

Perfis temporais de NDVI de cereais de inverno no Rio Grande do Sul: uma comparação das coleções MODIS 4 e MODIS 5

Amanda Heemann Junges¹
Daniele Guterres Pinto¹
Denise Cybis Fontana¹

Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Caixa Postal 15.000, CEP 91501-970 Porto Alegre - RS, Brasil.
amandahj@hotmail.com, daniele.gutterres@gmail.com, dfontana@ufrgs.br

Abstract. This work aimed to elaborate temporal NDVI profiles with MODIS images of the collections 4 and 5, for winter cereals in Rio Grande do Sul State. The data set were MOD13 images, product NDVI, collections 4 and 5, for April to November, in the years 2000 to 2006. Crop masks were building to extraction spectral data in crop winter areas. The results showed that, for both collections, temporal NDVI profiles characterized the development of the winter cereals crops. Temporal NDVI profiles and integrated NDVI (June to October) were similar in both collections. The images of collection 5 can be used in the study of the winter cereals development of in the Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: wheat, oat, barley, development cycle, trigo, aveia, cevada, ciclo de desenvolvimento.

1. Introdução

Resultantes da combinação dos fatores de reflectância bidirecional em dois ou mais intervalos de comprimento de onda (especialmente nas regiões do vermelho e infravermelho próximo e vermelho), os índices de vegetação estão relacionados à quantidade e ao estado da vegetação presente uma determinada área da superfície terrestre. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI, do inglês *Normalized Difference Vegetation Index*) é o índice frequentemente empregado em estudos da dinâmica da cobertura vegetal.

Observações seqüenciais do NDVI permitem a obtenção de perfis temporais, os quais mostram o crescimento e desenvolvimento das plantas ao longo dos estádios fenológicos. Quando provenientes de imagens de satélites de baixa resolução espacial e alta resolução temporal, os perfis têm sido propostos em análises regionais de culturas agrícolas, tais como arroz irrigado no Rio Grande do Sul (Klering, 2007) e cereais de inverno no Paraná (Deppe, 2007) e na Austrália (Fontana et al., 2007). De acordo com Deppe (2007), a utilização de imagens de NDVI permite o monitoramento do desenvolvimento fenológico das culturas ao longo das safras, sendo possível obter, assim, avaliações qualitativas e quantitativas dos plantios em períodos anteriores à colheita.

O NDVI é um dos produtos obtidos a partir dos dados coletados pelo sensor MODIS (do inglês, *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), instrumento a bordo do satélite Terra, lançado em dezembro de 1999 pelo programa EOS (*Earth Observing System*) da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

As imagens NDVI/MODIS (MOD13) correspondem a composições de 16 dias. Para cada ponto da imagem, o algoritmo seleciona o pixel de melhor qualidade, em relação à geometria de visada e interferência atmosférica, dentre todas as passagens do período. O pixel selecionado é, então, utilizado na geração das imagens compostas (Rizzi, 2004). Atualmente, as imagens disponibilizadas pertencem à coleção 4 (C4) ou à coleção 5 (C5). As imagens da C5 correspondem às imagens C4 processadas novamente em função de atualizações nos algoritmos. A principal mudança implementada na C5 está relacionada à aplicação de novos filtros e novo método de composição, ambos visando diminuir a influência de nuvens nas imagens. De acordo com Didan & Huete (2006), estas mudanças afetaram positivamente todos os produtos MODIS de índices de vegetação.

O Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor nacional de trigo, sendo esta a principal cultura de inverno do Estado. Além do trigo, também são estabelecidas, neste período, lavouras de aveia, centeio, cevada e triticale. Embora as culturas de verão (especialmente soja e milho) sejam o foco principal das propriedades localizadas na metade norte do Estado, as culturas de inverno são extremamente importantes para a manutenção e viabilização do sistema de plantio direto, pois permitem a ocupação das áreas, diversificam as culturas implantadas na propriedade e agregam renda ao produtor rural. Nesse sentido, justifica-se a geração de informações acerca dos cereais de inverno, como forma de caracterização do ciclo de desenvolvimento destas culturas no Estado.

