

## OCORRÊNCIA DE “SUNFLECKS” NO SUB-BOSQUE DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

HUGO ROLDI GUARIZ<sup>1</sup>, DANIELY M. NEVES GARCIA<sup>2</sup>, DANIEL GOMES DA SILVA<sup>3</sup>, JOSÉ E. MACEDO PEZZOPANE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, UFES. (27) 9995-7862. hugoroldi@yahoo.com.br, Alegre-ES <sup>2</sup>Eng. Florestal, danyfloresta@yahoo.com.br <sup>3</sup>Eng. Florestal, Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim – ES, danifloresta@yahoo.com.br; <sup>4</sup>Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre-ES.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** As plantas localizadas sob o dossel de uma floresta, principalmente aquelas em processo de regeneração natural, recebem na maioria do tempo radiação difusa a interceptação da radiação solar direta pela copa das árvores do estrato superior. Entretanto, em alguns horários do dia, os raios solares atravessam as copas do estrato superior incidindo sobre as plantas do sub-bosque. Essa incidência de raios solares denominamos “sunflecks”. O presente estudo foi realizado em dois ambientes distintos da Floresta Nacional de Pacotuba, sul do Espírito Santo (latitude = 20°45’ Sul, longitude = 41°17’ Oeste). A maior frequência de duração de picos de PAR, esteve entre 1 e 3 minutos, para os dois locais. Quanto às frequências de ocorrência para picos de PAR com duração de 8 a 19 minutos, o local A apresentou frequências maiores que aquelas observadas para o local B, no 1º período de avaliação. No período subsequente, o comportamento das frequências de picos de PAR nas classes de maior tempo contínuo só foram observadas no local B.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sunflecks, Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), Sub-bosque

### SUNFLECKS AMOUNT AT THE UNDER-FOREST OF A FRAGMENT OF ATLANTIC FOREST AT THE SOUTH PART OF ESPÍRITO SANTO STATE

**SUMMARY:** The plants located under the canopy of a forest, mainly those in process of natural regeneration, receive in the majority from the time diffuse radiation the interception from the solar radiation direct visor pantry from the trees from the superior estrato. However, during some periods of the day, solar radiation passes through the pantries of the higher trees and reaching SUB-BOSQUE species, what is called sunflecks. This paper presents a research conducted at two different environments of Pacotuba’s National Forest, South part of Espírito Santo State (Brazil). The higher frequency of PAR peaks duration varied among 1 and 3 minutes for both environments. The frequency of PAR peaks duration among 8 and 19 minutes were higher from location A than for location B at the first period of evaluation. In the subsequent period, the behavior of the frequencies of peaks of PAR in the classrooms of bigger continuous time had been only observed in the local B.

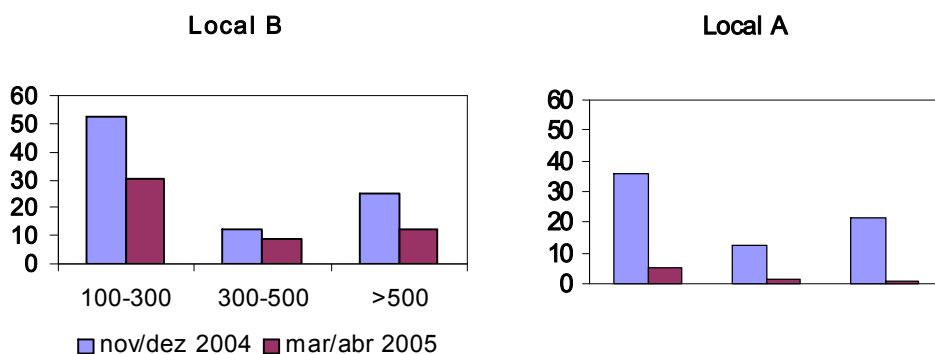
**KEY WORDS:** Sunflecks, Active photosynthetic Radiation (RFA), Sub-forest.

