

## Mapeamento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul – Safra 2013/2014

Patrícia Mauricio Campos<sup>1</sup>  
Fernando Arthur Santos Lima<sup>1</sup>  
André Luiz Farias de Souza<sup>1</sup>  
Daniel Oliveira<sup>2</sup>  
Francielle do Monte Lima<sup>1</sup>  
Lucas Barbosa Fernandes<sup>1</sup>  
Luciano Hanemann<sup>2</sup>  
Társis Rodrigo de Oliveira Piffer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Companhia Nacional de Abastecimento - Conab  
Caixa Postal 08582 - 70390-010 - Brasília - DF, Brasil  
{patricia.campos, fernando.a.lima, andre.souza, francielle.lima, lucas.fernandes,  
tarsis.piffer}@conab.gov.br

<sup>2</sup> Instituto Rio Grandense do Arroz - Irga  
Caixa Postal 1927 - 90230-100 - Porto Alegre - RS, Brasil  
{daholiveira@yahoo.com.br, hanemann.engenharia@terra.com.br}

**Abstract.** Among several products of importance in the national agricultural scenery, the rice crop represents an important participation of the total Brazilian grain production. Most of this production is found in the Southern States of the country, mainly in Rio Grande do Sul state, standing for about 77% of the national production. Currently, several producing areas in this state showed a stability of this crop in regarding the planted area but there is a significant increase of yield after the adoption of new technologies as crop rotation with soybean.. The objective of this work was to calculate the area cultivated with flooded rice for crop year 2013/14 in the Rio Grande do Sul State, using images from the satellite Landsat 8. The images were acquired along the crop season in order to define the most favorable period for their acquisition. The multitemporal analysis of the images allowed estimating the flooded rice area in 1.183.602 ha, overestimating in 5% the official data from Conab. When analyzed the dates individually the December image showed an excellent result. In the multitemporal analysis, the classifications using the months of November + December + January obtained satisfactory results and with the advantage to supply a forecast planted area with flooded rice.

**Palavras-chave:** remote sensing, Landsat sensor, agricultural statistics, crop rotation, sensoriamento remoto, sensor Landsat, estatísticas agrícolas, rotação de cultura.

### 1. Introdução

O arroz tem ampla participação no total da produção brasileira de grãos e está entre os produtos de grande importância no cenário agrícola nacional e internacional. De acordo com a Conab (2014), o volume das exportações brasileiras de arroz é variável, porém crescente. No Brasil, a produção de arroz está concentrada na região Sul do país, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul que detém cerca de 77% da produção nacional. Nos últimos anos, a produtividade das lavouras orizícolas apresentou um ganho significativo que, mesmo com a área plantada estável na região sul, resultou no aumento da produção (Azambuja et al., 2004; Embrapa, 2013; Conab 2014). Esse acréscimo ocorre em função da disponibilidade de água nos mananciais para a irrigação na região e do incremento tecnológico, motivado pelos preços do produto que superaram o custo de produção.

A estimativa mais precisa da produção anual de arroz é um importante instrumento no planejamento do abastecimento interno deste cereal, fornecendo uma ferramenta para a tomada de decisões no setor arroseiro. Atualmente, as estimativas de produção são obtidas por meio de informações subjetivas, com base nos formulários de agentes técnicos e econômicos do setor agrícola. Dessa forma, a adoção de métodos que gerem informações objetivas pode contribuir no aperfeiçoamento da estimativa de safra do arroz, evitando especulações ou

tomada de decisão incorreta. As imagens de sensoriamento remoto (SR) integradas a um sistema de informação geográfica (SIG) são uma alternativa viável para a obtenção de estimativas confiáveis sobre a área plantada de culturas agrícolas por permitirem uma visão global e periódica de toda superfície terrestre (Van Der Meer et al., 1999; Fontana et al., 2000; Moreira, 2001; D'Arco et al., 2006; Piffer et al., 2009).

