

ANÁLISE DE QUATRO ANOS DO BANCO DE IMAGENS NOAA14-AVHRR DO ESTADO DE SÃO PAULO

RENATO FRANCISCO DOS SANTOS JUNIOR¹

RICARDO GIACOMELLO¹

VALMIR MASSAFERA JUNIOR¹

JURANDIR ZULLO JUNIOR²

JANSLE VIEIRA ROCHA¹

RUBENS LAMPARELLI²

¹ FEAGRI – Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6011 – 13083-970 – Campinas – SP, Brasil
fchapada@hotmail.com
{ricardog, valmir, jansle}@agr.unicamp.Br

² CEPAGRI – Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6011 – 13083-970 – Campinas – SP, Brasil
{jurandir, rubens}@cpa.unicamp.br

Abstract. The main goal of this study was to analyse NOAA14-AVHRR images from the CEPAGRI/UNICAMP database, from January 1996 to December 1999, regarding cloud cover over the São Paulo State region, with the objective of generating NDVI. A total of 148 images with 30% or less cloud cover were selected and can be used to the purpose of crop monitoring and crop yield estimates.

Keywords: remote sensing, image processing, yield estimates, NOAA-AVHRR

1. Introdução

As imagens de satélite têm sido largamente utilizadas para as mais diversas finalidades em atividades agrícolas como, por exemplo, a identificação e estimativa das áreas ocupadas por culturas, monitoramento de pragas, doenças e estimativas de safras. O sensoriamento remoto orbital também apresenta extensa utilização no monitoramento de recursos naturais (Sociedade Nacional de Agricultura, 2001).

Os satélites do sistema AVHRR/NOAA (Advanced Very High Resolution Radiometer-National Oceanic and Atmospheric Administration) operam em órbita polar e heliosíncrona, observando todos pontos da superfície terrestre localizados entre os paralelos 78°N e 78°S. Possuem o período orbital de aproximadamente 102 minutos, realizando 14,1 órbitas por dia (Kidwell, 1995). Cada plataforma AVHRR/NOAA está programada para realizar duas passagens diárias, uma diurna e outra noturna, sobre um mesmo ponto da superfície terrestre, conferindo-lhe alta frequência temporal de aquisição de imagens, que é importante em aplicações como o monitoramento de áreas agrícolas e a estimativa de produtividade. Encontra-se em operação, atualmente, os satélites NOAA-12, NOAA-14, NOAA-15, NOAA-16 e NOAA-17. No total, são recebidas pelo menos dez imagens por dia, sendo cinco diurnas e cinco noturnas.

O sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) possui cinco bandas espectrais, sendo uma no visível (580nm a 680nm), uma no infravermelho próximo (725nm a 1.100nm), uma no infravermelho médio (3.550nm a 3.930nm) e duas no infravermelho distante (10.300nm a 11.300nm, 11.500nm a 12.500nm). A disponibilidade de bandas relativamente estreitas nas faixas do visível e infravermelho próximo permite calcular o índice de vegetação NDVI com boa precisão a partir de imagens diurnas do AVHRR/NOAA.

O ângulo de varredura do sensor AVHRR vai de $+55,4^\circ$ até $-55,4^\circ$, correspondendo a uma cobertura, na superfície, de uma faixa com aproximadamente 2.700km de largura. O campo de visada instantânea (IFOV) vai de 1,39mrad até 1,51mrad, fazendo com que a resolução na superfície seja de 1,1km no nadir (Almeida, 1996).

O CEPAGRI/UNICAMP opera um sistema de recepção de imagens do AVHRR/NOAA desde dezembro de 1994. A partir de abril de 1995, todas imagens recebidas começaram a ser gravadas em fitas magnéticas e cd-rom, constituindo um dos maiores e principais bancos de imagens do AVHRR/NOAA no Brasil e América do Sul, com mais de 20.000 imagens gravadas em 7 anos de funcionamento. As imagens estão, portanto, disponíveis no CEPAGRI/UNICAMP num formato particular do equipamento de recepção. Como este formato não é processado pelos principais sistemas de tratamento de imagens disponíveis atualmente, utilizou-se um programa de conversão para o formato padrão da NOAA (“Level-1B”).

As imagens do AVHRR/NOAA têm 2.048 colunas e um número de linhas que varia com a passagem, sendo 3.000 em média. São utilizados 10 bits por pixel, correspondendo a 1.024 níveis de cinza, em cada um dos cinco canais. Isto é interessante em termos radiométricos, devido ao aumento do número de níveis de cinza, mas traz um complicador no processamento das imagens, pois o número de bits por pixel (10) não é múltiplo de oito. Alguns sistemas de processamento de imagens optam pela redução do número de bits por pixel para oito, perdendo em resolução radiométrica, ou então utilizam dois bytes para armazenar o valor do pixel, gastando mais espaço que o necessário pois deixam seis bits livres por pixel. A opção, neste trabalho, foi a utilização da resolução radiométrica completa, com 10 bits por pixel, armazenada no formato Level-1B que é otimizado e não desperdiça espaço de armazenamento. O tamanho médio de uma imagem com cinco bandas e 10 bits/pixel, em formato “Level-1B”, é da ordem de 70MB.