O objetivo deste trabalho foi analisar os perfis temporais de NDVI, de áreas cultivadas com cereais de inverno no Rio Grande do Sul, elaborados a partir de imagens MODIS da coleção 4 e da coleção 5.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

A área de estudo (394.000 hectares) compreendeu 13 municípios localizados ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, principal região produtora de trigo no Estado, pertencentes à área de atuação da Cooperativa Tritícola Mista Alto Jacuí Ltda – COTRIJAL. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo fundamental úmido (f), variedade específica subtropical (Cfa), com precipitação pluvial bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.

O Calendário de Acompanhamento de Lavouras de Trigo (Figura 1), elaborado pela Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER/RS, para região de Passo Fundo na safra 2006, pode ser empregado na caracterização do ciclo de crescimento e desenvolvimento dos cereais de inverno na região de estudo.

2.3 Imagens NDVI/MODIS

As imagens NDVI/MODIS da coleção 4 e da coleção 5 foram obtidas do banco de imagens do Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto E Meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPSRM/UFRGS). As imagens empregadas neste estudo correspondem às do período de desenvolvimento das culturas de inverno na região, ou seja, de maio a novembro, para os anos 2000 a 2006.

Os perfis temporais de NDVI/MODIS foram elaborados utilizando uma máscara de cultivo, de acordo com metodologia proposta por Fontana et al. (2007). A máscara de cultivo tem

como objetivo restringir as informações espectrais. Nesse sentido, o perfil temporal de NDVI foi traçado somente com dados de NDVI correspondentes a áreas de cultivo.

Para construção da máscara de cultivo, foram elaboradas, para cada ano de estudo, imagens de máximo e de mínimo NDVI. As composições de máximo NDVI foram elaboradas com as imagens dos meses de junho a setembro, período no qual ocorre, nos diferentes anos, o máximo acúmulo de biomassa pelas plantas e, conseqüentemente, são verificados os maiores valores de NDVI. As composições de mínimo foram elaboradas com as imagens de abril e maio, quando as lavouras estão em implantação ou no início do desenvolvimento vegetativo. Com base nas imagens de máximo NDVI de cada ano, obteve-se a imagem de máximo valor de NDVI histórico, na qual cada píxel possui o máximo valor de NDVI dentre as imagens de máximo valor dos anos 2000 a 2006.

A imagem diferença correspondeu à subtração das composições de mínimo, de cada ano, do máximo histórico. A elaboração da imagem diferença visa identificar as áreas nas quais ocorreram as maiores variações temporais do NDVI, pois estas áreas correspondem, possivelmente, a lavouras de cereais de inverno. Foram definidos limiares, nas imagens diferença, para elaboração da máscara de cultivo, com base no critério de geração de uma máscara de cultivo com área igual ou superior à área com cereais de inverno, na região de estudo, de acordo com dados oficiais.

A partir da geração da máscara de cultivos foram construídos os perfis temporais de NDVI/MODIS, tanto para a coleção 4, quanto para a coleção 5, a partir dos valores mensais médios do índice.

O NDVI integrado de junho a outubro é um bom indicador do rendimento de grãos de trigo, sendo empregado como variável de entrada em modelos agrometeorológicos-espectrais de estimativa de grãos para esta cultura (Junges, 2007). Sendo assim, também foram analisados os valores de NDVI integrado obtido de ambas coleções.

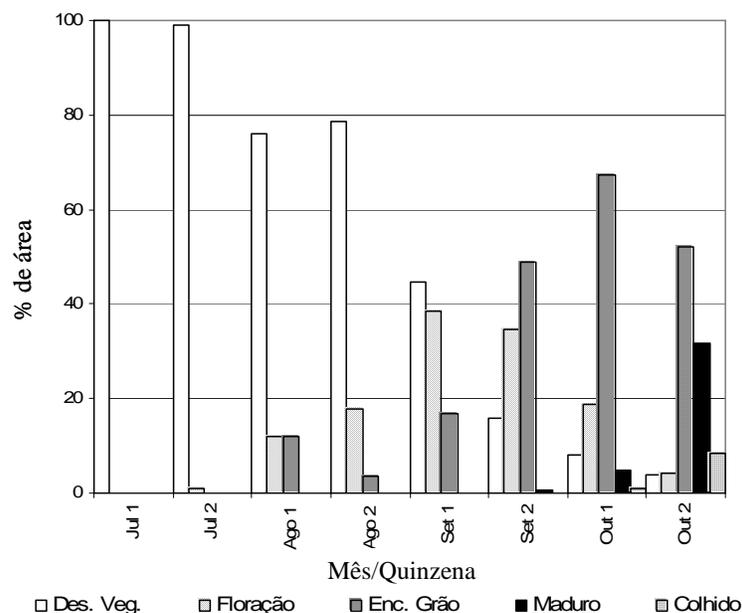


Figura 1: Calendário de acompanhamento de lavouras de trigo na Região de Passo Fundo, RS. Fonte: EMATER (2006).

