

Análise espaço-temporal para redução de ruídos em séries temporais de NDVI

Fernanda Carneiro Rola Servián ¹
Julio Cesar de Oliveira ¹

¹Universidade Federal de Viçosa - UFV
Departamento de Engenharia Civil – Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica
CEP: 36.570-900 – Viçosa – MG – Brasil
{fernanda.servian, oliveirajc}@ufv.br

Abstract. MODerate resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data are largely used in multitemporal analysis of various Earth-related phenomena, such as mapping patterns of vegetation phenology and detecting land use/land cover change. NDVI time series are composite mosaics of the best quality pixels over a period of sixteen days. However, it is common to find low quality pixels in the composition that affect the time series analysis due to errors in the atmosphere conditions and in data acquisition. We present a filtering methodology that considers the pixel position (location in space) and time (position in the temporal data series) to define a new value for the low quality pixel. This methodology estimates the value of the point of interest, based first on a linear regression excluding pixels with low coefficient of determination R^2 and second on excluding outliers according to a boxplot analysis. Thus, from the remaining group of pixels, a Smooth Spline is generated in order to reconstruct the time series.

Palavras-chave: MOD13Q1, filtering, noises, MOD13Q1, filtragem, ruídos.

1. Introdução

O sensor *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) tem como um de seus produtos o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As séries temporais de NDVI vêm sendo muito usadas em diversas aplicações como por exemplo: no monitoramento da fenologia da vegetação para quantificar os efeitos das mudanças climáticas nos ecossistemas terrestres (ZHANG *et al.*, 2013); no mapeamento das fisionomias e avaliação da dinâmica sazonal da vegetação (SILVEIRA *et al.*, 2008); na classificação das diversas práticas do uso e cobertura do solo em escala regional (BROWN *et al.*, 2013); na estimativa de áreas de vegetação após incêndios (VILLAREAL *et al.*, 2016); e podem ser usadas em estudos dos padrões da vegetação devido as variações do NDVI estarem correlacionadas com precipitação e umidade relativa (JIN *et al.*, 2014).

As séries temporais de NDVI oriundas do produto MOD13 são compostas por imagens que contêm os *pixels* classificados como o de melhor qualidade ao longo um período de 16 dias. Contudo, as séries temporais podem ter suas aplicações prejudicadas por ruídos devido a variações nas condições atmosféricas, efeitos provenientes da geometria de aquisição dos dados (posição de fonte-alvo-sensor), falhas dos instrumentos e de processamento de dados. Assim, com o crescimento do uso das séries temporais de NDVI, é de grande importância que se tenha um conhecimento mais profundo em relação a redução de ruídos presentes nesses dados (HIRD e MCDERMID, 2009).

Nessa perspectiva, os objetivos gerais desse estudo são: (1) desenvolver uma metodologia que analise a correlação dos dados no espaço e no tempo para os valores de NDVI, a fim de minimizar os ruídos presentes na série temporal; e (2) reconstruir uma série temporal de imagens de índice de vegetação (IV).

2. Metodologia de Trabalho

Normalmente, um perfil temporal de NDVI apresenta um comportamento contínuo e suave ao longo do tempo, pois as mudanças que ocorrem no dossel da vegetação são menores que a escala temporal. Porém, há a ocorrência de amplas flutuações de valores ou falhas ao longo da composição de imagens de NDVI por causa da variação de nuvens, erro na

transmissão de dados, na correção atmosférica e efeitos bidirecionais (MA e VEROUSTRAETE, 2006).

Câmara *et al.* (2002) destacam que a ênfase da análise espacial é medir propriedades e relacionamentos levando em consideração a localização espacial do fenômeno.

O princípio desta análise contextual parte do pressuposto que os alvos na superfície terrestre possuem uma relação entre si, porém, os alvos mais próximos estão mais relacionados do que os mais distantes. Sendo assim, a presente metodologia para redução de ruídos em série temporal de NDVI propõe como base uma avaliação mútua dos valores de IV ao longo do tempo e do espaço (OLIVEIRA, 2014).

O dado base utilizado no presente estudo consiste em uma série temporal de NDVI obtida entre os anos de 2001 a 2003 (44 imagens) proveniente do produto MOD13Q1 (NDVI com resolução espacial de 250m e composições de 16 dias), obtido no catálogo de metadados da EOS/NASA. A área de estudo foi o município de Ipuã – SP por apresentar grande diversidade de cobertura do solo. A Figura 1 ilustra a referência de campo mapeada por Sanches (2004) para o período de agosto de 2003.