Estudos envolvendo a identificação de culturas agrícolas por sensoriamento remoto e geoprocessamento, assim como a sua distinção utilizando imagens de satélite, vêm sendo realizados por diversos pesquisadores, dentre eles, Moreira (2001), Moreira et al. (2004), Sanches et al. (2005) e Mengue e Fontana (2013), mostrando assim a aplicação dos dados de sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas na agricultura. Informações sobre a distribuição de culturas agrícolas e as características dos ambientes onde essas lavouras estão localizadas são de extrema importância, possibilitando estruturar e viabilizar planejamentos agrícolas adequados para a região produtora.

Técnicas de geoprocessamento têm sido aplicadas no monitoramento das lavouras, principalmente soja e milho, pela Companhia Nacional de Abastecimento – Conab para aprimorar a previsão de safras no Brasil. Nesse contexto, as técnicas de sensoriamento remoto têm desempenhado um papel fundamental na agricultura, sendo úteis na redução da subjetividade dos métodos operacionais de estimativa de área e produtividade das safras como os utilizados pela Conab e pelo IBGE (Piffer et al., 2009).

Assim, o uso de geotecnologias para o mapeamento do arroz torna-se uma ferramenta fundamental para as estimativas de área e previsão de safra. A dinâmica dos cultivos exige o uso de dados variáveis no tempo, portanto são necessários dados atualizados, capazes de representar o dinamismo inerente à cultura, bem como a disponibilidade de tecnologias eficientes para a análise e a interpretação.

O objetivo deste trabalho foi estimar a área plantada com arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul por meio de imagens do satélite Landsat 8.

## **2. Metodologia de Trabalho**

A área de estudo compreende a região arrozeira do estado do Rio Grande do Sul, conforme é apresentado na figura 1. A escolha do Estado como área de estudo se deve à sua grande importância na produção do arroz irrigado, tendo o cultivo do arroz irrigado como uma das principais atividades agrícolas, com área plantada de 1.120.100 ha e produtividade média de 7,3 toneladas/ha (Conab, 2014).

Foram utilizadas cenas do satélite Landsat 8, conforme é apresentado na figura 1, considerando, pelo menos, quatro períodos de passagens: setembro, novembro, dezembro e janeiro. A justificativa da escolha destes períodos se deve à disponibilidade de imagens livres de nuvens dentro do ciclo da cultura do arroz e por corresponderem à resposta espectral das áreas de arroz nos diversos estádios fenológicos e sob diferentes condições de manejo. Assim, nas imagens do mês de setembro e novembro, de forma geral, foi analisado o comportamento espectral do período de preparo do solo e plantio. A resposta espectral das áreas de arroz na imagem é tipicamente de solo exposto e de áreas inundadas. As imagens do mês de dezembro correspondem ao período de desenvolvimento da cultura, portanto expressam o vigor vegetativo das áreas de arroz em contraste com as áreas adjacentes de menor vigor. As imagens do mês de janeiro correspondem ao período de maior vigor vegetativo da cultura, principalmente das lavouras da região sudeste do Estado, portanto expressam o alto vigor vegetativo das áreas de arroz em contraste com as áreas adjacentes de menor vigor.

As bandas espectrais utilizadas foram: a azul (Banda 2: 0,45 – 0,51  $\mu\text{m}$ ) a vermelho (Banda 4: 0,64 – 0,67  $\mu\text{m}$ ), a infravermelho próximo (Banda 5: 0,85 – 0,88  $\mu\text{m}$ ) e a pancromática (Banda 8: 0,50 – 0,68  $\mu\text{m}$ ). Foram empregadas composições coloridas RGB

452, fusionadas à banda pancromática, a fim de se obter melhor resolução espacial e melhor distinção das áreas de arroz das demais coberturas.

