

Avaliação de técnicas de processamento digital de imagens para a estimativa de áreas de arroz irrigado: um estudo de caso no município de Santa Vitória do Palmar/RS

Brummer Seda Alvarenga¹
Enzo D'Arco¹
Mauricio Alves Moreira¹
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{brummer, enzo, mauricio, bernardo}@dsr.inpe.br

Abstract. The aim of this work was to evaluate different digital processing images techniques for area estimate cultivated with flooded rice, in the municipality of Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul State, Brazil. The best results obtained in the estimate area were for the RGB - 453 composition, segmented using the thresholds of 10 grey levels and 50 area pixels. The Isoseg classifier with 90% of threshold similarity presented the best value of Kappa with 0,86, classified with excellent. The other used techniques generated good results, however, the cost computational was elevated, what made unfeasible the estimate of flooded rice areas in Santa Vitória do Palmar municipality using these techniques.

Palavras-chave: digital image processing, flooded rice, remote sensing, crop area estimation, processamento digital de imagem, arroz irrigado, sensoriamento remoto, estimativa de área.

1. Introdução

O processamento digital de imagens (PDI) é entendido como a análise e a manipulação de imagens por computador, cuja finalidade é identificar e extrair informações da imagem e transformar a imagem de tal modo que a informação seja mais facilmente discernível por um analista humano (Crósta, 1992). O sistema visual humano possui uma notável capacidade de reconhecer padrões. Contudo, ele dificilmente é capaz de processar o enorme volume de informações presente numa imagem. Vários tipos de degradações e distorções inerentes aos processos de aquisição, transmissão de dados contribuem para limitar a capacidade do olho humano na visualização de imagens. O objetivo principal do processamento digital de imagens é o de remover as barreiras inerentes ao sistema visual humano, facilitando a extração de informações a partir de imagens.

O grande volume de dados coletados por satélites que observam os recursos naturais da Terra em conjunto com o desenvolvimento da informática tem estimulado o aparecimento de muitas técnicas de processamento de imagens digitais, deixando o usuário em dúvida na hora de escolher qual o algoritmo que melhor classifique uma determinada imagem (Richards, 1995; Schowengerdt, 1997). A seguir serão descritos alguns destes métodos de processamentos digitais de imagens utilizados neste trabalho.

O método de classificação não supervisionado realiza uma busca automática de grupos de valores radiométricos homogêneos na imagem, enquanto que numa fase posterior o usuário realiza o trabalho de encontrar as correspondências entre esses grupos e as categorias de interesse (Chuvieco, 1990; Richards, 1995). Já o método de classificação supervisionado baseia-se na disponibilidade prévia de amostras representativas, identificadas na imagem, para cada classe de interesse (Mather, 1999).

Um outro método de PDI é a transformação IHS, onde Fonseca (2002) afirma ser um processamento que pode ser utilizado visando melhorar a resolução espacial. Este método corresponde a combinação de três componentes conhecidas por saturação (Saturation – S), intensidade (Intensity –

I) e Matiz (Hue – H), descrevendo a formação de cores de uma maneira muito próxima àquela pela qual o sistema visual humano percebe cores, apresentando vantagens em relação ao sistema RGB.

Em relação ao modelo linear de mistura espectral, Shimabukuro e Smith (1991) comentam que este processo visa agrupar pixels na imagem em função da proporção de cada componente solo, vegetação e sombra (ou água), sendo que a estimativa das proporções de cada componente são realizadas com base em uma amostra obtida através de trabalho de campo ou imagem (o analista determina os pixels puros). O princípio básico do modelo é a decomposição linear dos dados originais em componente sombra, solo e vegetação.

Outro método de PDI utilizado é a restauração de imagens, que é uma técnica de correção radiométrica que procura reconstruir ou recuperar, da melhor maneira possível, uma imagem que sofreu algum tipo de degradação durante o processo de imageamento. Além de melhorar a visualização de imagens, a restauração também pode gerar uma nova imagem, cuja resolução espacial é mais fina que a da imagem original (Fonseca, 2002).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes técnicas de processamento digital de imagens para estimativa de área cultivada com arroz irrigado, no município de Santa Vitória do Palmar-RS.

2. Materias e métodos

A área de estudo deste trabalho foi o município de Santa Vitória do Palmar, localizado no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, uma importante região orizícola. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5 do Landsat 5 e 7 (órbita/ponto 222/83) de cinco passagens: 02/09/2000 (TM), 21/11/2000 (TM), 31/12/2000 (ETM+), 05/03/2001 (ETM+) e 22/04/2011 (ETM+).

Além de se utilizar a composição RGB - 453 foram aplicados outros processamentos na imagem, como: transformação IHS, as componentes solo, sombra e vegetação (refinadas através do modelo linear de mistura espectral) e restauração de imagem.

