

## **EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR SOBRE A MUDANÇA DE COBERTURA VEGETAL DE UMA ÁREA COM BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.).**

LEOCADIO GRODZKI<sup>1</sup>, HEVERLY MORAIS<sup>2</sup>, PAULO H. CARAMORI<sup>2</sup>

1 Pesquisador do IAPAR, Curitiba, PR, [leocadio@iapar.br](mailto:leocadio@iapar.br)

2 Pesquisador do IAPAR, Londrina, PR, [heverly@iapar.br](mailto:heverly@iapar.br), [caramori@iapar.br](mailto:caramori@iapar.br)

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** A mudança do clima global que antes era uma desconfiância está sendo comprovada como sendo uma realidade. Cientistas alertam de como a mudança global está afetando e pode ainda modificar a vida no planeta. Parte desta mudança climática é atribuída à contribuição antropogênica. A atividade humana seja pela introdução de novos hábitos e métodos de consumo, seja pela produção de alimentos, vem comprometendo extensas áreas do globo, com conseqüências ao meio ambiente. Embora uma boa parte da população mundial ainda passe fome, o consumo de outra parte tem crescido levando à degradação de grandes áreas nos continentes. Esta mudança da cobertura do solo que as atividades agrícolas produzem, afetam diretamente as condições locais. Visando quantificar estas alterações que ocorrem numa área coberta com uma floresta de bracatinga, procurou-se medir a radiação global incidente em duas situações simultaneamente: numa área com cobertura de uma floresta com aproximadamente 3 anos e outra adjacente em que foi derrubada esta floresta. As medidas de radiação global incidente e refletida mostram sensível diferença entre estas áreas. A análise de uma seqüência de dias indica que os valores máximos na área desmatada estiveram ao redor de  $800 \text{ W.m}^{-2}$ . Por outro lado a radiação refletida atingiu valores máximos entre 150 a  $200 \text{ W.m}^{-2}$ . Na área de bracatinga, a radiação global refletida mostrou valores máximos entre 100 a  $130 \text{ W.m}^{-2}$ . Já a radiação líquida na área desmatada, os valores máximos estiveram entre 400 e  $700 \text{ W.m}^{-2}$  e entre 450 e  $800 \text{ W.m}^{-2}$  na área com bracatinga. O diferencial observado é explicado pelo maior fluxo de ondas curtas recebido pela floresta e pelo menor fluxo de ondas longas, fluxo este transformado em energia para a produção de biomassa.

**PALAVRAS-CHAVE:** radiação global, radiação líquida, floresta de bracatinga.

## **SOLAR RADIATION EFFECTS ON THE CANOPY CHANGE OF AN AREA FORESTED WITH “BRACATINGA” (*Mimosa scabrella* Benth.).**

**ABSTRACT:** The reality of global climate change cannot be denied. The scientific community has shown the effects of global climate changes that are happening now and are still to come, altering the way of life on our planet. Part of these climate changes are undeniably man made. Increasing human consumption and a growing population have demanded higher food production that is detrimental to agricultural areas and is accelerating harm to the environment. Despite the fact that a large part of the world's population still starves, the overall increasing consumption causes degradation in extensive agricultural areas and increasing strain on soil. In this study we compared the changes occurring in a recent forested (3 years) and a deforested bracatinga area measuring the incidence of radiation. The measurement of global radiation, incident and reflected, showed sensitive differences. The analysis of the days in sequence indicates that maximum values at the deforested area were approximately  $800 \text{ W.m}^{-2}$ . However, the reflected radiation reached maximum values of 150 to  $200 \text{ W.m}^{-2}$ . The bracatinga forested area showed maximum values of reflected radiation of

100 to 130  $W.m^{-2}$ . The net radiation at the deforested area showed maximum values of 400 to 700  $W.m^{-2}$  and the bracatinga forested area of 450 to 800  $W.m^{-2}$ . The discrepancy can be explained by the major flow of short waves received by the forest and by the minor flow of long waves, transforming then the energy for the production of biomass.

**KEYWORDS:** global radiation, net radiation, bracatinga forest.

**INTRODUÇÃO:** Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), têm sido observadas mudanças generalizadas nas temperaturas ao longo dos últimos anos com a amenização dos extremos de temperaturas mínimas, com dias e noites frias menos freqüentes, menor número de geadas e, por outro lado, aumento de dias e noites quentes. Há projeção de que haja aquecimento de 0,2°C por década, alterando assim o comportamento das plantas e do meio como um todo.

