

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE IMAGENS AVHRR/NOAA-14 PARA O MONITORAMENTO DE ESTIAGEM NO ESTADO DE SÃO PAULO

Wander José PALLONE FILHO<sup>1</sup>, Jurandir ZULLO JUNIOR<sup>2</sup>, Eduardo Delgado ASSAD<sup>3</sup>, Hilton Silveira PINTO<sup>2</sup>, Rubens Augusto de Camargo LAMPARELLI<sup>2</sup>, Jansle Vieira ROCHA<sup>4</sup>

### Introdução

Alguns pesquisadores propuseram índices agroclimáticos para acompanhar e monitorar a seca, os quais são obtidos baseados em séries temporais de precipitação e outras informações registradas por postos meteorológicos. Sendo assim, a utilização desses índices no monitoramento da seca será tão abrangente do ponto de vista espacial quanto maior for a densidade de distribuição das estações meteorológicas.

Vários métodos de estimativa de precipitação baseados em imagens de satélites meteorológicos têm surgido nos últimos anos. Uma das dificuldades associadas a aplicação desses métodos é a discriminação entre nuvens precipitantes e não-precipitantes, conforme atestam estudos de CAVALCANTI et al. (1992) envolvendo a aplicação da técnica CST (Convective Stratiform Technique), desenvolvida por ADLER e NEGRI (1988), para análise de "texturas" (nuvens precipitantes, nuvens não-precipitantes e superfície) em imagens METEOSAT. Além dessa, outra grande limitação desses métodos de estimativa refere-se à precisão na quantificação das precipitações, que de maneira geral é insatisfatória.

Sendo assim, propõe-se neste trabalho o desenvolvimento de um método para monitoramento de estiagem, fundamentado na análise de imagens livres de nuvens, visando contornar além das dificuldades quanto à discriminação entre nuvens precipitantes e não-precipitantes, também as dificuldades envolvidas na quantificação das precipitações.

JACKSON et al. (1983), analisando diferentes índices de vegetação, verificou que os índices de vegetação *Ratio*, obtido pela razão entre a reflectância do infravermelho próximo e o vermelho, e o *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*), obtido pela razão entre a diferença e a soma das reflectâncias do infravermelho próximo e do vermelho, são bastante sensíveis a variações de umidade da superfície, sendo o *NDVI* menos sensível à influência da turbidez atmosférica.

ASSAD et al. (1996) estabeleceu correlações entre a precipitação e o *NDVI*, além de para outros locais em trabalhos anteriores, também para os cerrados brasileiros. Trabalhando com imagens AVHRR/NOAA, para o período de agosto de 1981 a junho de 1991, concluiu que esse índice de vegetação evidencia a lógica espacial da distribuição pluviométrica daquela região estudada.

No presente trabalho, objetivou-se estudar a influência da precipitação na evolução dos índices de vegetação *Ratio* e *NDVI*, visando poder utilizá-los para o monitoramento de estiagem.

### Material e Métodos

Os registros diários de precipitação correspondentes às estações meteorológicas do Estado de São Paulo, para o mês de fevereiro de

1999, foram obtidos junto ao Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIAGRO) do Instituto Agronômico (IAC).

As imagens AVHRR/NOAA-14 utilizadas para o mês de fevereiro de 1999, integram o banco de dados do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI/UNICAMP).

As imagens AVHRR/NOAA-14 referentes ao período estudado foram convertidas de seu formato original (bruto) para o formato padrão Level-1B. Nesse processo são agregadas à estrutura de cada arquivo imagem, informações de posição. Cada linha de uma imagem formato Level-1B permite o armazenamento de até 51 coordenadas geográficas, valores de latitude e longitude. Essas informações auxiliam em muito o processo de georreferenciamento, uma vez que possibilita sua realização de maneira semi-automática.

Foi constatado em muitas imagens desse período um grande percentual de cobertura por nuvens, tendo-se encontrado em alguns dias, imagens abrangendo o Estado de São Paulo totalmente coberto por nuvens. Isso já era esperado uma vez que esse estudo foi realizado durante o verão, período em que as precipitações no Brasil ocorrem, tipicamente, em consequência de nuvens formadas no final de tarde quando também são geradas as imagens correspondentes ao sensor NOAA-14. Nos casos de cobertura total foi necessário o descarte das imagens correspondentes.

A excessiva presença de ruídos, como também, imagens muito distorcidas em função de grandes ângulos de visada do sensor durante o imageamento, o que gera imagens abrangendo apenas uma pequena parte do Estado de São Paulo, foram outros motivos que ocasionaram o descarte de imagens. Baseado nesses critérios foram selecionadas 16 imagens correspondentes a 16 dias do mês de fevereiro de 1999 passíveis de serem utilizadas nesse trabalho.

Uma análise cuidadosa após a realização dos georreferenciamentos permitiu averiguar nas imagens, distorções de posição máximas de 2 pixels ( $\approx 2\text{km}$ ). Em função disso e pelo fato de que na posição das estações meteorológicas as informações de precipitação (estações de superfície) e as orbitais (radiométricas) seriam comparadas. Julgou-se relevante considerar as informações radiométricas, como a média representativa de uma janela 3x3 pixels com o pixel central da janela coincidindo com a localização provável de cada estação meteorológica nas imagens.

