

## Imagens de coeficiente de qualidade (Quality) e de confiabilidade (Reliability) para seleção de pixels em imagens de NDVI do sensor MODIS para monitoramento da cana-de-açúcar no estado de São Paulo

Rafael Aldighieri Moraes<sup>1</sup>  
Jansle Vieira Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/FEAGRI  
Av. Candido Rondon, 501 - 13083-875 - Campinas - SP, Brasil  
{rafael.moraes, jansle.rocha}@feagri.unicamp.br

**Abstract.** Estimating and monitoring sugarcane planted area is important, especially in São Paulo state, which accounts for 60 percent of production in Brazil. NDVI images from the MODIS (250m) have great potential for mapping sugarcane, mainly because it occupies large areas has a uniform canopy. However, the presence of noise and clouds in the images, degrades data and make analysis difficult. Our objective is to present a method to reduce presence of clouds or poor quality in NDVI images using VI Quality and Reliability data, present at MOD13Q1 product, during the sugarcane cycle for the 2008 - 2009 cropping season. We used 28 images, a mosaic of tiles h13v10 and h13v11, where the limits of Sao Paulo state were clipped. Thereafter, it was made the failed pixels separation by means of pre-established criteria and masks were generated for each image in which they were recorded and displayed in map form. The results showed that the NDVI images present a large concentration of failed pixels, mainly in the rainy season (spring and summer) and located in the southern region of the state. The conclusion is that the images of VI Quality and Reability allow to separate pixels with clouds and quality problems.

**Palavras-chave:** vegetation index, MOD13Q1, time series, mask, índice de vegetação, MOD13Q1, séries temporais, máscara.

### 1. Introdução

O estado de São Paulo produz aproximadamente 60% da cana-de-açúcar no Brasil, sendo que em 2008 foram colhidas 400,5 milhões de toneladas (IBGE, 2010). Com isso, o monitoramento e a estimativa das áreas plantadas com cana-de-açúcar são de extrema importância.

As imagens de NDVI (índice de vegetação da diferença normalizada) do sensor MODIS (250m) apresentam grande potencial para mapear e estimar áreas plantadas com cana-de-açúcar, principalmente devido à uniformidade do dossel e grandes extensões plantadas (Aguiar et al. 2008). Estas imagens fazem parte do produto MOD13Q1 que possui 12 tipos de imagens, dentre elas as de índice de vegetação NDVI, *VI Quality* (Qualidade do índice de vegetação) e *Pixel Reliability* (Confiabilidade do pixel) produzidos a partir da composição de 16 dias com resolução espacial de 250 metros disponibilizada gratuitamente (MODIS, 2010).

A ausência de nuvens em imagens de sensoriamento remoto para aplicações em cana-de-açúcar é fundamental para o mapeamento e monitoramento (Rudorff et al. 2010). Além disso, a presença de ruídos degrada os dados, impedindo assim análises e resultados (Lu et al. 2007). Para imagens de NDVI (250m) MODIS, a garantia de qualidade para obtenção de pixels é dada, além das correções já presentes nas imagens como atmosféricas e geométricas por meio de algoritmos, por imagens que a partir de um conjunto de metadados, são úteis para a ordenação e processos de seleção ou triagem de dados (MODIS, 2010).

Segundo Colditz et al. (2002), as imagens de qualidade (*VI Quality* e *Pixel Reliability*) fornecem informações significativas para análise de dados e que as imagens de *Pixel Reliability* são o único meio para execução de máscaras de nuvens para a coleção C5 (versão 4) dos dados MODIS.

Portanto, de forma a obter dados com maior qualidade e confiabilidade, este trabalho teve como objetivo identificar os pixels falhos (presença de nuvens ou baixa qualidade) em imagens de NDVI do sensor MODIS no período de desenvolvimento e colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, entre os anos de 2008 e 2009, baseando-se nos produtos de garantia de qualidade (*Quality Assurance*) do MOD13Q1.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para este trabalho foram utilizadas 28 imagens, no período de 28 de agosto de 2008 até 01 de novembro de 2009, de NDVI, *VI Quality* e *Reliability* do produto MOD13Q1 (250m), tiles h13v10 e h13v11 na qual foi feito o mosaico e recortado o estado de São Paulo. Este período foi selecionado de modo a acompanhar o ciclo da cana-de-açúcar, a partir da colheita/plantio, desenvolvimento/máximo vegetativo e colheita. Estas imagens podem ser obtidas através do site da NASA (<https://wist.echo.nasa.gov/api/>), sendo originalmente na projeção sinusoidal e no formato HDF (*hierarchical data format*). A extração destes foi através da ferramenta *MODIS Reprojection Tool* ([https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/tools/modis\\_reprojection\\_tool](https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/tools/modis_reprojection_tool)) e foram reprojatados para a projeção WGS-84 e formato GeoTiff.

