

Estimativa da difusividade térmica do solo em área de floresta em Rondônia

***Paulo R. Anderson¹, Ralf Gielow², Regina C. S. Alvalá²,
Fabrício B. Zanchi³ Fernando L. Cardoso¹ Leonardo J.G.
Aguiar¹, Juliano A. Deus¹, Anderson Telles¹, Kécio G.
Leite, Antônio O. Manzi⁴***

***¹Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, RO,
paulorenda@ibest.com.br***

***²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –
DMA/CPTEC/INPE, São José dos Campos, SP***

³Univ. de São Paulo – DCA/IAG/USP, São Paulo, SP

⁴Inst. N. de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, AM

HISTÓRICO

Este trabalho mostra resultados preliminares, procedimentos e dificuldades do Projeto de Iniciação Científica do primeiro autor, realizado em sincronia com os dos sexto, sétimo, oitavo e nono co-autores, como parte do Projeto Milênio-LBA da UNIR. A sincronia efetiva-se principalmente através das coletas de dados na Fazenda Nossa Senhora - FNS ($10^{\circ}45' S$, $62^{\circ}22' W$ – pastagem) e na Reserva Biológica do Jaru – RJ ($10^{\circ} 04.7' S$; $61^{\circ} 56.16' W$ – floresta de “Terra Firme”), realizadas pelos quatro alunos da UNIR obedecendo a escalas semanais. O primeiro autor participou da instalação dos sensores no solo na RJ em outubro de 2002 (DJ 284), durante a Campanha Dry to Wet LBA, cujas séries de dados contínuos de temperaturas, umidades e fluxo de calor no solo ao longo do tempo seriam utilizados em seu trabalho de Iniciação Científica, juntamente com similares obtidos na FNS. Entretanto, em novembro de 2002 (DJ 319), devido a problemas com invasores na RJ, os sensores foram retirados, limitando a extensão das séries de dados estudadas. Contava-se também com os dados de umidade do solo na FNS, obtidos junto à torre da Super-PCD a partir de julho de 2003 (DJ 193), o que não ocorreu devido a problemas ainda não solucionados com as medidas destes, o que impediu a obtenção da correlação difusividade térmica vs umidade do solo na FNS. Não obstante, após receber a base matemática em seu curso, a parte teórica do trabalho foi coberta, para então se computarem as difusividades térmicas utilizando um programa em BASIC, fatos que fizeram o primeiro autor proficiente nesta área. A orientação é dada à distância pelos segundo e terceiro co-autores, com co-orientação na UNIR pelo quinto co-autor, devendo o Projeto estar concluído em abril de 2005.

INTRODUÇÃO

O fluxo do calor e a distribuição da temperatura no solo, que dependem das propriedades térmicas deste, são características físicas de importância em áreas diversas, incluindo a Meteorologia, a Agronomia e a Ecologia. Assim, por exemplo, o fluxo de calor no solo é um dos componentes do balanço de energia, o qual é essencial para a previsão numérica tanto do tempo, quanto do clima. Por outro lado, a temperatura do solo influencia a germinação das sementes e o desenvolvimento dos vegetais, bem como controla o desenvolvimento de microorganismos no solo.

A determinação experimental direta das propriedades térmicas do solo, quais sejam, a difusividade, a condutividade e a capacidade volumétrica (massa específica vezes calor específico) do calor é difícil, tanto devido a dificuldades experimentais, quanto porque variam com a composição química, estrutura e umidade do solo, as quais, por sua vez, variam no espaço e no tempo. Entretanto, utilizando a teoria da condução do calor em sólidos, para um dado solo e local, podem-se obter estas propriedades a partir de séries temporais de temperaturas e umidades medidas, objeto deste trabalho.

Equação da condução de calor

$$C \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

ou, para uma camada homogênea j:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_j \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

em diferenças finitas:

$$\frac{\left(C_{j+\frac{1}{2}} K_{j+\frac{1}{2}} \left[\frac{T_{j+1} - T_j}{z_{j+1} - z_j} \right] - C_{j-\frac{1}{2}} K_{j-\frac{1}{2}} \left[\frac{T_j - T_{j-1}}{z_j - z_{j-1}} \right] \right)}{\left[\frac{z_{j+1} - z_{j-1}}{2} \right]} = C_j \left(\frac{T_j^{k+1} - T_j^k}{\Delta t} \right)$$

T = Temperatura (C)

t = tempo (s)

z = profundidade (m)

C = capacidade térmica volumétrica do solo ($\text{J m}^{-3} \text{K}^{-1}$)

$\lambda = K$ = condutividade térmica do solo ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)

$\alpha = C \lambda$ = difusividade térmica ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$)

