por pontos vermelhos) e das estações pluviométricas do DAEE-SP (representadas por triângulos verdes) selecionadas para o estado de São Paulo.

Com os dados de temperatura média diária estimada para cada estação pluviométrica do DAEE-SP, foi calculada a evapotranspiração potencial decendial média do período pelo método proposto por Thornthwaite & Matter (1955). Para localização de cada estação pluviométrica do DAEE-SP, foi selecionado o centroide do produto TRMM3B42 mais próximo, pelo qual foi extraída a série climática de precipitação diária do centroide TRMM3B42 selecionado. Assim, para cada localização das estações pluviométricas do DAEE-SP e período 1998-2012, obtiveram-se séries climáticas de precipitação diária da superfície e do produto TRMM3B42, e a evapotranspiração potencial decendial média calculada.

Por meio desse conjunto de dados, realizaram-se duas simulações do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC) da soja, com ciclo de 125 dias para o solo do tipo 3, argiloso com Capacidade de Água Disponível (CAD) igual a 75 mm. O método considerado para o cálculo do ZARC da soja foi o proposto por Farias et al. (2001), sendo que foram considerados somente os municípios com baixo risco climático de plantio da soja, para os decêndios de outubro a dezembro, para as duas simulações. A primeira simulação considerou como dados de entrada a precipitação diária de superfície