

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

**SUÉLEN CRISTIANE RIEMER DA SILVEIRA<sup>1</sup>; EMANUELE BAIFUS MANKE<sup>1</sup>;**  
**RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ<sup>2</sup>; JULIANO MANKE<sup>3</sup>; RODRIGO RIZZI<sup>4</sup>;**  
**CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água/MACSA, UFPel – [silveira.suelen@gmail.com](mailto:silveira.suelen@gmail.com); [manumanke@gmail.com](mailto:manumanke@gmail.com)

<sup>2</sup>Centro de Engenharias, UFPel – [ritah2o@hotmail.com](mailto:ritah2o@hotmail.com)

<sup>3</sup>Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias – [julianomankeap@gmail.com](mailto:julianomankeap@gmail.com)

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel – [rodrigo.rizzi@ufpel.edu.br](mailto:rodrigo.rizzi@ufpel.edu.br)

<sup>4</sup> Centro de Engenharias, UFPel – [cteixeir@ig.com.br](mailto:cteixeir@ig.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é conhecido por sua alta produção agrícola, porém, esta tem sido afetada frequentemente pela redução da produtividade de suas principais culturas, em decorrência de diversos fatores climáticos. Uma destas é a soja, a qual pode apresentar variações na produtividade, dependendo da tecnologia aplicada no seu cultivo. Entretanto, a principal causa da grande variação da produtividade média da soja no estado é a frequente exposição da cultura às condições meteorológicas desfavoráveis, principalmente a falta de chuva em períodos críticos do ciclo das plantas. Desta forma, destaca-se a importância da análise das variáveis relacionadas ao clima e que podem influenciar a produtividade e, consequentemente a produção da cultura, pois esta é fundamental para a economia do RS.

A evapotranspiração é um dos fatores que afetam o desenvolvimento da soja e que tem sido objeto de estudos. No entanto, normalmente estão disponíveis dados pontuais desta variável, os quais são obtidos por meio de estações de monitoramento e muitas vezes não permitem a compreensão da sua distribuição espacial ao longo de grandes regiões, como o estado. Neste sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas já utilizadas no auxílio ao mapeamento e zoneamento da agricultura como um todo, atuando como método de fiscalização e planejamento de áreas agrícolas e uso da terra (RODRIGUES, et al, 2013). Um SIG possibilita também aplicar técnicas que permitem a interpolação e espacialização dos valores, podendo ser então uma possível ferramenta para análise global da evapotranspiração obtida de forma pontual.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre a evapotranspiração e a produtividade da soja no RS por meio de um SIG.

### 2. METODOLOGIA

Neste trabalho, utilizaram-se os dados observados de precipitação e temperatura média de 13 estações meteorológicas, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Estes foram utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência (Eto) e do balanço hídrico climatológico mensis. A Eto e a Evapotranspiração Real (Etr) foram estimadas para os anos de 2005,

2007 e 2011, nos quais se observou a produtividade média da cultura no estado de 654, 2.552 e 2.876 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017) O cálculo das médias mensais da evapotranspiração compreenderam os meses de dezembro a março, que são aqueles em que as condições meteorológicas mais afetam a produtividade da cultura no RS.

Os valores de Eto calculados para os locais das 13 estações meteorológicas foram inseridos no SIG SPRING 5.4.3 (CAMARA et al.1996) como amostras pontuais, que foram utilizadas nas demais fases da metodologia.

A primeira etapa foi a interpolação espacial dos valores pelo método da média ponderada por quadrante, obtendo-se uma grade de valores para todo o RS. Em seguida, por meio da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) que integra o software SPRING realizaram-se as demais operações de cálculo. Nesta segunda etapa estimou-se a evapotranspiração da cultura por meio da Equação 1:

$$Etc = Eto \cdot kc \quad (1)$$

em que: Etc é a evapotranspiração da cultura, Eto a evapotranspiração de referência e kc o coeficiente de cultura da soja.

