

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR OBTIDO POR MODELO ECOFISIOLÓGICO E SENSORIAL EM ÁREA DE *EUCALYPTUS*

Beatriz de Carvalho Griffó Soares¹; Luiz Augusto Siciliano da Silva Júnior²; Carlos Magno Moreira de Oliveira³ & Rafael Coll Delgado⁴

1. Discente do Curso de Engenharia Florestal, IF/UFRRJ; 2. Discente do Curso de Engenharia Florestal, IF/UFRRJ; 3. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, PPGCAF/IF/UFRRJ; 4. Professor do Departamento de Ciências Ambientais, DCA/UFRRJ.

Palavras-chave: Índice de Área Foliar, Sensoriamento remoto, Modelo ecofisiológico.

Introdução

O Índice de Área Foliar (IAF), de acordo com Woodgate et al. (2015), é uma variável capaz de descrever a estrutura, função e condição da vegetação. Esta variável é uma das mais importantes em modelos ecofisiológicos que são baseados na radiação fotossinteticamente ativa (STAPE et al., 2004).

Uma das formas de aferição do IAF é por meio de método indireto que se utiliza da fração da radiação projetada dentro do dossel para estimar o IAF e tem como base uma probabilidade para a distribuição dos elementos de folhas na superfície do dossel. O índice de área foliar também pode ser aferido de maneira direta ou destrutiva, porém para grandes áreas o método direto torna-se dificultoso por ser inviável medir o IAF de um grande número de árvores.

Imagens geradas pelo sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) é um exemplo de método indireto para a estimativa do índice de área foliar. Através dessas imagens podem-se obter dados que consideram a porcentagem da incidência e absorção da radiação solar pelas plantas.

O uso de modelos ecofisiológicos ou modelos baseados em processos tem aumentado nos últimos anos. Isso porque esses modelos possibilitam a estimativa da produção baseados em processos fisiológicos que controlam o crescimento. O modelo ecofisiológico 3-PG (*Physiological Processes Predicting Growth*) tem sido empregado para estimativa de produção de diversas essências florestais comerciais, em função do pequeno número de parâmetros que esse modelo requer e pela precisão dos dados de saída (LANDSBER e WARING, 1997).

Pretende-se, nesse trabalho, estimar o IAF obtido pelo 3-PG e compará-lo com o produto MODIS15A2 do sensor MODIS, a fim de avaliar a eficiência da estimativa do IAF obtido no modelo ecofisiológico 3-PG.

Metodologia

Para executar o modelo ecofisiológico 3-PG foi utilizada a parametrização realizada por Borges (2009) para *Eucalyptus* em Minas Gerais. O modelo requer informações de entrada relativas à área do plantio como precipitação, temperatura máxima e mínima, radiação solar global e informações de textura e capacidade máxima e mínima de retenção de água no solo. Para tanto, foram coletadas e estimadas essas variáveis para o período de 2005 a 2007, período coincidente com o inventário florestal.

A precipitação foi obtida através do satélite tropical TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) que levanta informações de água precipitável por meio de micro-ondas. As informações do TRMM foram convertidas para médias mensais, já que os dados fornecidos pelo satélite são horários. Os dados de temperatura máxima e mínima foram adquiridos através do banco de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), e a radiação solar global foi estimada pelo modelo da FAO 56 que necessita de informações de latitude e insolação, sendo esta última obtida pelo INMET.

Foram obtidas 392 cenas do produto MODIS15A2 que calcula o Índice de Área Foliar (IAF) a cada 8 dias. Essas cenas foram obtidas pelo repositório de imagens da NASA no site glovis.usgs.gov. Para cada mês foram obtidas de 3 a 4 cenas que foram utilizadas para calcular o valor médio do IAF através do ModelBuilder no software ArcGIS 10.2. Por meio do valor mensal foi obtida a média representativa do IAF para área de plantio de *Eucalyptus*. Os dados observados pelo produto MODIS15A2 foram comparados com o IAF estimado pelo modelo ecofisiológico 3-PG no período de junho de 2005 a dezembro de 2011.