O mapeamento das áreas de arroz irrigado foi realizado através de interpretação visual, objetivando-se um resultado com menos confusões, conforme também foi realizado por Weber et al. (2007). A interpretação foi executada cena a cena, adotando-se uma escala de visualização constante e utilizando-se três datas, uma antes da implantação das lavouras, outra durante a inundação e outra no pleno desenvolvimento da cultura. Na interpretação visual foram utilizados, além do comportamento espectral, critérios como a forma, a textura, a posição do relevo, a presença de açudes e o mapeamento preliminar da safra 2012/2013, realizado por meio de classificação supervisionada.

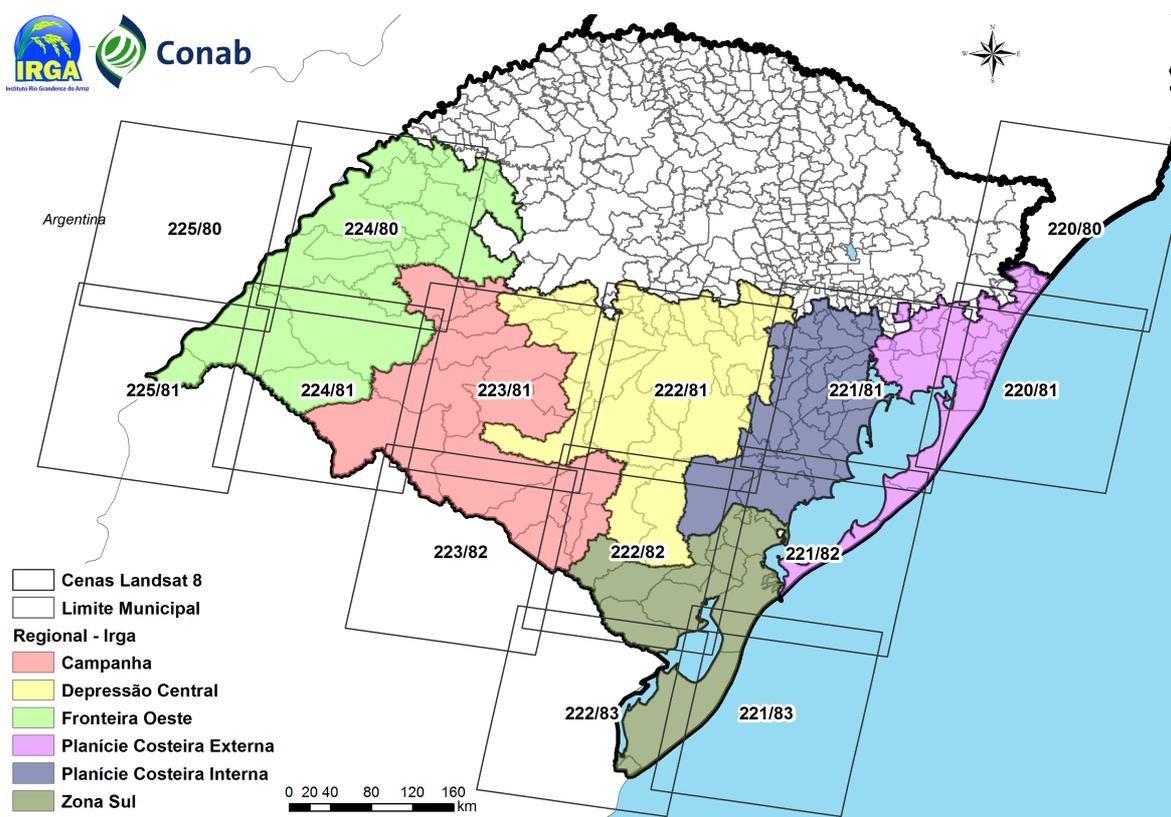


Figura 1. Área de estudo e abrangência das cenas do satélite Landsat 8 utilizadas para o mapeamento.

