

VARIAÇÕES DOS CAMPOS DE TEMPERATURA POTENCIAL E DE UMIDADE ESPECÍFICA DENTRO E ACIMA DE FLORESTA

Leonardo Deane de Abreu Sá
Antônio Ocimar Manzi
Romísio Geraldo Bouhid André
Luiz Carlos Baldicero Molion

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
C.P. 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

São discutidas as características físicas das variações, ao longo do dia, de temperatura potencial e de umidade específica em diferentes níveis dentro e acima de uma copa florestal, para condições distintas de ocorrência de precipitação. Os dados foram coletados na Floresta Amazônica de terra firme, no período compreendido entre 15 de março a 31 de agosto de 1984. As variações de temperatura e umidade, ao longo dos dias secos, mostraram marcadas diferenças com relação àquelas verificadas em dias com precipitação. As características do acoplamento entre a vegetação e a atmosfera diferiram significativamente durante períodos diurnos e noturnos.

1. INTRODUÇÃO

Nos estudos desenvolvidos a respeito da influência das florestas sobre o meio-ambiente, é cada vez mais concordante a idéia de que coberturas vegetais desempenham um papel ativo com relação aos processos de trocas energéticas com a atmosfera (Monteith, 1981). No que se refere às florestas tropicais, o problema da interação com a atmosfera ganha maior relevância, dado o conhecido papel das regiões equatoriais como fontes de calor latente (Molion e Kousky, 1985). Embora a importância física das trocas energéticas nas regiões equatoriais seja reconhecida, é, contudo, pouco conhecida a maneira pela qual interagem os principais fatores que contribuem para a configuração da camada limite e para sua conseqüente interação com os processos de maiores escalas (Shuttleworth et alii, 1984).

Admitindo que a floresta e a atmosfera formam um sistema complexo, podem ser apontados como principais funções forçantes, determinantes das mudanças de estado deste sistema, a radiação solar incidente, a água nos seus diversos estados e a ação do campo de velocidade do vento (Sellers, 1985). A ação conjunta destas funções altera as condições de equilíbrio, tanto da copa com a atmosfera superior quanto da copa com a superfície. É singular o papel estabilizador desempenhado pela cobertura vegetal com relação ao microclima circundante. Enquanto acima do dossel ela funciona como auto-reguladora das perdas energéticas, abaixo dele, ela atua como autêntico tampão, o que impede o transporte de vapor d'água da superfície para a atmosfera. O resultado desta ação da copa acaba se manifestando sob a forma

de atenuação da variação dos campos de temperatura potencial e de umidade específica, próximos à superfície (Geiger, 1980). Esta variação se manifesta na evolução diária dos diversos parâmetros físicos mensuráveis, dentre eles a temperatura potencial e a umidade específica, que têm suas configurações determinadas em última instância pela estabilidade da atmosfera, ou seja, pela presença ou ausência de mistura turbulenta (Thom, 1975; Thom et alii, 1975; Garratt, 1978).

O propósito deste trabalho é investigar o comportamento dos campos de temperatura potencial e de umidade específica e o seu respectivo acoplamento sob diferentes condições de ocorrência de precipitação numa floresta tropical chuvosa de terra firme.