das estações pluviométricas do DAEE-SP e a evapotranspiração potencial decendial média calculada. A segunda simulação considerou a mesma evapotranspiração da primeira, porém com a precipitação diária do produto TRMM3B42.

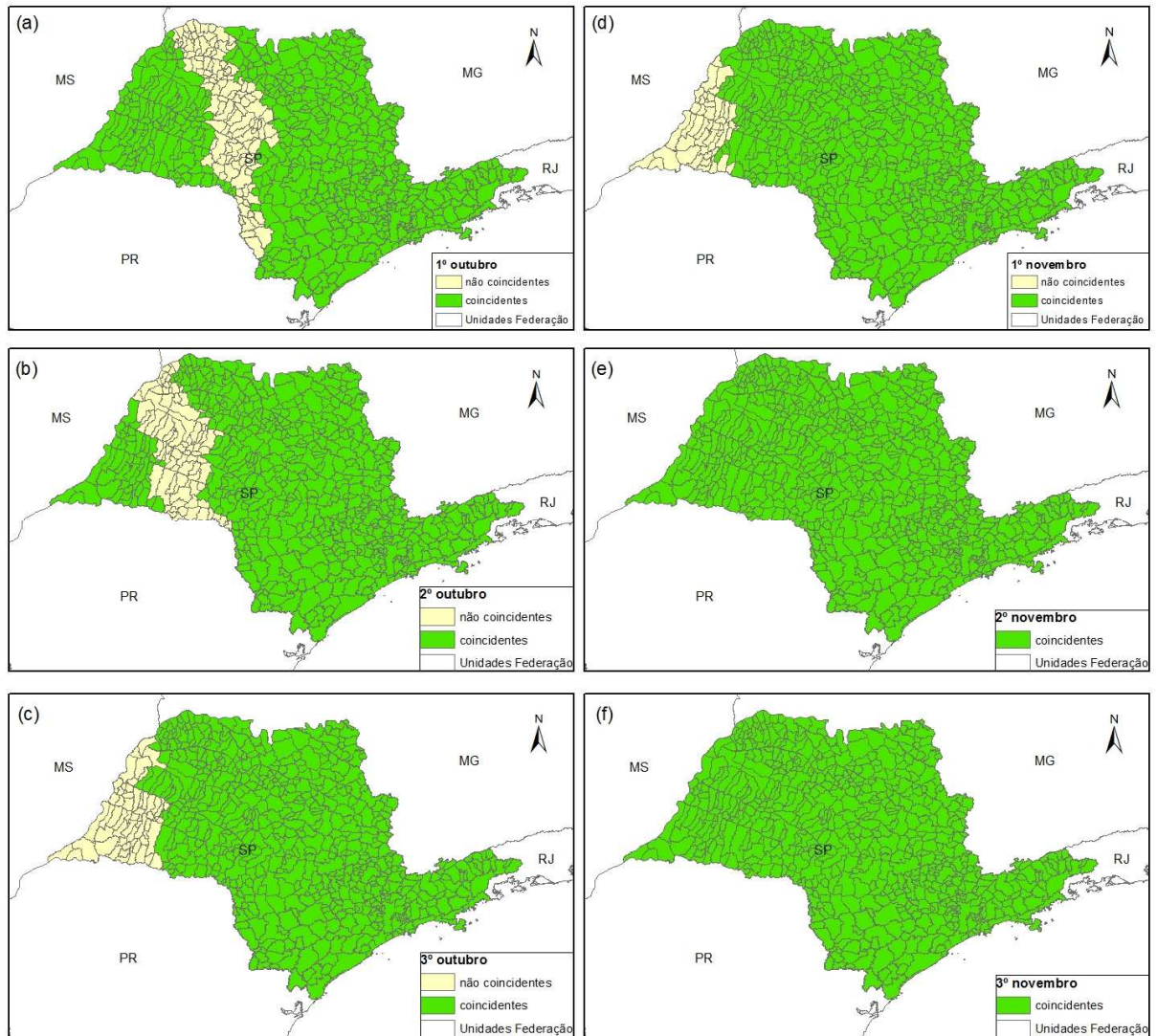
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no gráfico da Figura 2, pode-se observar a quantidade de municípios do estado de São Paulo que apresentaram baixo risco climático ao plantio da soja. Observa-se que, nos decêndios de outubro, no 1º decêndio de novembro e nos decêndios de dezembro, o ZARC 2 obtido com o produto TRMM3B42 teve uma quantidade maior de municípios de baixo risco climático do que o ZARC 1. Provavelmente, isto foi ocasionado pelos valores superestimados de precipitação do produto TRMM3B42, como descrito por Sato et al. (2011), que favoreceu a presença de água disponível no solo e, conseqüentemente, o aumento dos valores do ISNA. Ressalta-se, dos resultados obtidos, a coincidência da resposta do ZARC 1 e do ZARC 2 no segundo e terceiro decêndios de novembro, visto pela mesma quantidade de municípios com baixo risco climático no gráfico da Figura 2 e também pela Figura 3-(e) e 3-(f). Estas figuras foram obtidas pelo cruzamento dos resultados do ZARC 1 e do ZARC 2 a fim de verificar quais regiões do estado de São Paulo não apresentaram o mesmo risco climático ao plantio da soja no respectivo decêndio.

