

Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gortuba (MG)

Osmar Abílio de Carvalho Júnior ¹
Renato Fontes Guimarães ¹
Ana Paula Ferreira de Carvalho ¹
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes ²
Aristóteles Fernandes de Melo ³
Paulo Afonso Silva ³

¹ Universidade de Brasília –LSIE/GEA/UnB
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, Distrito Federal
{osmarjr, renatofg, anapaula}@unb.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – IGEO/UFRJ
Ilha do Fundão – Rio de Janeiro/RJ
ratgomes@ig.com.br

³ Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF
SGAN Quadra 601 Lote I – Brasília, DF. CEP.: 70830-901
{aristoteles, paulo.afonso}@codevasf.gov.br

Abstract: The present work has as aim to evaluate the multitemporal analysis of the irrigated perimeter of Gortuba, located in the north of Minas Gerais state, to assist the monitoring of the areas planted with fruit agriculture in relation to the annual plantation. In the spectral analysis of multitemporal data from orbital sensors it is observed that even converting the values of the digital numbers for reflectance there are differences among the spectra. In order to better adjusting the spectra over time a software developed in IDL language was used. The program makes a spectral comparison cell by cell for the different dates calculating the correlation coefficient between the spectra. From a value of correlation coefficient established for the user the pixels that doesn't have variations over time are separated. From those pixels a linear regression is established between a pair of images of different dates determining values of gain and offset in order to equalize. This procedure allows establishing with precision the variation of the agricultural cycles.

Palavras-chave: correlation coefficient, irrigated perimeter, image processing; coeficiente de correlação, perímetro de irrigação, processamento de imagens.

1. Introdução

Cada vez mais intensificam os trabalhos que abordam a análise multitemporal considerando as características espectrais das imagens de satélite. Esses procedimentos permitem monitorar e auxiliar os trabalhos de extensões agrícolas como também avaliar a evolução dos grandes projetos de irrigação desenvolvidos no país. A área de estudo engloba o perímetro irrigado do Gortuba, um projeto público de irrigação, situado às margens do rio homônimo, na divisa dos municípios de Janaúba e Porteirinha ao norte de Minas Gerais. Esse projeto é coordenado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) que vem promovendo o desenvolvimento da irrigação e trazendo mudanças socioeconômicas para a região (Cavalcanti & Costa, 1998). A principal atividade agrícola da área irrigada é a fruticultura, no entanto também são plantadas culturas de ciclo anuais. Para a área foram obtidas cinco imagens ao longo do ano de 2001 relativas aos sensores dos

satélites Landsat 7 e 5 (**Figura 1**). O presente trabalho possui como objetivo avaliar a evolução multitemporal do perímetro irrigado de Gorutuba, para auxiliar o monitoramento das áreas plantadas com fruticultura em relação às de plantio anual.

A metodologia pode ser sistematizada nos seguintes procedimentos: (a) conversão dos valores digitais para reflectância, (b) retificação radiométrica, (c) emprego de um identificador de vegetação fotossinteticamente ativa (VFA), (d) confecção de máscaras da VFA, e (e) realização de composições coloridas.

