

# Efeitos do desmatamento sobre a termodinâmica da baixa atmosfera

R. Lyra(1), C. Nobre(2), G. Fisch(2), E. Rocha(3), H. Rocha(2), S. Souza(1)  
1-UFAL/CCEN/Dpto. de Meteorologia, Maceió - AL  
2-INPE/CPTEC - José dos Campos - SP  
3-UFPa/Depto de Meteorologia, 65500 Belém - PA

## Abstract

The Rondonia Boundary Layer Experiment has been planned to study the interaction between the two most common vegetation covers in the Amazonia (forest and pasture) and the atmospheric boundary layer (ABL). Up to now, 2 field campaigns have been carried out to study the thermodynamic structure of ABL, using rawinsondings and tethered balloons. During the first intensive field campaign (IFC-1, september 1992) data collection took place only for the forest site (IBAMA's Jaru Biological Reserve, 10 01'S, 61 05'W, 120m). During IFC-2 (July 1993), measurements have been taken both at the forest and pasture (10 07'S, 62 03'W, 220m) sites, but for logical reasons, not simultaneously. For pasture, surface sensible heat is higher and evaporation is smaller compared to those fluxes at the forest site. The analysis of RBLE/IFC-2 data show that daytime ABL is well mixed and its height is higher over pasture than forest and that the height difference can be as high as 1 Km.

## Introdução

As interações que ocorrem no sistema solo-água-planta-atmosfera e o papel da vegetação no tocante ao balanço hídrico, ao balanço de energia e por conseguinte ao clima, há muito despertou o interesse da comunidade científica.

O Brasil, possuidor da maior superfície de floresta do mundo, vem realizando importantes estudos na Amazônia, os quais geralmente são feitos através da colaboração entre cientistas brasileiros e estrangeiros. No campo da Meteorologia os mais importantes foram: ARME/1983 a 1985 "Amazon Region Micrometeorological Experiment" (Shuttleworth, 1988); ABLE I/1985 e ABLE II/1988 "Amazonian Boundary Layer Experiment" (Harriss et al, 1988) e ABRACOS /1990 a 1994 "Anglo-Braslian Amazonian Climate Observations Study" (Shuttleworth, 1991).

Os estudos experimentais associados a modelização a pequena, média e grande escala são os meios utilizados na busca da compreensão dos efeitos da modificação do ambiente natural.

Com relação ao problema do desmatamento da Amazônia, estudos de simulação apontam para um aumento regional de temperatura da ordem de 0.6 a 2.0 °C (Nobre et al, 1991; Henderson-Sellers et al, 1993; Manzi, 1993).

Neste trabalho é feita uma comparação entre a termodinâmica da baixa atmosfera sobre a floresta natural e sobre uma região desmatada (pastagem) a partir de dados experimentais.

## Material e métodos

Os dados utilizados são provenientes das duas campanhas do projeto RBLE ( C1/ setembro de 1992 - sítio Floresta "10 01'S, 61 05'W, 120m" e C2/ Julho de 1993 - sítios Floresta e Fazenda "10 07'S, 62 03'W, 220m"). O sítio fazenda fica situado a cerca de 100km do sítio floresta. Os dados são basicamente perfis verticais "PTUV" (Pressão, Temperatura, Umidade e Vento) levantados a partir de sondagens feitas com balão cativo e radiossondas. Utilizamos também os diferentes termos do balanço de energia os quais foram levantados pelas estações automáticas do projeto ABRACOS instaladas nos dois sítios estudados. Para determinação da altura da Camada Limite Atmosférica (CLA), Camada Limite Superficial (CLS) e Camada Limite Noturna (CLN) utilizamos o método convencional. Este método consiste na análise dos perfis de temperatura potencial e de direção e força do vento.

## Resultados e discussões

A evolução da CLA, CLS e CLN são diretamente ligadas a quantidade de energia disponível em superfície. Os dois principais termos do balanço de energia são o fluxo de calor sensível e o fluxo de calor latente. A análise destes dois termos no período da realização do RBLE-C2 foi feita separadamente para os períodos diurno e noturno. Para isto, fizemos a média de cada um dos fluxos em 12 horas: dia, de 06 a 17h; noite de 01 a 05h e de 18 a 23h).

Na Figura 01(a-d)), apresentamos estes resultados sempre comparando a floresta com a pastagem. Globalmente, a floresta emite menos calor sensível e mais calor latente que a pastagem durante o dia. Durante a noite, a diferença entre os dois tipos de cobertura vegetal são mais nitidas. O balanço de calor sensível é positivo na pastagem e negativo na floresta acontecendo o inverso com relação ao calor latente. Esta diferença se deve ao controle que a floresta exerce com relação as trocas com a atmosfera fato que não ocorre na pastagem.

