

BALANÇO DE RADIAÇÃO EM MOSSORÓ-RN, PARA DOIS PERÍODOS DO ANO: EQUINÓCIO DE PRIMAVERA E SOLSTÍCIO DE INVERNO

**Magna Soelma Beserra de MOURA¹, José ESPÍNOLA SOBRINHO², Mário de Miranda Vilas
Boas Ramos LEITÃO³, Gertrudes Macario de OLIVEIRA⁴**

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental da ESAM, no município de Mossoró – RN, durante dois períodos diferentes: 24/09 a 10/10 de 1997 (primavera) e 14 a 27/06 de 1998 (inverno), com o objetivo principal de analisar a diferença no balanço de radiação a superfície de um solo descoberto. Os dados meteorológicos foram coletados a cada segundo, através de um sistema automático de coleta de dados (datalogger 21X) e a partir daí calculadas médias de 5 em 5 minutos. Os resultados expressos através de gráficos e tabelas, evidenciaram um aumento no período de primavera dos valores médios de todos os componentes do balanço de radiação em relação ao período de inverno. Estes aumentos em termos percentuais corresponderam a 22,04% para a radiação global; 43,68 % para a radiação refletida; 4,94 % para radiação atmosférica; 12,94 % para radiação terrestre e 10,26 % para o saldo de radiação à superfície.

Termos para indexação: balanço de radiação; superfície; estações do ano.

INTRODUÇÃO

A energia proveniente do Sol que atinge a superfície da Terra, é o fator mais importante no desenvolvimento dos processos físicos que afetam as condições de tempo e clima. A radiação solar que incide sobre a superfície do solo, condiciona todos os demais fatores que de maneira interativa, determinam seu ambiente. Assim, pode-se afirmar que de uma maneira geral, todos os fenômenos,

¹ Estudante do Curso de Mestrado em Meteorologia. UFPB. Bolsista do CNPQ. E-mail: magna@dca.ufpb.br

² M.Sc. Professor Adjunto. Departamento de Engenharia Agrícola, ESAM. Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN. E-mail: ceae@esam.br

³ Dr., Professor Adjunto. Departamento de Ciências Atmosféricas, UFPB. 58109-970, Campina Grande, PB. E-mail: miranda@dca.ufpb.br

⁴ Estudante do Curso de Doutorado em Recursos Naturais. UFPB. 58109-970, Campina Grande, PB.

tanto de ordem física, química, físico-química como biológica que ocorrem no solo, estão direta ou indiretamente relacionados com a quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície.

A radiação líquida é o resultado das trocas de energia que se estabelecem na atmosfera condicionadas pelos fluxos de radiação de ondas curtas e de ondas longas que chegam e saem da superfície.

Mendez e Assis (1983) mediram os fluxos de radiação solar global incidente, refletida e o saldo de radiação total em uma área cultivada com sorgo, a partir dos quais estimaram a radiação de ondas curtas, o coeficiente térmico, o albedo da cultura e obtiveram equações para estimar o saldo de radiação. Já Robledo e Escobar (1983) estudaram os componentes do balanço de energia em *Coffea arabica*, medindo: radiação global, saldo de radiação, fluxo de calor no solo e temperatura; e calculando os fluxos de calor latente e sensível, proporções R_n/R_g e LE/R_n , e a evapotranspiração.

Teixeira *et al.* (1997) usaram dados de radiação solar global, saldo de radiação, fluxo de calor no solo, gradiente de temperatura e pressão de vapor, na avaliação dos componentes do balanço de energia ao longo dos estádios de desenvolvimento de um cultivo de videira, em Petrolina - PE.

A quantidade de radiação solar que chega à superfície da Terra depende da transmissividade da atmosfera, porém é diretamente proporcional à irradiância solar no topo da atmosfera, cuja variação sobre o equador terrestre atinge 02 máximos nos equinócios e 02 mínimos nos solstícios. Nas latitudes maiores que $23^{\circ}27''$, a irradiância solar atinge 01 máximo no solstício de verão e 01 mínimo no de inverno; já nas latitudes intertropicais (como é o caso de Mossoró) ocorrem 02 máximos quando o sol culmina sobre o local e 02 mínimos nos solstícios.