3. Resultados e Discussão

Como forma de demonstração da metodologia, na Figura 2 podem ser visualizadas as imagens de mínimo e de máximo NDVI, bem como a imagem de diferença, para o ano de 2003, elaboradas com imagens da coleção 4. Nas imagens de mínimo, os valores de NDVI situaram-se entre 0,25 e 0,65 (tons amarelados e alaranjados), associados à baixa densidade de biomassa neste período. Observa-se, no entanto, que ocorreram áreas com valores de NDVI acima de 0,65 (tons esverdeados), as quais corresponderam, provavelmente, às áreas de mata, ou às áreas agrícolas (lavouras de verão ainda não colhidas, lavouras de inverno já implementadas ou lavouras estabelecidas com espécies de cobertura). Nas imagens de máximo NDVI, os valores foram acima de 0,65, indicando o desenvolvimento da vegetação. Nas imagens de máximo, as áreas urbanas, com baixos valores de NDVI, foram salientadas.

Esta metodologia permitiu a inserção, na máscara de cultivo, apenas as áreas da imagem que sofreram as maiores modificações ao longo do período (abril a novembro). Estas áreas correspondem, provavelmente, a lavouras de cereais de inverno.

Os perfis temporais de NDVI/MODIS elaborados com as imagens da coleção 4 e da coleção 5 podem ser visualizados na Figura 3. Como um primeiro resultado, observa-se que todos os perfis mostraram um comportamento típico de áreas de lavouras, ou seja, os valores de NDVI foram menores no período de implantação das culturas e início do desenvolvimento das plantas, crescentes até o máximo acúmulo de biomassa na parte aérea e, posteriormente, decresceram em função da maturação fisiológica e senescência das plantas. De modo geral, os valores máximos de NDVI ocorreram nos meses de julho ou agosto, ou seja, período em que as culturas se encontram ainda no estágio vegetativo (conforme Figura 1). A evolução temporal do NDVI observada neste estudo corrobora o trabalho de Epiphanyo et al. (1996) para a cultura do trigo.

Sendo assim, os perfis temporais de NDVI caracterizaram adequadamente o ciclo de desenvolvimento das culturas de inverno e a metodologia da máscara de cultivo foi considerada adequada à extração de dados espectrais provenientes de lavouras de cereais de inverno. Também Depe et al. (2007) verificaram que a geração de imagens diferença, a partir de imagens NDVI/MODIS, foi adequada para o monitoramento do desenvolvimento dos cereais de inverno (trigo e aveia) e estimativas de áreas no Paraná.

Os resultados também indicaram que os perfis temporais elaborados com as imagens da coleção 5 foram muito semelhantes aqueles elaborados com a coleção 4. Na maioria dos anos analisados, os valores de NDVI integrado (de junho a outubro) foram superiores para a coleção 5, comparativamente à coleção 4, em, no máximo, 3% (2004) (Tabela 1).

Tendo em vista estes resultados, conclui-se que as imagens da coleção 5 podem ser empregadas na caracterização do desenvolvimento dos cereais de inverno na região da Cotrijal. Porém, os resultados são considerados preliminares e, tendo em vista as variações nos valores de NDVI integrado, o emprego da coleção em modelos agrometeorológicos espectrais de estimativa de rendimento de grãos, deve ser analisado em trabalhos futuros.

