

INFLUÊNCIA DO ERRO PSICROMÉTRICO NO BALANÇO DE ENERGIA PELA RAZÃO DE BOWEN EM UM PARREIRAL SOB IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

José Monteiro SOARES¹, Pedro Vieira de AZEVEDO², Bernardo Barbosa da SILVA²

1. Introdução

O Balanço de Energia pela Razão de Bowen (BERB), é um método indireto, simples e prático, utilizado para estimativa do fluxo de calor latente (LE), obedecendo certas condições de contorno, o qual tem sido amplamente utilizado por vários pesquisadores (FUSCH & TANNER, 1970; HEILMAN et al., 1989; LOPES et al., 2001). Em regiões semi-áridas, onde as culturas podem ser submetidas a uma diversidade de níveis de estresse hídrico, o gradiente de temperatura (ΔT) pode mostrar-se muito elevado, mas o gradiente de pressão de vapor (Δe) muito baixo. Isto significa que é muito importante obterem-se medições altamente precisas relativas à pressão de vapor (ANGUS & WALTERS, 1984). Uma das maneiras mais simples é por meio do uso de psicrômetros diferenciais, cujos requerimentos de precisão envolvem a manutenção dos bulbos úmidos e limpos e o registro contínuo (FRITSCHEN & GAY, 1979). Contudo, é aceito o uso de termopares bem calibrados, que possam detectar diferenças de temperatura da ordem de 0,05 a 0,2 °C, podendo aumentar a precisão das medições, mas que ainda pode ser bastante melhorada, quando se alterna o posicionamento destes tipos de psicrômetros (FRITSCHEN & SIMPSON, 1989).

ANGUS & WATTS (1984) observaram que o método BERB oferece bons resultados em condições úmidas; no entanto, torna-se impreciso em condições muito secas ou com considerável advecção de energia. HEILMAN et al., (1989) mencionam que a maior exigência desse método é que os gradientes de temperatura e de umidade devem ser medidos dentro da camada limite interna, preferencialmente na camada limite em equilíbrio com a superfície considerada.

O objetivo deste estudo compreendeu a identificação e correção de erros associados a determinação da pressão parcial de vapor e, conseqüentemente, do BERB, em um parreiral consorciado com culturas destinadas a adubação orgânica.

2. Material e métodos

Este estudo foi conduzido no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Embrapa Semi-Árido), localizado em Petrolina-PE (latitude: 09° 09' S, longitude: 40° 22' W; altitude: 365 m), região do Submédio do Rio São Francisco. Segundo a classificação climática de KÖPPEN, essa região apresenta tipo BSW_h' (REDDY & AMORIM NETO, 1983).

Os instrumentos destinados à determinação dos componentes do balanço de energia pela razão de Bowen, foram instalados acima da copa da videira, utilizando uma torre micrometeorológica, como segue: a) um saldo radiômetro modelo REBS para leitura do saldo de radiação (R_n); dois psicrômetros constituídos por termopares de cobre-constantan instalados em dois níveis, 0,50 e 1,80 m acima do topo da copa da videira, para medida das temperaturas do ar em bulbos seco e úmido; um anemômetro de concha Young e dois fluxímetros REBS ligados em série, instalados a 0,02 m de profundidade. Estes instrumentos foram conectados a um datalogger, modelos CR 10X (Campbell Scientific, Inc.) programados para leitura a cada 5 segundos e armazenar médias a cada 15 minutos.

A razão de Bowen (β), que expressa a razão entre os fluxos de calor sensível (H) e de calor latente (LE), é obtida por meio da seguinte equação:

$$\beta = \frac{H}{LE} = \frac{-K_h \rho c_p (\delta\theta / \delta z)}{-K_w \rho L (\delta q / \delta z)} = \frac{\bar{P} c_p K_h \Delta T}{622 L K_w \Delta e}$$

onde K_h e K_w são os coeficientes de difusão turbulenta de calor sensível e de vapor d'água, respectivamente; c_p é o calor específico do ar, em (KJ.kg⁻¹.°C⁻¹); L é o calor latente de vaporização, em (KJ.kg⁻¹); ΔT é o gradiente de temperatura do ar, em (°C) e Δe é o gradiente de pressão de vapor d'água, em (kPa).

