

## RECORRÊNCIA DE DETECÇÃO DE FOCOS DE QUEIMA NO BIOMA CERRADO NO PERÍODO DE 2002 A 2017

Ananda Santa Rosa<sup>1</sup>, Guilherme Martins<sup>2</sup>, Julia Abrantes Rodrigues<sup>3</sup>, Alberto Setzer<sup>2</sup>, Renata Libonati<sup>3</sup>, Helen Gurgel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, GEA ICC Norte 900, Brasília/DF, anandasandrade@gmail.com, helengurgel@unb.br; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Rodovia Presidente Dutra, km 40, Cachoeira Paulista, SP/Brasil, guilherme.martins@inpe.br, alberto.setzer@inpe.br; <sup>3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Rio de Janeiro, RJ/Brasil, abrant.julia@gmail.com, renata.libonati@igeo.ufrj.br

### RESUMO

O bioma Cerrado é adaptado à ocorrência natural do fogo, quando atividades antrópicas não fragilizam a relação fogo-diversidade ecológica. Os órgãos ambientais utilizam como principal fonte de monitoramento séries históricas de focos de queima de vegetação obtidos por satélites; entretanto, análises são necessárias para definir locais críticos para atuação das brigadas. Neste sentido, o escopo desse artigo foi identificar e avaliar a recorrência de queimadas e incêndios no bioma Cerrado, no período de estiagem (junho, julho e agosto). A recorrência de detecção de fogo ativo foi elevada na região MATOPIBA, no nordeste do estado do Maranhão e em algumas terras indígenas. Este trabalho apresenta resultados que subsidiam a identificação de áreas de interesse para prevenção intensiva aos incêndios. Por outro lado, a compreensão das causas do fogo e a redução de seus efeitos só poderão ser obtidas com estudos locais.

**Palavras-chave** — Recorrência, fogo ativo, bioma Cerrado, unidade de conservação federal, terra indígena.

### ABSTRACT

*The Cerrado biome is adapted to the natural fire occurrence, when anthropic activities don't weaken the ecological fire-diversity relation. Environmental agencies use as a main source of monitoring the historical active fire data series obtained by satellite; however, analyzes are necessary to define critical locations for firefighters action. In this sense, the scope of the article was to identify and evaluate the recurrence of fires in the Cerrado biome during the dry season (June, July and August). The recurrence of active fire detection was high in the MATOPIBA region, in the northeast of the state of Maranhão and in some indigenous lands. This work presents results that highlight areas of interest for intensive fire prevention. However, the understanding of the causes of the fires and the reduction of their effects depend on studies at a local scale.*

**Key words** — Recurrence, active fire, biome Cerrado, federal unity conservation, indigenous land.

### 1. INTRODUÇÃO

Dos problemas ambientais mais relevantes no Brasil causados pela ação humana estão os incêndios florestais e as queimadas, considerados em estudos científicos e, frequentemente, noticiados na mídia evidenciando seu impacto negativo nos ecossistemas, no clima e na sociedade.

Entre as principais consequências causadas pelo fogo estão a redução da umidade e da quantidade de matéria orgânica e dos nutrientes minerais no solo e, aceleração da produtividade primária da vegetação a curto prazo [1]. As queimadas também influenciam a composição da atmosfera, geram distúrbios na fenologia de espécies frutíferas e impactam a distribuição de espécies da fauna. Estudos demonstram que o Cerrado é adaptado à ocorrência natural do fogo [2][3][4]; entretanto, o avanço do desmatamento [5] e queimadas fragilizam a relação fogo-diversidade ecológica.

Órgãos ambientais, como o Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, utilizam como principal fonte de dado para o monitoramento de incêndios e queimadas séries históricas de focos de queima de vegetação obtidos por satélites, disponíveis no portal Banco de Dados Queimadas [6]. Análises pós-queima também são necessárias para definição de locais prioritários de atuação das brigadas para os próximos períodos críticos de seca.

Portanto, entender a periodicidade e a localização das queimadas auxilia a definição e atuação das políticas públicas para combate e prevenção dos incêndios florestais, bem como para a manutenção da conservação da biodiversidade da savana brasileira. Neste sentido, o escopo do artigo foi identificar e avaliar a recorrência de queimadas e incêndios no bioma Cerrado, no período de estiagem.

<sup>1</sup> As brigadas atuam nas atividades de prevenção, educação ambiental, capacitação, monitoramento, recuperação de áreas queimadas e combate.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O Cerrado contíguo, conforme definição do IBGE [7], está localizado na porção central do país e ocupa 21% do território brasileiro, em torno de 2 milhões de km<sup>2</sup>, envolvendo os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 1). O Bioma é considerado um dos *hotspots* ecológicos devido à alta taxa de diversidade e de endemismo de espécies da fauna e da flora e, pelo avanço contínuo de atividades antrópicas em áreas de vegetação nativa [8].