As imagens de NDVI possuem valores de pixel que variam de -3000 a 10.000; as imagens de *Reliability* (Confiabilidade dos dados de índice de vegetação) possuem valores que variam de -1 a 3 conforme Tabela 1; já as imagens de *VI Quality* (Qualidade dos dados de índice de vegetação) possuem valores que variam de 0 a 65.534 conforme Tabela 2.

Para classificar os pixels bons nas imagens de NDVI, foram criadas máscaras para cada data, das imagens de *Reliability* e *VI Quality*, sendo a seleção de pixels conforme destaque nas Tabelas 1 e 2 onde para *Reliability* apenas os pixels com valores 0 e 1 foram levados em consideração. Para as imagens de *VI Quality*, foram feitas combinações dos valores, gerando um número binário onde cada um foi transformando em um número decimal. Estas combinações, geraram um intervalo com valores de 4 a 37.572. Após este processo, foram somadas estas máscaras, esta foi aplicada nas imagens de NDVI, dia a dia, de forma a excluir os pixels. Seguindo da extração, foram separados e excluídos os valores negativos da imagem de NDVI, referente à água. Segue abaixo o fluxograma do trabalho (Figura 1).

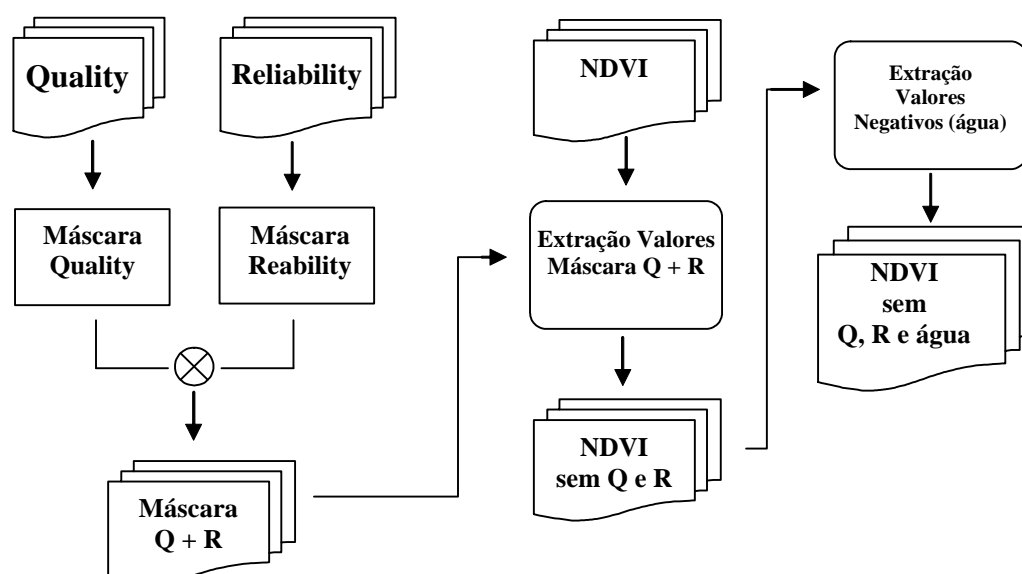


Figura 1. Fluxograma do trabalho.

Tabela 1. Descrição da Imagem *Pixel Reliability* do produto MOD13Q1.

Valor do Pixel	Resumo QA	Descrição
-1	Sem Dado	Não Processado
0	Dado Bom	Uso com Confiança
1	Dado Marginal	Utilizável, porém consultar outro QA
2	Neve/Gelo	Alvo coberto com neve/gelo
3	Nuvem	Alvo coberto com nuvens

Tabela 2. Descrição da imagem *VI Quality* do produto MOD13Q1.

