

# INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DISTINTAS NA ESTIMATIVA DE ÁREA CULTIVADA DA CULTURA DA SOJA A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

JULIANA S. DOS SANTOS<sup>1</sup>, ANDERSON R. GERHARDT<sup>2</sup>, DENISE C. FONTANA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnóloga em Agropecuária, aluna do curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – CEPSRM – UFRGS - Porto Alegre- RS

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Geografia, UFRGS, Bolsista CNPq – CEPSRM- Porto Alegre - RS

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Professora Associada, Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS – Porto Alegre – RS

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

**RESUMO:** este trabalho teve como objetivo avaliar os resultados de estimativa de área cultivada de soja obtida a partir de imagens MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro-Radiometer*), verificando a dependência desta metodologia com condições ecoclimáticas e meteorológicas da região de estudo. Para isso foram utilizadas imagens diferença a partir de mínimos e máximos de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e foram analisados os valores de média e desvio-padrão das áreas de soja, buscando verificar se a escolha de um único limiar de corte para mapear essas áreas é adequada para separá-las dos demais alvos da imagem. Foram analisados também se fatores como o déficit hídrico podem estar relacionados com diferenças significativas na estimativa de área cultivada pelas imagens MODIS e dados oficiais do IBGE. A metodologia proposta para obtenção do limiar de corte mostrou-se eficiente, gerando valores de área cultivada próximos aos do IBGE. No entanto, verificou-se que condições meteorológicas determinam alterações nas estatísticas das áreas cultivadas com soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** MODIS, Fenologia.

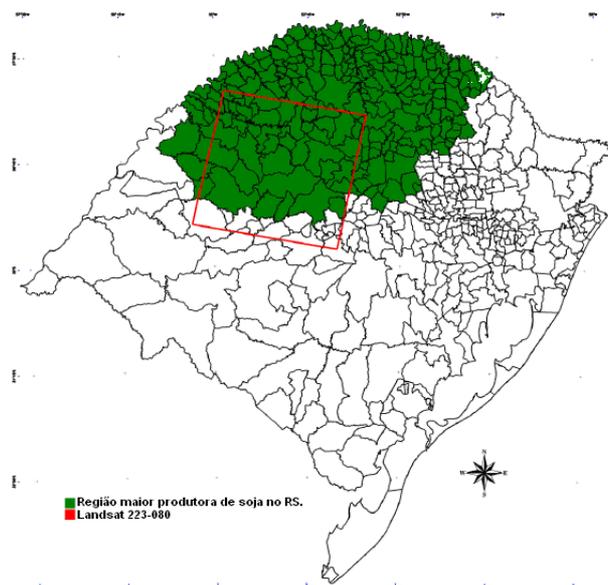
## INFLUENCE OF DIFFERENT CLIMATIC CONDITIONS IN THE ESTIMATE OF THE SOYBEAN CROP AREA OF FROM DATA REMOTE SENSING

**ABSTRACT:** the goal of this work is to evaluate the results to estimate of the soybean crop area from MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro-Radiometer*) images, checking the dependence of this methodology with meteorological conditions in the region of study. Images were used for this difference from minimum and maximum NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) and analyzed the values of average and standard deviation of the areas of soybean, seeking to verify whether the choice of the threshold to map these areas is adequate to separate them from the other classes of the image. We also examined whether factors such as water stress may be related to differences in estimates of area cultivated by the MODIS data and official IBGE. The proposed methodology for obtaining threshold was efficient, generating values of area next to the IBGE. However, it was found that meteorological conditions determine changes in the statistics of the soybean crop area.

**KEY WORDS:** MODIS, Phenology.

**INTRODUÇÃO:** a soja vem apresentando um crescimento expressivo da área cultivada nas últimas décadas, sendo hoje o principal produto do agronegócio brasileiro (Embrapa, 2005). Devido a esse intenso aumento de área cultivada e a importância econômica do setor agrícola para o Brasil é muito importante a estimativa de área desta cultura e o seu monitoramento ao longo do tempo. No Brasil a estimativa de área cultivada é realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), sendo que em função do caráter subjetivo destas informações, não é possível se obter uma análise quantitativa dos erros envolvidos. Continuamente metodologias vêm sendo desenvolvidas para auxiliar na aquisição desses dados de área cultivada, com isso busca-se tornar os dados menos subjetivos e cada vez mais confiáveis. Algumas ferramentas importantes para auxiliar nas estimativas de safras são as informações obtidas a partir de sensores remotos, sendo uma alternativa as imagens do sensor MODIS a bordo do satélite TERRA, com 250 metros de resolução espacial e resolução temporal quase diária (Rudorff et al., 2007). As metodologias utilizadas para estimar área cultivada baseadas em acompanhar as mudanças fenológicas das culturas (Fontana et al., 2007) têm apresentado uma acurácia elevada nas estimativas de área de soja quando comparadas a dados oficiais. No entanto, tornou-se necessário avaliar a estabilidade de alguns parâmetros utilizados nesta metodologia quando aplicadas a regiões com diferentes características. O objetivo desse trabalho foi, portanto, avaliar os resultados de estimativa de área cultivada de soja obtida a partir de imagens MODIS, verificando a dependência desta técnica com as condições ecoclimáticas e meteorológicas da região de produção.

