

## Máscara de cultivo de culturas de verão da safra 2009/2010 no estado do Paraná

Jean Thiago Grassi<sup>1</sup>  
Flávio Deppe<sup>1</sup>  
Romario Trentin<sup>1</sup>  
Marciel Lohmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico SIMEPAR  
Caixa Postal 19100 – 81531-990 – Curitiba - PR, Brasil  
{jgrassi, deppe, romario, marciel}@simepar.br

**Abstract:** Summer crops, including soybeans and corn, represent an important position in Brazilian international trade market, and therefore it is essential to have reliable information about crop acreage and yields. The aim of this study is to identify areas of summer crops in the state of Paraná, Southern Brazil, for the 2009/2010 crop season, using TERRA/MODIS images and Remote Sensing and GIS technologies. The area of study was defined considering the counties representing 90% of the total acreage of soybeans and corn (summer crops) in Paraná state using IBGE area estimates. The MODIS NDVI composite images (16 days), were used to gather multitemporal RGB images. Supervised digital classification techniques were used to generate two classes for each RGB composites called "Summer Crops" and "None Summer Crops". In order to obtain the final map with the summer crop mask, the two classified maps obtained using the two RGB composites, were overlapped. Finally, classification results were compared with the summer crop mask generated using slicing thresholds NDVI and county estimates of IBGE. It can be concluded that the methodology used in this work can be used as an alternative for summer crops mapping.

**Palavras-chave:** soybean, corn, vegetation index, crop acreage, Remote Sensing, NDVI, MODIS, soja, milho, índice de vegetação, área plantada, Sensoriamento Remoto, IVDN, MODIS.

### 1. Introdução

Segundo a CNA (Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil), em 2009 o agronegócio brasileiro foi responsável por aproximadamente 23% do Produto Interno Bruto (PIB), totalizando R\$ 718 bilhões, representando 43% das exportações totais brasileiras. O cultivo da soja ocupa posição de destaque, e em 2009 respondeu por 26% das exportações do agronegócio brasileiro, sendo o principal produto agrícola da balança comercial nacional.

O milho é a terceira cultura mais cultivada do mundo. Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (CONAB, 2010), no Brasil, foi colhido na safra de 2009/2010 um total de 56 milhões de toneladas, o que caracteriza o país como um dos principais "players" e o coloca na quarta posição do ranking mundial de produtores, ficando atrás somente de Estados Unidos, China, e União Européia, (USDA, 2010).

Dada a importância econômica e social de ambos os cultivos agrícolas no cenário brasileiro e internacional, é essencial a disponibilidade de informações confiáveis a respeito da produção agrícola destas culturas, visando, principalmente, a regulação dos preços e estoques dos produtos. Neste contexto, a estimativa da área plantada é de vital importância para a estimativa da produção final (Rudorff et al., 2007).

De acordo com Motta et al. (2003), atualmente o monitoramento e previsão da safra brasileira é realizada a partir de dados oriundos de levantamentos realizados por entidades ligadas à produção agrícola. Os dados coletados em nível municipal são posteriormente agrupados em toda a extensão do território nacional. Apesar da grande importância destes dados para a economia, por estarem diretamente ligadas ao excesso ou escassez de produtos, na maioria das vezes a subjetividade na avaliação por entrevistas determina um certo grau de incerteza nas informações geradas. Aliado a isso, em função das diferenças regionais, a liberação destas informações geralmente é lenta e onerosa.

A necessidade de maior objetividade nos diagnósticos e prognósticos agrícolas tem impulsionado a utilização de tecnologias de Sensoriamento Remoto para gerar estimativas de área cultivada, monitoramento e acompanhamento do desenvolvimento das culturas (em tempo quase real), estimativas de rendimento e estimativas de safras. O objetivo final é a obtenção de estimativas de produção com antecedência e confiabilidade, preferivelmente com redução de custos e da subjetividade em relação aos levantamentos tradicionais (Dutta et al., 1994; Aronoff, 1991; Weber et al., 2005).

