

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE, ATRAVÉS DE IMAGEM DO SATÉLITE AVHRR/NOAA, EM EVENTO DE GEADA AGRÍCOLA, NO PARANÁ

ALEXANDRE RODRIGUES¹, JURANDIR ZULLO JR², PAULO H. CARAMORI³

¹ Físico, CEPAGRI/UNICAMP – SP, E-mail: alexandre2981@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrícola, Pesquisador Dr., Bolsista CNPq, CEPAGRI/UNICAMP – SP, E-mail: jurandir@cpa.unicamp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Dr., Bolsista CNPq, IAPAR/Londrina – SP, E-mail: caramori@iapar.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 02 a 05 de julho 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: A temperatura de superfície é um dos principais parâmetros que podem ser estimados a partir das imagens dos satélites meteorológicos da série AVHRR/NOAA. A absorção atmosférica e a emissividade de superfície são dois dos principais fenômenos que interferem na sua determinação. A metodologia mais empregada na estimativa da temperatura de superfície é baseada na absorção atmosférica diferencial que ocorre nas bandas 4 e 5 do AVHRR/NOAA, sendo denominada de “split-window”. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a correlação entre os valores de temperatura de superfície, estimados a partir das imagens do AVHRR/NOAA, em data com ocorrência de geada agrícola no Paraná, com dados de temperatura do ar registrados em estações meteorológicas de superfície do IAPAR e SIMEPAR. Os modelos testados apresentaram resultados significativos para a região analisada. A geração de mapas de temperatura de superfície pode ser útil em sistemas de alerta de geadas e tem a vantagem de ter uma abrangência espacial maior e mais detalhada que as redes meteorológicas de superfície.

PALAVRAS-CHAVE: “split-window”, emissividade, correção atmosférica

RETRIEVAL OF SURFACE TEMPERATURE USING AN AVHRR/NOAA IMAGE OVER THE STATE OF PARANA AND THE FROST MONITORING

ABSTRACT: Land surface temperature is one of the main data that can be retrieved from AVHRR/NOAA satellite images. Atmospheric absorption and surface emissivity are two factors that affect this retrieval. The methodology commonly used in this case is called “split-windows” and is based on the differential atmospheric absorption between AVHRR/NOAA bands 4 and 5. The main objective of this paper was to assess the correlation between the satellite-based surface temperature and minimum screen temperature for the frost occurred on August, 16th, 1999. Minimum screen temperature data were obtained in weather stations available in Parana. Linear correlations were found between satellite and surface data. The methodology presented here shows a potential to improve frost mapping and monitoring in agricultural areas that is based only in weather stations.

KEYWORDS: split-window, emissivity, atmospheric correction

INTRODUÇÃO: O CEPAGRI/UNICAMP opera um sistema de recepção e tratamento de imagens do satélite meteorológico AVHRR/NOAA desde dezembro de 1994, possuindo um dos maiores acervos de imagens desse sistema no hemisfério sul. Dentre os vários dados que