**MATERIAL E MÉTODOS:** a área de estudo abrangeu a região norte do Estado do Rio Grande do Sul, região maior produtora de soja do Estado (**Figura 1**).



**Figura 1.** Em verde região Norte do Estado do Rio Grande do Sul, o retângulo em vermelho ilustra a cena Landsat utilizada para mapear lavouras de soja.

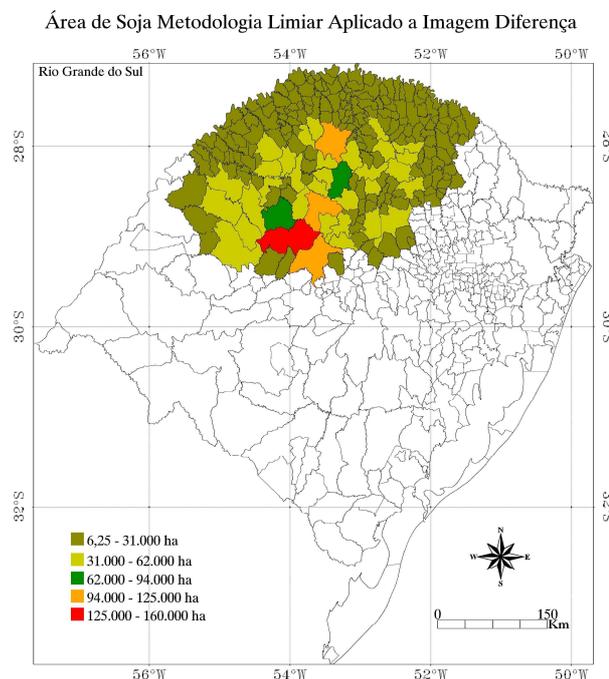
No trabalho foram utilizadas as imagens NDVI obtidas a partir do produto MOD13 do sensor MODIS, referentes à safra 2005/2006 dos meses de outubro a março, considerando o calendário agrícola da soja na região. Para a estimativa de área cultivada foi utilizada a metodologia Limiar aplicado à Imagem Diferença (Fontana et al., 2007). Este método consiste em utilizar imagens de diferença de NDVI, geradas a partir de imagens de valores mínimos (implantação da cultura) e máximos (pleno desenvolvimento) e um limiar de corte

para identificar as áreas de cultivo. O limiar de corte foi baseado em uma máscara de soja (imagem LANDSAT classificada, órbita ponto 224-81), de onde foram extraídos, nas imagens MODIS, os valores de média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) apenas das lavouras de soja. Foi adotado o intervalo de ( $\mu \pm 1,125$ ), visto que esta foi a faixa de valores a que mais se ajusta quando comparada com estimativas de área cultivada de soja em imagens Landsat (Wagner et al, 2007).

Com isso obteve-se um intervalo de valores de NDVI apenas das áreas de soja na área de coincidência das imagens Landsat e MODIS. Após estes valores foram extrapolados para toda a área de estudo nas imagens MODIS e obteve-se a máscara de cultivo de toda a região de produção. A partir da imagem binária soja e não-soja foram estimados os dados de área cultivada de 224 municípios.

Para verificar os resultados quanto à estabilidade do limiar de corte, foram analisados os valores de média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) de diferentes regiões da área de estudo. Utilizou-se para isto um critério de possível diferenciação: alto, médio e baixo risco de redução do rendimento por déficit hídrico na safra em estudo. Nesta análise, o risco de redução de rendimentos por déficit hídrico foi avaliado a partir do valor da evapotranspiração relativa ( $E_{Tr}/E_{To}$ ). Para o trabalho, municípios em que a  $E_{Tr}/E_{To}$  ocorrida ficou na faixa de 0,25 a 0,50, foram considerados de alto risco de redução dos rendimentos por deficiência hídrica. Os municípios com valores entre 0,50 e 0,75 e de 0,75 a 1,0 foram considerados de médio e baixo risco, respectivamente (Melo, 2003).