Este trabalho possui o objetivo de gerar máscara de culturas de verão para o Estado do Paraná (Safrá 2009/2010), composta por milho e soja, através da readequação do método proposto por Araújo (2010) para a determinação de época de semeadura para culturas de verão no Estado do Paraná.

## 2. Materiais e Metodologia de Trabalho

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo foi determinada a partir da inclusão dos municípios do Estado do Paraná que representaram 90% do total de área plantada de soja e milho do estado na safra 2009/2010. A Figura 1 ilustra os municípios utilizados. As estimativas de áreas foram obtidas a partir dos dados do IBGE (IBGE, 2010). As estimativas geradas pela CONAB são similares (CONAB, 2010).

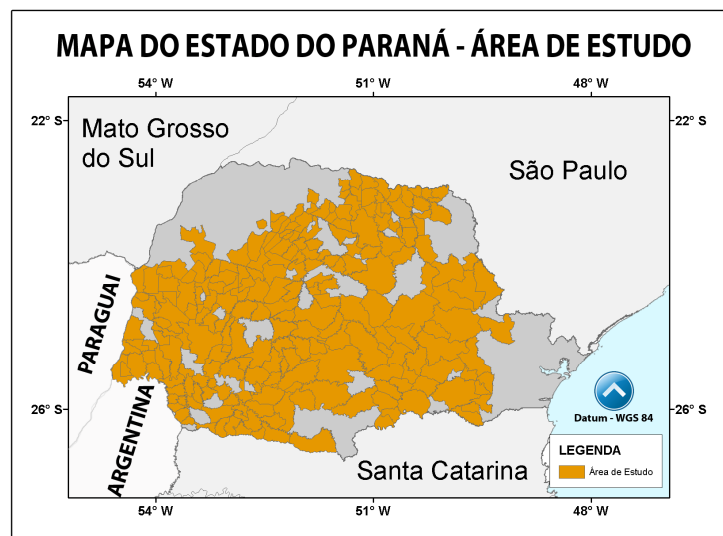


Figura 1. Área de Estudo.

### 2.2. Dados MODIS

Para a realização deste estudo foram utilizadas imagens NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) do produto MOD13Q1. As imagens deste produto são compostas de dados registrados ao longo de um período de 16 dias pelo sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), a bordo da plataforma Terra. De acordo com Rudorff et al. (2007), estas imagens são integradas em um mesmo sistema de referência e projeção na resolução espacial de 250m, com excelente acurácia geométrica. Os valores digitais de níveis de cinza já se encontram convertidos para valores de reflectância, sendo que todas as imagens são normalizadas sob os mesmos parâmetros radiométricos.

As imagens MODIS podem ser adquiridas gratuitamente pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), no endereço eletrônico <ftp://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/> e são disponibilizadas segundo um sistema de referenciamento realizado em relação a uma grade determinada pelos planos horizontal e vertical, também denominado “*Tile*”. Dessa forma, foram obtidas as cenas que correspondem ao “*tile*” que recobre a área de estudo, denominado “h13v11”. Estas imagens foram convertidas do formato HDF (*Hierarchical Data Format*) para o formato GEO-TIFF e da projeção *Integerized Sinusoidal* (ISIN) para a projeção WGS-84. Para tanto foi utilizado o aplicativo MRT (Modis Reprojection Tool), versão 4.0.

### 2.3. Dados IBGE e SIMEPAR

Para a avaliação de desempenho do método empregado neste estudo, foram utilizados os dados do IBGE referentes à projeção da área plantada das culturas de soja e milho referentes à safra 2009/2010 com relação aos municípios do Estado do Paraná, e a Máscara de Culturas de Verão, produto do SIMEPAR gerado a partir do fatiamento de limiares NDVI.

### 2.4. Geração da Máscara de Culturas de Verão

A Figura 2 apresenta um fluxograma das principais etapas de desenvolvimento do trabalho, onde o principal objetivo foi gerar a Máscara de Culturas de Verão para o estado do Paraná.