podem ser obtidos através das imagens do AVHRR/NOAA, a temperatura de superfície é um dos principais devido à sua grande utilidade no monitoramento agrícola, na detecção de queimadas, no acompanhamento do estado da superfície do mar e nos estudos de mudanças climáticas (FERREIRA, 2004). As dificuldades principais relacionadas à determinação da temperatura de superfície através do sensoriamento remoto estão na consideração dos efeitos associados à absorção atmosférica e à emissividade de superfície. A metodologia mais empregada na estimativa da temperatura de superfície é baseada na absorção atmosférica diferencial que ocorre nas bandas 4 e 5 do satélite AVHRR/NOAA, sendo denominada de “Split-window”, com vários algoritmos disponíveis na literatura. Uma aplicação importante da estimativa da temperatura de superfície na agricultura está relacionada ao monitoramento e detecção da ocorrência de geadas agrícolas nos períodos de outono e inverno no centro-sul do Brasil. Por geada agrícola entende-se o processo associado ao decréscimo das temperaturas capaz de causar danos às plantas, não havendo a necessidade do depósito de gelo nas superfícies expostas da vegetação. As geadas prejudiciais ao café são, sem dúvida, um dos eventos que mais preocupam os agricultores e o governo devido aos seguintes fatores: a) trata-se de uma cultura perene que está no campo durante os meses de outono e inverno; b) tem grande importância econômica para o país; c) é cultivada, tradicionalmente, em várias regiões suscetíveis à ocorrência de geadas danosas a ele. No Paraná, o IAPAR desenvolveu uma série de medidas de proteção contra geadas destinadas, principalmente, aos plantios mais recentes (CARAMORI et al., 2005). Além disso, possui um programa de alerta destinado à cafeicultura, em funcionamento há mais de dez anos, que dissemina, gratuitamente, alertas através da internet, telefones, rádios, televisões, jornais, cooperativas e extensão rural, com 48 horas de antecedência. O potencial de benefícios deste sistema é estimado em 40 milhões de reais por ano. Ressalta-se que a utilização operacional das imagens de satélites, como as do AVHRR/NOAA, são quase nulas no Paraná, na estimativa dos danos causados pelas geadas, na detecção do potencial de ocorrência do evento e no acompanhamento da evolução do fenômeno, apesar de toda a contribuição que este tipo de dado pode oferecer para essas aplicações.

MATERIAL E MÉTODOS: A primeira etapa da metodologia consistiu na seleção das equações para o cálculo da temperatura de superfície, dentre as várias que são disponíveis na literatura. Os dois principais critérios de seleção das equações foram: a) adequação e aplicabilidade do método às condições atmosféricas e ambientais do Estado do Paraná, ou seja, a equação proposta na literatura não poderia ser aplicada apenas à região que serviu de base para o seu desenvolvimento e b) possibilidade de aplicação do método a partir dos dados disponíveis na imagem do AVHRR/NOAA. Desse modo, foram selecionadas quatro equações:

- 1) Equação proposta por SOBRINO et al. (1997) e corrigida por QUAIDRARI et al. (2002), denominada de **Sobrinho**;
- 2) Equação apresentada por ULIVIEIRI et al. (1994) e corrigida por QUAIDRARI et al. (2002), denominada de **Ulivieri**;
- 3) Equações propostas por ALMEIDA (1996 e 2001), denominadas, respectivamente, de **Carlos 1** e **Carlos 2**;

Em seguida, selecionou-se uma imagem teste com base nas datas de ocorrência de geadas agrícolas no Estado do Paraná desde 1996. Escolheu-se uma imagem do AVHRR/NOAA-14 adquirida às 16h07 de 15/08/1999 e calculou-se a temperatura de superfície em toda a imagem-teste para cada uma das equações selecionadas. Foram obtidos dados de temperatura do ar em horário próximo ao de aquisição da imagem (16h), junto ao IAPAR e SIMEPAR, em 25 estações meteorológicas localizadas nos seguintes municípios: Cambará, Paranavaí,

Londrina, Maringá, Umuarama, Campo Mourão, Guairá, Palotina, Candido de Abreu, Toledo, Santa Helena, Palmital, Cascavel, São Miguel do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Curitiba, Teixeira Soares, Salto Caxias, Guaratuba, Nova Prata do Iguaçu, Lapa, Foz do Areia, Pato Branco, União da Vitória e Palmas. Os dados de temperatura do ar, obtidos nestas estações, foram correlacionados com os valores de temperatura de superfície, obtidos da aplicação das quatro equações selecionadas (**Sobrino, Ulivieiri, Carlos 1 e Carlos 2**) na imagem-teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As Figuras 1 a 4 apresentam os gráficos com os pontos experimentais e as equações de correlação entre a temperatura do ar e a temperatura de superfície, estimadas pelos métodos de **Ulivieri, Sobrino, Carlos 1 e Carlos 2**, respectivamente.

