

## Utilização do sensoriamento remoto e dados de campo para a modelagem das atividades biogeoquímicas na Floresta Nacional de Tapajós

MARÍA SILVIA PARDI LACRUZ <sup>1</sup>

YOSIO EDEMIR SHIMABUKURO <sup>1</sup>

MATHEW WILLIAMS <sup>2</sup>

CAMILO DALELES RENNÓ <sup>1</sup>

DARREL HERBERT <sup>3</sup>

EDWARD B. RASTETTER <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Av. dos astronautas 1758 – São José dos Campos – SP, Brasil  
{lacruz, yosio, camilo }@ltid.inpe.br

<sup>2</sup> Institute of Ecology and Resource Management - University of Edinburgh  
Darwin Building, Mayfield Rd, Edinburgh EH9 3JU, UK  
mat.williams@ed.ac.uk

<sup>3</sup> The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory  
Woods Hole, Massachusetts 02543, USA  
{dherbert, erastett}@mbl.edu

**Abstract** The objective of this paper is to show the methodology used to obtain the base data for modeling of the biogeochemical activities in the Tapajós National Forest, Pará State, Brazil. The base data is being obtained from two main sources: the field work done on November 1999 and the digital processing of images from different sensors (TM/Landsat, ETM+ and Ikonos) that is being developing in the present moment. This image processing will generate NDVI as well as the soil, vegetation and shadow fraction images. The resulted data is part of the key parameters that will be used as input by the SPA model.

**Keywords:** SPA model, Tapajós National Forest, NDVI, Spectral Mixture Model.

### Introdução

A bacia amazônica constitui um componente importante para diversos ciclos biogeoquímicos do planeta, tais como os ciclos de carbono, de nitrogênio e o ciclo hidrológico. A modelagem destes ciclos é feita a partir de medições in situ em áreas limitadas e muito dispersas que, junto com dados de sensoriamento remoto, permitem estimar parâmetros para a região como um todo. Neste contexto, foi proposto um projeto dentro do LBA, com o objetivo de compreender as atividades regionais dos ecossistemas a partir de dados pontuais e detalhados, considerando como área piloto a Floresta Nacional de Tapajós, localizada no município de Santarém, Pará. O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar a metodologia utilizada para a obtenção dos dados, tanto os provenientes do trabalho de campo como aqueles derivados das imagens de diferentes sensores, que formarão parte dos dados de entrada no modelo *Soil – Plant –*

*Atmosphere (SPA)*, que modela os processos do dossel em uma escala detalhada (Williams et al., 1997).

### **Materiais e método**

Os produtos orbitais que compõem o banco de dados até o presente momento são: imagens TM/Landsat de 2 de agosto de 1999 (data de aquisição mais próxima ao trabalho de campo) e 10 de agosto de 2000; imagem ETM+/Landsat de 10 de agosto de 1999. O material cartográfico disponível consiste de três cartas topográficas na escala 1:250.000 e seis cartas topográficas na escala 1:100.000 correspondentes à quase totalidade da área em estudo; mapa de reconhecimento de solos em escala 1:250.000 elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (MME-CPRM), Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração (SEICON) e o Conselho Municipal de Desenvolvimento Econômico (CONDEC). O software utilizado para o tratamento dos dados orbitais assim como para a digitalização, edição e geração de novos produtos cartográficos é o SPRING, versão 3.5a2.

A abordagem metodológica empregada para o desenvolvimento do presente estudo contemplou, numa primeira etapa, o pré-processamento da imagem TM/Landsat de 1999 que consistiu no registro da imagem utilizando como referência as cartas topográficas em escala 1:100.000 e na atenuação dos efeitos atmosféricos através do método de subtração do pixel escuro. Posteriormente, a imagem foi segmentada através do algoritmo de crescimento de regiões e classificada por um método supervisionado baseado na distância de Bhattacharya. A imagem resultante da classificação permitiu definir as áreas amostrais que foram visitadas em campo em função da diversidade dos tipos florestais discriminados através da segmentação e classificação da imagem. Adicionalmente foi gerado um mosaico composto por doze sub-imagens na escala 1:100.000 a fim de localizar as áreas amostrais previamente definidas.