O uso de satélites NOAA-AVHRR para fins agrícolas foi impulsionado na década de 90, pela utilização da estimativa de índice de área foliar, radiação fotossinteticamente ativa e da biomassa. A grande resolução temporal das imagens, a possibilidade de cálculo de índices de vegetação a partir das bandas espectrais disponíveis, a resolução espacial adequada para áreas extensas, a possibilidade de montagem de uma série temporal de dados e a facilidade de obtenção de imagens são os fatores que têm incentivado a utilização das imagens do AVHRR/NOAA em aplicações relacionadas ao monitoramento de superfícies vegetais, incluindo a previsão da produtividade de culturas agrícolas. De fato, o United States Geological Survey (USGS), gera mapas semanais de variabilidade da vegetação, denominados de “greenness”, que contêm informações sobre a saúde e vigor da vegetação. A vegetação saudável geralmente é considerada como um indicador de circunstâncias climáticas e ambientais favoráveis, sendo que sob condições de adversidade, tais como secas, ocorre menor produtividade (United States Geological Survey, 2001). A combinação destes mapas de “greenness”, com observações meteorológicas simultâneas, permite realizar estimativas de safras futuras em condições semelhantes às registradas pelos dados históricos. O enriquecimento deste banco de dados com o passar dos anos aumenta a precisão do modelo de estimativa da produtividade deixando-o mais robusto uma vez que contem situações distintas tais como seca, excesso de chuvas, temperaturas elevadas, frio e períodos típicos.

Em estudos realizados pelo Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, empregaram-se imagens LANDSAT para a estimativa de áreas plantadas com soja e milho e imagens NOAA para estimativa de rendimento dessas culturas. Os resultados demonstraram boas possibilidades de aplicação da metodologia para levantamentos da produção de soja em curto prazo, necessitando-se porém, de pesquisa mais aprofundada (Fontana et al. 2001).

A tecnologia de sensoriamento remoto vem evoluindo rapidamente, com a disponibilização de sensores com alta resolução espectral, espacial e temporal. Esses sensores poderão, dentro de pouco tempo, modernizar o método de estimativa de safras com expressivos ganhos econômicos, além de rapidez e maior acurácia.

2. Metodologia Adotada.

Foram analisadas imagens do satélite NOAA14, sensor AVHRR, nas faixas do espectro do visível e infravermelho, para cobertura do Estado de São Paulo, no período de janeiro de 1996 a dezembro de 1999. As imagens fazem parte do acervo de 07 anos de imagens com cobertura diária do Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura (CEPAGRI), da Unicamp, gravadas em fitas magnéticas até 1997, e a partir desse período em Cd-rom.

O desenvolvimento inicial do trabalho consistiu na extração de imagens diurnas do AVHRR/NOAA-14 adquiridas no período de interesse, gravadas em fitas magnéticas, e gravá-las em cd-rom para os processamentos seguintes. A gravação em fitas magnéticas era a forma viável de realização do “backup” de dados existente na época (até 1997). A migração para cd-rom trouxe maior agilidade aos tratamentos subseqüentes e permitindo manter com maior segurança os dados do banco de imagens. A experiência adquirida nesta operação será útil na organização de todo banco de imagens do AVHRR/NOAA no CEPAGRI/UNICAMP. As imagens foram processadas com a utilização de programas desenvolvidos no próprio CEPAGRI/UNICAMP e com o sistema de processamento de imagens ENVI 3.5. Todas imagens gravadas no CEPAGRI/UNICAMP contêm as cinco bandas espectrais do AVHRR/NOAA, 10 bits por pixel, 2.048 colunas e pelo menos 3.000 linhas. Isto corresponde a um tamanho médio de 70MB por imagem.

As imagens, gravadas originariamente num formato particular do sistema de recepção, foram convertidas para o formato “Level-1B” através de um programa desenvolvido em Fortran-IV no próprio CEPAGRI/UNICAMP para microcomputadores pessoais, pelo pesquisador Jurandir Zullo Junior, em 2001.

As imagens convertidas foram processadas individualmente, no sistema de tratamento de imagens ENVI 3.5, visando avaliar a quantidade de cobertura nebulosa sobre o Estado de São Paulo e o ângulo de visada do satélite na passagem. Foram consideradas adequadas imagens contendo todo o Estado de São Paulo e que possuíssem menos que 30% de cobertura de nuvens sobre o Estado. Este processamento foi inicialmente manual, mas pretende-se, com a experiência adquirida durante sua realização, propor uma forma semi-automática de tratamento que o agilize. Foi realizado, ao final da seleção, um levantamento da porcentagem de imagens úteis, visando orientar a utilização futura das imagens do AVHRR/NOAA em aplicações de monitoramento. A cobertura de nuvens foi avaliada através da visualização da banda 4 do AVHRR.

