



VARIAÇÕES TEMPORAIS NO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR AO LONGO DE UM GRADIENTE SUCESSIONAL EM MATAS SECAS DO NORTE DE MINAS GERAIS.

William Bandeira Batista

Herbert Sousa e Silva; Mário Marcos do Espírito - Santo; Pablo Moreno de Souza Paula; G. Arturo Sanchez - Azofeifa; Carlos Portillo

1 - Universidade Estadual de Montes Claros, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Geral 2 - Earth and Atmospheric Sciences Department, University of Alberta, Canadá.: - willbiu@gmail.com

INTRODUÇÃO

Técnicas de sensoriamento remoto têm se mostrado altamente efetivas na análise da cobertura vegetal, contribuindo bastante para a estudos sobre classificação de usos da terra e quantificação de diferentes tipos de cobertura vegetal (Rudorff *et al.*, , 2007, Aplin, 2005). Com a obtenção de dados a partir de imagens de satélite e outras técnicas, podem ser criados modelos integrando características físicas (clima, relevo e geologia) e bióticas (cobertura vegetal, estágios sucessionais e área foliar). Com essas técnicas, é possível criar mapas que mostram a extensão e localidades das florestas secas e outras coberturas vegetais associadas, permitindo a caracterização de mudanças provocadas pelo estabelecimento humano e verificação de seu estado de conservação (níveis de fragmentação, taxas de desmatamento e efeitos na produtividade dessas áreas) (Sánchez - Azofeifa *et al.*, , 2003, 2007).

A maior parte dessas investigações tem incidido sobre propriedades espectrais das folhas (radiação refletida, transmitida ou absorvida), que podem fornecer uma melhor compreensão das respostas fisiológicas durante o crescimento vegetal e adaptações ao ambiente (Turner *et al.*, , 2004; Knapp & Carter, 2001). Para avaliar as propriedades espectrais, é comumente utilizada uma medida para quantificar a folhagem presente em uma floresta: o índice de área foliar (IAF). Em geral, essas medidas são obtidas através de técnicas ópticas como câmeras hemisféricas e instrumentos como o LAI - 2000 (Fournier *et al.*, , 2003). O IAF tem um papel importante na compreensão do balanço de água, da absorção de carbono e das trocas de gases entre o dossel de uma floresta e a atmosfera (Kalácska *et al.*, , 2005a). A diferenciação de estágios sucessionais, através da comparação do IAF e de índices espectrais tem sido feita com base no uso de dados de campo, já que o IAF se relaciona à estrutura e estágio de regeneração natural das florestas (Kalácska *et al.*, , 2005b, Arroyo - Mora *et al.*, , 2005). Tal aplicação do IAF e técnicas de sensoriamento remoto permitem um manejo da área baseado em um planejamento

participativo, dinâmico e periodicamente atualizado, sendo útil na criação e monitoramento de áreas protegidas como estratégias para conservação da biodiversidade *in situ*.

As Matas Secas apresentam estações seca e chuvosa bastante marcantes ao longo do ano, sendo formações florestais caracterizadas por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca, dependentes das condições químicas, físicas e, principalmente, da profundidade do solo (Nascimento *et al.*, , 2004; Madeira *et al.*, , no prelo). A alta deciduidade das plantas em áreas de Mata Seca não depende somente da composição das espécies ou do estágio de sucessão, e sim de condições topográficas e climáticas do ambiente (Kalácska *et al.*, , 2005a). Neste sentido, o registro das variações temporais no IAF nestes ecossistemas é muito importante em estudos fenológicos, podendo também ser utilizado para estimativas de produtividade vegetal.

OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo determinar as variações temporais no índice de área foliar ao longo de um gradiente sucessional em áreas de Matas Secas no norte de Minas Gerais, além de comparar técnicas diferentes de estimativas de área foliar: reflectância com o LAI - 2000 e obtenção de fotos hemisféricas. Com isso, espera - se padronizar protocolos que permitam futuras análises de impactos humanos e estratégias de recuperação e monitoramento ambiental em diferentes escalas espaciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS), localizado no Vale do Médio São Francisco (14°48'36" - 14°56'59" S e 43°55'12" - 44°04'12" W), no município de Manga, Minas Gerais. Essas florestas são dominadas por vegetação decídua, com aproximadamente 100%

de perda foliar durante a estação seca (Maio - Outubro). Uma pequena área do PEMS é coberta por pastagens abandonadas em estágio inicial de regeneração. A área restante é coberta por florestas secas secundárias e primárias, constituindo assim, um mosaico de florestas em diferentes estágios.