A mudança da cobertura vegetal gera uma transformação significativa das variáveis climáticas, resultado da alteração da cor da cobertura do solo, com diferenças de absorção da energia radiante incidente. Trabalhos desenvolvidos na Amazônia (UHL, 1990, LEOPOLDO, 1993) demonstram que as alterações das condições climáticas locais, entre elas a temperatura e a umidade relativa, são significativas.

Visando comparar duas situações diferentes em floresta de bracatinga no estado do Paraná, foi desenvolvido um trabalho para avaliar a energia radiante recebida e refletida em área florestada e outra adjacente sem esta floresta.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo situa-se próximo a Curitiba, na localidade de Posso Fundo, situada a 25°16'36"S e 49°04'58"W. A altitude média da região é de 890m.s.n.m. e a topografia é de moderada a fortemente ondulada.

O clima dominante é o Cfb (segundo a classificação de KÖEPPEN– MAACK (1981) e IAPAR (1994)), sempre úmido sem estação seca definida, com o mês mais quente apresentando temperatura média inferior a 22°C e mais de cinco geadas por ano. O solo é classificado como Cambisolo álico com horizonte A moderado (12cm), de textura argilosa, com profundidade de aproximadamente 1m, situado na região Pré-cambriano que corresponde ao Primeiro Planalto, onde está a bacia sedimentar de Curitiba (EMBRAPA, 1988). A região fitogeográfica se enquadra como Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992). Esta área está dentro do clímax climático e se encaixa dentro da classificação Montana, entre 400 e mais ou menos 1000m.s.n.m. O experimento foi conduzido em uma área após o corte de um bracatingal de cerca de 7 anos de idade. O talhão cortado representa aproximadamente 5 ha ou seja, 25% da propriedade. Na mesma propriedade há talhões de 3,5 e 7 anos de idade. A área adjacente à área desmatada tinha a idade de 3 anos e aproximadamente 5 metros de altura.

Foram instalados dois postes metálicos para as medidas de radiação direta e radiação líquida. Instalaram-se radiômetros a 6 metros de altura em ambas as situações: na área aberta ou após a retirada da floresta de bracatinga e na área reflorestada, estando os sensores a 1 metro acima do dossel. Os sensores utilizados, piranômetros da Epley, ficaram colocados na posição horizontal, voltados para o céu e na posição invertida para as medidas de radiação direta e refletida, dentro da faixa do visível e infravermelho próximo. Foram tomadas medidas de radiação incidente e refletida a cada 5 minutos. Os dados coletados foram armazenados em dataloguer's 21X da Campbell Scientific e transferidos posteriormente para um computador para as análises.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A radiação global (direta + difusa) para a área desmatada entre os dias 28/08 e 04/09 está representada na Figura 1. No dia 02/09 a radiação global atingiu um máximo de 1000  $W.m^{-2}$ , havendo variações devido à nebulosidade e o tempo de

coleta de dados, como a encontrada por DIAS *et al.* (1998). No primeiro (02/09), houve um comportamento da curva bem mais uniforme em função de um dia claro sem nuvens. Devido à turbidez da atmosfera (partículas em suspensão), neste e no dia subsequente, os valores máximos permaneceram em torno dos  $800 \text{ W.m}^{-2}$ . Estes valores quando comparados com a radiação refletida (Figura 2), evidenciam um comportamento semelhante, embora com amplitude diferente. A radiação refletida atingiu valores máximos em torno de  $180 \text{ w.m}^{-2}$  e  $150 \text{ w.m}^{-2}$  para os dias 30 e 31/08, representando aproximadamente 22,5% da radiação global incidente. Estes valores máximos correspondem aos valores encontrados por DIAS *et al.* (1998) para uma superfície vegetada com soja em que a reflexão representou cerca de 22 % da radiação global incidente.

FIGURA 1. RADIAÇÃO GLOBAL RECEBIDA ( $\text{W.m}^{-2}$ ) NA ÁREA DESMATADA.