3.0 Resultados obtidos

Foram analisadas 661 imagens, das quais 148 foram consideradas passíveis de utilização por possuírem cobertura de nuvens igual ou inferior a 30% da área do Estado de São Paulo (**figura 1**) e 513 foram descartadas por possuírem cobertura de nuvens superior a 30% (**figura 2**).

O critério para eliminação das imagens com cobertura de nuvens superior a 30% foi adotado em razão do sombreamento dos pixels, que proporciona um “mascaramento” do valor de NDVI. Esse parâmetro tem sido utilizado com sucesso na estimativa de produtividade em diversas culturas (Taylor et al, 1998; QI et al., 1994).

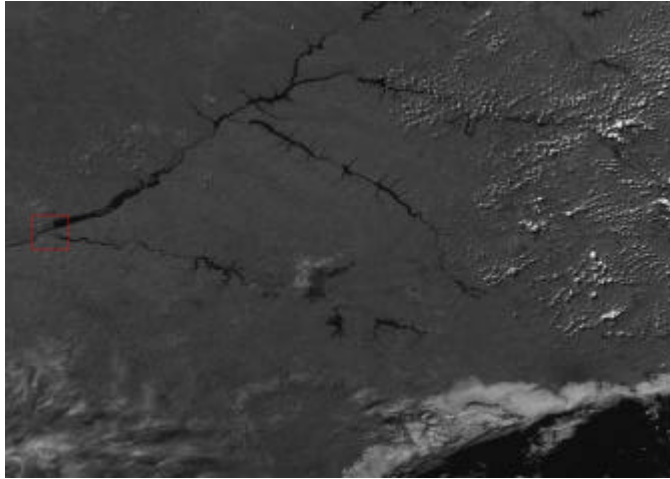


Figura 1. Imagem do Estado de São Paulo tomada pelo satélite NOAA14-AVHRR, no dia 29 de julho de 1999, com cobertura de nuvens inferior a 30%.

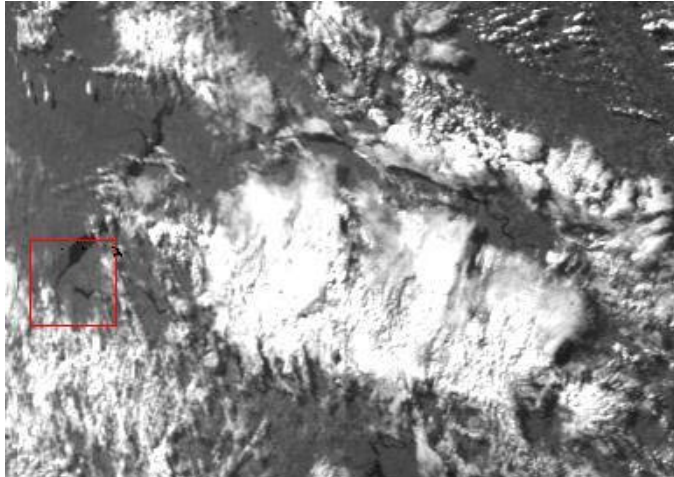


Figura 2. Imagem do Estado de São Paulo tomada pelo satélite NOAA14-AVHRR, no dia 28 de julho de 1999, com cobertura de nuvens superior a 30%.

Foi observada a distribuição, ao longo dos meses do ano, das imagens consideradas passíveis de utilização, no período abordado neste estudo. O resultado é apresentado na **Figura 3**.

Observou-se que no período do ano com histórico de volume de precipitação elevado, conhecido como “período das águas” (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março), ocorreu aproveitamento menor de imagens (73,9%), comparativamente aos meses denominados de “período da seca” (demais meses do ano), com aproveitamento de 26,08%. Este fato já era esperado em função do grande acúmulo de nuvens, característico do período das águas. Como conseqüência, o acompanhamento das culturas anuais, cultivadas, em sua maioria, nos meses de maior nebulosidade, é dificultado. No entanto para culturas perenes, que persistem o ano inteiro no campo, esse problema é sensivelmente minimizado.