Considerando que a radiação solar é uma informação necessária nos projetos de determinação das necessidades hídricas das culturas, e que raramente esses dados encontram-se disponíveis, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento dos componentes do balanço de radiação, sobre uma superfície de solo descoberto, em Mossoró – RN, nos períodos de ocorrência de solstícios de inverno e verão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM ($5^{\circ}11'S$, $37^{\circ}20'W$ e altitude de 18 m. Os dados meteorológicos utilizados neste trabalho foram obtidos em duas campanhas experimentais realizadas nos períodos de 24/09 a 10/10 de 1997 e 14 a 27/06 de 1998. Para tanto, foi instalada uma torre micrometeorológica equipada com aparelhos para medir radiação solar global, radiação refletida e saldo de radiação. Os dados micrometeorológicos medidos foram coletados

em um micrologger 21X, um sistema automático de aquisição de dados de alta resolução, alimentado através de um painel solar. Este sistema foi programado para efetuar leituras a cada segundo com geração de médias de cinco em cinco minutos de todos os parâmetros, as quais eram armazenadas na memória do 21X e, a cada 48 horas, coletadas em um módulo de armazenamento e posteriormente transferidas para um computador.

A radiação de ondas longas emitida pela superfície, foi calculada a cada cinco minutos durante todos os dias estudados, bem como, determinadas médias de cada período estudado. A quantidade de radiação de ondas longas emitidas pela superfície do solo, foi calculada através da equação abaixo:

$$R_s = e \cdot \delta \cdot T^4$$

na qual e é a emissividade da superfície ($\cong 1$); δ a constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$) e T a temperatura da superfície.

Com o saldo de radiação e as radiações de ondas curtas incidente e refletida medidas e a radiação de ondas longas emitida pela superfície do solo calculada, obteve-se por subtração a quantidade de radiação de ondas longas emitida pela atmosfera, a cada cinco minutos, bem como as médias para os dois períodos estudados através da equação:

$$R_a = R_n - R_g + R_r + R_s$$

onde R_n é a radiação líquida; R_g é a radiação de ondas curtas incidente (radiação global); R_r radiação refletida pela superfície; R_a é a radiação de ondas longas atmosférica e R_s é a radiação de ondas longas emitida pela superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os gráficos representativos dos valores médios diários do balanço de radiação para os períodos de primavera de 1997 e inverno de 1998, respectivamente. Em ambas as figuras pode-se verificar que a curva representativa da radiação global comportou-se de forma característica, atingindo valores máximos às 11:30 h de $1021,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ na primavera, e de $810 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ no período de inverno, por volta das 10:45 h verifica-se ainda através dessas curvas, que durante os dois períodos observados, o céu esteve parcialmente encoberto por nuvens, principalmente no período de 8 às 15 horas.

Na da Tabela 1 observa-se que o valor instantâneo médio diário da radiação global para o período de primavera foi de $551,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, enquanto que no inverno, foi de apenas $429,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, ou seja, no inverno chegou apenas 78 % da quantidade de radiação global da primavera, ou seja, 22 % a menos.

Na primavera R_r atingiu valor instantâneo médio diário máximo de $237,4 \text{ W.m}^{-2}$, às 11:30 h, contrastando com $155,9 \text{ W.m}^{-2}$ no inverno às 10:45 h. Isto indica que em média no inverno a radiação refletida representou apenas cerca de 56% da radiação observada na primavera.

Na Figura 1 nota-se que tanto a radiação terrestre como a atmosférica, atingem seus maiores valores instantâneos médios após a ocorrência do valor máximo de radiação global, indicando que os componentes de ondas longas dependem do balanço de ondas curtas. Durante a primavera, (R_s) apresentou valor máximo igual a $689,8 \text{ W.m}^{-2}$ às 11:45 h e a radiação atmosférica, $534,5 \text{ W.m}^{-2}$. No inverno, as radiações atmosférica e da superfície alcançaram valores máximos às 13:25 h e 12:50 h, respectivamente, atingindo valores de $486,4$ e $577,3 \text{ W.m}^{-2}$.

O comportamento diário da radiação líquida é semelhante ao da radiação global, na primavera atingiu valor máximo de $603,2 \text{ W.m}^{-2}$ às 10:40 h, enquanto que no inverno, o valor máximo registrado foi de $561,0 \text{ W.m}^{-2}$, às 10:45 h. O fluxo instantâneo médio diário de radiação líquida na primavera foi $319,7 \text{ W.m}^{-2}$, e no inverno $286,9 \text{ W.m}^{-2}$, ou seja, 10, % menor.

Assim, pode-se comprovar que durante o período de primavera a quantidade de radiação solar que atinge a superfície do solo em Mossoró – RN é superior à que chega no inverno. Para o inverno ocorreu uma redução no fluxo médio diário de radiação líquida de $32,8 \text{ W.m}^{-2}$ (10,26 %); e uma redução ainda mais relevante, de $121,5 \text{ W.m}^{-2}$, na radiação global média diária, ou seja, no inverno chega à superfície do solo apenas 77,96 % da radiação global que é recebida na estação de primavera, provocando, como consequência, uma redução do fluxo de energia disponível ao sistema durante esse período.

Tabela 1. Valores instantâneos médios dos componentes do balanço de radiação, sobre um solo descoberto para os períodos: primavera de 1997 e inverno de 1998.