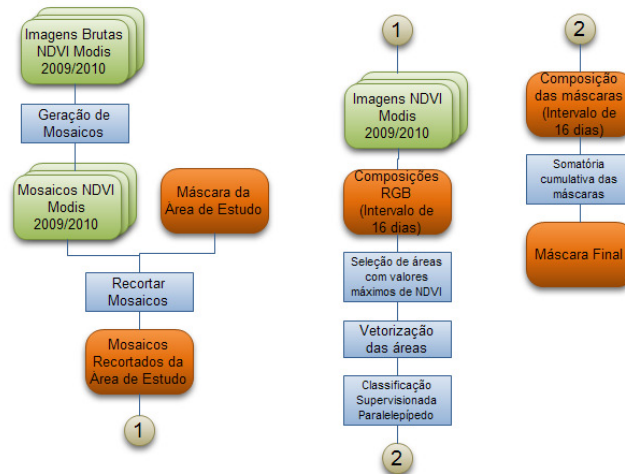


Figura 2. Fluxograma das principais etapas desenvolvidas no trabalho.

De posse das imagens NDVI MODIS, iniciou-se o processo de mapeamento das culturas. Assim, foram geradas composições multitemporais em RGB, de modo a destacar apenas as culturas de verão. Desta forma, as imagens do período que apresentaram maior vigor vegetativo foram utilizadas no canal R, em seguida, as imagens com menor vigor vegetativo utilizadas nos canais G e B. Por exemplo, se o ciclo da cultura inicia-se nos 16 primeiros dias de outubro, conseqüentemente seu pico vegetativo estará nos 16 primeiros dias de dezembro, assim, a imagem correspondente aos 16 primeiros dias de dezembro será alocada no canal R. A imagem referente ao ciclo da cultura de menor vigor (16 primeiros dias de outubro), estará no canal G e no canal B a imagem com a segunda imagem de menor vigor vegetativo. As duas composições MODIS 16 dias utilizadas no estudo estão apresentadas na Figuras 3.

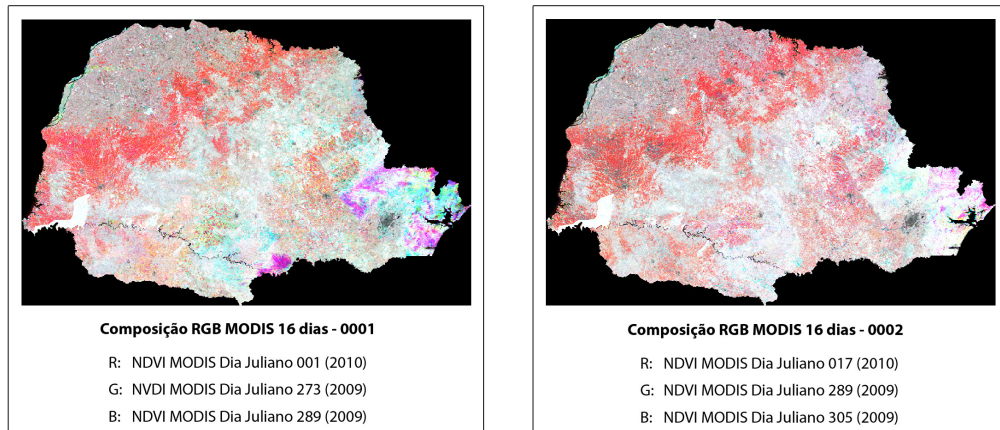


Figura 3. Composições RGB MODIS 16 dias para a safra 2009/2010.

Para mapear a cultura de verão nas composições RGB foi utilizado o método de classificação digital supervisionada denominado “Paralelepípedo”. Mather (1999) descreve este classificador como determinístico, onde são identificados os valores mínimos e máximos dos histogramas das amostras das classes em cada banda, que são usados para definir os vértices de um paralelepípedo no espaço de atributos. Deste modo, o pixel cujo valor do nível de cinza se encontrar dentro desse paralelepípedo será classificado como pertencente a uma determinada classe em cada banda espectral selecionada para classificação (Araújo, 2010).