As alturas da CLA, CLS e CLN nos dias e horários onde foram possíveis a sua determinação estão representadas na figura 02. Na floresta (fig.02a), a CLA evolui desde o nascer do sol até o ocaso atingindo o seu máximo no final da tarde (1200m em média). A determinação da CLS e difícil devido a persistência da CLN até aproximadamente as 9 da manhã. O valor máximo observado foi da ordem de 300m. A CLN começa a se desenvolver no início da noite atingindo valores da ordem de 200m a partir das 20 horas e se prolongando como já dissemos anteriormente até a metade da manhã.

Na pastagem (fig.02b), a espessura da CLA e da CLS são nitidamente superiores àquelas da floresta. A altura média máxima da CLA é 2000m. A CLS atinge valores da ordem de 500m. Os valores de altura da CLN são bastante inferiores aos da floresta (da ordem de 100m).

O fato mais curioso é a persistência da CLA durante a noite quando normalmente ela deveria desaparecer. Dessa forma temos uma CLA que evolui a partir das 10 horas da manhã até as 20 horas. Em seguida ela começa a decrescer até as 9 ou 10 horas do dia seguinte. Este fato será bastante interessante se comprovada a inexistência da influência de parâmetros de grande escala.

Para melhor ilustrar a particularidade da CLA na pastagem, comparamos o seu perfil com o de outros experimentos em floresta tropicais (fig.03). É importante observar a similaridade entre os perfis obtidos na floresta durante as duas campanhas (1992 e 1993) e desses dois com aquele obtido sobre a floresta equatorial africana (Norte do Congo). O perfil para a reserva do Ducke (ABLE2) é mais alto do que os três citados anteriormente mas ele representa apenas um caso e não a média.

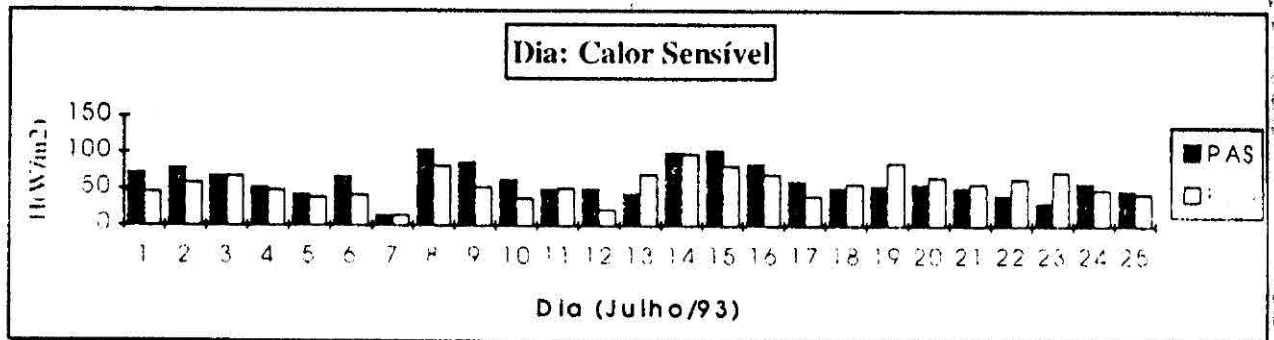


Fig.01a: Calor sensível médio durante o dia (RBLE, C2). As barras brancas representam a floresta e as pretas a pastagem.

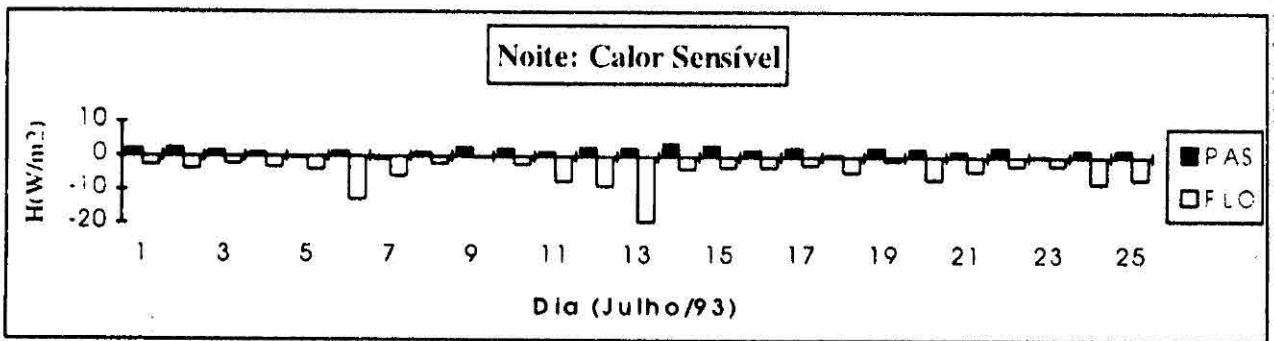


Fig.01b: Calor sensível médio durante a noite (RBLE, C2). As barras brancas representam a floresta e as pretas a pastagem.

