

Vanderley Porfirio da SILVA¹, Ana Rita Rodrigues VIEIRA²,
Paulo Henrique CARAMORI³ & João Amilton BAGGIO⁴

1. INTRODUÇÃO

Tirando vantagem da lei do cosseno do ângulo que regula a iluminação (OKE, 1992; WHITE *et al.*, 1992), a forma corrugada com que a prática da aração deixa o solo permite que a transferência de radiação solar seja maior. Propicia também uma condição para que as radiações de onda curta e de onda longa não sejam "perdidas", ao diminuir o albedo e o 'fator de visão da abóbada celeste' (FVC) (OKE, 1992).

Cultivos em linhas apresentam uma certa condição de desuniformidade do dossel, que varia de acordo com a idade. Caracterizam também uma certa rugosidade na superfície, principalmente se apresentar uma certa heterogeneidade horizontal (WALLACE *et al.*, 1995). De acordo com GIJZEN & GOUDRIAAN (1989), onde o espaçamento entre linhas é superior a 1/3 da altura das plantas registrou-se diferenças na interceptação de luz quando comparado com espaçamentos onde o dossel é fechado.

Os renques arbóreos de um sistema silvipastoril caracterizam também um cultivo em linhas e podem influenciar na transferência de radiação ao modificarem a corrugação da superfície onde são instalados.

Mensurou-se numa pastagem convencional (não arborizada) e noutra de pastagem arborizada, parâmetros que podem refletir o efeito da condição criada pela presença do componente arbóreo na transferência de calor para o solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Tapejara-PR (latitude 23°44' S, longitude 52°53' W, altitude aproximada de 550m), onde o clima é subtropical, do tipo Cfa segundo o sistema de classificação climática de Köppen. A área de pastagem arborizada com renques simples de *Grevillea robusta* dispostos em nível, constituía o sistema silvipastoril (SSP), com 5,7 hectares, aos 8 anos de idade (Tabela 1).

Tabela 1 - Características fisiográficas da área do estudo. Os valores representam médias ± 1DP

• Orientação dos renques arbóreos	E/NE - SO/O
• Declividade e face de exposição	3% NO
• Projeção lateral das copas	3,10 ± 0,36 m
• Distância entre renques	34,2 ± 1,15 m
• Altura das árvores	12,6 ± 0,35 m
• Altura de inserção das copas	2,7 ± 0,28 m

Foi estimado o Balanço de Energia pela equação simplificada do balanço de energia (Rn+LE+H+S=0), utilizada em diversos estudos para estimar a evapotranspiração de cultivos em intervalos de tempo inferior ou igual a um dia.

Os dados obtidos para a radiação líquida (Rn = 1,35 m do solo), fluxo de calor no solo (S = 0,01m profundidade),

das diferenças de temperaturas entre as alturas h¹ (0,45 m) e h² (1,35 m) para os termopares secos (Δt) e termopares úmidos (Δtu), vieram de sensores instalados na posição entre dois renques; exceto S que também foi instalado sob copas. As estimativas dos fluxos de calor latente (LE) e calor sensível (H) foram obtidas através das equações: LE = -(Rn+S)/1+β e H = -(Rn+LE+S), onde β = [(Δ+γ/γ). (Δtu/Δt)-1]⁻¹. E sendo Δ o valor da tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água (kPa.°C⁻¹) e γ a constante psicrométrica de 0,063 kPa.°C⁻¹.

Os dados foram coletados e armazenados em uma unidade "datalogger", programada para efetuar uma leitura à cada 30 segundos e integrar uma média a cada 15 minutos, nos dias 05/07/97 e 22/12/97.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 demonstra que entre os componentes do balanço de energia, o fluxo de calor no solo apresentou os menores valores absolutos. Proporcionalmente ao saldo de radiação (Rn), S variou para a condição SSP de 11% no inverno para 5% no verão; para a condição PANA, a variação foi de 10% no inverno e 1% no verão.

Tabela 2 - Fluxos componentes do balanço de energia para as condições de pastagem não arborizada (PANA) e em pastagem arborizada (SSP)

Dia	Condição	w.m ⁻² . dia ⁻¹			
		Rn	LE	H	S
5 maio 1997	PANA	6781,5	6340,3	1142,5	701,3
	SSP	5271,9	5093,9	746,4	568,5
22 dez. 1997	PANA	20641,7	20846,9	-410,3	205,1
	SSP	18451,5	15985,5	1579,0	-887,0

Os padrões de densidade de fluxo (Figura 1) seguiram, de modo geral, os padrões da radiação solar global, ambos influenciado pelo sombreamento capaz de provocar gradientes horizontais na temperatura do ar em até 3,5 °C no dia 05/07/97 e de até 8,0 °C no dia 22/12/97 (PORFÍRIO DA SILVA *et al.*, 1998).

No dia 05/07097 (Figura 1), as posições em SSP mostram que o ponto de máxima densidade de S ocorreu em SSPc, todavia, com o avanço do sombreamento, a posição SSP_{sobcopa} a partir das 15:00 hs, teve sua máxima densidade de S. A integração dos valores de S, que deixaram a superfície para o interior do solo mostrou que na posição SSPc foi 1,2 vezes maior do que em SSP_{sobcopa}.