Neste procedimento foi necessário selecionar áreas de interesse, no caso, o maior vigor vegetativo da cultura de verão dentro de cada composição. Neste caso, as áreas em vermelho intenso. O algoritmo utilizou essas regiões para criar uma imagem de classificação supervisionada com duas classes, sendo uma denominada “Cultura de Verão” e a outra “Não Cultura de Verão”. Essa imagem foi exportada para o software ArcGIS, onde selecionou-se apenas a classe cultura de verão. Esta classe foi convertida para um arquivo vetorial, tornando possível criar a máscara da cultura de verão para cada uma das duas composições. Ao final obtiveram-se as máscaras de cultura de verão para os dois períodos, conforme a Figura 4.

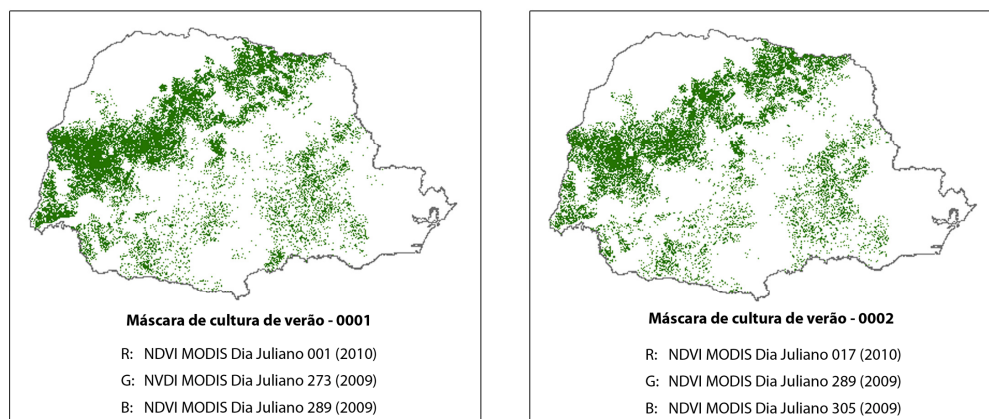


Figura 4. Máscaras de cultura de verão para a safra 2009/2010.

Para obtenção da máscara final da safra fez-se uma sobreposição das duas máscaras, segundo Eastman (1998), uma operação de sobreposição permite a produção de novos planos com base em algumas combinações lógicas ou matemáticas de dois ou mais planos de entrada. Neste caso a operação seguiu a seguinte regra: a segunda abrange a primeira exceto

nos casos em que zero, ou seja, houve uma somatória cumulativa das máscaras, resultando em uma única máscara.

### 3. Resultados e Discussão

A partir da metodologia descrita anteriormente, foi confeccionada a máscara da cultura de verão para a safra 2009/2010, apresentada na Figura 5. Vale salientar que foram utilizados somente os municípios os quais juntos, representam 90% da área cultivada com milho e soja do estado do Paraná.