3. Resultados e discussão

As Figuras 1a a 1d mostram os comportamentos do gradiente entre as temperaturas de bulbo seco e úmido (Ts-Tu), déficit de pressão de vapor d'água (DPV), razão de Bowen e de LE e H, respectivamente. Pode-se observar por meio da Figura 1a, que Ts-Tu apresentam uma tendência decrescente, à medida que começa a ocorrer limitações de ascensão d'água na musselina do termopar de bulbo úmido. Ou seja, o gradiente (Ts-Tu) passou de 7°C no dia 1, quando a ascensão d'água era considerada normal, para 0°C no dia 6, quando não havia ascensão, considerando-se o período de máxima demanda evapotranspirométrica da atmosfera.

Quando se calcula o DPV entre os psicrômetros instalados nos níveis 1 e 2 acima do dossel da videira, mesmo considerando que um dos psicrômetros esteja funcionando adequadamente, pode-se constatar, que o DPV tende a aumentar de maneira brusca, passando de 0,42 no dia 1 para 1,23 no dia 6 (Figura 1b). Como conseqüência disso, β tende a aproximar-se de zero (Figura 1c), enquanto a densidade de fluxo de LE passa a decrescer gradualmente, tendendo a igualar-se a quantidade de energia disponível e H passa a aproximar-se de zero (Figura 1d).

¹ Dr. Pesquisador III especialista em Irrigação, Embrapa Semi-Árido, 56.302-970 Petrolina, PE. e-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br.

² Profs. Departamento de Ciências Atmosféricas – Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, 58.109-970 Campina Grande, PB. e-mail: pvieira@dca.ufcg.br e bernardo@dca.ufcg.br

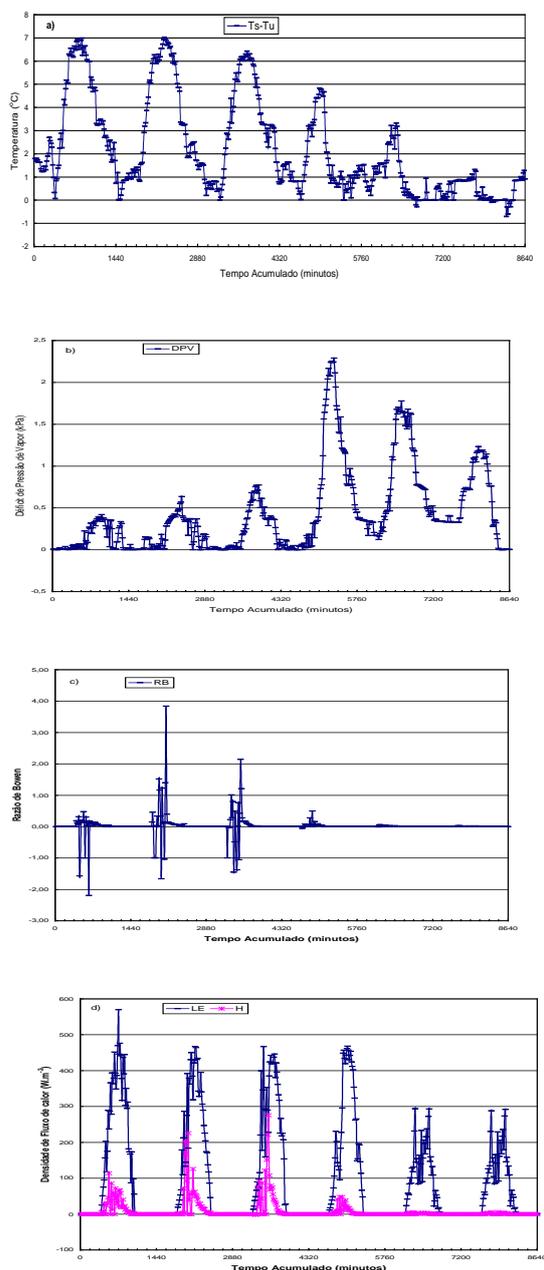


Fig. 1. a - Variação do gradiente de temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido (Ts-Tu) em um psicrômetro; b - déficit de pressão de vapor (DPV); c - razão de Bowen (β) e d - fluxos de calor latente (LE) e de calor sensível (H). Petrolina, PE – 2001.