No dia 22/12/97, a máxima densidade de S ocorreu também em SSPc e em SSP_{sobcopa} foi a de menor densidade de S. Nessa data, devido a altura do sol em relação ao horizonte ser menor do que no inverno, as posições na borda de renque (SSP_{sobcopaSE} e SSP_{sobcopaNO}) apresentaram maior densidade de S. A posição SSP_{sobcopaSE} exposta a incidência direta de radiação solar global pela manhã atingiu [40 w.m⁻²] e declinou, com o avanço do sombreamento, para valores similares aos da posição SSP_{sobcopa}. A partir desse momento, a posição SSP_{sobcopaNO} passou a ser aquecida por incidência direta de radiação solar global e atingiu o ponto de máxima densidade [23 w.m⁻²] as 14:15 hs, e daí declinando normalmente com o tempo.

¹ EMATER-Paraná. Sistemas silvipastoris. vporfirio@zipmail.com.br

² CCA/UFSC. Agrometeorologia. arvieira@mbx1.ufsc.br

³ IAPAR. Agroclimatologia. caramori@pr.gov.br

⁴ EMBRAPA/CNPQ. Sistemas agroflorestais. baggio@cnpf.embrapa.br

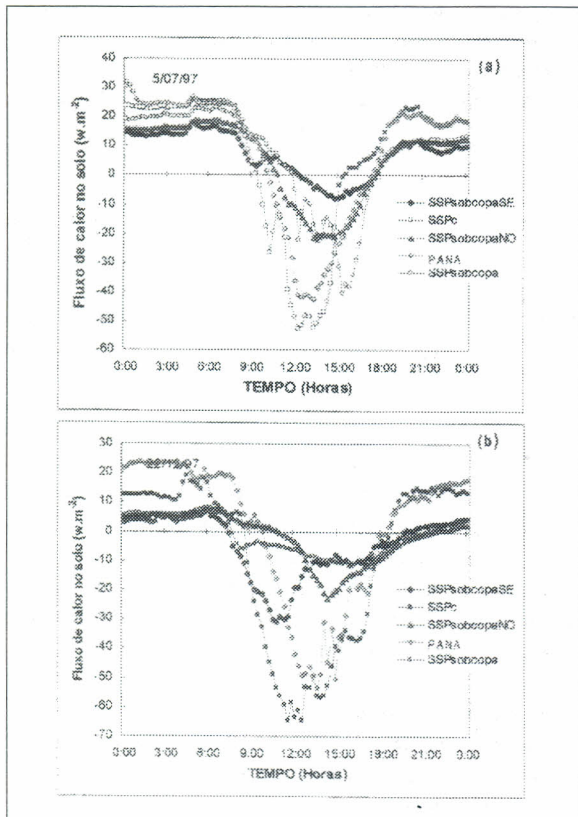


Figura 1 – Comportamento do fluxo de calor no solo (S) em quatro posições dentro da pastagem arborizada (SSP) e na pastagem aberta não arborizada (PANA) para os dias 05/07/97 e 22/12/97

Tabela 3 – Proporção entre densidade de fluxos negativos (da superfície para o interior do solo) e fluxos positivos (do interior para a superfície do solo) em pastagem arborizada (SSP) e não arborizada (PANA)

Dia	Posições				
	SSPc	SSP _{sobcopaSE}	SSP _{sobcopa}	SSP _{sobcopaNO}	PANA
5 maio 1997	1:1,8	1:8,6	1:2,5	1:2,5	1:2,1
22 dez. 997	1:0,4	1:0,3	1:0,6	1:0,5	1:1,1

A análise conjunta da Figura 1(a) e da Tabela 3, sugerem, para o dia 05/07/97, que o calor inicialmente absorvido entre os renques pode estar sendo redistribuído horizontalmente no perfil do solo e, quando transferido para fora do solo (fluxo positivo) vai preferencialmente em direção às porções menos aquecidas do perfil horizontal entre os renques. Nota-se que a posição SSP_{sobcopa} foi a de menor aquecimento durante o dia (menor fluxo negativo, menor temperatura do ar, maior tempo de sombreamento, portanto menor incidência direta de R_g). Para as condições do dia 22/12/97, a posição SSP_{sobcopa} foi, também a de menor aquecimento.

4. CONCLUSÃO

A presença dos renques arbóreos implicou em forte dissimilaridade na distribuição de calor no solo.

Dentro do sistema silvipastoril ocorreu a redistribuição horizontal de calor no perfil horizontal do solo.

O fluxo de calor no solo foi menor no inverno e maior no verão dentro do sistema silvipastoril.

Maiores densidades de fluxo de calor deixaram o solo nas posições sob a copa dos renques que, aliado à restrição do fator de visão da abóbada celeste, interceptando e refletindo ondas longas emitidas contribuiu para elevar a temperatura do ar durante a noite.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OKE, T.P. Intentionally modified climates. **Boundary layer climates**. London, Routledge. P. 229-261, 1992.
- WHITE, I.D.; MOTTERSHEAD, D.N.; HARRISON, S.J. **Environmental systems. An Introduction text**. London: Chapman & Hall, 1992. 2ª ed. 616p.
- WALLACE, J.S.; JACKSON, N.A.; ONG, C.K. Final report to the ODA Forestry Research Programme for the period 1 October 1992 to 30 September 1995. **Report N° oda95/10**. Institute of Hydrology, Wallingford, 1995. 39p.
- GIJZEN, H. & GOUDRIAAN, J. A flexible and explanatory model of light distribution and photosynthesis in row crops. **Agricultural and Forest Meteorology**, 48:1-20. 1989.
- PORFÍRIO DA SILVA, V.; VIEIRA, A.R.R.; CARAMORI, P.H.; BAGGIO^aJ. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2; 1998, Belém. Embrapa/CPATU, **Volume de Resumos**. p. 215-218. 1998.