

## Inferências sobre o calendário agrícola da soja a partir de perfis temporais de NDVI em imagens MODIS

Daniele Gutterres Pinto<sup>1</sup>

Denise Cybis Fontana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS  
Caixa Postal 15100 – 91450-000 – Porto Alegre - RS, Brasil  
daniele.gutterres@gmail.com, dfontana@ufrgs.br

**Abstract:** This study aimed to establish relationships between the soybeans cropping calendar and temporal NDVI/MODIS profiles, in the regions of Ijuí, Passo Fundo, Santa Maria and Santa Rosa (RS, Brazil). Data comprising the soybeans cropping calendar were provided by the extension agency (EMATER/RS), while the NDVI images were obtained from MODIS sensor on board of the Terra satellite, from October to May of the 2000/01-2007/08 series. Temporal NDVI profiles were established from cropping masks, which were elaborated by subtracting the minimum NDVI images, for both the initial (November-December) and final (May) crop stages, from the maximum NDVI image (January to March). The results showed that the soybeans cropping calendars of the four regions were similar. The temporal NDVI/MODIS profiles were in agree with the plant growth and developmental patterns of soybeans. The NDVI values were low early in the crop cycle (November) and increased up to the first fortnight of February (maximum value), when most of soybeans crops were at flowering stage. After flowering, NDVI values reduced as the green biomass decreased, late in the crop cycle, up to harvest stage at second fortnight of April. It was possible to associate temporal NDVI/MODIS profiles to the soybeans cropping calendar. Therefore, temporal NDVI/MODIS profiles may be use in monitoring soybean crops.

**Palavras Chave:** crop mask, developmental stages, *Glycine max*, máscara de cultivo, estádios de desenvolvimento.

### 1. Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma cultura de extrema importância econômica e social para o Estado do Rio Grande do Sul (Melo et al., 2003). Na safra de 2008/09 foram produzidas 8.025.322 toneladas de soja com um rendimento médio de 2.099 kg/ha (IBGE, 2010). Por isso é importante à geração de informações que esclareçam a sistemática do desenvolvimento da cultura no Estado.

Uma forma de acompanhar o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja é através do calendário agrícola gerado pela EMATER/RS (Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica de Extensão Rural). Este calendário possui a informação da porcentagem de área cultivada que se encontra em determinada etapa do ciclo da cultura. É uma informação importante para diversos fins, inclusive para o monitoramento do crescimento da cultura, geração de informações para estimativa de rendimento de grãos e acompanhamento de quebras de safra.

Outra forma de acompanhamento do ciclo das culturas é através de imagens de satélite. A utilização de imagens para este fim vem crescendo nos últimos anos, especialmente com o emprego dos índices de vegetação. Dentre os índices mais utilizados no estudo do comportamento da vegetação está o NDVI índice de vegetação por diferença normalizada (Ponzoni, 2001). Perfis temporais de NDVI foram propostos, por exemplo para o acompanhamento de lavouras de cereais de inverno (Junges, 2009), arroz irrigado (Klering, 2007) e soja (Gutterres e Fontana, 2009), no Rio Grande do Sul.

Uma das formas de obtenção do NDVI, é através do produto MOD-13 do sensor MODIS. O NDVI é um estimador de biomassa verde e é dado pela diferença de reflectância da vegetação nas regiões do vermelho e infravermelho próximo, de acordo com a Equação 1:

$$NDVI = \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + \rho_V} \quad (1)$$

O objetivo deste trabalho foi relacionar o calendário agrícola da soja, elaborado pela EMATER, com os perfis temporais de NDVI/MODIS de áreas de soja, no Rio Grande do Sul.

## 2. Metodologia do Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo se situa na metade norte e central do Estado, é composta por quatro regionais da EMATER (Ijuí, Passo Fundo, Santa Maria e Santa Rosa) (Figura 1) totalizando 214 municípios. Juntas elas representaram 74%, na média dos anos 2000 a 2009, da área cultivada com soja no Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2010).

