

EXA-01

REGIME DE RADIAÇÃO EM COBERTURAS VEGETAIS DA AMAZÔNIA.

Alessandro Augusto dos Santos Michiles⁽¹⁾; Ari Marques de Oliveira Filho⁽²⁾
Bolsista CNPq/PIBIC⁽¹⁾; Pesquisador INPA/CPGC⁽²⁾

Nas últimas décadas a região Amazônica tem sido vista como uma área determinante para os efeitos climáticos em escala local, regional ou até mesmo global, em virtude da importância de sua contribuição aos transportes de massa e de calor. Os processos de liberação de vapor ou de calor pela vegetação são controlados pela disponibilidade de energia, cuja fonte principal é a radiação solar complementada pela radiação de onda longa no interior da vegetação. Considerando o caso mais simples de vegetação densa, a abordagem descreve os termos radiativos que eventualmente ocorrem num determinado tempo e zona de uma dada cobertura vegetal: radiação solar, radiação atmosférica no interior da vegetação, radiação do solo e da vegetação.

Os objetivos deste trabalho foram: estudar o regime de radiação em meio vegetal enfatizando o confronto direto entre desenvolvimentos teóricos e medidas experimentais; estabelecer algoritmos de inversão de modelos de radiação solar para estimar características da vegetação; estudar modelos para simular a radiação de onda longa da própria vegetação.

A base para descrever os termos radiativos de uma dada cobertura vegetal foi apresentada por ROSS (1981) e métodos de solução analítica ou numérica foram revisados e discutidos por MYNENI *et al* (1989). Na realidade, o tratamento da radiação solar com seus termos de radiação complementar e a radiação de onda longa dos elementos vegetais constituem um foco de interesse para um desenvolvimento teórico que desemboca em soluções analíticas apropriadas. Para a confrontação e ajuste dos modelos específicos a cada termo radiativo, um conjunto de medidas de radiação no interior de coberturas vegetais foi realizado.

As etapas anteriores incluem o trabalho no cenário de modelos de radiação de soluções analíticas apropriadas aos procedimentos de inversão de modelos; tais procedimentos utilizam medidas de radiação solar realizadas no interior de coberturas vegetais para estimar características da vegetação e constituem ferramentas valiosas para as caracterizações localizadas de coberturas vegetais.

Transferências radiativas em coberturas vegetais - Visto que a radiação solar ou de onda curta (0.22 a 4 μm) é a principal fonte de energia na interação da atmosfera e vegetação,

estudos micrometeorológicos têm-se concentrado nos efeitos térmicos da radiação. A radiação de onda longa (4 a 100 μm) também pode ser levada em conta nestes estudos e, a radiação de onda curta e longa são combinadas em radiação líquida.

Várias regiões do espectro da radiação e suas significações para a vida das plantas estão sumarizadas na tabela 01.

Tipo de radiação	Região espectral (μm)	Percentual de energia solar radiante	Efeito térmico	Efeito fotossintético	Efeito fotomorfogenético
Ultravioleta	0,22 – 0,39	0 – 4	Insignificante	insignificante	moderado
Radiação fotossinteticamente ativa (PAR)	0,39 – 0,77	21 – 46	Significante	significante	significante
Radiação do infravermelho próximo (NIR)	0,71 – 4,0	50 – 79	Significante	insignificante	significante
Radiação de onda longa	4,0 – 100	—	Significante	insignificante	insignificante

Tabela 01 - Faixas de onda da radiação e suas significações para a vida das plantas.

O regime de radiação em coberturas é determinado pelos seguintes fatores: *condições da radiação incidente; propriedades óticas da cobertura; propriedades óticas da superfície do solo; arquitetura da comunidade* (ROSS, 1981). De forma que na teoria da transferência radiativa em coberturas vegetais é conveniente dividir a radiação em três componentes: *radiação solar direta, radiação solar difusa* (que penetram na vegetação sem interação com a folhagem) e *radiação complementar* (devido ao espalhamento da radiação direta e difusa na folhagem e na superfície do solo).

