

Estimativa do rendimento de soja usando dados do modelo do ECMWF em um modelo agrometeorológico-espectral no Estado do Rio Grande do Sul

Ricardo Wanke de Melo¹
Denise Cybis Fontana¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Caixa Postal 15100 - 91501-970 – Porto Alegre - RS, Brasil
melo_rw@yahoo.com.br, dfontana@ufrgs.br

Abstract. Objective methodologies for the attainment of information about the grains production are necessary in Brazil due its great territorial extension and to the volume of its production. Amongst the tools used for the attainment of yield estimates are highlighted the agrometeorological-spectral models, based in the crop responses to the occurred meteorological conditions and vegetal biomass data gotten through remote sensors. For the Rio Grande do Sul State, Bianchi et al. (2006) had adjusted an agrometeorological-spectral model to estimate the soybean crop yield. There are difficulties in the attainment of meteorological data in skillful time to produce the estimates in an adequate time to attend the necessities of the users of this information, and the low density of meteorological stations leaves great areas without trustworthy meteorological data. The ECMWF provides simulated meteorological data, available at Joint Research Centre website. This work evaluates the model of Bianchi et al. (2006) using data from meteorological stations and ECMWF simulated data, in three crop years.

Palavras-chave: Joint Research Centre, simulated data, *Glycine max*, dados simulados

1. Introdução e objetivos

Para um melhor planejamento de ações, por parte de entidades governamentais e não governamentais ligadas ao setor agrícola, é essencial a obtenção de informações sobre os rendimentos das culturas agrícolas com a maior antecedência e exatidão possíveis. No Brasil, metodologias objetivas para a obtenção destas informações são necessárias, devido à sua grande extensão territorial e ao volume da produção.

Dentre as ferramentas utilizadas para a obtenção de estimativas de rendimentos, destacam-se os modelos agrometeorológicos, que são baseados nas respostas das culturas às condições meteorológicas ocorridas nas lavouras (Berlato, 1987; Fontana et al., 2001). Modelos agrometeorológico-espectrais agregam aos dados meteorológicos, dados de biomassa vegetal obtidos através de sensores remotos. Nestes modelos, o termo agrometeorológico expressa as condições meteorológicas, enquanto que o termo espectral expressa outros fatores que contribuem na definição dos rendimentos, como práticas de manejo, cultivares, pragas e moléstias, entre outras (Rudorff e Batista, 1990).

No Estado do Rio Grande do Sul, Fontana e Berlato (1998), Melo et al. (2003), Rizzi (2004) e Bianchi et al. (2006) ajustaram modelos agrometeorológico-espectrais para estimar os rendimentos da cultura da soja, mostrando avanço na precisão das estimativas quando da utilização dos dados espectrais. Entretanto, existe dificuldade de obtenção de dados meteorológicos em tempo hábil para que as estimativas possam ser produzidas em um tempo adequado às necessidades dos usuários destas informações.

Além da defasagem de tempo entre a coleta dos dados nas estações meteorológicas e o recebimento destes para a aplicação nos modelos, a baixa densidade de estações deixa grandes áreas agrícolas sem informações confiáveis, principalmente de dados de precipitação pluvial.

O *Joint Research Centre* (JRC), que é um centro de referência de ciência e tecnologia da União Européia (UE), desenvolve tecnologias e sistemas de monitoramento e previsão de safras em diferentes partes do mundo. O JRC disponibiliza, em seu *website*, dados meteorológicos com resolução de 0,5 grau de latitude e longitude, oriundos do modelo do ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*). A facilidade e rapidez de

obtenção destes dados pelos usuários são importantes para os programas de previsão de safras, que necessitam dados atuais e confiáveis para o cálculo dos modelos de estimativas.

Este trabalho avalia o desempenho do modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de soja, ajustado por Bianchi et al. (2006), para a região maior produtora de soja no Rio Grande do Sul, utilizando dados de estações meteorológicas e dados simulados pelo ECMWF, em três safras agrícolas.