**INTRODUÇÃO:** Dentre os fatores abióticos que interferem no crescimento e no desenvolvimento das plantas, a quantidade de luz se destaca como um dos aspectos mais relevantes, principalmente em ambientes tropicais. Estudos que demonstram o comportamento do regime de radiação solar no sub-bosque de uma floresta e sua flutuação espacial e temporal, decorrente das diferenças existentes na arquitetura da copa das árvores ao longo do dossel, da presença de clareiras, das variações no índice de área foliar ao longo das estações do ano, típico de florestas semidecíduas, e das diferenças de latitude e relevo, tem sido pouco realizados em condições de campo. A esses raios solares que atravessam as copas do estrato superior da floresta denominamos “Sunflecks”. Essa incidência, apesar do curto espaço de tempo, pode contribuir de maneira significativa no total de radiação fotossinteticamente ativa e conseqüentemente no processo fotossintético. Por esta razão, justifica-se a realização deste trabalho, procurando conhecer os mecanismos que influenciam as respostas fisiológicas das plantas em condições de campo, obtendo informações que possam subsidiar a realização de outras pesquisas e até mesmo complementar projetos de reabilitação ambiental e manejo florestal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Pacotuba, sul do Espírito Santo, com área de 340 ha (20°45’S, 41°17’O, 110 m). A vegetação natural da região é classificada como floresta estacional semidecidual. De acordo com a classificação de Koppën, o clima da região é classificado como *Cwa*. As avaliações foram realizadas em dois locais no interior da floresta, que apresentam diferentes condições de sucessão vegetal e níveis de radiação, conforme caracterização da densidade do dossel, baseada no índice de área foliar (IAF). A determinação do IAF foi feita por meio de dois sensores LI-2050, conectados a “dataloggers” LI-2000, marca LI-COR. A determinação da intensidade e frequência da incidência da radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), a um metro de altura do solo, foi realizada através da instalação de cinco radiômetros pontuais (PAR LITE, Kipp & Zonen), em cada local, durante vinte e seis dias, no período novembro/dezembro de 2004, e trinta e quatro dias, no período de março/abril de 2005. Os radiômetros foram conectados a “dataloggers”, modelo CR10X, da marca “Campbell”. A posição dos radiômetros foi trocada a cada dois dias, visando melhorar a caracterização espacial da radiação no interior da floresta. Curvas de resposta da fotossíntese em função da PAR em floresta tropical indicam que as espécies de locais mais fechados atingem valores próximos à fotossíntese máxima com PAR igual a 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e as plantas de locais mais abertos já apresentam valores elevados de fotossíntese neste nível de PAR (PEZZOPANE, 2001). Assim, no presente trabalho, a ocorrência de “sunflecks” foi considerada quando os radiômetros registraram valores médios, a cada minuto, acima desse valor. A partir dos dados, para os dois locais estudados, foram determinados: o tempo médio diário, em minutos, de ocorrência de picos de PAR, em classes de intensidade de PAR; a frequência de ocorrência de PAR, dentro de diferentes classes de tempo e o comportamento diário de picos de PAR, levando-se em consideração um dia sem nuvens.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Esses picos de radiação foram divididos em três classes (100-300, 300-500 e >500  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), a partir das médias diárias de ocorrência de PAR, em dois períodos (nov/dez de 2004 e mar/abr de 2005) (Fig 1). As diferenças entre os locais mostraram-se mais evidentes no 2º período, para as três classes de PAR estudadas. No 1º período, para classe de PAR que varia de 100-300  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , o tempo médio de ocorrência de picos de PAR foi de 35 minutos para o local A, enquanto no local B, ocorreram em média,

