

Fusão de imagens MODIS com NDVI do Landsat para a classificação de áreas de cultivo de Soja

Paula Debiasi ¹
Rafael Rodrigo Eckhardt ¹
Giovani Castolli ¹
Roberta Madruga ¹
André Coutinho ¹

¹Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - UFRGS
Caixa Postal 15044 - 91501-970 - Porto Alegre - RS, Brasil
{pauladebiasi, rafaeckhardt, gcastolli,}@yahoo.com.br
robertamadruga@hotmail.com
coutinho@dr.com

Abstract. The use of orbital images of sensor MODIS with the purpose to estimate agricultural areas, as of soy, it tends to be limited because of the low space resolution. These images, therefore, do not allow to the identification and the mapping of small agricultural areas. The present article uses transformation IHS with the objective of resample the images of sensor MODIS, with space resolution of 250 meters to 30 meters. This resample will be made through using an image of NDVI, gotten of the images of the satellite Landsat 5. The resample of images MODIS, through transformation IHS compensated the limitation related with the space resolution and provided an improvement in the identification of features of the landscape in images MODIS and allowed the classification of small agricultural areas.

Palavras-chave: MODIS, IHS, NDVI.

1 - Introdução

Conforme Anderson (2003) para o estudo de mudanças na cobertura terrestre através do sensoriamento remoto, deve-se levar em consideração que a radiação detectada pelo sensor é causada pela mistura da resposta de diferentes alvos e os efeitos atmosféricos, que podem causar alterações importantes nos dados. Cada sensor possui diferente resolução espacial, e variações nas respostas radiométricas, sendo que o meio ambiente também interfere nos resultados das detecções devido à absorção e espalhamento atmosféricos, quantidade de moléculas dispersas na atmosfera, presença de nuvens e suas sombras, variação na irradiância e ângulo solar, variações na fenologia vegetal e nos componentes do solo segundo as mudanças estacionais. Tais fatos demonstram que a utilização de um determinado sensor possui vantagens para uma aplicação específica.

As bandas do sensor MODIS para o estudo da superfície terrestre possuem resolução espacial de 250 m (para os canais do vermelho e infravermelho próximo) e 500 m (para a banda do azul) que são os valores nominais para pixels ao nadir. Estas bandas são bastante utilizadas para o estudo de uso e ocupação do solo, principalmente para o monitoramento de culturas agrícolas. Porém a resolução espacial destas bandas restringe o uso do MODIS para regiões que possuem extensas áreas com a mesma cultura. Pois do contrário, a resposta das diferentes culturas é misturada no mesmo pixel não sendo possível a diferenciação entre elas.

A vantagem do uso das imagens MODIS para o estudo do uso e cobertura do solo se resume a sua resolução radiométrica e temporal, porém a resolução espacial de 250 metros na região do visível não possibilita o seu uso para a diferenciação de pequenos cultivos.

O objetivo deste artigo é aplicar a transformação IHS às imagens MODIS, com resolução espacial de 250 metros e realizar a reamostragem destas para 30 metros, utilizando o NDVI obtido das imagens do satélite Landsat 5. A transformação IHS compensa a limitação relacionada com a resolução espacial e proporciona uma melhora na identificação de feições

da paisagem em imagens de sensoriamento remoto e permite a classificação de áreas agrícolas pequenas.

2 - Fundamentação Teórica

2.1 - Imagens MODIS

O sensor óptico MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), a bordo das plataformas orbitais Terra e Aqua, possui alta resolução temporal (imageamento diário, 8 e 16 dias) e espectral (36 bandas, 0,4 - 14,3 μm), com resolução espacial variando nas bandas (250, 500 e 1000 metros).

São inúmeras as aplicações das imagens geradas pelo sensor, vinculadas ao estudo de fenômenos da atmosfera, do oceano e da cobertura terrestre. Dentre as aplicações terrestres, estão principalmente o estudo das mudanças da cobertura vegetal e do uso e ocupação do solo.

2.2 - NDVI das Imagens Landsat

De acordo com Shimabukuro (1999 apud Moreira 2005) a assinatura espectral característica de uma vegetação verde e sadia mostra um evidente contraste entre a região do visível, especificamente no vermelho e do infravermelho próximo. Quanto maior for o contraste, haverá maior vigor da vegetação da área imageada.

Este é o princípio em que se baseiam os índices de vegetação, que combinam a informação espectral nestas duas bandas do espectro eletromagnético. A reflectância na região do vermelho (em torno de 0,6 a 0,7 μm) é baixa devido à absorção pelos pigmentos das folhas, principalmente da clorofila. Entretanto, a região do infravermelho (em torno de 0,8 a 0,9 μm) possui alta reflectância devido ao espalhamento da estrutura das células das folhas.

