

## Correlação entre GVI e elementos agrometeorológicos

*Denise Cybis Fontana<sup>1</sup>*  
*Moacir Antonio Berlato<sup>1</sup>*  
*Homero Bergamaschi<sup>1</sup>*  
*Vitor Haertel<sup>2</sup>*  
*Laurindo Guazzelli<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> UFRGS - Faculdade de Agronomia

Caixa Postal 776, 91540000, Porto Alegre, RS, Brasil

{dfontana,mberlato, homerobe @vortex.ufrgs.br}

<sup>2</sup> UFRGS - Centro Est. de Pesq. em Sens. Remoto e Meteorologia

Caixa Postal 15044, CEP 91501970, Porto Alegre, RS, Brasil

**Abstract.** From all the satellite generated parameters, the global vegetation index (GVI) is the most appropriated to estimate agrometeorological elements at regional level. The estimation is done in an indirectly way, since GVI index is related to biomass conditions and it is the resultant of the meteorological conditions that the vegetation is submitted during its growth and development. The main objective of this paper was to evaluate the possibility of using GVI to estimate agrometeorological elements in the state of Rio Grande do Sul. A temporal series of meteorological elements and GVI images were used from 1982 to 1986. A simple correlation analysis between GVI and agrometeorological elements was studied in periods of one, two, three and six months. In the north-east portion of the state we verified the best coefficients, being the best correlated those involving an hidric factor during the critical period to spring-summer crops.

**Key words.** GVI, AVHRR, agrometeorological elements.

### Introdução

O estado do Rio Grande do Sul ocupa um papel de destaque na produção agrícola nacional, contribuindo, em média, com 25% da produção brasileira de grãos. Os elementos meteorológicos, especialmente os relacionados com as condições hídricas, são os principais determinantes da variabilidade dos rendimentos das culturas de primavera-verão no Estado (Berlato, 1992).

Mesmo sendo o conhecimento dos elementos meteorológicos de grande relevância para a agricultura, sabe-se que é limitado o número de estações meteorológicas existentes no Estado, tornando-se necessário buscar formas de estimar algumas dessas variáveis. Uma possibilidade de estimativa é através da utilização de sensoriamento remoto orbital, usando os denominados índices de vegetação.

Os índices de vegetação são obtidos a partir de razões ou transformações de valores de reflectância da vegetação, sendo sensíveis indicadores da presença e condição da vegetação (Baret e Guyot, 1991). A hipótese básica para o estabelecimento de relações entre os índices de vegetação e os elementos agrometeorológicos se fundamenta no fato de que o crescimento e desenvolvimento vegetal são resultantes das condições meteorológicas às quais a vegetação é

submetida e que, portanto, é possível estimar alguns elementos meteorológicos a partir da condição da vegetação e, em última instância, dos índices de vegetação.

Dentre os parâmetros gerados a partir de satélites, o índice de vegetação global (GVI) é o mais apropriado para fazer estimativas de alguns elementos meteorológicos em escala regional. Esta singularidade se deve a características como cobertura diária global da Terra, disponibilidade de bandas espectrais próprias ao monitoramento da vegetação e ao pequeno volume de dados gerados (baixa resolução espacial).

Diversos autores têm demonstrado uma boa associação entre GVI e as variáveis agrometeorológicas, principalmente, em condições de clima semi-árido (Justice et al., 1985; Malingreau, 1986; Masseli et al., 1992), mas também para outras regiões do globo (Cihlar et al., 1991; Deblonde e Cihlar, 1993).

Em condições brasileiras, no estado de Minas Gerais, Assad et al. (1988) verificaram um coeficiente de correlação de 0,74 entre GVI e a precipitação pluvial, utilizando 255 estações pluviométricas de superfície. Bastista et al. (1993) observaram que os valores de GVI maiores ocorreram nos anos de maior precipitação para os vários tipos de cobertura estudados (floresta, caatinga e cerrado).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a possibilidade de utilização do GVI para a estimativa de elementos agrometeorológicos nas condições climáticas do estado do Rio Grande do Sul.