55 minutos de PAR, por dia. Nas demais classes não houve diferença expressiva, sendo 11 minutos para o local A e 12 minutos local para B, para a classe de 300-500  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e 20 minutos para o local A e 25 minutos local para B, para a classe  $>500 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . No 2º período estas médias diárias foram muito inferiores às do 1º período, principalmente no local A, onde o tempo médio diário de ocorrência de picos de radiação solar para cada classe de PAR estudada foi inferior a 5 minutos por dia, sendo que, na classe de PAR  $>500 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , não foi registrado nenhum pico de PAR. No local B, para a classe de PAR de 100-300  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , houve queda considerável no tempo médio de ocorrência de picos de radiação solar, de 55 para 30 minutos de PAR por dia. Foi determinada a frequência de ocorrência por classes de minutos contínuos de “sunflecks” nos locais, visando conhecer melhor este parâmetro, importante para espécies de sub-bosque que, em sua maioria, exigem picos de PAR de curta duração, pois estas possuem o sistema fotossintético muito eficiente, requerendo, apenas, uma distribuição regular desses picos ao longo do dia. Isto pode ser percebido na Figura 2, tanto no local A quanto no local B, que apresentam maiores frequências para os picos de PAR de menor duração.



**Figura 1: Tempo médio diário de ocorrência de picos de PAR**

Figura 1: Tempo médio diário de ocorrência de picos de radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) maiores que 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , em classes, em duas épocas (novembro/dezembro de 2004 e março/abril de 2005), nos locais A e B, no interior de uma floresta estacional semidecidual, Floresta Nacional de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim - ES

No entanto, conhecer o comportamento das espécies de sub-bosque frente a longos períodos de “sunflecks”, é também necessário, já que alterações na intensidade de luz incidente no sub-bosque, são extremamente variáveis, devido a ocorrências eventuais de quedas de árvores, causando aberturas no dossel ou devido à queda natural de suas folhas em determinada época do ano, fenômeno característico de florestas semidecíduais. Estudos em Florestas tropicais mostram que os “sunflecks” ocorrem em média, durante menos de 10% do total de horas de insolação ao longo do dia, mas contribuem com cerca de 25% a 50% do total da RFA incidente no sub-bosque e também contribuem com um ganho entre 30% e 65%. Nos dois locais estudados predominou a ocorrência de curtos períodos, independentemente da época. No intervalo de nov/dez, o somatório das frequências das classes (1, 2 e 3 minutos) com valores acima de 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , no local B aproximou-se de 300 ocorrências, enquanto que, no local A este valor não ultrapassou 240 ocorrências. No Local A, para esse mesmo período, houve uma distribuição homogênea e considerável da PAR em classes de tempo que vão de 9 a 20 minutos, sendo algumas destas classes de tempo inexistentes no local B, onde, para a classe de períodos maiores que 20 minutos, ocorreram 24 episódios com PAR acima de 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , diferente do local A, com apenas 5 ocorrências (Figura 2). No intervalo de mar/abr, o somatório das frequências (1, 2 e 3 minutos) foi de 169