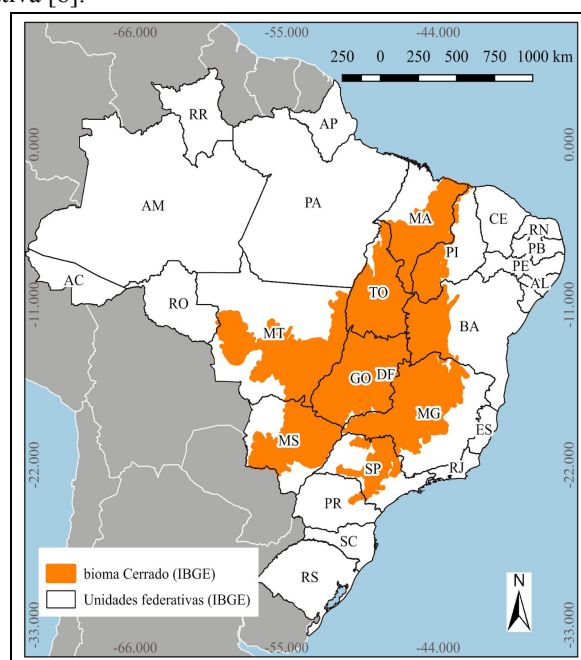


Figura 1. Localização do bioma Cerrado no território brasileiro.

### 2.2. Período de estiagem

A identificação dos meses mais secos no Bioma foi feita por meio da análise climatológica do dado de precipitação (mm/mês), resolução 50km x 50km, do *CPC Global Unified Gauged-Based Analysis of Daily Precipitation*<sup>2</sup>, no período de 1981 a 2010 [9]. A climatologia é definida a partir das médias mensais deste dado. Os meses com os menores valores médios registrados, junho, julho e agosto, foram considerados para este estudo como o período de alta estiagem (Figura 2).

<sup>2</sup> Disponível em:

<<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.cpc.globalprecip.html>> Acesso em: 28 ago 2018.

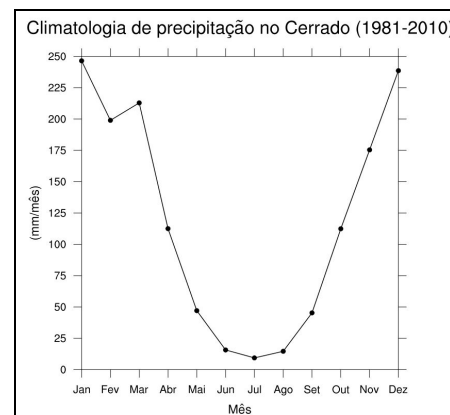


Figura 2. Climatologia de precipitação no Cerrado.

### 2.3. Dado de focos ativos

A localização das áreas afetadas pelo fogo foi obtida da base dos focos ativos detectados no período seco, entre os anos de 2002 e 2017, por meio dos produtos MOD14 (satélite Terra) e MYD14 (satélite Aqua), sensor Modis, coleção 06, disponíveis no portal Banco de Dados de Queimadas do INPE [6].

A análise das detecções foi realizada a partir da divisão da área do Cerrado em uma grade regular com células de tamanho de 5km x 5km. Todas as células, que contiveram ou não focos em seu interior, foram consideradas na pesquisa. A classificação da quantidade dos pixels dos rasters gerados para cada ano teve apenas dois valores: 0, para células sem detecção de focos de queima, e 1 para células em que houve detecção.

### 2.4. Estratificação da recorrência

A recorrência de detecção foi gerada com o somatório dos rasters anuais com classificação de 0 e 1 e, por consequência, da repetição de detecção de focos na mesma célula, no período de 16 anos, de 2002 a 2017. Quando a somatória teve valor igual a 0, a recorrência foi considerada nula; para valores até 5, baixa; entre valores iguais a 6 e até 10, moderada-alta, e; entre valores iguais a 11 e até 16 foi considerada elevada (Tabela 1).

<b>nula</b>	número de anos de detecção igual a zero
<b>baixa</b>	recorrência de detecção $\geq 1$ ano e $\leq 5$ anos
<b>moderada-alta</b>	recorrência de detecção $\geq 6$ anos e $\leq 10$ anos
<b>elevada</b>	recorrência de detecção $\geq 11$ anos e $\leq 16$ anos

Tabela 1. Classificação da recorrência de detecção de focos ativos.

