

Utilização de imagens de satélite na estimativa de produtividade em áreas de soja

Marcos Rafael Nanni¹
Edson Cristiano Groff¹
Marcelo Luiz Chicati¹

¹ Universidade Estadual de Maringá - UEM
Av. Colombo 5790 – 87020-900 - Maringá - PR, Brasil
mrnanni@uem.br
ecgroff@yahoo.com.br
mlchicati@yahoo.com.br

Abstract. The present study had as objective to evaluate the use of satellite images CBERS in the productivity estimate in soy areas. For that, several tools were used, so much computerized as well as information on the area of studies in paper. They were also collected in field several data seeking the cadastral modernization of the place, mainly with relationship to the distribution of the cultures in the field. However, the results didn't get to identify accurately which they were the exclusive areas with soy plantation, being also confused with corn areas, due to the great differences of the surface in relation to the reflectance.

Palavras-chave: satellite images, soy, CBERS, reflectance, imagens de satélite, soja, CBERS, reflectância.

1. Introdução

Com o lançamento ao espaço do primeiro satélite da série *Landsat*, em 1972, os EUA, passaram a utilizar as imagens de satélite, tanto para a construção dos painéis amostrais, como para as estimativas de área cultivada (Allen & Hanuschak (1988), citados por Epiphanyo et al. (2002)). No Brasil, em virtude da grande extensão territorial, a possibilidade da estimativa de área plantada de grandes culturas por meio da classificação de imagens já é pauta em pesquisas relacionadas ao tema por Fontana et al. (2001); Berka e Rudoff (2003); Rizzi e Rudoff (2003); Weber et al. (2005).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja e um dos poucos países que apresenta áreas para a expansão da cultura. Dentre as grandes culturas, a soja foi a que mais cresceu nos últimos anos. No estado do Paraná, está entre as culturas de primavera-verão, de maior expressão. Na safra 2004/2005 o estado classificou-se como o segundo maior produtor do país (cerca de 22.384.800 toneladas) com 19,7% da produção nacional, perdendo apenas para o estado do Mato Grosso, segundo CONAB (2005). Já o município de Floresta produziu em 2004/2005 31.605 toneladas, segundo SEAB (2005), sendo essa a principal cultura de primavera-verão.

Tendo em vista a importância econômica da cultura, a cada safra, é necessário o levantamento da área de plantio, no país, estado ou em uma determinada região, a fim de auxiliar no planejamento e na tomada de decisões. O conhecimento da área de plantio é uma ferramenta de auxílio no planejamento estratégico das empresas ligadas ao agronegócio e uma das variáveis que compõem a base de cálculo das estimativas de produção (previsão de safras). A mensuração das áreas é ainda mais importante nas regiões onde há expansão de fronteira agrícola ou troca de uma atividade por outra.

A estimativa das áreas cultivadas no Brasil é realizada, principalmente, utilizando-se informações obtidas em entrevistas com agricultores ou órgãos ligados ao setor agrícola, segundo Sano et al. (1998a) e IBGE (2003). Em muitas situações as informações são subjetivas, baseadas em opiniões de agentes técnicos e econômicos relacionados ao setor.

A associação das interpretações das imagens de satélite a um sistema de informações geográficas (SIG), em áreas menores (região ou município), possibilita o armazenamento de resultados multitemporais em sistemas cartográficos de rápido acesso o que permite acompanhamento visual e quantitativo das áreas plantadas. Deste modo, o uso de imagens de satélite tem ganhado importância, em nível mundial, em função de permitir a realização de estimativas com maior antecedência e precisão e menor custo quando comparado às técnicas tradicionais segundo Dutta et al. (1994); Motta et al. (2001) e Sausen (2004), além de permitir o planejamento agrícola, no sentido de contornar o problema de escassez ou de excesso de produtos.

As imagens de satélite têm sido utilizadas em atividades que tenham maior representatividade e escala, como é caso das grandes culturas como a soja, o milho, o trigo, a cana-de-açúcar, o arroz, as florestas e as pastagens.

De acordo com Weber et al. (2005) apesar da maior parte dos trabalhos utilizarem imagens *Landsat*, as imagens CBERS (China-Brazil *Earth Resources Satellite*) apresentam um desempenho similar para a estimativa de área de soja e podem representar uma fonte de informação de grande valor para as estimativas agrícolas do país. Foco de uma parceria entre a China e o Brasil, assinada em julho de 1988, as imagens são distribuídas gratuitamente no Brasil e permite o acesso a um grande número de usuários.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a utilização de imagens de satélites CBERS na estimativa de áreas de soja.