### Material e Métodos

O estado do Rio Grande do Sul localiza-se no extremo sul do Brasil, sendo delimitado pelas latitudes 27°04'49"S e 33°44'22"S e longitudes 49°42'22"W e 57°38'34"W. Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o Estado apresenta apenas dois tipos climáticos, Cfa e Cfb.

Os dados meteorológicos utilizados neste trabalho foram provenientes de 28 estações da rede de estações agrometeorológicas da Fundação de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO/SCT-RS), referentes ao período 1981 a 1986.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), em nível mensal, foi determinada através da equação de Penman(1956), sendo o saldo de radiação estimado a partir da radiação solar global (Bergamaschi e Guadagnin, 1987). A partir dos dados de precipitação pluvial e de ET<sub>o</sub> foram calculados os balanços hídricos meteorológicos sequenciais em nível mensal (Thornthwaite e Mather, 1955), utilizando uma capacidade de armazenamento de água disponível no solo de 100mm. A evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) foi obtida como variável derivada do balanço hídrico meteorológico.

Para o mesmo período, foi utilizada uma seqüência de imagens semanais do índice de vegetação global (GVI) obtida a partir do sensor AVHRR ("Advanced Very High Resolution Radiometer") a bordo do satélite NOAA ("National Oceanic and Atmospheric Administration"), doadas pelo "Joint Research Center", com as correções atmosférica e geométrica já introduzidas.

Os valores de contador digital dos "pixels" (NC), extraídos da seqüência de imagens, foram transformados em valores de índice de vegetação (GVI) utilizando a seguinte equação (Kidwell, 1990):

$$GVI = [(240 - NC)/350] - 0,05 \quad (1)$$

A navegação das imagens foi feita utilizando um algoritmo de transformação por polinômio de segundo grau (Leitão, 1994). Tomando cada uma das 28 estações agrometeorológicas como um ponto amostral, foram extraídos os valores dos contadores digitais de uma vizinhança composta pelos 8 "pixels" mais próximos, cujo "pixel" central localizava-se sobre o ponto amostral e, após, calculada a média aritmética desses

nove valores. Assim, a resolução espacial de cada ponto amostral foi de 45 x 45Km.

Foi efetuada uma análise de correlação simples entre o índice GVI e as variáveis agrometeorológicas originais e derivadas do balanço hídrico, estabelecidas em nível mensal, bimensal, trimensal e estacional (setembro a maio).

Os mapas, representando a distribuição espacial dos coeficientes de correlação através de isolinhas, foram obtidos através do processo de interpolação espacial, utilizando o método conhecido como Kriging.

### Resultados e Discussão

Foram verificadas grandes variações nos valores dos coeficientes de correlação entre locais, variáveis agrometeorológicas e períodos de integração. Entretanto, foi possível observar que, via de regra, as melhores correlações corresponderam a períodos que envolvem os meses de dezembro, janeiro e fevereiro para a razão ET<sub>r</sub>/ET<sub>o</sub> e para a deficiência hídrica. Em geral, nestes meses é máxima a sensibilidade das culturas de primavera-verão aos fatores do meio, especialmente à disponibilidade hídrica. Aliado a isto, nestes meses a probabilidade da precipitação superar a evapotranspiração potencial é inferior a 60% em praticamente todo o Estado (Ávila, 1994), determinando alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e consequentes quebras de safras das culturas produtoras de grãos.

As isolinhas de coeficientes de correlação entre GVI e a relação ET<sub>r</sub>/ET<sub>o</sub> (Figura 1) mostram que as correlações foram crescentes no sentido leste-oeste. Na porção oeste, possivelmente em função da maior homogeneidade em termos de cobertura vegetal, o índice GVI mostrou-se um melhor estimador das condições de biomassa, onde foram observados os maiores coeficientes de correlação, atingindo valores superiores a 0,80.

O índice GVI, portanto, esteve associado a variáveis agrometeorológicas, o que é importante na medida em que é limitado o número de estações meteorológicas e agrometeorológicas de superfície nestas regiões. O índice GVI pode ser utilizado como um estimador, principalmente, das condições hídricas locais.

A abordagem feita neste trabalho considerou, somente, correlações simples entre GVI e variáveis agrometeorológicas. Os dados provenientes do sensor AVHRR/NOAA podem, ainda, ser utilizados para calcular a evapotranspiração máxima a partir da estimativa da radiação solar global e da temperatura máxima, utilizando as bandas espectrais individuais desse sensor (Lagouarde, 1991; Caselles et al., 1992).