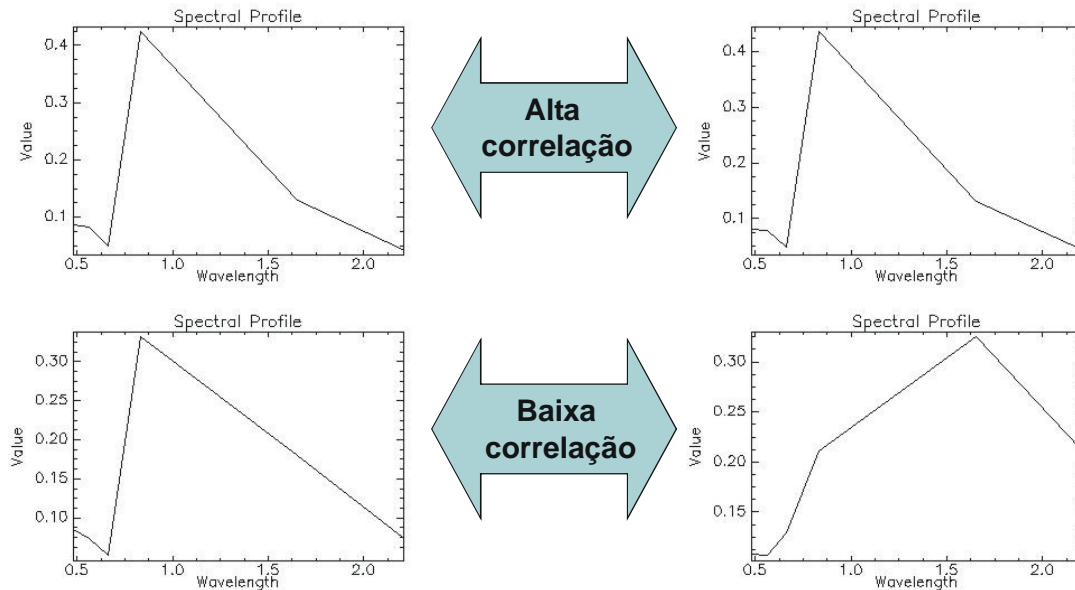


Figura 1. Comparações de espectros com alta e baixa correlação.

2. Conversão do Número Digital para Reflectância

A transformação radiométrica permite minimizar as variações presentes durante a aquisição das cenas (Bentz, 1990). A transformação dos números digitais para valores de radiância compensa as diferenças entre ganhos e “off-set” de cada banda espectral. Já a conversão desses valores de radiância em valores de reflectância compensa as diferenças quanto à irradiância solar no topo da atmosfera e o ângulo de incidência da radiação sobre o alvo, no momento da aquisição da imagem. Desta forma, a transformação para dados de reflectância aparente é mais eficiente para reduzir a variabilidade da resposta espectral (Nelson, 1985). No presente trabalho realizou-se a conversão dos números digitais para a reflectância aparente no topo da atmosfera usando um módulo específico de programa ENVI que utiliza informações de ganhos e offset relativos ao sensor antes do lançamento, a data da imagem e o ângulo de elevação solar.

3. Normalização Radiométrica

No entanto, observa-se que em uma série temporal de imagens, mesmo após a conversão para reflectância ou mesmo realizando correção atmosférica, alvos que se mantiveram invariantes ao longo do tempo apresentam espectros ligeiramente diferentes. Os procedimentos estabelecidos para a correção desse efeito são denominados na bibliografia com várias terminologias como: retificação radiométrica (Hall et al, 1991), normalização

(Du et al, 2001 Gürtler et al. 2003) ou calibração (Furby e Campbell, 2001). O procedimento de ajuste consiste basicamente de dois passos: (a) identificação dos alvos invariantes, e (b) o emprego, a partir desses pontos, de uma regressão entre as imagens das diferentes datas (Casselles e Lopes Garcia, 1989; Furby e Campbell, 2001; Hill e Sturm, 1991; Olsson, 1993).

A partir da proposição de Carvalho Junior et al. (2004) a identificação dos pontos invariantes (áreas que menos se modificaram ao longo do tempo) pode ser realizada a partir de um algoritmo que compara os espectros das duas imagens com datas distintas, pelo classificador espectral *Spectral Correlation Mapper* (Carvalho Junior & Meneses, 2000). Os espectros invariantes apresentam os valores de SCM mais altos (**Figura 1**). Uma imagem do índice multitemporal é gerada apresentando como áreas claras os espectros invariantes (**Figura 2a**). O programa também realiza um fatiamento da imagem SCM a partir de um valor determinado pelo usuário. Esse fatiamento gera uma imagem binária onde o valor 1 corresponde as pontos correlacionados e o valor 0 os não correlacionados. No presente trabalho foi empregado um valor de corte igual ou superior a 0,95 (**Figura 2b**). Para identificar os pontos invariantes durante todo o período de análise é realizada uma multiplicação das diferentes imagens binárias geradas a partir dos pares multitemporais (**Figura 3**).

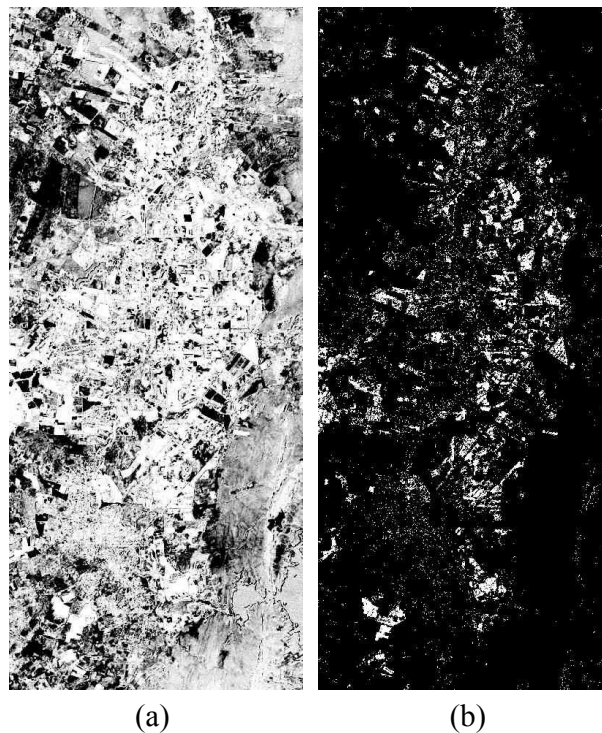


Figura 2. (a) Imagem de correlação entre as datas 05/02/2001 e 10/04/2001, e (b) imagem fatiada com 99% de correlação, onde os pixels claros correspondem aos pontos invariantes.

