

DIFUSIVIDADE TÉRMICA APARENTE DO SOLO ANTES, DURANTE E APÓS UMA QUEIMADA DE FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

Ralf GIELOW¹, Regina Célia dos SANTOS ALVALÁ², Jesus Marden dos SANTOS¹, Mário Miranda
V. B. R. LEITÃO³, João Andrade CARVALHO Jr⁴,
Niro HIGUCHI⁵

RESUMO

Determinou-se a difusividade térmica aparente do solo argiloso, em duas profundidades, em períodos antes, durante e após uma queimada na Amazônia Central (2°35'44,2" S; 60°20'8,4" W), próximo a Manaus, utilizando método numérico e séries de temperaturas medidas continuamente em três níveis de cada camada. Os valores encontrados são da ordem de 0,50 m² s⁻¹, exceto durante a queimada e imediatamente após, quando atingem 1,30 m² s⁻¹.

INTRODUÇÃO

A temperatura do solo é um fator importante na maioria dos processos do contínuo solo-planta, é necessária para a caracterização do microclima junto à superfície, além de ser um dos componentes dos modelos de previsão do tempo e do clima. Os perfis de temperatura no solo podem ser obtidos através da integração da equação da condução do calor, a qual depende da capacidade térmica volumétrica C (J m⁻³ K⁻¹) e da difusividade térmica aparente do solo K (m² s⁻¹), parâmetros que são função da composição, da textura e da umidade deste, usualmente com uma variação não-uniforme com a profundidade.

Não obstante, particionando um solo não-uniforme em N camadas j , de composição e textura uniformes, e não necessariamente de mesma espessura, obtém-se uma equação de difusão cujo parâmetro é a difusividade térmica aparente da camada, K_j , $j = 1, 2, \dots, N$ (Gielow et al., 1993; Santos Alvalá et al., 1996).

A difusividade K_j pode ser obtida (i) por métodos ditos periódicos, tais como os da amplitude e da fase, derivados de soluções analíticas da equação e dependentes do conhecimento da variação temporal da temperatura nos limites superior e inferior de cada camada, ou (ii) por método numérico, em que se resolve sucessivamente a equação para diferentes valores de K_j , comparando os valores calculados da temperatura com os observados, até se achar aquele que minimiza o desvio médio quadrático entre eles, ao longo do tempo (usualmente ciclos de 24 horas), método este que depende do conhecimento da variação temporal da temperatura nos limites superior e inferior, além de um nível intermediário de cada camada, não necessariamente igualmente espaçados. Santos Alvalá et al. (1996) mostram a robustez do método (ii), em trabalho onde se detalham os métodos acima mencionados.

No presente trabalho aplica-se o método numérico para determinar K em solo argiloso da Amazônia Central antes, durante e após uma queimada de floresta de terra firme derrubada, realizada a partir das 11:30 horas, em 14 de outubro de 1995, num sítio ao norte de Manaus, AM (2° 35' 44,2" S; 60° 20' 8,4" W), estando os detalhes da derrubada e da queimada, assim como sua instrumentação, descritos em Gielow et al. (1996).

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Dr. Pesquisador Titular, Divisão de Ciências Meteorológicas, INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail: ralf@met.inpe.br.

² Dra. Pesquisadora Adjunta, Divisão de Ciências Meteorológicas, INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail: regina@met.inpe.br.

³ Dr. Professor, UFPB Caixa postal 518, 58109-970, Campina Grande, PB.

⁴ Dr. Pesquisador Titular, Laboratório de Processos de Combustão, INPE, Cachoeira Paulista, SP. E-mail: joao@cptec.inpe.br

⁵ Dr. Pesquisador Titular, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, 69000-000, Manaus, AM.

A temperatura do solo foi medida com termopares em quatro níveis, respectivamente 3, 6, 12 e 24 cm abaixo da superfície, em períodos antes, durante e após a queimada, sem ter havido chuva após a queima. Dividiu-se o solo em duas camadas com sobreposição, uma entre os níveis de 3 e 12 cm, e outra de 6 a 24 cm, fazendo-se a comparação média quadrática entre as temperaturas medidas e calculadas nos níveis de 6 e de 12 cm, respectivamente. Aplicou-se, então, o método numérico acima descrito a cada uma dessas camadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia mencionada, obtiveram-se os seguintes resultados, correspondendo respectivamente a períodos antes, durante e após a queimada, não tendo ocorrido chuva após a queima:

Data	Dia	$K \times 10^6$		EMQ* da Temperatura (C)	
		3-12 cm	6-24 cm	3-12 cm	6-24 cm
11.10.95	284	0,55	0,53	0,10	0,22
14.10.95	287	1,30	1,35	2,68	0,86
16.10.95	289	0,55	1,25	0,04	0,09

* EMQ = erro médio quadrático no nível intermediário (6 ou 12 cm)

Os resultados para a difusividade térmica aparente K , da ordem de $0,59 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, são coerentes com os mostrados por Arya (1988) para solos argilosos, mas mais altos que os encontrados no sítio próximo da Fazenda Dimona (Santos Alvalá, 1996). Outrossim, os valores da ordem de $1,30 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, encontrados durante o período da queima e imediatamente após (e por mais tempo na camada mais profunda), possivelmente retratam o secamento do solo causado por esta; durante a queima a temperatura à profundidade de 3 cm alcançou o máximo de 65 C às 12:55 horas (figura 1), enquanto o fluxo de calor no solo, na profundidade de 2 cm, atingiu o máximo de 529 W m^{-2} às 12:40 horas (Gielow et al., 1996). Wierenga et al. (1969) e Campbell (1977) mostram que a difusividade térmica aparente aumenta rapidamente com o aumento da umidade no solo, atingindo um máximo, para então diminuir com o crescimento desta umidade. um comportamento sobre o qual se teve alguma indicação em solo arenoso de Rondônia (Santos Alvalá et al., 1996), com dados de campanha de campo em que também se determinou a umidade do solo. Entretanto, na campanha de queimada objeto do presente trabalho, não houve observações da umidade do solo, e ainda não se determinou a composição e textura deste. Finalmente, K igual a $1,25 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ na camada mais profunda, dois dias após a queimada, talvez retrate o secamento citado, enquanto na camada superior já se tenha retornado às condições pré-queima.

