

DISCRIMINAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO COMPORTAMENTO DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO A PARTIR DE MULTISSENSORES ORBITAIS

JOSÉ GALDINO DE OLIVEIRA JÚNIOR¹, JADIENE MOURA DOS SANTOS²,
JULYANE SILVA MENDES POLYCARPO³, GEBER BARBOSA DE
ALBUQUERQUE MOURA⁴, PABRÍCIO MARCOS OLIVEIRA LOPES⁵, CRISTINA
RODRIGUES NASCIMENTO⁶

¹ Eng^o Agrícola e Ambiental, Mestrando PGEA – DEAGRI / UFRPE, Recife – PE, (81) 3320-6276, dinojr95@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Florestal, DCFL / UFRPE, Recife – PE

³ Eng^a Agrícola e Ambiental, DEAGRI / UFRPE, Recife – PE

⁴ Meteorologista, Prof^o Titular, DEPA / UFRPE, Recife – PE

⁵ Meteorologista e Físico, Prof^o Associado, DEPA / UFRPE, Recife – PE

⁶ Eng^a Agrônoma, Prof^a Adjunta, DEPA / UFRPE, Recife – PE

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A mesorregião do Sertão Pernambucano apresenta clima semiárido, com condições climáticas que podem afetar a produção agrícola, visto que seu clima é quente, seco e de regime pluvial irregular. Devido a essas características meteorológicas e climáticas, a Caatinga (bioma predominante dessa região) vem sofrendo ao longo dos anos com várias ações antrópicas, incluindo além do desmatamento, as queimadas. Com o intuito de mapear e monitorar a incidência de focos de calor nessa região durante o período de dez anos (2008-2017), este projeto teve como objetivo identificar a partir da utilização de imagens dos satélites TERRA e LANDSAT, as cicatrizes de queimadas. Com base nessa identificação, foi possível caracterizar o perfil da área de queima e acompanhar o processo de recuperação natural da superfície vegetal afetada pelo fogo, através da variação espectral do índice NDVI dessa região ao longo do tempo. O processamento digital dos dados nos softwares ENVI e WEKA propiciou a detecção da influência da precipitação em tal processo regenerativo (nível de correlação de 0,8495), atrelando este a uma frequência em escala bimensal, a um índice NDVI crítico de 0,3 e a um nível crítico pluviométrico de 42,2 mm. Foi possível também gerar um mapa de susceptibilidade ao fogo com precisão média de 48,92%.

PALAVRAS-CHAVE: índice de vegetação, pluviometria local, árvore de decisão.

SPACE-TEMPORAL DISCRIMINATION OF THE BEHAVIOR OF BURNING SCARS IN THE PERNAMBUCAN SEMI-ARID FROM ORBITAL MULTISENSORS

ABSTRACT: The Sertão Pernambucano mesoregion has a semi-arid climate, with climatic conditions that can affect agricultural production, since its climate is hot, dry and with irregular rainfall. Due to these meteorological and climatic characteristics, the Caatinga (predominant biome in this region) has suffered over the years with several anthropic actions, including in addition to deforestation, burning. In order to map and monitor the incidence of hot spots in this region during the period of ten years (2008-2017), this project aimed to identify, using images from the TERRA and LANDSAT satellites, the scars of fires. Based on this identification, it was possible to characterize the profile of the burning area and monitor the natural recovery process of the plant surface affected by fire, through the spectral variation

of the NDVI index of that region over time. The digital processing of data in the *ENVI* and *WEKA* software enabled the detection of the influence of precipitation in such a regenerative process (correlation level of 0.8495), linking this to a frequency on a bimonthly scale, to a critical NDVI index of 0.3 and to a critical level 42.2 mm rainfall. It was also possible to generate a fire susceptibility map with an average accuracy of 48.92%.

KEYWORDS: vegetation index, local rainfall, decision tree.

