

# Diferença entre as Componentes do Balanço de Radiação Decorrentes da Substituição de Floresta Natural por Pastagem, na Região Amazônica

Solange Silva de Souza  
Maria Stefânia Rose da Silva  
Roberto Lyra

Departamento de Meteorologia, CCEN/UFAL Cidade Universitária - 57072-970 Maceió, AL

## Abstract

Daily variations of the radiation balance components over tropical evergreen forest and pasture in east Rondonia were compared. Incident shortwave radiation (Rg) and reflected radiation (Rr) were measured with a KIPP and ZONEN solarimeter and net radiation (Rn) was obtained with a FUNK net radiometer, during the ABRACOS EXPERIMENT between 14-25 August 1994. The hourly albedo was calculated during daytime. The albedo dependence on the zenith angle was evident in both sites, confirming previous observations. However, this dependence is larger over the forest. The average hourly radiation fluxes were calculated. The results showed that the incident shortwave radiation during daytime do not change very much. However, the incident shortwave radiation values are slightly smaller for the pasture site after midday. Values of the net shortwave radiation are always smaller over the pasture, with an average difference of the 17%.

## 1 Introdução

A substituição da vegetação natural por outro tipo de cobertura vegetal altera as interações água-solo-vegetação-atmosfera. As pesquisas apontam que a modificação em larga escala na vegetação podem ter efeitos no clima regional (André et al., 1988; Monteny e Casenave, 1989; Nobre et al., 1991). No caso da Amazônia a tendência é a troca permanente da cobertura vegetal (floresta tropical úmida) por vegetação de baixo porte, tais como gramíneas e culturas agrícolas.

A modificação na cobertura vegetal provoca alterações imediatas na capacidade de reflexão da superfície, e por conseguinte no balanço de radiação. Como principais fatores reguladores do albedo estão o ângulo zenital solar, a nebluosidade, a umidade e as propriedades espectrais da vegetação. Dessa forma, o albedo, definido como a porção da radiação solar no espectro do visível que é refletida pela superfície, é um termo no balanço de radiação o qual deve ser bem explorado. O valor do albedo sobre a floresta natural é na ordem de 13% (Salati et al., 1984; Viswanadham, 1987; André et al., 1988; Fisch et al., 1994), e na pastagem é 18% (Bastable et al., 1993; Culf et al., 1995). A maioria dessas pesquisas se referem a porção norte e leste da região amazônica. Culf et al. (1995) também analisaram o comportamento do albedo da região sul da Amazônia (Rondônia), porém o enfoque foi dado a variação sazonal do albedo em cada uma das três regiões de áreas de floresta nativa e desmatada.

A eficiência dos modelos de previsão do tempo depende muito da parametrização dos processos de superfície antes e depois do desmatamento (Henderson-Sellers, 1987). Assim, os estudos experimentais sobre a região amazônica são imprescindíveis para o fornecimento de dados nos quais ajudem na parametrização nos modelos de pequena, meso e grande escalas. Com este intuito criaram-se vários projetos e, dentre eles, o mais recente é o ABRACOS 1990-1995 "Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study" (Shuttleworth et al., 1991), no qual faz medições exclusivamente sobre superfícies de Floresta e em áreas desmatadas.

Neste trabalho procura-se analisar as mudanças do albedo diário decorrentes da substituição da floresta por gramado para pastagem de gado, e como são alterados a radiação solar incidente e a energia disponível para os processos energéticos à superfície - o saldo de radiação. O estudo se baseia em um pequeno conjunto dos dados do experimento ABRACOS, a qual compreende o mês de agosto representativo da estação seca do sul do Amazonas.

## 2 Material e Métodos

### Sítios Experimentais

As medidas de radiação foram realizadas em dois sítios experimentais: Floresta nativa (Lat.:10°01'S; Long.: 61°05'W; Alt.:120m) e Pastagem (Lat.:10°45'S; Long.: 62°22'W; Alt.:220m), localizadas ao Leste de Rondônia.

