

Estudo indicativo do comportamento do NDVI e EVI em lavouras de cereais de inverno da região norte do Estado do Rio Grande do Sul, através de imagens MODIS

Amanda Heemann Junges ¹

Gilca Alves ²

Denise Cybis Fontana ³

^{1,2,3} Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Faculdade de Agronomia

Caixa Postal 776 – 91501-970 – Porto Alegre – RS, Brasil.

amandahj@ibest.com.br, gilcaalves@ig.com.br, dfontana@ufrgs.br

Abstract. The vegetation indexes, as NDVI and EVI, represent remote sensing tools that allow the monitoring of the vegetation growth and development. The objective of this work was to analyze and interpret the temporal evolution of these vegetation indexes over winter cereals farmings (wheat, barley and oat), through MODIS images. The study area was located in the north of the State of Rio Grande do Sul, during 2006 . The results shows a similar behavior in both vegetation indexes for the analyzed crops. A fall was observed in the maximum value of NDVI and EVI in August, fact this due to the frosts happened in the area in referred period. This indicative study contributes to characterization of the dynamics of the farmings of winter cereals, generating important information for futures studies, especially those that use the techniques of remote sensing

Palavras-chave: vegetation indexes, wheat, barley and oat, frosts, índices de vegetação, trigo, aveia e cevada, geadas.

1. Introdução

Os índices de vegetação são uma importante ferramenta gerada por técnicas de sensoriamento remoto que têm sido amplamente empregados em diversos trabalhos que buscam relacionar as informações captadas pelos sensores com a vegetação presente na área imageada. Através destes índices são obtidas informações a respeito da quantidade de biomassa verde e dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da vegetação.

Um índice de vegetação resulta da combinação dos valores de reflectância em dois ou mais intervalos de comprimento de onda, possuindo uma relação com a quantidade e o estado da vegetação em uma dada área da superfície terrestre. Em função disto, uma característica inerente aos índices de vegetação é a redução no volume dos dados a ser analisado, pois praticamente toda a informação referente à vegetação fica resumida a somente um valor numérico. Este fato facilita o monitoramento e o estudo do crescimento/desenvolvimento da vegetação, e, também, uma eventual inserção dessa informação em modelos agrometeorológicos-espectrais de estimativa de rendimento de culturas agrícolas (Rizzi, 2004).

Os índices de vegetação são produtos que podem ser obtidos, dentre outras maneiras, a partir de dados do sensor MODIS, disponibilizados gratuitamente ao usuário na forma composições de imagens de 16 dias, com resolução espacial de 250m. Entre os diversos produtos MODIS são disponibilizados dois índices de vegetação (MOD13): o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) e o Índice de Realce da Vegetação (*Enhanced Vegetation Index* - EVI).

O NDVI é considerado um bom estimador de biomassa, sendo o índice mais utilizado em pesquisas relacionadas à dinâmica da cobertura vegetal, tais como acompanhamento e avaliação

de rendimento de culturas e agricultura de precisão (Pontes, 2005). O NDVI, proposto por Rouse et al., (1973), é dado pela Equação 1:

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

Onde,

ρ_{ivp} = reflectância no infravermelho próximo;

ρ_v = reflectância no vermelho.

Embora numericamente os valores do NDVI possam variar entre -1 e 1, a vegetação está associada aos valores positivos. Materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água e neve) apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho próximo quase na mesma intensidade, por conseguinte, seu NDVI aproxima-se de zero (Rizzi, 2004).

Já o EVI é definido pela Equação 2:

$$EVI = G \left(\frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + C1 * \rho_V - C2 * \rho_A + L} \right) \quad (2)$$

Onde,

ρ_{ivp} = reflectância no Infravermelho Próximo;

ρ_v = reflectância no Vermelho;

ρ_A = reflectância no Azul;

C1 = Coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para o vermelho (6);

C2 = Coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para o azul (7,5);

L = Fator de correção para a interferência do solo (1);

G = Fator de ganho (2,5).