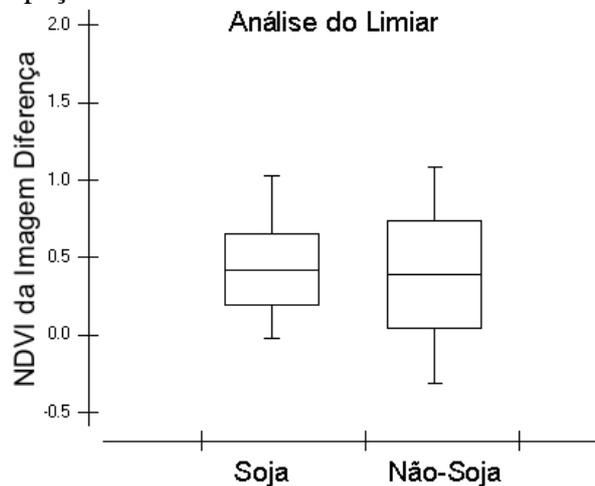
**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** são apresentados na **Figura 2**, os resultados da classificação, totalizando as áreas cultivadas com soja por município.



**Figura 2.** Região norte do Estado, com os respectivos valores de área cultivada de soja obtidos a partir da Metodologia Limiar Aplicado a Imagem Diferença MODIS.

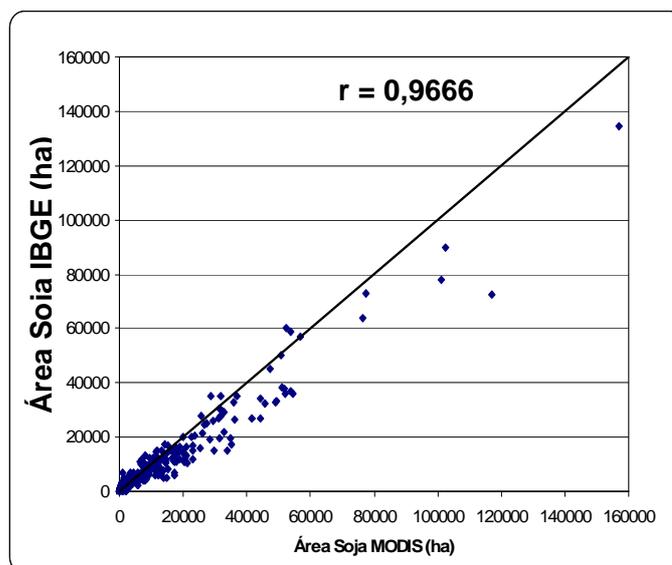
A região de estudo é composta por municípios com grande ocupação da sua área com lavouras de soja. Desta forma, os municípios com maior área municipal são os que apresentam a maior área cultivada com a cultura e estão situados na porção sul da região.

Analisando as estatísticas da classificação, verifica-se que as áreas de soja apresentaram valores de 0,41 e 0,19 e as áreas de não-soja valores de 0,38 e 0,34 para a média e o desvio-padrão, respectivamente. As classes soja e não-soja mostraram um padrão distinto. As áreas ocupadas com lavouras de soja apresentaram valor médio de NDVI um pouco superior (**Figura 3**). Mas a maior diferença foi observada no desvio padrão, tendo as áreas da classe não-soja apresentado uma maior variabilidade, o que é esperado, já que esta classe é composta por diversos tipos de ocupação.