O sítio floresta está localizado na Reserva Biológica de Jarú REBIO-Jarú, pertencente ao IBAMA. A reserva compreende uma área de 268.150ha de floresta tropical intacta. O local do experimento fica 80km ao Norte da cidade de Ji-Paraná. A vegetação da floresta possui características de Terra-firme, com altura média da canopy de 33m e com árvores emergentes de até 45m. As espécies mais altas na área circunvizinha a torre micrometeorológica são *Cedrella odorata*, *Inga sp*, *Diocle cf bicolor Bth.*, *Strychnos amazonicus Krukoff*, *Glycycarpa Ruiz* (Culf et al., 1995).

O segundo sítio está situado na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, no município de Ouro Preto do Oeste, a mais ou menos 10km do centro da cidade e a 50km a Este-Nordeste de Ji-Paraná. Ele está centrado numa área com cerca de 50km de raio, a qual foi quase que totalmente desmatada a cerca de 14 anos atrás. Atualmente, a região está sendo utilizada para pastagem de gados e a vegetação predominante é o capim (*Brachiaria Brizantha*), o qual durante o experimento estava com uma altura com cerca de 0,40m. Neste sítio, ainda podemos observar palmas dispersas, e os restos da antiga floresta após o processo de queimada (alguns troncos ainda de pé). Em abril de 1993, a área de superfície com solo nu cobria 12% da área total da pastagem.

A distância média entre os sítios floresta e pastagem é cerca de 100km, e os locais de estudo foram escolhidos de tal maneira que os "fetchs" nos dois sítios fossem suficientes para as medidas serem representativas de uma região homogênea.

## Instrumentação / Tratamentos de Dados

Os dados utilizados compreenderam o período experimental do Projeto ABRACOS de 14 a 25/08/94, durante a estação seca da região.

A radiação solar global incidente ( $R_g$ ) e a refletida ( $R_r$ ) foram medidas através de solarímetros do tipo KIPP e ZONEN, e o saldo de radiação por saldorradiômetros do tipo FUNK. Esses instrumentos fazem parte das Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) montadas no topo das torres em cada sítio, as quais coletavam os dados numa taxa de 0,5Hz e armazenava em médias horárias. Na Pastagem,  $R_n$  e  $R_g$  foram medidos no topo da torre (6m), enquanto que  $R_r$  foi medido numa altura de 3,9m. Na Floresta as medidas radiaçã foram realizadas no topo da torre micrometeorológica (52m). A exposição dos instrumentos nos dois sítios estava na face Sul das torres, com os sensores na extremidade das hastes de 3m de comprimento. Por medida de segurança, sobre a floresta também foram medidos  $R_g$  e  $R_r$  na face norte da torre, a uma altura de 37,3m, a fim de eliminar qualquer influência da torre sobre os instrumentos.

O albedo horário ( $\alpha$ ) foi calculado com a razão da radiação refletida através da superfície e a radiação solar incidente registrada num determinado sítio ( $\alpha = R_r/R_g$ ). No presente trabalho, ele foi calculado para o período de 7 às 18HL (Hora Local).

Os dados foram consistidos da seguinte forma:

- i) Radiação Solar Incidente ( $R_g$ ) - foi necessária a correção somente para o sítio floresta, e neste caso foi substituído o valor de  $R_g$  registrado no nível de 52m pelo registrado no nível de 37,3m, uma vez que as medidas de  $R_g$  não diferem de um nível para o outro.
- ii) Saldo de Radiação ( $R_n$ ) - Não foi necessário a correção dos valores registrados em nenhum dos sítios;
- iii) Radiação Solar Refletida ( $R_r$ ) - Foi aplicada a mesma metodologia para a corrigidos de  $R_g$  no sítio floresta (item i). Para a pastagem, os valores de  $R_r$  foram corrigidos a partir do albedo médio horário calculado para três dias. Os dias escolhidos foram um dia anterior e dois dias posteriores ao valor registrado com problema.

Após consistidos os dados, foram calculadas as médias horárias de  $R_g$ ,  $R_n$  e  $\alpha$  durante todo o período experimental sobre a floresta e a pastagem.