Medições de reflectância foliar e índice de área foliar

Em cada estágio, foram demarcadas três parcelas de 60x30m, nas quais foram determinados pontos para a medição da reflectância foliar. Assim, foram feitas 55 medidas nas parcelas do estágio inicial, 28 medidas nas parcelas do estágio intermediário e 12 medidas nas parcelas do estágio tardio. Antes de serem feitas as medições nos pontos dentro de cada parcela (chamadas de “medições B”), foram feitas medidas em uma área aberta na estrada (chamadas de “medições A”). Essas medidas foram feitas para quantificar a luminosidade que chegava ao dossel e assim, permitir a estimativa do IAF no software FV2000. Estas medidas foram feitas usando um Analisador de Dossel Vegetal (PCA, Plant Canopy Analyser) LAI 2000, que mede a reflectância foliar. Para obter as fotografias hemisféricas, foram utilizados alguns dos pontos onde foram feitas medidas com o LAI - 2000, em cada parcela. As fotografias foram obtidas utilizando uma câmera digital apoiada em um mono - pé com altura de 1,5 m, focada para cima. Em cada estágio, uma das três parcelas continha 15 coletores de serrapilheira (3 fileiras de 5 coletores) nos quais também foram tomadas fotografias. No estágio inicial, foram obtidas 10 fotografias nas parcelas sem coletores e 25 fotografias na parcela com coletores; no estágio intermediário foram tiradas 6 fotografias nas parcelas sem coletores e 21 fotografias na parcela com coletores; e no estágio tardio, foram obtidas 8 fotografias nas parcelas sem coletores e 23 na parcela com coletores.

As amostragens tanto do LAI - 2000 como das fotografias hemisféricas foram realizadas do dia 26 de outubro de 2007 ao dia 06 de fevereiro de 2009. Após essa data, as amostragens foram feitas a cada duas semanas, até o dia 05 de março de 2008.

Análises

Os dados obtidos em campo com o LAI - 2000 foram processados no software SetupFV2000 1.0 para os cálculos do índice de área foliar. Para as análises das fotografias hemisféricas, utilizamos o software Gap Light Analyzer V.2.0 (SFU - IES. 1999). As diferenças no índice de área foliar foram comparadas entre os três estágios sucessionais e ao longo do tempo através de modelos lineares mistos (LME). As análises foram realizadas através do software R 2.6.2 (R. Development Core Team. 2007).

RESULTADOS

Durante os meses de coleta, foi observada uma flutuação temporal significativa do IAF ($F= 3215,51$; $p < 0,001$). Essa variação era esperada, devido ao fato das Matas Secas perderem quase que totalmente suas folhas na estação seca. Houve uma queda nos valores de IAF durante os meses de seca (maio - novembro) e um aumento durante os meses de

transição da estação seca pra chuvosa (novembro - dezembro), chegando a um pico estável no meio da estação chuvosa. Esse aumento corresponde à produção de folhas pelas plantas e, conseqüentemente, uma diminuição da abertura do dossel. Esse fato foi observado para os três estágios de sucessão (inicial, intermediário e tardio) utilizando tanto o LAI - 2000 como as fotografias hemisféricas.

Os valores de IAF obtidos com o LAI - 2000 para as duas estações do ano (seca e chuvosa) apresentaram diferenças significativas entre os três estágios ($F= 13,78$; $p < 0,001$), o mesmo sendo observado para o IAF obtido através de fotografias hemisféricas ($F= 117,69$; $p < 0,001$). Tanto com o LAI - 2000 como através de fotografias hemisféricas, os valores de IAF foram maiores para o estágio intermediário, seguido do tardio e do inicial. O maior IAF encontrado para o estágio intermediário pode ser explicado pela maior abundância de lianas e sub - bosque mais fechado (Madeira *et al.*, , 2009). Outro fator importante é que as folhas que caem das árvores muitas vezes ficam retidas nas lianas, mantendo um IAF alto por um período maior em relação aos estágios inicial, onde não foram registradas lianas, e no estágio tardio, onde esta forma de vida é bem menos abundante (Madeira *et al.*, , 2009).

O estágio tardio que foi o segundo maior valor obtido, apresenta um dossel mais alto e mais fechado, com pouco sub - bosque, suas plantas demoram um tempo maior para começarem a perder as folhas, comparados aos outros dois estágios. O estágio inicial apresentou o menor valor de IAF, esse estágio apresenta árvores de porte baixo com troncos finos e uma grande quantidade de espécies de sub - bosque, porém a maioria destes indivíduos é pequena e não são amostradas pelas técnicas utilizadas neste estudo. O dossel desse estágio é mais aberto comparado aos dos outros estágios devido ao fato de apresentar uma vegetação mais espaçada e algumas clareiras com pouca ou nenhuma vegetação. Outro fator é que o estágio inicial começa a perder as folhas na estação seca antes que os outros estágios.