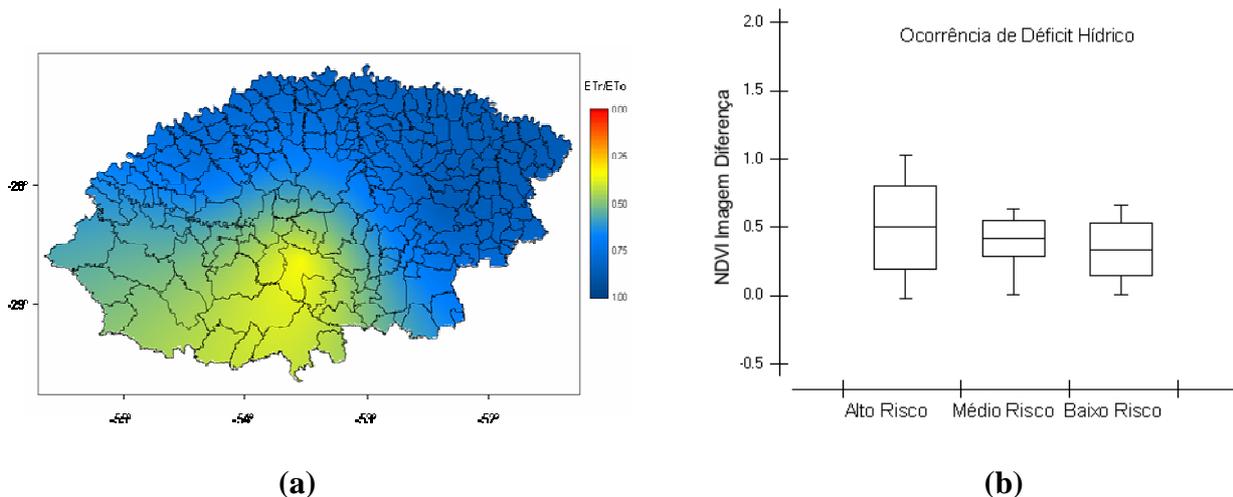
**Figura 3.** Diagrama de caixa do NDVI, obtido na imagem diferença para as classes soja e não-soja. Safra 2005/06 no Rio Grande do Sul.

Verifica-se uma concordância elevada entre os dados de área ocupada por soja, obtidos pelas duas metodologias (MODIS E IBGE), para os 244 municípios abrangidos, sendo o coeficiente de correlação de 0,9666 (**Figura 4**). Entretanto, observa-se que a metodologia utilizando imagens MODIS tendeu a subestimar a área de soja para os municípios com maior área cultivada.



**Figura 4.** Comparação entre dados de área cultivada obtida em 244 municípios pelo IBGE e através da Metodologia de Limiar Aplicado a Imagem Diferença MODIS. Safra 2005/06.

Essa tendência de subestimação pode estar associada à ocorrência de déficit hídrico no ano de estudo, o qual foi mais intenso exatamente nos municípios maior produtores (**Figura 4a**).



**Figura 4.** Evapotranspiração relativa ( $ET_r/ET_o$ ) na região produtora de grãos no mês de fevereiro de 2006 (a) e diagrama de caixa do NDVI, obtido na imagem diferença, para as classes soja e não-soja. Safra 2005/06 no Rio Grande do Sul (b).

Pode-se observar que as áreas de soja com maior risco de déficit hídrico mostraram estatísticas distintas das áreas de médio e baixo risco, as quais se aproximaram (**Figura 4b**). Estas áreas também apresentaram uma maior variabilidade nos dados em relação às demais, o que pode ser consequência do efeito diferenciado do déficit hídrico conforme o manejo empregado nas lavouras (adoção ou não de irrigação, tipo de sistema de condução – direto ou convencional, época de semeadura, entre outros). A maior variabilidade pode ter sido a causa da não inclusão das áreas de soja no cálculo final por município.

**CONCLUSÕES:** a metodologia proposta para obtenção do limiar que define a inclusão de áreas na metodologia da imagem diferença de NDVI/MODIS é eficiente e gera valores de área cultivada próximos a estimativa oficial do IBGE. Entretanto, condições meteorológicas determinam alterações nas estatísticas das áreas cultivadas com soja, o que indica a necessidade de aprofundar estudos neste tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2005**. Disponível em <<http://www.cnpso.embrapa.br/producao soja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 13 nov 2008.
- EMATER/RS. **Regionais**. Disponível em <<http://www.emater.tche.br/site/>>. Acesso em: 16 maio 2009.
- Fontana, D.C., Potgieter, A. B. & Apan, A. (2007) - **Assessing the relationship between shire winter crop yield and seasonal variability of the MODIS NDVI and EVI images**, Applied GIS, 3(7), 1-16.
- Melo, R. W. **Modelo Agrometeorológico-espectral de Estimativa do Rendimento da Soja para o Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado em Fitotecnia, área de concentração Agrometeorologia – UFRGS, 2003. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/srm/novo/dissertacoes/Dissertacao%20Luiz%20Alberto%20da%20Costa%20Marchiori.zip>> Acesso em: 27 junho 2008.
- Rudorff, B.F.T.; Shimabukuro, Y. E.; Ceballos, J.C. **O Sensor Modis e Suas Aplicações Ambientais no Brasil**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed., 417p., 2007.
- Wagner, A. P. L; Weber, E.; Fontana, D. C. et al. Estimativa de Área de Soja no Rio Grande do Sul Utilizando Imagens NDVI/MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE 2007. Artigos, p. 457-464.