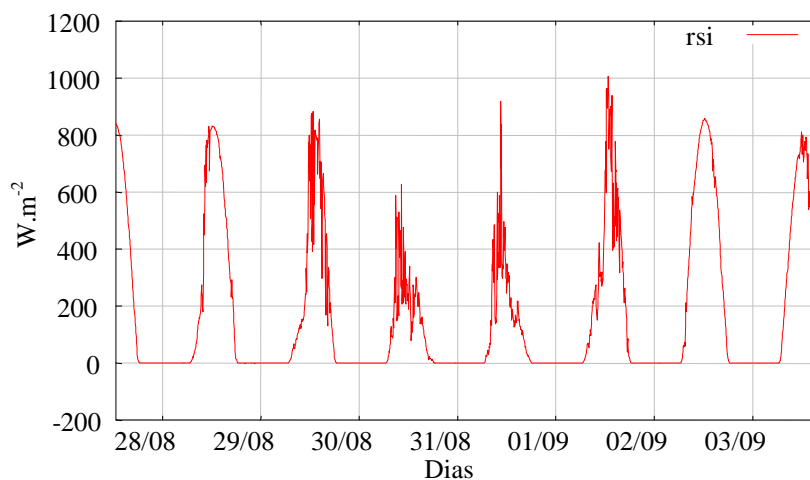
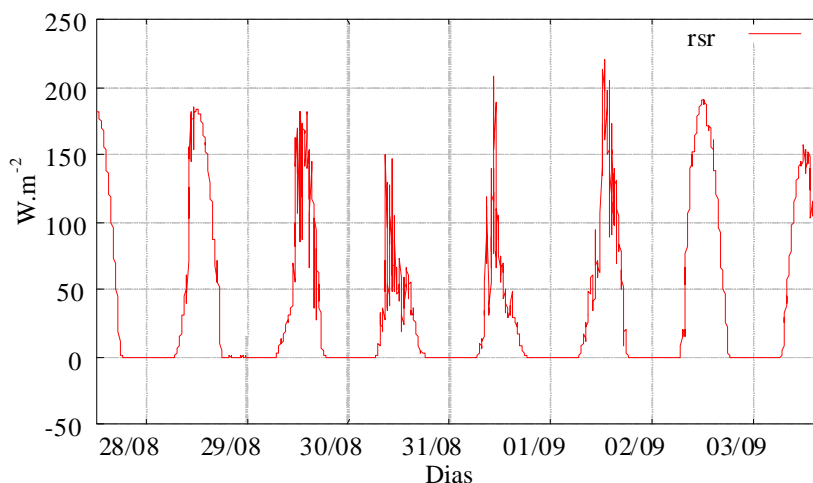


FIGURA 2. RADIAÇÃO GLOBAL REFLETIDA ( $\text{W.m}^{-2}$ ), NA ÁREA DESMATADA.



ROSEMBERG (1974) mostrou valores de 20 a 30% de reflexão para a maioria das culturas e 20 a 35% para solos orgânicos secos. LEE (1978) cita que o coeficiente de refletividade variou de acordo com a cobertura vegetal, sendo de 20% para campos, 30% para gramíneas mortas e secas e 25% para uma estepe seca.

Para a área florestada com bracatinga os valores máximos de radiação global incidente superaram os  $800 \text{ w.m}^{-2}$  nos dias 03 e 04/09 (Figura 3), sendo superiores aos da área aberta,

provavelmente em função da interferência da vegetação de bracinga no entorno dos sensores e da topografia (morros). Os valores de radiação global refletida atingiram um máximo de  $113 \text{ W.m}^{-2}$  e  $110 \text{ W.m}^{-2}$  para os mesmos dias (Figura 4), valores esses menores do que os da área aberta, pela reflexão do dossel do bracingal e pelos perfis com menor reflexão das folhas das copas das árvores. A reflexão de radiação global nos picos máximos representou aproximadamente 12% da radiação global incidente.

FIGURA 3. RADIAÇÃO GLOBAL RECEBIDA ( $\text{W.m}^{-2}$ ) NA ÁREA COM BRACATINGA.