Posteriormente, determinou-se a razão entre a evapotranspiração de referência e o fator de resposta de produtividade da cultura da soja (ky), o qual se denominou evapotranspiração da produção. Os valores dos coeficientes da cultura e do fator de resposta à produtividade foram adaptados de DOOREMBOS e KASSAN (1979) e RIZZI e RUDORFF (2007), conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Valores dos coeficientes de cultura e do fator de resposta à produtividade dos meses analisados utilizados para a cultura da soja.

Coeficiente	nov.	dez.	jan.	fev.
kc	0,76	1,23	1,44	1,29
ky	0,25	0,70	0,90	1,00

Em seguida, determinou-se o índice de produtividade. Os dados da produtividade anual da soja disponibilizados pelo IBGE foram comparados ao índice de produtividade. Visando a interpretação espacial dos resultados realizou-se uma operação de fatiamento em três classes: alto, médio e baixo. Os valores da classe *alto* variam de >0,90 a 1,50, *médio* entre >0,80 a 0,90 e *baixo* de 0 a 0,80.

Por fim, aplicou-se a operação zonal, a qual possibilitou a obtenção de um índice de produtividade médio para o RS, para cada ano analisado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Figura 1 verifica-se que em 2005 o índice de produtividade foi classificado como médio e baixo, principalmente nas regiões norte do estado, onde ocorre a maior produção de soja no RS. Neste ano, a produtividade média oficial do estado foi a mais baixa já observada no RS.

Em 2007, o índice de produtividade foi classificado como alto em todo o estado, quando se verificou uma produtividade média consideravelmente maior em relação a 2005 (2.552 kg ha<sup>-1</sup>). Já em 2011, nas regiões sul e centro do RS, o

índice de produtividade variou de baixo a médio, com a ocorrência de uma região de alto índice na porção oeste do estado. Entretanto, neste ano ocorreu a maior produtividade média observada até então para a cultura no estado ( $2.876 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Neste caso, a alta produtividade possivelmente esteve relacionada à outras variáveis não consideradas neste trabalho.