No período de 20 a 24 de janeiro foi realizada a coleta dos dados de campo em parceria com o Instituto Rio Grandense do Arroz – Irga, que disponibilizou um técnico para o acompanhamento em cada uma das duas regiões percorridas. Foram percorridas a região sudoeste e a sudeste do Estado, totalizando 4.129 km durante todo o percurso. O objetivo da coleta de pontos georreferenciados foi a obtenção de pontos de controle para subsidiar o mapeamento da safra 2013/2014 da cultura do arroz baseado em imagens de satélite. O registro dos pontos georreferenciados consistiu basicamente na coleta de coordenadas em tempo real das culturas de interesse ao longo das estradas com o uso de um receptor GPS, com antena externa fixa no teto do carro, conectado a um microcomputador e com o auxílio de um programa de navegação – GPS TrackMaker®. Para a alimentação de energia do micro foi utilizado um transformador ligado à bateria do veículo. A coleta de pontos foi uma ação estratégica para auxiliar a interpretação visual das imagens de satélite e a classificação manual da cultura realizada por uma equipe de analistas.

### 3. Resultados e Discussão

Foram computados 8.476 pontos em que se destacou a localização de lavouras de arroz, de girassol, de milho, de soja, de sorgo e de outros alvos, como as áreas nativas, em pousio, fumo e pastagem (Figura 2). Os pontos de controle coletados no campo forneceram importantes subsídios para a identificação das lavouras em cada região, a confirmação do calendário de plantio e a distinção da resposta espectral com outras culturas, especialmente com a soja.

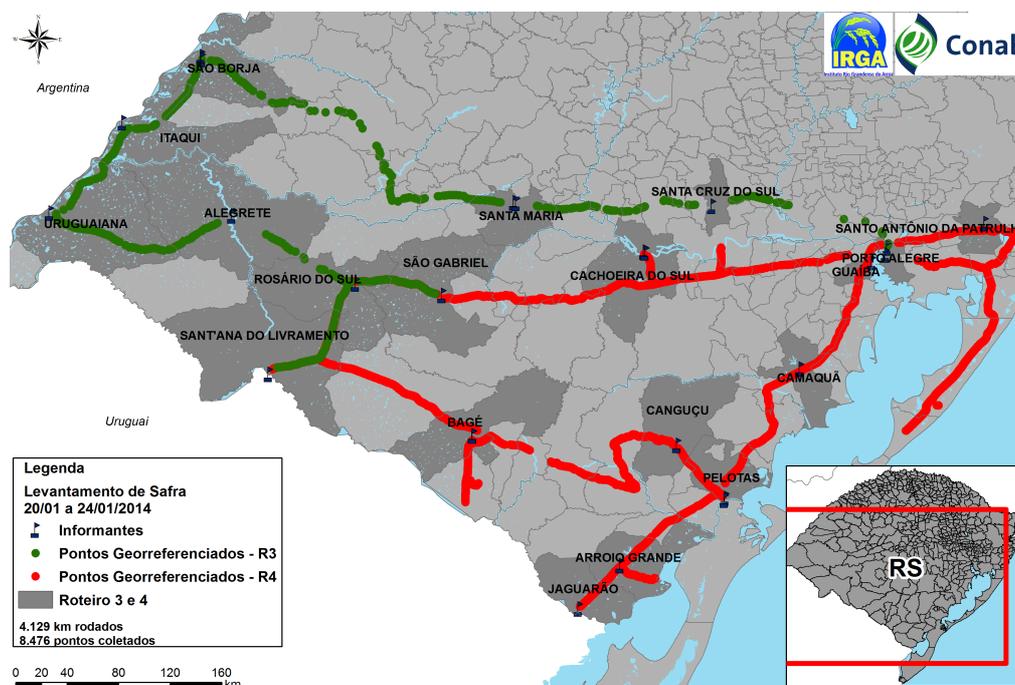


Figura 2. Coleta de pontos georreferenciados para o mapeamento da safra 2013/2014 do arroz.

