

# ANÁLISE ESPACIAL DOS FOCOS DE CALOR E QUEIMADAS NO PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA, INFLUÊNCIAS METEOROLÓGICAS E SEUS EFEITOS SOBRE O NDVI

*Laís Hataishi<sup>1</sup>, Bruna Rodrigues<sup>2</sup>, Rodrigo Tartari<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM/DAM, Avenida Dr. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800, Umuarama Paraná, Brasil 87506-370, lshataishi@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM/DAM, Avenida Dr. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800, Umuarama Paraná, Brasil 87506-370, brun.ahrodrigues@hotmail.com;

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM/DAM, Avenida Dr. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800, Umuarama Paraná, Brasil 87506-370, rtartari@uem.br

## RESUMO

O Parque Nacional do Araguaia encontra-se no Cerrado, onde o ecossistema é adaptado a ação do fogo. Queimadas extensas e de difícil controle causam perdas permanentes no patrimônio natural. Com objetivo de realizar análises espaço-temporal das queimadas, utilizou-se imagens do satélite Landsat 8 para determinação do NDVI para setembro de 2015, 2017 e 2018, associando a ocorrência de focos de calor e parâmetros meteorológicos. Em 2017, ocorreu uma severa queimada atingindo quase a totalidade do Parque. Observou-se que os parâmetros meteorológicos caracterizavam um tempo mais seco em relação à 2015 e 2018, condições estas propícias para a suscetibilidade da ocorrência do fogo. Os efeitos das queimadas resultaram na diminuição do NDVI para as categorias. Efeitos da precipitação sobre áreas queimadas no final de 2017 e ao longo de 2018 mostraram que a vegetação para Campos em pouco espaço de tempo se recuperou, revelado pelo aumento do NDVI.

**Palavras-chave** — Cerrado, queimadas, NDVI, parâmetros meteorológicos, focos de calor.

## ABSTRACT

*The Araguaia National Park is in the Cerrado, where the ecosystem is adapted to fire action. Extensive and difficult to control burns cause permanent losses in natural heritage. Aiming to perform spatiotemporal analyzes of the fires, images of the Landsat 8 satellite were used to determine the NDVI for September 2015, 2017 and 2018, associating the occurrence of heat sources and meteorological parameters. In 2017, there was a severe burning that affected almost the entire park. It was observed that the meteorological parameters characterized a drier time in relation to 2015 and 2018, conditions that are propitious for the susceptibility of fire occurrence. The effects of the fires resulted in the decrease of NDVI for the categories. Effects of precipitation on burned areas at the end of 2017 and throughout 2018 showed that the vegetation for Fields in a*

*short period of time recovered, revealed by the increase of NDVI.*

**Key words** — Cerrado, burnings, NDVI, meteorological parameters, heat sources.

## 1. INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) são fundamentais para conservação e proteção do patrimônio ambiental, toda sua biodiversidade e recursos naturais dos diferentes biomas do Brasil (Lei nº 9.985/2000).

O bioma do Cerrado compõe a maior região de savana tropical da América do Sul, sendo o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ocupando em torno de 24% do território (BRASÍLIA, 2010). No entanto, este bioma é o segundo mais ameaçado do Brasil, principalmente devido ao uso intensivo da queimada e desmatamento ilegal.

O fogo se constitui em uma importante ferramenta para a manutenção das fisionomias deste bioma que é adaptada a este elemento e fundamental para a sustentação da própria diversidade biológica. A problemática se encontra na ocorrência frequente de queimadas descontroladas, muitas delas induzidas, que visam desflorestar para cultivar a terra para fins agropecuários (FIDELIS; PIVELLO, 2011).

O Parque Nacional do Araguaia (PARNA) é classificado como uma UC de Proteção de Integral, e está localizado no Estado de Tocantins inserido no bioma do Cerrado. Mesmo apresentando restrições de uso e ocupação, há grandes ocorrências de incêndios florestais criminosos que danificam áreas ambientalmente importantes para a conservação da fauna e da flora (NETO, 2016). São também detectadas queimadas naturais, em anos com registros de temperaturas muito altas, umidades muito baixas e longos períodos de estiagem (LORENZO *et al.*, 2015).