2. Metodologia

Nesta avaliação é utilizado o modelo agrometeorológico-espectral ajustado por Bianchi et al. (2006), para a região maior produtora de soja no Estado do Rio Grande do Sul definida por Berlatto e Fontana (1999) (**Figura 1**). Esta região está localizada na parte norte-noroeste do Estado e responde por aproximadamente 76% do total de soja produzido no Estado (IBGE, 2005). A região é dividida em três sub regiões (**Figura 2**), classificadas conforme os rendimentos de soja obtidos nos municípios que as compõem (Melo et al., 2004).

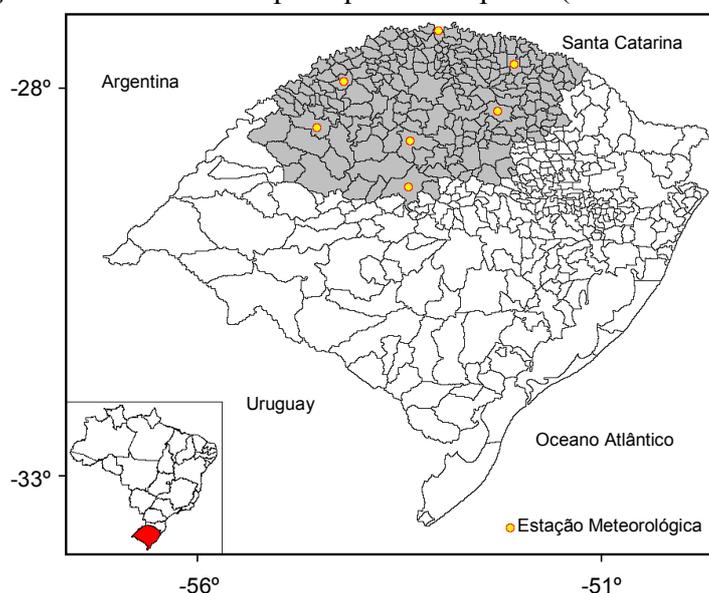


Figura 1. Estado Rio Grande do Sul. Em destaque a região de maior produção de soja com as estações meteorológicas utilizadas. (Fonte: Berlatto e Fontana, 1999).

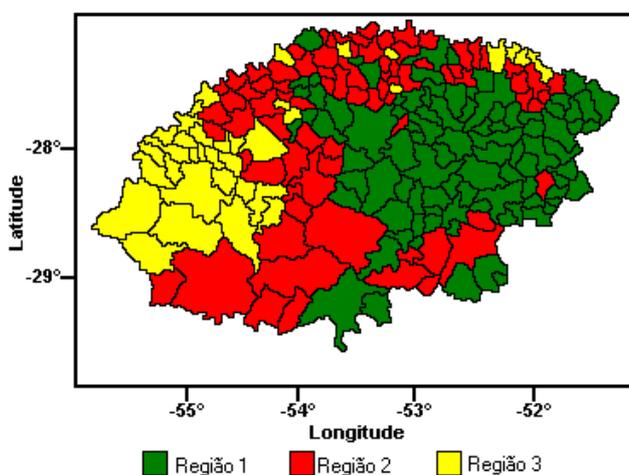


Figura 2. Sub regiões de produção agrupadas conforme o rendimento médio da soja (Fonte: Melo et al., 2004).

A estimativa de rendimento foi obtida pela equação (Bianchi et al., 2006):

$$Y = Ym \times [(a \times TA) + (b \times TE)] \quad (1)$$

em que: Y é o rendimento estimado (kg ha^{-1}), Ym rendimento máximo observado na série de anos utilizada no ajuste do modelo (respectivamente 2.929, 2.578 e 2.261 kg ha^{-1} para as regiões 1, 2 e 3), TA o termo agrometeorológico, TE o termo espectral e a e b (Tabela 1) são os coeficientes de ajuste da equação.

Tabela 1. Coeficientes para estimação do rendimento médio da cultura da soja através do modelo agrometeorológico-espectral (Bianchi et al., 2006)

Região	Coeficientes	
	a	b
1	0,882	0,083
2	0,852	0,123
3	0,799	0,173

O termo agrometeorológico foi obtido pela equação proposta por Jensen (1968), modificada por Berlatto (1987):

$$TA = \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{ETr}{ETo} \right)_i^{\lambda_i} \right] \quad (2)$$

em que ETr/ETo é a evapotranspiração relativa do período i (meses) e λ é o expoente que expressa a sensibilidade relativa da planta ao déficit hídrico em cada período i (Tabela 2).