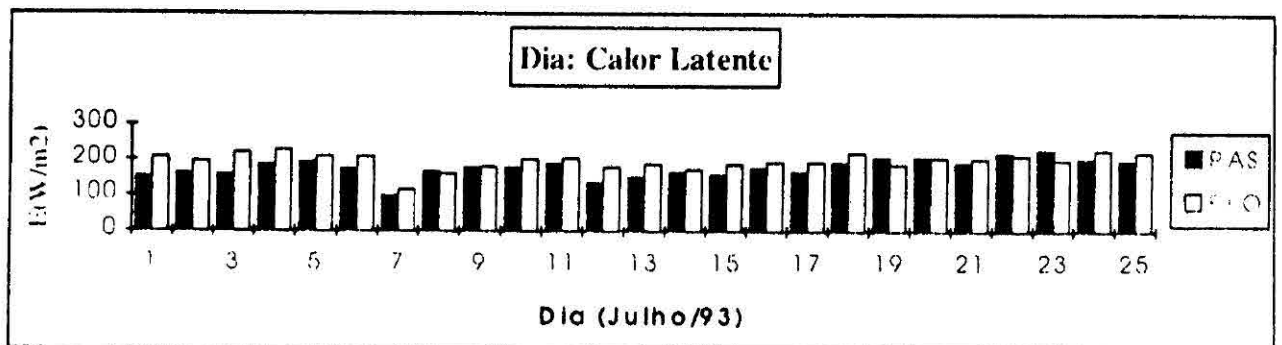


Fig.01c: Calor latente médio durante o dia (RBLE, C2). As barras brancas representam a floresta e as pretas a pastagem.

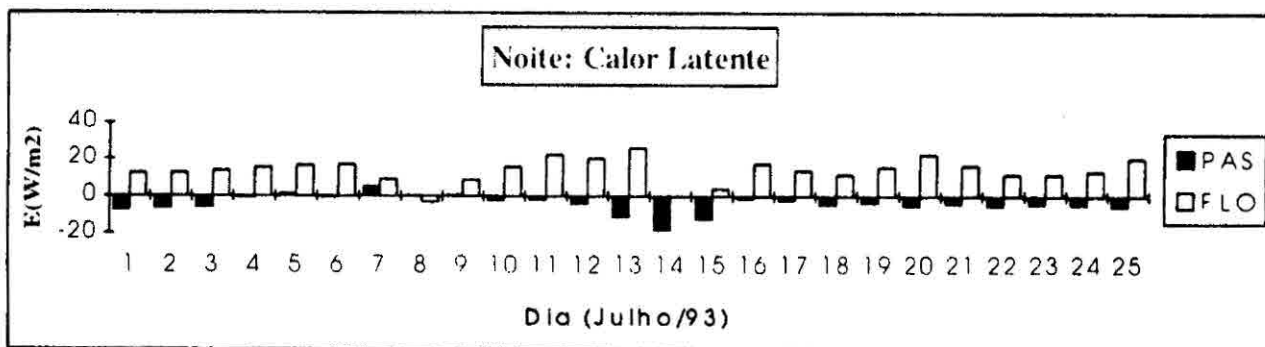


Fig.01d: Calor latente médio durante a noite (RBLE, C2). As barras brancas representam a floresta e as pretas a pastagem.