Bits	Parâmetro	Valor	Descrição
0-1	Qualidade do IV	00	IV produzido com boa qualidade
		01	IV produzido com qualidade duvidosa
		10	Pixel produzido, porém provavelmente com nuvens
		11	Pixel não produzido
2-5	Utilidade do IV	0000	Qualidade perfeita
		0001	Alta qualidade
		0010	Boa qualidade
		0100	Qualidade média
		1000	Qualidade aceitável
		1001	Qualidade Regular
		1010	Qualidade intermediária
		1100	Baixa qualidade
		1101	Qualidade ruim, não permitindo o uso
		1110	Dado Faltante
1111	Dado não utilizável por outra razão/não processado		
6-7	Quantidade de Aerosol	00	Correção atmosférica baseada em climatologia
		01	Baixa
		10	Intermediária
		11	Alta
8	Nuvem adjacente	0	não
		1	sim
9	Correção BRDF	0	não
		1	sim
10	Nuvens misturadas	0	não
		1	sim
11-13	Máscara Água/Terra	000	Oceano raso
		001	Terra
		010	Oceano costeiro e praia
		011	Águas de baixa profundidade
		100	Águas efêmeras
		110	Águas profundas continentais
111	Oceano profundo		
14	Neve/Gelo	0	não
		1	sim
15	Possível sombra	0	não
		1	sim

### 3. Resultados e Discussão

Depois de extraído os pixels falhos de cada imagem de NDVI foram feitas as contagens destes para cada data de imagem, apresentado na Tabela 3. Verifica-se que na imagem de 17

de janeiro de 2009 foram perdidos 12,7% de dados da imagem, ou seja, áreas onde valores de NDVI não refletem a realidade de superfície.

Para o monitoramento agrícola e mapeamento da cultura a partir do sensoriamento remoto, a perda de área em uma determinada data de imagem ocorre geralmente devido à presença de nuvens onde as culturas encontram-se na fase do máximo vegetativo. Para a cultura da cana-de-açúcar, o máximo vegetativo ocorre geralmente nos meses de fevereiro/março, onde as falhas foram menores de 1% da área. Porém, no período onde ocorre grande parte da colheita no estado (meses de junho a setembro), houve problemas apenas no último mês, devido ao início das chuvas.

Tabela 3. Disposição das imagens utilizadas e os respectivos pixels de NDVI, pixels falhos e a percentagem dos pixels falhos.

<b>Data</b>	<b>Pixels NDVI</b>	<b>Pixels Falhos</b>	<b>% Pixels Falhos</b>
28_ago_2008	4.077.746	38.606	0,4
13_set_2008	4.022.586	93.766	1,0
29_set_2008	4.010.776	105.576	1,1
15_out_2008	3.970.779	145.573	1,6
31_out_2008	3.496.032	620.320	6,6
16_nov_2008	4.020.970	95.382	1,0
02_dez_2008	4.080.970	35.382	0,4
18_dez_2008	3.672.545	443.807	4,7
01_jan_2009	4.067.425	48.927	0,5
17_jan_2009	2.927.271	1.189.081	12,7
02_fev_2009	3.915.804	200.548	2,1
18_fev_2009	4.080.356	35.996	0,4
06_mar_2009	4.073.682	42.670	0,5
22_mar_2009	4.067.657	48.695	0,5
07_abr_2009	4.087.742	28.610	0,3
23_abr_2009	4.090.011	26.341	0,3
09_maio_2009	4.088.815	27.537	0,3
25_maio_2009	4.086.153	30.199	0,3
10_jun_2009	4.083.149	33.203	0,4
26_jun_2009	4.074.057	42.295	0,5
12_jul_2009	4.071.953	44.399	0,5
28_jul_2009	4.080.787	35.565	0,4
13_ago_2009	4.078.298	38.054	0,4
29_ago_2009	4.082.035	34.317	0,4
14_set_2009	4.075.037	41.315	0,4
30_set_2009	3.798.623	317.729	3,4
16_out_2009	3.874.367	241.985	2,6
01_nov_2009	4.054.410	61.942	0,7