Existem diversos índices de vegetação que têm sido desenvolvidos para auxiliar no monitoramento da vegetação e na identificação de culturas. Porém, no sensoriamento remoto orbital, o mais utilizado é o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) (Rouse et al, 1973), que é calculado através da seguinte expressão:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}),$$

onde, NIR é a energia refletida na região do infravermelho próximo, e R é a energia refletida na região do vermelho do espectro eletromagnético.

Segundo Eastman (1998) este tipo de cálculo é bastante simples para um SIG raster ou um sistema de processamento de imagens e o resultado tem mostrado boa correlação com as medidas da biomassa no terreno.

O NDVI pode ser utilizado na estimativa de produção primária, no monitoramento de padrões de seca, correlacionado com variáveis ambientais como precipitação, temperatura e tipos de solos e no monitoramento de florestas tropicais, entre outras aplicações.

2.3 - Transformação Sistema RGB - IHS

Para descrever as propriedades dos objetos de uma imagem normalmente utiliza-se proporções de vermelho, verde e azul. Este é o chamado sistema RGB (**Figura 1**).

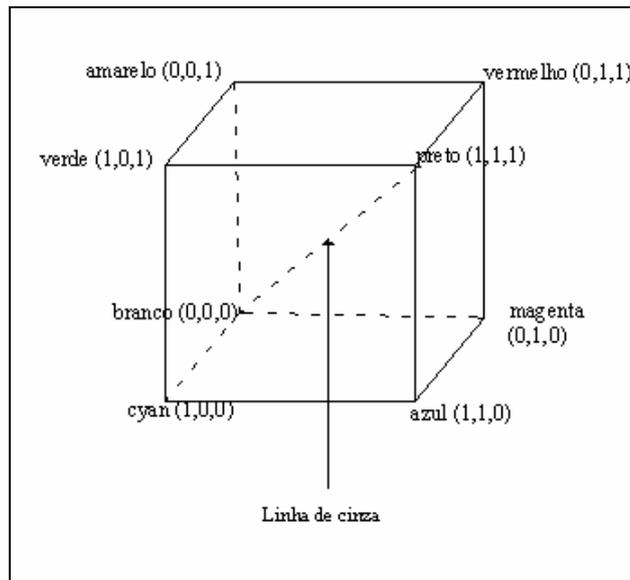


Figura 1 - Cubo da cores RGB. Fonte: Schowengerdt (1983)

Mas podem-se utilizar componentes de intensidade, matiz e saturação para descrever sensações de brilho, cor e pureza da cor respectivamente. Este sistema é chamado IHS (*intensity, hue, saturation*). Conforme Schowengerdt (1983), o resultado visual da cor na manipulação da intensidade e do matiz é o mesmo que o da manipulação no RGB. A transformação dos componentes do RGB para IHS é feita antes do processamento da imagem conforme a **Figura 2**. A transformação das imagens de RGB para o sistema IHS resulta em três novas imagens: intensidade, matiz e saturação. As bandas de matiz e saturação constituem-se nas informações temáticas, relacionadas respectivamente com a cor e a pureza da cor. Por sua vez, a intensidade é esta relacionada com o brilho da imagem e está relacionada com a resposta espectral das bandas originais no sistema RGB. Para utilizar a transformação IHS para reamostrar o tamanho do pixel da imagem MODIS, substitui-se a banda da intensidade por uma banda de outro sensor de resolução espacial superior. Esta banda pode ser a pancromática, uma banda com alta reflectância (NIR) ou até mesmo uma razão de bandas (NDVI). Ao transformar as bandas de IHS para RGB, mantém-se a informação temática (cor e pureza da cor) do sensor MODIS e a resposta espacial (intensidade) do Landsat.

A transformação IHS, desta forma, pode combinar diferentes sensores e diferentes resoluções espaciais, permitindo uma melhora na identificação de feições na paisagem.