2. RESULTADOS E CONCLUSÕES

As Figuras 1a, 1c, 1e e 1g apresentam a variação dos campos de temperatura potencial, e as Figuras 1b, 1d, 1f e 1h mostram a variação dos campos de umidade específica ao longo de dias escolhidos, acima e dentro da floresta. Ao observar a evolução diária destes campos em vários níveis dentro e acima da copa florestal, nota-se, de um modo geral, a existência de dois regimes distintos, um diurno e outro noturno. O regime diurno se caracteriza pela elevação da temperatura potencial (θ) em todos os níveis, no período da manhã, até atingir um máximo por volta das 14:00, quando passa a decrescer. Verifica-se, então, um forte acoplamento entre os níveis situados nas alturas de 22,25m a 44,66m acima do chão. Os níveis de 1,45m, sobretudo, e o de 13,45m encontram-se desacoplados dos demais, o que indica a existência de grande estabilidade térmica próxima ao chão. A evolução diurna da umidade específica (q) apresenta comportamento similar ao de θ no que se refere aos acoplamentos, embora a umidade específica aumente com a proximidade do solo, inversamente ao que acontece com θ . Fisicamente isto pode ser explicado pelo efeito de tampão que a estabilidade térmica exerce sobre o meio próximo ao solo, o que evita que a umidade aí evapotranspirada seja transportada por via turbulenta até os níveis superiores. Assim, durante o dia, onde a estabilidade térmica permanece forte, a umidade específica cresce, ao passo que, onde predomina a mistura convectiva, a umidade específica diminui durante a manhã. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Shuttleworth et alii (1985) também para a Floresta Amazônica. O regime noturno difere essencialmente do diurno. Nele constata-se um acoplamento entre os dois níveis inferiores (1,45m e 13,45m), enquanto os níveis mais altos apresentam um leve desacoplamento. Isto pode ser explicado pelas perdas radiativas ocorridas na parte superior da copa das árvores as quais provocam estabilidade térmica no meio situado imediatamente acima da vegetação, mas diminuem a estabilidade existente nos níveis próximos ao chão. Estas perdas colaboram para reduzir os gradientes verticais de q dentro da copa. Por outro lado, a redução da temperatura, à noite, faz com que haja saturação do vapor d'água para índices inferiores de q com relação àqueles dos períodos diurnos, o que explica a queda generalizada dos valores de q durante a madrugada.

Um aspecto importante a ressaltar é o da ação dos diversos fatores, os quais podem afetar a estrutura dos campos de θ e q . São eles a incidência de radiação, a ocorrência de precipitação e a intensidade do vento (Tajchman, 1981). A radiação solar contribui para o aquecimento da copa e consequente aumento da mistura turbulenta acima dela. Contribui, igualmente para o aumento da estabilidade térmica nos níveis próximos ao chão (Raupach, 1979).

A ocorrência de precipitação promove uma queda acentuada no campo de θ em todos os níveis, fazendo com que a temperatura nas várias alturas convirja para um mesmo valor. O mesmo acontece com a umidade específica que sofre drástica queda logo após o início da chuva. Isto pode ser explicado pela queda de temperatura que acompanha estas ocasiões, fazendo com que seja atingida a saturação do vapor d'água (Figuras 1e,f,g,h).

O campo do vento, na ausência da radiação e da precipitação, consiste no principal fator determinante das flutuações nos campos de θ e q .