A identificação de focos de calor tem sido aprimorada pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do uso de diferentes satélites. A identificação das cicatrizes de queimadas e a análise da rigidez do fogo tem importância para a compreensão do efeito do fogo no ecossistema, bem como para recuperação e sucessão da vegetação. Essa rigidez do

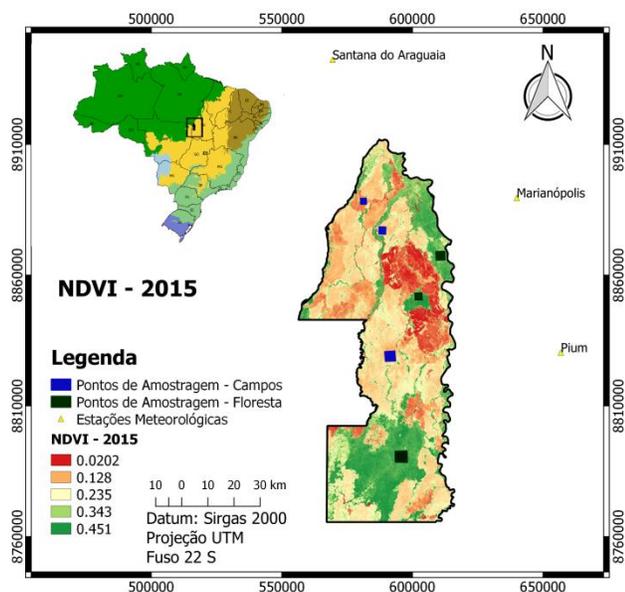
fogo sobre a vegetação pode ser analisada pela mudança na resposta espectral da superfície afetada, por meio do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), na qual sua composição sofre alterações após a queima havendo diminuição da clorofila na vegetação, o que resulta em um aumento da refletância no espectro visível e diminuição na região do infravermelho próximo, bem como, a diminuição da umidade no dossel da vegetação e do solo, e aumento da refletância na região do infravermelho médio (LOBODA *et al.*, 2007).

Este trabalho tem por objetivo realizar análises espaço-temporal dos efeitos das queimadas na UC do PARNA do Araguaia para os anos de 2015, 2017 e 2018 através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) utilizando imagens de satélite da série Landsat 8, e da relação com os focos de calor registrados e com os parâmetros meteorológicos médios da região.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da Área de Estudo

Segundo o seu Plano de Manejo (2001), o PARNA do Araguaia está localizado no Estado de Tocantins com uma área de 562.312 hectares que abrange os municípios de Lagoa da Confusão (44,9%) e Pium (55,1%) conforme Decreto nº 47.570/1959 e Decreto nº 84.844/1980, Figura 1.



**Figura 1 – Localização do PARNA Araguaia no cerrado Brasileiro; Identificação de pontos de amostragem em área de campos e floresta; Estações meteorológicas da região; e NDVI calculado para o ano de 2015.**

O clima da região é do tipo Aw, úmido e quente, relativo à constância das massas de ar equatorial continental, integradas à zona de convergência intertropical. A região

apresenta características anuais de um período chuvoso de outubro a abril com picos de chuva nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo o período seco de julho a agosto, com um mês de transição nas passagens de um para o outro, com estiagem entre os meses de junho a setembro. As temperaturas máximas ocorrem de agosto com máxima em setembro, quando o ar está seco e a fumaça oriunda das queimadas contribuem para o aumento da temperatura. A mínima ocorre em julho devido às frentes frias vindas do sul da América do Sul. Os ventos predominantes são de calmarias, durante grande parte do ano e raras ocorrências de ventos fortes.

### 2.2. Processamento digital, focos de calor e parâmetros meteorológicos

Para avaliar temporalmente o comportamento do NDVI em regiões de Campos e Floresta, utilizou-se duas cenas Landsat 8 *sensor OLI/TIRS* para criação do mosaico para compor a área do Parque, com resolução espacial de 30 metros e de órbita/ponto 223/67 e 223/68 obtidas pelo *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos ([www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov)).

Foram escolhidas imagens de boa qualidade e mínima presença de nuvens das datas de 19/09/2015, 24/09/2017 e 11/09/2018, visando comparar os meses de setembro dos anos de 2015 e 2018 ao ano de 2017, que registrou evento de queimadas severas, referente ao período de seca que registra inúmeras ocorrências de focos de calor na região.