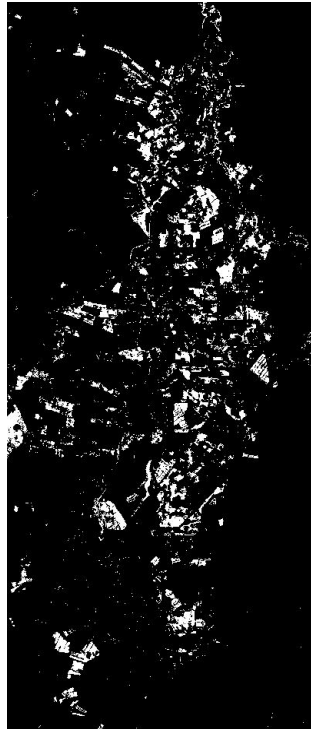


Figura 3. Máscara final referente à multiplicação das imagens fatiadas em 95% de correlação.

O emprego dos pontos invariantes permite o estabelecimento de uma função de ajuste entre as duas imagens. A partir dos pixels invariantes é estabelecida uma regressão linear entre um par de imagens de datas diferentes sendo uma imagem considerada com independente e outra dependente. A imagem da data considerada independente é utilizada para todas as demais para padronizar o procedimento. As imagens dependentes são as que sofrem alterações de forma a ficar ajustada a primeira. São determinados valores de ganho e *offset* a qual é aplicada na imagem dependente.

4. Identificação da VFA

A identificação da VFA foi realizada pelo algoritmo proposto por (Carvalho Junior et al., 2001) que considera o espectro como uma análise combinatória descrita por duas variáveis denominadas: (a) relação entre bandas e (b) evento que expressa o aumento relativo de reflectância conforme a seguinte formulação.

$$Classe = \sum_{i=5}^{i=1} 2^{\Delta band_i} * evento_i \quad (1)$$

Cada relação entre uma banda e sua subsequente (Δ banda) é demarcada por um único valor que varia de forma crescente ao longo do espectro. Desta forma, assumiu-se o valor igual a 0 entre as bandas 1 e 2 (Δ banda 1-2), valor 1 entre as bandas 2 e 3 (Δ banda 2-3) e assim, sucessivamente. A variável que demarca o aumento relativo de reflectância é de caráter binário variando de 1 quando confirma-se a condição e de zero quando recusa-se. As

variáveis definidas são colocadas na **Equação 1** estipulando grupos de espectros com características similares.

Desta forma, o algoritmo busca distinguir as curvas espectrais pela posição relativa da reflectância entre as diferentes bandas. Como cada material possui aumento de reflectância em bandas específicas esse procedimento permite realizar de forma padronizada uma pré-classificação dos materiais. Neste procedimento a VFA é diferenciada dos outros alvos apresentando um valor específico. Assim pode-se gerar máscaras dos diferentes períodos (imagem binárias onde o valor 1 é o alvo desejado e 0 a sua inexistência) referentes a VFA (**Figura 4**).

5. Composição Colorida

As máscaras das diferentes datas relativas a VFA são integradas por intermédio de composições coloridas (**Figura 5**). Nestas os alvos que se mantiveram cobertos por VFA durante todo o período apresentam a coloração branca. A presença de vegetação em apenas um período torna a classe com a cor respectiva da data da sua presença. Esse procedimento é bastante eficiente na determinação das áreas irrigadas como também na estimativa do tipo de plantio se fruticultura, na qual se mantêm com cobertura de VFA, ou de cultivo anual.

6. Conclusão

O procedimento desenvolvido tanto para a normalização radiométrica como a de detecção de VFA apresentam um excelente desempenho. A determinação da variação multitemporal da VFA permite um indicativo do tipo de plantio e a área irrigada do projeto. Essas informações são então enviadas para os agrônomos da CODEVASF para auxiliar o processo de extensão rural. Análise e levantamento de campo permitirão o desenvolvimento de um banco de dados importante para o planejamento agrícola.