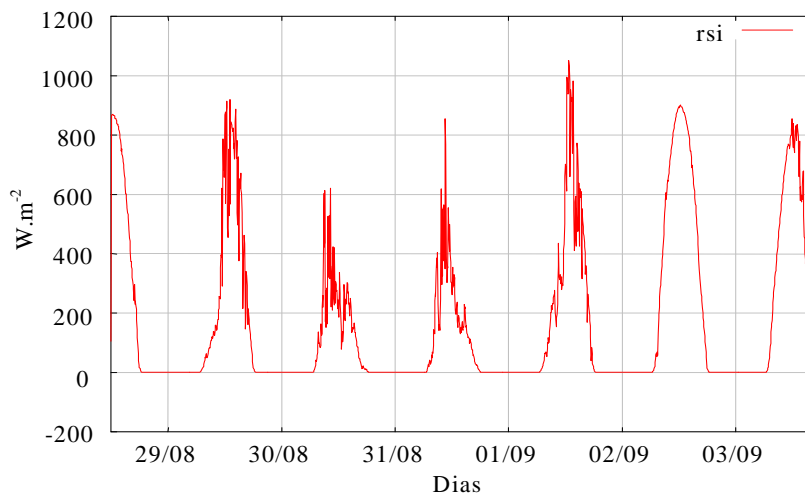
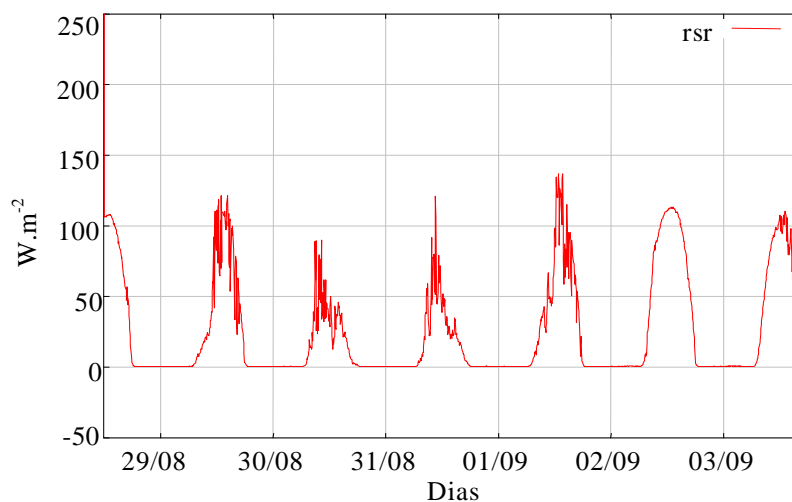


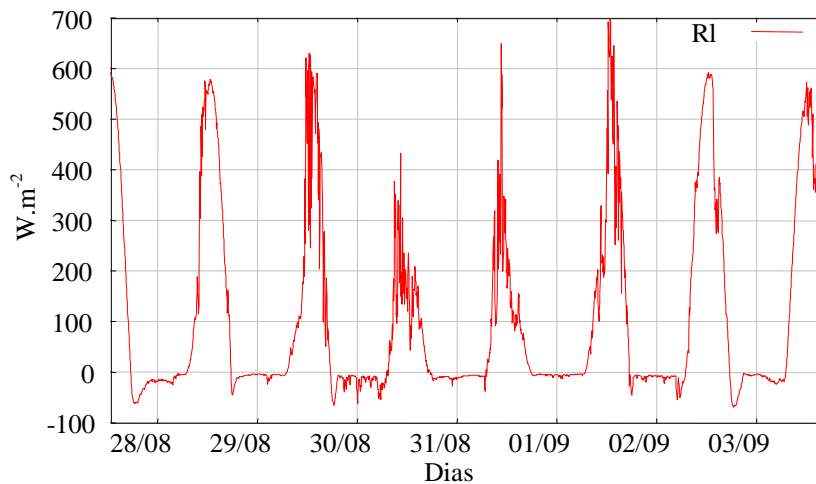
FIGURA 4. RADIAÇÃO GLOBAL REFLETIDA ( $\text{W.m}^{-2}$ ) NA ÁREA COM BRACATINGA.



A radiação solar que chega até uma superfície exposta e que não é refletida ou re-irradiada, pode ser definida como a radiação líquida (CHANG, 1971). Ela representa a diferença entre o fluxo de radiação que chega e o fluxo que é refletido. A Figura 5 apresenta a radiação líquida recebida na área aberta, entre 28/08 e 04/09/98. Para os dias 01; 02 e 03, os máximos atingidos foram de 700; 590 e 575  $\text{W.m}^{-2}$ , respectivamente, representando 70,0; 68,7 e 70,5% da radiação solar global incidente. Estes valores foram próximos daqueles obtidos por