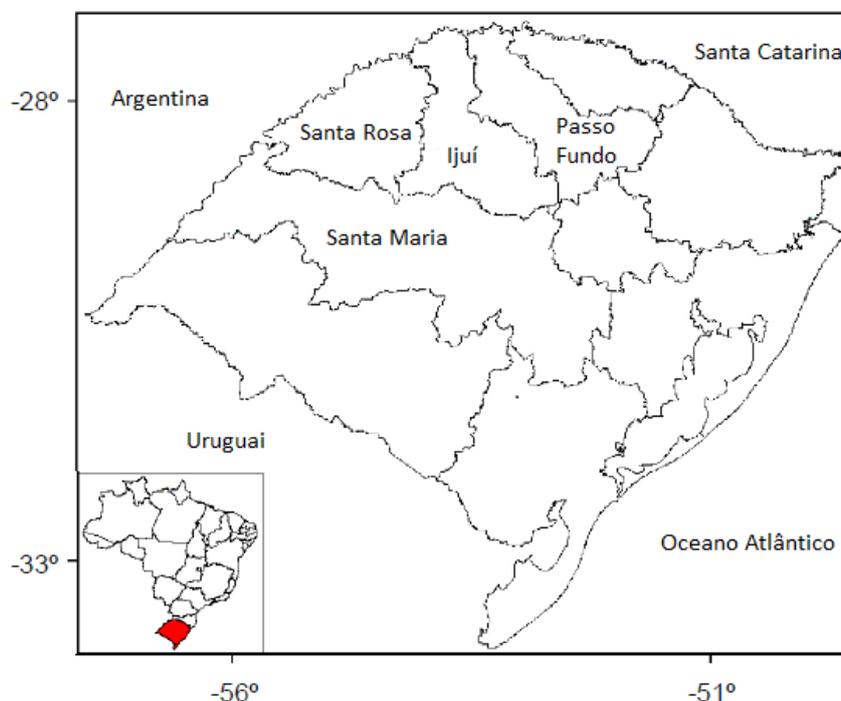


Figura 1: Localização das regionais Ijuí, Passo Fundo, Santa Maria e Santa Rosa no Estado do Rio Grande do Sul.

### 2.2 Calendário Agrícola da EMATER

Os dados do calendário agrícola foram cedidos pela EMATER. Os dados, quinzenais, foram disponibilizados na forma de tabelas, que contêm a informação da porcentagem de área que se encontra em determinada etapa do ciclo da cultura, quais sejam: desenvolvimento vegetativo, floração, enchimento de grãos, maduro e colhido. Com os dados disponibilizados foram organizadas planilhas no programa computacional Excel para posterior construção dos calendários médios, das quatro regionais (gráfico de barras), estes são as médias dos anos 2000/01 a 2008/09.

### 2.3 Perfis Temporais de NDVI/MODIS

Para a elaboração dos perfis temporais foram utilizadas imagens do sensor MODIS, produto MOD-13 de NDVI da coleção 005, obtidas na forma de composições de máximos valores de NDVI a cada 16 dias. Estas imagens foram obtidas no banco de imagens do Centro

de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, CEPSSRM-UFRGS. Foram utilizadas 16 imagens dos meses de outubro de um ano a maio do ano seguinte, período em que a cultura se desenvolve na região de estudo. Foram avaliadas as safras 2000/01 a 2007/08.

A metodologia de construção das máscaras de cultivo, tal como proposta por Fontana et al. (2007) é baseada na alta variabilidade temporal de biomassa ao longo do ciclo das culturas anuais, superior aos demais alvos naturais.

A construção das máscaras de cultivo foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa foram construídas três imagens básicas: imagem de mínimo NDVI do início do ciclo da cultura (NOV 1 a DEZ 2); imagem de máximo NDVI, (JAN 2 a MAR 1) e imagem de mínimo NDVI do final do ciclo (MAI 1 e MAI 2). Na segunda etapa foram construídas cinco máscaras de cultivo. Cada uma das máscaras é uma imagem binária, onde só as áreas que atendem as seguintes condições foram consideradas áreas de soja:

- Máscara sementeira: eram consideradas áreas de soja aquelas com valores de NDVI menores ou iguais a 0,6 na imagem de mínimo NDVI do início do ciclo;

- Máscara de crescimento vegetativo: eram consideradas áreas de soja aquelas com valor de NDVI maior ou igual a 0,35 na imagem correspondente a subtração da imagem de máximo da imagem de mínimo do início do ciclo.

