

IDENTIFICAÇÃO DE *BLOWDOWNS* NOS ESTADOS DE MATO GROSSO E PARÁ UTILIZANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E MODELO LINEAR DE MISTURA ESPECTRAL

Nelton Cavalcante da Luz¹, Jeremias Vitorio Pinto Feitosa⁴, Marcos Adami², Arlesson Antonio de Almeida Souza³, Miriam Correa Dias³, Jefferson Jesus de Souza³, Ronise Rafaella Mendonça Arraes³, Camila Barata Quadros³, Leonardo Deane de Abreu Sá² e Alessandra Rodrigues Gomes²

¹ Belém-PA, neltonluz@msn.com; ² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro Regional da Amazônia (INPE-CRA), Belém-PA (leonardo.sa; marcos.adami; alessandra.gomes @inpe.br); ³ arlessonsouza; jeffersson.jesus; miriam.dias; ronise.rafaella; camila.quadros(@hotmail.com); ⁴ jeremiasvitorio (@gmail.com)

RESUMO

O objetivo do trabalho consistiu em mapear na região da floresta Amazônica dos Estados de Mato Grosso e Pará, onde ocorreram os *blowdowns*, conhecido como fenômeno extremo, associado à ação de fortes ventos e caracterizado pela derrubada de árvores. A metodologia foi ajustada àquelas utilizadas pelo INPE nos projetos de monitoramento do desmatamento na Amazônia, baseado em técnicas de processamento digital de imagens de satélite de média resolução espacial como o modelo de mistura espectral (MLME). Baseado na imagem fração pode ser identificado o dano provocado pelos ventos na floresta e como ele aparece na imagem. Foi selecionado o ano de 2015, considerado um dos períodos mais secos já observados para a essa região, como janela temporal e os resultados apontam ocorrência de *blowdowns* em Mato Grosso com 37 e Pará com 24, com os registros se intensificando durante o mês de outubro, representando cerca de 62,30% dos mapeamentos.

Palavras-chave — Floresta Amazônica, *Blowdown*, Sensoriamento Remoto, Imagens de Satélite.

ABSTRACT

The aim of this work was to map the Amazon forest region of the States of Mato Grosso and Pará, where blowdowns occurred, known as extreme phenomenon, associated to the action of strong winds and characterized by the felling of trees. The methodology was adjusted to those used by INPE in the deforestation monitoring projects in the Amazon, based on digital processing techniques of satellite images of medium spatial resolution such as the spectral mixture model (MLME). Based on the image fraction can be identified the damage caused by the winds in the forest and how it appears in the image. It was selected the year 2015, considered one of the driest periods already observed for this region, as a temporal window and the results point to occurrence of blowdowns in Mato Grosso (37 registers) and Pará (24 registers), intensifying during the month of October, representing about 62.30% of the mappings.

Key words — Amazon rainforest, *Blowdown*, Remote sensing, Satellite images.

1. INTRODUÇÃO

Eventos extremos envolvendo a ocorrência de ventos fortes que acarretam a derrubada de árvores em áreas consideráveis de florestas (da ordem de km²) têm sido relatados na literatura e receberam a designações de “*blowdowns*”. Sua gênese estaria associada à ocorrência de fortes movimentos descendentes de ar provenientes de nuvens fortemente convectivas “*downrafts*” [5], [3].

Em áreas de ocorrência de *blowdowns* a velocidade do vento pode atingir valores variando de 25 a 50 m/s, suficientes para derrubar grandes árvores, formando uma “*cicatriz*” na região até então coberta por floresta. Porém, em áreas desflorestadas, a identificação deste padrão especificamente causados por *blowdowns* torna-se difícil, sendo indispensáveis metodologias refinadas para estabelecer distinção entre “*causa natural*” e antrópica.

Nesse sentido, o Programa Amazonia, implementado há mais de três décadas, utiliza sensoriamento remoto para o monitoramento e detecção de degradação e exploração florestal, em que atualmente pode ser destacado os Programas de Monitoramento do Desflorestamento (PRODES), e Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER) [1], [6]

Essa expertise, vem possibilitando a implementação de técnicas que contribuem para a implementação de técnicas que ajudam a diferenciar danos florestais que podem ser ocasionados por ações antrópicas ou naturais, este sendo informações geradas pelos *blowdowns*, que resultaram na efetiva derrubada de numerosas árvores e a definição de padrões para a sua identificação, uma vez que, esse fenômeno pode ser relacionado a uma forma em “*leque*”, com dimensões e orientação que podem ser analisados estudando-se os “*corredores de vegetação*” criados após a ação dos ventos fortes [3]. Além disso, alguns autores salientam que evidenciaram um único *blowdown* foi capaz de provocar uma cicatriz de 3.370 hectares de área de floresta devastada [5].