Na Figura 2, temos o mapa do estado de São Paulo com a contagem do número de vezes que um pixel, no período das 28 imagens consideradas no trabalho, apresentou falhas. No sul do estado, devido ao clima tropical chuvoso (com alta presença de nuvens no período chuvoso), apresentou alto número de falhas nos pixels, com a presença de uma grande área com falhas maiores que cinco (5). Estas falhas também estão presentes no litoral, sobre a cidade de São Paulo e algumas áreas ao norte e noroeste do estado. Isto se deve principalmente a diversidade climática do estado de São Paulo, onde, segundo Rolim et al. (2007), de modo geral há a presença de estação chuvosa na primavera/verão e estação seca no inverno. Já na Figura 3, a disposição do número de pixels falhos mostra que nos meses de setembro, outubro, dezembro, janeiro e fevereiro houve um alto índice de pixels falhos, confirmando a relação do clima na influência dos pixels com problemas.

Assim, o uso de imagens de NDVI para o monitoramento agrícola, principalmente em relação às análises de perfis das culturas fica prejudicado, pois a presença de cinco (5) falhas em um pixel num período de 28 imagens, dependendo das datas, uma área pode ficar, por exemplo, sem informações durante toda a colheita. Se avaliarmos o perfil da cultura da cana-de-açúcar na Figura 3, o período de 12 de julho até 14 de setembro de 2009 se refere à colheita. Porém, se houver falhas dentro deste período, além de perder a data do início da colheita, pode-se, dependendo do número de falhas, perderem todo o monitoramento da colheita.

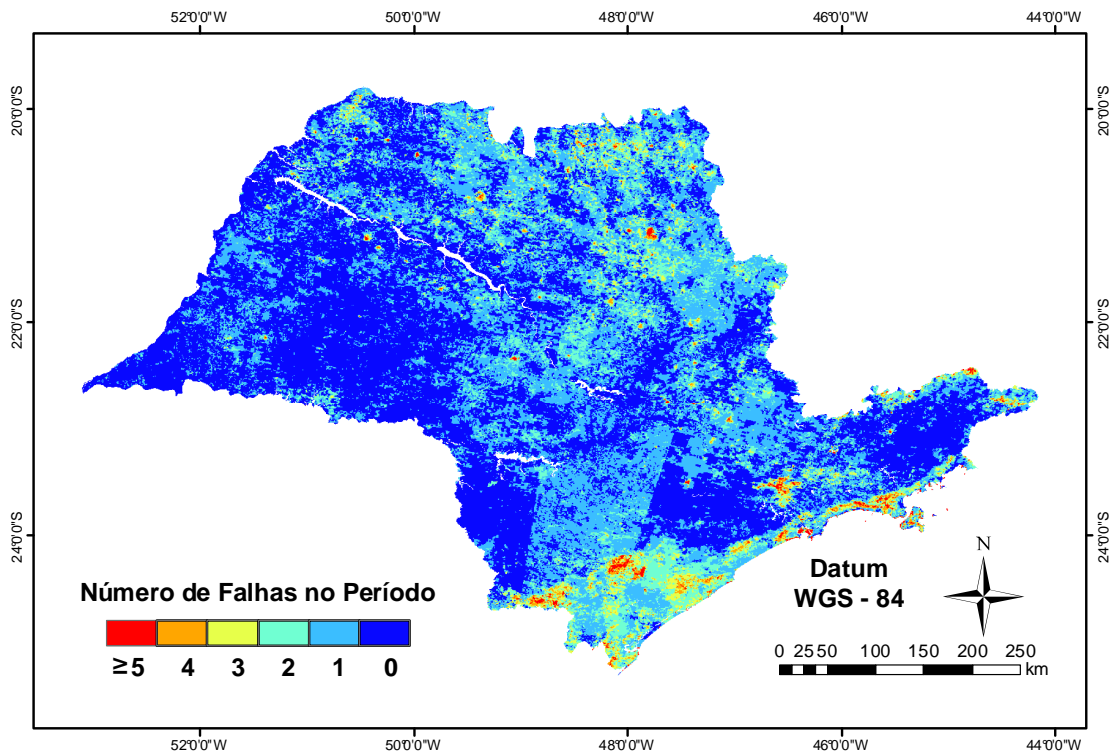


Figura 2. Mapa do estado de São Paulo classificado a partir de imagens de *VI Quality e Reliability* (produtos do MOD13), considerando um intervalo de 28 imagens.