- Máscara de máximo acúmulo de biomassa verde: eram consideradas soja as áreas com valores de NDVI maiores ou iguais a 0,7 na imagem de máximo NDVI;

- Máscara de declínio vegetativo: foram considerados áreas de soja aquelas com valores maiores ou iguais a 0,3; na imagem correspondente a subtração da imagem de máximo da imagem de mínimo do final do ciclo.

- Máscara de colheita: foram consideradas áreas de soja aquelas com valores menores ou iguais a 0,6 na imagem de mínimo do final do ciclo.

Após a construção destas cinco máscaras elas foram unidas e só as áreas que foram consideradas soja em todas as cinco constituíram a máscara de cultivo soja.

Esta máscara final foi empregada na construção dos perfis temporais das quatro regionais. Foram construídos oito perfis, referentes às 8 safras analisadas, para cada uma das regionais. A partir destes perfis foram construídos os perfis médios das regionais.

Nos perfis médios de NDVI/MODIS foram indicadas as quinzenas nas quais a maior parte da área cultivada se encontrava nos estádios de florescimento (FL), enchimento de grãos (EG) e maturação (M), de acordo com o calendário elaborado pela EMATER/RS.

### 3. Resultados e Discussão

Os calendários médios (Figura 2) permitiram caracterizar de forma adequada o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja nas quatro regionais estudadas. Há pouca variação entre os calendários, indicando que a cultura da soja desenvolve-se de maneira semelhante nas regionais estudadas. Assim, a floração se concentrou na segunda quinzena de fevereiro, o enchimento de grãos na primeira quinzena de março, a maturação na primeira quinzena de abril e a colheita ocorreu até a segunda quinzena de maio (100% da área colhida).

Os perfis de NDVI/MODIS médios das quatro regionais (Figura 3) também caracterizaram de forma adequada o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura na área estudada. Assim como foi observado nos calendários agrícolas, os perfis também apresentaram pouca variação, indicando novamente que a cultura da soja se desenvolve de forma semelhante nas regionais estudadas. Assim, os perfis temporais de NDVI apresentaram comportamento típico de lavouras: No início do ciclo os valores de NDVI foram baixos (0,39) pois as plantas estão começando a se desenvolver; a medida que as plantas se desenvolvem e há incremento de biomassa verde os valores aumentam até chegar ao máximo (0,86), então decresceram pois ocorre a senescência e a translocação de fotoassimilados para os grãos. A

redução de biomassa verde fez com que os menores valores ocorressem na colheita (segunda quinzena de abril).

