

Utilização da técnica de detecção de mudanças para determinação do *turn-over* de sedimentos em uma floresta de várzea do médio rio Solimões

Juliana Maerschner Aguiar Peixoto¹
Bruce Walker Nelson¹
Florian Wittmann¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
69083-120 – Manaus – AM, Brasil
{jump, bnelson}@inpa.gov.br, F-Wittmann@web.de

Abstract. The present work has as aim to determine the turn-over of sediments colonized for vegetation in flooded forests. Two images of sensor TM Landsat pertaining to scene 001/62 in the dates of 26/09/1984 and 04/09/2005 had been used. The images had suffered geometric correction and had been radiometric normalized. Generated images AFRI of 1984 and 2005 had been used to get an image of change for subtraction, where a vegetation threshold was established. The taxes of erosion and deposition of sediments had been established, on the basis of a standard deviation threshold of the image change, through logical operations. The technique of change detection for subtraction of images AFRI it was efficient to separate areas eroded and sedimented in flooded forests, however it presented some imperfections that can be corrected manually.

Palavras-chave: remote sensing, landscape ecology, flooded forests, sensoriamento remoto, ecologia da paisagem, florestas alagadas.

1. Introdução

As várzeas do rio Solimões/Amazonas compreendem 28% do total de florestas alagadas da Amazônia (Hess et al., 2003), sendo habitada e seus recursos utilizados por cerca de 53% da população rural dos estados do Amazonas e Pará, além de servir de abrigo para diversas espécies endêmicas da flora e fauna. A alta dinâmica geo-hidrológica e sua variação ao longo de gradientes verticais e horizontais determinam condições instáveis nas florestas de várzea, possibilitando uma rápida mudança geomorfológica na paisagem, constituindo um importante controle da diversidade ecológica dos corredores de rio (Kalliola et al., 1991). Estudos sobre as conseqüências da migração do canal e do *turn-over* de áreas são ferramentas importantes para propostas de manejo desses ecossistemas; assim como também indicam a sustentabilidade da diversidade do local ao longo do tempo.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo determinar as taxas de *turn-over* (erosão e deposição) de substratos colonizados por vegetação no ambiente de várzea durante um período de vinte anos, utilizando uma série temporal de imagens do sensor TM Landsat.

2. Área de estudo

A área de estudo é a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), que localiza-se no estado do Amazonas entre os paralelos 02°48' - 02°54' S e os meridianos 64°53' - 65°03' W, distante 600km a oeste da cidade de Manaus. O presente trabalho está sendo realizado na área focal da reserva, que apresenta uma área de 260.000 ha.

3. Metodologia

Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat sensor TM, referentes à cena 001/62, nas datas de 26/09/1984 e 04/09/2005. As datas das imagens foram escolhidas com base em duas características: o nível de inundação do dia, selecionadas aquelas tiradas no período de

vazante do rio (setembro-novembro) e com alturas de inunda o aproximadas; e aquelas que apresentaram menor área coberta por nuvens.

3.1 Pr -processamentos

Realizou-se a corre o geométrica e georeferenciamento de todas as imagens, utilizando a proje o UTM , em fuso 20 Sul, datum WGS 84. Após, foi realizada a normaliza o radiométrica das imagens através do método descrito por Roberts et al. (2002), e uma máscara delimitando a área de interesse e cobrindo as nuvens e sombras de ambas as datas.

3.2 Técnica de detec o de mudança por subtra o de imagens AFRI

A cota do rio varia até quatro metros entre as imagens, de modo que algumas apresentam mais bancos de areia expostos sazonalmente. Como o objetivo   detectar mudanças supra-anuais, somente as superfícies vegetadas são contabilizadas. Estas foram reconhecidas como aquelas que excedem determinado limiar de um  ndice de vegeta o na primeira imagem de cada par temporal. Devido   presença de névoa, que afeta mais fortemente a banda TM 3, foi descartada a op o de utilizar o NDVI. Foram criadas imagens AFRI (aerosol free vegetation index), um  ndice de vegeta o desenvolvido por Karnieli et al. (2001), que utiliza a banda TM 7, no lugar da banda TM 3, conforme a equa o 1. :

$$AFRI_{2,1} = (\rho_{NIR} - 0.5\rho_{2,1})/(\rho_{NIR} + 0.5\rho_{2,1}) \quad (1)$$

Onde $AFRI_{2,1}$   a imagem  ndice de vegeta o a ser gerada; ρ_{NIR}   o valor de reflectância do pixel na região do infravermelho próximo (banda 4 do Landsat TM); $\rho_{2,1}$   o valor de reflectância do pixel na região de 2.1 m (banda 7 do Landsat TM). Após geradas as imagens, foi determinado um valor limiar para separar os pixels de vegeta o dos demais componentes da imagem.