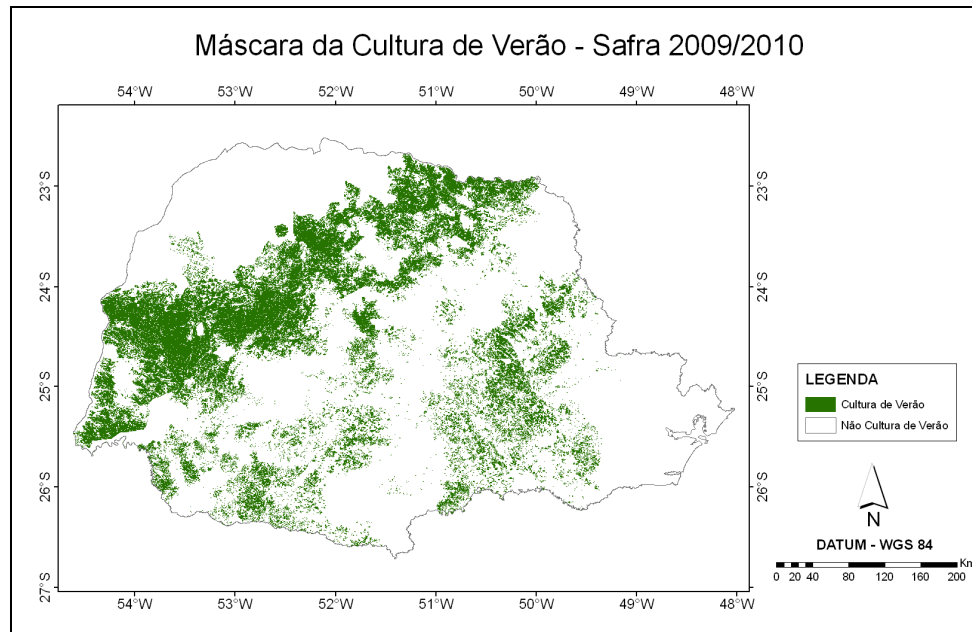


Figura 5. Máscara final da cultura de verão para safra 2009/2010.

A Tabela 01 apresenta o valor das áreas de cultura de verão identificadas para a safra 2009/2010, além dos dados estimados pelo IBGE e através do método de fatiamento de limiares NVDI para a referida safra.

Tabela 01 – Áreas de cultura de verão do estado do Paraná.

Fonte	Área (ha)
Método Paralelepípedo	4.837.922,30
Método Fatiamento	4.490.539,94
Dados IBGE	4.831.533,00

A curva de dispersão de erros proporcionais, apresentada na Figura 6, relaciona os resultados obtidos através dos métodos Paralelepípedo e Fatiamento com os estimados pelo IBGE, com base nos dados de safra de cada município pertencente à área de estudo, possibilitando a comparação entre os métodos.

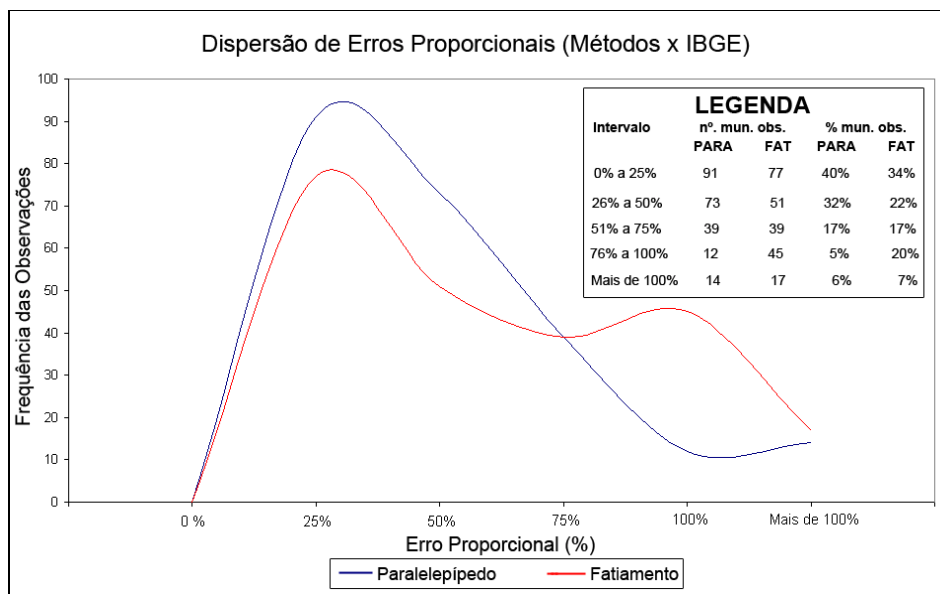


Figura 6. Dispersão de erros proporcionais.

As Figuras 7 e 8 apresentam mapas com os erros proporcionais de cada município da área de estudo, relacionando, respectivamente, Paralelepípedo e IBGE, e, Fatiamento e IBGE, respeitando os mesmos intervalos proporcionais de erros apresentados na curva anterior.