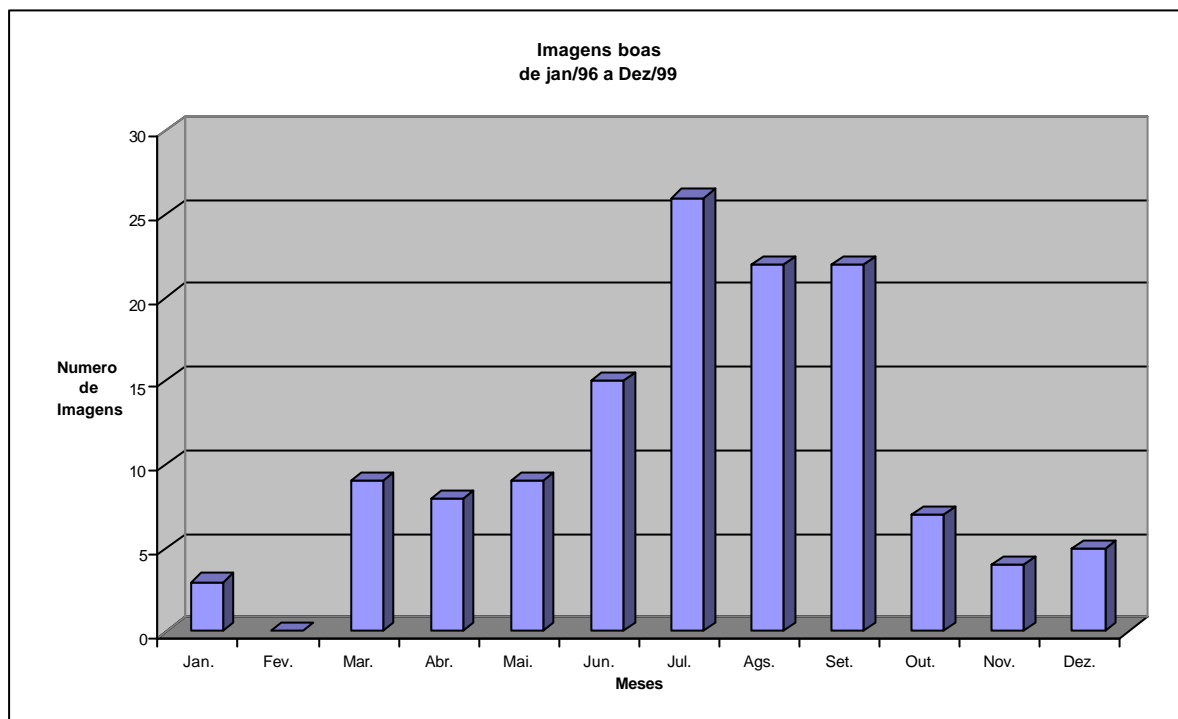


Figura 3. Número de imagens NOAA14-AVHRR do Estado de São Paulo, com cobertura de nuvens igual ou inferior a 30%, segundo avaliação visual, no período de janeiro de 1996 a dezembro de 1999.

As imagens com cobertura de nuvens menor ou igual a 30%, foram gravadas em Cd-Rom e estão sendo utilizadas como material de pesquisa do Grupo de Estudos em Geoprocessamento da FEAGRI/UNICAMP. As demais permaneceram arquivadas no banco de dados NOAA-AVHRR do CEPAGRI/UNICAMP para eventual uso em um novo sistema de banco de dados matricial, por pixel.

3.1 Aplicação.

As imagens selecionadas serão utilizadas para estudos de estimativa de safras agrícolas para o Estado de São Paulo.

Bibliografia

- ALMEIDA, C.A.S. Estimativa da temperatura de superfície cultivada com trigo (*Triticum aestivum* L.) usando dados NOAA-14/AVHRR. Dissertação de mestrado, FEAGRI/UNICAMP, 101p, 1996.
- FONTANA, D.C., WEBER, E., DUCATI, J., FIGUEIREDO, D.C., BERLATO, M.A., BERGAMASCHI, H. Monitoramento e previsão de safras no Brasil. Disponível em <<http://www.delmonio.ecologia.ufrgs.br/idrisi/artigos/safras>> acessado em 27/nov de 2001.
- KIDWELL, K.B. NOAA Polar Orbiter Data. Users Guide. NOAA/NESDIS/OSDPD, Washington, D.C., USA, 1995,296p.
- QI, J.; CHEHBOUNI, A.; HUETE, A.R.; KERR, Y.H.; SOROOSHIAN, S. A modified soil adjusted vegetation index. Remote Sensing of Enviroment, v. 48, p. 119-126, 1994.
- SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Monitoramento orbital para estimativa de colheitas. Disponível em <<http://www.snagricultura.org.br/>> acesso em 27/nov. de 2001.
- TAYLOR, J.C.; THOMAS, G.; WOOD, G.A. Mapping yield potential with remote sensing. In: Proceedings of the First European Conference on Precision Agriculture, J.V. Stafford, (Ed.), London, SCI, v.2, p.713-72, 1998.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Explanation and Information. Disponível em <<http://edc.usgs.gov/greenness/index.html>> acesso em 27/nov. de 2001.