### Conclusões

Para as condições climáticas do Rio Grande do Sul, o índice GVI é um indicador indireto das condições meteorológicas às quais as plantas são submetidas durante o seu desenvolvimento. As variáveis melhor correlacionadas são aquelas que envolvem a disponibilidade hídrica durante o período crítico das culturas de primavera-verão (dezembro, janeiro e fevereiro).

### Referências

Avila, A.M.H. Regime de precipitação no estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo. Porto Alegre:UFRGS. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Pós-graduação em Agronomia - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1994.

Assad, E.; Setzer, A.; Moreira, L. Estimativa da precipitação através dos índices de vegetação do satélite NOAA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO,5, 1988, Natal. *Anais...* Natal, INPE. 1988. p.425-29.

Baret, F. & Guyot, G. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environmental*, New York. 1991. v.3, p.161-73.

Batista, G.T.; Shimabukuro, Y.E.; Lawrence, W.T. Monitoramento da cobertura florestal através de índices de vegetação do NOAA-AVHRR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. *Anais....* Curitiba, INPE. p.30-37. 1993.

Bergamaschi, H. & Guadagnin, M.R. *Agroclima da estação experimental agronomica/UFRGS*. Porto Alegre, Não publicado. 1987.

Berlato, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.) *Agrometeorologia aplicada a irrigação*. Editora da Universidade. Porto Alegre, p.11-24. 1992.

Casseles, V.; Delegido, J.; Sobrinho J.A.; Hurtado, E. Evaluation of the Maximum Evapotranspiration over the La Mancha Region, Spain, Using NOAA AVHRR Data. *International Journal of Remote Sensing*, Basingtoke, 1992. v.13, n.5, p.939-46.

Cihlar, J.; ST-Laurent, L.; Dyer, J.A. Relation between the normalized difference vegetation index and ecological variables. *Remote Sensing of Environmental*, New York. 1991. v.35, p.279-98.

Deblonde, G. & Cihlar, J. A multiyear analysis of the relationship between surface environmental variables and NDVI over the canadian landmass. In: *Remote sensing reviews*, United Kingdon, Harwood Academic. 1993. v.7. p.151-77.

Justice, C.O. & Hiernaux P.H.Y. Monitoring the grassland of the Sahel using NOAA AVHRR data: Niger 1983. *International Journal of Remote Sensing*, 1985. v.7, p.1475-97.

Kifwell, K.B.C. *Global vegetation index: user guide*. Washington, US Department of Commerce. 40p. 1990.

Köppen, W. *Climatologia: Con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico, Fondo de cultura economica. 478p. 1948.

Lagouarde, J.P. Use of NOAA AVHRR data combined with an agrometeorological model for evaporation mapping. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke, 1991. v.12, n.9, p.1853-64.

Leitão, R.S. *Astrometeorologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Programa de Pós-graduação em Geodésia, UFRGS. 112f. Dissertação Mestrato em Geodesia. 1994.

Malingreau, J.P. Global vegetation dynamics: satellite observations over Asia. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke. 1986. v.7, p.1121-46.

Masseli, F.; Conese, C.; Petkov, L.; Gilabert, M.A. Environmental monitoring and crop forecasting in the Sahel through the use of NOAA NDVI data. A case study: Niger 1986-89. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke. 1992. v.14, p.3471-87.

Penman, H.L. Evaporation: an introductory survey. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, Wageningen. 1956. v.4, p.9-29.

Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. The water budget and its use in irrigation. *The yearbook of agriculture*, Washington, D.C., 1955:346-58. 1955.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à FEPAGRO pelo fornecimento dos dados meteorológicos, ao Joint Research Center pelo fornecimento das imagens GVI/AVHRR/NOAA e ao Dr. Luiz Mauro Rosa pelas sugestões.



Figura 1. Distribuição dos coeficientes de correlação entre o índice de vegetação global (GVI) e a relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração de referência (ETo), período dezembro, janeiro e fevereiro, 1982-86, no estado do Rio Grande do Sul.