

# APLICAÇÃO DA TERMOMETRIA A INFRAVERMELHO E DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL DIFERENCIAL NA ESPACIALIZAÇÃO DE ÍNDICE DE ESTRESSE HÍDRICO DA CULTURA DO FEIJOEIRO EM ÁREA IRRIGADA POR PIVÔ CENTRAL<sup>1</sup>

Reinaldo Lúcio Gomide<sup>2</sup>, Mauro Koji Kobayashi<sup>3</sup>, Gisela de Avellar<sup>4</sup>

**ABSTRACT** - The objective of this work was the investigation of infrared thermometry and differential global position system (DGPS) application in the spatialization of dry bean crop water stress index (IEHC) in a center pivot irrigated area. An infrared pressure transducer (TTIR) registered crop canopy ( $T_c$ ) and air ( $T_a$ ) temperatures, vapor pressure deficit of the air (DPV), and solar radiation. An equation relating the actual difference  $T_c-T_a$  to the inferior e superior limits of  $T_c-T_a$  was used in the IEHC values computations. A DGPS made possible the positioning of the reading sites of field altimetry,  $T_c-T_a$  difference and crop grain yield and the integration of the data to a geographic information system (SIG). The TTIR showed itself effective in the IEHC mapping and made possible the characterization and analysis of crop water stress and grain yield variability. IEHC values of 0.0 to 0.2 were found in 65.3 % of the irrigated field.

## INTRODUÇÃO

A aplicação da água de irrigação em uma área irrigada geralmente é realizada de maneira uniforme em toda extensão da área com base na reposição de um valor médio de evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>). Com isso, dependendo da disponibilidade de água no solo, parte da área pode receber excesso de aplicação de água e parte menos água que o requerido. Esta prática pode resultar perdas econômicas para os agricultores, como também provocar danos ao meio ambiente, sobretudo devido à lixiviação de nutrientes e agroquímicos. Isso traz a tona um problema que os técnicos e agricultores enfrentam no estabelecimento de estratégias de gerenciamento das áreas irrigadas, a variabilidade espacial e temporal de alguns atributos relacionados ao contínuo solo-planta-atmosfera.

Fotografias aéreas e imagens de satélites têm sido utilizados nos perímetros irrigados para mapeamento de variabilidade de solos e status hídrico de culturas e previsão de safras (GOMIDE, 2001; KOSTRZEWSKI et al., 2002). Outras técnicas de sensoriamento remoto de superfície (WANJURA & UPCHURCH, 2000; KOSTRZEWSKI et al., 2002) têm sido usadas no estudo da variabilidade de status hídrico de culturas por meio de medições da banda espectral do infravermelho termal, baseado na excelente correlação existente entre as temperaturas do dossel da cultura ( $T_c$ ) e do ar ( $T_a$ ) e o estresse hídrico (JACKSON, 1982). Além disso, outros fatores ambientais de clima (déficit de pressão de vapor do ar, saldo de radiação, resistência aerodinâmica e resistência do dossel da cultura) precisam ser considerados para uma boa medida e caracterização dos níveis de estresse hídrico da cultura (JACKSON, 1982; SADLER et al., 2002). Mais recentemente,

métodos para integrar índices de vegetação espectral com temperatura têm sido estudados para estimativas de evapotranspiração de culturas (ET<sub>c</sub>) remotamente (CARLSON et al., 1995).

O presente trabalho teve como objetivo a aplicação da termometria a infravermelho e do sistema de posicionamento global diferencial (DGPS) na espacialização de índice de estresse hídrico da cultura (IEHC) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em área irrigada por pivô central. O estudo visou também integrar os dados de IEHC, altimetria da área e produtividade de grãos a um sistema de informação geográfica (SIG) para acesso, processamento, análise e comparação de mapas gerados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área irrigada por pivô central, da Embrapa Milho e Sorgo, de 38 ha, localizada em Sete Lagoas, MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico. A cultivar de feijão usada foi a Carioca, semeada em 03/07/2002 com o espaçamento de 45 cm, distribuindo-se de 12 a 14 sementes por metro de fileira. A adubação e controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com as recomendações técnicas do cultivo do feijão. O cálculo da lâmina de água aplicada em cada irrigação foi realizado pelo método do tanque classe A, recomendado pela FAO (DOORENBOS & PRUITT, 1977). A colheita foi efetuada em 08/11/2002 e os dados de produtividade da área foram obtidos por meio de uma automotriz, dotada de antena, receptor DGPS e monitor automático de produtividade grãos.