O trabalho de campo foi realizado durante o período de 9 a 30 de novembro de 1999 com a finalidade de adquirir dados sobre o meio físico e sobre as características fisionômicas-estruturais e de composição da vegetação. Em cada área amostrada foi feito um inventário florestal de uma parcela de 250 x 10 metros considerando todos os indivíduos acima de 10 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP). Em cada parcela foi feita a identificação botânica dos indivíduos e medido o DAP, a altura total, a posição dos indivíduos dentro da parcela e a projeção da copa (Santos e Pardi Lacruz, 1997). Este último parâmetro foi considerado somente para os indivíduos localizados nos primeiros 50 metros de cada parcela. Foram coletadas também amostras de madeira dos indivíduos predominantes e ao longo das parcelas foram feitas 5 medidas de índice de área foliar a cada 10 metros de comprimento, utilizando o Licor LAI-2000.

Adicionalmente, para cada parcela foram tomadas duas amostras de solo em diferentes profundidades (3, 10, 30 e 50 cm) para determinar a textura, umidade, conteúdo de carbono e nitrogênio, e peso úmido e seco. Nestes mesmos pontos, foram coletadas amostras de raízes e liteira.

Foram coletadas folhas das espécies dominantes em cada lugar amostrado para analisar posteriormente a porcentagem de nitrogênio e fósforo presente. Uma outra coleta de folhas foi feita nas primeiras horas do dia, com a finalidade de medir o potencial de água nas folhas, utilizando-se uma câmara de pressão Scholander.

## Resultados preliminares.

A partir da análise das imagens e da classificação resultante foi possível a identificação de 13 áreas amostrais na região em estudo, com características específicas como presença de bambu, localização da parcela no alto ou baixo platô, proximidade ao rio Tapajós, entre outras. Estas características podem implicar em diferenças quanto a biomassa, composição florística, presença de uma determinada espécie, variabilidade na percentagem de carbono e nitrogênio das folhas ou na composição dos solos.

Foi criado um banco de dados no SPRING, contendo as imagens TM/Landsat, ETM+ e, futuramente será inserida uma imagem Ikonos. As imagens foram registradas e, a partir delas foram gerados o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e as frações solo, vegetação e sombra. As localidades amostradas durante o trabalho de campo foram posicionadas nas imagens a partir das coordenadas obtidas em campo com um *GPS* e, para cada localidade amostrada, foi calculada a média zonal da resposta espectral das diferentes imagens disponíveis, com a finalidade de estabelecer uma relação entre as respostas espectrais destas imagens e a estrutura da vegetação. Posteriormente, será gerado o modelo de elevação do terreno para a área em estudo, utilizando-se as curvas de nível digitalizadas a partir das cartas topográficas em escala 1:100.000.

Williams et al. (2000) apresentaram uma análise exploratória realizada a partir dos dados de campo e das amostras coletadas analisadas em laboratório. Estes dados, em conjunto com resultados obtidos a partir do processamento digital das imagens e o modelo de elevação do terreno, serão utilizados como entrada no modelo *SPA*.

## Referências.

- Santos, J.R. e M.S. Pardi Lacruz. 1997. A tecnologia espacial como fonte de dados para o inventário e monitoramento da biomassa florestal da Amazônia Brasileira. In: **Workshop Internacional “Ciência e Tecnologia para uma Civilização Moderna da Biomassa”**. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. Setembro, 1997.
- Williams, M.; Rastetter, E.B.; Fernandes, D.N.; Goulden, M.L.; Shaver, G.R. and L.C. Johnson. 1997. Predicting gross primary productivity in terrestrial ecosystems. **Ecological Applications**, 7(3), pp. 882-894.
- Williams, M.; Shimabukuro, Y.E.; Herbert, D.A.; Pardi Lacruz, M.S.; Rennó, C.D.; Rastetter, E.B. 2000. Heterogeneity of soils and vegetation in the Tapajós National Forest: Implications for scaling up. In: First LBA Scientific Conference. **Book of abstracts**. p. 83. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; National Aeronautics and Space Administration; Alterra Green World Foundation. Belém, Brazil. June, 2000.