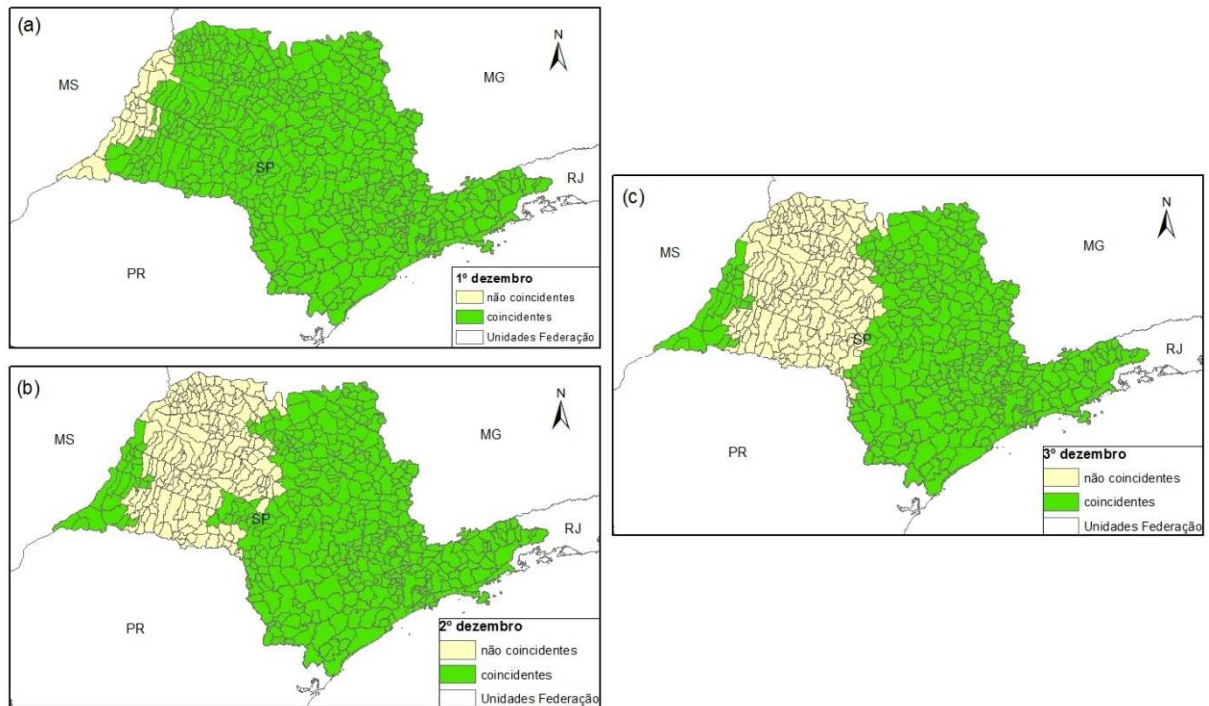


**Figura 2** – Número total de municípios com baixo risco climático ao plantio da soja para os decêndios de outubro a dezembro, utilizando dados de 1998 a 2012. O ZARC 1 foi o resultado obtido com precipitação da superfície e o ZARC 2 obtido com a precipitação do produto TRMM3B42, sendo ambos com dados de evapotranspiração potencial calculada.

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***



**Figura 3** – Comparação do ZARC 1 e do ZARC 2 obtidos respectivamente com dados de precipitação de superfície e do produto TRMM3B42, ambos com dados de evapotranspiração potencial calculada, para os decêndios de outubro (a, b, c) e novembro (d, e, f).



**Figura 4** – Comparação do ZARC 1 e 2 obtidos respectivamente com os dados de precipitação de superfície e do produto TRMM3B42, ambos com dados de evapotranspiração potencial calculada, para os decêndios de dezembro (a, b, c).

Pelas Figuras 3 e 4 tem-se que, pela comparação dos resultados do ZARC 1 (com precipitação da superfície) e do ZARC 2 (com precipitação do produto TRMM3B42), a região leste do estado de São Paulo foi a que apresentou um resultado melhor em todos os decêndios, sendo caracterizada como uma região com altitudes maiores em relação à região oeste e clima subtropical. Esta região, conforme apresentado por Rolim et al. (2007), apresenta temperatura média normal do mês mais frio abaixo de 18°C e do mês mais quente abaixo de 22°C. Nas Figuras 4-(b) e 4-(c), têm-se que o segundo e o terceiro decêndios de dezembro foram os que apresentaram a maior diferença entre os dois zoneamentos realizados, aumentando, inclusive, a quantidade de municípios da região oeste em que os resultados não coincidiram.

## CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados apresentados, foi possível concluir a aplicabilidade favorável do produto TRMM3B42 no cálculo do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos da Soja, ciclo de 125 dias, e solo do tipo 3, argiloso, especialmente para a região leste do estado de São Paulo e no segundo e terceiro decêndios de novembro. Verificou-se, também, a necessidade de continuar investigando o comportamento dos dados das estações pluviométricas que apresentaram resultado coincidente em todos os decêndios e as que tiveram resultado divergente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB, Brasil). **Indicadores da Agropecuária**. Brasília, 2014. 78 p.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE-SP). **Banco de dados Hidrológico.** São Paulo, 2014.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA (Brasil). **Agritempo: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.** Campinas, 2014.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; et al. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia.** Passo Fundo, vol. 9, n. 3 (Edição Especial: Zoneamento Agrícola), p. 415–421, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA, Brasil). **Zoneamento Agrícola de Risco Climático.** Brasília, 2014.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711–720, 2007.

SANTOS, E. H.; ROMANI, L. A. S.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, S. R. M. Utilização de estações vizinhas para a estimativa de temperatura e precipitação para o sistema agritempo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E À AGROINDÚSTRIA, 4, Porto Seguro. **Anais...** Associação Brasileira de Agroinformática, p. 2–5, 2003.

SATO, A. M.; FERREIRA, D. L. C.; SILVA, A. P. A.; AVELAR, A. S.; COELHO NETO, A. L. Comparação da estimativa da precipitação dos produtos TRMM e dados de campo na bacia do rio Sesmária e na cidade do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos. INPE, 2011. p.5132–5139.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 104, p1955. (Publications in Climatology, vol. 8, n.1).