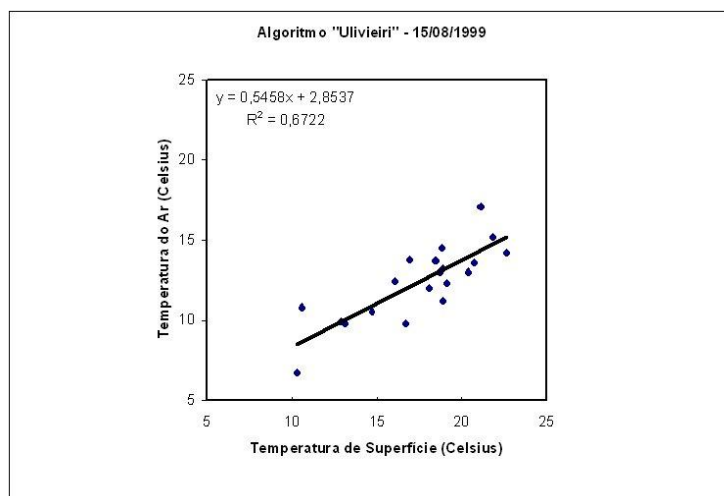


FIGURA 1. Pontos experimentais e equação de correlação entre a temperatura de superfície, estimada pela Equação de **Ulivieri**, e a temperatura do ar, em 15/08/1999.

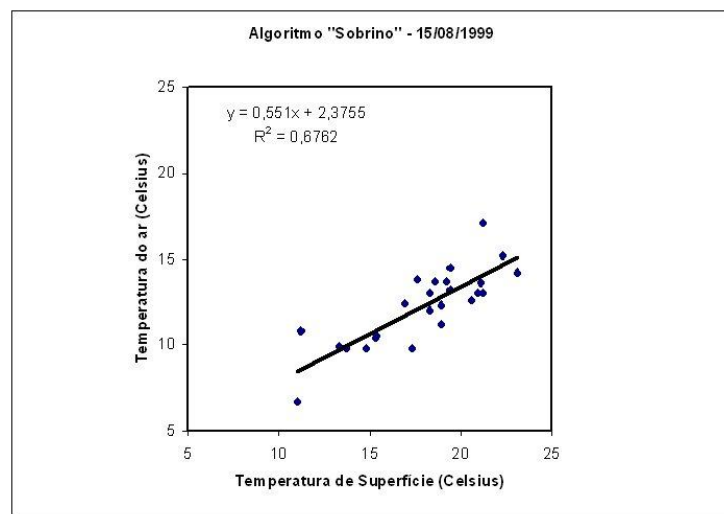


FIGURA 2. Pontos experimentais e equação de correlação entre a temperatura de superfície, estimada pela Equação **Sobrino**, e a temperatura do ar, em 15/08/1999.

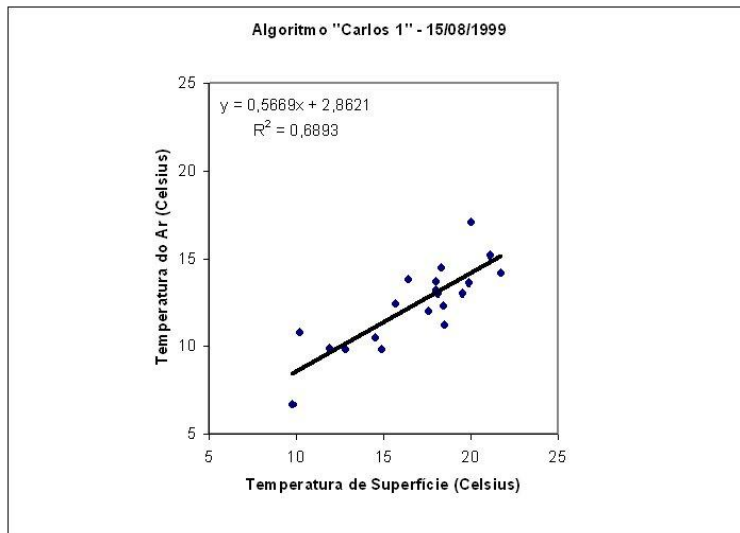


FIGURA 3. Pontos experimentais e equação de correlação entre a temperatura de superfície, estimada pela Equação de **Carlos 1**, e a temperatura do ar, em 15/08/1999.