A difusividade térmica do solo (α_j) é obtida através da solução iterativa da última equação (Alvalá et al., 1996)

Capacidade térmica volumétrica do calor (de Vries, 1963)

$$C = C_m \frac{\rho}{\rho_m} + \theta C_w \quad (\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1})$$

C_m = calor específico/componentes minerais ($\text{MJ m}^{-3} \text{K}^{-1}$)

C_w = calor específico da água ($\text{MJm}^{-3}\text{K}^{-1}$)

ρ = massa específica seca total (kg m^{-3})

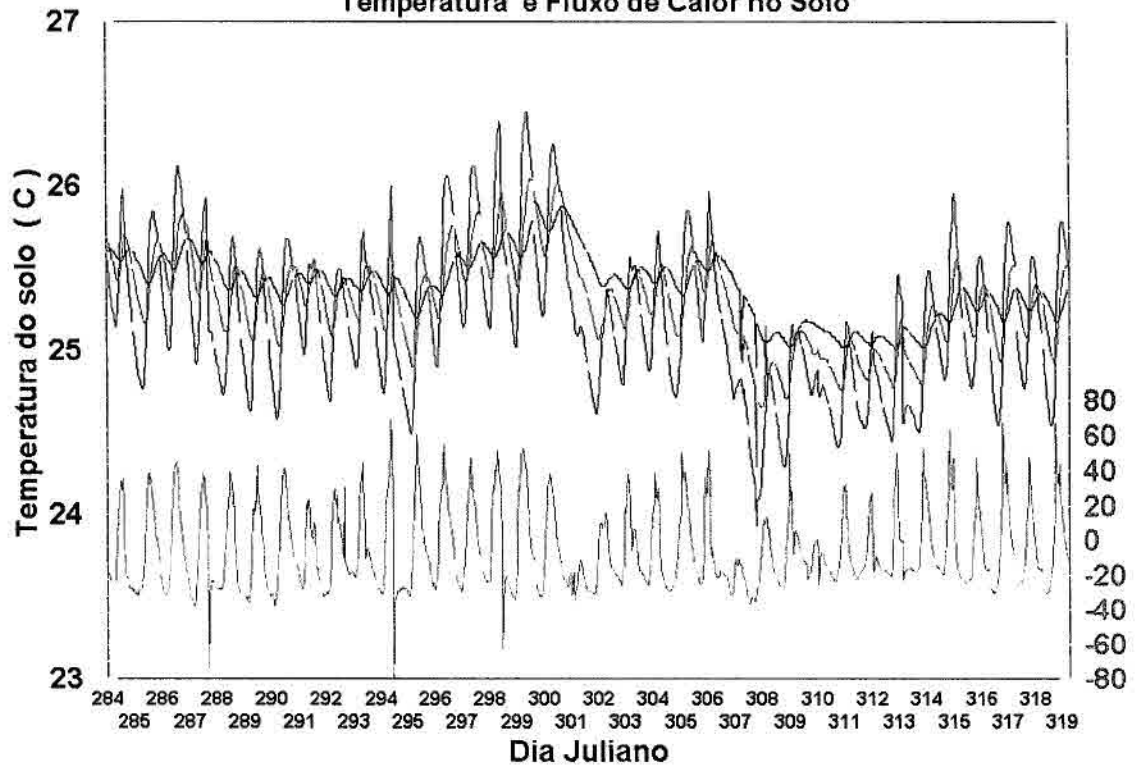
ρ_m = massa específica da fração mineral (kg m^{-3})

θ = umidade do solo (kg kg^{-1})

Condutividade térmica

$$\lambda = \alpha C \quad (\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1})$$