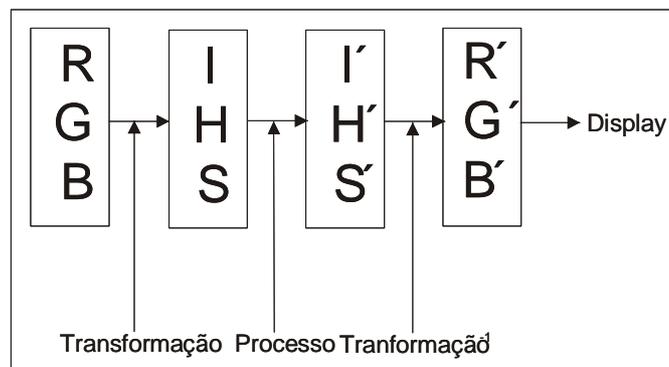


Figura 2 - Processamento da Imagem no espaço da cor. Fonte: Schowengerdt (1983)

A transformação entre os sistemas RGB-IHS é feita imaginando-se a projeção do cubo da **Figura 1** como um cone formado por uma série de hexágonos de tamanhos crescentes, em que tem o seu vértice no ponto representado pelo ponto preto do cubo RGB, e seu eixo coincide com a linha de cinzas. Movendo-se o vértice do preto para o branco os hexágonos crescem, sendo o hexágono branco o maior (**Figura 3**).

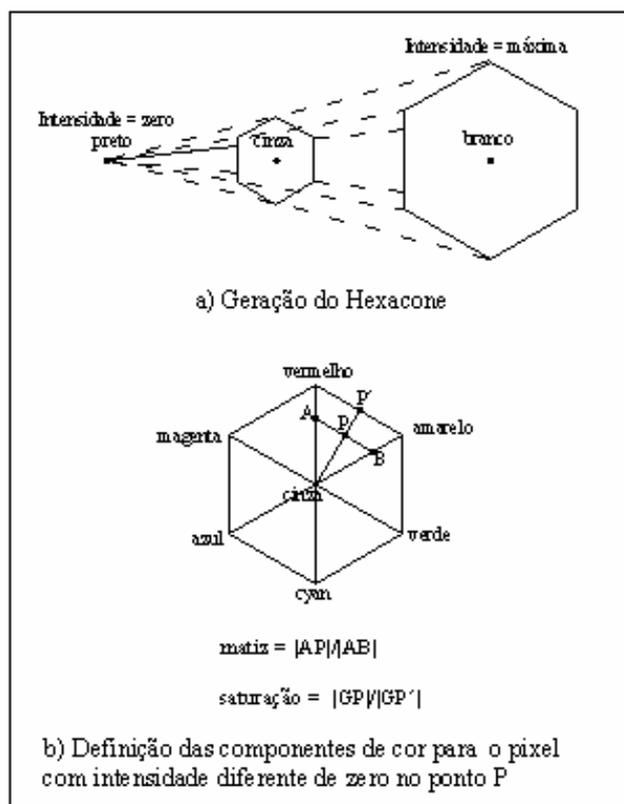


Figura 3 - Modelo IHS. Fonte: Schowengerdt (1983)

A distância a partir ponto preto ao longo da linha de cinza representa a intensidade de cada pixel (**Figura 3-a**). As componentes da cor: matiz e saturação são definidas geometricamente pelo hexágono (**Figura 3-b**). Sendo a matiz determinada pelo ângulo em torno do hexágono e a saturação pela distância do ponto ao centro o hexágono. Pontos distantes do centro representam cores mais puras do que os próximos ao centro.

3 - Metodologia

A área de estudo está localizada na região norte do Estado Rio Grande do Sul, nas imediações da cidade de Ijuí. A área é caracterizada por apresentar a matriz da paisagem constituída pela atividade agrícola, com destaque para a soja. Com relação à presença de formações vegetais, estas estão presentes principalmente na forma de capões e comondo galerias ao longo dos cursos de água. A área está localizada no seguinte retângulo envolvente: UTM 22S, 6728000 - 6879000 N e 120000 - 270000 E.

Os procedimentos metodológicos foram realizados no SIG Idrisi Kilimanjaro. O fluxograma (**Figura 4**) apresenta os procedimentos metodológicos de forma detalhada. A transformação RGB-IHS foi realizada nas bandas do azul, vermelho e infravermelho-próximo do sensor MODIS, datadas de novembro de 2005. A primeira etapa consistiu em reamostrar o tamanho do pixel das imagens MODIS de 250 para 30 metros. Na seqüência, foram geradas as imagens de matiz, saturação e intensidade, no sistema IHS.

Paralelamente, foi desenvolvido o NDVI, com as bandas vermelho e infravermelho próximo do satélite Landsat, órbita-ponto 223/079, de 26/11/2005. Por sua característica normalizada, o NDVI apresenta valores de -1 a 1, os quais foram levados a valores de 0 - 255.