A informação disponível em literatura ressalta que anos com clima atípicos, como os anos de 2015 e 2016 foram os mais secos de que se tem notícia na Amazônia [2].

Dessa forma, o objetivo do trabalho consistiu em identificar, com base em dados de sensoriamento remoto, técnicas de processamento digital de imagens, a ocorrência de *blowdowns* durante o ano de 2015 de imagens CBERS-4 e Resourcesat-2, para os Estados de Mato Grosso e Pará.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estados de Mato Grosso e Pará foram escolhidos como áreas-teste, com mais de dois milhões de quilômetros quadrados, localizadas entre as coordenadas 61°44'43"N e 02°29'58" O no limite norte e 45°52'53"S e 18°05'22"O para o limite sul. Essa região compreende um bioma que envolve áreas de cerrado, mata de transição e floresta ombrofila, abrigando uma área considerável de remanescentes de floresta nativa de Floresta Amazônica.

As imagens utilizadas para o trabalho foram obtidas junto ao site do INPE, que disponibiliza em um catálogo informações de satélite e vetoriais do Brasil [1]. Utilizou-se imagens dos satélites CBERS-4, contendo informações de cenas dos sensores Wide Field Imager – WFI e do satélite Resourcesat-2, com informações do sensor Advanced Wide Field Sensor – AWIFS, de janeiro a dezembro de 2015. São imagens consideradas de média resolução espacial que combinadas possibilitam uma resolução temporal entre 3 a 5 dias.

As imagens foram importadas para o Sistema TerraAmazon, que fornece um conjunto de ferramentas para o processamento de imagens e vetores, em uma plataforma multiusuário [1]. No banco de dados, foi realizada a composição colorida das bandas R16G15B14 e 5R4G3B para as imagens dos sensores WFI e AWIFS, respectivamente, que totalizaram 400 imagens das quais 290 foram WFI e 110 AWIFS. Em seguida, foi gerado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) por meio da extração dos pixels puros de “vegetação”, “solo” e “sombra” de imagens de satélite. O resultado foi a obtenção de três “imagens fração”, em que são individualizados objetos ricos em “vegetação”, “solo” ou “sombra” em cada fração [6].

Para otimizar as detecções somente em áreas de florestas, foi utilizada uma máscara contendo os dados acumulados de Desflorestamento do PRODES (Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira) até o ano de 2014, de modo a proporcionar a detecção em áreas que ainda não haviam sido contabilizadas como desmatamento anteriormente [4].

Considerando-se que devido a resolução espacial das imagens e para a confiabilidade nas definições das cicatrizes de *blowdowns*, adotou-se a escala de mapeamento de 1:250.000, uma vez que, ela possibilitou a identificação de áreas que foram afetadas pelos *blowdowns*, corroborando assim com análises de regiões alteradas superiores a 6,25 hectares [1].

3. RESULTADOS

Foram mapeados um total de 61 *blowdowns*, distribuídos nos Estados de Mato Grosso e Pará, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Total de registros de *blowdowns* de acordo com o Estado e mês de ocorrência.

Estado	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Total
Mato Grosso	2	2	30	3	37
Pará	3	6	8	7	24
Total	5	8	38	10	61

Foram identificadas 37 pontos de *blowdowns* no Estado de Mato Grosso e 24 no Estado do Pará. De acordo com a Tabela 1, os períodos de maior ocorrência se dão em outubro e novembro, no caso do MT e para o Pará há pouca variação ao longo dos meses.

4. DISCUSSÃO

Os *blowdowns* na Amazônia são maiores e mais frequentes em uma faixa norte-sul que se estende da Venezuela até os Estados do Acre e Rondônia no Brasil, provavelmente devido à formação de linhas de instabilidade no litoral atlântico durante a tarde. Estas transitam pela Amazônia oriental durante a noite e aumentam sua atividade convectiva quando alcançam a Amazônia central e ocidental [3].