No Brasil, o cultivo de trigo se dá nas regiões Sul (RS, SC e PR), Sudeste (MG e SP) e Centro-oeste (MS, GO e DF), sendo a região Sul responsável por cerca de 90% da produção brasileira. O cultivo de trigo, entretanto, tem crescido em Estados onde, historicamente, a produção deste cereal era praticamente inexistente, tais como Bahia, Goiás e demais estados da região do cerrado, de acordo com a Embrapa Trigo (2006).

No Rio Grande do Sul, a produção de trigo teve seu auge na década de 70. A área cultivada e a quantidade de grãos produzida decresceram significativamente nos últimos anos e, atualmente, o Estado é o segundo maior produtor nacional. As regiões produtoras de trigo, em número de quatro, concentram-se principalmente no norte do Estado e são responsáveis por 56,3% da produção estadual: região da Produção (16,3%), do Noroeste Colonial (15,5%), do Alto Jacuí (13,1%) e Missões (11,3%), segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2003).

Apesar do decréscimo de produção e área plantada, o trigo é a principal cultura de inverno nos sistemas de produção de grãos no sul do Brasil. Ao trigo somam-se os cultivos de cevada e a aveia, tradicionais na região norte do Rio Grande do Sul, como forma de manutenção da cobertura do solo no período do inverno, viabilização do sistema de plantio direto e agregação de renda.

As culturas de inverno caracterizam-se pela sua semelhança morfológica e de dossel, de maneira que, em imagens de satélite, lavouras de trigo, cevada e aveia são, visualmente, semelhantes. Tal característica dificulta a classificação e a quantificação de cada uma das

lavouras, assim como a elaboração de futuros modelos agrometeorológicos-espectrais de estimativa de rendimento de culturas agrícolas.

Sendo assim, o monitoramento e a geração de informações a respeito do desenvolvimento das lavouras de trigo, cevada e aveia, é fundamental para o aprimoramento das estimativas de área e rendimento das mesmas e, para que se atinja, também nas culturas de inverno, o nível de conhecimento e de estudos dedicados às lavouras de verão, tais como milho e soja, as quais, sabe-se, constituem a base econômica da maioria dos municípios gaúchos.

2. Objetivo

Este trabalho teve como objetivo analisar e interpretar a evolução temporal de índices de vegetação NDVI e EVI em lavouras de cereais de inverno (trigo, cevada e aveia) localizadas na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, na safra agrícola 2006, através de imagens MODIS.

3. Materiais e Métodos

As lavouras estudadas estão localizadas em área compreendida por 13 municípios ao norte do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A região é a principal produtora de trigo no Estado e os municípios, relacionados a seguir, pertencem à área de atuação da Cooperativa Tritícola Mista Alto Jacuí Ltda – COTRIJAL: Almirante Tamandaré do Sul, Carazinho, Colorado, Coqueiros do Sul, Ernestina, Lagoa dos Três Cantos, Não-Me-Toque, Nicolau Vergueiro, Passo Fundo, Santo Antônio do Planalto, Saldanha Marinho, Tio Hugo e Victor Graeff.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região de estudo está situada na Zona Climática Fundamental Temperada (C), apresentando clima do tipo fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa). Desse modo, o clima local é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

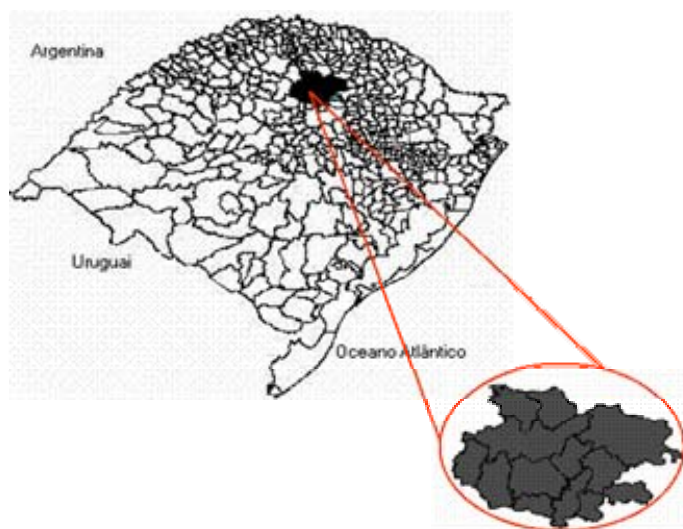


Figura 1: Localização dos municípios da área de estudo no Estado do Rio Grande do Sul.

