

PADRÕES MICROMETEOROLÓGICOS DA PLANTAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

**LEONARDO M DOMINGUES¹, HUMBERTO R DA ROCHA², OSVALDO CABRAL³,
JONATAN D TATSCH⁴, HELBER FREITAS⁴**

¹ Meteorologista e mestrando do Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo-SP, Fone: (0 xx 11) 3091.4661, leomdomingues@gmail.com

² Prof Titular do Departamento de Ciências Atmosféricas IAG/USP, São Paulo SP, Fone: (0 xx 11) 3091.4713, humberto@model.iag.usp.br

³ Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, ocabral@cnpma.embrapa.br

⁴ Meteorologistas e doutorandos do Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo-SP

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: A indústria do etanol e açúcar cresceu como uma atividade agrícola muito relevante no Brasil, especialmente no estado de São Paulo. Entender a variabilidade temporal de troca de água e calor sobre plantações de cana-de-açúcar tornou-se um assunto bastante importante no contexto de mudanças climáticas regionais e globais. Este trabalho pretende discutir a variabilidade dos fluxos de radiação e fluxos turbulentos de energia sobre 3 tipos de manejo de plantação de cana-de-açúcar, no estado de São Paulo, entre 1997 e 2007. Os agroecossistemas foram manejados com diferentes sistemas de colheita e com diferenças de solo entre dois deles. A variabilidade dos fluxos dependeu em primeiro lugar da variabilidade climática sazonal, e finalmente notou-se a caracterização de padrões que refletiram o tipo de manejo e por conseguinte os diferentes estágios fenológicos das plantas em cada um deles.

PALAVRAS-CHAVE: manejo, balanço de energia, microclima

ABSTRACT: The industry of ethanol fuel and sugar has increased as a very relevant agricultural activity in Brazil, especially in São Paulo state. To understand the temporal variability of CO₂, water and heat exchanges over sugar cane plantations has become a key issue in the context of regional and global climatic changes. This work aims to discuss the variability of radiation fluxes and turbulent energy fluxes over three managements of sugar cane plantation areas, in São Paulo state, during the period 1997-2007. The plantations were managed with different harvesting systems and different soil types. First, the variability of fluxes depended on the seasonal climate variability, and finally was noticed the characterization of patterns that reflected the management type and, subsequently, the different phenological stages of plants of each one.

KEYWORDS: management, energy budget, microclimate

INTRODUÇÃO: O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo (CONAB, 2007), sendo que, em média, 50% da produção utilizada pela indústria de etanol e 50% para a

produção de açúcar (ÚNICA, 2006). A cana-de-açúcar tornou-se um monocultivo intensivamente explorado a partir da década de 1970 com o advento do carro a álcool. Atualmente, o maior pólo canavieiro do Brasil, concentrado no centro-norte de SP, ocupa ~ 3,2 milhões ha, sendo responsável por 64% da produção total de cana-de-açúcar do Brasil.

O monocultivo de cana-de-açúcar, em escala regional, poderia influenciar no clima regional de duas formas: através do balanço de energia local e do efeito dos aerossóis provenientes das queimadas, e a primeira opção será aqui abordada.

Os estudos do balanço de energia em cana-de-açúcar (Rocha, 1998; Rocha et al. 2000; Cabral, 2001; Cabral et al. 2003) reportam que em áreas de colheita no início do período de safra, que em geral é de abril a novembro, há uma substancial redução da evapotranspiração ao longo do período de transição da estação chuvosa para seca e na seca. Adicionalmente, a conversão da vegetação primitiva do Sudeste pela cana-de-açúcar pode ser um controle da variação da temperatura do ar e do regime de precipitação na escala regional, segundo as observações e experimentos numéricos reportados por Tatsch (2006) e Negrón-Juarez (2004).

Neste trabalho, discutir-se-á o papel de diferentes tipos de manejos sobre variáveis micrometeorológicas em duas áreas de cana-de-açúcar, em Sertãozinho-SP e Luiz Antônio-SP, no micro-clima da região, entre 1997 e 2007. Para tanto, o microclima local e os fluxos radiativos serão descritos, por meio de medidas automáticas de temperatura e umidade do ar, precipitação, irradiância solar global, saldo de radiação e dos fluxos turbulentos de energia.