Para os pixels classificados de acordo com a recorrência descrita na Figura 2, ainda foi considerada a

análise geográfica para quantificar a ocorrência em áreas federais de interesse ambiental e cultural. Para isto, foram cruzadas as informações dos *shapefiles* oficiais das terras indígenas [10] e das unidades de conservação federais [11] com os píxeis classificados, a fim de elencar a taxa de frequência anual de detecção de focos ativos nestas áreas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Cerrado possui rica diversidade de espécies em todos seus estratos arbustivo, arbóreo e herbáceo, caracterizada por mosaicos vegetacionais heterogêneos e, por topografia, redes de drenagem e tipos de solo distintos [12]. A ocorrência do fogo de origem natural é fator imprescindível na manutenção de algumas espécies; entretanto, o aumento significativo de queimadas antrópicas está causando um efeito reverso para o fogo: de elemento ecológico, para devastador de paisagens. No período de estiagem, quando o vigor vegetativo da vegetação savânica é baixo e a umidade relativa do ar é muito reduzida, 46.955 células tiveram em algum momento a detecção de queima de vegetação no Bioma; em correspondência de área, 36% deste ecossistema foi afetado pelo fogo no período de estudo (Figura 3).

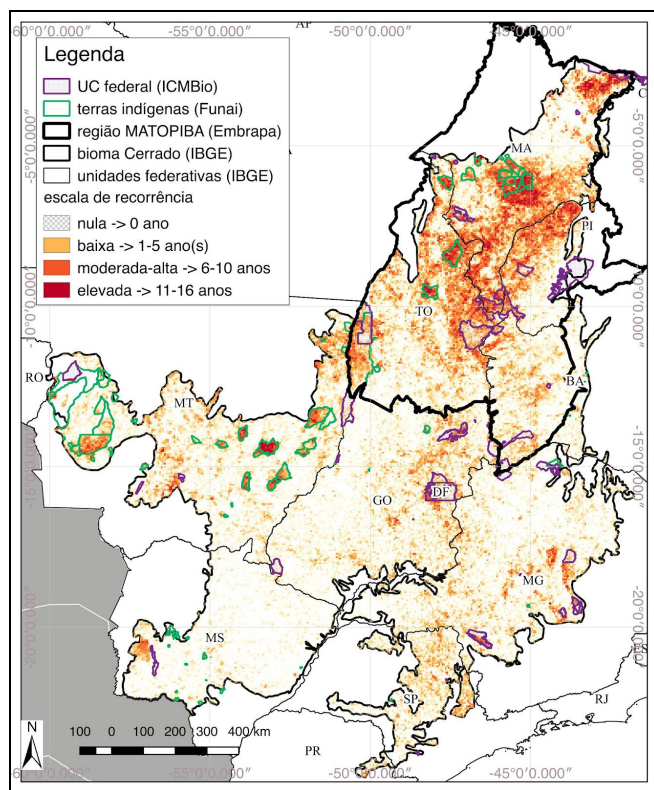


Figura 3. Recorrência de detecção de focos ativos no Cerrado nos anos de 2002 a 2017.

Neste mesmo período, a recorrência de detecção foi elevada na proximidade das fronteiras dos estados do

Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (região conhecida como MATOPIBA), no nordeste do estado do Maranhão e em algumas terras indígenas.

A MATOPIBA foi caracterizada como região de expansão de fronteira agrícola na última década para produção de *commodities*, como algodão, soja, cana-de-açúcar e milho [13], o que incluiu o uso excessivo do fogo [14]. No caso do nordeste do Maranhão, explica-se a frequência do fogo a partir da conversão de áreas savânicas em pastagens [15].

Nas terras indígenas a recorrência em alguns territórios é devida a rituais dos povos e caças e, desmatamentos ilegais. Mesmo assim, 45% do total das células que abrangem estes locais foram classificadas como de recorrência baixa, superior em relação às células moderadas-altas (33% do total) e às células elevadas (19% do total) (Figura 4).

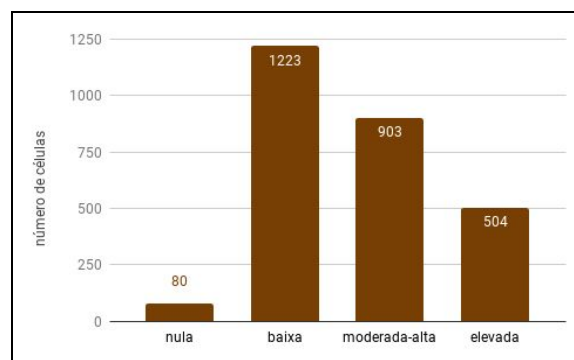


Figura 4. Número de célula, por classe de recorrência de detecção de fogo nas terras indígenas.

A resposta nas unidades de conservação federais foi melhor: 62% das células foram classificadas como de recorrência baixa, 28% de recorrência moderada-alta e 5% de recorrência alta (Figura 5).