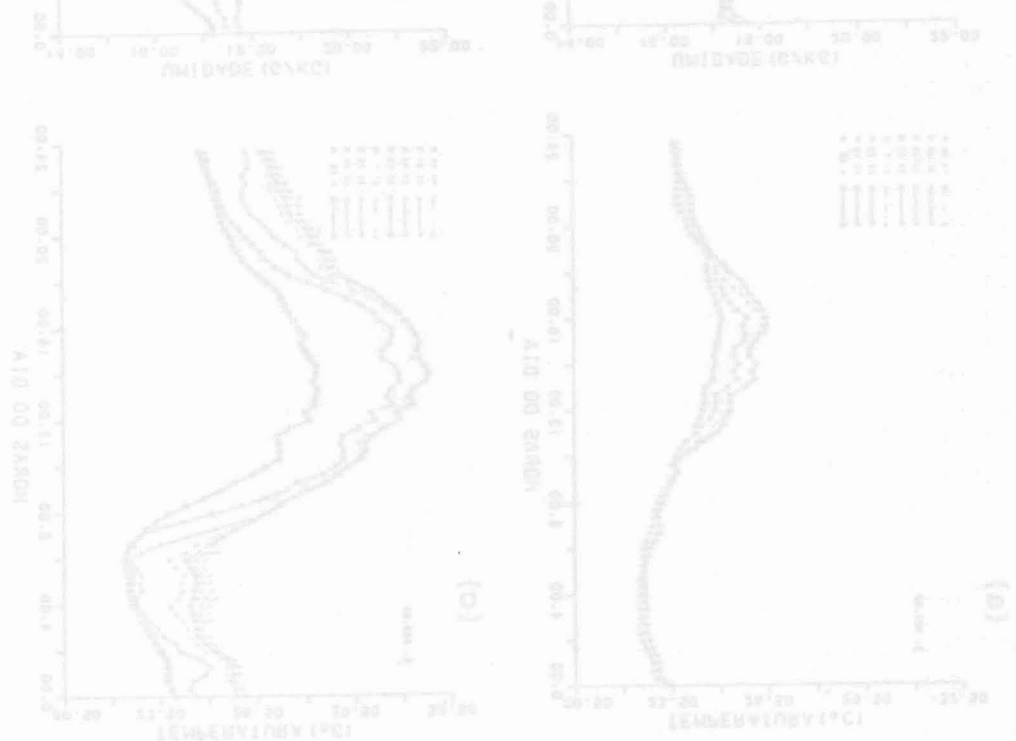
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos Drs. James Shuttleworth, Christopher J. Moore, John H.C. Gash, John Roberts e do Sr. Colin R. Lloyd, do Institute of Hydrology de Wallingford, Reino Unido, que formaram a equipe britânica co-realizadora do Experimento Micrometeorológico na Amazônia. São gratos igualmente ao Dr. Carlos Afonso Nobre e ao Sr. Vicente de Paula Silva Filho do Instituto de Pesquisas Espaciais, aos Srs. Ari de Oliveira Marques Filho, Gilberto Fernando Fisch, Maria de Nazarê Goes Ribeiro e Mauro Januário do Instituto de Pesquisas da Amazônia, ao Sr. Osvaldo M.R. Cabral da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ao Sr. José Carvalho de Moraes da Universidade Federal do Pará, ao Dr. Sukaran R. Patel da Universidade Federal da Paraíba e ao Sr. Leandro Ferreira de Aguiar da Fundação Universidade do Amazonas, os quais integraram a parte brasileira do mencionado Experimento, e ao Dr. Yelisetty Viswanadham pelas críticas e sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARRATT, J.R., 1978. Flux profile relations above tall vegetation. Quart. J.R. Met. Soc., 104:199-211.
- GEIGER, R., 1980. Manual de microclimatologia. O clima da camada de ar junto ao solo. Gulbenkian, Lisboa.
- MOLION, L.C.B. e KOUSKY, V.E., 1985. Climatologia da dinâmica da troposfera sobre a Amazônia. INPE-3560-RPE/480.
- MONTEITH, J.L., 1981. Coupling of plants to the atmosphere. In: Grace, J., Ford, E.D. and Jarvis, P.G. eds. Plants and their atmospheric environment. Edinburg, cap. 1, p. 1-29.
- RAUPACH, M.R., 1979. Anomalies in flux-gradient relationships over forests. Boundary-Layer Meteorology, 16(4):467-486.

- SELLERS, P.J., 1985. Do the flowers bring the showers? Work in Progress, 9, 2:9.
- SHUTTLEWORTH, W.L., GASH, J.M.C., LLOYD, C.R., MOORE, C.J., ROBERTS, J., MARQUES FILHO, A.O., FISCH, G.F., SILVA FILHO, V.P., RIBEIRO, M.N.G., MOLION, L.C.B., SÁ, L.D.A., NOBRE, C.A., CABRAL, O.M.R., PATEL, S.R., MORAES, J.C., 1984. Observations of radiation exchange above and below Amazonian Forest. Quart. J.R. Met. Soc., 110:1163-1169.
- , 1985. Daily variations of temperature and humidity within and above Amazonian Forest. Weather, 40(4):102-108.
- TAJCHMAN, S.J., 1981. Comments on measuring turbulent exchange within and above forest canopy. Bull. Am. Met. Soc., 62: 1550-1559.
- THOM, A.S., 1975. Momentum, mass and heat exchange of plant communities. In: MONTEITH, J.L., ed. Vegetation and the atmosphere. London, Academic, v. 1, cap. 3, p. 57-109.
- THOM, A.S., STEWART, J.B., OLIVER, H.R., GASH, J.H.C., 1975. Comparison of aerodynamic and energy budget estimates of fluxes over a pine forest. Quart. J.R. Met. Soc., 101(427): 93-105.