O índice NDVI foi calculado segundo Rouse *et al.* (1973), através da razão entre a diferença das refletâncias das bandas 5 do infravermelho próximo ( $\rho_{iv}$ ) e banda 4 do vermelho do visível ( $\rho_v$ ), pela soma das mesmas (Equação 1). Os valores variam de -1 a 1 e indicam as condições da vegetação, sendo que quanto mais próximo de 1 mais densa a cobertura vegetal, e os valores negativos correspondem às superfícies que contém água ou nuvens. Os rasters do NDVI foram reprojados para a projeção SIRGAS 2000/UTM zone 22S, e em seguida recortados pela camada dos limites da UC.

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (\text{Equação 1})$$

Foram criados 3 polígonos de amostragem para cada categoria de área de Floresta e Campos (Figura 1). Realizou-se três recortes para cada categoria e para todos os anos estudados. Destes arquivos rasters recortados, foram extraídos os valores numéricos dos pixels de cada polígono através do complemento GRASS, e aplicação do algoritmo para conversão em arquivo TXT. Estes resultados foram organizados em planilha do Excel e calculado as estatísticas média mensal e desvio padrão entre as três amostras com intuito de comparar cada categoria entre os três anos avaliados.

Para a análise quantitativa dos focos de calor foram adquiridos dados no portal do Programa de Queimadas do INPE. Foram extraídos dados de todos os satélites disponíveis, e efetuada a contagem da quantidade de focos de calor mensais registrados no interior da Unidade de Conservação, durante os anos analisados.

Foram utilizados dados meteorológicos fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) referentes às estações automáticas de Pium, Santana do Araguaia e Marianópolis do Tocantins. Os horários de ambas as estações foram transformados da hora (UTC) referente ao padrão das PCDs para horário local (UTC-3). Analisou-se as médias e desvio padrão dos parâmetros temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação.

### 3. RESULTADOS

A partir do cálculo do NDVI para os anos de 2015, 2017 e 2018, foram obtidos os mapas referentes às Figuras 2, 3 e 4, respectivamente. Com registros em 2015 de uma grande queimada ao leste da Unidade e pequena ao norte. Em 2017 a queimada foi mais rigorosa atingindo praticamente todo o Parque. Em 2018 as áreas queimadas foram menores atingindo mais intensamente o oeste e o sul.

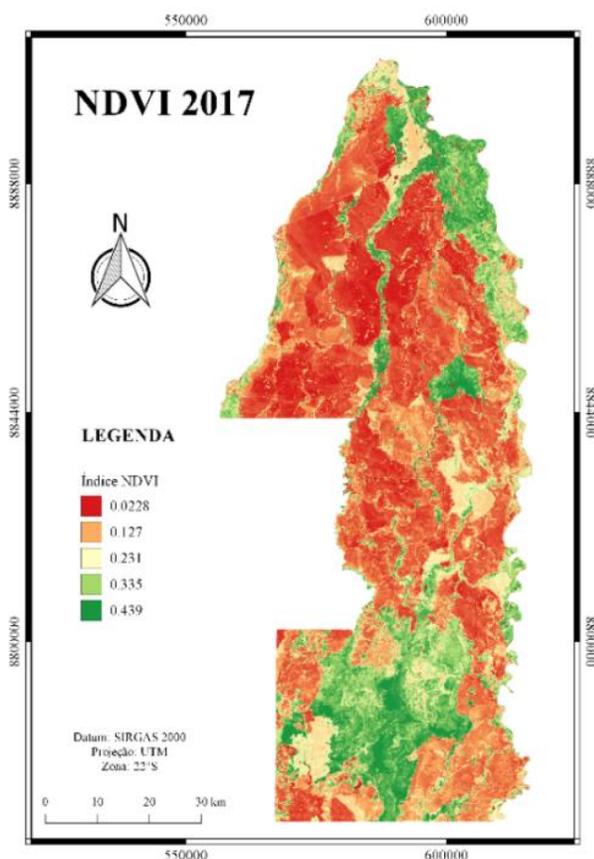


Figura 2 - Mapa do NDVI para o ano de 2017.