Agradecimentos

Os autores agradecem a concessão das imagens da CODEVASF para a realização do trabalho e ao Banco Mundial pelo patrocínio da viagem de campo para Gorutuba.

Referências Bibliográficas

- Bentz, C. M. **Avaliação da Transformação radiométrica dos dados TM/Landsat – 5 em Reflectâncias**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, 142p, 1990,
- Carvalho Júnior, O. A.; Guimarães R. F. & Carvalho A. P. Desenvolvimento de um algoritmo para a retificação radiométrica de imagens multitemporais. In: XI International Symposium Selper, 2004, Santiago (Chile). **CD-ROM** do XI International Symposium SELPER . v. 1, 2004.
- Carvalho Júnior, O. A. & Menezes, P. R. Spectral Correlation Mapper (SCM): An Improving Spectral Angle Mapper. In: Ninth JPL Airborne Earth Science Workshop. **JPL Publication** 00-18, pp. 65-74, 2000.
- Carvalho Junior, Osmar Abílio de; Guimarães, Renato Fontes; Carvalho, Ana Paula Ferreira de; Rocha, Vera Maria da. Desenvolvimento de algoritmo para classificação de vegetação considerando o comportamento espectral das imagens Landsat7/ETM. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre (RS). **CD-ROM** do XX Congresso Brasileiro de Cartografia. SBC, v. 1, 2001.
- Casselles, V. & Lopez Garcia, M. J. An alternative simple approach to estimate atmospheric correction in multitemporal studies. **International Journal of Remote Sensing**, v. 10, p. 1127-1134, 1989.
- Cavalcanti, J. E. A. & Costa, F. A. **Impactos socioeconômicos do perímetro irrigado do Gorutuba nos Municípios de Janaúba e Porterinha**. CODEVASF. 138 p, 1998.

Du, Y.; Cihlar, J.; Beaubien, J. & Latifovic, R. Radiometric normalization, composition, and quality control for satellite high resolution image mosaics over large areas. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 39, p. 623-634, 2001.

Furby, S. L. & Campbell, N. A. Calibrating images from different dates to 'like-value' digital counts. **Remote Sensing of Environment**, v. 77, p. 186-196, 2001.

Gürtler S., Luiz A. J. B., Epiphanyo, J. C. N. Uniformização de imagens Landsat para previsão de safras agrícolas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte, Brasil. **Anais XI SBSR**. São José dos Campos: INPE, p. 109-116, 2003.

Hall, F. G.; Strebel, D. E. & Nickeson, J. E.; Goetz, S.J. Radiometric rectification: toward a common radiometric response among multitemporal, multisensor images. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, p. 11-27, 1991.

Hill, J. & Sturm, B. Radiometric correction of multitemporal Thematic Mapper data for use in agricultural landcover classification and vegetation monitoring. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, p. 1471-1491, 1991.

Nelson, R. F. Reducing Landsat MSS scene variability. **Photogrammetric Engineering of Remote Sensing**, 51 (5): 583-593, 1985.

Olsson, H. Regression functions for multitemporal relative calibration of Thematic Mapper data over boreal forest. **Remote Sensing of Environment**, v. 46, p. 89-102, 1993.