A segmentação por crescimento de regiões foi aplicada em todas as imagens, onde se testaram dois limiares de similaridade (10 e 20 níveis de cinza) e área mínima (10, 20, 30 e 50 pixels) para a segmentação. Para a imagem restaurada, tendo como imagem base a data de 05/03/01, foram testados os limiares de similaridade: 10 e 20 níveis de cinza e área mínima: 100, 300 e 450 pixels. O limiar de similaridade e área mínima que apresentou melhor resultado foi adotado como padrão para os classificadores Ioseg (não-supervisionado) e Bhattacharyya (supervisionados), visto que o MaxVer (supervisionados) não utiliza a segmentação em seu processo.

No classificador Ioseg foram testados três limiares de aceitação: 75%, 90% e 95%. O classificador Bhattacharyya utilizou os mesmos limiares de aceitação, porém foram adquiridas amostras de treinamento para áreas com arroz e sem arroz, para a classificação. No classificador MaxVer não se utilizou a segmentação, visto que seu processo é diferente do Bhattacharyya. As amostras de treinamento são adquiridas dos pixels das áreas de interesse (arroz e não arroz). Os limiares de aceitação testados foram 75%, 90% e 95%.

Para avaliar os resultados da classificação obtidos para cada data e tipo de produto, gerou-se um mapa temático, considerado como mapa base. Esse mapa foi obtido através de interpretação visual usando às imagens das datas de 31/12/00, 05/03/01 e 22/04/01. A partir deste mapa base, foi aplicado a estatística Kappa para avaliar a qualidade dos mapas gerados pelos diferentes classificadores.

3. Resultados e discussão

A imagem de 05/03/01 foi a que melhor distinguiu as áreas de arroz, pois nessa data o arroz encontrava-se no máximo vigor vegetativo. Os limiares de similaridade e de área mínima que mais se

adequaram à proposta do trabalho foram os valores de 10 níveis de cinza e 50 pixels (equivalente a 4,5 ha), respectivamente, para as bandas originais e modelo de mistura. Os resultados mostraram que o segmentador separou bem as áreas de cultivo de arroz das demais áreas (**Figura 1 a**). Para a imagem restaurada, os limiares de similaridade de 10 níveis de cinza e área mínima de 450 pixels (equivalente a 4,5 ha) foram as que apresentaram o melhor resultado (**Figura 1 b**).

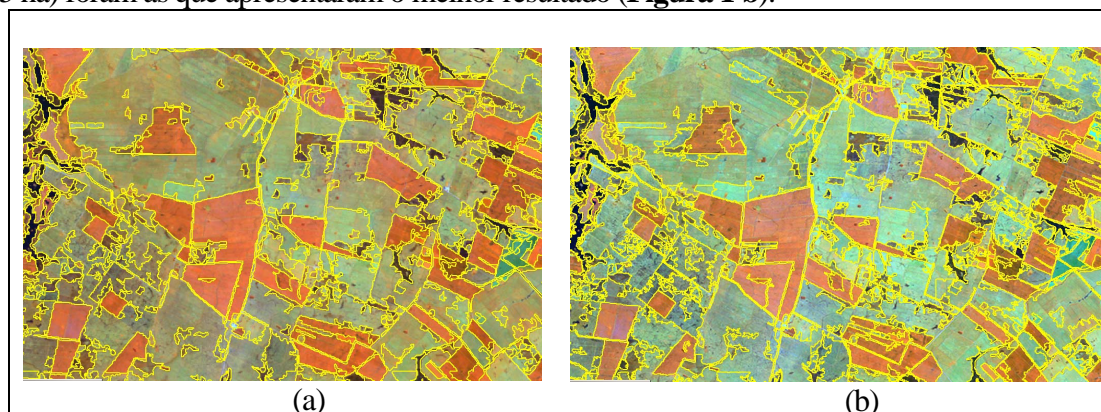


Figura 1. Imagem segmentada: a) com limiar de similaridade com 10 níveis de cinza e área mínima de 50 pixels nas bandas; b) com limiares de similaridade de 10 níveis de cinza e área mínima de 450 pixels na imagem restaurada.

O classificador que apresentou o melhor resultado foi o Iseg aplicado na composição RGB – 453 (valor de Kappa = 0,86), pois foi o algoritmo que necessitou menos edição matricial, concordando com Adami et al. (2002) que em um estudo testaram vários algoritmos diferentes para classificação de imagens ETM+ para mapeamento agrícola e concluíram que o Iseg foi o de melhor desempenho (**Figura 2**).