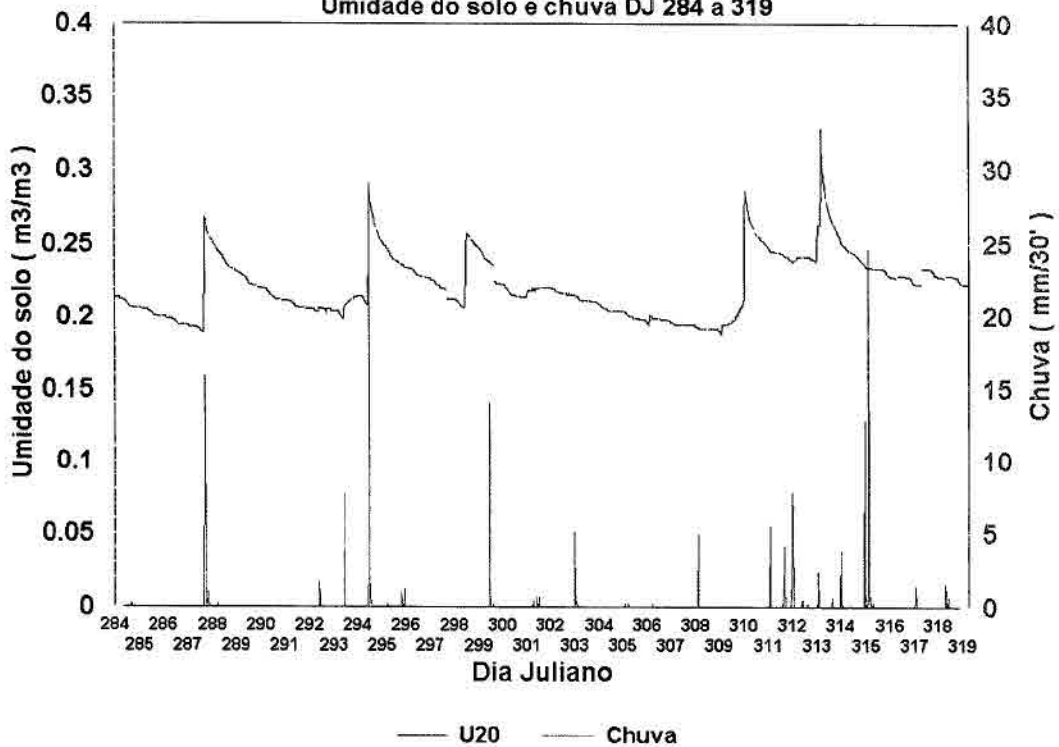
REBIO JARU - DJs 284 a 319/2002
Temperatura e Fluxo de Calor no Solo



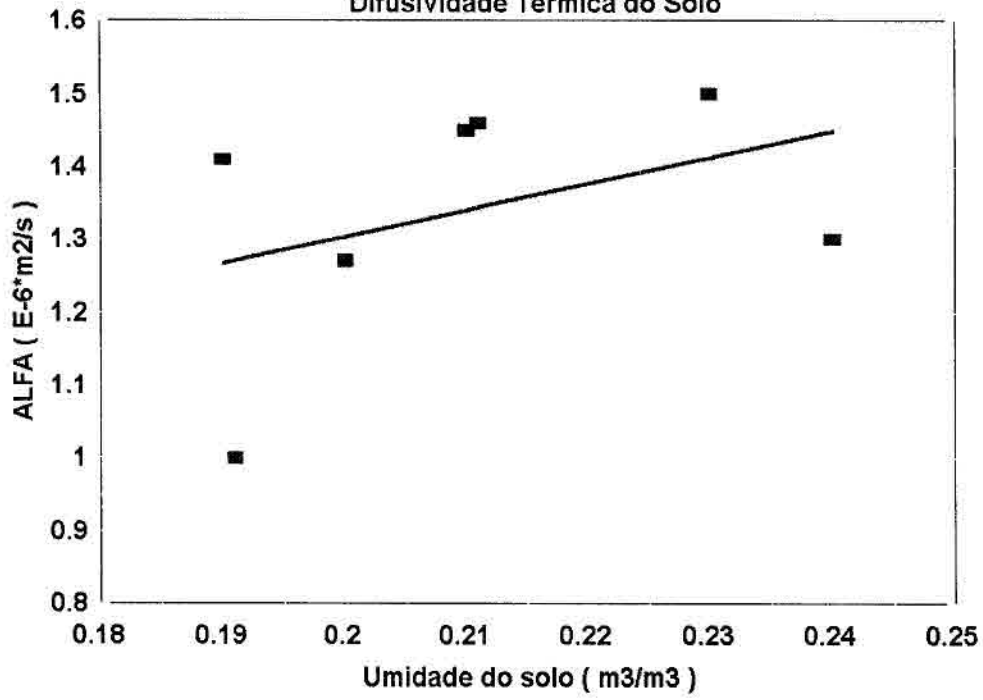
— T10 — T20 — T40 — FCS (W/m²)

