

# DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AERODINÂMICA EM UM CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM L.*) PARA UMA ÁREA DE TABULEIRO EM PILAR – AL

Alessandro J.B. dos SANTOS<sup>1</sup> & Roberto F. F. LYRA<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de quantificar as perdas d'água em superfícies vegetadas é um questionamento compartilhado por várias ciências que estudam o sistema solo-planta-atmosfera. Diversos pesquisadores desenvolveram métodos que mensuram e estimam a chamada evapotranspiração ou ET (transferência de vapor d'água para a atmosfera proveniente da água evaporada do solo e transpirada pelas plantas). Estes foram criados devido às dificuldades instrumentais de se obter medições diretas e exatas para as condições reais. Informações a respeito da ET das culturas agrícola tornou-se preponderante para o planejamento de irrigações mais racionais e equilibradas.

O uso de parâmetros de superfície como a resistência aerodinâmica ( $r_a$ ), que representa a barreira oferecida contra o livre escoamento dos fluxos de energia e massa dentro de um dossel vegetativo, tornaram-se fundamentais para a estimativa da ET de plantas e do solo através de modelos consagrados como o de Penman-Monteith (1965), que considera também alguns efeitos climáticos, como o saldo de radiação, temperatura e pressão de vapor d'água na atmosfera (Burman & Pochop, 1994). Rosenberg et al. (1983) citaram a grande importância no uso de  $r_a$  em métodos micrometeorológicos para a estimativa da ET, como o da "resistência", em que o transporte de vapor d'água é diretamente proporcional ao seu gradiente entre a superfície evaporante e a atmosfera, e inversamente proporcional a resistência que se faz ao livre fluxo de vapor. Algumas pesquisas indicaram uma relação inversa entre  $r_a$  e a velocidade do vento: Dolman (1986) em uma floresta de carvalhos (*Quercus robur*); Santos & André (1993), com o feijão. Oke (1978), concluiu que altos valores de  $r_a$  no início da manhã e noite devem ocorrer devido à estagnação dos ventos.

Pelo fato da cana-de-açúcar ter uma resposta direta em produtividade quando submetida a irrigação, muitos investimentos nessa área foram feitos na zona canavieira alagoana, mas com métodos dispendiosos. A determinação de parâmetros importantes na estimativa da ET são cruciais, para que se possa quantificar as reais necessidades hídricas das plantas, diminuindo consideravelmente os custos e desperdícios. Determinar a  $r_a$  dentro de um cultivo com cana-de-açúcar em Alagoas é o objetivo desse trabalho, considerado pioneiro em estudos dessa natureza para a região em questão.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu no Município de Pilar – AL (09°36'12"S, 35°53'46"W, 107m), dentro de um cultivo com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), variedade SP – 701143, e no período de abril a agosto de 1999 (208 aos 340 dias após o corte -DAC). Este período foi escolhido porque se trata de uma fase em que as plantas estavam com o dossel vegetativo completamente desenvolvido, tendo altura entre 0,9m e 2,7m. Dados meteorológicos usados na pesquisa, como: velocidade média do vento, temperatura e umidade do ar, saldo de radiação e fluxo de calor no solo foram coletados de uma estação meteorológica automática (EMA) do projeto

MICROMA (Micrometeorologia da Mata Atlântica Alagoana). Determinou-se a resistência aerodinâmica pelo método de Monteith (1963) citado por Rosenberg et al. (1983), onde  $r_a$  é obtido pela relação a seguir:

$$r_a = \frac{\left[ \ln \frac{(Z-D)}{Z_0} \right]^2}{K^2 \times U(z)}$$

onde Z é a altura de medida da velocidade do vento em relação ao solo, em metros; D é o deslocamento do plano zero, em metros; Z<sub>0</sub> é comprimento de rugosidade, em metros; K é a constante de Von Karman ( $\cong 0,4$ ); U(z) é a velocidade média do vento para a altura Z, em m.s<sup>-1</sup>.