A última etapa metodológica consistiu em realizar a transformação inversa IHS-RGB. Para tal foram utilizadas as imagens matiz (cor) e saturação (pureza da cor), advindas do sensor MODIS e a imagem NDVI do satélite Landsat, advinda de uma razão de bandas, como intensidade. Desta forma, nas imagens reamostradas resultantes, as informações temáticas e a resposta espectral são do sensor MODIS e a resposta espacial do satélite Landsat.

Foi elaborada uma composição colorida RGB 321 (azul, NIR e vermelho) e sobreposto a esta imagem, o arquivo vetorial da área de soja classificada a partir de imagens Landsat, vetor que foi obtido pelo projeto geosafra (UFRGS-CONAB). A área de soja utilizada na avaliação da qualidade das bandas reamostradas integra o registro 2006 da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). A análise da qualidade foi realizada de forma qualitativa.

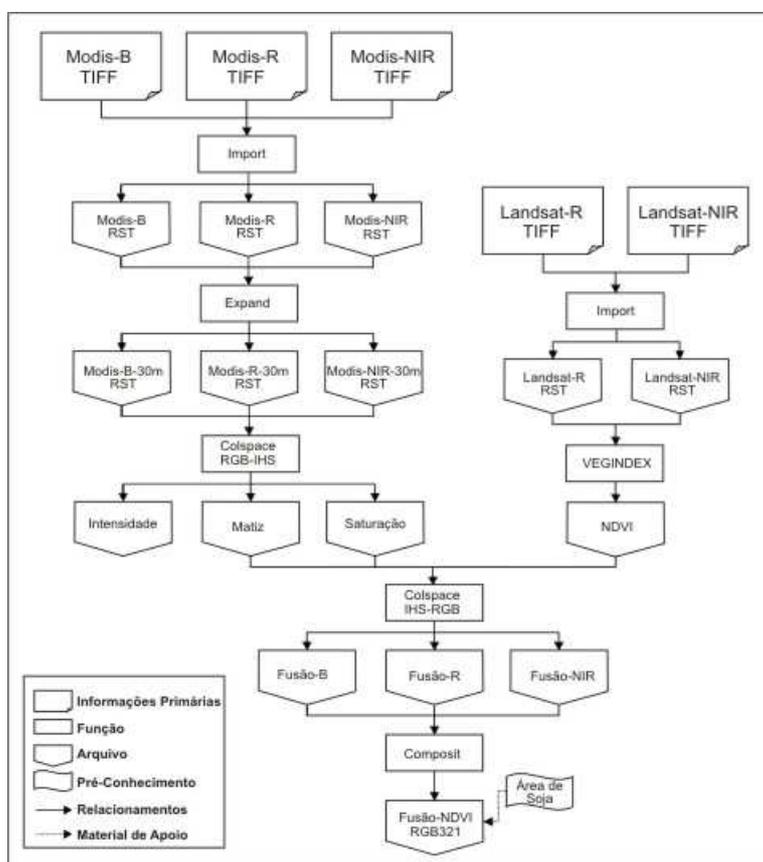


Figura 4 - Fluxograma descrevendo os procedimentos metodológicos utilizados no procedimento de reamostragem das imagens MODIS.

4 - Resultados e conclusões

A **Figura 5** apresenta a composição colorida Landsat RGB543, com a sobreposição da área de soja mapeada a partir de imagens Landsat de fevereiro. Nota-se um perfeito ajuste entre o arquivo vetorial que representa a área mapeada de soja e as transições com outras feições que compõem a paisagem. No mesmo sentido, a **Figura 6** apresenta uma composição colorida MODIS RGB321, com a sobreposição da área de soja mapeada a partir da imagem Landsat. Nota-se que áreas agrícolas pequenas, distinguíveis espacialmente na imagem Landsat, não são distinguíveis na composição MODIS, e desta forma não poderiam ser eventualmente classificados.



Figura 5 - Composição colorida Landsat RGB543 com a sobreposição da área de soja.



Figura 6 - Composição colorida MODIS RGB321 com a sobreposição da área de soja.

A **Figura 7** apresenta uma composição colorida RGB321, e apresenta o resultado da reamostragem das imagens MODIS utilizando a transformação IHS. A sobreposição da área de soja mapeada com as imagens do satélite Landsat, permite identificar que o objetivo foi alcançado. A transformação utilizada manteve as informações temáticas e a resposta espectral das imagens MODIS e a resolução espacial da imagem NDVI utilizada. A composição resultante permite distinguir espectralmente e espacialmente as áreas agrícolas de outras feições da paisagem, inclusive pequenas áreas agrícolas, que na **Figura 6**, pela baixa resolução espacial, não eram distinguíveis.