Durante a interpretação visual, a cultura do arroz apresentou um comportamento espectro-temporal típico e que foi possível distinguir de outros alvos na cena. Essa diferença do comportamento espectral da cultura do arroz facilitou a sua identificação e a sua discriminação. Como, por exemplo, na figura 3, é possível visualizar o contraste entre o comportamento espectral do arroz e da soja ocorrido principalmente em função da diferença do calendário de plantio. No caso, o arroz é plantado mais cedo que a soja e a expressão das áreas de arroz pode ser identificada nas áreas em verde. Na soja, o padrão é de áreas ainda preparadas para o plantio ou recém plantadas, visualizadas em rosa. Assim, os pontos de controle coletados in loco, a experiência do intérprete e o conhecimento sobre a região são fundamentais para a correta identificação das áreas de arroz nas imagens a fim de se obter o mapa de referência.



Figura 3. Diferenças no comportamento espectral do arroz e outros alvos.

Dentre os períodos analisados, as imagens de dezembro e janeiro foram as que melhor distinguiram a cultura do arroz dos demais alvos, em função do elevado vigor vegetativo neste estágio. Nas imagens de novembro, principalmente na fronteira oeste do Estado, foi possível visualizar a cultura do arroz inundado, como observado na figura 4. Nesse período, o comportamento espectral de brejos, rios, açudes, entre outros corpos d'água torna-se predominante. São as áreas em rosa nas imagens. Em função disso, as imagens em que as áreas apresentam baixo percentual de sementeira não se demonstram adequadas para identificar as áreas de arroz, entretanto é um período importante de referência para o mapeamento da cultura. Estes resultados reforçam a ideia da necessidade do uso de várias imagens ao longo do ciclo da cultura para fins de estimativa de safra, como também foi observado por D'Arco et al. (2006).

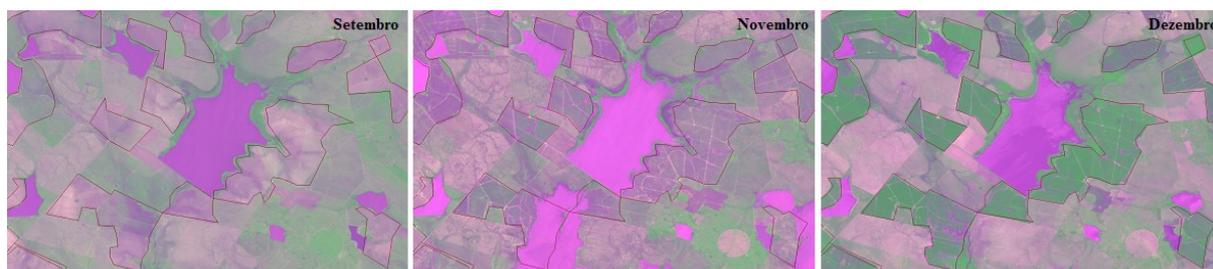


Figura 4. Comportamento espectral do manejo irrigado da cultura do arroz.

A análise das imagens do satélite Landsat 8 em diferentes períodos do ciclo de desenvolvimento da cultura do arroz permitiu obter o mapeamento da safra 2013/2014 no estado do Rio Grande do Sul. A figura 5 apresenta a distribuição espacial das áreas de arroz na região arroseira do Estado.