INTRODUÇÃO: A mesorregião do Sertão Pernambucano, de clima predominantemente semiárido, apresenta condições climáticas que podem afetar a produção agrícola, visto que o seu clima é quente, seco e de regime pluvial irregular. Alves et al. (2009) ressaltaram que a caatinga, bioma característico dessa mesorregião, apesar de estar bastante alterada, ainda contém uma grande variedade florística (entre os quais incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos). Devido a essas condições meteorológicas e climáticas, essa região tende a ser mais suscetível a ocorrência de queimadas nos períodos anuais que apresentarem baixos índices pluviométricos. Neste âmbito, Silva & Baptista (2015) relatam que geotecnologias como o Sensoriamento Remoto podem auxiliar na aquisição de informações espaciais e temporais, que possibilitem não só a caracterização de ocorrências desses focos de calor, como também a criação de estratégias mais eficientes de prevenção e controle do fogo (SOUSA et al., 2015). Nesse contexto, o objetivo do projeto foi caracterizar a incidência de focos de calor na mesorregião do Sertão Pernambucano, utilizando-se de dados orbitais TERRA e LANDSAT. A partir desta análise foi possível identificar a área efetivamente afetada pelo fogo e acompanhar o processo de regeneração da sua superfície vegetal, tomando-se como referência os padrões espectrais ocorridos no campo.

MATERIAL E MÉTODOS: A mesorregião do Sertão Pernambucano representa 33,06% da área total do estado situa-se entre as coordenadas geográficas de 37°42'30" O a 40°43'30" O e 7°32'30" S a 9°3'0" S. As etapas metodológicas envolvidas no projeto foram: A análise climatológica aplicada em dados de precipitação mensal da série temporal estudada (2008 a 2017) para identificação do período mensal mais seco do ano, ou seja, aquele mais propenso a eventos de queimadas; A utilização de arquivos vetoriais de focos de calor (BDQueimadas – INPE); A aquisição e manipulação das imagens de satélites – MCD64A1 (GIGLIO et al., 2018), MOD13A3 (DIDAN et al., 2015) e LANDSAT 8/OLI (SCHROEDER et al., 2016; GIGLIO et al., 2018). O processamento digital dos dados orbitais foi realizado no software “*ENVI*” – versão 4.2, onde foi feita a associação dos pontos de focos de calor com a área queimada das imagens MCD64A1. Ocorrendo esta efetivação, foi avaliado o comportamento da superfície vegetal afetada pelo fogo nas imagens MOD13A3 (relacionadas ao cômputo do índice NDVI), em três intervalos mensais definidos: Antes, Durante e Após o evento de queimada. Posteriormente, os dados originados foram submetidos a uma análise no software “*WEKA*” – versão 3.9.2 através do algoritmo classificador “*REPTree*”, buscando correlacionar as informações do índice NDVI e da precipitação ocorridos nos locais de queima (ambos nos intervalos mensais Antes, Durante e Após a queima) com a capacidade de regeneração vegetal dessas áreas (RUIZ et al., 2014; SOUSA et al., 2015; MIRANDA et al., 2016). Por último, foi realizada uma etapa de validação dos resultados obtidos com as imagens LANDSAT 8/OLI que possibilitou a geração de um mapa de criticidade de ocorrência de queimadas com os seguintes níveis de susceptibilidade ao fogo: Alto, médio e baixo (SILVA & BAPTISTA, 2015; MIRANDA et al., 2016; GIGLIO et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 apresenta a capacidade de regeneração da vegetação afetada pelo fogo ligada à influência da precipitação ocorrida nessas áreas, ambas associadas ao ano de ocorrência dos focos de calor:

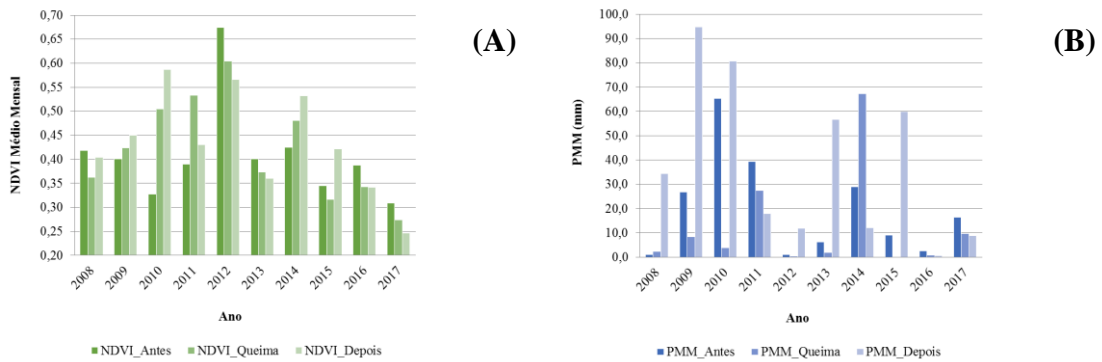


FIGURA 1. Análise do Índice NDVI e da precipitação mensal para os municípios analisados Antes, Durante e Após a ocorrência dos focos de calor. Onde PMM – Precipitação Média Mensal.