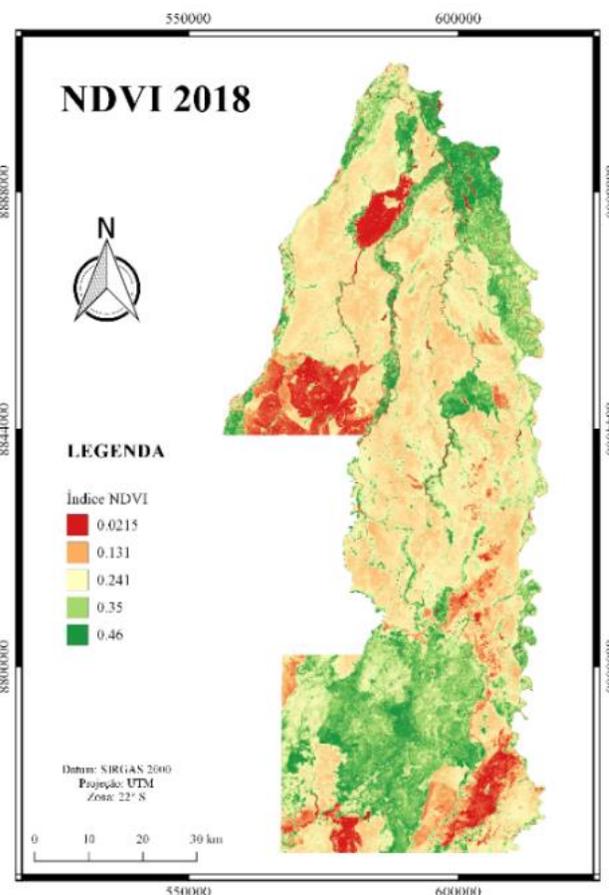


Figura 3 - Mapa do NDVI para o ano de 2018.

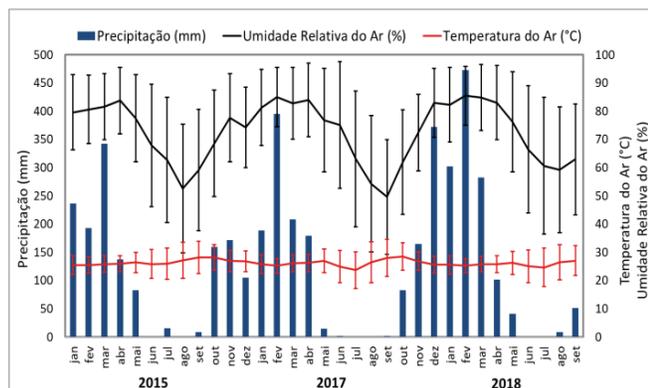
O PARNA do Araguaia sofre periodicamente com incêndios florestais, principalmente na estação seca, iniciando um aumento de focos de calor em junho o que permanece até o início de outubro, com picos no mês de agosto e setembro.

Tabela 1 - Quantidade de focos de calor mensais registrados.

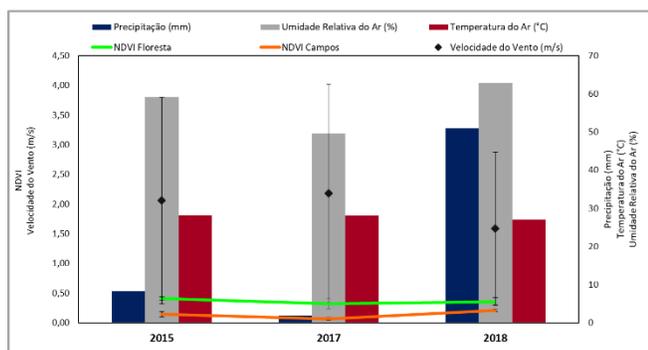
ANOS	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2015	1	14	0	0	4	32	493	2599	4745	2988	29	5
2017	5	0	2	0	9	94	1571	3648	14922	1612	29	0
2018	0	0	0	0	8	11	404	602	4008	23	0	0

A Figura 4 mostra que a climatologia bem pronunciada referente ao período de chuvas durante os meses de novembro a abril, sendo reduzido em maio. Nos meses de junho a setembro a precipitação é muito baixa gerando longos períodos sem ocorrência de chuva e é quando as temperaturas são muito elevadas e a umidade chega a atingir valores abaixo de 40%. A configuração dos parâmetros meteorológicos na estação seca, referente ao ano de 2017 favoreceu a ocorrência do evento de queimadas, pois apresentou a menor umidade relativa do ar, maiores temperaturas, menor precipitação e maior velocidade do

vento com relação aos anos de 2015 e 2018, respectivamente (Figura 5).