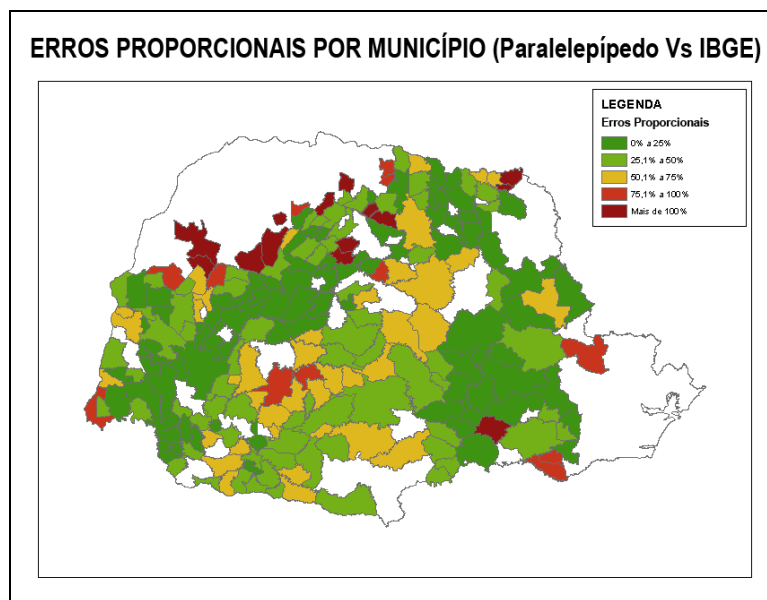


Figura 7. Erros proporcionais por município (Paralelepípedo vs IBGE).

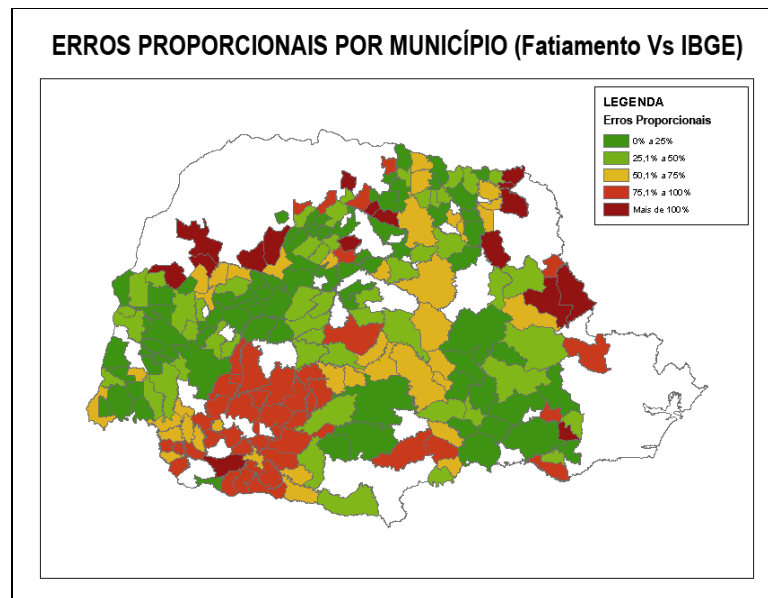


Figura 8. Erros proporcionais por município (Fatiamento vs IBGE).

#### 4. Considerações Finais

Metodologias e técnicas de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento representam importantes ferramentas para análises espaciais e possibilitam realizar estudos em áreas que apresentam grandes dimensões. Por exemplo, regiões e estados.

As imagens do sensor MODIS, são adequadas para a identificação e monitoramento das culturas de verão, visto que são produtos sem custo de aquisição, apresentam robustez geométrica, fornecem informações sobre o estado e desenvolvimento vegetativo das culturas, possuem periodicidade diária, de oito em oito dias e de 16 em 16 dias (utilizadas neste trabalho). Em resumo, as imagens MODIS podem fornecer dados e informações durante o período das safras, o que é de vital importância em projetos de monitoramento agrícola.