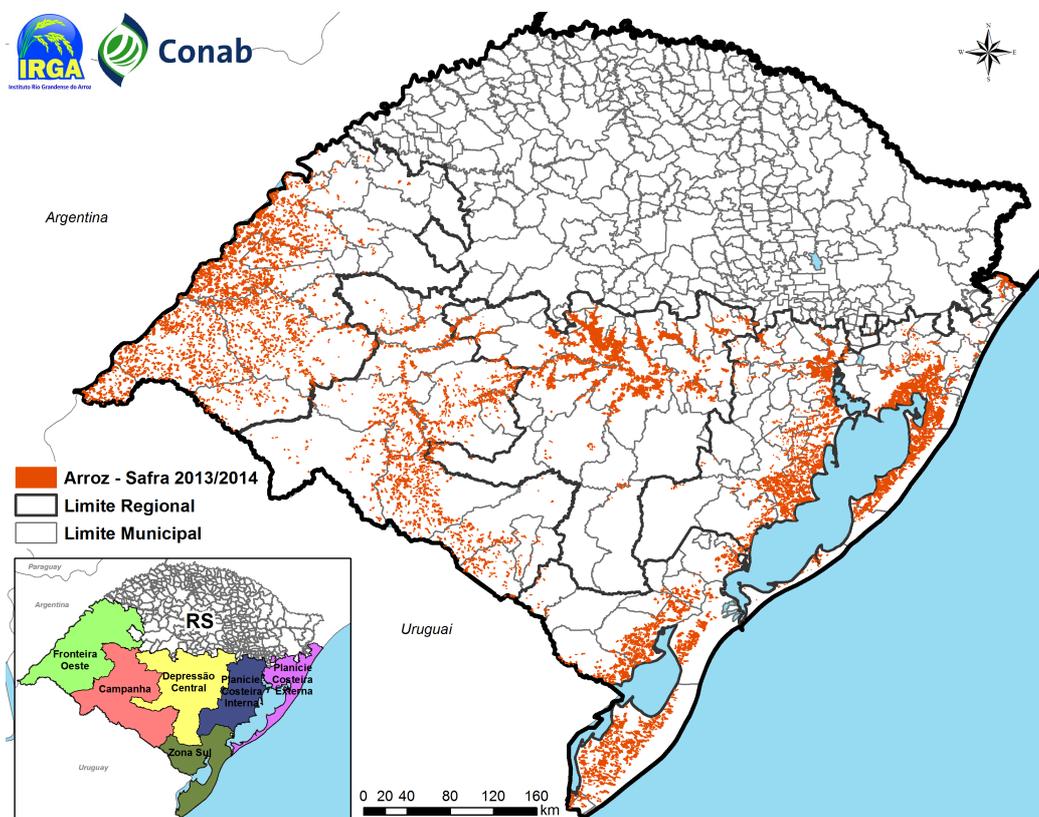


Figura 5. Mapeamento da safra 2013/2014 da cultura do arroz.

Entre os diversos benefícios que o levantamento da área plantada através de mapeamento por meio de imagens de satélite proporciona, um dos mais relevantes é a obtenção de mapas temáticos contendo a distribuição espacial da cultura, além de fornecer informações rápidas, confiáveis e de menor custo. Dessa forma, o mapeamento das áreas de arroz é importante como uma ferramenta de apoio aos técnicos responsáveis pela coleta e análise das informações, podendo proporcionar uma melhora na atual coleta das estatísticas da cultura do arroz irrigado (Fontana et al., 2000; D'Arco et al., 2005; D'Arco et al., 2006; Weber et al., 2007; Piffer et al., 2009; Mengue e Fontana, 2013).

A área estimada de arroz foi de 1.183.602 ha, superestimando em 5% os dados oficiais da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (Conab, 2014). Os dados obtidos através de imagens orbitais foram muito próximos aos dados oficiais, o que nem sempre é observado quando comparados com outras estatísticas oficiais (Tabela 1). Esse resultado é satisfatório, pois dá um indicativo de que é possível estimar a área dessa cultura ainda no estágio inicial do seu ciclo de desenvolvimento, permitindo subsidiar as estimativas oficiais de forma antecipada e objetiva.

Tabela 1: Área mapeada e área plantada

Região	Área mapeada	Área plantada <sup>1</sup>
	ha	
<b>Rio Grande do Sul</b>	1.183.602	1.120.100

<sup>1</sup> Fonte: Conab (2014).

O uso de geotecnologias no mapeamento do arroz se torna importante como método complementar e não excludente em estimativas de safra. Em virtude da confusão espectral da cultura com outras coberturas, como a soja, espécies forrageiras e áreas nativas de várzeas, o mapeamento do arroz exige a ida do analista a campo. As visitas a campo são importantes para a obtenção de pontos de controle como subsídio à interpretação das imagens de satélite e auxílio na tomada de decisão. Outra vantagem é a observação *in loco* e a aproximação com os técnicos locais, permitindo a troca de informações quanto às condições agronômicas das culturas.