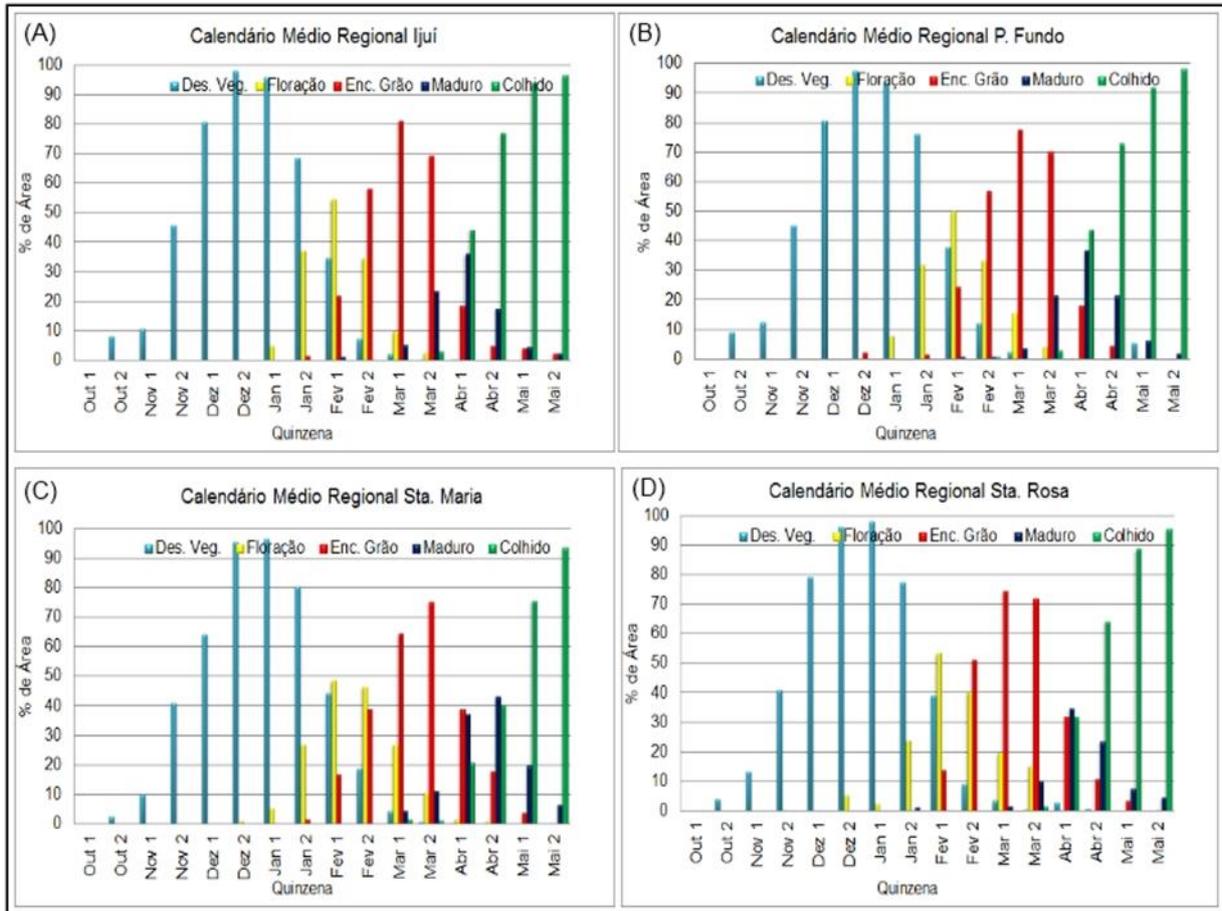


Figura 2: Calendário agrícola da soja, na média dos anos 2000/01 a 2008/09, das regionais (A) Ijuí, (B) Passo Fundo, (C) Santa Maria e (D) Santa Rosa.

A relação entre o calendário agrícola e os perfis de NDVI pode ser observada na Figura 4. Na quinzena onde a maior parte da área se encontrou em florescimento, enchimento de grão e maturação, os valores de NDVI foram, respectivamente, os mais altos, em decréscimo e mais baixos da curva.

Analisando-se a relação entre o calendário agrícola da soja e os perfis temporais observou-se que, em todas as regionais estudadas, a maior parte da área cultivada encontrou-se em florescimento em fevereiro 1, em enchimento de grãos em março 1 e em maturação em abril 1.

