

# VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DE MEDIDAS DE ILUMINÂNCIA NO INTERIOR DE ESTUFAS

ALESSANDRA E. FEITOSA<sup>1</sup>, JENNIFER R. MANESCO<sup>2</sup>, JARBAS H. MIRANDA<sup>3</sup>, SERGIO  
O. MORAES<sup>3</sup>, TIAGO GRIECO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluna de Graduação em Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Piracicaba-SP, (19)3429-4217 R:264, e-mail:[afeitosa@esalq.usp.br](mailto:afeitosa@esalq.usp.br)

<sup>2</sup> Alunos de Graduação em Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

<sup>3</sup> Prof. Dr. Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** No Brasil, a área cultivada sob plástico é de cerca de 2 mil hectares, apenas no estado de São Paulo, sendo que destes 59% era utilizada para cultivo de hortaliças e 39% para ornamentais. Mas deve-se ter atenção às diferenças entre o cultivo protegido e o a céu aberto devido às diferenças de radiação, temperatura e umidade entre esses. O experimento foi conduzido em três estufas. Na parte interna do ambiente protegido, tomou-se como base para a escolha dos pontos de monitoramento, uma matriz com nove pontos, cobrindo toda a superfície de amostragem. Para os pontos de monitoramento, foram estipuladas três alturas diferentes: à superfície do solo (0,0 m), 0,85 m e 1,70 m, em relação à superfície, em três horários diários (7:00, 13:00 e 18:00h), ao longo de 21 dias. Os resultados obtidos evidenciaram que os horários das 13:00 horas, foi o que apresentou, nas 3 alturas e ao longo do tempo de medição, a maior variabilidade, tanto para uma mesma data, exemplificadas pelos valores máximo e mínimo.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiente protegido, variabilidade temporal, iluminação

## TEMPORAL AND SPATIAL VARIABILITY IN ILLUMINATING MEASURES INSIDE GREENHOUSES

**ABSTRACT:** the Brazil area cultivated under plastic is about 2 thousand ha, at São Paulo state, and 59% was used for vegetables cultivation and 39% for ornamental. But the differences between the protected cultivation and the open environment should be related with the radiation differences, temperature and humidity. The experiment was reached out in three greenhouses. Inside the protected environment, was taken as base for the monitoring points, a matrix with nine points, covering the whole sampling surface. For the monitoring points, three different heights were stipulated: soil surface (0.0 m), 0.85 m and 1.70 m, in relation to soil surface, in three daily schedules (7:00, 13:00 and 18:00h), for 21 days. The obtained results evidenced that the schedules of 13:00, presented, in the 3 heights and during the time of measurement, the largest temporal and spatial variability and at the same date, exemplified by the values maximum and minimum.

**KEYWORDS:** protected environment, variability, light

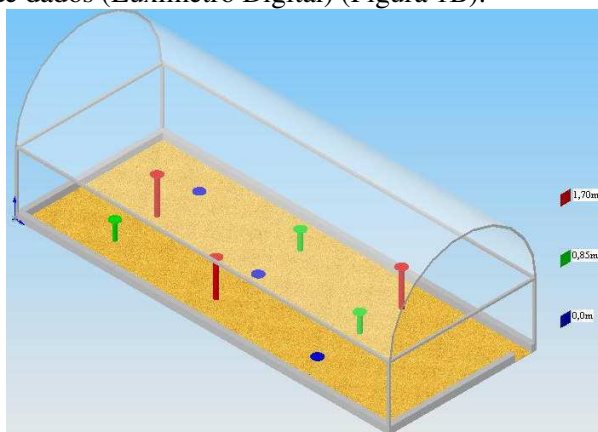
**INTRODUÇÃO:** O cultivo protegido possui expressão mundial, a área total coberta por estufas é de aproximadamente 200 mil hectares (Hanafi & Papisolomontos, 1999.) No Brasil, a área cultivada sob plástico é de cerca de 2 mil hectares, apenas no estado de São Paulo em 1995, num estudo realizado pela Associação dos Engenheiros Agrônomos, havia 875 hectares de estufas, sendo que destes 59% era utilizada para cultivo de hortaliças e 39% para ornamentais. Mas deve-se ter atenção às diferenças entre o cultivo protegido e o a céu aberto devido a grande diferença de radiação, temperatura e umidade que há entre ambos. Observando tal situação, a radiação foi classificada como sendo um dos