Componente (W.m^{-2})	Primavera de 1997	Inverno de 1998
Radiação global – R_g	551,4	429,9
Radiação refletida – R_r	140,1	78,9
Radiação líquida – R_n	319,7	286,9
Radiação atmosférica – R_a	469,2	446,0
Radiação terrestre – R_g	586,0	510,1

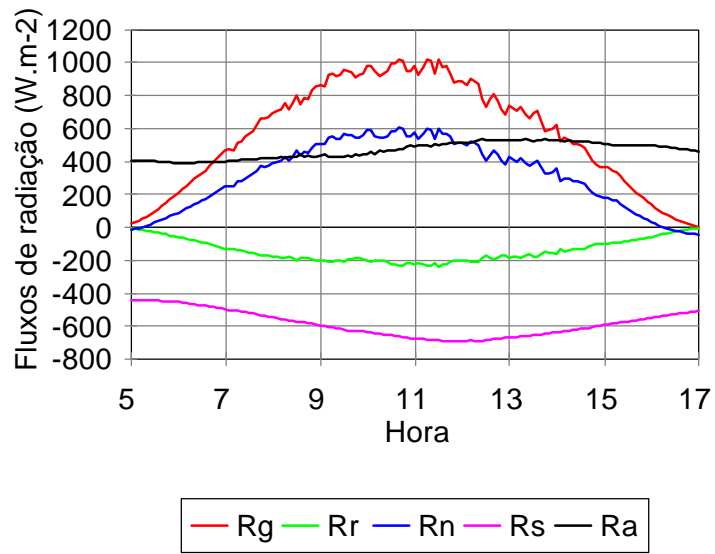


Figura 1. Comportamento médio diário dos componentes do balanço de radiação em um solo descoberto, para o período de primavera de 1997.

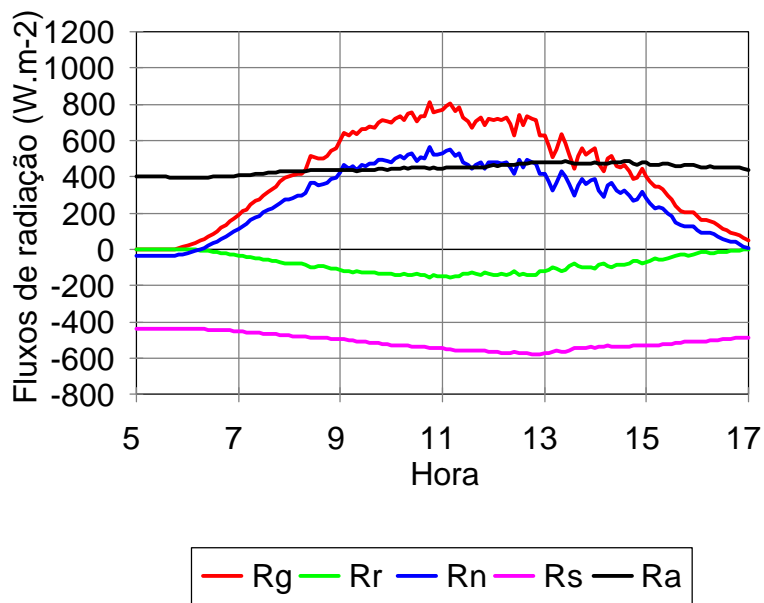


Figura 2. Comportamento médio diário dos componentes do balanço de radiação em um solo descoberto, para o período de inverno de 1998.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que mesmo para uma localidade que se encontra próximo do equador, como é caso de Mossoró (lat. 05°11S), o balanço de radiação a superfície sobre um solo descoberto, em termos de valores médios apresenta-se bem superior na primavera do que no inverno. Os dados apresentados em termos percentuais que seguem, mostram o aumento observado do inverno para o verão de cada componente do balanço de radiação: radiação global 22,04 %, radiação refletida 43,68 %, radiação atmosférica 4,94 %, radiação terrestre 12,94 % e radiação líquida 10,26 %.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, A. V., AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação num cultivo de melão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, X, 1997, Piracicaba – SP, *Anais...*, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p 520.

MENDEZ, M. E. G., ASSIS, F. N. **Balanço de radiação em uma cultura de sorgo sacarino.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, III, 1983, Campinas, *Resumos...*, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1983. p 54.

ROBLEDO, A. J., ESCOBAR, B. E. **Balance de energia en Coffea arabica L.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, III. Resumos, p. 73. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. Campinas, 1983.

TEIXEIRA, A. H. C., LIMA FILHO, J. M. P., SOARES, J. M. Saldo de radiação e índice de área foliar na cultura da videira, conduzida em um sistema de latada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, X, Piracicaba – SP, *Anais...*, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p. 523.