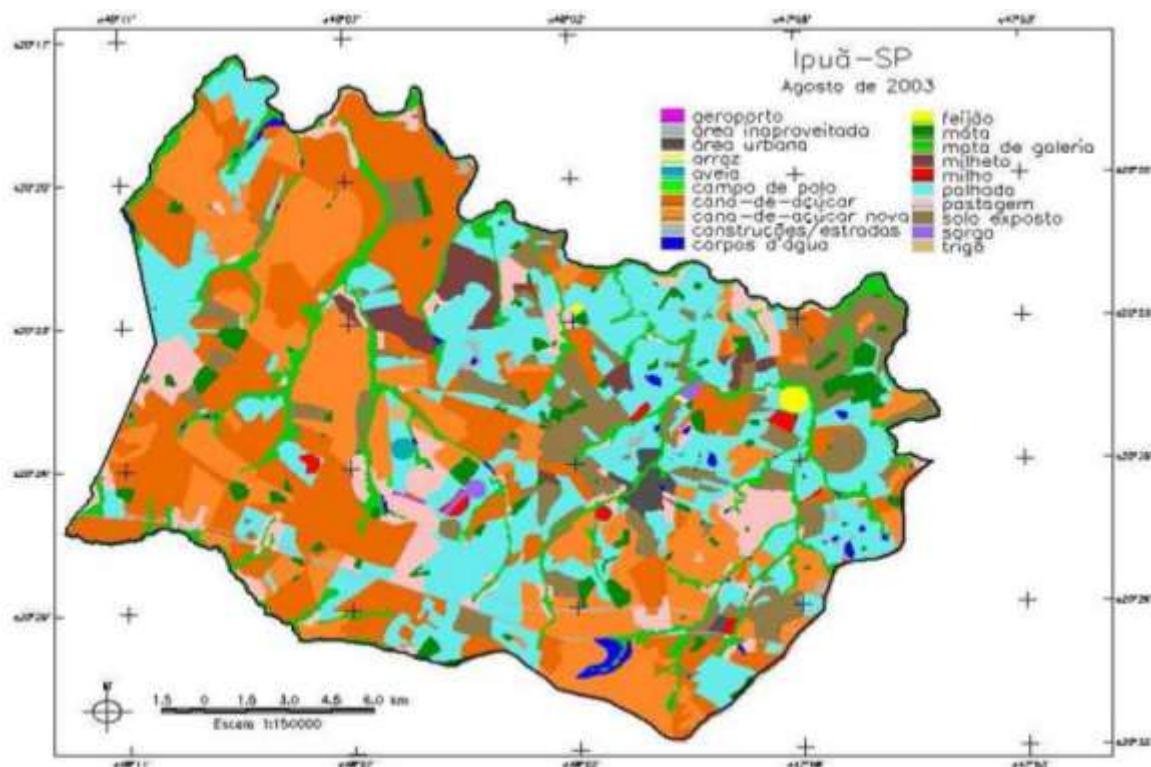


Figura 1. Mapa de referência de campo do município de Ipuã para o mês de Agosto de 2003. Fonte: Sanches (2004).

Uma área teste de 8x8 *pixels* (L-linha, C-coluna) foi selecionada dentro da região de estudo para exemplificar as análises propostas na metodologia.

A metodologia consiste na criação de uma máscara 3x3 *pixels* para percorrer imagem estimando o valor NDVI do *pixel* central. Para isso, primeiramente, fez-se uma regressão linear de cada *pixel* vizinho com o *pixel* central para identificar os *pixels* que resultaram em uma baixa correlação espacial no decorrer do tempo (baixo coeficiente de determinação R^2). Estes *pixels* receberam um valor de “dado não disponível”.

Após isso, a partir de uma análise *boxplot*, os *pixels* identificados como *outliers* também receberam valor de “dado não disponível” de forma que os mesmos não influenciassem o resultado final.

A partir do conjunto de *pixels* identificados como aptos para a análise, foi obtida uma curva suavizada (*Smooth Spline*) com o objetivo de reconstruir a série temporal.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos neste estudo estão relacionados a uma imagem de 8×8 *pixels* com 44 datas. Foram selecionadas as séries temporais originais de 4 *pixels* para ilustrar os resultados obtidos com a metodologia proposta no presente estudo. A Figura 2 ilustra o processo de reconstrução da série temporal para quatro *pixels* (linha x coluna) sobrepondo a série original e a processada a partir das informações dos *pixels* vizinhos.