Tabela 2. Expoentes para estimação do termo agrometeorológico do modelo de estimativa do rendimento da cultura da soja (Bianchi et al., 2006)

Região	Expoentes			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
1	0,299	0,261	0,652	0,586
2	0,361	0,277	0,720	0,727
3	0,427	0,233	0,630	0,487

Os dados meteorológicos para a obtenção de TA foram obtidos das estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e à Fundação de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) de Erechim, Cruz Alta, Santa Rosa, São Luiz Gonzaga, Iraí, Júlio de Castilhos e Passo Fundo (Figura 1), de novembro a março das safras de 2003 a 2005. A evapotranspiração de referência (ETo) foi calculada pelo método de Penman (1956). A evapotranspiração real (ETr) foi obtida a partir do balanço hídrico meteorológico de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando uma capacidade de armazenamento de água do solo, média para a região, de 75mm.

Foram obtidas, a partir do *website* do JRC (JRC, 2006), imagens de precipitação pluvial e evapotranspiração simuladas para a região de estudo. Os dados de evapotranspiração foram transformados devido à diferença no saldo de radiação em função da cobertura do solo, através da equação:

$$ET_{soja} = -0,328 + (ET_{ECMWF} \times 1,053) \quad (3)$$

em que ET_{soja} é o valor utilizado como evapotranspiração de referência (ET_o), utilizada como dado de entrada no balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), para a obtenção da evapotranspiração real (ET_r), e ET_{ECMWF} é a evapotranspiração simulada pelo ECMWF.

O termo espectral é representado pela média das composições mensais de máximo valor do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) nos meses de janeiro e fevereiro de cada safra. As imagens que originaram as composições são provenientes do sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), a bordo dos satélites da série NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). As imagens foram fornecidas pelo Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia (CEPSRM/UFRGS).

3. Resultados e discussão

As três safras de soja avaliadas apresentaram rendimentos bastante diferenciados. O ano de 2003 foi o recorde de rendimento do Estado. Em 2004 os rendimentos se mantiveram próximo à média histórica, enquanto que o ano de 2005 se constituiu na maior frustração de safra da história desta cultura no Rio Grande do Sul.

Os resultados obtidos da aplicação do modelo de estimativa de Bianchi et al. (2006) com dados de estações de superfície e com dados simulados pelo ECMWF foram muito semelhantes, quando consideradas as médias de estimativa para toda a região de produção de soja. Os rendimentos, calculados com os dados simulados pelo ECMWF, foram mais próximos dos rendimentos estimados pelo IBGE do que os rendimentos estimados com dados de estações meteorológicas (**Figura 3**), exceto na safra de 2005.

Nas três safras, os rendimentos estimados com os dados do ECMWF foram superiores aos estimados com os dados de estações meteorológicas. Este fato ocorre pois os valores de evapotranspiração estimados pelo ECMWF, que são a expressão da disponibilidade hídrica, principal determinante do rendimento final de grãos de soja, são maiores do que os valores de evapotranspiração calculados a partir dos dados observados nas estações meteorológicas.