A temperatura do dossel da cultura ( $T_c$ ) foi registrada por meio de um transdutor de temperatura a infravermelho (TTIR), da Everest Interscience, modelo 510B, com ângulo de visada de 1°, faixa de espectro de 8 a 14  $\mu$ m e emissividade de 0,98. As leituras de  $T_c$  foram realizadas aos 74 dias após a semeadura (12/09/2002), estágio fenológico R6 ou floração, no horário de 9 às 16 h, sob condição de céu claro, com o TTIR distanciado de 2 a 3 m dos alvos e o eixo de visada do instrumento formando um ângulo de cerca de 45° em relação a superfície do dossel da cultura. As leituras de  $T_c$  foram realizadas próximo às direções de deslocamento das torres do pivô central. O transdutor, mantido sempre a 1,5 m de altura acima do dossel da cultura, registrou também os valores de temperatura do ar ( $T_a$ ), déficit de pressão de vapor do ar (DPV) e radiação solar. Com o auxílio de um DGPS, via satélite, da Trimble (modelo AG114), de precisão submétrica, foram georreferenciados as áreas de amostragem de leituras do TTIR.

O índice de estresse hídrico da cultura (IEHC) foi calculado com base na equação (JACKSON, 1982):

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelos projetos de Pesquisa Embrapa 12.1999.021-02 e PRODETAB 030-01/1999, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Engenharia de Irrigação e Sensoriamento Remoto Agrícola, Ph.D., Pesquisador III Sênior, Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG (31 3779-1228, gomide@cnpms.embrapa.br).

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Engenharia Agrícola, Prof. UNIMONTES, CP 91, 39440-000 Janaúba, MG.

<sup>4</sup> Geógrafa, M.Sc., Geoprocessamento, Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG.

$$\text{EHC} = 1 - \text{ETr} / \text{ETp} = (dT - dTi) / (dT_s - dTi) \quad (1)$$

em que, ETr e ETp são a evapotranspiração real e potencial da cultura, respectivamente, dT é a diferença  $T_c - T_a$  atual, dTi e dTs são os limites inferior e superior de  $T_c - T_a$ , respectivamente. Estes limites constituíram as linhas básicas não estressada (dTi) e estressada (dTs), ajustadas por meio de equações de regressão que relacionaram a diferença  $T_c - T_a$  com o DPV (IDSO, 1982).

A integração dos dados georreferenciados de elevação, IEHC e produtividade da cultura ao SIG foi realizada com o software SPRING, versão 4.0, para acesso, processamento e análises de variabilidade destes dados na área do pivô.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área irrigada apresenta superfície uniforme, suavemente ondulada, com declividade média de 7,9 % na direção ao eixo leste-oeste e desnível total de 55 m. O diâmetro do pivô é de 696 m.

Os mapas de variação do índice de estresse hídrico de cultura (IEHC) e da produtividade de grãos de feijão na área do pivô central encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente. De um modo geral, os valores de IEHC variaram de 0,0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 em 65,3 % e 15,3 % da área irrigada, respectivamente. A produtividade de grãos variou de 200 a 3000 Kg/ha. As menores produtividades e os maiores IEHC foram encontrados na parte mais elevada (oeste) do pivô (Figuras 1 e 2), devido à baixa uniformidade de distribuição de água nesta região, onde se verificou rendimento de grãos de 200 a 750 Kg/ha e uma variação de IEHC de 0,6 a 1,0, que corresponderam a 4,6 % e 9,8 % da área irrigada, respectivamente. Registrou-se produtividade da ordem de 750 a 1400 Kg/ha e 1400 a 2000 Kg/ha em 53,5 % e 35 % da área irrigada, respectivamente, onde prevaleceram valores de IEHC de 0,2 a 0,4. Apenas 7 % da área irrigada forneceu os maiores rendimentos (2000 a 3000 Kg/ha) com valores de IEHC de 0 a 0,2.