No estudo realizado pelos autores Nelson et al., (1994) [5] descrevem e quantificam pela primeira vez *blowdowns*, em que alguns ultrapassaram 30 ha de danos na floresta Amazônica. Utilizando imagens do satélite Landsat. No entanto, outras manchas de floresta secundária, longe de locais de ocupação humana e aparentemente de origem natural, também foram detectadas.

Esses autores analisaram 137 imagens Landsat dos anos 88, 89, 90, 91, ao norte de Manaus-AM, sendo incorporado o modelo de mistura. Em uma escala de 1:250.000, registraram um total de 330 cicatrizes de *blowdowns*.

De acordo com esses autores *blowdowns* em florestas tropicais é tido como uma atividade espacialmente difusa, na qual as clareiras são abertas no dossel por meio do desbaste de árvores grandes provocados pelos ventos, de modo que muitas vezes são difíceis a identificação das cicatrizes via sensoriamento remoto, para esse tipo de detecção é necessário o desenvolvimento de metodologias e utilização de recursos de alta resolução ou algoritmos de detecção específicos, que permitam identificar quando e onde ocorreu o dano.

Uma alternativa para contribuir com os mapeamentos, pode ser atribuído a definição de parâmetros que contribuem para o monitoramento de cicatrizes de *blowdowns* que vem ocorrendo na floresta Amazônica, ou seja, de forma contextualizada, baseando-se principalmente na geometria

das cicatrizes evidenciadas nas imagens de satélite, bem como o um padrão predominantemente de leste-oeste, o qual auxilia na interpretação visual para sua identificação (Figura 1).

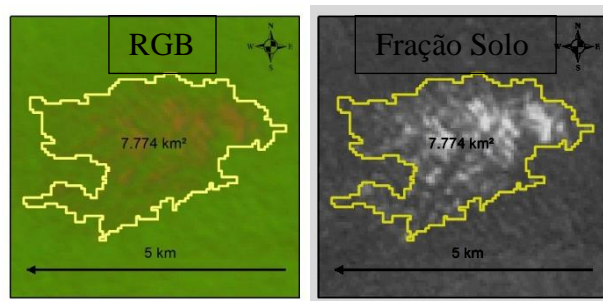


Figura 1. Padrão evidenciado em imagens de satélite provocado por *blowdown*. A linha amarela define a região do dano, onde é possível evidenciar a região distal com pixels cujo brilho é mais intenso, com a direção dos fluxos de corredores de solo exposto dentro da floresta, com orientação direcionando-se de leste para oeste na Amazônia.

Os corredores que podem ser formados pelos ventos, são evidentes à medida que vão perdendo força e as árvores resistem a essa ação e ficam em pé, ressalta-se que essa característica contribui para diferenciação desses danos em relação aos impactos antrópicos que ocorrem na floresta.

Além disso, como pode ser evidenciado em literatura, os anos que estão sujeitos a períodos prolongados de secas, podem favorecer a ocorrência de tempestades de ventos em áreas de floresta [2].

Isso provavelmente pode ter sido um fator para o registro de um número expressivo de *blowdowns* em um único ano, considerando dados de apenas dois Estados da Amazônia legal brasileira, quando comparado ao trabalho realizado por Nelson et. al. (1994) [5].

Portanto, com base nas informações obtidas foi possível mapear a distribuição espacial e temporal de *blowdowns* para a área de estudo, conforme pode ser evidenciado na figura 2.