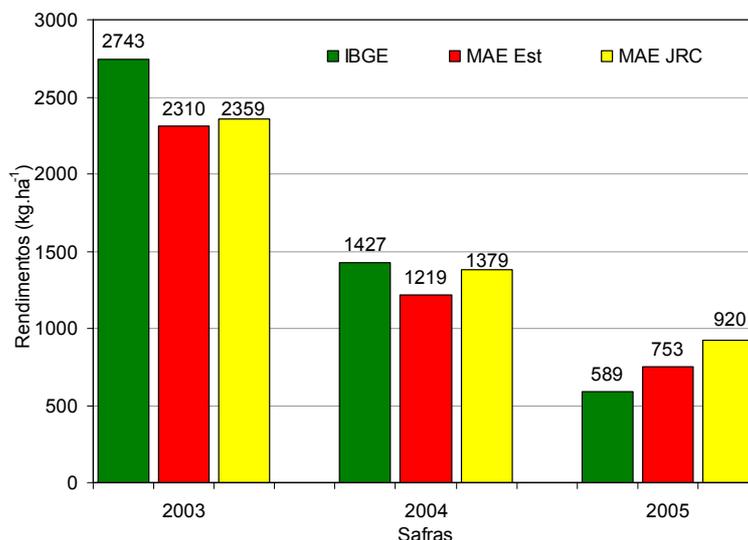


Figura 3. Rendimentos médios estimados pelo IBGE (IBGE) e pelo modelo agrometeorológico-espectral, usando dados do JRC (MAE JRC) e de estações meteorológicas (MAE Est), para a região produtora de soja do Rio Grande do Sul em três safras agrícolas.

No ano de 2003, ocorreu a maior semelhança entre as estimativas obtidas com os dados das estações meteorológicas (**Figura 4**) e as obtidas com os dados do ECMWF (**Figura 5**), sendo que estas foram, em geral, superiores àquelas. Nos demais anos existiram maiores

diferenças entre as estimativas, sendo que as realizadas com os dados do ECMWF tendem a ser superiores às realizadas com os dados de estações, na maior parte da região de produção.