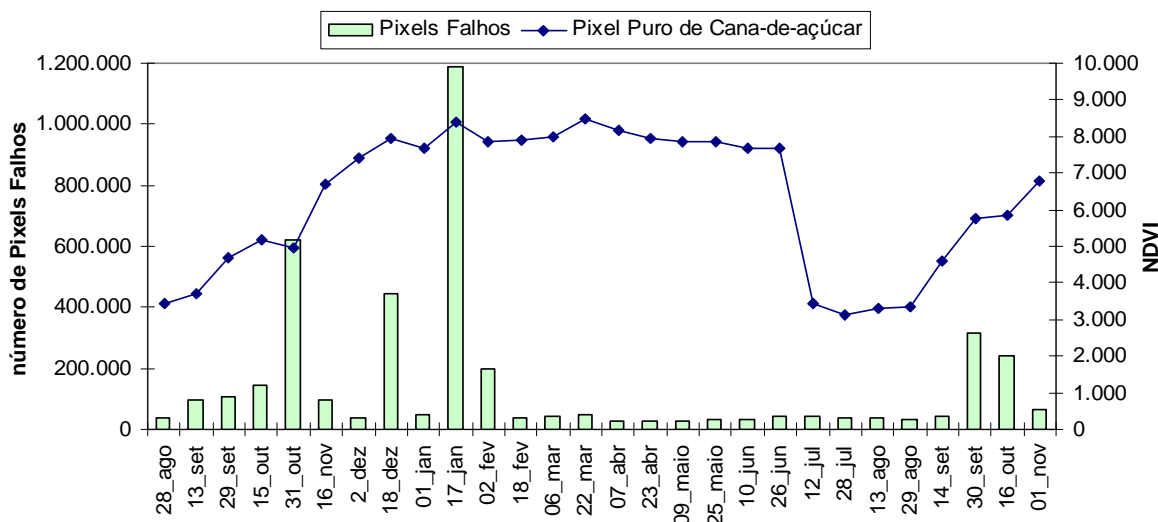


Figura 3. Perfil de NDVI de um pixel puro de cana-de-açúcar e o número total de pixels falhos utilizando imagens de *VI Quality* e *Reliability* (produtos do MOD13) entre os anos de 2008 e 2009.

#### 4. Conclusões

As imagens de *VI Quality* e *Reliability* presentes no produto MOD13 mostraram-se de grande importância para separação de pixels bons, agregando aos valores de índice de vegetação das imagens MODIS (250m) segurança quanto à qualidade da informação do dado. Conclui-se também que ao realizar estudos que utilizam imagens de índices de vegetação MODIS, é recomendável a verificação de pixels falhos para assim obter resultados mais confiáveis.

#### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado.

#### Referências Bibliográficas

Aguiar, D. A.; Rudorff, B. F. T.; Rizzi, R.; Shimabukuro, Y. E. Monitoramento da colheita da cana-de-açúcar por meio de imagens MODIS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, p. 375-383, 2008.

Colditz R. R.; Conrad C.; Wehrmann T.; Schmidt M, Dech S. Analysis of the quality of collection 4 and 5 vegetation index time series from MODIS. In: Stein A.; Shi W.; Bijker W. (Org.) **Quality Aspects in Spatial Data Mining**. Boca Raton, Florida: Editora CRC Press, 2008, p. 161-173.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE De Recuperação Automática(SIDRA). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 20.out.2010.

Lu X.; Liu R.; Liu J.; Liang S. Removal of Noise by Wavelet Method to Generate High Quality Temporal Data of Terrestrial MODIS Products. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 73, n. 10, p. 1129-1139, 2007.

MODIS Vegetation Indices (MOD13) C5. User's Guide. Disponível em: <<http://tbrs.arizona.edu/project/MODIS/UsersGuide.pdf>>. Acesso em: 28.out.2010.

Rolim, G.S.; Camargo, M.B.P.; Lania, D.G.; Moraes, J.F.L. Classificação Climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de Zonas Agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

Rudorff, B.F.T.; Aguiar, D.A.; Silva, W.F.; Sugawara, L.M.; Adami, M.; Moreira, M.A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, pp. 1057-1076, 2010.