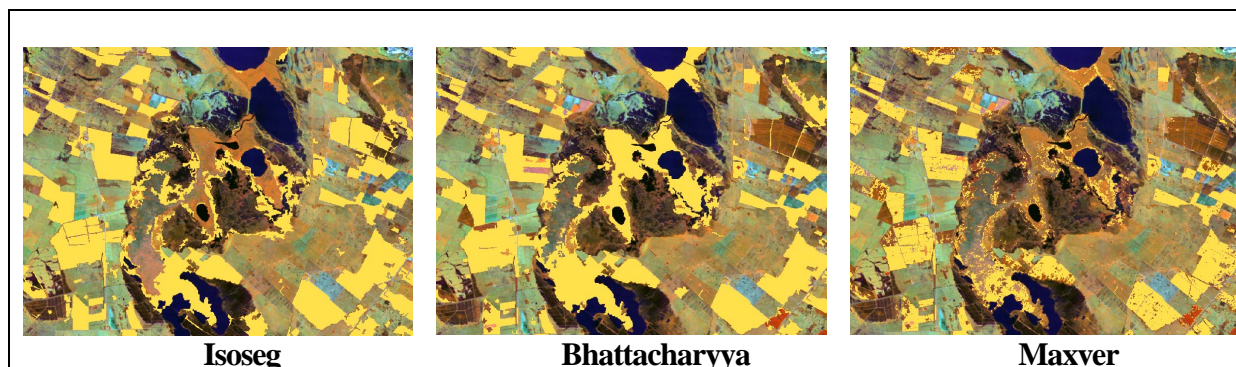


Figura 2. Imagem de 05/03/01 com os classificadores Iseg, Bhattacharyya e Maxver.

A imagem restaurada teve um grande custo computacional, ou seja, os benefícios para a classificação não compensaram o tempo gasto no processamento. A segmentação e a extração de regiões do projeto inteiro levaram mais de 60 horas, portanto sendo inviável para a estimativa de área de arroz, já que o objetivo é rapidez no processo. Além disto, quando comparada com a imagem de 05/03/01, não houve grande ganho em qualidade na imagem com a restauração para resolução de 10 m, sendo que na imagem base se conseguiu visualizar da mesma forma áreas com canais, por exemplo, como é mostrado na **Figura 3**.

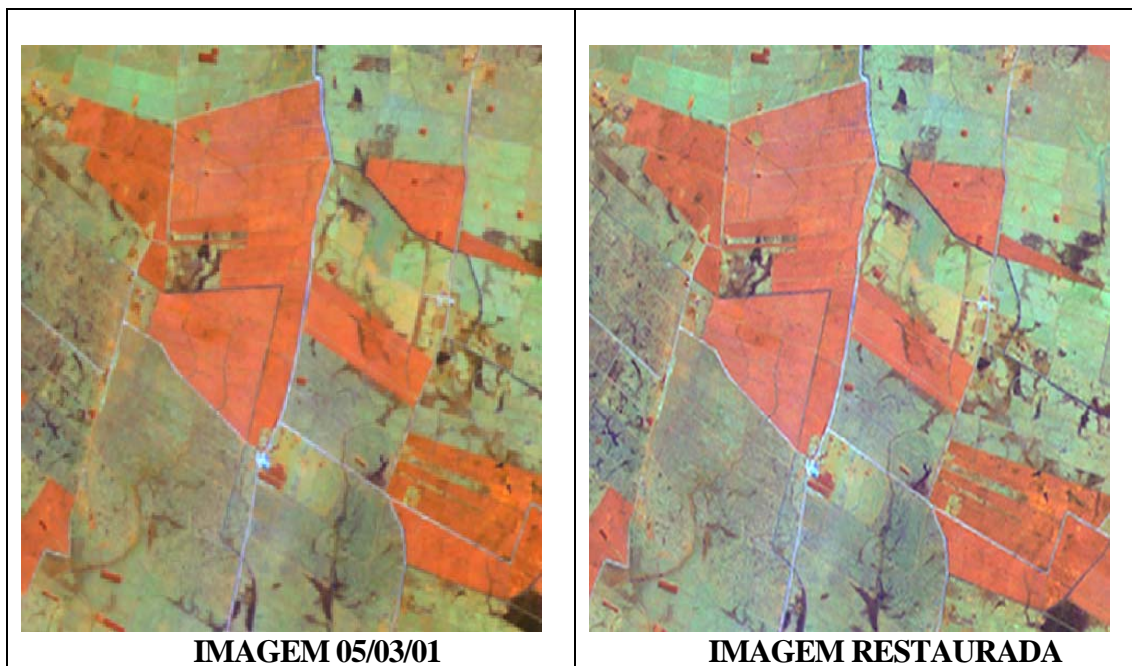


Figura 3. Imagem restaurada e a imagem não restaurada de 05/03/01.