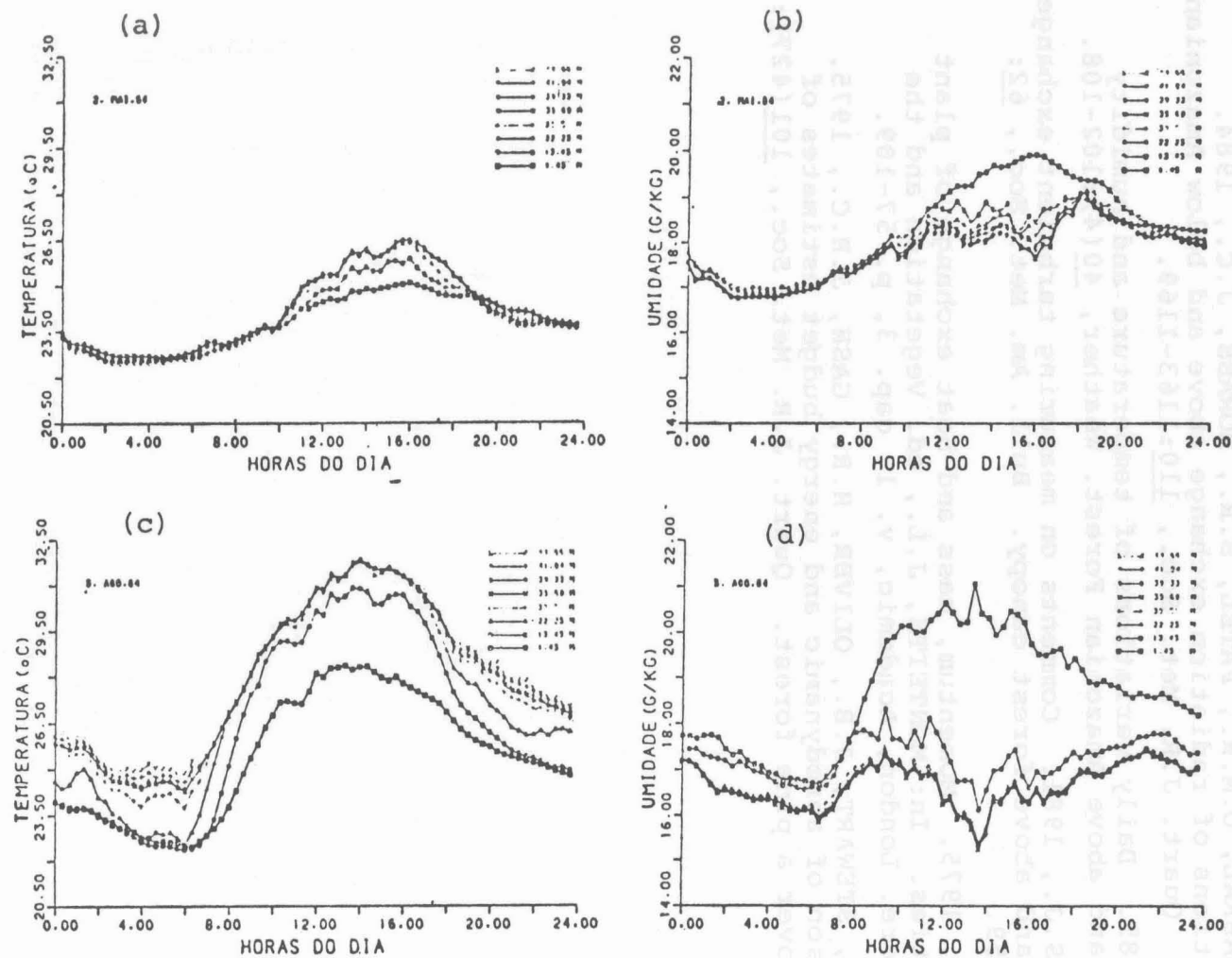


Fig. 1 - Variação dos campos de temperatura potencial e de umidade específica dentro e acima da copa florestal. (▼ indica ocorrência de precipitação).