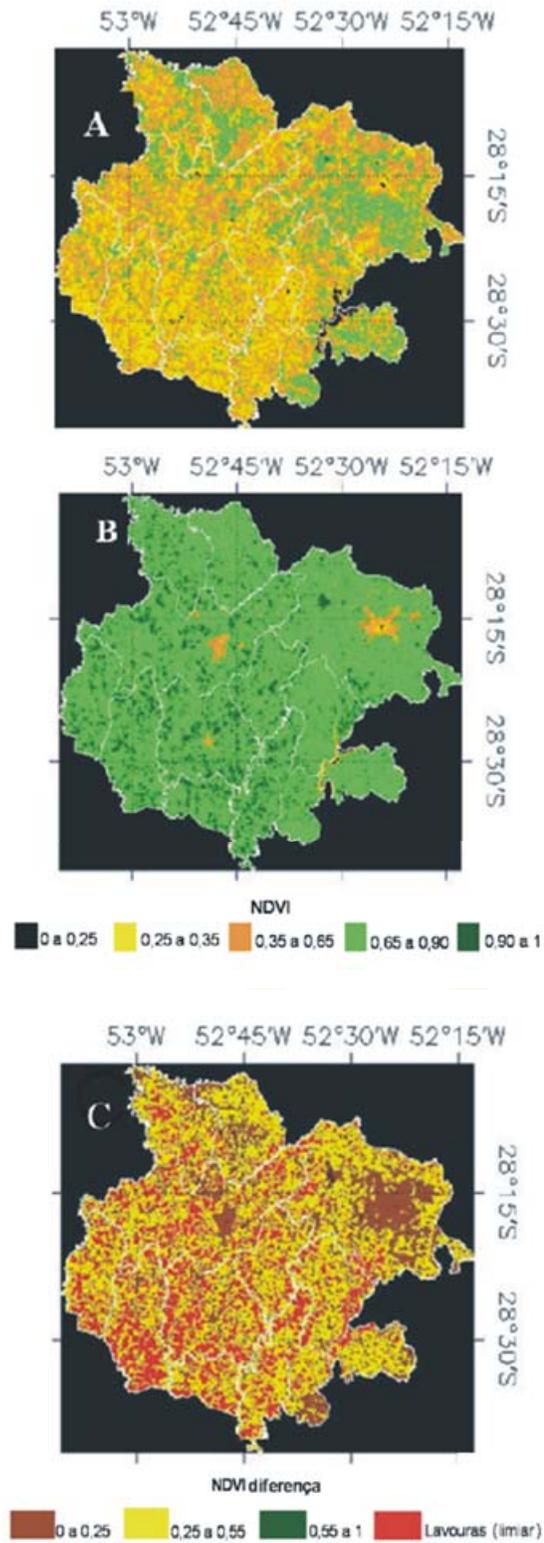


Figura 2. Imagens de mínimo (A), máximo (B) e diferença (C) de NDVI para o ano de 2003 na Região de abrangência da Cotrijal.