O Modelo Linear de Mistura é geralmente realizado para simplificar o procedimento de classificação (Shimabukuro e Smith, 1991). Entretanto, neste trabalho, verificou-se que o resultado obtido com esta transformação da imagem (**Figura 4**) não facilitou o processo de classificação, visto que o resultado do teste Kappa para o Isoseg (limiar de 90 %) foi de 0,82 (Excelente). O mapa gerado necessitava de muita edição matricial e, conseqüentemente, maior demora na estimativa da área de arroz, sendo inviável para este objetivo, não sendo necessário o seu uso para tal propósito.

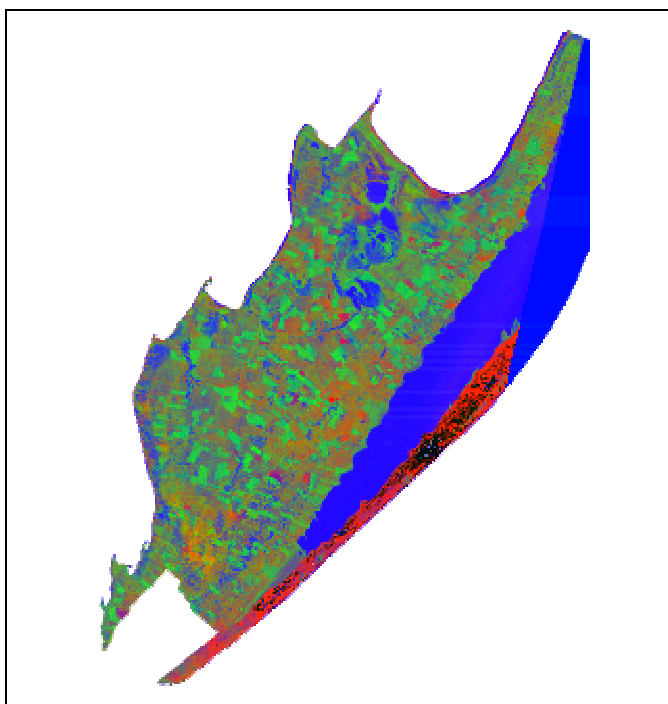


Figura 4. Imagem do Modelo Linear de Mistura.

Já a transformação IHS tem como objetivo melhorar a resolução espacial da imagem (Fonseca, 2002). Na comparação com a imagem RGB - 453 da data 05/03/01 em relação à imagem IHS, verificou-se que visualmente não se teve nenhum ganho em termos de qualidade da imagem (**Figura**

5), ao contrário disso, a radiometria da imagem foi comprometida ocasionando grande confusão entre as áreas de arroz e não arroz na classificação. Este resultado só pôde ser analisado nas imagens ETM+, em função deste sensor possuir a banda pancromática (resolução espacial de 15 m), porém com base na análise da imagem IHS, optou-se por não classificá-la.



COMPOSIÇÃO RGB - 453



TRANSFORMADA IHS

Figura 5. Imagem transformada IHS.

4. Considerações finais

Os melhores resultados obtidos na estimativa de área foram para a composição RGB - 453, segmentada utilizando os limiares de 10 níveis de cinza e 50 pixels de área. O classificador Iseseg com limiar de similaridade de 90% apresentou o maior valor do Kappa com 0,86, classificada como excelente. As técnicas de processamento Modelo Linear de Mistura, restauração e transformação IHS geraram bons resultados, no entanto, o custo computacional foi elevado, o que inviabilizou o processo de estimativas de área de arroz no município estudado.

5. Referências bibliográficas

Adami, M.; Pinheiro, E.S.; Moreira, M.A. **Aplicação de diferentes algoritmos para a classificação de imagens ETM+/Landsat-7 no mapeamento agrícola.** São José dos Campos. INPE, 2002, 41p. (INPE-8971-NTC/349).

Chuvieco, E. **Fundamentos de teledetección espacial.** Madrid: Rialp, 1990. 451 p.

Crósta, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas, SP IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

Fonseca, L.M.G. **Processamento Digital de Imagens:** apostila do curso da disciplina de Processamento digital de imagens dada no curso de pós-graduação em sensoriamento remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Divisão de Processamento de Imagens. [on line]. <http://www.dpi.inpe.br/~leila/ser437/PDI_7_seg_clas.pdf> acesso em novembro de 2002.

Mather, P.M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction.** 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999. 292 p.

Richards, J.A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction.** 2.ed. Berlin: Springer-Verlang, 1995. 340 p.

Schowengerdt, R.A. **Remote sensig**: model and methods for image processing. 2.ed. San Diego: Academic, 1997. 522p.

Shimabukuro, Y.S.; Smith, J.A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.**, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991.