MATERIAIS E MÉTODOS: Neste trabalho foram utilizados três diferentes períodos de dados, cada um com respectivos manejos, aqui chamados de P1, P2 e P3. Os dois primeiros foram referentes à cidade de Sertãozinho, mas com diferentes tipos de colheita, e o último referente à cidade de Luiz Antônio. A tabela 1 descreve as principais informações de cada manejo:

	Período	Variedade	Solo	Colheita
P1	1997 a 1999	SP71-6180	Latossolo vermelho escuro	queima abr/mai
P2	2001 a 2002	RB84-5257	Latossolo vermelho escuro	mecânica set/out
P3	2005 a 2008	SP83-2847	Latossolo vermelho amarelo	híbrido abr/mai

Tabela 1 – Informações referentes aos diferentes manejos: período, variedade da cana, tipo do solo e tipo e época da colheita.

Os dados incluem temperatura, umidade, fluxos turbulentos de energia (H, LE e G), precipitação, irradiância global e refletida e saldo de radiação. Os mesmos são medidos em intervalos de 30 minutos e estão grafados como médias diárias, exceto a precipitação, cujo valor é acumulado.

RESULTADOS: Cada manejo está aqui dividido em painéis, de forma que cada variável analisada é grafada três vezes, com anos referentes ao mesmo manejo sobrepostos, de forma que o eixo das abscissas equivale a um ano. As cores são padronizadas para cada ano do manejo, em todos os painéis.

A figura 1 é a composição das componentes H (fluxo de calor sensível), LE (fluxo de calor latente) e G (fluxo de calor no solo) para os três manejos. O fluxo de calor latente cai no período de início da safra para P1 e P3, que ocorre em abril/maio, e coincide com a mudança de estação chuvosa para seca. Nestes períodos, o fluxo de calor sensível é máximo, conforme

esperado pelo balanço de energia. Já em P2, a queda na mudança de estação chuvosa para seca é menos intensa, sendo o mínimo transladado para o período de colheita deste manejo (setembro/outubro). Novamente o fluxo de calor sensível alcança valores máximos para esta situação. Ainda em P3, a evapotranspiração é menor, possivelmente porque o solo predominantemente arenoso retém menos água e pelo saldo de radiação neste sítio ser maior. Com relação ao fluxo de calor no solo, tanto em P1 como P3, que passaram por processos de queima ou colheita mecânica com retirada da palhada, o solo ficou exposto, e houve aumento de G no pós-colheita. Entretanto, em P2, onde a palhada ficou no solo no pós-colheita, não houve maiores oscilações no valor de G, variando ao redor do zero durante todo o ano.