De acordo com a Figura 1, somente os anos chuvosos (2008, 2009 e 2010) e os anos normais (2014 e 2015) exibiram um comportamento espectral de expressiva progressão no índice NDVI após o processo de queima, devido à precipitação ocorrida no local. Tal fato reforça essa intrínseca relação da vegetação da Caatinga com a variabilidade temporal da pluviosidade local, denotando que esse bioma apresenta variação rápida aos primeiros indícios de precipitação, em uma escala bimensal (LOURENÇO et al. & PINHEIRO et al., 2017). Dito isso, provou-se que a precipitação é um fator bem importante para a regeneração da vegetação na área analisada. Na Figura 2, encontram-se as árvores de decisão criadas a partir da análise do WEKA. A Figura 2A apontou, com uma correlação entre os valores de 0,8821, que os índices NDVI dos pixels pertencentes às áreas de queimadas variaram entre 0,29 e 0,61, e que essa vegetação somente teria a capacidade inicial de se recuperar se esta apresentasse valores inferiores a 0,43. Lorenço et al. (2017) classificaram áreas de Caatinga natural através de imagens LANDSAT 5/TM e observaram valores semelhantes a estes, variantes entre 0,13 e 0,67. Tal estudo comprovou que o produto MOD13A3 pode ter superestimado alguns valores de NDVI dentro da série temporal analisada nesse estudo, devido a sua limitação quanto à resolução geométrica (1 km). Entretanto, a Figura 2B apresenta a árvore de decisão gerada a partir do índice NDVI mensal posterior à queima, onde se pôde perceber que a regeneração dessas áreas somente ocorrerá se um valor mínimo de NDVI de queima de 0,3 e uma precipitação crítica posterior de 42,2 mm forem alcançados no local (com uma correlação expressiva de 0,8495).

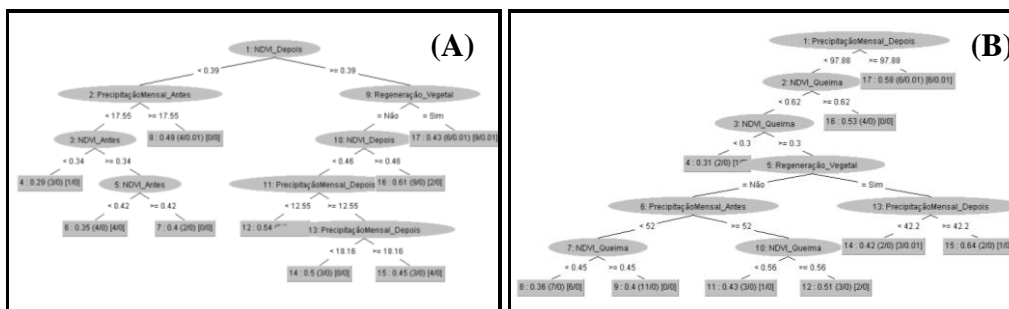


FIGURA 2. Árvores de decisão criadas pelo algoritmo “REPTree” relacionadas ao índice NDVI de queima e à capacidade regeneração da vegetação afetada pelo fogo, respectivamente.

A Figura 3 retrata os mapas de criticidade gerados a partir da etapa de validação dos resultados encontrados, onde pôde-se observar que o algoritmo criado (mesmo alcançando somente precisão média de identificação dos alvos de 48,92%) apresentou maior eficácia de detecção à medida que as áreas de queimadas aumentaram de dimensão territorial, mais especificadamente quando foram superiores a 100 hectares de extensão (ZHU et al., 2017).