A interação da radiação solar com vegetação natural ou modificada é tratada com uma teoria geral de transferências radiativas em meio vegetal. A origem desta teoria reside na adaptação das equações diferenciais expressando essas transferências em meios túrbidos (MARQUES FILHO 1992). A turbidez no meio vegetal é representada pelos elementos vegetais – assimilados à pequenas superfícies planas que, absorvem e transmitem a radiação incidente. No mesmo contexto de transferência radiativa em meio vegetal podem ser estudadas a radiação atmosférica e o saldo de radiação climático (MARQUES FILHO, 1994).

A radiação de onda longa das superfícies vegetais e do solo é abordada para o caso em que os elementos da folhagem sejam distribuídos densa e aleatoriamente no espaço. A radiação do solo pode ser calculada como um caso particular de transferência radiativa (MARQUES FILHO, 1994).

Medidas e análises - Com o intuito de obter maiores informações a respeito do comportamento da radiação nos diferentes níveis de cobertura vegetal de florestas da Amazônia, foram realizadas excursões tomando a reserva florestal Ducke como modelo para a região. Foram montados seis solarímetros tubulares num sistema constituído de madeira e cabos de aço, cada um nas alturas de 1,7 m do solo, 5,0 m, 10,0 m, 15,0 m, 20,0 m e 25,0 m da superfície do solo, respectivamente. Um esquema do sistema é apresentado na figura 01. Na torre meteorológica foi instalado um outro solarímetro tubular a 35,0 m de altura.

Através dos dados retirados pela aparelhagem na reserva, obtiveram-se perfis da radiação solar em florestas da Amazônia. A figura 02 ilustra a variação temporal da radiação solar acima e no interior da vegetação para o dia 20/11/98.

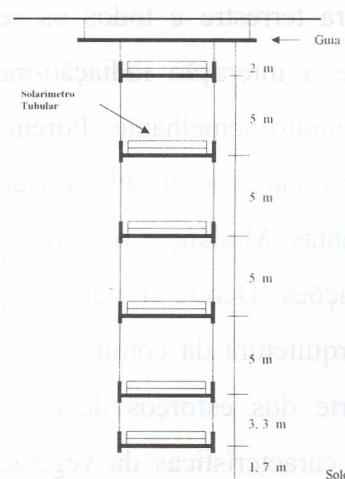


Fig. 01 - Esquema da montagem do sistema no dossel vegetativo.

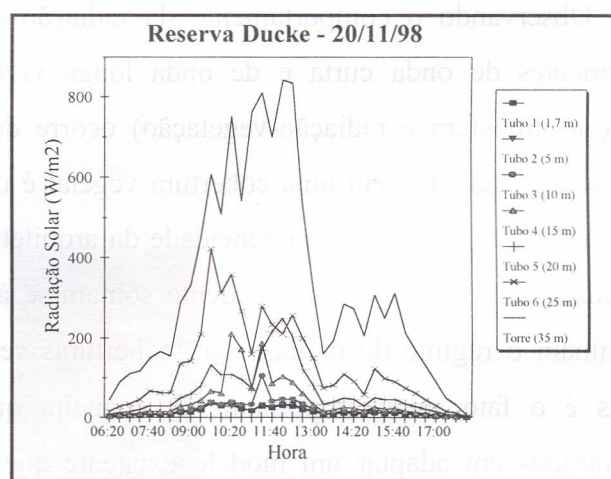


Fig. 02 - Variação temporal da radiação solar (20/11/98).

Inversão de modelos - A caracterização de uma cobertura vegetal em sua estrutura e distribuição espacial dos elementos vegetais representa o ponto de partida para o estudo de fenômenos físicos e fisiológicos que ocorrem em seu interior. No caso de coberturas vegetais de grande porte, os métodos indiretos que se baseiam em medidas de radiação no interior e acima da cobertura assumem o papel central (MARQUES FILHO, 1997).

O objetivo deste estudo é a caracterização da vegetação a partir de medidas de perfis de radiação solar em seu interior em estreita associação com procedimentos matemáticos de inversão de modelos teóricos pertinentes. As medidas realizadas na reserva florestal Ducke foram utilizadas nesta análise.