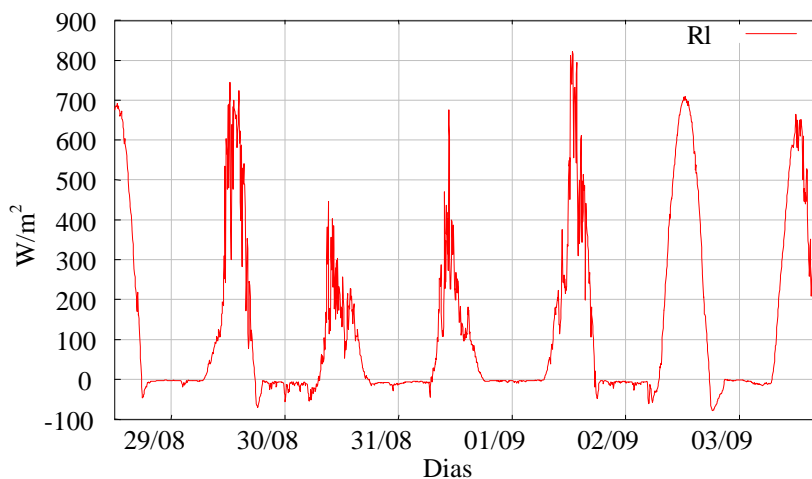
CHANG (1961) sobre cana-de-açúcar e sobre abacaxi, citados por CHANG (1971), para a latitude de 21° 18' N, no Hawai. Como a radiação líquida decresce com a latitude do verão para o inverno, os valores aqui encontrados são mutáveis inclusive ao longo do dia, representando apenas tres dias típicos de setembro. Os valores da radiação líquida recebida na área coberta com bracinga, para os mesmos dias estudados, são apresentados na Figura 6.

FIGURA 5. RADIAÇÃO LÍQUIDA ( $W.m^{-2}$ ) NA ÁREA DESMATADA.



Os valores máximos encontrados foram 826, 708 e 663  $W.m^{-2}$  para os dias 01; 02 e 03/09/98, respectivamente, resultando em 78,7; 78,1 e 77,4% da radiação global recebida. Este diferencial entre as áreas com bracinga e desmatada, pode ser explicado, de acordo com LEE (1978), pelo maior fluxo de ondas curtas recebido pela floresta e pelo menor fluxo absoluto de ondas longas, ou seja, menor temperatura de superfície. Segundo este autor, como as florestas mantêm uma menor temperatura de superfície durante o dia, é explicada a grande habilidade destas em dissipar a energia absorvida.

FIGURA 6. RADIAÇÃO LÍQUIDA ( $W.m^{-2}$ ) NA ÁREA COM BRACATINGA.



A maior quantidade de energia disponível na área com bracatinga teve implicações no balanço de energia como um todo resultando, por exemplo, num maior fluxo evaporativo que atenuou as temperaturas extremas. PEREIRA *et al.* (1996) mostraram que o saldo de radiação ou radiação líquida é função do poder refletor da superfície e do balanço de radiação de ondas longas. Como a radiação de onda longa emitida pela floresta de bracatinga foi menor do que a emitida pela área aberta resultou numa radiação líquida maior para a área florestada.

**CONCLUSÕES:** Na área aberta a radiação refletida apresentou um valor médio de 22,5% da radiação total incidente: na área com bracatinga este valor caiu para 12%. A radiação líquida foi maior na área de bracatinga e representou 78% da radiação global incidente, enquanto que na área aberta foi de 70%. O diferencial observado é explicado pelo maior fluxo de ondas curtas recebido pela floresta e pelo menor fluxo de ondas longas, fluxo este transformado em energia para a produção de biomassa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CHANG, J. H. **Climate and Agriculture, an Ecological Survey**. Chicago: Aldine Publishing Company, p.163-174, 1971.
- \_\_\_\_\_. Microclimate of sugar cane. **Hawaiian Planters Record**, v.56, p.195-223, 1961.
- DIAS, N. L.; OKAWA, C. M. P.; GRODZKI, L.; *et al.* Os experimentos intensivos de campo dos estudos de mesoescala para o lago de Itaipú (EXINC/MESOLIT). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, Brasília, DF, 1998. **Anais...** Brasília: 1998.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Colombo, Pr.). **Manual Técnico da bracatinga** (*Mimosa scabrella*, Benth). Colombo, 1988. 70p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20).
- IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p. (IAPAR, Documento, 18).
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- LEE, R. **Forest Microclimatology**. New York: Columbia University Press, 1978, p.147-167.
- LEOPOLDO, P. R.; CHAVES, J. G.; FRANKEN, W. K. Solar energy budgets in central Amazonian ecosystems: a comparison between natural forest and bare soil areas. **Forest ecology and management**, v.59, n.3-4, p.313-318, 1993.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2ªed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 450p.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. São Paulo: Depto. de Física e Meteorologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo, 1996. p.1-6.
- ROSEMBERG, N. J. **Microclimatology**. John Wiley & Sons, USA. 1974. p.159-194.
- UHL, C.; KAUFFMAN, J. B.; SILVA, E. D. Os caminhos do fogo na Amazônia. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v.11, n.65, p.24-32, 1990.