#### 4. Conclusões

O uso de pontos de controle coletados a campo, em parceria com técnicos da região, foi essencial para o entendimento da dinâmica da cultura e para a classificação visual.

A resolução espacial das imagens Landsat 8 é adequada para o mapeamento da cultura de arroz.

A composição RGB 452 favoreceu a distinção das lavouras de arroz dos demais alvos.

É fundamental o uso de imagens multitemporais para a identificação dos cultivos em diferentes estágios fenológicos.

#### Agradecimentos

Ao apoio disponibilizado pelo Instituto Rio-Grandense de Arroz – Irga e pela Superintendência Regional da Conab no Rio Grande do Sul de forma a viabilizar as informações e a coleta de pontos georreferenciados das lavouras de arroz.

#### Referências Bibliográficas

Azambuja, I. H. V.; Verneti Júnior, F. J.; Magalhães Júnior, A. M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: Gomes, A. S.; Magalhães Júnior, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004 p. 23-44.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 10. Décimo Levantamento, Brasília, 2014, 85 p.

D'Arco, E.; Alvarenga, B. S.; Rizzi, R.; Rudorff, B. F. T.; Mauricio, M. A.; Adami, M. Geotecnologias na estimativa da área plantada com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Cartografia** n. 58/03, p. 247-253, Dezembro, 2006.

D'Arco, E.; Rizzi, R.; Rudorff, B. F. T. Análise de combinações dos índices de vegetação EVI e NDVI derivadas do sensor MODIS para identificação de áreas de arroz irrigado. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 91-93. On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.20.16/doc/91.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2014.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Mato Grosso do Sul. **Documentos**. Embrapa Arroz e Feijão. Ed. Flávia Rabelo Barbosa, Carlos Martins Santiago. Santo Antônio de Goiás, ISSN 1678-9644. Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 160 p.

Fontana, D. C.; Weber, E.; Ducati, J.; Figueiredo, D.C.; Berlato, M.A.; Bergamaschi, H. Monitoramento e previsão de safras no Brasil. In: Simpósio Latino Americano de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER), 9, 2000, Puerto Iguazú, Argentina, **Anais...** Artigos, p.87-96.

Mengue, V. P e Fontana, D. C. Metodologia para mapear áreas de arroz irrigado utilizando o Modelo HAND em áreas agrícolas de São Borja e Pelotas/RS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 728-734. On-line. ISBN 978-85-17-00066-9. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.34.54>. Acesso em: 19 ago. 2014.

Moreira, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação**. São Jose dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. 208 p.

Moreira, M.A.; Adami, M.; Rudorff, B.F.T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.223-231, 2004.

Piffer, T. R. de O.; Amaral, G. M. ; Campos, P. M. ; Silva, R. A. B. da. Mapeamento de Áreas Cultivadas. In: Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. (Org.). **Agricultura e Abastecimento Alimentar - Políticas Públicas e Mercado Agrícola**. 1ed. Brasília, 2009, p. 312-322,

Sanches, I.D.; Epiphanyo, J.C.N.; Formaggio, A.R. Culturas agrícolas em imagens multitemporais do satélite Landsat. **Agricultura**, v.52, n.1, p.83-96, 2005.

Van Der Meer, F.; Molenaar, M.; Nieuwenhuis, G.; Woldai, T. Operational remote sensing for sustainable Development. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 1, Issue 1. p. 3, 1999.

Weber, E. J; Wagner, A. P. L.; Fontana, D. C. F; Ducati, J. R. Estimativa de área cultivada com arroz irrigado no Rio Grande do Sul na safra 2005/2006 através de imagens Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 465-472. On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.16.18.24/doc/465-472.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2014.