Os índices de vegetação empregados neste estudo foram obtidos a partir de produtos do sensor MODIS (MOD13), disponibilizados em <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome>. Os produtos NDVI e EVI, de resolução espacial de 250 metros, correspondem a uma composição de 16 imagens (dias), tendo sido empregadas as composições da 1ª quinzena de abril a 2ª quinzena de setembro. De acordo com o Calendário de Acompanhamento de Lavouras de Trigo, elaborado pela EMATER/RS – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, para a região de Passo Fundo, no referido período, as lavouras de cereais de inverno encontram-se em fase pré-semeadura (abril) até o estágio de florescimento (setembro) (Figura 2).

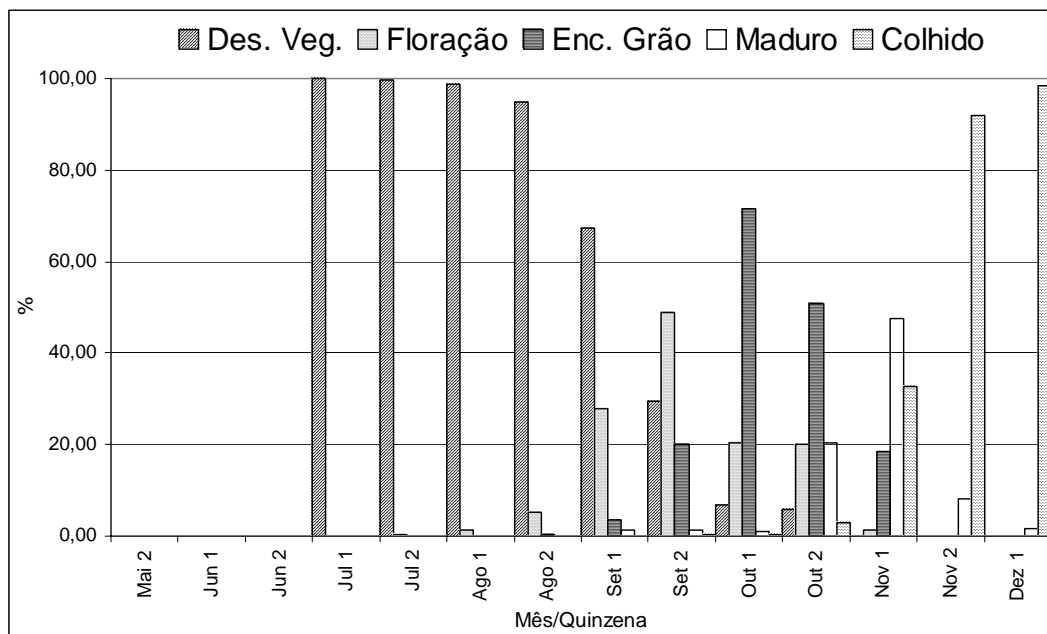


Figura 2: Calendário de Acompanhamento de Lavouras de Trigo. Passo Fundo, RS. Fonte: EMATER, 2005.

Os pontos de GPS, correspondentes às lavouras de trigo e cevada foram adquiridos junto aos técnicos da Cooperativa Triticola Mista Alto Jacui Ltda – Cotrijal, e utilizados para a delimitação e distinção das mesmas. As lavouras de cevada (cultivares BRS 225 e BRS Borema), possuíam área média de 28,5 ha, sendo a área total amostrada de 457 ha. As lavouras de trigo (cultivares Fundacep Nova Era, Fundacep 50, Fundacep 52, OR Pampeano e OR Abalone) possuíam área média de 27,5 ha, sendo a área total amostrada de 580 ha. Apenas duas lavouras de aveia foram amostradas, sendo para as mesmas, estimada uma área média de acordo com a média das lavouras da região, ou seja, aproximadamente 30 ha.