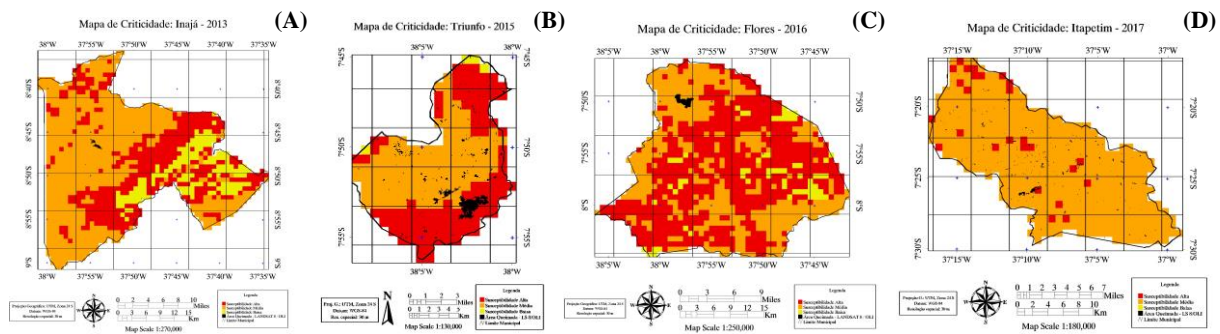


FIGURA 3. Classificação espacial quanto ao grau de susceptibilidade de ocorrência de queimadas nos anos de 2013, 2015, 2016 e 2017 (itens A, B, C e D, respectivamente).

*OBS.: Tais anos foram escolhidos entre os demais, devido às limitações temporais e visuais encontradas nos dados orbitais durante o estudo. Projeção Cartográfica: UTM – Zona 24 S e Datum: WGS-84.

CONCLUSÕES: O estudo possibilitou a caracterização do comportamento da vegetação analisada em eventos de queimada espectral e temporalmente, onde foi observado que a influência da precipitação só ocorre com um intervalo superior a um ou dois meses e que o produto MOD13A3 demonstrou uma pequena limitação operacional, pois, devido a sua baixa resolução espacial e ao fato de que cerca de 80% dos dados obtidos nesse projeto terem sido de anos chuvosos, a presença de nuvens tornou-se mais evidente nos mesmos. Fato este, que não influenciou decisivamente no objetivo principal do estudo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à UFRPE e ao CNPq (Processo 148852/2018-1) pelos incentivos à pesquisa que viabilizaram a execução desse trabalho.

REFERÊNCIAS:

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: Uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 22, n. 3, p. 126-135, jul./set. 2009.
- DIDAN, K.; MUNOZ, A. B.; SOLANO, R.; HUETE, A. **MODIS vegetation index user's guide (MOD13 Series)**. Versão 3. 2015. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/sites/default/files/public/product_documentation/mod13_user_guide.pdf>. Acesso em: 06 Nov. 2018.
- GIGLIO, L.; BOSCHETTI, L.; ROY, D. P.; HUMBER, M. L.; JUSTICE, C. O. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. **Remote Sensing of Environment**, v. 217, p. 72-85, 2018.
- LOURENÇO, V. R.; RAMOS, N. N. L. A.; COSTA, C. A. G. Distribuição espaço-temporal do NDVI sob condições de caatinga preservada. **Revista Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2017.
- MIRANDA, J. R.; SALES, G. B.; NASCIMENTO, C. R. Caracterização do perfil vegetativo propício à queima a partir de dados orbitais do sensor MODIS. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 56, p. 73-83, 2015.
- PINHEIRO, K.; ALVES, E.; MELO, J. G.; ALVES, E.; GALVÍNCIO, J. Avaliação da sazonalidade através do NDVI na Caatinga. In: NÓBREGA R. S. et al. (Org.). **Reflexões sobre o semiárido**: Obra do encontro do pensamento geográfico [livro eletrônico]. 1. ed. Ananindeua: Itacaiúnas, 2017. Cap. 18, p. 142-148.
- RUIZ, L. F. C.; CATEN, A. T.; DALMOLIN, R. S. D. Árvore de decisão e a densidade mínima de amostras no mapeamento da cobertura da terra. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 1001-1007, jun. 2014.
- SCHROEDER, W.; OLIVA, P.; GIGLIO, L.; QUAYLE, B.; LORENZ, E.; MORELLI, F. Active fire detection using Landsat-8/OLI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 185, p. 210-220, 2016.
- SILVA, S. L.; BAPTISTA, G. M. M. Análise do grau de severidade de áreas queimadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas por meio de dados do Landsat 8. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 2, p. 431-438, jul. 2015.
- SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C.; COSTA, G. A. O. P. da. Classificação da susceptibilidade à ocorrência de incêndios através de mineração de dados e GEOBIA. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 67, n.3, p. 555-567, maio/jun. 2015.
- ZHU, C.; KOBAYASHI, H.; KANAYA, Y.; SAITO, M. Size-dependent validation of MODIS MCD64A1 burned area over six vegetation types in boreal Eurasia: Large underestimation in croplands. **Scientific Reports**, v. 7, p. 4181-4190, 2017.