Os parâmetros aerodinâmicos de D e Z<sub>0</sub> foram obtidos pelo método iterativo como usado por Pereira (1999), que leva em conta a média horária do perfil de U para quatro níveis de medidas, e também as respectivas alturas (Z) dos anemômetros.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Variação Média Diária da Resistência Aerodinâmica ( $r_a$ )

A variação média diária de  $r_a$  (figura 01) mostra que existe uma tendência de decréscimo com o passar dos dias, a uma taxa média diária de  $-0,66s.m^{-1}.dia^{-1}$ . A média foi de  $61,9 \pm 18,7s.m^{-1}$  com máxima de  $130,99s.m^{-1}$  (212DAC) e mínima de  $23,6s.m^{-1}$  (331DAC). Este declínio esperado ocorre por conta do próprio crescimento vegetativo das plantas, que se tornaram mais desenvolvidas e com folhagens mais densas, criando as condições ideais para o estabelecimento e aumento dos parâmetros aerodinâmicos D e Z<sub>0</sub>, reduzindo a magnitude de  $r_a$ .

No entanto, pôde-se constatar que entre 295 e 340DAC não houve tendência de declínio de  $r_a$ , cuja média foi de  $47,5 \pm 8,2s.m^{-1}$ , exatamente num período em que as plantas praticamente paralisaram o crescimento. Nesse tempo, as oscilações de  $r_a$  estiveram condicionadas as mudanças diárias da intensidade dos ventos. Oke (1978), reforçando a magnitude do resultado acima encontrou valores médios de  $r_a$  de  $70s.m^{-1}$ , em gramíneas curtas, e de  $30s.m^{-1}$ , em algumas culturas agrícolas. É importante salientar que no nosso caso estamos preocupados com a variação de  $r_a$  em função do crescimento do dossel vegetativo ao ponto que, em geral, a preocupação é em estabelecer um valor médio para um período curto.

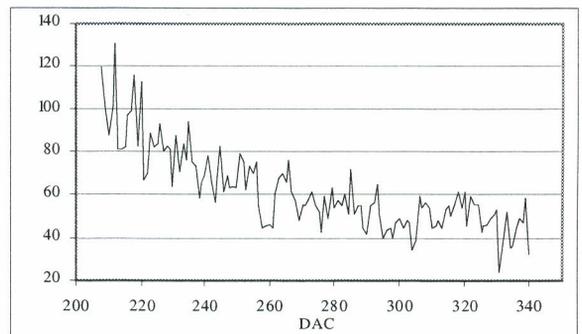


Figura 01 – Variação Média Diária de  $r_a$  ( $s.m^{-1}$ ) ao longo do período em estudo

<sup>1</sup> UFAL/CCEN – Dptº de Meteorologia Cid. Universitária – Tab. dos Martins 57072-970 Maceió – AL, Brasil. E-mail: ajbs2000@hotmail.com

<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ . E-mail: rffl@ccen.ufal.br

### 3.2 Variação Média Horária de ( $r_a$ )

A figura 02 apresenta a variação média horária de ( $r_a$ ) para todos os meses. De um modo geral, os valores foram mais altos pela madrugada (0 as 06 horas) para declinarem das 07 as 10 horas. Nesse último ponto atingiram a estabilidade com valores mais ou menos contantes até as 16 horas. Entre as 16 e 18 horas os valores crescem rapidamente para, logo em seguida, manterem-se estáveis durante as horas noturnas. A amplitude de variação à noite foi de  $106,0 \pm 50,3 \text{ s.m}^{-1}$  (maio) a  $60,4 \pm 22,9 \text{ s.m}^{-1}$  (agosto); enquanto que nas horas diurnas as diferenças não foram muito significativas, principalmente entre 10 e 16 horas ( $44,1 \pm 27,4 \text{ s.m}^{-1}$ , em maio, a  $18,3 \pm 3,5 \text{ s.m}^{-1}$ , em agosto). Nota-se que o mês de maio foi superior a todos os demais, com exceção de abril à noite (22, 0, 01, 06 horas), em que ambos estiveram equivalentes. Outro fato importante é que de junho em diante os valores horários de  $r_a$  diminuíram significativamente, exatamente no tempo em que as plantas eram maiores. As médias horárias mais altas para cada mês foram:  $106,2 \pm 68,5 \text{ s.m}^{-1}$  (abril);  $110,3 \pm 47,9 \text{ s.m}^{-1}$  (maio);  $87,8 \pm 43,9 \text{ s.m}^{-1}$  (junho);  $77,2 \pm 36,2 \text{ s.m}^{-1}$  (julho) e  $70,5 \pm 30,8 \text{ s.m}^{-1}$  (agosto) sempre à noite.