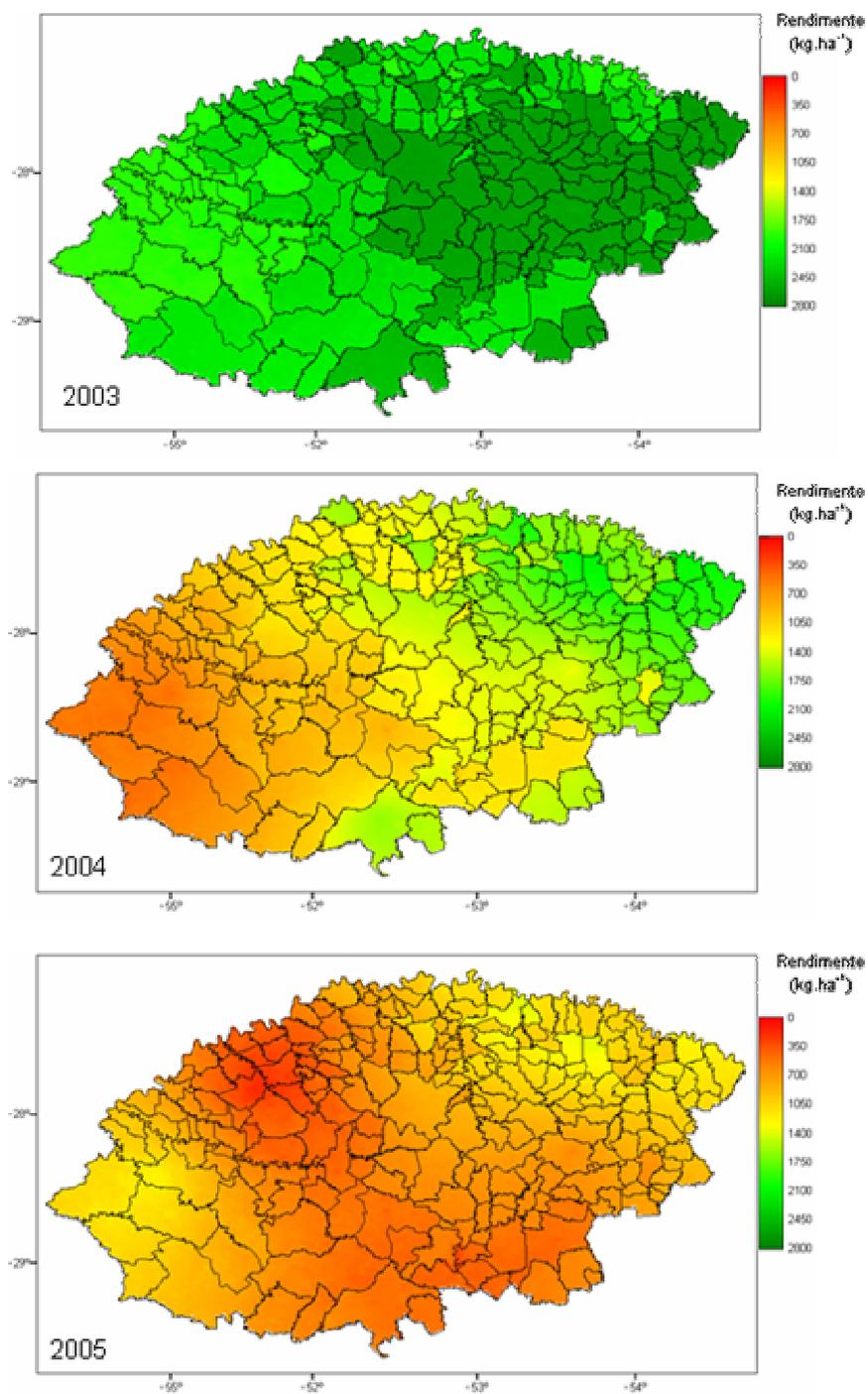


Figura 4. Estimativas de rendimento para a região maior produtora de soja no Estado do Rio Grande do Sul, realizada utilizando dados de estações meteorológicas de superfície, em três safras agrícolas.