Uma visão dos perfis de radiação médios observados é apresentada na figura 03. Assim, foram calculadas as curvas da função $A(z)$ (área foliar acumulada) que resultam da inversão do modelo proposto e em função das medidas de radiação solar. Uma idéia dos perfis de $A(z)$ resultantes da inversão é mostrada na figura 04.

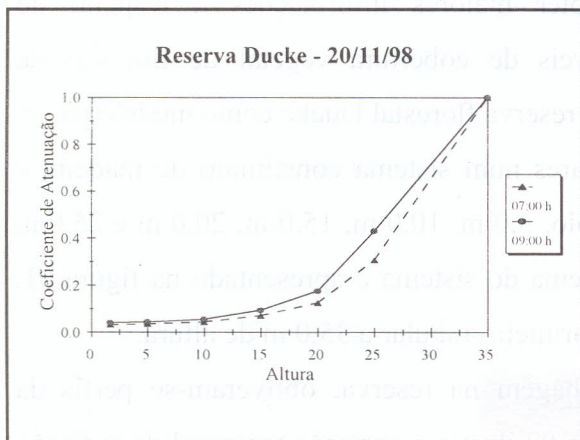


Fig. 03 – Perfis de radiação solar

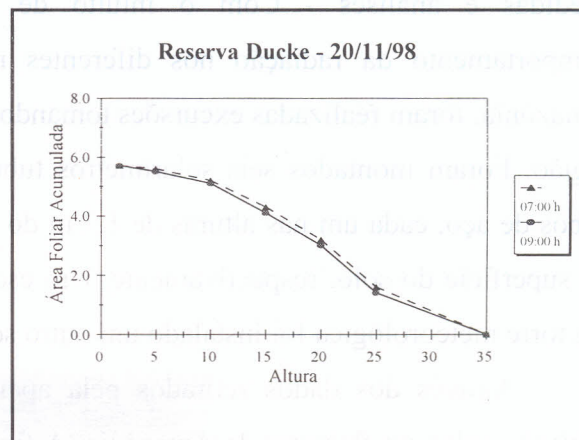


Fig. 04 – Perfis de área foliar acumulada

Observando o comportamento da radiação na atmosfera terrestre e todos os seus componentes de onda curta e de onda longa verifica-se que a interação radiação-meio (radiação-atmosfera e radiação-vegetação) ocorre de maneira muito semelhante. Porém, a transferência radiativa em uma cobertura vegetal é um problema mais complicado devido a larga variabilidade e não-homogeneidade da arquitetura das plantas. Mudanças na direção e intensidade da radiação solar incidente somam-se às complicações. Dentre os fatores que determinam o regime de radiação em coberturas vegetais, a arquitetura da comunidade de plantas é o fator mais importante, de maneira que boa parte dos esforços devem ser concentrados em adaptar um modelo existente que simule as características da vegetação Amazônica. Verificando assim, que esta é uma boa área para outros trabalhos mais amplos, pois há uma lacuna grande a ser preenchida, tendo como linhas para desenvolvimentos futuros os estudos sobre as propriedades óticas da vegetação, radiação de onda longa da vegetação e modelos de inversão.

MARQUES FILHO, A.O. Modelés des transferts radiatifs à l'intérieur des couverts végétaux – les solutions analytiques. *Acta Amazonica* (1992), 22 (4): 541-565.

MARQUES FILHO, A.O. Trocas de massa e de energia entre superfícies naturais e a atmosfera. *Acta Amazonica* (1994), 24 (3/4): 237-260.

MARQUES FILHO, A.O. Regime de Radiação Solar e Características da Vegetação – Modelos de Inversão. *Acta Amazonica* (1997), 27 (2): 119-134.

MYNENI, R.R.; ROSS, J.; ASRAR, G. A Review on the Theory of Photon Transport in Plant Canopies. *Agricultural and Forest Meteorology* (1989), 45: 1-153.

ROSS, J. The Radiation Regime and the Architecture of Plant Stands. Dr. W. Junk Publ., The Netherlands, 1981.