2 – Materiais e Métodos:

O presente trabalho foi realizado no município de Floresta (**Figura 1**), localizado na região Noroeste do Estado de Paraná, a 23° 36' 00" de latitude Sul e 52° 05' 00" de longitude Oeste.

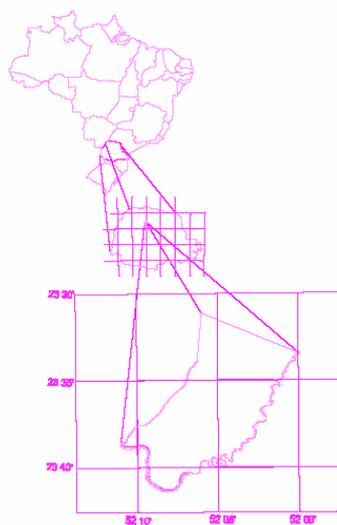


Figura 1: Localização da área de estudo

Após ter realizado a digitalização das bases cartográficas planimétricas, foi realizada a reconstituição dos lotes utilizando-se o *software Micro Station* versão 8.0. Para a compilação dos rios e perímetro foi utilizada a base cartográfica do Município de Floresta (escala 1:50.000), situação física de dezembro de 1981, compilada pela Coordenação de Planos e Programas Estaduais de Transportes/SETR.

Para a identificação dos lotes foi utilizada uma carta planimétrica do município, obtida na Emater – Floresta (escala 1:20.000), produzida do ano de 1985, com identificação dos lotes e seus respectivos proprietários.

Em função de grande parte dos dados dos lotes não estarem atualizados, para a geração da base cartográfica os dados foram corrigidos. Com auxílio de um GPS (*Global Positioning Systems*), foram realizadas algumas medições no campo, a fim de verificar as informações descritas na carta. A carta foi digitalizada e as informações atualizadas para o ano de 2005/2006 realizando-se visitas de campo e utilizando-se a base de dados cadastrais dos lotes, disponível na Cocamar - Cooperativa Agroindustrial – Floresta, PR

Nas visitas de campo, realizadas no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006, também foram identificadas as culturas implantadas. Com base nas Figuras 2 e 3 e na imagem de satélite, foi confeccionada a base cartográfica final, atualizada para o ano 2006.

Foram utilizadas imagens orbitais digitais (Figuras 2A e 2B) obtidas pelo sensor CCD do satélite CBERS. Estas imagens utilizadas eram compostas pelas bandas 1, 2, 3 e 4 (**Tabela 1**), com data de passagem em 01/02/2006. Cada *pixel* da imagem possui uma resolução espacial nominal de 20 m para o sensor CCD, com uma área de 113 x 113 km, ou seja, 1.276.900 ha.

Tabela 1 : Bandas e respectivos comprimentos de onda do sensor CCD do satélite CBERS

Bandas	Comprimentos de onda
1	0,45 - 0,52 nm (azul)
2	0,52 - 0,59 nm (verde)
3	0,63 - 0,69 nm (vermelho)
4	0,77 - 0,89 nm (infravermelho próximo)

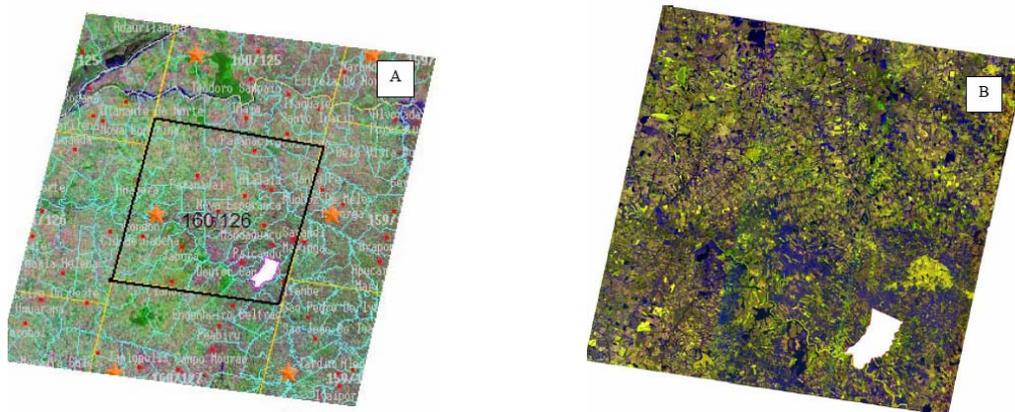


Figura 2: Imagem orbital digital da órbita 160/126 (A) e imagem resultante do processamento das bandas R1, G3 e B3 obtidas pelo sensor CCD do satélite CBERS

Para a manipulação das imagens foram utilizados os seguintes equipamentos: microcomputador *Pentium-IV*, ; unidade de leitura de CD-ROM; impressora jato de tinta HP-3820 com resolução de 300 pontos por polegada.