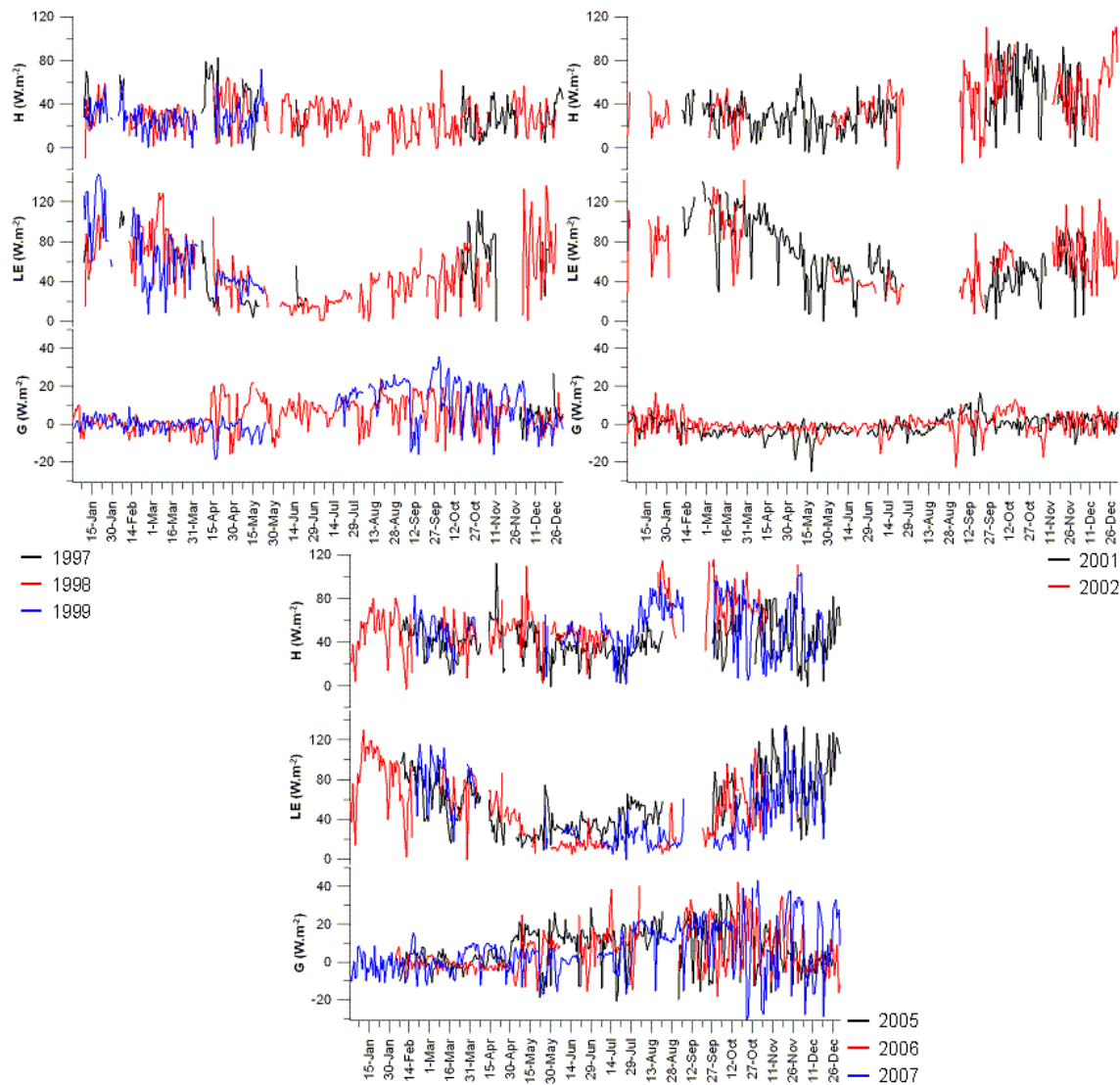


Figura 1 – Componentes H (fluxo de calor sensível), LE (fluxo de calor latente) e G (fluxo de calor no solo), em Wm^{-2} , do balanço de energia, para os manejos P1, P2 e P3. As cores diferenciam os anos de um mesmo manejo.

Com relação ao albedo solar, a figura 2 aponta que o mesmo é dependente do estágio fenológico da cana e da exposição do solo, sendo em geral maior quando a cana está mais desenvolvida. O desenvolvimento da cana pode ser visto pela curva vermelha, que é o acumulado do fluxo de calor no solo. Quando a mesma pára de crescer significa que a cana

tombou, e com o sombreamento dos sensores o valor de G vai para zero. Para P1, existe forte queda no valor do albedo após a queima, pois o solo mais escuro fica exposto na pós-queimada e o estágio menos desenvolvido da cana reflete menos. Já em P2, o albedo também é maior quanto mais desenvolvida estiver a cana, porém após a colheita mecânica, a palhada fica sobre o solo, ocasionando um subsequente aumento no albedo. A curva do acumulado é totalmente diferente das outras, oscilando em torno do zero. Em P3, o agroecossistema é menos sensível aos processos de desenvolvimento e colheita, variando pouco durante o ano, justamente porque o solo praticamente não fica exposto.