**Figura 4 – Médias mensais da Temperatura do Ar (°C), Umidade Relativa do AR (%) e acumulado mensal da Precipitação (mm)**



**Figura 5 – Relação dos valores do NDVI com os parâmetros meteorológicos para o mês de setembro dos anos de 2015, 2017 e 2018.**

#### 4. DISCUSSÃO

Em setembro do ano de 2015 os fragmentos florestais existentes se encontravam densos, possuindo um valor médio na categoria do NDVI Floresta de 0,41 e do NDVI Campos de 0,15. Em 2017, ambas as categorias de Floresta e Campos apresentaram os menores valores, 0,32 e 0,07, respectivamente. A velocidade do vento foi maior comparado aos outros anos, o que favorece o espalhamento do fogo, juntamente com a baixa umidade relativa do ar (49,6%) e precipitação acumulada muito baixa (1,9 mm). A quantidade de focos de calor foi extrema, com 14922 focos de calor registrados. Destaca-se a diminuição de densidade da vegetação na Ilha do Bananal, quando comparado à sua estrutura do ano de 2015. No ano de 2018, observa-se diminuição da queimada e focos de calor (4008 registros), e maior precipitação (51 mm) para o período, e umidade relativa do ar de 62,9%, e também uma menor velocidade do vento de 1,5 m/s. No ano de 2018 o regime de chuvas mais pronunciado contribuiu para a menor ocorrência de queimadas, sendo detectado valores do NDVI Campos

maiores, em média de 0,21, podendo ser uma possível indicação de regeneração da vegetação. Já o NDVI Floresta não apresentou grande variação comparado ao evento do ano passado, apresentando média de 0,36.

#### 5. CONCLUSÕES

Através das ferramentas utilizadas foi possível realizar as análises espaço-temporal de queimadas para o PARNA do Araguaia. O NDVI, dados de focos de calor e os parâmetros meteorológicos apresentaram-se coesos na análise comportamental das variáveis. Observa-se a influência dos fatores ambientais para a propagação do fogo, pois a menor umidade relativa do ar, maiores temperaturas, menor precipitação e maior velocidade do vento no ano de 2017 contribuiu com a ocorrência das queimadas. Mesmo que o ambiente seja dependente da ação do fogo, nota-se que a vegetação necessita de tempo adequado para a sua recomposição. Sendo assim, a queima sucessiva pode levar à perdas permanentes de fragmentos florestais.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF, 2000.
- [2] BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente. Plano de Ação para Prevenção e Controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado. Brasília. MMA, 2010.
- [3] FIDELLIS, A.; PIVELLO, V. R. Deve-se Usar o Fogo como Instrumento de Manejo no Cerrado e Campos Sulinos?. Revista Científica: Biodiversidade Brasileira (BioBrasil), 1(2): 209-220, 2011.
- [4] NETO, A. P. M. Diagnóstico dos incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães no período de 2005 a 2014. Curitiba, 2016
- [5] LORENZO, J. M. F. *et al.* Influência das queimadas no comportamento das chuvas nos municípios de Botucatu e Piracicaba, Estado de São Paulo. Irriga, Botucatu, Edição Especial, Irriga & Inovagri, p. 168-178, 2015.
- [6] LOBODA, T.; O'NEAL, K. J.; CSISZAR, I. Regionally adaptable dNBR based algorithm for burned area mapping from MODIS data. Remote Sensing of Environment. V. 109, p.429-442, 2007.
- [7] BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo do Parque Nacional do Araguaia. Brasília, 2001.
- [8] ROUSE, J.W. *et al.* Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. Earth Resources Technology Satellite – 1 Symposium, Washington, v. 1, Sec. A, p. 309-317, 1973.