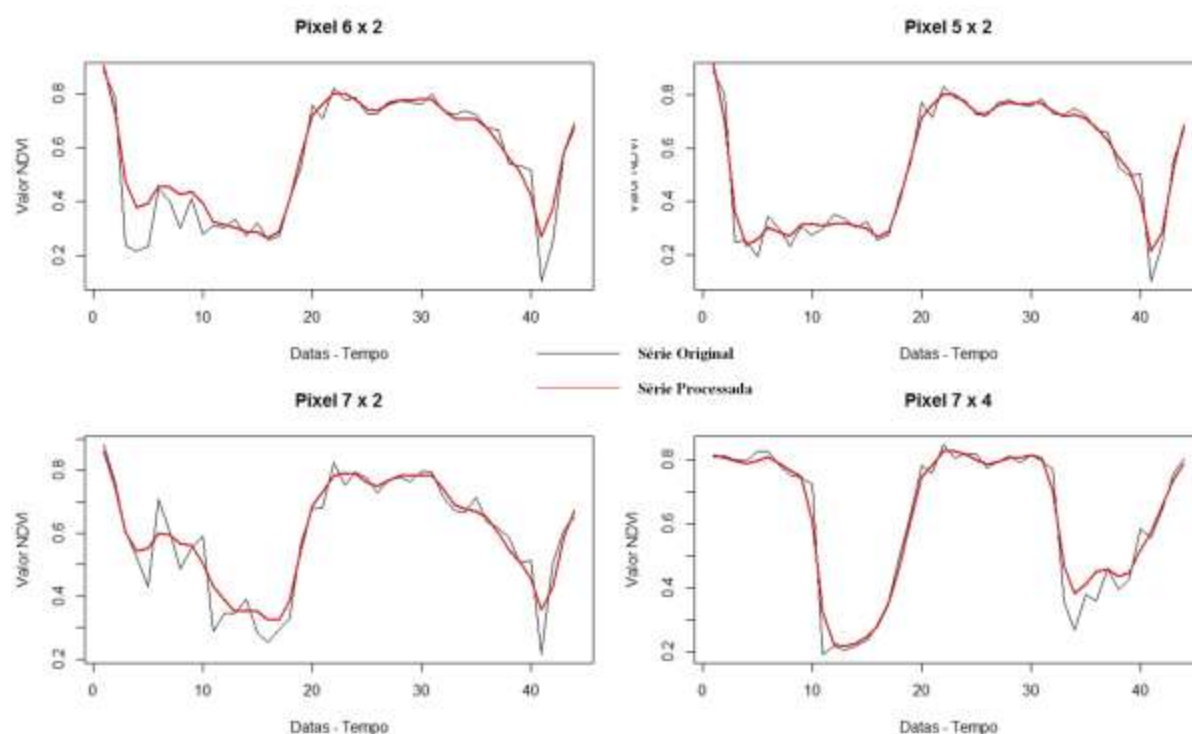


Figura 2. Gráficos da série temporal original X processada.

A Figura 3 apresenta os valores originais do produto MOD13Q1 e o conjunto de imagens NDVI processadas com a metodologia proposta. Pode-se observar que a metodologia permite uma homogeneização dos valores em virtude de uma análise espacial baseada em uma janela 3×3 *pixels*. Este efeito de homogeneização pode ser observado ao comparar as imagens originais e processadas da Figura 3, com destaque para a sequência de imagens entre as datas X3 e X10. Destaca-se também o efeito de borda em virtude da janela de análise ter uma dimensão de 3×3 *pixels*, de forma que os extremos das imagens processadas possuem os mesmos valores das respectivas imagens originais.