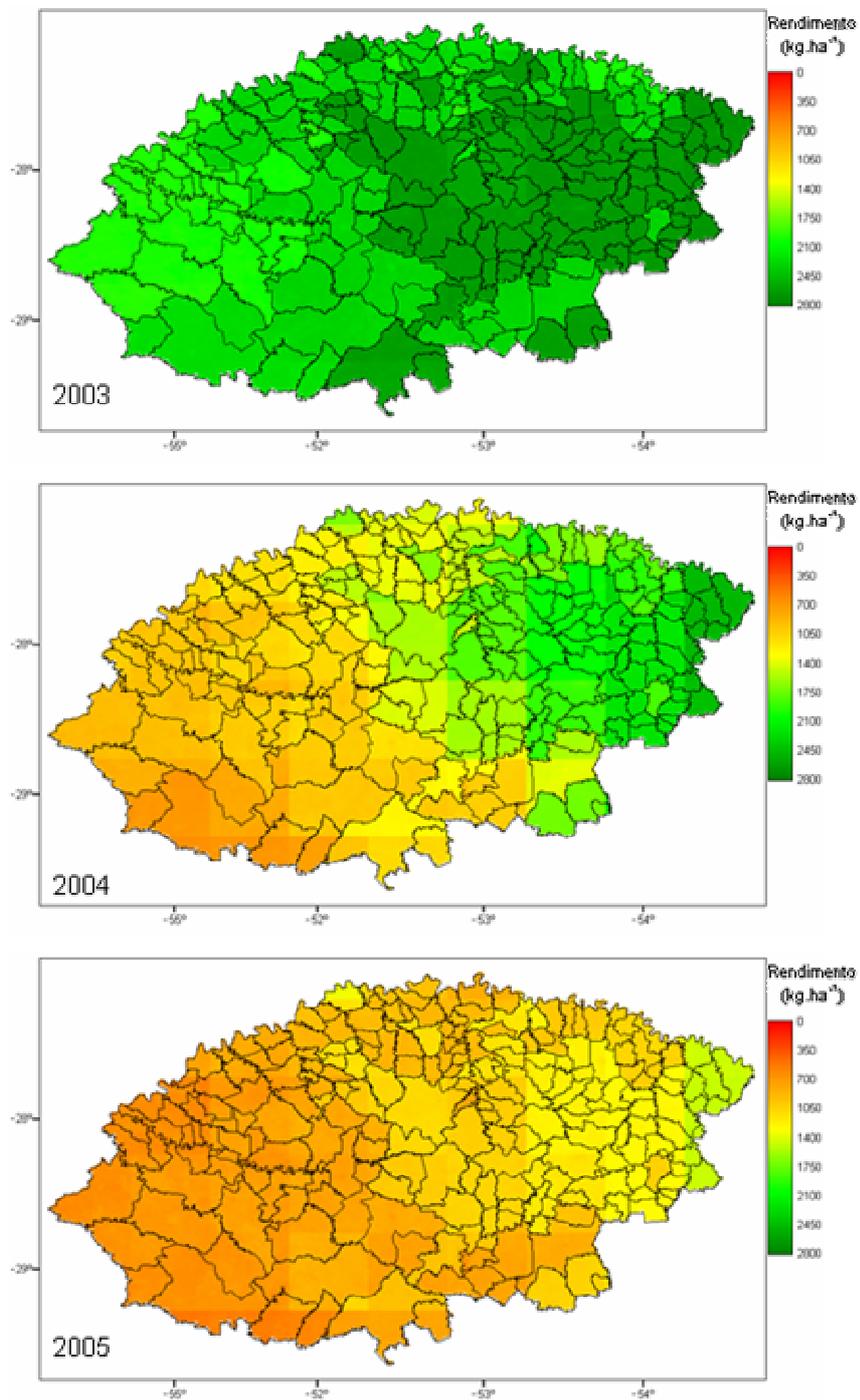


Figura 5. Estimativas de rendimento para a região maior produtora de soja no Estado do Rio Grande do Sul, realizada utilizando dados estimados pelo ECMWF, em três safras agrícolas.

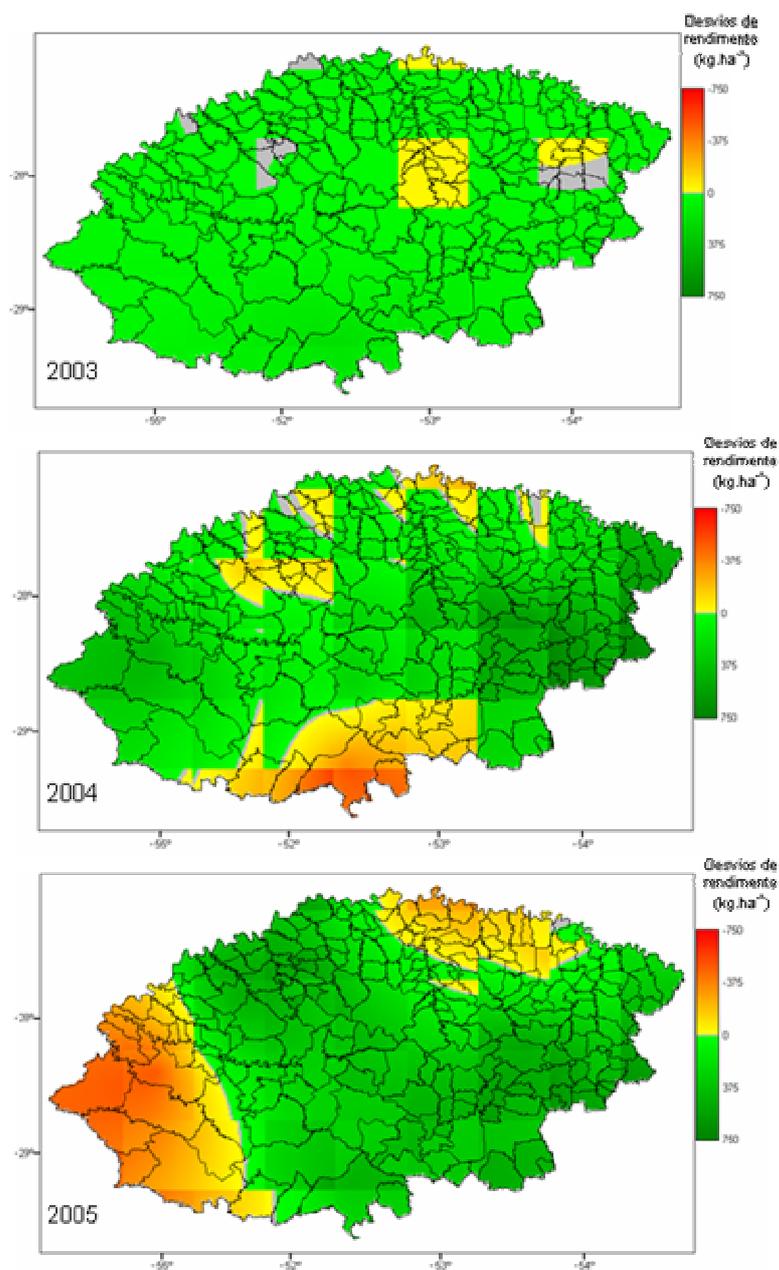


Figura 6. Diferenças entre as estimativas de rendimento para a região maior produtora de soja no Estado do Rio Grande do Sul, realizadas utilizando dados estimados pelo ECMWF e dados meteorológicos de estações de superfície, em três safras agrícolas.