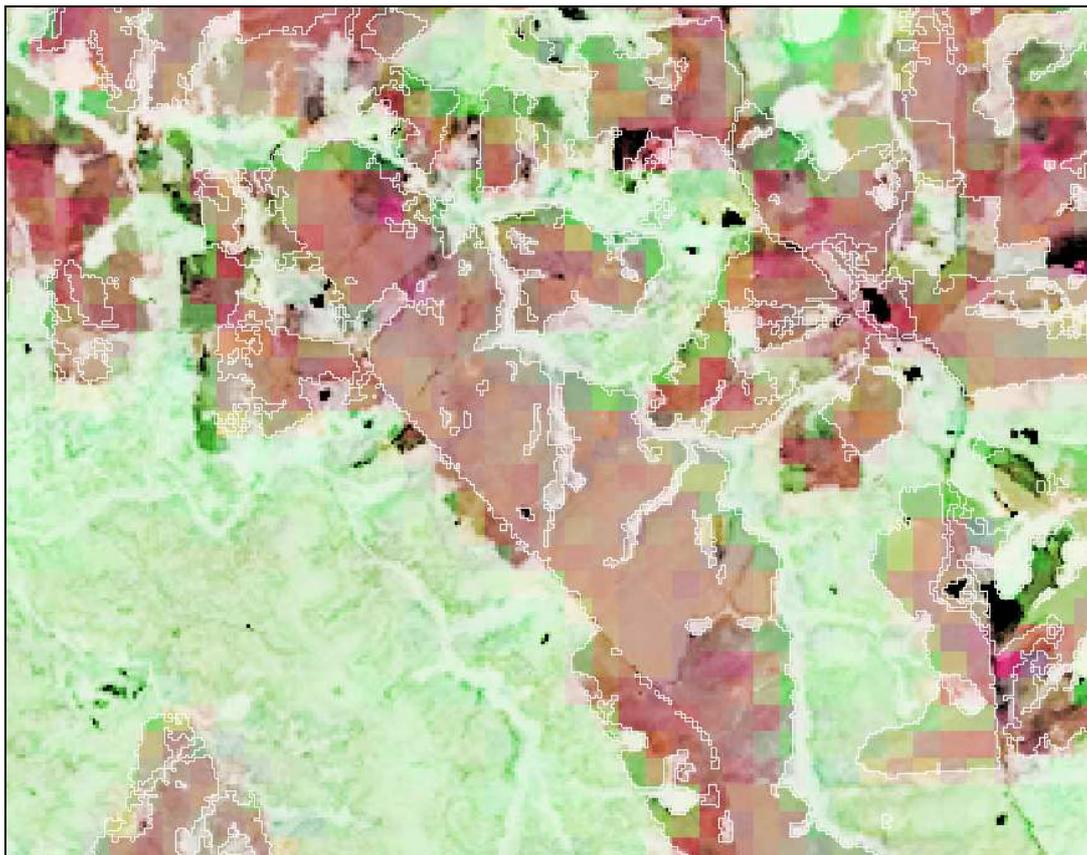


Figura 7 - Composição colorida MODIS-LANDSAT fusionada com sobreposição da área de soja.

Esta metodologia permite uma melhor quantificação de pequenas áreas de cultivo, o que não é possível através das Imagens MODIS. Porém, como a imagem fusionada utiliza a resposta espectral da imagem MODIS, possibilita que trabalhos de monitoramento temporal de cultivos sejam mais facilmente avaliados devido a melhor resolução temporal deste sensor.

Uma possibilidade de avaliação quantitativa dos resultados obtidos através desta metodologia é a realização de um processo de validação de campo e de classificação da cena obtida e posterior comparação com os dados oficiais de áreas de soja disponibilizados pela CONAB.

5 - Referências Bibliográficas

Anderson, L. O.; Latorre, M.L.; Shimabukuro, Y E; Arai, E.; Carvalho, O. A. **Sensor MODIS: uma abordagem geral**. INPE São José dos Campos/ SP 2003.

Eastman, J. R. **IDRISI for Windows: Introdução e Exercício tutoriais**. Tradução: Hasenack, H.; Weber, E. Porto Alegre: UFRGS, Centro de Recursos IDRISI, 1998, 240p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

Schowengerdt, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing**. Academic Press, 1983. 249p.

6 - Agradecimentos

Este trabalho foi realizado na disciplina SERP16 - Tópicos Especiais (Sensoriamento remoto na estimativa de produtividade e área de culturas agrícolas) ministrada pelos professores Denise Cybis Fontana (UFRGS), Bernardo Rudorff (INPE) e Rodrigo Rizzi (INPE) no âmbito do projeto PROCAD/CAPES.