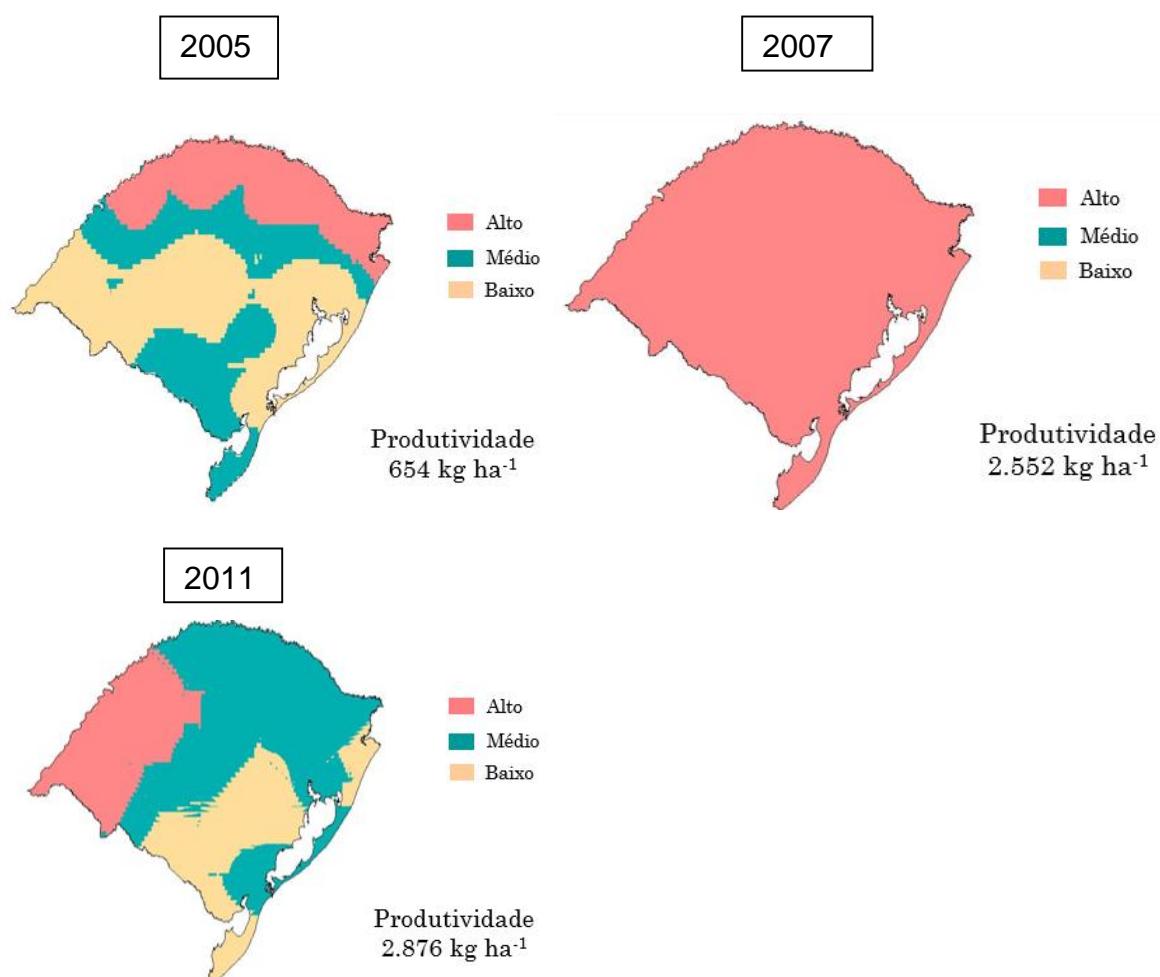


Figura 1 – Índice de produtividade para o RS.

Na tabela 2, estão dispostos os valores médios do índice de produtividade para cada ano no RS e sua respectiva produtividade média oficial. Os resultados permitem verificar que o índice médio de 2007 foi maior quando comparado ao de 2005, sendo que também constatou-se que ocorreu um elevado aumento na produtividade em um período de dois anos, podendo então este resultado estar relacionado com o índice de produtividade. Já em 2011, o índice apresentou valor muito próximo ao de 2005, o que demonstra que possivelmente a produtividade, está relacionada a outros fatores não considerados neste trabalho. Desta forma, constatou-se que o índice de produtividade apresentou certa relação com a produtividade oficial da soja para os anos observados. O ano com menor índice de produtividade correspondeu ao ano de menor produtividade no RS. O ano de 2007 apresentou maiores índices de produtividade, entretanto, verificou-se que este caracterizou-se por uma produtividade intermediária entre os anos estudados.

Tabela 2- Índice de produtividade e produtividade oficial médios para o Rio Grande do Sul

Ano	Índice de produtividade	Produtividade média oficial
2005	0,82	654 kg ha <sup>-1</sup>
2007	1,25	2,552 kg ha <sup>-1</sup>
2011	0,85	2,876 kg ha <sup>-1</sup>

#### 4. CONCLUSÃO

Verificou-se certa relação entre o índice de produtividade proposto e a produtividade média da soja no RS, uma vez que, embora observou-se um índice de produtividade alto em um ano com alta produtividade, valores muito próximos do índice foram verificados em anos de alta (2,876 kg ha<sup>-1</sup>) e baixa (654 kg ha<sup>-1</sup>) produtividade média.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers and Graphics**, v.20, p.395-403, 1996.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n. 33).
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)-ração**. São Paulo: FEALQ, 183p., 1997
- RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Imagens do sensor MODIS associadas a um modelo agronômico para estimar a produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.1, p.73-80, jan. 2007.
- RODRIGUES, M. T.; CERIGNONE, F. J.; RODRIGUES, B. T.; MALHEIROS, J. M.; MONTE, B. E. O.; CARDOSO, L. G. Utilização do geoprocessamento na classificação do uso da terra em áreas conflitantes da bacia hidrográfica do rio capivara no município de botucatu-sp. **IV Workshop Internacional de Planejamento em Bacias Hidrográficas**. 2013, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente, SP: UNESP/FCT, 2013.