Dentre os fatores que podem afetar de maneira significativa os valores da β , destaca-se o tipo de material utilizado como musselina no termopar de bulbo úmido, a diferença de nível entre os psicrômetros e o aumento do conteúdo de água na massa de ar dentro do psicrômetro, proveniente da evaporação da água da própria musselina.

Neste estudo, constatou-se que o uso do cadaço de sapato, mesmo confeccionado em algodão, como musselina, condicionou a obtenção dos resultados discutidos anteriormente, alguns dias após a sua instalação. A limitação da ascensão da d'água nesse tipo de musselina pode ser decorrente do tipo de mistura usada como tinta do cadaço, proporcionando uma propriedade de

serosidade, que reduz a absorção d'água, bem como, a sua ascensão capilar. Esse tipo de problema pode ser plenamente solucionado, utilizando-se musselina confeccionada em tecido de algodão. No entanto, o acúmulo de poeira na superfície da musselina, associado ao possível desenvolvimento de fungos, também, pode mudar bastante as características de flexibilidade e de porosidade do tecido de algodão, tornando-o endurecido, em torno de 30 dias após a sua instalação.

Deste modo, a seleção do tipo de material utilizado como musselina, o formato da musselina, assim como a periodicidade de sua troca deve ser bastante rigorosa, visando à obtenção de resultados confiáveis para β e, conseqüentemente, para o balanço de energia e para os valores de evapotranspiração (ETc) e de coeficiente de cultura (Kc).

A diferença de nível entre os dois psicrômetros é um fator que, também, pode afetar bastante os valores de β . É sabido que a obtenção deste parâmetro está fundamentada em uma diferença de nível padrão de 1,00 m entre os dois psicrômetros. No entanto, constatou-se, também, nesse estudo que o uso desta distância tem provocado a obtenção de erros bastante elevados no cálculo de β . Ou seja, esta distância não tem sido suficiente para proporcionar um gradiente térmico satisfatório, utilizado no cálculo do DPV.

4. Conclusão

O uso de musselina confeccionada em algodão associada a uma periodicidade mensal de sua troca, bem como o ajuste adequado da distância entre dois psicrômetros, resultaram na obtenção de valores confiáveis de β e, conseqüentemente, de LE, ETc e de Kc da videira.

5. Referências bibliográficas

- ANGUS, D. E.; WATTS, P. J. Evapotranspiration: how good is the Bowen ratio method?. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 8, p. 133-150, 1984.
- FRITSCHEN, L. J.; SIMPSON, J. R. Surface energy and radiation balance systems: general description and improvements. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v. 28, p. 680-689, 1989.
- FRITSCHEN, L. J.; GAY, L. W. **Environmental instrumentation**. Springer-Verlag, New York, ...,p, 1979.
- FUCHS, M.; TANNER, C. B. Error analysis of Bowen ratios measured by differential psychrometry. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 7, p. 329-334, 1970.
- HEILMAN, J. L.; BRITTIN, C. L.; NEALE, C. M. U. Fetch requirements for Bowen ratio measurements of latent and sensible heat fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 4, p. 261-273, 1989.
- LOPES, P. M. O.; SILVA, B. B. da; AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R. da; TEIXEIRA, A. H. C.; SOARES, J. M.; SOBRINHO, J. E. Balanço de Energia num pomar de mangueira irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. n.1, p. 1-8, 2001.
- REDDY, S. J.; AMORIM NETO, M. S. **Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 280p.