## 3 Resultados e Discussão

Na figura 1 são mostradas as curvas da variação diária média do albedo nos dois sítios, para o período em estudo. De uma maneira geral, o comportamento é semelhante a aqueles mostrados por outros autores (ex., Pinker et al., 1980; Viswanadham, 1987; Allen et al., 1994), ou seja, os valores mais elevado do albedo são encontrados no período de transição (início da manhã e final da tarde) quando o ângulo zenital está próximo ao seu valor máximo. A variação diurna do albedo praticamente não apresenta flutuações significativas nos dois sítios, e mostra uma maior densidade dos valores em torno de 14% na Floresta e 18% na Pastagem. Os valores máximos atingem 18% na Floresta e 22% na Pastagem. O albedo sobre a Pastagem é sempre superior ao da Floresta, com uma diferença máxima de 5%, às 9HL. Os valores médios diurnos para os dois sítios são de 19% e 16%, respectivamente.

Os valores do albedo, tanto sobre a superfície da Floresta como a da Pastagem, (coberta por capim), são máximos para maiores ângulos zenitais (próximos ao nascer e pôr-do- sol), e geralmente mínimos ao meio-dia (Figura 1). Pela própria definição do albedo, o fator determinante em seus valores é a grande quantidade de energia solar ao meio-dia, em relação aos valores no período de transição. Além disso, a cobertura vegetal intercepta mais energia no horário de máxima incidência solar, e no caso da floresta esta energia é em grande parte estocada na biomassa. No caso observado, a maior influência do ângulo zenital sobre o albedo foi verificada na floresta.

Os valores do albedo nos períodos 7-8HL e 17-18HL, estão sujeitos a grandes erros. Nestes períodos os fluxos de radiação são pequenos, e da mesma ordem do erro dos instrumentos. Esse erro é propagado quando se calcula a razão entre eles ( $\alpha=Rr/Rg$ ).

Foram analisadas as duas principais componentes do balanço de radiação ( $R_g$  e  $R_n$ ) sobre a copa da Floresta e a Pastagem, durante a estação seca. O período selecionado foi de 14 a 25/08/94 em ambos os sítios. Nas figuras 2 e 3 apresentam as variações médias diurnas de  $R_g$  e  $R_n$ . De uma maneira geral, o comportamento dos termos é similar para a maioria dos dias considerados nos dois sítios,  $R_g$  e  $R_n$  experimentam um crescimento acentuado a partir das 7HL, e atingem um máximo próximo ao meio-dia, em seguida decrescem rapidamente a partir das 14HL. Esse rápido decréscimo também foi observado na região norte da Amazônia (Reserva Ducke), durante a estação chuvosa (Viswanadham et al., 1987). Os valores máximos de  $R_g$  na Floresta e na Pastagem foram, respectivamente,  $775W.m^{-2}$  (13HL) e  $754W.m^{-2}$  (12HL). Para o Saldo de Radiação  $R_n$ , os valores máximos foram às 12HL, com  $556W.m^{-2}$  e  $478W.m^{-2}$ , respectivamente.

Durante o dia  $R_g$  foi sempre superior na Floresta, com exceção das 8, 10 e 11 e 18HL. A diferença entre  $R_g$  sobre a Floresta e a Pastagem é mais significativa a partir das 12HL, com  $7W.m^{-2}$ , atingindo uma diferença máxima às 15HL ( $74W.m^{-2}$ ), e diminuindo gradativamente esta diferença até às 17HL ( $32W.m^{-2}$ ). Supondo que os instrumentos sobre a floresta e a pastagem tenham sido intercalibrados, esta diferença entre  $R_g$  sobre os dois sítios podem ter sido causadas por dois fatores: (i) O instrumento sobre a floresta não tenha sido compensado pela temperatura, e neste caso, com o aquecimento diurno, os valores de  $R_g$  medidos sobre a floresta apresentem valores ligeiramente maiores após o meio-dia; (ii) a transmissividade (profundidade óptica) sobre a pastagem seja inferior a da floresta, a qual no presente caso, foi de 95,3%. Esta redução de 4,7% na transmissividade sobre a pastagem, provavelmente tenha sido causado pelo grande número de queimadas observados sobre este sítio, durante o período em estudo.