Primeiramente foi realizada a fusão das bandas 1, 2 e 3 obtendo-se o mapa das bandas fundidas e balanceadas na seguinte combinação 1R 2G, e 3B (Figura 3).



Figura 3 – Mapa resultante da fusão das bandas 1R, 2G e 3B do município de Floresta

A partir da base cartográfica atualizada, mais a utilização da imagem fundida processada e com o auxílio do programa *MicroStation* versão 8.0 identificou-se as classes de uso e ocupação do município, possibilitando, assim, a identificação das áreas de rios, urbana, estradas e cultivadas e a construção do SIG para o município de Floresta.

A área dos rios, que fazem divisa com outros municípios (Rio Ivaí, Pingüim e Taquaruçu), aproximadamente 172 ha, foi calculada considerando-se o centro do rio, o que representa o limite do município. Já as áreas urbanas e de estradas, foram medidas individualmente e as de carregadores estimados em função do número total dos lotes (300), adotando-se um comprimento médio de cada carregador 1600 metros, com uma largura média de 3 metros. Os dados relativos a outras culturas e pastagens foram obtidos na Emater de Floresta.

O esquema representativo da seqüência de realização do trabalho pode ser visto na **Figura 4**.

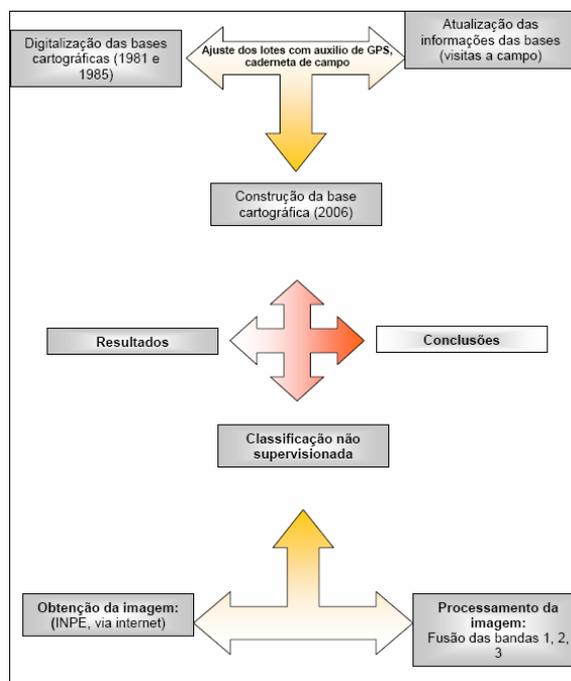


Figura 4: Representação esquemática da seqüência de trabalho

3. Resultados:

Os dados relativos ao uso e ocupação do município de Floresta podem ser visualizados na **Tabela 2**. As áreas de rios, urbana, estradas e cultivadas representam, respectivamente, 8,8, 1,5, 1,9 e 87,8% da área do município.

Observa-se que a cultura da soja é a de maior representatividade no período de primavera-verão no município (81,9%), seguida pelo milho (2,8%) com as áreas cultivadas de 13.023,00 e 448,68 ha, respectivamente.

Tabela 2: Distribuição de uso e ocupação do município de Floresta

Uso/Ocupação	Área (ha)	Uso (%)	Total (%)
Rios e matas ciliares:			
Rio Ivaí	369,7	2,3	8,8
Rio Pinguim	601,7	3,8	
Rio Taquaruçu	50,90	0,3	
Rio Caxias	339,15	2,1	
Ribeirão Floriano	33,00	0,2	
Urbana:			
Área urbana	149,70	0,9	1,5
Condomínio Monte Carlo	21,36	0,1	
IAP (Instituto Adventista Pr)	28,73	0,2	
Vila Rural	19,93	0,1	
Cooperativas	19,52	0,1	
Estradas:			
Asfalto	91,62	0,6	1,9
Estradas/Carreadores	209,34	1,3	
Área cultivada:			
Matas	150,70	0,9	0,9
Soja	13.023,00	81,9	84,7
Milho	448,68	2,8	
Outras Culturas ⁽¹⁾	44,00	0,3	0,3
Pastagens ⁽¹⁾	300,00	1,9	1,9
Total	15.901,05	100,0	100,0

(1) Fonte: Emater- Floresta

A estimativa de área cultivada de soja, a partir da imagem da satélite (método de classificação não supervisionada) não foi possível devido à grande variação da refletância dos alvos na ocasião da obtenção da imagem (01/02/2006), pois boa parte da cultura em estudo encontrava-se em avançado estágio de desenvolvimento, muito próximo da colheita. Esse método possibilitou identificar as áreas colhidas de soja e milho, porém, não foi possível diferenciar essas culturas.