Com uso do programa computacional ENVI 4.2 foram criadas regiões de interesse para cada uma das culturas, sendo: 16 de cevada, 21 de trigo e 2 de aveia. As regiões de interesse foram sobrepostas às composições NDVI e EVI e, assim, extraídos os dados estatísticos referentes a estes índices de vegetação.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos são expressos na forma de imagens (Figura 3), nas quais foram atribuídas cores a faixas de valores dos índices de vegetação, e de gráficos, nos quais consta a média do índice de vegetação, para o período (quinzena), para cada uma das culturas analisadas (Figura 3).

Os valores mínimo e máximo de ambos os índices ocorrem, respectivamente, em abril e na primeira quinzena de julho, sendo que a variação temporal dos índices de vegetação pode ser melhor visualizada na Figura 3, na qual constam as imagens MODIS de toda a região de estudo, referentes à primeira quinzena de abril e à segunda quinzena de setembro. Em setembro há um predomínio na imagem dos tons de verde, os quais indicam valores de NDVI e EVI acima de 0,5. Os cereais de inverno apresentaram valor máximo de NDVI e EVI, próximo de 0,8, ainda em fase vegetativa, indicando rápido desenvolvimento inicial e acúmulo de biomassa.

Os gráficos mostram que o comportamento dos índices de vegetação, tanto NDVI, quanto EVI, foram semelhantes para as três culturas analisadas, fato este que confirma a semelhança que os cereais de inverno trigo, cevada e aveia apresentam, tanto em termos morfológicos quanto de estrutura de dossel. Tal semelhança, observada a campo e em imagens de satélite, é comprovada pelos perfis de NDVI e EVI apresentando, o que significa que estas culturas são de difícil classificação e quantificação individual, devendo ser, em estimativas de área e de rendimento, analisadas conjuntamente a fim de que não se quantifiquem lavouras de um ou outro cereal erroneamente.

Os índices mantiveram-se próximos do valor máximo, atingindo uma certa estabilização, até o mês de agosto.

Em agosto observa-se uma queda em ambos os índices, fato este que não é esperado para o período, pois as culturas se encontravam ainda em estágio vegetativo e/ou início do florescimento. O estágio de desenvolvimento no qual seria esperada a redução dos índices de vegetação é a maturação fisiológica, dada a translocação de fotoassimilados das folhas para a espiga, visando a formação e o enchimento de grãos, com conseqüente senescência foliar (amarelecimento) e queda dos índices NDVI e EVI.

A queda dos índices de vegetação pode ter sido decorrente das baixas temperaturas e de geadas, ocorridas no final de julho e em agosto, na região onde as lavouras estão localizadas (Tabela 1). É importante salientar que a geada é um dos fenômenos mais relevantes para a cultura do trigo, sendo determinante da época de semeadura para cada região do Sul do País. Para lavouras de cevada e trigo, semeadas em maio e junho, o risco de ocorrência de geada no florescimento varia entre 10 e 20% (Cunha, 2004), ou seja, é possível sim que as lavouras empregadas neste estudo tenham sido afetadas pela geada no final da fase vegetativa e início do florescimento, fato este que ocasionou a redução dos índices de vegetação.

A planta de trigo responde de maneira diversa às injúrias causadas pela geada, dependendo do estágio de desenvolvimento em que se encontra (Scheeren, 1982). A temperatura basal de 0°C para o desenvolvimento de trigo tem sido usada como um único valor, independente do estágio de desenvolvimento da planta, e, nesse sentido, temperaturas inferiores ocasionam danos às plantas, tais como: estrangulamento nos colmos, impedimento na circulação da seiva para os grãos, diminuição da síntese de fotoassimilados.