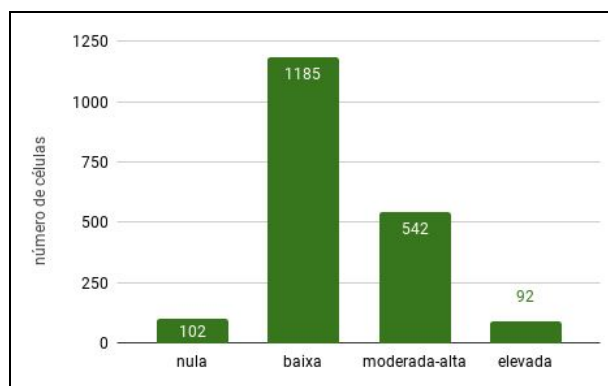


Figura 5. Número de células por classe de recorrência de detecção de fogo nas unidades de conservação federais.

Ainda que ambas apresentem valores superiores para recorrência baixa, apenas 3% das células das terras



indígenas e 5% das células das unidades de conservação federais não tiveram detecção de fogo ativo no período de estudo, indicando pouca área afetada pelo fogo nestes últimos 16 anos.

Em relação a superfície total, 13% das áreas das terras indígenas (TI) possuem recorrência elevada, com destaque para TI Kraolândia (TO), TI Porquinhos dos Kanela (MA), Parabubure (MT) e Kanelas (MA). As unidades de conservação federais tiveram valores inferiores, com 3% da área total com recorrência elevada, destacando as UCs PARNA Nascentes do Rio Parnaíba e APA do Planalto Central.

## 5. CONCLUSÕES

De um modo geral, os resultados de baixa recorrência de fogo ativo nas unidades de conservação federais e nas terras indígenas foram majoritários, ainda que algumas destas áreas apresentaram elevada recorrência. Pode-se compreender este estudo como norteador para identificar áreas críticas de prevenção aos incêndios florestais, porém, é necessário destacar a importância do estudo em escala local para determinar as causas e motivos da recorrência do fogo no período de estiagem, bem como identificar outros elementos sensíveis e de risco de cada paisagem.

O fogo no Cerrado tem relevância cultural e ecológica, distintamente quando utilizado para fins agrossilvipastoris. A recorrência do fogo pode extinguir espécies da flora e da fauna, fragmentar a paisagem e afetar os costumes dos povos indígenas.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao Prevfogo/Ibama e aos projetos Banco Mundial-MCTIC-FIP e BNDES-Fundo Amazônia pelo suporte tecnológico e financeiro.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Bond, J.; Keeley, J. E. "Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems". *Trends in ecology & evolution*, v. 20, n. 7, p. 387-394, 2005
- [2] Miranda, H. S. et al. "Fires in the cerrado, the Brazilian savanna". In: *Tropical fire ecology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. p. 427-450.
- [3] Sarmiento, G.; Goldstein, G.; Meinzer, F.. "Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas". *Biological Reviews*, v. 60, n. 3, p. 315-355, 1985.
- [4] Coutinho, L. M. "Aspectos ecológicos do fogo no cerrado: As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo/ecológico". *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, p. 57-63, 1977.
- [5] Rocha, G. F. et al. "Detecção de desmatamentos no bioma Cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos". *Revista Brasileira de Cartografia*, 2012.
- [6] Inpe. "Banco de Dados de Queimadas". 2018. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- [7] Ibge. "Estudos Ambientais: Biomas". 2004. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- [8] Klink, C.A.; Machado, R. B. "A conservação do Cerrado brasileiro". *Megadiversidade*, v.1, n.1, p.147-155, 2005
- [9] Xie, P.; Yatagai, A; Chen, M.; Hayasaka, T.; Fukushima, Y.; Liu, C.; Yang, S., "A gauge-based analysis of daily precipitation over East Asia", *Journal of Hydrometeorology*, n. 8, 607-626.
- [10] Funai. "Mapas". 2018. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/servicos/geoprocessamento>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- [11] ICMBio. "Mapa Temático e Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federais". 2018. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- [12] Furley, Peter A. "The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados". *Global Ecology and Biogeography*, v. 8, n. 3-4, p. 223-241, 1999.
- [13] Pereira, L. I.; Pauli, L. "O processo de estrangeirização da terra e expansão do agronegócio na região do Matopiba". *Campo-território: Revista de geografia agrária*, v. 11, n. 23 Jul, 2016.
- [14] Menezes, C. S. "Dinâmica do fogo na região do MATOPIBA utilizando dados do sensor Modis". 2017.
- [15] MapBiomas. "Dados de cobertura". 2018. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>> Acesso em: 24 set. 2018.