Existe uma tendência de aumento das estimativas de rendimento dentro da região de produção, de oeste para leste. Esta tendência é observada em todas as estimativas realizadas exceto no ano de 2005 quando realizada com os dados de estações meteorológicas. Este é o padrão esperado de obtenção de rendimento da cultura da soja no Rio Grande do Sul, visto que as condições meteorológicas são mais favoráveis à cultura na parte leste da região. O zoneamento agrícola para soja no Estado (Rio Grande do Sul, 1994), define três zonas dentro da região maior produtora de soja: uma a oeste, zona tolerada, com limitações por baixa disponibilidade hídrica, outra central, zona preferencial, e uma a leste, também zona tolerada, com limitações por baixas temperaturas. Cunha et al. (2001), no entanto, consideram a zona tolerada a leste como sendo também zona preferencial. No ano de 2005, esta tendência não foi

verificada na imagem de estimativas realizada com dados das estações devido à grande estiagem que atingiu mais fortemente o centro da região de produção. Particularmente, no ano de 2005, os dados do ECMWF não apresentaram sensibilidade necessária para detectar a ocorrência desta estiagem, sendo que nesta safra ocorreu a maior diferença entre as estimativas obtidas com dados do ECMWF e com dados das estações meteorológicas (**Figura 6**), também verificada na **Figura 3**. As imagens de diferenças apresentam ainda um certo padrão “quadriculado”, que é devido à grade de informações meteorológicas do modelo do ECMWF.

4. Considerações finais

O teste de aplicação do modelo agrometeorológico espectral proposto por Bianchi et al. (2006) utilizando dados de estações meteorológicas e dados estimados pelo modelo do ECMWF, mostrou que os dados do ECMWF podem ser utilizados como opção para o cálculo da estimativa de rendimento de soja na região maior produtora do Rio Grande do Sul.

Referências

- BIANCHI, C.A.M.; FONTANA, D.C.; MELO, R.W. Estimativa do rendimento da soja no Rio Grande do Sul usando um modelo agrometeorológico-espectral regionalizado. Enviado para **Revista Ciência Rural**, 2006.
- BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos e soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. 1987. 103f. Tese (Doutorado) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual de precipitação pluvial e rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.7, n.1, p.119-125, 1999.
- CUNHA, G.R.; BARNI, N.A.; HASS, J.C.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PIRES, J.L.F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.446-459, 2001. Número Especial: Zoneamento Agrícola.
- FONTANA, D. C., BERLATO, M. A. Modelo agrometeorológico-espectral para a estimativa do rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul: um estudo preliminar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 1998. Santos. **Anais...** Santos: [s.n.], 1998. 1 CD-ROM.
- FONTANA, D.C., BERLATO, M.A., LAUSCHNER, M.H., MELO, R.W. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n.3, p.399-403, 2001.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30/07/2005.
- JENSEN, M. E. Water consumptions by agricultural plants. In: KOZLOWSKY, T.T.; (ed.) **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1968. v.2, p.1-22.
- JRC. *Joint Research Centre* Dados Meteorológicos Simulados pelo modelo do ECMWF. Disponível em: <<http://agrifish.jrc.it/marsfood/ecmwf.htm>> Acesso em: 23 maio 2006.
- MELO, R.W. ; FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento da soja para o Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 173 -179.
- MELO, R. W., FONTANA, D. C., BERLATO, M. A. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.12, p. 1167-1175, 2004.
- PENMAN, H.L. Evaporation: an introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, v.4, p.9-29, 1956.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Centro Nacional da Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. v.2.
- RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2004. 212p. Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- RUDORFF, B.F.T.; BATISTA, G.T. Spectral response of wheat and its relationship to agronomic variables in the tropical region. **Remote Sensing of Environment**, v.31, p.53-63, 1990.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: **The yearbook of agriculture: Water**. Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p.346-358.