para o local B e 39 para o local A. O gráfico representando o local aberto caracteriza a PAR em um dia de céu limpo, exceto de 12 às 14 horas, no período de nov/dez, onde se observa uma queda na curva de radiação, provavelmente, pela presença de nuvens (Figura 3). Observando a Figura 3 pode-se notar que o comportamento da PAR no local B, que se caracteriza por apresentar um dossel mais aberto, acompanha a tendência da curva do local externo a floresta nos dois períodos. A diferença entre os locais mostra-se mais evidente em dias sem nuvens. Analisando o comportamento da PAR em cada local, foi possível perceber que, o local B apresentou um maior número de picos de PAR acima de  $100\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  em relação ao local A nos dois períodos estudados. A maior ocorrência de picos de radiação solar associada ao maior potencial fotossintético das plantas, resulta em maior taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ , ao longo do dia, por unidade de área foliar. No local A, caracterizado por estar em um estágio mais avançado de sucessão, a maior parte dos sensores não registrou picos de PAR acima de  $100\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , como era esperado para um local com maior nível de sombreamento. Esse comportamento das curvas foi mais acentuado no 2º período de avaliação. Outro ponto importante a ser observado é o comportamento extremamente heterogêneo entre os valores de radiação solar no sub-bosque da floresta, mesmo dentro de um mesmo local. PEZZOPANE (2001) também constatou tais diferenças, avaliando “sunflecks” no interior de uma floresta secundária em Viçosa, Minas Gerais. As variações entre os comportamentos das curvas dos locais A e B entre si e em relação ao local aberto, nas duas épocas, ocorreram, certamente pelo posicionamento dos radiômetros, que caracterizaram áreas com diferentes intensidades de radiação incidente a um metro de altura do solo, dentro de um mesmo local, no interior da floresta e também por diferenças no dossel da floresta. PEARCY et al. (1985), trabalhando com espécies de sub-bosque de floresta tropical, verificaram aumento da fotossíntese líquida à medida que foram simulados “sunflecks” com 1 minuto de duração ( $500\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) em folhas sob baixa intensidade de luz ( $22\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Também foi possível verificar uma expressiva diferença de intensidade para os valores máximos de picos de PAR entre os locais. No local A, este máximo não ultrapassou  $1200\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , às 14 horas, enquanto no local B, entre 10 e 11 horas, a PAR já atingia valores próximos a  $1600\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . No 2º período, no local A, o máximo ocorrido não ultrapassou  $200\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  às 10 h. No local B, neste mesmo horário, a PAR já atingia  $800\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

**Figura 2 – Frequência de ocorrência de radiação solar fotossinteticamente ativa**

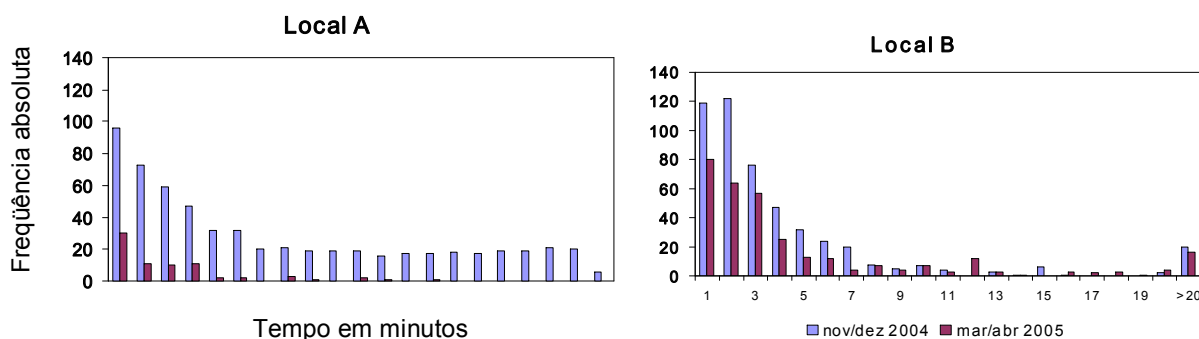


Figura 2 – Frequência de ocorrência de radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) acima de  $100\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , em função da classe de tempo, em duas épocas (novembro/dezembro de 2004 e março/abril de 2005), nos locais A e B, no interior de uma floresta estacional semidecidual, Floresta Nacional de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim – ES.

**CONCLUSÃO:** Avaliando a frequência de duração de picos de PAR, os resultados demonstram que a maior frequência de ocorrência destes picos, esteve entre 1 e 3 minutos ,