As imagens AFRI foram geradas para o par de imagens referentes aos anos de 1984 e 2005. Estas foram utilizadas para gerar uma imagem detec o da diferença de AFRI, a partir de uma opera o de subtra o de imagens (equa o 2):

$$\Delta_{ij} = AFRI_{ij}(t2) - AFRI_{ij}(t1) \quad (2)$$

Onde Δ_{ij}   o valor da diferença de índices no pixel de linha i coluna j ; $AFRI_{ij}(t2)$   o valor do  ndice de vegeta o no pixel ij no tempo 2; $AFRI_{ij}(t1)$   o valor do  ndice de vegeta o no pixel ij no tempo 1. Posteriormente, foram escolhidos limiares, com base no desvio padrão da imagem-diferença, que separassem as áreas erodidas e depositadas dentro do intervalo estudado. A erosão   detectada para os pixels que satisfazem duas condi es: (1) o valor do AFRI no tempo 1 excede um limiar que distingue as superfícies vegetadas e (2) a diferença ($AFRI_{2005}$ menos $AFRI_{1984}$) está abaixo de outro limiar negativo, indicando diminui o do  ndice de vegeta o naquele pixel. Os pixels depositados são reconhecidos como aqueles abaixo do mesmo limiar de valor de AFRI na imagem t1 (portanto não vegetadas) e que aumentam seu valor de AFRI mais que determinado valor na imagem diferença. Os argumentos lógicos para cria o das duas imagens booleanas, de erosão e de deposi o são:

$$I_{EROS} = ([MUD_{2005-1984} \leq (0 - L_{dp})] \text{ AND } [AFRI_{(1984)} \geq L_{veg}]) \quad (3)$$

$$I_{DEP} = ([MUD_{2005-1984} \geq (0 + L_{dp})] \text{ AND } [AFRI_{(1984)} \leq L_{veg}]) \quad (4)$$

Onde I_{EROS}   a imagem que representa as áreas vegetadas perdidas entre 1984 e 2005; I_{DEP}   a imagem que representa as áreas depositadas e colonizadas entre 1984 e 2005; $MUD_{2005-1984}$   a imagem mudança nos valores de AFRI (2005 menos 1984) gerada entre as datas de 1984 e 2005; L_{dp}   o limiar de desvio padrão escolhido, um para áreas erodidas e

outro para as sedimentadas; $AFRI_{(1984)}$ e $AFRI_{(2005)}$ são as imagens índice vegetação de 1984 e 2005, respectivamente; L_{veg} é o limiar para um pixel ser considerado vegetado na imagem AFRI de 1984.

4. Resultados Preliminares

A técnica de detecção de mudança por subtração de imagens AFRI se mostrou eficiente para separar áreas erodidas (**Figura 1**) e sedimentadas (**Figura 2**) em florestas de várzea, no entanto apresentou algumas falhas que podem ser facilmente corrigidas manualmente. Áreas que eram florestadas em 1984 e viraram solo exposto para uso agrícola em 2005 foram incluídas na categoria de áreas erodidas. Áreas vegetadas, mas inundadas, em 1984 ao redor de alguns lagos que estão expostas devido à diferença no nível de inundação entre as imagens foram incluídas na classe de sedimentação. De acordo com os mapas gerados, a RDS Mamirauá obteve cerca de 17.800ha ($\approx 6,85\%$ da área focal) de áreas sedimentadas e cerca de 14.500ha ($\approx 5,57\%$ da área focal) de áreas erodidas entre o período de 26/19/1984 e 04/09/2005, ficando com um saldo de áreas de 3.300ha ($\approx 1,27\%$ da área focal), aproximadamente. Esse mesmo procedimento será aplicado para os pares de imagens das datas de 26/09/1984 e 14/09/1997, 26/09/1984 e 25/11/2000.



Figura 1: Áreas que erodiram entre 1984 e 2005, representadas pelos contornos brancos, sobreposta em uma imagem Landsat composição rgb547 de 26/09/1984 .

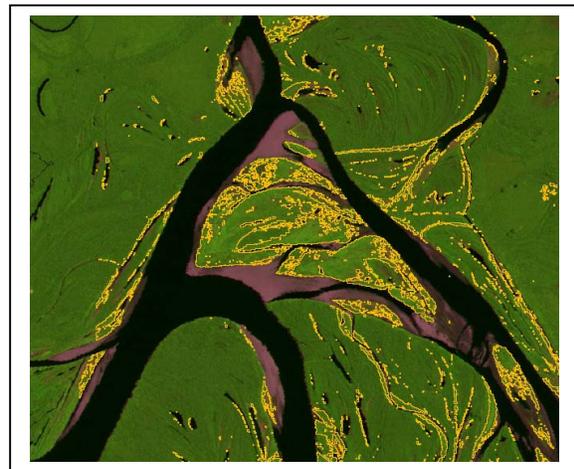


Figura 2: Áreas que sedimentaram entre 1984 e 2005, representadas pelos contornos amarelos, sobreposta em uma imagem Landsat composição rgb547 de 04/09/2005 .

5. Bibliografia

Hess, L.L.; Melack, J.M.; Novo, E.M.L.M.; Barbosa, C.C.F.; Gastil, M. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, n. 4, p. 404-428, 2003.

Kalliola, R.; Salo, J.; Puhaka, M.; Rajasilta, M. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. **Journal of Ecology**, v. 79, p. 877-901, 1991.

Karnieli, A.; Kaufman, Y.J.; Remer, L.; Wald, A. AFRI – aerosol free vegetation index. **Remote Sensing of Environment**, v. 77, p. 10-21, 2001.

Roberts, D.A.; Numata, I.; Holmes, K.; Batista, G.; Krug, T.; Monteiro, A.; Powell, B.; Chadwick, O. A. Large area mapping of land-cover change in Rondônia using multitemporal spectral mixture analysis and decision tree classifiers. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, n. D20, p. 8073-8093, 2002.