O maior albedo sobre a pastagem, causou uma redução significativa no Saldo de Radiação  $R_n$ . A diferença de 3% entre os albedos sobre a pastagem e a floresta, implicaram numa redução de  $613W.m^{-2}$ , com relação ao período diurno de 7 às 18HL. A diferença anual é de 4,6%, sendo que na estação seca é 4,3% (Pinker et al., 1980; Culf et al., 1995).

Com relação aos valores diários, as flutuações em  $R_g$  e  $R_n$  foram muito pequenas sobre os dois sítios, quase que imperceptíveis, dadas as condições de céu claro ao longo do período. Os desvios máximos ocorrem no início da manhã e final da tarde em ambos os sítios devido a imprecisão dos sensores nestes horários. Em alguns dias os valores de  $R_g$  e  $R_n$  apresentaram três picos diurnos uma taxa de crescimento bastante rápida, indicando a presença de uma forte instabilidade na atmosfera.

## 5 Conclusão

A diferença entre os dois tipos de vegetação provoca uma mudança do albedo e por conseguinte no balanço radiativo. Esta diferença de refletividade implica em menos energia disponível ( $R_n$ ) na pastagem, e no período em estudo foi em torno de  $53MJ.dia^{-1}$ .

Estas mudanças têm repercussão ao nível da Camada Limite Atmosférica, a qual foi cerca de 1000m mais alta na pastagem no final da tarde (Lyra et al., 1994), e apontam mudanças no clima local e até mesmo global dependendo da amplitude do desmatamento.

## Referências

- ALLEN, S.J. et al.; 1994. Measurements of albedo variation over natural vegetation in Sahel. *Int. J. Climatology*, 14, 625-636.
- ANDRÉ, R.G.B.; et al.; 1988. Balanço de radiação sobre a floresta amazônica (estação seca e chuvosa). *Rev. Bras. Meteorol.*, São Paulo, 3 (2), 269-274.
- BASTABLE, H.G.; SHUTTLEWORTH, W.J.; DALLAROSA, R.L.G.; FISCH, G. and NOBRE, C.A.; 1993. Observations of climate, albedo and surface radiation over cleared and undisturbed amazonia forest. *Int. J. Climatology*, 13, 783-796.
- CULF, A.D.; FISCH, G. and HODNETT, M.G.; 1994. The albedo of amazonia forest and ranchland. *Journal of Climate*, 8(6), 1544-1554, Mai/1995a.
- FISCH, G.; WRIGHT, I.R. and BASTABLE, H.G.; 1994. Albedo of tropical grass: a case study of pre-and pos-burning. *Int. J. Climatology*, 14: 102-107.
- GARRAT, J.R.; 1993. Sensitivity of climate simulations to land-surface and atmospheric boundary layer treatments - a review. *Journal of Climate*, 6(3): 419-449.
- HENDERSON-SELLERS, A.; 1987. Effects of land use on climate in the humid tropics, Pp. 463-496 in *The geophysiology of amazonia*. Ed. R.E. Dickinson. John Wiley and Sons, New York.
- MONTENY, B.A. and CASANAVE, A.; 1989. The Forest contribution to the Hydrological budget in tropical West Africa. *Annales Geophysical*, 7 (4), 427-436.
- NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J. and SHUKLA, J.; 1991. Amazonian deforestation and regional climate change. *J. Clim.*, 4 (10), 957-988.

PINKER, R.T.; THOMPSON, O. E. and ECK, T.F., 1980. The albedo of a tropical evergreen forest. *Quart. J.R. Met. Soc.*, 106 551-558.

SALATI, E and VOSE, P.B.; 1984. Amazon Basin: A System in Equilibrium. *Science*, 13 July, 255 (4658).