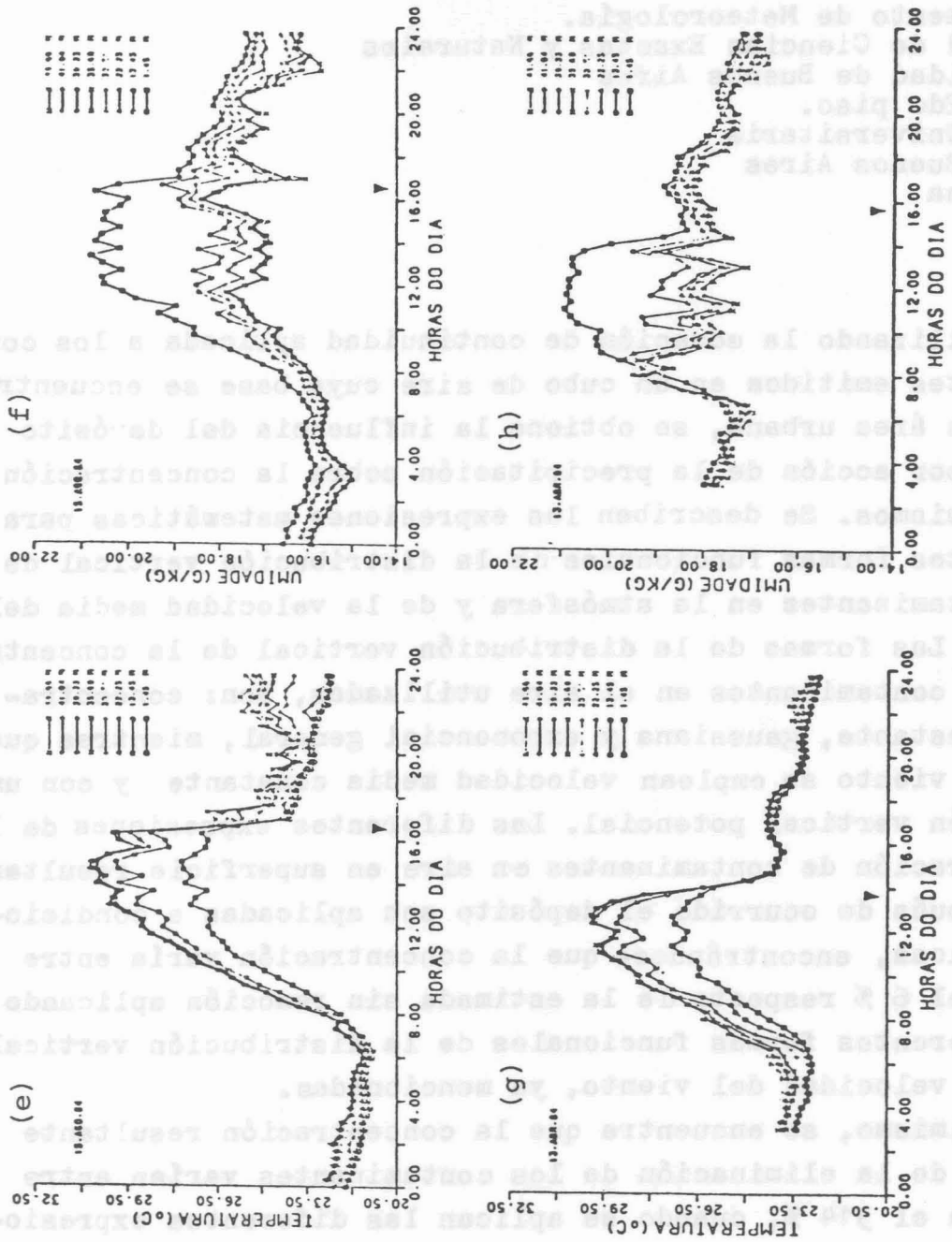


Fig. 1 - Continuação