CONCLUSÃO

Os dois métodos utilizados para estimativa do IAF neste estudo se mostraram eficazes em detectar as variações temporais na cobertura vegetal ao longo das diferentes estações nas Matas Secas. Além disso, foram sensíveis às diferenças no IAF entre três estágios sucessionais distintos. Estes métodos indiretos rápidos, de fácil análise de dados e podem estimar o IAF de uma forma mais precisa, apesar de exigirem equipamentos caros e mão - de - obra mais especializada. Nossos resultados indicaram um maior IAF em áreas em estágio intermediário de regeneração natural, provavelmente devido à maior abundância de lianas, reforçando a importância desta forma de vida em florestas tropicais secundárias. Entretanto, são necessários estudos mais longos em Matas Secas, já que esse é um dos primeiros estudos que visa determinar as variações no IAF nestas florestas no Brasil.

(À FAPEMIG (processo CRA - 2288/07) e ao Inter - American Institute for Global Change Research (IAI - CRN II - 021) pelo suporte financeiro concedido a este estudo. À Uni-

versidade de Alberta e ao IEF, pelo apoio logístico. E ao Zé Luiz (IEF) pelo apoio no campo).

REFERÊNCIAS

- Aplin, P. Remote sensing: ecology. *Progress in Physical Geography*. v. 29, n. 1. p. 104–113. 2005.
- Arroyo Mora, J.P., Sánchez - Azofeifa, G.A., Rivard, B., Calvo J. Quantifying successional stages of tropical dry forests using Landsat ETM+. *Biotropica* v. 37, p. 497 - 507. 2005.
- Fournier, R.A., D. Mailly, J. - M. Walter and K. Soudani. Indirect measurement of forest canopy structure from in situ optical sensors. *In Methods for Remote Sensing of Forests: Concepts and Case Studies*. Eds. M. Wulder and S. Franklin. Kluwer Academic Press, Dordrecht. 2003. p. 77–114.
- Kalácska, M., G. A. Sánchez - Azofeifa, J. C. Calvo - Alvarado, M. Quesada, B. Rivard & D. Janzen. Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical Forest. *Forest Ecology and Management*. v. 200, p. 227 - 247. 2004.
- Kalácska, M., J. C. Calvo - Alvarado, G. A. Sánchez - Azofeifa. Calibration and assessment of seasonal changes in leaf area index of a tropical dry forest in different stages of succession. *Tree Physiology*. v. 25, p. 733 - 744. 2005a.
- Kalácska, M. E. R.; Sánchez - Azofeifa G. A.; Calvo - Alvarado, J. C.; Rivard, B.; and Quesada, M. Effects of Season and Successional Stage on Leaf Area Index and Spectral Vegetation Indices in Three Mesoamerican Tropical Dry Forests. *Biotropica* v. 37, n. 4, p. 486–496. 2005b.
- Knapp, A.K. and Carter, G.A. Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American journal of botany*. v. 88, n. 4, p. 677 - 684. 2001.
- Madeira, B. G., Espírito - Santo, M. M., Neto S. D., Nunes Y. R. F., Sánchez - Azofeifa, G. A., Fernandes G. W. & Quesada M. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in southeastern Brazil. *Plant ecology*. no prelo.
- Nascimento, A. R. T.; Felfili, J. M. & Meirelles, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica*. v. 18, n. 3, p. 659 - 669. 2004.
- Rudorff, C. M.; Novo, E. M. L. M.; Galvão, L. S.; Filho, W. P. Análise derivativa de dados hiperespectrais medidos em nível de campo e orbital para caracterizar a composição de águas opticamente complexas na Amazônia. *Acta Amazônica*. v. 37, n. 2, p. 269-280. 2007.
- R. Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, URL: <http://www.R-project.org>. 2007.
- Sánchez - Azofeifa, G. A., K. Castro, B. Rivard, M. Kalácska & R. C. Harriss. Remote sensing research priorities in tropical dry forest environments. *Biotropica*. v. 3, p. 134–142. 2003.
- Sánchez - Azofeifa, M. Kalácska, J. Gamon, J. P. Rodriguez, D. Lawrence, K. Dutchak, M. M. Chong, C. Portillo, Y. Huang. Human, Ecological and Biophysical Dimension of Tropical Dry Forest. *Manual of Methods*. p. 48 - 104. 2007. SFU - IES. Gap Light Analyzer V. 2.0. Availableonlineat: http://www.rem.sfu.ca/forestry/downloads/gap_light_analyser.htm. 1999.
- Turner, D.P., Ollinger, S.V., Kimball, J.S. Integrating remote sensing and ecosystem process models for landscape - to regional - scale analysis of the carbon cycle. *BioScience*. v. 54, p. 573–584. 2004.