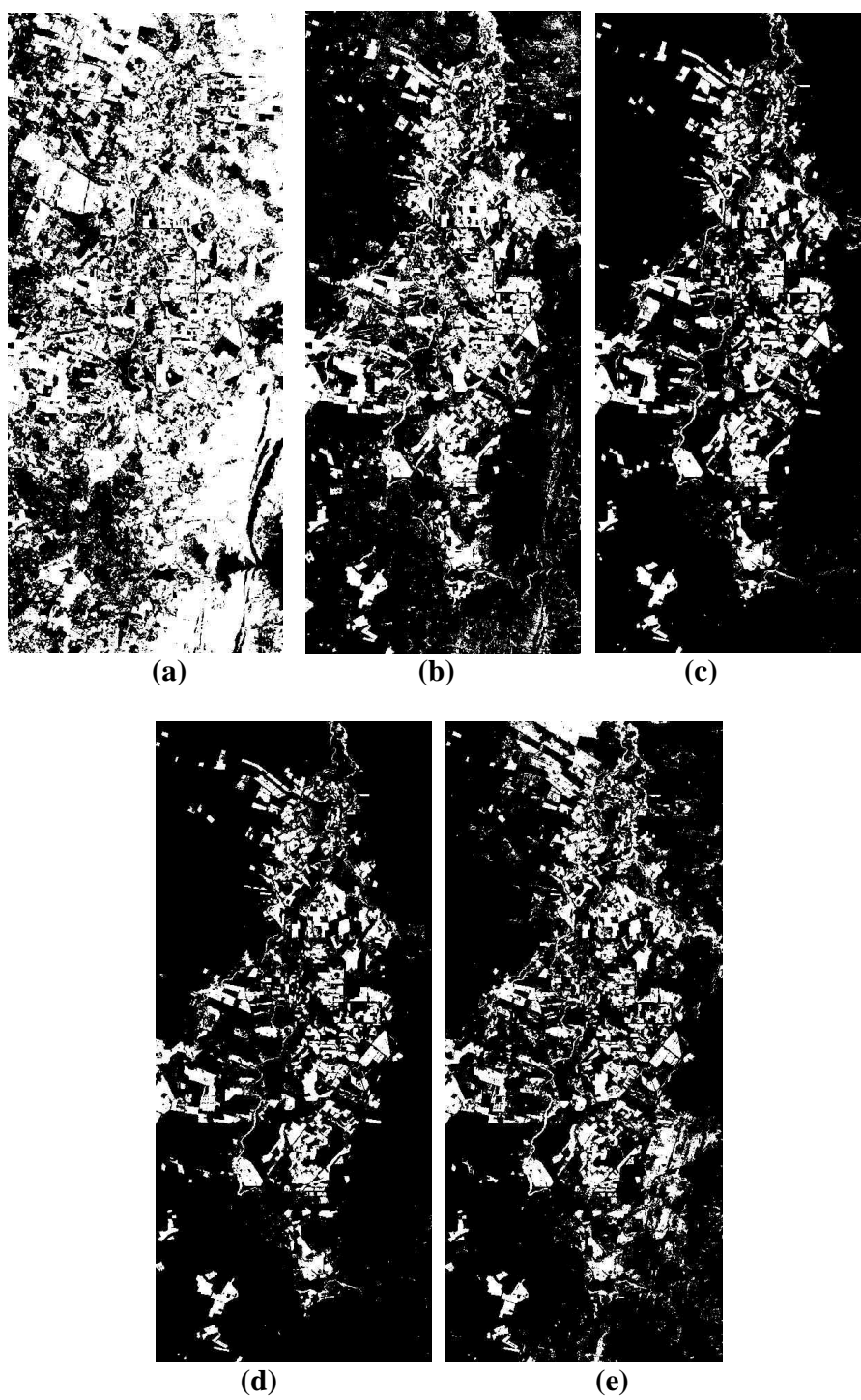


Figura 4. Máscaras relativas a VFA para as datas: (a) 05/02/2001 (b) 10/04/2001 (c) 15/07/2001 (d) 09/09/2001 e (e) 27/10/2001.

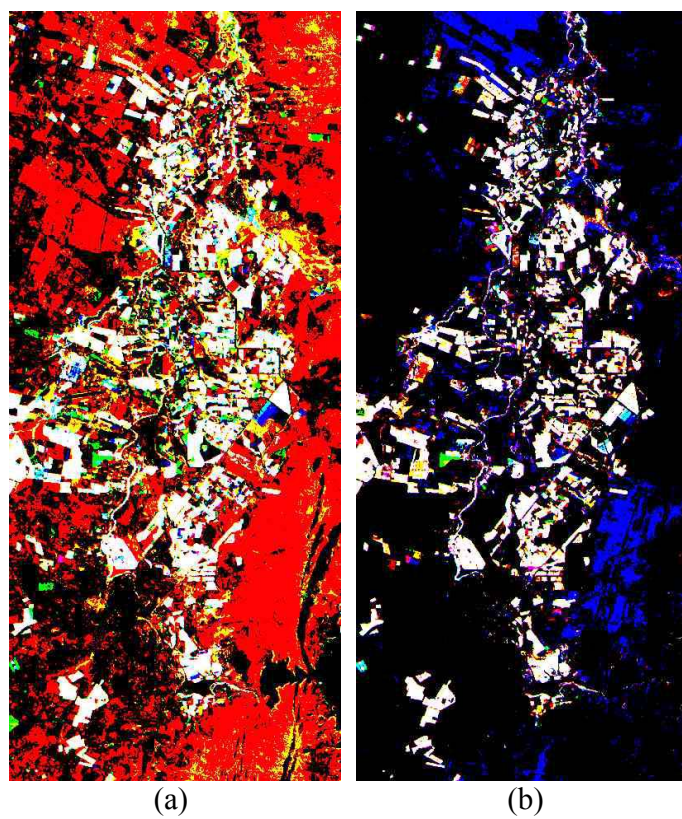


Figura 5. Imagens de composição colorida multitemporal das máscaras de VFA: (a) RGB: meses 2/4/7, e (b) RGB: meses 7/9/10.