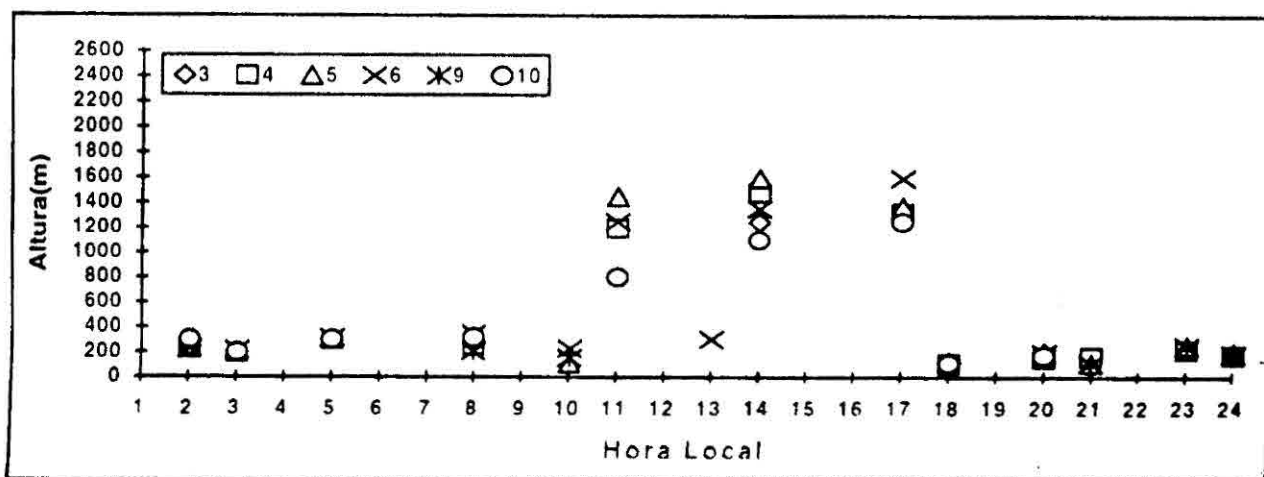


Fig.02a: Alturas da CLA, CLS e CLN na FLORESTA durante o RBLE (C2). Os números na legenda representam os dias em que os dados foram colhidos.

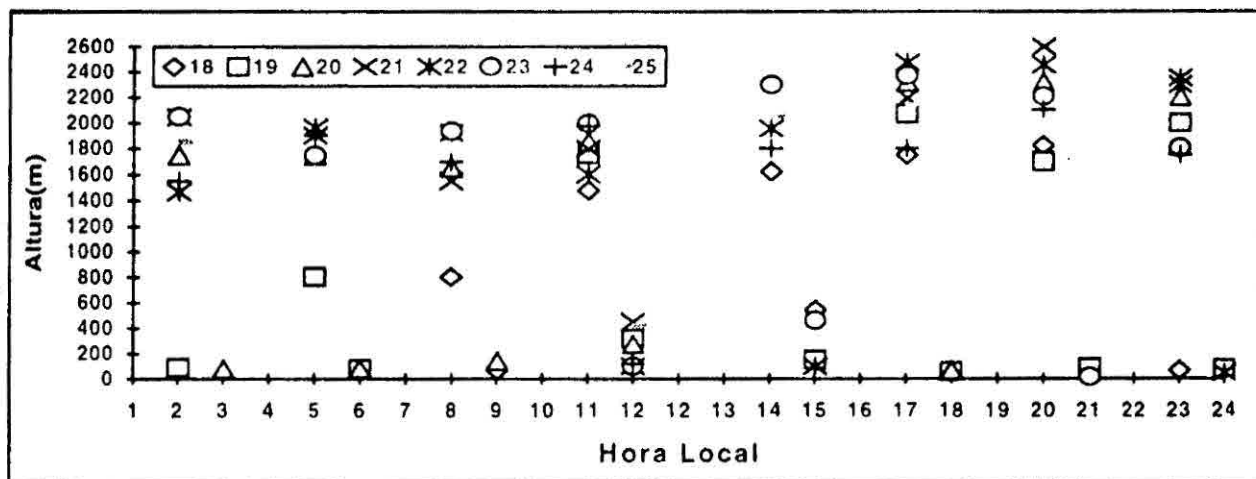


Fig.02b: Alturas da CLA, CLS e CLN na PASTAGEM durante o RBLE (C2). Os números na legenda representam os dias em que os dados foram colhidos.