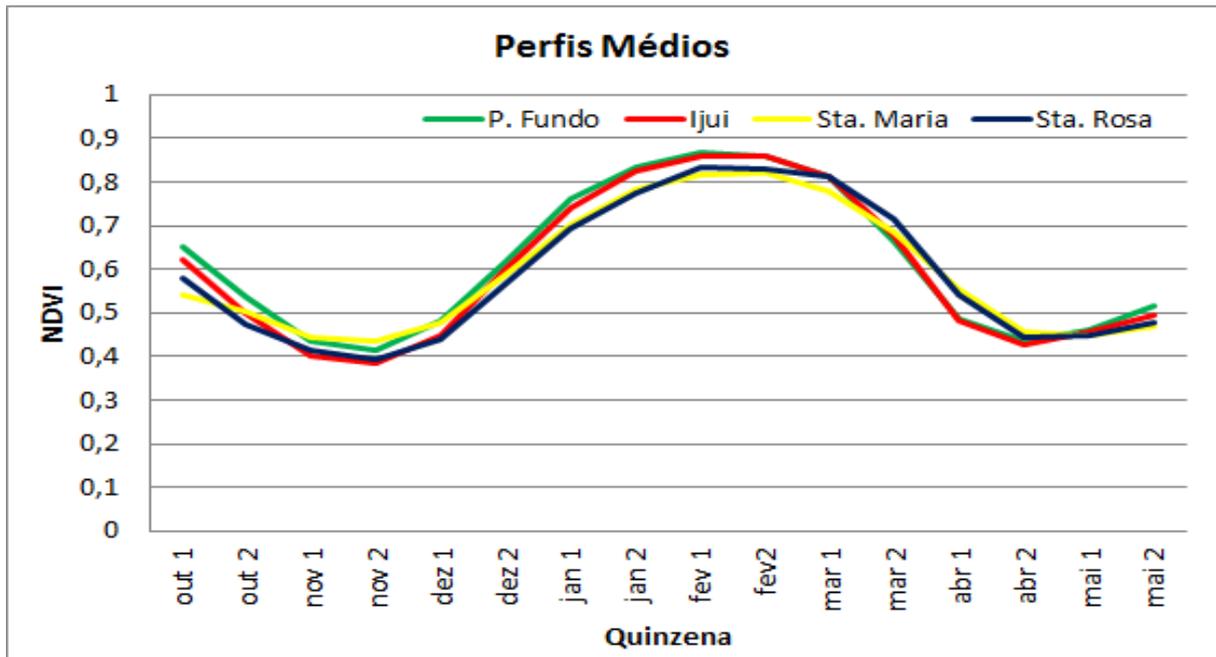


Figura 3: Perfis temporais de NDVI/MODIS das regionais Ijuí, Passo Fundo, Santa Maria e Santa Rosa na média das safras 2000/01 a 2007/08.