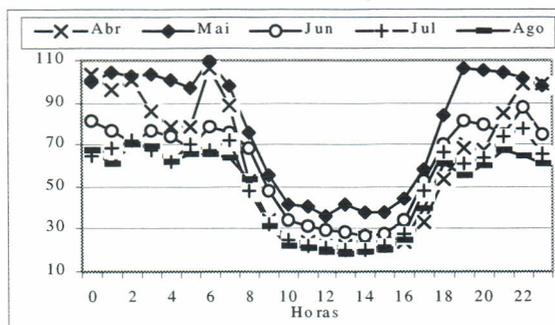


Figura 02 – Variação média horária de  $r_a$  ( $\text{s.m}^{-1}$ )

A variabilidade temporal de  $r_a$  manteve uma relação exatamente inversa com a variação média horária da velocidade do vento (figura 03), que tem ventos mais fortes pelo dia e mais fracos à noite. Segundo D'Almeida Rocha (1999), fenômenos atmosféricos como as brisas marítimas em fase com os alísios nessa região fez com que U durante o dia fosse de 05 a 06 vezes superior as horas noturnas. O mês de abril especificamente obteve ventos mais intensos entre 10 e 16 horas, comparados aos meses subsequentes, alcançando o nível de  $5,0 \text{ m.s}^{-1}$  entre 12 e 15 horas, mas tendendo a serem mais fracos com a chegada do período

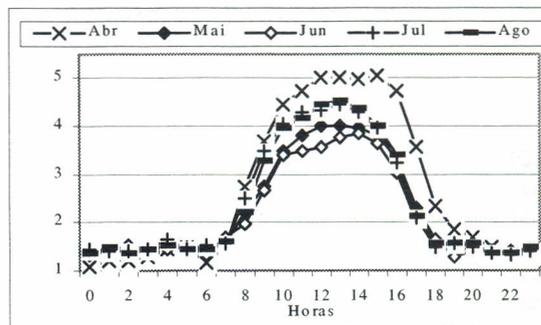


Figura 03 – Variação média horária de U ( $\text{m.s}^{-1}$ )

mais chuvoso. Como consequência para abril, houve reduções drásticas de  $r_a$  pelo dia que se equipararam aos baixos valores de agosto.

### 4. CONCLUSÕES

O valor médio diário de  $r_a$  foi de  $61,9 \pm 18,7 \text{ s.m}^{-1}$ , havendo diminuição a uma taxa de  $-0,66 \text{ s.m}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$  ao longo do período em estudo. Ele variou em função do crescimento das plantas, mas a partir do momento em que elas atingem a sua idade adulta (em torno de 295DAC), observou-se uma estabilização no  $r_a$  que teve média igual a  $47,5 \pm 8,2 \text{ s.m}^{-1}$ . Nos horários de ventos mais fortes (10 às 16 horas) os valores de  $r_a$  foram, em média, 65% inferiores àqueles obtidos à noite, provocado pela estagnação dos ventos nessa faixa horária.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURMAN, R., POCHOP, L.O. *Evaporation, evapotranspiration and climatic data*. Amsterdam: 1994. 278p.
- D'ALMEIDA ROCHA, C.H.E. *Análise do comportamento do vento na região do tabuleiro próximo a Maceió*: UFAL, 1999. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia.
- DOLMAN, A.J. Estimates of roughness length and zero plane displacement for a foliated and non-foliated oak canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, n. 36, p. 241-248, 1986.
- OKE, T.R. *Boundary layer climates*. London and New York: Methuen & Co. Ltda, 1978. 371p.
- PEREIRA, A.R. *Introdução à Micrometeorologia*. Piracicaba-SP, 2000. 72p.
- ROSENBERG, N.J., BLAD, B.L., VERMA, S.B. *Microclimate – The Biological Environment*. 2.ed. New York, 1983, 495p.
- SANTOS, R.Z., BOUHID ANDRÉ, R.G. Relações energéticas e aerodinâmicas em uma cultura de feijão. *Rev. Bras. de Agrometeorologia*, v. 01, n. 01, p. 11-18, 1993.