A Figura 6 apresenta a curva de dispersão de erros proporcionais que relaciona os métodos às estimativas do IBGE. Nota-se que o método paralelepípedo apresenta melhores resultados, visto que, classificou um número maior de municípios na faixa de erro considerada satisfatória (erro proporcional entre 0% e 50%) do que o método de fatiamento. Além do mais, na faixa de 75% há a inversão de fase, ou seja, o método de fatiamento classificou uma maior quantidade de municípios na faixa de erro considerada discrepante (erro proporcional a partir de 75%) do que o paralelepípedo. Isto, somado à maior aproximação da área total encontrada através do método paralelepípedo em relação às estimativas do IBGE, conforme a Tabela 1 é possível afirmar que o método paralelepípedo é capaz de substituir o método de fatiamento na geração da máscara de culturas de verão.

Ambos os métodos, Paralelepípedo e Fatiamento, apresentaram melhores resultados nos municípios cuja produção absoluta de soja e milho está entre as maiores do estado. Isso pode ser verificado através das Figuras 7 e 8, respectivamente, onde a maioria dos municípios do, denominado, “cinturão da soja paranaense” apresenta erros de no máximo 25% em suas estimativas.

A grande discrepância, encontrada em alguns municípios, entre os valores obtidos através das metodologias em comparação com os estimados pelo IBGE, pode sinalizar erros de estimativa por parte do órgão, principalmente nos casos de municípios que foram classificados com erro elevado em ambos os métodos, Paralelepípedo e Fatiamento. Como

pode ser verificado nas Figuras 7 e 8, isso acontece, principalmente, em municípios que são limítrofes, ao mesmo tempo, de municípios com grande e baixa produção.

De forma geral pode-se definir que as técnicas de sensoriamento remoto têm sido cada vez mais importantes na agricultura e podem ser úteis para diminuir a subjetividade dos métodos operacionais de previsão de safras como os utilizados no Brasil pela CONAB e pelo IBGE. Contudo, é importante ressaltar que os resultados adquiridos através de técnicas de sensoriamento remoto, necessitam ser validados através de trabalhos e campanhas de campo para que se possa contribuir como ferramenta de estimativas oficiais, porém com níveis de confiança bastante elevados.

## Referências Bibliográficas

Araújo, Gleyce K. D. Determinação de época de sementeira para culturas de verão no estado do Paraná por meio de imagens de satélite e dados de precipitação. 2010. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas. 2010.

Aronoff, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL, 1991. 294p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em < <http://www.conab.gov.br/>> Acessado em agosto de 2010.

CONAB. **Superintendência Regional do Paraná (SUREG-PR)**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conab-superintendenciasRegionais-interna.php?uf=PR>> Acessado em agosto de 2010.

Dutta, S., et al. Accuracy assessment in cotton acreage estimation using Indian remote sensing satellite data. **Jornal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v.49, n.6, p.21-26, 1994.

Figueiredo, D. C. **Aperfeiçoamento do Sistema de Previsão de Safras da CONAB**. Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/GEOSAFRAS/manuais/projetogeosafras.pdf>> Acesso em: Agosto 2010.

IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>> Acessado em Setembro de 2010.

Lohmann, M., Simões, K., Deppe, F., Mercuri, E.. Monitoramento da Evolução Temporal da Cultura da Soja no Estado do Paraná Utilizando Imagens Terra/Modis In: **XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2009, Natal.

Mather, P.M.. **Computer processing of remotely-sensed images: An introduction**. 2ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999. 292p.

MODIS. **Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer**. Disponível em <<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/>> Acessado em agosto de 2010.

Motta, J., Fontana, D., Weber, E.. Análise da Evolução Temporal do NDVI/NOAA em Região de Soja no Rio Grande do Sul. In: **XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2003, Belo Horizonte.

Rudorff, B.F.T., Shimabukuro, Y.E., Ceballos J.C.. **O Sensor Modis e suas aplicações ambientais no Brasil**, São José dos Campos, SP: Parêntese, 2007.

USDA. **United States Department of Agriculture**. Disponível em <<http://www.usda.gov/>>. Acessado em outubro de 2010.

Weber, E., Fontana, D., Ducati, J., Rech, T., Saraiva, T., Freitas, L.. Comparação Entre Resultados de Classificação de Imagens Landsat e CBERS para Estimativa de Área Cultivada com Soja no Planalto do Rio Grande do Sul. In: **XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2005, Goiânia.