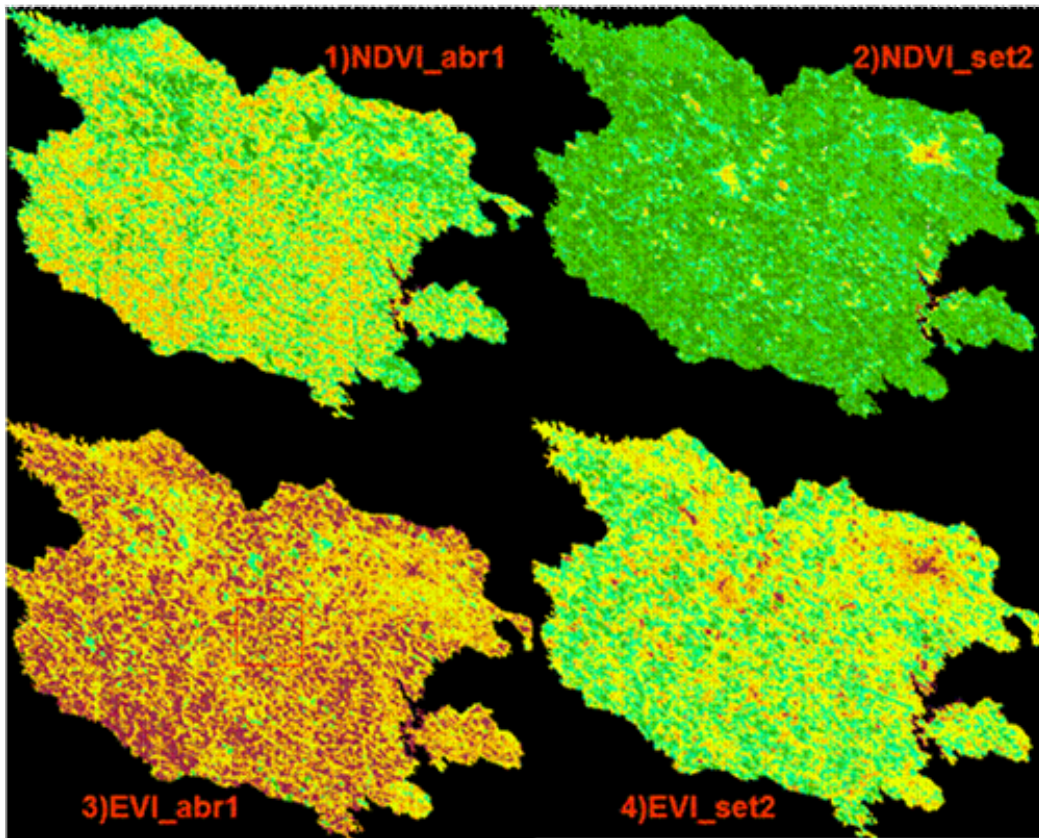


Figura 3: Índices de vegetação EVI e NDVI, obtidos a partir de imagens MODIS da primeira quinzena de abril (abr1) e da segunda quinzena de setembro (set2).

Tabela 1: Datas e temperaturas mínimas ocorridas na área de estudo. Fonte: Comunicação pessoal, COTRIJAL, 2006.

Data	Temperatura Mínima (°C)	
	Estação Não-Me-Toque	Estação Carazinho
30/jul	-0,5	-0,8
31/jul	-1,6	0,2
21/ago	-0,3	0
22/ago	0,1	0,7
29/ago	0,6	0,9
05/set	-1,2	-1,9

Na comparação entre os índices de vegetação, os resultados mostram valores sempre inferiores de EVI, frente aos de NDVI, sendo a curva de comportamento deste último mais suavizada (normalizada).