mais importantes elementos meteorológicos porque desencadeia os outros fatores como temperatura e umidade, assim segundo Jones (1992), a radiação solar é a principal fonte de energia para as plantas, sendo sua maior parte convertida em calor, impulsionando o processo de transpiração e também alterando a temperatura dos tecidos vegetais com conseqüência para a taxa dos processos metabólicos e o balanço entre eles. Kirida (1994), verificou relação linear entre o consumo de água de uma cultura em ambiente protegido e a radiação solar diária. Um dos fatores que altera a radiação que chega até a cultura dentro da estufa é o material plástico implantado, Seeman (1979) afirma que a quantidade de energia solar não transmitida é função do tipo de cobertura plástica e do ângulo de incidência dos raios solares, que são condicionados pela orientação da cobertura e posição do Sol. Verlodt & Waaijenberg (2000) afirmam que um filme transparente transmite os raios solares sem dispersá-los, tendo assim uma transmissão elevada de radiação direta, induzindo a queimaduras de plantas, flores ou frutos. Porém com o passar do tempo, a cobertura plástica pode vir a se tornar um atenuante da incidência da radiação solar devido a absorção e reflexão do material, sendo que estes variam de acordo com a sua idade (Reis & Carrijo). Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi trabalhar a variabilidade espacial e temporal de medidas de iluminância, no interior de três estufas (A, B e C) com idades diferentes, medidos em diferentes horários durante o dia e em diferentes alturas de recepção, sendo que para a compreensão de unidade de medida utilizada, há de se lembrar que a iluminância é definido como a luminância (iluminamento, em termos mais comuns) de uma superfície plana, de área igual a  $1\text{m}^2$ , que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso, uniformemente distribuído. Pode ser representado por E, e sua unidade é o Lux (lx) que é  $\text{Lm m}^{-2}$  (Garcia Júnior, 1996).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no período de 21 de fevereiro a 14 de março de 2006, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, latitude  $22^{\circ} 42'40''$  S e longitude  $47^{\circ} 37'30''$  W com altitude de 546m, clima classificado segundo Koppén do tipo Cwa, subtropical úmido com estiagem no inverno e temperatura média no mês mais frio inferior a  $18^{\circ}\text{C}$  e no mês mais quente, superior a  $22^{\circ}\text{C}$ .

O experimento foi conduzido em três estufas com 17,5 m de comprimento e 6,6m de largura, pé direito de 3,0 m, com espessura de plástico de  $100\ \mu\text{m}$ , com as seguintes características: a) com cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 3 anos de implantação, b) sem cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 3 meses de implantação c) sem cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 8 meses de implantação. Na parte interna do ambiente protegido, tomou-se como base para a escolha dos pontos de monitoramento, uma matriz com nove pontos (estaqueados para facilitar as medições), de forma a cobrir toda a superfície de amostragem (Figura 1A).

Para os pontos de monitoramento, foram estipuladas três alturas diferentes: à superfície do solo (0,0 m), 0,85 m e 1,70 m, em relação à superfície, em três horários diários (7:00, 13:00 e 18:00h), ao longo de 21 dias. Para que as leituras fossem feitas, sempre respeitando essas alturas de coletas durante o período do experimento, foram montados suportes de madeira para o apoio do aparelho de aquisição de dados (Luxímetro Digital) (Figura 1B).



(a)



(b)

Figura 1. Representação esquemática das posições e alturas dos pontos de monitoramento (a), equipamento utilizado para as leituras de iluminância ( luxímetro digital) (b).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Dentro dos objetivos do trabalho, de estudar a variabilidade espacial e temporal da iluminância em 03 estufas, esta discussão destacará o horário das 13:00 horas, que foi o que apresentou, nas 03 alturas e ao longo do tempo de medição, a maior variabilidade, tanto para uma mesma data, exemplificadas pelos valores máximo e mínimo, como entre elas. A Figura 2 mostra o comportamento da iluminância, para as 13:00 horas, para as várias posições de medida em cada estufa, entre as estufas e ao longo do tempo. Iniciando-se pelas três alturas na Estufa “A”, observa-se, como era de se esperar, um aumento da iluminância de 0,0 a 1,70m e cada dia uma grande oscilação entre datas. O dia 8 mostra que a variabilidade evidenciada pela diferença entre os valores máximo e mínimo ocorreu às 3 alturas, indicando algum erro sistemático nas medições. A Estufa “B” apresentou comportamento geral semelhante à Estufa “A”, observa-se, no entanto, que embora a Estufa “A” seja um pouco mais velha, apresenta um maior número de observações sem valores médios elevados, em relação à Estufa “B”.