REBIO JARU - 2002

Umidade do solo e chuva DJ 284 a 319



REBIO JARU - DJs 284 a 319/2002
Difusividade Térmica do Solo

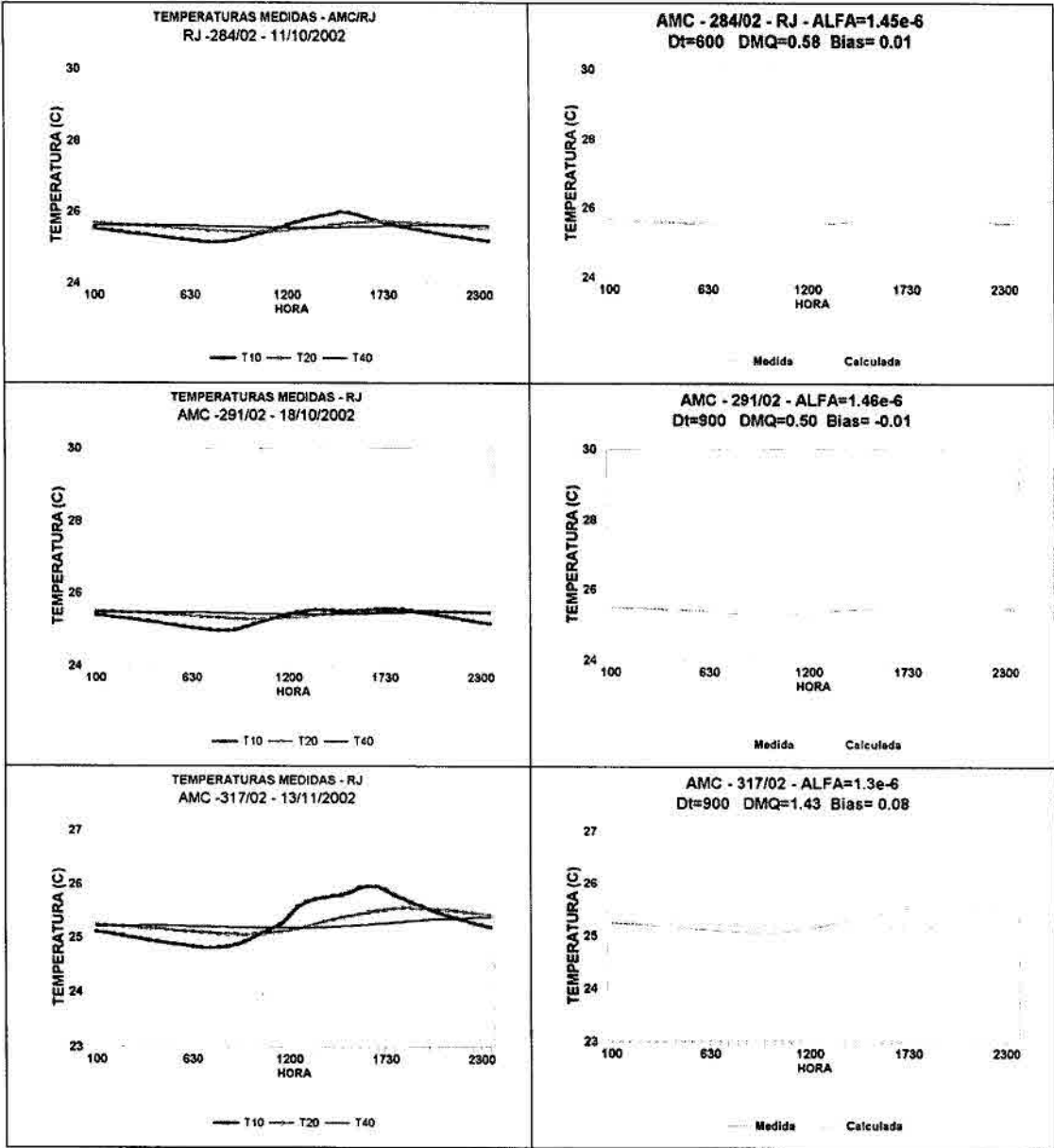


■ Medida

— Alfa = 3.64 * Theta + 0.57 r2=.16

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do Projeto e das Bolsas de Iniciação Científica dentro do Projeto Milênio/LBA.



Difusividade Térmica e Conteúdo de Umidade do Solo
na Reserva Biológica do Jarú, Rondônia

DJ	θ	α
	($m^3 m^{-3}$)	$m^2 s^{-1} \times 10^6$
284	0.21	1.45
288	0.20	1.27
291	0.21	1.46
309	0.19	1.41
310	0.19	1.00
317	0.24	1.30
319	0.23	1.50

REFERÊNCIAS

Alvalá, R. C. S., R. Gielow, I. R. Wright, and M. G. Hodnett, Thermal diffusivity of Amazonian soils, in *Amazonian Deforestation and Climate*, edited by J. H. Gash, C. A. Nobre, J. M. Roberts, R. L. Vitoria, R. L, pp. 139-150, John Wiley, Chichester, 1996.

de Vries, D. A., 1963. Thermal properties of soils. In: Van Wijk, W. R. (Ed.), *Physics of Plant Environment*. North Holland, Amsterdam, pp. 210-233