O uso do TTIR e DGPS no registro de dados georreferenciados de DPV do ar e de diferenças de  $T_c - T_a$  mostrou-se eficaz no mapeamento de IEHC da cultura do feijoeiro e possibilitou a caracterização e análise de variabilidade de estresse hídrico da cultura e produtividade de grãos de áreas irrigadas. Os valores ideais de IEHC de 0,0 a 0,2 foram encontrados em 65,3 % da área irrigada.

## REFERÊNCIAS

- Carlson, T.N., W.J. Capehart; R.R. Gillies. A new look at the simplified method for remote sensing of daily evapotranspiration. *Remote Sens. Environ.* 54:161-167, 1995.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. Crop water requirements. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).
- Gomide, R. L. Importância da automação nos sistemas agrícolas irrigados, visando a irrigação inteligente e a agricultura de precisão. In: I Workshop Sobre Aplicações da Técnica de TDR na Agricultura, Unicamp, Campinas, SP, 2001. pp. 1-36.
- Idso, S.B. Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology* 27:59-70, 1982.

- Jackson, R.D. Canopy temperature and crop water stress. In: Hillel, D. Advance in irrigation. New York, Academic Press, v. 1, p.43-85, 1982.
- Kostrzewski, M.; Waller, P.; Guertin, P.; Haberland, J.; Colaizzi, P.; Barnes, E.; Thompson, T.; Clarke, T.; Riley, E.; Choi, C. Ground-based remote sensing of water & nitrogen stress. *ASAE. Trans. of the ASAE* 46(1): 29-38. 2002.
- Sadler, E.J.; Camp, C.R.; Evans, D.E.; Millen, J.A.. Corn canopy temperature measured with a moving infrared thermometer array. *ASAE. Transaction of the ASAE* 45(3): 581-591. 2002.
- Wanjura, D.F.; Upchurch, D.R. Canopy temperature characterization of corn and cotton water status. *ASAE. Transaction of the ASAE* 43(4): 867-875. 2000.

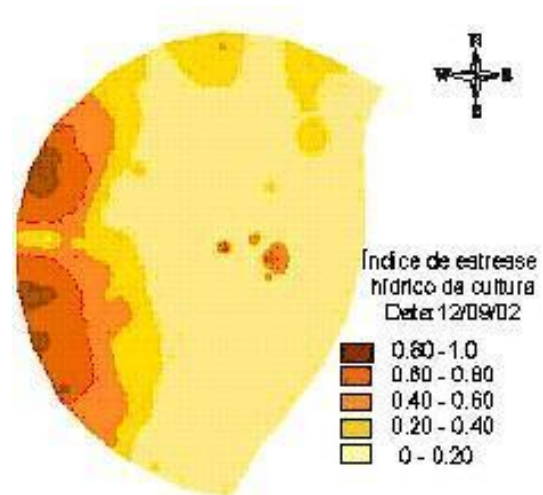


Figura 1. Variação espacial do índice de estresse hídrico de cultura (IEHC) durante a floração do feijão na área do pivô central.

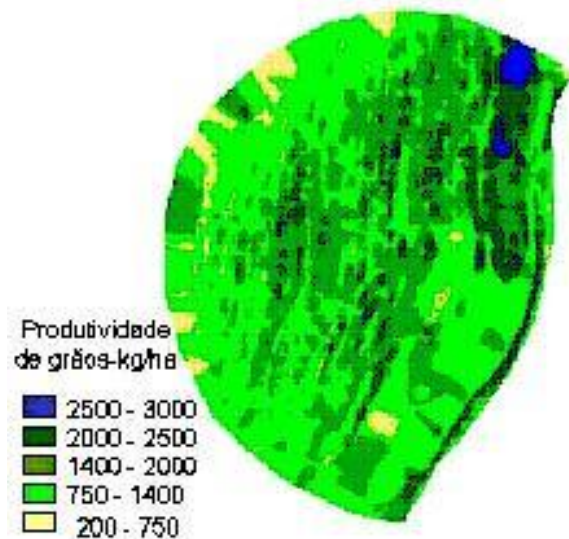


Figura 2. Variação espacial da produtividade de grãos de feijão na área do pivô central.