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-Brasílian research to improve prediction. *Journal of Hydrology*, 129, p.71-85.

VISWANANDHAM, Y.; ANDRÉ, R.C.B.; MANZI, A.O. e SILVA FILHO, V.P.; 1987. Componentes do balanço de radiação acima da copa da floresta amazônica. II Congresso Interamericano de Meteorologia, Buenos Aires, dezembro/1987.

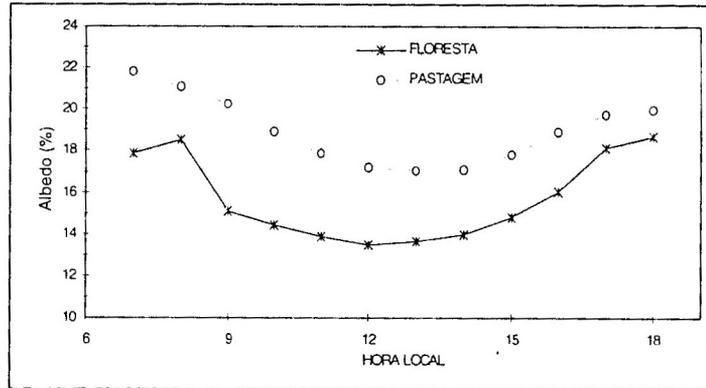


Figura 1 - Variação média diurna do albedo para a Floresta e a Pastagem, de 14 a 25/08/94.

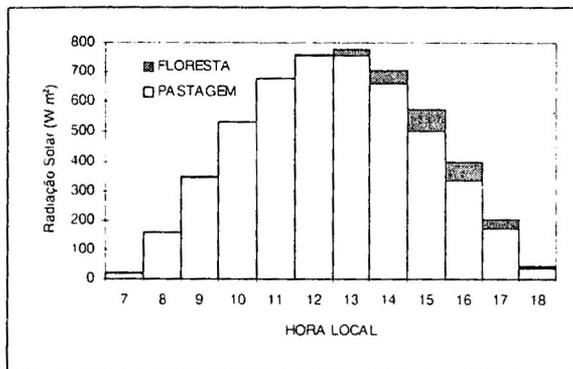


Figura 2 - Variação média diurna da Radiação Solar Incidente para a Floresta e a Pastagem, de 14 a 25/08/94.

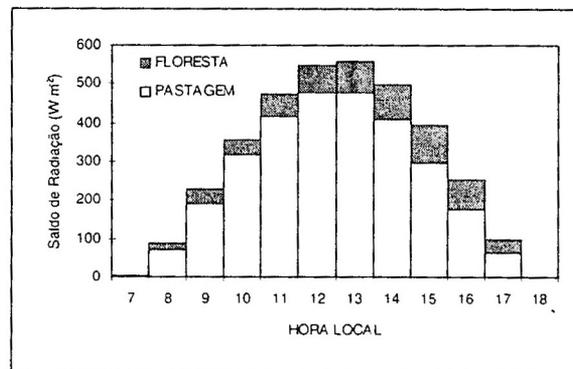


Figura 3 - Variação média diurna do Saldo de Radiação para a Floresta e a Pastagem, de 14 a 25/08/94.

## Analisis de las Variaciones Horizontales de la Intensidad del Viento en el Area de Buenos Aires (Argentina)

Venegas, L.E. (\*)

Torres Vilar

C. y Mazzeo, N.A. (\*)

(\*) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
 Depto. Cs. de la Atmósfera. Fac. Cs. Exactas y Naturales. U.B.A  
 Ciudad Universitaria Pab. 2. Piso 2. 1428-Buenos Aires. Argentina.  
 Fax. (+54)-1-783-3098 - e-mail: venegas@cw.at.fcen.uba.ar

### Abstract

Five years of hourly differences between the wind speed ( $\delta U$ ) recorded at the meteorological stations Aeroparque and Ezeiza were analyzed. Aeroparque is situated in the city of Buenos Aires, near the "de la Plata River". Ezeiza is located