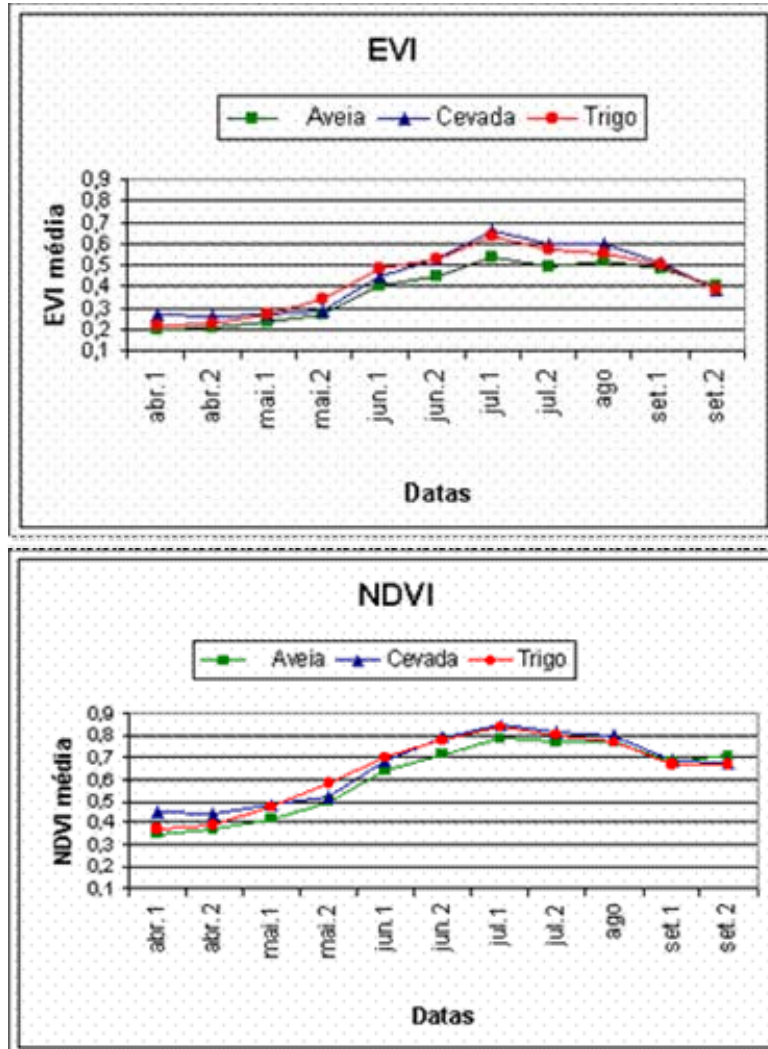


Figura 4: Índices de vegetação EVI e NDVI, obtidos a partir de imagens MODIS, para as culturas de trigo, aveia e cevada.

5. Conclusão

Não há diferenças no comportamento dos índices de vegetação NDVI e EVI entre as culturas de cereais de inverno analisadas (trigo, cevada e aveia). Os valores mínimo e máximo de ambos os índices de vegetação ocorrem, respectivamente, em abril e na primeira quinzena de julho.

As geadas ocorridas nos meses de julho e agosto, período no qual as culturas se encontravam no final do estágio vegetativo/início do florescimento, ocasionaram queda nos índices de vegetação.

O acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das plantas pode ser realizado através dos índices de vegetação, ou seja, através de informações obtidas via técnicas/ferramentas de sensoriamento remoto. Tal acompanhamento, em anos ou períodos de ocorrência de fenômenos adversos, é fundamental, tanto para uma melhor compreensão da influência dos fatores meteorológicos e ambientais no desenvolvimento das culturas agrícolas, quanto para a quantificação de perdas ocorridas nas lavouras e adoção de medidas de mitigação de danos.

Os resultados obtidos neste estudo indicativo contribuíram para a caracterização do crescimento/desenvolvimento das lavouras de cereais de inverno, gerando, assim, importantes informações para futuros estudos a serem desenvolvidos na região, especialmente aqueles que empreguem as técnicas de sensoriamento remoto.

6. Citações e referências

Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS>. Acesso em: 27/08/06.

Embrapa Trigo. Informações gerais sobre a cultura do trigo. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br. Acessos diversos.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e Manejo Integrado da Lavoura de Trigo.** Editora Evangraf. Porto Alegre. 227 p. 1999.

PONTES, P. P. B. Análise temporal de índices de vegetação como subsídio à previsão de safras de cana-deaçúcar. . **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR).** Goiânia. INPE. p.217 –224. 2005.

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, 212 p. 2004.