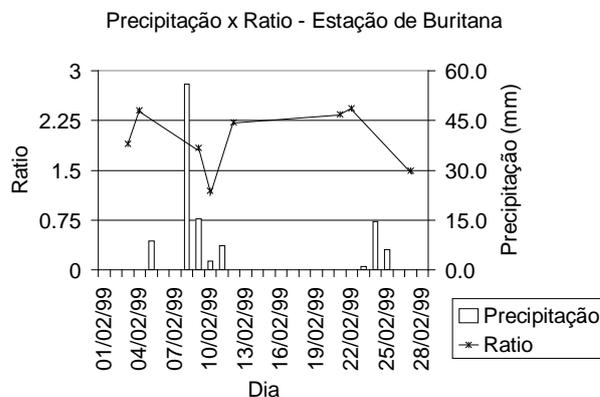
Sendo assim, para cada estação meteorológica procedeu-se a extração dos níveis de cinza em cada uma das 16 imagens selecionadas. Essas informações foram extraídas para os canais 1 e 2 do sensor AVHRR/NOAA-14, compreendendo as regiões espectrais do vermelho e infravermelho próximo, respectivamente.

De posse das informações de precipitação e de níveis de cinza, foi possível organizá-las e

estruturá-las de modo que foi possível estudar a influência da precipitação na evolução dos índices *Ratio* e *NDVI*, como, por exemplo, para a Estação Meteorológica de Buritana, cujos resultados são apresentados a seguir.

### Resultados Obtidos e Discussão

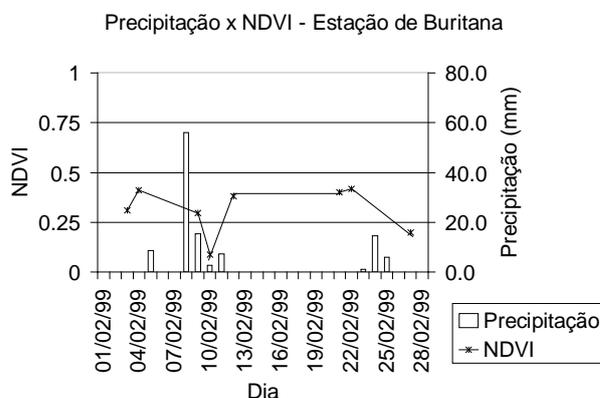
Para a obtenção dos índices *Ratio* e *NDVI* realizou-se a calibração radiométrica das imagens.



**Figura 1.** A influência da precipitação na evolução do *Ratio*, no mês de fevereiro de 1999, para a estação de Buritana.

Conforme observa-se na Figura 1 apresentada anteriormente, pode ser observado que a ocorrência de precipitações nos dias 05, 08 e 09 acarretaram na diminuição do *NDVI* verificada entre os dias 03 e 09, e também entre os dias 09 e 10, assim como as precipitações ocorridas nos dias 24 e 25 acarretaram na diminuição do *NDVI* verificada entre os dias 22 e 27, e também entre os dias 23 e 25. A ausência de precipitações entre os dias 22 e 27 foi bem representada pelo *NDVI* que praticamente permaneceu constante nesse mesmo período.

Na Figura 2 da mesma forma que para o *NDVI* (Figura 1), a ocorrência de precipitações nos dias 05, 08 e 09 influenciaram na diminuição do *Ratio* verificada entre os dias 03 e 09, e também entre os dias 09 e 10. Assim como, as precipitações ocorridas nos dias 24 e 25 influenciaram na diminuição do *Ratio* verificada entre os dias 22 e 27. Entre os dias 12 ao 22, o fato do *Ratio* ter permanecido praticamente inalterado reflete a ausência de precipitações nesse período.



**Figura 2.** A influência da precipitação na evolução do *NDVI*, no mês de fevereiro de 1999, para a estação de Buritana.

### Conclusões

Foi possível a partir de imagens AVHRR/NOAA-14 sequenciais, acompanhar a evolução temporal dos registros das bandas 1 e 2, e conseqüentemente dos índices *Ratio* e *NDVI*, derivados a partir dessas, e com isso, verificar a influência da ocorrência de precipitações nessa evolução.

Verificou-se que o índice *Ratio* em relação ao *NDVI*, mostrou-se mais sensível à influência das precipitações ocorridas no período estudado.

Pode-se afirmar que pelo acompanhamento da evolução dos índices *Ratio* e *NDVI*, derivados do sensor AVHRR/NOAA-14, foi possível detectar a ocorrência de precipitações superiores a 10 mm, desde que ocorridas entre imagens disponíveis não muito distantes no tempo (dias).

### Referências Bibliográficas

Adler, R.F.; Negri, A.J. A satellite Infrared Technique to Estimate Tropical Convective and Stratiform Rainfall. *J. of Climate Applied Meteorology*, v.27 n.1, p.30-51, 1988.

Assad, E.D.; Castro, L.H.R.; Almeida, S.A.O. Análise Exploratória da Variação Espaço Temporal do Índice de Vegetação NOAA/AVHRR e Pluviometria: Caso dos Cerrados Brasileiros. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador, *Anais...*, Salvador-BA, 1996. (CD-ROM).

Cavalcanti, E. P.; Ceballos, J.C.; Valadão, C. E. A. Análise de Textura em Imagens METEOSAT Visando Aplicação da Técnica CST. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7., 1992, São Paulo, *Anais...*, São Paulo, 1992. p.117-121.

Jackson, R.D.; Slater, P. N.; Pinter Jr, P. J. Discrimination of Growth and Water Stress in Wheat by Various Vegetation Indices Through Clear and Turbid Atmospheres. *Remote Sensing of Environment*, New York, NY, v.13, p.187-208, 1983.