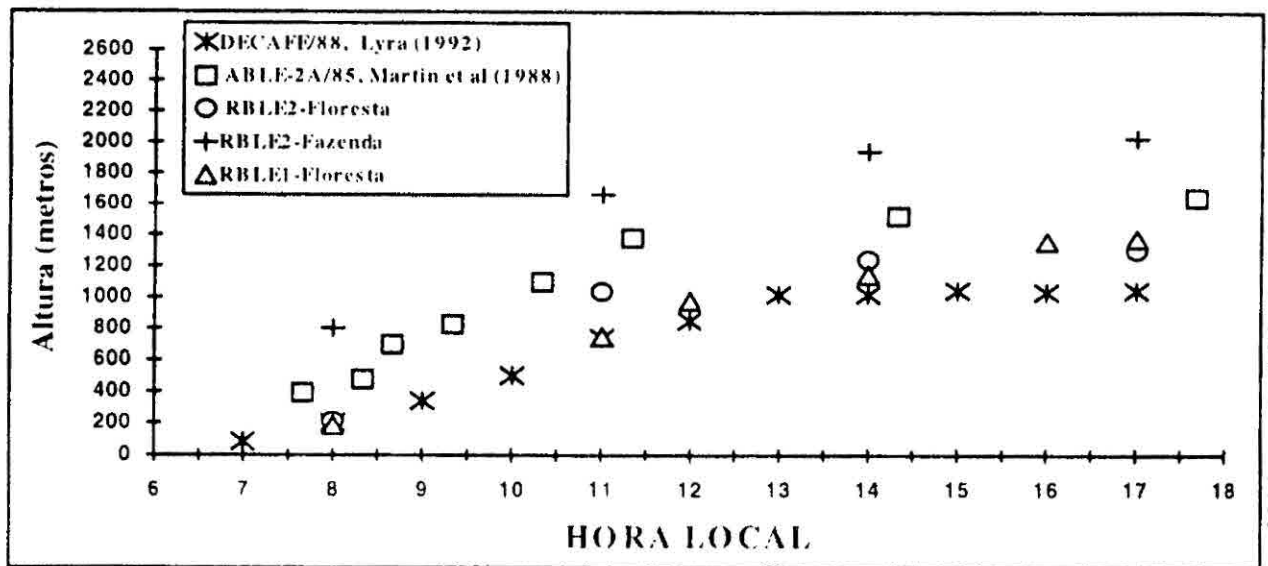


Fig.03: Alturas da CLA sobre FLORESTA tropical em diferentes experimentos

## Conclusões

Os resultados obtidos, mostram que a substituição da floresta por pastagem implica na redução da evapotranspiração durante o dia. Ocorre também um aumento no fluxo de calor sensível o que acarreta um aumento da temperatura. Durante a noite, a floresta libera calor latente enquanto que na pastagem ocorre o inverso (condensação). Por causa disto os fluxos de calor sensível possuem sinais opostos nos dois sítios.

A CLA sobre a floresta tem um comportamento normal sendo compatível com aquelas observadas em outros experimentos. Na pastagem, dois fatos curiosos foram verificados: a altura da CLA é em média 66% maior que na floresta, a CLA não entra em colapso no final da tarde e se mantém durante toda a noite.

O fato das medidas não terem sido feitas simultaneamente nos dois sítios nos impede de afirmar que o desmatamento provoca uma grande modificação na CLA. Apesar disto, tudo leva a crer que as diferenças constatadas na campanha C2(julho/93) serão confirmadas na campanha C3(agosto/94) onde as medidas serão feitas simultaneamente. Por outro lado os dados das estações automáticas, estes simultâneos, colocam em evidência estas diferenças

## Referências

- Harris, R.C., Wofsy, S.C., Garstang, M., Browell, E.V., Molion, L.C.B., McNeal, R.J., Hoell, J.M., Bendura, Jr., R.J., Beck, S.M., Navarro, R.L., Riley, J.T. and Snell R.L., 1988. The Amazon Boundary Layer Experiment (ABLE2A): Dry Season, 1985. *J. of Geophys. Res.*, 98 (D4) 7289-7315.
- Henderson-Sellers, A., Yang, Z. L., Dickinson, R.R., Durbigde, T.B., Kennedy, P.J., McGuffie, K., Pitman, A.J., 1993: Tropical Deforestation Modelling local to regional Scale Climate Change. *J. Geophysical Research*, 98(D4): 7289-73315.
- Lyra, R., Druilhet, A., Benech, B. and Bouka Biona, C., 1992: Dynamics above a dense equatorial rain forest to the free atmosphere. *J. Geophys. Res.*, 97, (D12) 12953-12966.
- Manzi, A.O. : 1993: Introduction d'un schéma des transferts sol-vegetation-atmosphère dans un modèle de circulation générale et application à la simulation de la déforestation amazonienne. Univ. Paul Sabatier. Toulouse-França. Tese de Doutorado, 230pp.
- Nobre, C.A., Sellers, P.J. and Shukla, J., 1991: Amazon deforestation and regional climate change *J. Clim.*, 4(10), 957-988.
- Shuttleworth, W.J., 1988: Macrohydrology. The new challenge for process hydrology. *J. of Hydrology.*, 100, 31-56.
- Shuttleworth, W.J., Gash, J.H.C., Roberts, J.M., Nobre, C.A., Molion, L.C.B., and Ribeiro, M.N.G., 1991: Post Deforestation Amazonian Climate: Anglo-Brazilian research to improve prediction. *J. of Hydrology*, 129, 71-85.