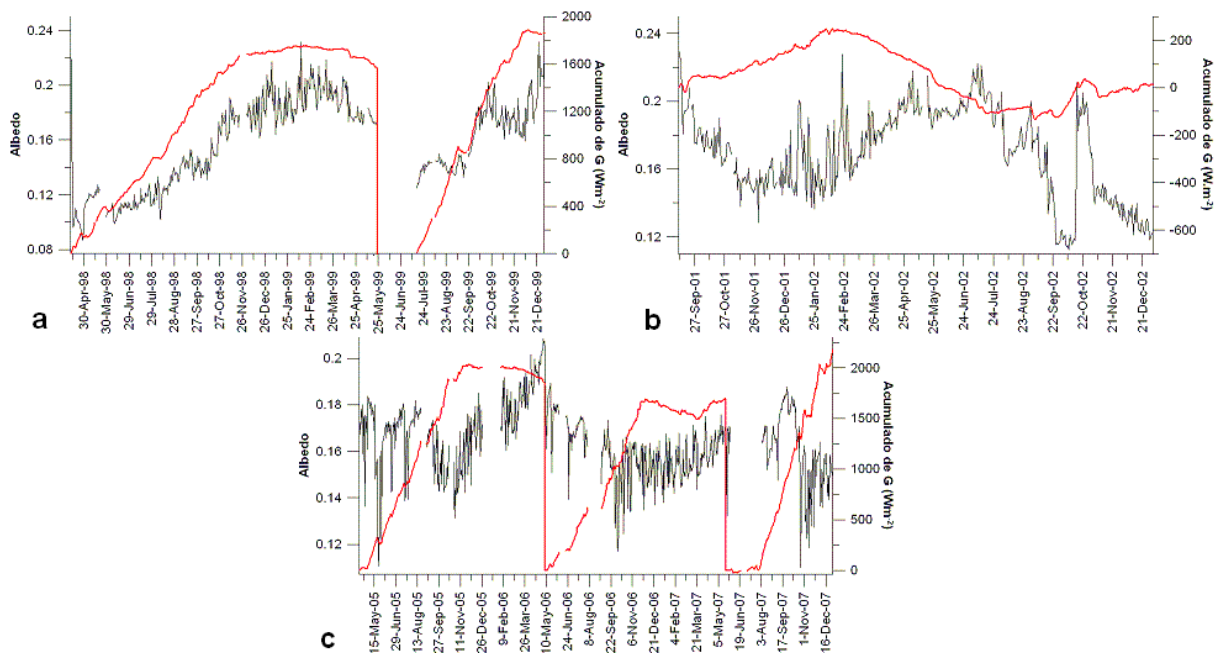


Figura 2 – Albedo solar (linha preta) com o acumulado do fluxo de calor no solo (linha vermelha), em Wm^{-2} , para os três manejos: P1 (a), P2 (b) e P3 (c).

CONCLUSÕES: Concluiu-se que os diferentes tipos de manejos da cana-de-açúcar mostraram características sazonais de albedo e fluxos de energia com padrões que se distinguiram entre si de alguma forma. Mesmo com a variabilidade interanual, os diferentes padrões persistiram associados aos seus respectivos tipos de manejo.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem à Fapesp (08/58120-3) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Cabral OMR. O sistema solo-vegetação-atmosfera: Observação e modelagem da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, 2001, IAG/USP

- Cabral OMR, Rocha HR, Ligo MAV, Brunini O, Silva Dias MAF. Fluxos turbulentos de calor sensível, vapor de água e CO₂ sobre plantação de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) em Sertãozinho-SP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 2003, V. 18, No. 1, 61-70.
- CONAB, National Supply Company, Ministry of Agriculture. Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar - Safra 2007/2008, 3º levantamento. Brasília, novembro/2007. Available at <http://www.conab.gov.br/conabweb/>. (Acesso em dezembro de 2007).
- Negron-Juarez, R. I. 2004. Variabilidade climática regional e controle da vegetação no sudeste: um estudo de observações sobre cerrado e cana-de-açúcar e modelagem numérica da atmosfera. Tese de doutoramento do Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 163 p.
- Rocha HR. Modelagem e observações das relações biosfera-atmosfera na região Sudeste. Tese de Doutorado, 1998, IAG/USP.
- Rocha HR, Cabral OMR, Silva Dias MAF, Ligo MA, Elbers JA, Freitas HC, von Randow C, and Brunini O. Atmospheric CO₂ fluxes and soil respiration over sugar cane in southeast Brazil. *In Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, 2000, p405-414, eds. R Lal, J Kimble, B Stewart, CRS press, Boca Raton, FL.
- Tatsch, J. D. 2006. Uma análise dos Fluxos de Superfície e do Microclima sobre Cerrado, Cana-de-açúcar e Eucalipto, com Implicações para Mudanças Climáticas Regionais. Dissertação de Mestrado do Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 112 p.