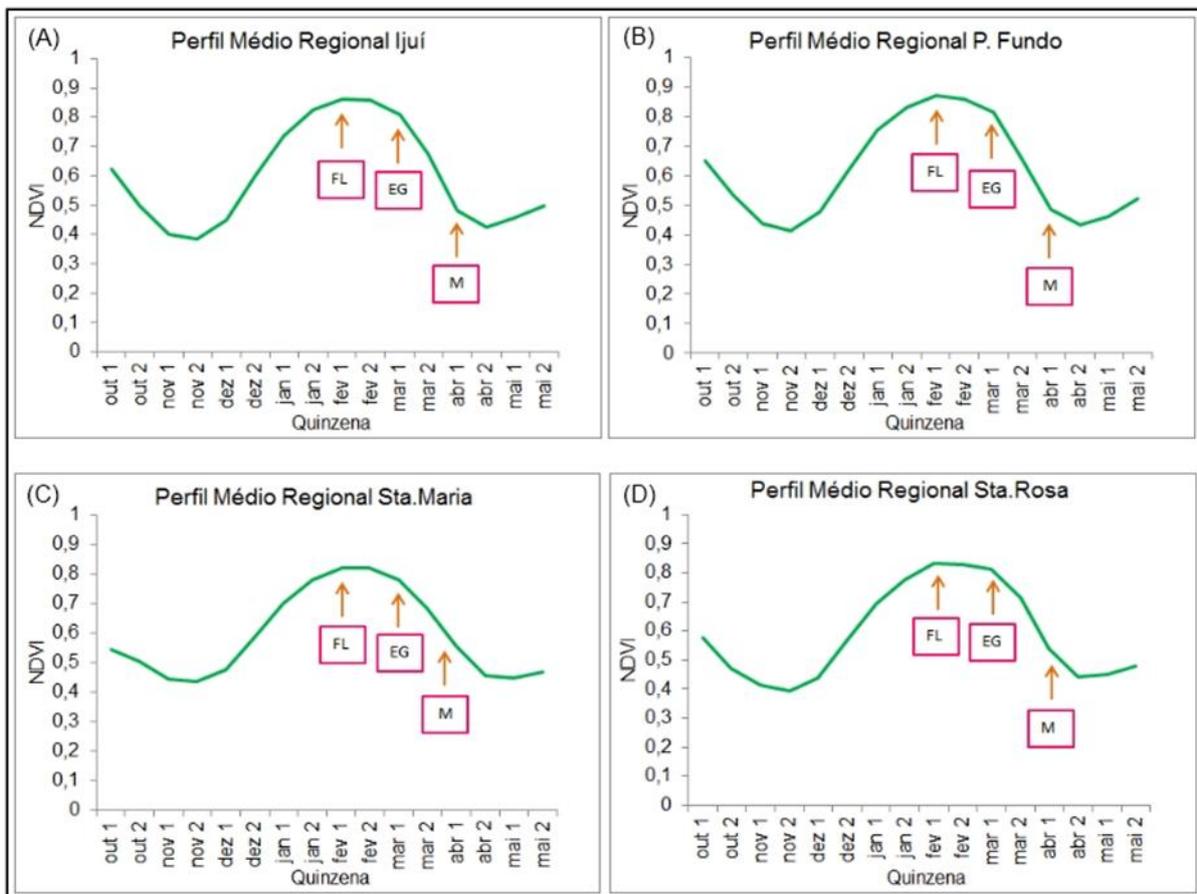


Figura 4: Perfis temporais de NDVI/MODIS, média 2000/01 a 2007/08, das regionais (A) Ijuí, (B) Passo Fundo, (C) Santa Maria e (D) Santa Rosa, com indicações da quinzena de máxima área cultivada nas etapas floração (FL), enchimento de grãos (EG) e maturação (M).

#### 4. Conclusão

Não há distinção entre os perfis temporais médios de NDVI/MODIS das áreas de soja cultivadas nas regionais da EMATER Passo Fundo, Ijuí, Santa Maria e Santa Rosa, evidenciando que ciclo da cultura é semelhante nas regionais estudadas.

Há relação entre o calendário agrícola elaborado pela EMATER/RS e os perfis temporais de NDVI obtidos das imagens MODIS, apontando para a possibilidade de geração de informações úteis ao monitoramento da cultura, à identificação de quebras de safra e à modelagem de rendimento de grãos com emprego da metodologia de máscara de cultivos.

#### Referências Bibliográficas

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 (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. Artigos, p. 173-179. Disponível em: <[http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.13.11.52/doc/01\\_128.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.13.11.52/doc/01_128.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2010.

Ponzoni, F. J. Comportamento Espectral da Vegetação. In: Meneses, P. R.; Netto, J. S. M. (Org). Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: Universidade de Brasília; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. Cap. 5, p. 157-199.

Klering, E.V. Avaliação do uso de imagens MODIS na modelagem agrometeorológica-espectral de rendimento do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. 2007. 116p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

Fontana, D.C.; Potgieter, A. B.; Apan, A. Assessing the relationship between shire winter crop yield and seasonal variability of the MODIS NDVI and EVI images. **Applied GIS**, Victoria, v.3, n.1, p.1-16, 2007.

Junges, A.H.; Fontana, D.C. Avaliação do desenvolvimento das culturas de cereais de inverno no Rio Grande do Sul por meio de perfis temporais do índice de vegetação por diferença normalizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.39, n.5, p. 1349-1355, 2009.

Pinto, D.G; Fontana, D.C. Inferências sobre o calendário agrícola da soja a partir de perfis temporais de NDVI em imagens MODIS. In: Salão de Iniciação Científica, 22., 2010, Porto Alegre. **Livro de resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2010. CD-ROM.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. Acesso em: 18 jul.2010.