Fonseca et al. (2001) relatam que para a identificação e diferenciação dos alvos agrícolas as técnicas de classificação de imagens atuais e a resolução espacial e espectral das imagens não são adequadas devido à ausência de um padrão espectral para cada tipo de cultivo agrícola.

No entanto, Motta et al. (2001) relatam acurácia e precisão na estimativa de área das lavouras de soja utilizando a classificação não supervisionada.



Figura 5: Mapa resultante da classificação supervisionada

As propriedades físicas e morfológicas de um *dossel* agrícola são dinâmicas e não correspondem de modo único nem simples a uma assinatura espectral imutável, segundo Formaggio e Epifanio (1990). Na época de obtenção da imagem, fatores como a presença de plantas invasoras, efeito dos tratos culturais, estágio de desenvolvimento, espaçamento da cultura, e, em alguns locais, o relevo acidentado podem ter modificado os componentes espectrais dificultando a identificação da cultura, como relatado por Formaggio e Epifanio (1990). Esses problemas não foram observados por Ganan et al. (2005) utilizando o método de classificação supervisionada, que permitiu a identificação das áreas de cultivo de soja em diferentes estágios de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

Já na fase de pleno desenvolvimento, Sanches et al. (2005), comparando as culturas de milho, soja e cana-de-açúcar, relata que a soja é facilmente diferenciada em função da arquitetura das plantas, quantidade de folhas e recobrimento do solo.

Fonseca et al. (2001) afirmam que a classificação supervisionada pode ser utilizada para o mapeamento de regiões homogêneas quanto aos cultivos desde que se faça previamente, um levantamento de campo completo ou de parte da região a qual se deseja mapear.

O uso de uma imagem da cultura numa fase anterior (dezembro de 2005) poderia permitir a identificação da cultura, no entanto a presença de nuvens na ocasião da passagem do satélite no município não possibilitou a utilização dessa imagem. Problemas semelhantes foram relatados por Chen (1990) e Motta et al. (2001). De acordo com Adami et al. (2004) em condições de excesso de nuvens torna-se necessário o levantamento a campo. Além disso, níveis de nuvens acima de 10% podem levar a erros na interpretação das imagens como verificado por Sano et al. (1998a).

4. Conclusões:

Existe uma melhor aplicabilidade no uso de imagens de satélites na identificação de alvos, onde o plantio da cultura é realizado dentro de um curto espaço de tempo, com menor diversidade de estágios e, conseqüentemente, menor variação do *dossel* agrícola.

Devido a grande variação das assinaturas dos alvos, a classificação não supervisionada só foi útil quando as distinções dos alvos foram bem evidentes como é o caso da classificação da área não colhida com a área colhida de soja e milho.

Foi possível com o uso de imagem do sensor CCD do CBERS, estimar as áreas colhidas de soja e de milho, porém não se consegue identificar qual é soja e qual é milho, pois suas refletâncias são muito próximas.

A base cartográfica atualizada e detalhada é de fundamental importância como suporte à classificação e auxílio para as estimativas de áreas usando-se imagens de satélites. Existe uma variação bastante representativa no que diz respeito à área do município de Floresta, quando se compara a área calculada neste trabalho, comparada a algumas literaturas.