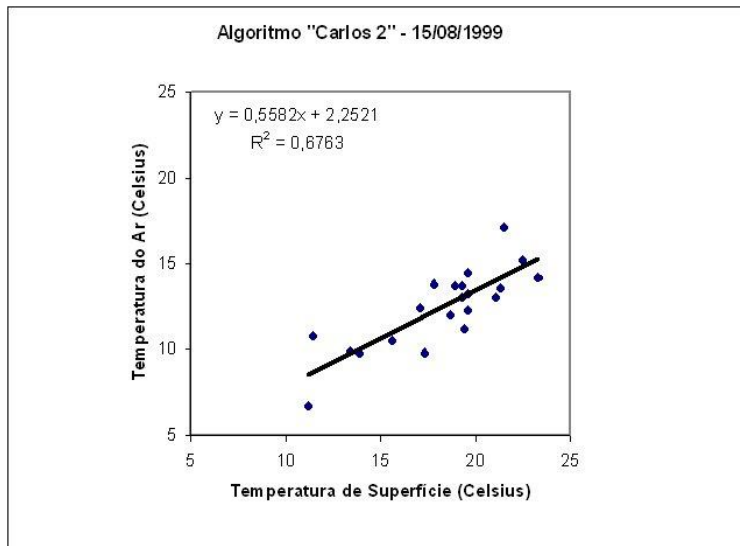


FIGURA 4. Pontos experimentais e equação de correlação entre a temperatura de superfície, estimada pela Equação de **Carlos 2**, e a temperatura do ar, em 15/08/1999.

CONCLUSÕES: Os valores de temperatura de superfície estimados pelos quatro modelos selecionados não diferiram significativamente entre si e apresentaram correlação significativa com os dados das estações meteorológicas de superfície. Os mapas de temperatura de superfície obtidos a partir da imagem do AVHRR/NOAA registraram valores próximos a 10°C às 16h, indicando grande possibilidade de ocorrência de geadas durante a madrugada do dia 16/08/1999, conforme realmente ocorreu. A importância da Paraná na produção agrícola nacional, o grande risco da ocorrência de geadas neste Estado e os resultados obtidos abrem a perspectiva para a inclusão operacional dos dados de sensoriamento remoto no sistema de monitoramento de geadas operado pelo IAPAR e SIMEPAR.

AGRADECIMENTOS: Ao IAPAR e SIMEPAR pela cessão dos dados meteorológicos das estações de superfície utilizados no trabalho e ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica a um dos autores do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.A.S. de. *Estimativa da temperatura de superfície cultivada com trigo (*Triticum aestivum* L.), usando dados NOAA-14/AVHRR*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 1996.

ALMEIDA, C.A.S. de. *Estimativa da temperatura do dossel de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) como subsídio à determinação da evapotranspiração usando dados NOAA/AVHRR*. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2001.

FERREIRA, N.J. (Coordenador) Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

CARAMORI, P. H., MOREIRA, I. A., NACHTIGALL, L. F., ANDROCIOLI FILHO, A., CARNEIRO FILHO, F., FIGUEIREDO, R., DUQUIA, C., COSTA, T.V. da, BORROZZINO, E., GIACOMINI, C.C. *Programa “Alerta Geadas para a Agricultura”*. Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.iapar.br/geadas/sistemageadas.html>. Arquivo capturado em 02 de maio de 2005.

QUAIDRARI, H. GOWART, S. N., CZAJKOWSKI, K. P., SOBRINO, J. A., VERMOTE, E. Land surface temperature estimation from AVHRR thermal infrared measurements: An assessment for the AVHRR Land Pathfinder II data set. *Remote Sensing of Environment*, New York, V.81, n.1, p.114-128, July 2002.

SOBRINO, J.A., RAISSOUNI, N., LOBO, A. Monitoring the Iberian Penninsula land cover using NOAA-AVHRR data. In: GUYOT & PHULPIN (Eds.). *Physical measurements and signatures in remote sensing*. Rotterdam: Balkema, 1997.

ULIVIERI, C., CASTRONOUVO, M. M., FRANCONI, R., CARDILLO, A. A split window algorithm for estimating land surface temperature from satellites. *Advances in Space Research*, V.14, n.3, 1994.