para os dois locais. Quanto às frequências de ocorrência para picos de PAR com duração de 8 a 19 minutos, o local A apresentou frequências maiores que aquelas observadas para o local B, no 1º período de avaliação. No período subsequente, o comportamento das frequências de picos de PAR nas classes de maior tempo contínuo de PAR só foram observadas no local B. Uma possível explicação para esta diferença observada no 1º período de avaliação pode estar no fato de que as plantas estejam em período de renovação das folhas de suas copas, e como os locais apresentam estágios sucessionais diferenciados, este fenômeno pode estar ocorrendo com maior intensidade e velocidade no local B. As avaliações de distribuição de picos de PAR, realizadas em um dia sem presença de nuvens, mostram o comportamento normal de um dia de sol no sub-bosque de uma floresta, onde a maior parte das plantas recebe baixas intensidades de PAR, mas estão sujeitos a altos fluxos de radiação solar que atravessam o dossel por curtos espaços de tempo. Isto pode ser visualizado principalmente no local A, no período de nov/dez, onde três dos cinco sensores não mediram picos de PAR acima de 100  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , e no local B, que apesar de receber um maior fluxo de energia, ao longo do dia, em relação do local A, também apresenta flutuações quanto a duração e intensidade de radiação.

**Figura 3 – Radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR)**

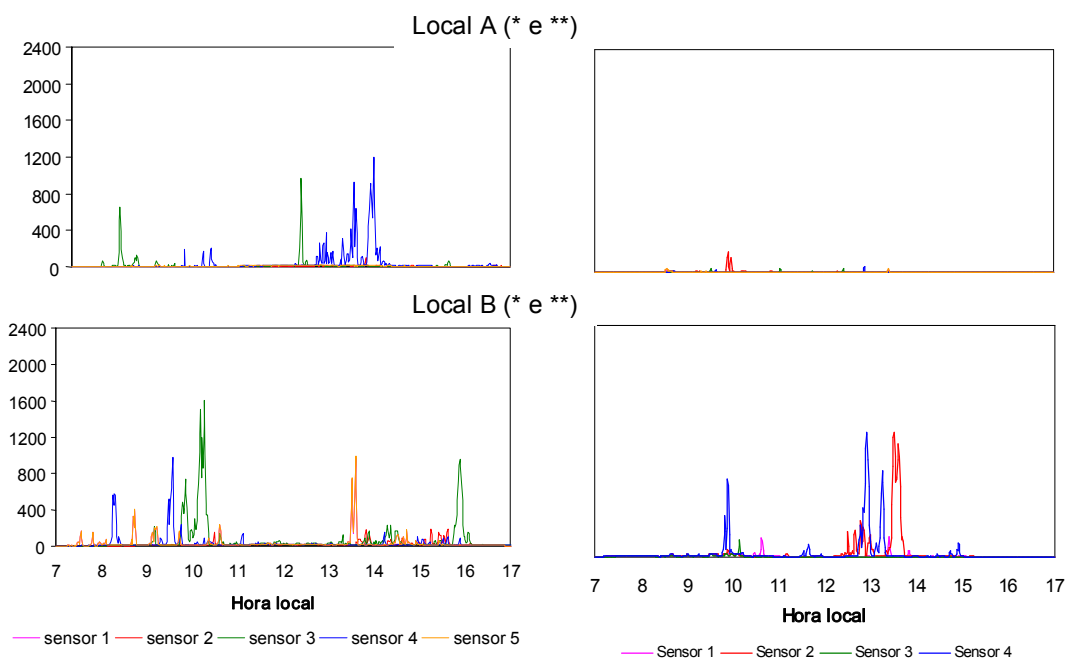


Figura 3 – Radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), a cada minuto, em cinco sensores instalados em dois locais no interior de uma floresta estacional semidecidual, em duas épocas (novembro/dezembro de 2004\* e março/abril de 2005\*\*), na FLONA de Pacotuba, no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PEARCY, R. W., OSTERYOUNG, K., CALKIN, H. W. Photosynthetic responses to dynamic light environments by Hawaiian trees. *Plant Physiology*, v. 79, p. 896-902, 1985.
- PEZZOPANE, J. E. M. Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta secundária, em Viçosa, MG. Viçosa, MG: UFV, 2001. 225p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 2001.