5. Referências:

- Adami, M.; Moreira, M.A.; Rudorff, B.F.T. et al. **Análise da eficiência dos estimadores de expansão direta e de regressão para áreas cultivadas com café, milho e soja no município de Cornélio Procópio, estado do Paraná.** Agricultura, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 5-13, jul./dez. 2004
- Adami, M.; Moreira, M.A.; Rudorff, B.F.T. et al. Comparação entre estimadores por expansão direta e por regressão no cálculo da área de milho e soja In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia: INPE, 2005. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3-8. CD-ROM.
- Berka, L.M.S.; Rudorff, B.F.T. Estimativa de área plantada com soja através de imagens Landsat em municípios do Norte do Paraná. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.27-31.
- Câmara, G.; Medeiros, J.S. **Mapas e suas representações computacionais.** In: Assad, E.D.; Sano, E.E. Sistemas de Informações geográficas – Aplicações na Agricultura. 2a edição – Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. p. 13 – 29.
- Chen, S. C. **Precisão de classificação do mapa de distribuição de culturas obtido a partir de imagens Landsat.** São José dos Campos, 1990. 7 p.
- Citybrazil, 2006.
Disponível em: <http://www.citybrazil.com.br> Acesso em: 19/05/2006.
- CONAB – Companhia Nacional De Abastecimento Brasileira, 2006. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 19/05/2006.
- Crósta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Campinas, SP: Instituto de Geociências/UNICAMP, 1992.
- Epihanio, J.C.N.; Luiz, A.J.B.; Formaggio, A. R. **Estimativa de áreas agrícolas municipais, utilizando sistema de amostragem simples sobre imagens de satélite.** Bragantia, Campinas, v. 61, n. 2, 187-197, 2002.
- Fonseca, E.L.; Oliveira, J.C.; Rizzi, R. Avaliação da identificação de áreas com cultivos agrícolas para fins de previsão de safras utilizando procedimentos de classificação digital de imagens do sensor TM/Landsat 5 In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 10, 2001, Foz do Iguaçu: INPE, 2001. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. CD-ROM.
- Fontana, D.C. et al. **Monitoramento e previsão da safra de soja 1999/2000 no Brasil. Porto Alegre: Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, CEPARM/UFRGS, 2001.** 116p. (Série D: Relatório Técnico - n.005/01).
- Formaggio, A. R.; Epihanio, J. C. N. Características **espectrais de culturas e rendimento agrícola.** São José dos Campos: INPE, 1990. 178 p. (INPE-5125-RPE/630).
- Franco, C. **Aplicação de técnicas de realce e classificação em imagens orbitais para o estudo da cobertura vegetal das ilhas do arquipélago Mutum - Porto Rico – Alto Rio Paraná, (PR/MS).** Maringá. Universidade Estadual de Maringá, 2001, 56p. Dissertação de mestrado.
- Ganan, J.R.; Rocha, J.V.; Mercante, E. et al. Mapeamento da cultura da soja com imagens Landsat 5/TM utilizando algoritmos de classificação supervisionada. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia: INPE, 2005. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005 p. 549-555. CD-ROM.
- IPARDES, 2006.
Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br> Acesso em: 19/05/2006.
- Motta, J.L.G.; Fontana, D.C; Weber, E.; Verificação da acurácia da estimativa de área cultivada com soja através de classificação digital em imagens Landsat In: Congresso Brasileiro De Cartografia, 20, 2001, **Anais...** Porto Alegre: 2001. Porto Alegre.

- Novo, E.M.L.M. 1992. **Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda.
- PARANACIDADE, 2006.
Disponível em <http://www.paranacidade.org.br>. Acesso em: 19/05/2006.
- Pereira, R. S. Interpretação automática de imagens aplicada ao planejamento rural. In: Congresso Florestal Estadual, 7, 1992, **Anais...** Nova Prata, RS. 2 v. p. 1191-1210.
- Rizzi, R.; Rudorff, B.F.T. Imagens Landsat na estimativa de área plantada com soja em municípios do Rio Grande do sul. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.231-238. CD-ROM.
- Rizzi, R.; Rudorff, B.F.T.; ADAMI, M. **Estimativa da área de soja no Estado do Rio Grande do Sul por um método de amostragem**. Ciência Rural v.36 n.1 Santa Maria jan./fev. 2006.
- Sanches, I.D.; Epihanio, J.C.N.; Formaggio, A.R. **Culturas agrícolas em imagens multitemporais do satélite Landsat 1**. Agricultura, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2005
- Sano, E.E.; Assad, E.D.; Orioli, A.L. **Monitoramento da ocupação agrícola**. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. Sistemas de Informações geográficas – Aplicações na Agricultura. 2a edição – Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998a. p.179-190.
- Sano, E.E.; Assad, E.D.; Moreira, L. et al. **Estruturação de dados geoambientais no contexto municipal**. In: Assad, E.D.; Sano, E.E. Sistemas de Informações geográficas – Aplicações na Agricultura. 2a edição – Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998b. p. 39-158.
- Venturieri, A.; Santos, J.R. 1998. **Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal**. In: Assad, E.D. et al. Sistemas de informações geográficas: aplicação na agricultura. Brasília: EMBRAPA.
- Weber, E.; Fontana, D.C.; Ducati, J. et al. Comparação entre resultados de classificação de imagens LANDSAT e CBERS para estimativa de área cultivada com soja no planalto do Rio Grande do Sul In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia: INPE, 2005. **Anais...** Goiânia. p. 321-328. CD-ROM.
- WIKIPEDIA, 2006.
Disponível em: <http://www.wikipedia.org/wiki>. Acesso em: 19/05/2006.