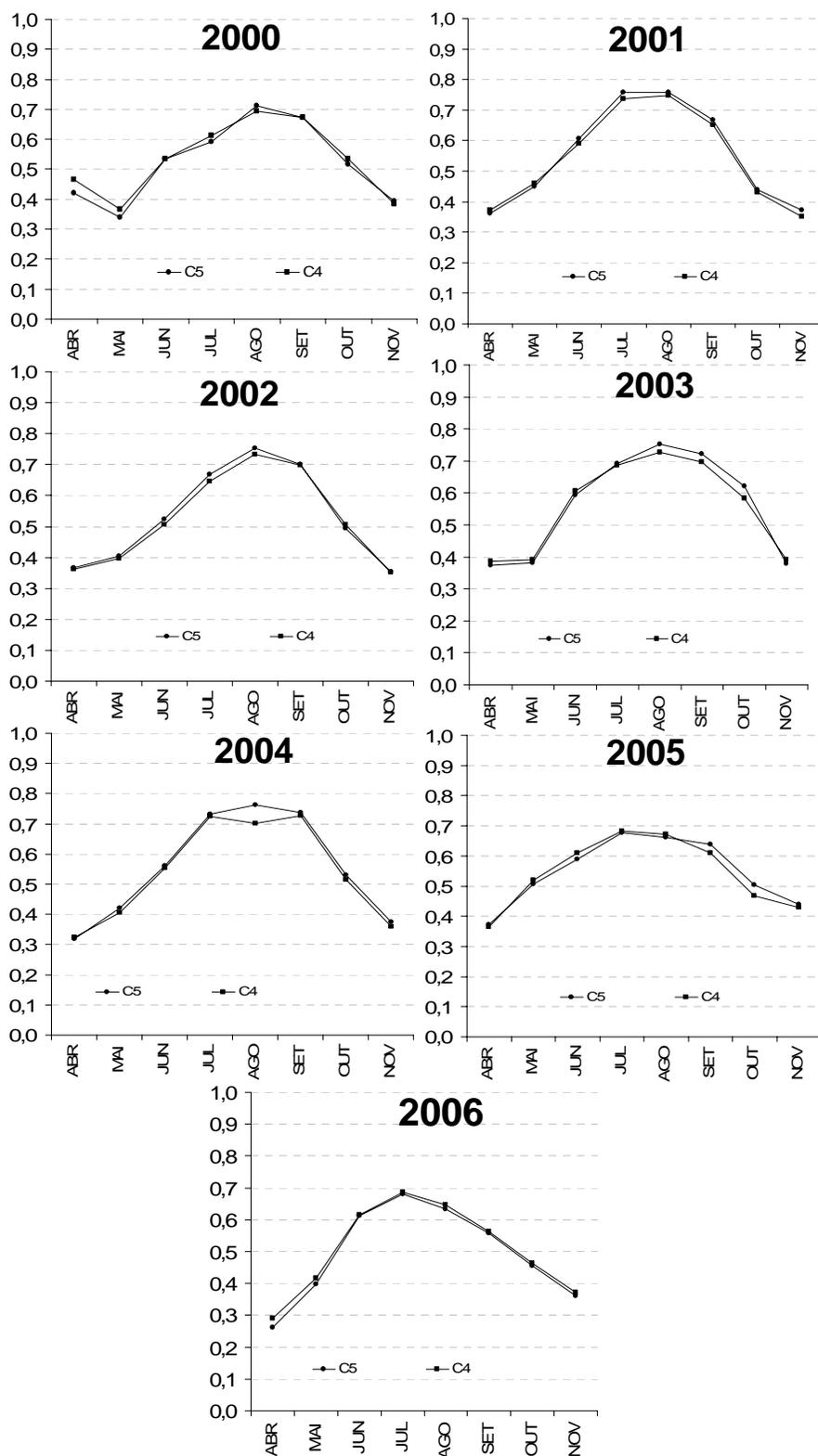


Figura 3: Perfis temporais de NDVI/MODIS (coleções 4 e 5), de áreas de cereais de inverno da região de abrangência da Cotrijal.

Tabela 1: Valores de NDVI integrado (junho a outubro) provenientes de máscaras de cultivos construídas com imagens MODIS (coleções 4 e 5), para os anos 2000 a 2006.

| Ano | NDVI integrado junho a outubro | | |
|------|--------------------------------|-----------|---------------|
| | Coleção 4 | Coleção 5 | Diferença (%) |
| 2000 | 91,44 | 90,73 | -0,78 |
| 2001 | 94,81 | 96,84 | 2,13 |
| 2002 | 92,76 | 94,28 | 1,64 |
| 2003 | 99,07 | 101,49 | 2,44 |
| 2004 | 96,58 | 99,61 | 3,13 |
| 2005 | 91,25 | 92,15 | 0,98 |
| 2006 | 89,19 | 88,15 | -1,16 |

4. Conclusões

Os perfis temporais de NDVI/MODIS de lavouras de cereais de inverno, elaborados com imagens da coleção 5, são semelhantes aqueles construídos com imagens da coleção 4 e caracterizam adequadamente o ciclo de desenvolvimento destas culturas.

Referências Bibliográficas

Deppe, F., Lohmann, M., Martini, Luisinei, Adami, M. Faria, R Monitoramento da evolução temporal de cultivos agrícolas através de imagens TERRA/MODIS. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p.145-152. On line. Disponível em <http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.19.13/doc/145-152.pdf>. Acesso em: 19.ago.2008

Didan, K., Huete, A. MODIS Vegetation Index Product Series Collection 5 Change Summary. Disponível em: http://modis-250m.nascom.nasa.gov/QA_WWW/forPage/MOD_13_VI_C5_Changes_Document_06_28_06.pdf. Acesso em: 03.nov.2008.

Epiphanyo, J.C.N., Almeida Jr., A.C., Formaggio, A.R. Desenvolvimento do trigo avaliado com dois Índices de Vegetação. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto (SBSR), 8., 1996, Salvador, BA. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. Artigos, p.19-24. On line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.01.11.34/doc/T158.pdf>>. Acesso em: 30.out.2008

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.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Acessado em 11 ago. 2008. Online. Disponível em: <www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=707&id_pagina>. Acesso em: 20.set.2008.

Junges, A.H. **Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul**. 2008. 137f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

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

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul.** 2004. 212f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.