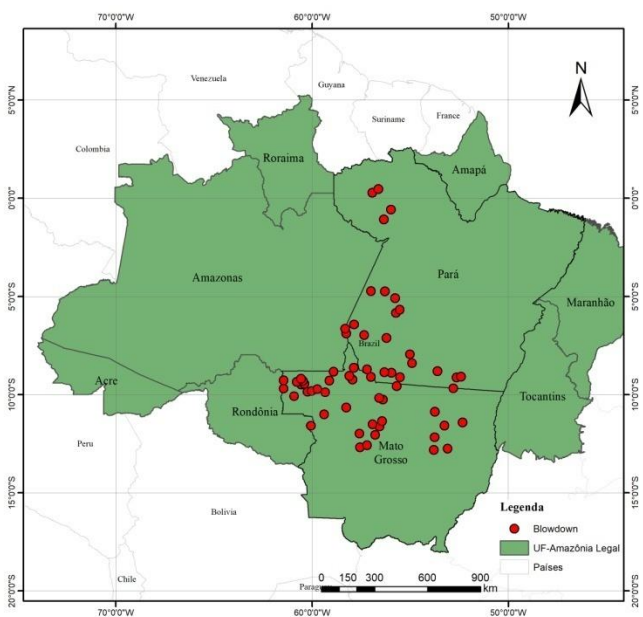


Figura 2. – Distribuição espacial de *blowdowns* que foram registrados durante o presente estudo.

5. CONCLUSÕES

A importância da utilização de sensoriamento remoto em trabalhos com essa finalidade, vai mais além do que uma ferramenta de mapeamento, mas também como uma alternativa que pode ser cada vez mais utilizada não só para a preservação do meio ambiente Amazônico, mas também no planejamento e monitoramento de áreas suscetíveis a fenômenos naturais destrutivos como os *blowdowns*.

Os parâmetros apresentados podem auxiliar no monitoramento e fiscalização da degradação florestal e servir como subsídio para medidas conservacionistas, no monitoramento das áreas mais suscetíveis aos *blowdowns* na Amazônia.

O padrão em leque conforme previamente definido por Nelson et al., (1994) [5] foi observado no presente estudo, em que 80% dos *blowdowns* apresentaram as mesmas características, região distal com o brilho mais intenso, este diminuindo à medida em que os componentes de solo, vegetação e sombra/água se misturam no pixel, podendo correlacionados com a redução das forças dos ventos. Um outro padrão a observar refere-se a geometria das cicatrizes, em que se evidenciou que os danos apresentam um padrão com a geometria orientada de leste para oeste, o que provavelmente se deve em virtude da força do vento que vai perdendo a força sobre a floresta.

Essas informações podem servir como um recurso, se implementado por meio de políticas públicas, que visam a prevenção de danos provocados por *blowdowns* caso ocorram em áreas urbanas. O monitoramento desse fenômeno pode ser idealizado de forma a abranger toda a Amazônia legal e podendo demandar um baixo investimento

a medida em que mais informações e dados sejam adquiridos para esta finalidade.

Ressalta-se que os dados apresentados são preliminares, envolvendo apenas dois Estados da Amazônia Legal, indicando que as ocorrências podem ser muito maiores, quando considerado esse período para os demais Estados.

Dessa forma, políticas públicas direcionadas aos programas ambientais de forma continuada vem fortalecer cada vez mais trabalhos com essa finalidade e assim, proporcionar subsídios aos sistemas de monitoramentos para o mapeamento de danos florestais na Amazonia ocasionados tanto por ações antrópicas, como pelas forças dos ventos.

6. REFERÊNCIAS

[1] DINIZ, C. G.; SOUZA, A. A. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, M. C.; LUZ, N. C.; MORAES, D. R. V.; MAIA, J. S.; GOMES, A. R.; NARVAES, I. S.; VALERIANO, D. M.; MAURANO, L. E. P.; ADAMI, M. DETER-B: the new Amazon near real-time deforestation detection system. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, v. 8, n. 7, p. 3619-3628, July 2015.

[2] ERFANIAN A., WANG G. and FOMENKO L. Unprecedented Drought over Tropical South America in 2016: Significantly under-Predicted by Tropical SST. *Scientific Reports*, 7: 5811, July 2017.

[3] GARSTANG, M.; WHITE, S.; SHUGART, H.H.; HALVERSON, J. 1998. Convective clouds downdrafts as the cause of large blowdowns in the Amazon Rainforest. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 67: 199-212.

[4] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Image Catalog. Basic Parameters: seasonal 2016. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acessado em Abril de 2017.

[5] NELSON, B. W.; KAPOS, V.; ADAMS, J.B.; OLIVEIRA, W.J.; BRAUN, O.P.G.; AMARAL, I.L. 1994. Forest disturbance by large blowdowns in the Brazilian Amazon. *Ecology*, 75(3): 853-858.

[6] SHIMABUKURO, Y. E.; PONZONI F. J. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. Oficina de Textos, São Paulo, 127 p. 2007.