O modelo 3-PG estima a variável de saída mensal ou anual, sendo que nesse trabalho foi escolhida a opção mensal, para ser comparada com as estimativas mensais do inventário florestal. Por meio desta comparação, pôde-se realizar o ajuste do modelo para melhorar as estimativas do IAF.

Para avaliação das estimativas do IAF do modelo 3-PG quando comparado com o IAF-MODIS foram utilizados o Erro Padrão da Estimativa (EPE) e a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM).

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (IAF_i - \widehat{IAF}_i)^2}{n-p}} \therefore EPE = \frac{S_{xy}}{\widehat{IAF}} \cdot 100$$

$$REQM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (IAF_i - \widehat{IAF}_i)^2}{n}}$$

(2)

em que EPE= Erro Padrão de Estimativa absoluto; EPE = Erro Padrão da Estimativa em porcentagem; IAF_i = índice de área foliar observado do satélite; \widehat{IAF}_i = índice de área foliar estimado pelo 3-PG; \widehat{IAF} = índice de área foliar médio observado do satélite; n = número de dados observados; p = número de coeficientes do modelo.

Resultados e Discussão

Em todos os meses o IAF do 3-PG foi superior ao IAF do MODIS, dessa forma observa-se uma tendência de superestimativa do modelo ecofisiológico, que pode ser observado pelo erro padrão da estimativa de 22,77%. Quando se avalia essa tendência anualmente, percebe-se que o 3-PG teve menor sensibilidade à variação da chuva mensal, sendo que em períodos de chuva intensa ou de estiagem prolongada o IAF-MODIS apresentou variação proporcional logo após cada período. Já o IAF do 3-PG não apresentou sensibilidade a essas variações, principalmente nos anos de 2005, 2006 e 2007, o que pode ser observado pelos maiores REQMs nesses anos em relação aos demais, que foram de 3,31, 3,95 e 3,28, respectivamente. Stape et al. (2004) também observou que o 3-PG tem baixa resposta em período de alta disponibilidade de água no solo.

No período de 2008 a 2010, o IAF do 3-PG apresentou comportamento similar ao IAF-MODIS, sendo mais sensível às variações da chuva. Nesse período observa-se uma redução contínua do IAF, o que pode estar relacionado com o período de fechamento do dossel, onde diminui-se o incremento em altura e aumenta-se o incremento em diâmetro.

Conclusão

O índice de área foliar obtido pelo produto MODIS15A2 mostrou-se sensível às variações da chuva na área de estudo, porém o mesmo comportamento não foi observado no IAF do 3-PG. Dessa forma são necessários ajustes em parâmetros que regulam a estimativa dessa variável dentro do modelo, a fim de melhorar os resultados. Sugere-se a utilização das informações de IAF do MODIS para calibrar o IAF do 3-PG.

Referências Bibliográficas

BORGES, J. S. Parametrização, calibração e validação do modelo 3-PG para eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais. 2009. 77f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

LANDSBERG, J. J.; WARING, R. H. A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. *Forest Ecology and Management*, v. 95, n. 3, p. 209-228, 1997.

STAPE, J. L.; RYAN, M. G.; DINKLEY, D. Testing the utility of the 3-PG model for growth of *Eucalyptus grandis* x *urophylla* with natural and manipulated supplies of water and nutrients. *Forest Ecology and Management*, v. 193, n. 1-2, p. 219-234, 2004.

WOODGATE, W.; JONES, S. D.; SUAREZ L.; HILL, M. J.; ARMSTON, J. D.; WILKES, P.; SOTO-BERELOY M.; HAYWOOD, A.; MELLOR A. Understanding the variability in ground-based methods for retrieving canopy openness, gap fraction, and leaf area index in diverse forest systems. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 205, n. 1, p. 83-95, 2015.