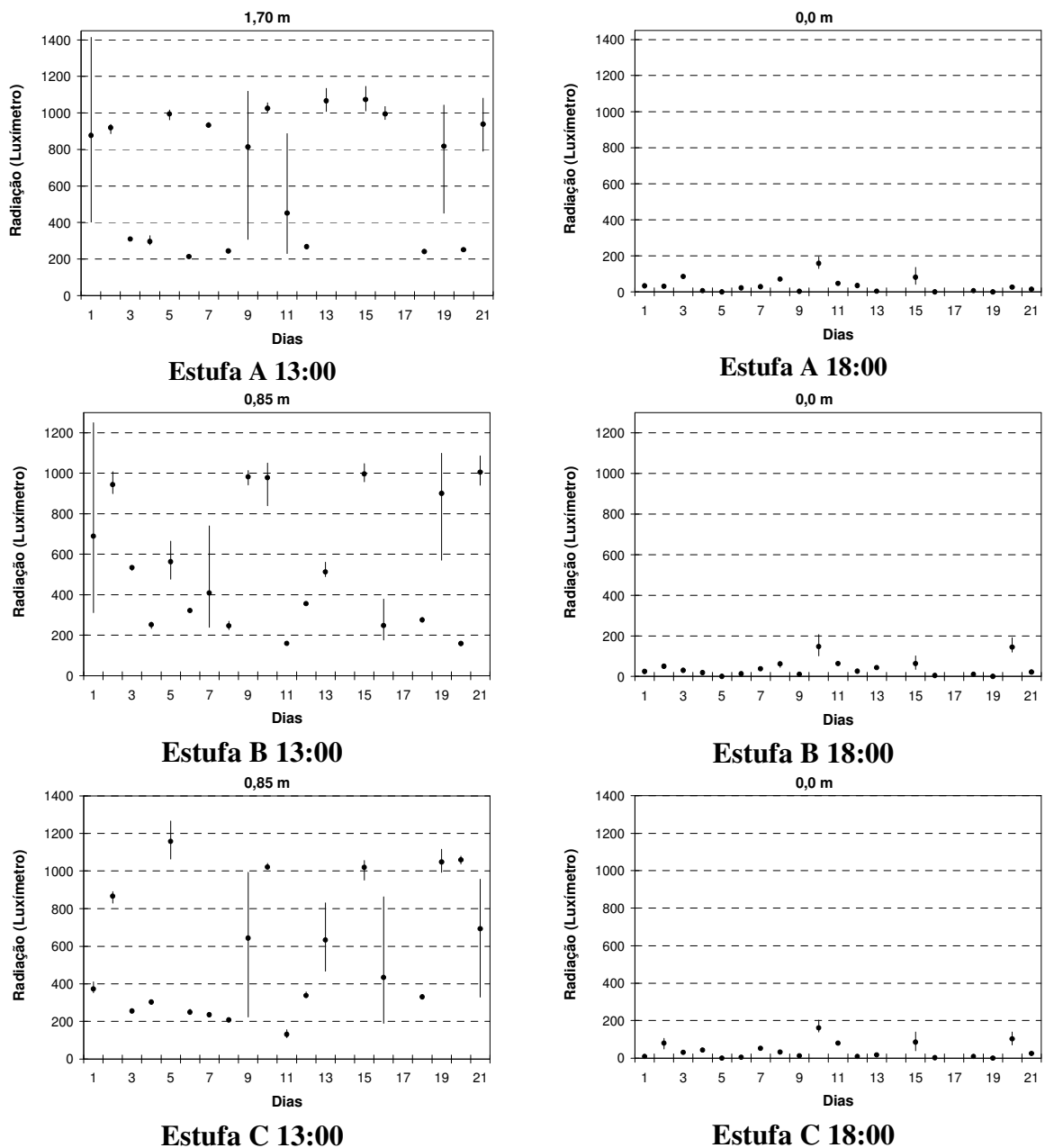


Figura 2. Variação dos valores, máximos, médios e mínimos, de iluminância entre os horários de 13:00 e 18:00, em diferentes alturas de medida para as Estufas A, B e C.

Dentre os 9 gráficos obtidos para cada estufa (0,0, 0,85 e 1,70 m), para 07:00, 13:00 e 18:00, pode-se verificar que a estufa A no horário de 07:00, à altura de 0,0 m, apresentou uma variação de 200 a 700 lx, principalmente na superfície do solo e as outras alturas apresentaram variações de 200 a 800 lx, enquanto que as estufas B e C apresentaram valores semelhantes variando de 200 a 400 lx, nesse mesmo horário e para as 3 alturas.

Para o horário das 18:00 os valores de iluminância não apresentaram grandes variações entre si, sendo que as maiores diferenças, para as 3 estufas, ocorreram nas alturas de 0,85 a 1,70 m, variando de 50 a 300 lx..

**CONCLUSÕES:** Diante do exposto pode-se concluir que as estufas apresentaram maiores variações de 200 a 1100 lx no horário de 13:00 e a Estufa A, apresentando um maior tempo de implantação da cobertura plástica, obteve menores variações nos valores da iluminância, durante o período de coleta de dados, em relação às Estufas B e C (com menor tempo de cobertura plástica), principalmente no horário de 13:00.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

GARCIA JUNIOR, Eraldo. LUMINOTÉCNICA. São Paulo: Érica, 1966.

HANAFI, A.; PAPASOLOMONTOS, A. Integrated production and protection under protected cultivation in the Mediterranean region *Biotechnology Advances* v.17, n.2/3, p.183-203, Sep, 1999.

JONES, H.G. *Plants and microclimate*. 2nd ed. Cambridge: University Press, 1992. 428 p.

KIRDA, C.; ÇEVİK, B.; TÜLÜCÜ, K. A simple method to estimate the irrigation water requirement of greenhouse grown tomato. *Acta Horticulturae, Wageninven*, v.1, n.59, p.373-80, 1994.

REIS, N.B.V.; CARRIJO, O.A. Estufa, material de cobertura e cortinamento – durabilidade e transparência à radiação solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 11; Florianópolis, 1999. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999.

SEEMAN, J. *Greenhouse climate. Agrometeorology*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1979. p.165-78.

VERLODT, I; WAAIJENBERG, D. A greenhouse film primer. *Batavia, USA: Flora Culture Internacional*. Maio, 2000, p. 32-33.