CONCLUSÕES

Demonstrou-se a utilidade do método numérico utilizado para a determinação da difusividade térmica aparente do solo, mostrando-se ainda que esta aumenta durante e imediatamente após uma queimada. Entretanto, como esta difusividade é função da umidade do solo (além da composição e da textura deste), para maior completicidade de um estudo como o presente, é essencial que se observe esta variável; além disso, a capacidade térmica volumétrica do solo, que é essencial para o cômputo do fluxo de calor no solo se conhecido o gradiente de temperatura, também é uma função da umidade (de Vries, 1963; Campbell, 1985).

AGRADECIMENTOS: A P. R. A. Carvalho e a J. C. Santos pela instalação e manutenção dos equipamentos no sítio da campanha. À FAPESP, pelo suporte ao experimento através do Processo 93/4753-8.

BIBLIOGRAFIA

- ARYA, S. P. **Introduction to Micrometeorology**. Londres, Academic Press, 1988.
- CAMPBELL, G. S. **An Introduction to Environmental Biophysics**. New York, Springer, 1977.
- CAMPBELL, G. S. **Soil Physics with BASIC**. Amsterdam, Elsevier, 1985.
- DE VRIES, D. A. Thermal properties of soils. In: VAN WIJK, W. R. (ed.) **Physics and plant environment**. Amsterdam, North Holland, p.102-142, 1963.
- GIELOW, R.; SANTOS ALVALÁ, R. C.; WRIGHT, I. R. Determinação por diferenças finitas da difusividade térmica em solo de área desmatada na Amazônia. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 8, Porto alegre, RS. **Resumos**. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p. 109, 1993.
- SANTOS ALVALÁ, R. C.; GIELOW, R.; WRIGHT, I. R.; HODNETT, M. G. Thermal diffusivity of Amazonian soils. In: GASH, J. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L. (eds.) **Amazonian deforestation and climate**. Chichester, RU, Wiley, p. 139-150, 1996.
- WIERENGA, P. J.; NIELSEN, D. R.; HAGAN, R. M. Thermal properties of a soil based upon field and laboratory measurements. **Soil Science Society of America Journal**, v.33, p. 354-362, 1969.

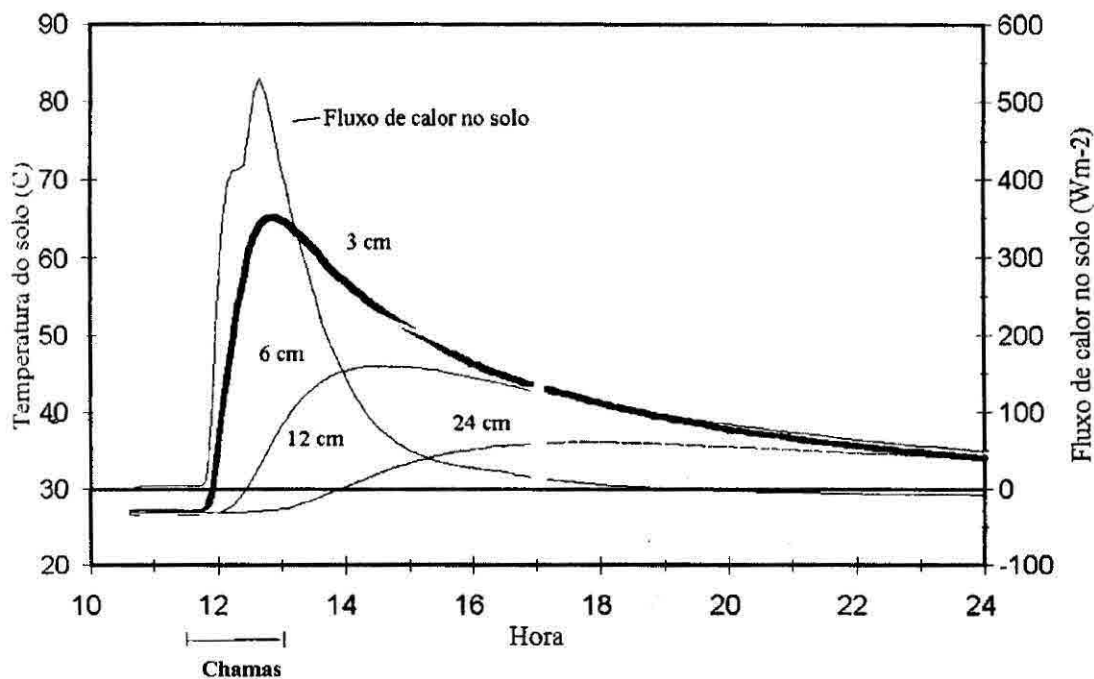


Figura 1 - Fluxo de calor no solo e temperatura no dia da queimada.