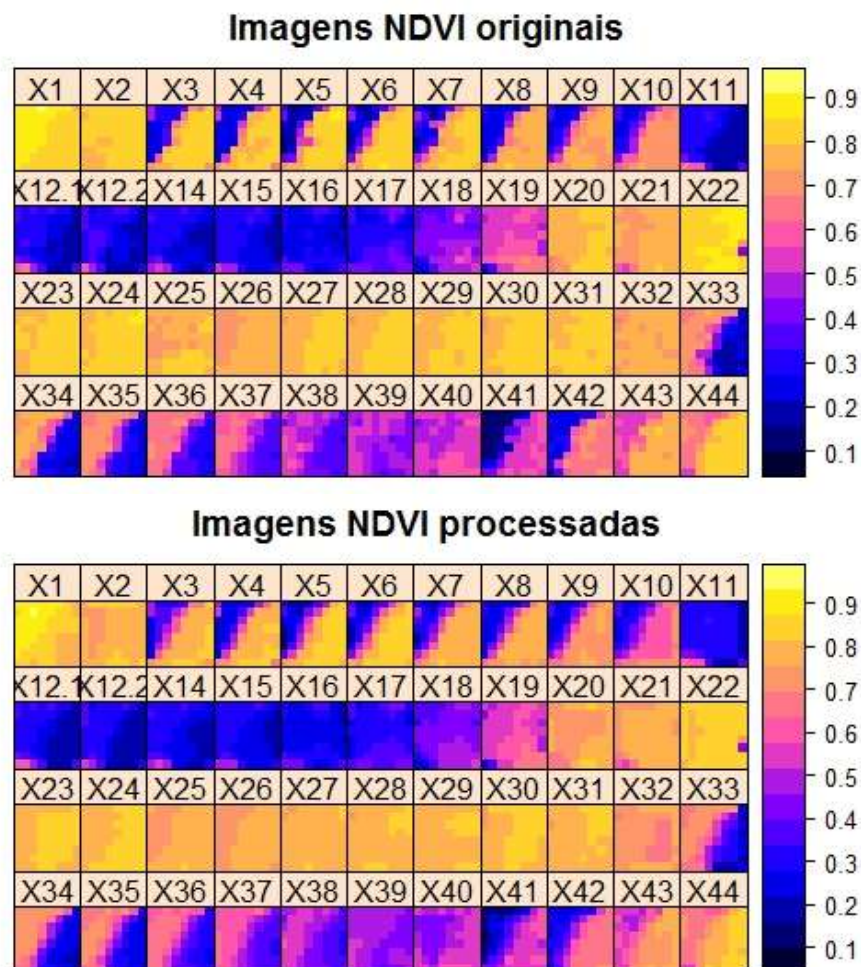


Figura 3. Valores de NDVI para a série temporal original X processada

4. Conclusões

O processo de reconstrução da série temporal por meio da análise de correlação e identificação de *outliers* atendeu o objetivo do presente estudo.

Entretanto, sugere-se para novos estudos uma análise de ponderação dos *pixels* em relação ao dia de obtenção da imagem, fornecido pela imagem *composite*, e pela qualidade final do *pixel* fornecido pela imagem *reliability*.

Um outro ponto que pode ser abordado é a análise de regressão linear baseado em uma janela espaço-tempo, pois uma serie temporal poderá ter correlação distinta com a do *pixel* vizinho em virtude da mudança do uso e cobertura do solo.

Agradecimentos

Ao PIBIC/FAPEMIG - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - pelo apoio financeiro e concessão da bolsa durante a realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

Brown, J.C.; Kastens, J.H.; Coutinho, A.C.; Victoria, D.D.; Bishop, C.R. Classifying multiyear agricultural land use data from Mato Grosso using time-series MODIS vegetation index data. **Remote Sensing of Environment**, v. 130, n. 1, p. 39–50, 2013.

Câmara, G.; Monteiro, A. M. V.; Fucks, S. D.; Carvalho, M. S. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Embrapa, 2002, p. 209.

Hird, J. N.; McDermid, G. J. Noise reduction of NDVI time series: An empirical comparison of selected techniques. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 1, p. 248-258, 2009.

Jin, X. M.; Guo, R. H.; Zhang, Q.; Zhou, Y. X.; Zhang, D. R.; Yang, Z. Response of vegetation pattern to different landform and water-table depth in Hailutu River basin, Northwestern China. **Environmental Earth Sciences**, v. 71, n. 11, p. 4889-4898, 2014.

Ma, M.; Veroustraete, F. Reconstructing pathfinder AVHRR land NDVI time-series data for the Northwest of China. **Advances in Space Research**, v. 37, n. 4, p. 835-840, 2006.

Oliveira, J. C. **Janela de regressão: uma análise espacial e temporal para estimar valores de NDVI classificados com baixa qualidade em séries temporais MODIS**. 2014. 119 p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. 2014.

Sanches, I. D. **Sensoriamento remoto para o levantamento espectro-temporal e estimativa de área de culturas agrícolas**. 2004. 172 p. (INPE-10290-TDI/909). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2004.

Silveira, E. M. D.; De Carvalho, L. M. T.; Acerbi-Junior, F. W.; De Mello, J. M. The assessment of vegetation seasonal dynamics using multitemporal NDVI and EVI images derived from MODIS. **Cerne**, v. 14, n. 2, p. 177-184, 2008.

Villareal, M.L.; Norman, L. M.; Buckley, S.; Wallace, C. S. A.; Coe, M. A. Multi-index time series monitoring of drought and fire effects on desert grasslands. **Environmental Earth Sciences**, v. 183, n. 1, p. 186-197, 2016.

Zhang, G.L.; Zhang, Y.J.; Dong, J.W.; Xiao, X.M. Green-up dates in the Tibetan Plateau have continuously advanced from 1982 to 2011. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 11, p. 4309-4314, 2013.