

Caracterização de cicatrizes de incêndios na terra indígena governador, Maranhão/BR

Ocorrências de incêndios florestais em Áreas Protegidas configuram uma das principais formas de destruição dos recursos naturais, visto que estas áreas representam alternativas de conservação da natureza e proteção dos costumes de populações originais. Nesse sentido, objetivou-se caracterizar as cicatrizes de incêndios na Terra indígena Governador – MA incluindo zona de amortecimento com 49.753,69 ha, no período de 2000 a 2019. Para tanto, adquiriu-se imagens dos satélites LANSAT 5, 7 e 8, nas quais aplicou-se o Índice de Queimada Normalizada (NDBR), além da obtenção de dados de focos de calor e desmatamento. Na Terra indígena obteve-se um total 44.168,85 ha de cicatrizes de queimada e 20.06458 ha na zona de amortecimento. Evidenciando o ano de 2010 que apresentou maior área queimada na TI com 4.480 ha (10,63%) e o ano de 2012 para a ZA com 4.124,65 ha (8,30%). Foram detectados 14.204 focos entre janeiro de 2000 e dezembro de 2019, destes 7.359 ocorreram na TI e 6.845 na ZA. Contabilizou-se 5.780,8 ha de desmatamento na TI e 41.525,3 ha na ZA. Estes resultados revelam que mesmo apresentando uma área consideravelmente pequena de desmatamento ao longo do período estudado, a TI Governador carece de incentivo no uso controlado do fogo, baseado nos modos de vida dessas comunidades, visto que se detectou um grau elevado de cicatrizes de queimadas.

Palavras-chave: Área Protegida; Fogo; Vegetação.

Characterization of fire scars in Governor Indigenous Land, Maranhão/BR

Occurrences of forest fires in Protected Areas are one of the main forms of destruction of natural resources, since these areas represent alternatives for nature conservation and protection of the customs of original populations. In this sense, the objective was to characterize the scars of fires in the Governador Indigenous Land - MA, including a buffer zone with 49,753.69 ha, in the period from 2000 to 2019. For this purpose, images from LANSAT 5, 7 and 8 satellites were acquired, in which the Normalized Burning Index (NDBR) was applied, in addition to obtaining data on hotspots and deforestation. In the indigenous land, a total of 44,168.85 ha of fire scars and 20,06458 ha in the buffer zone were obtained. Evidencing the year 2010 that had the largest area burned in the IT with 4,480 ha (10.63%) and the year 2012 for the ZA with 4,124.65 ha (8.30%). 14,204 outbreaks were detected between January 2000 and December 2019, of which 7,359 occurred in the TI and 6,845 in the ZA. There were 5,780.8 ha of deforestation in the TI and 41,525.3 ha in the ZA. These results reveal that even with a considerably small area of deforestation throughout the period studied, the Governador TI lacks incentives for the controlled use of fire, based on the ways of life of these communities, since a high degree of burn scars was detected.

Keywords: Protected Area; Fire; Vegetation.

Topic: **Tecnologia, Modelagem e Geoprocessamento**

Received: **03/06/2022**

Approved: **29/06/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Ana Karla Oliveira

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-9435-0508>
oliveiraanak95@gmail.com

Kamilla Andrade de Oliveira

Universidade Federal do Maranhão, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7940543963941785>
<http://orcid.org/0000-0002-6401-4132>
kamillarbr@gmail.com

Washington da Silva Sousa

Universidade Federal do Maranhão, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3325519024009786>
<http://orcid.org/0000-0002-6563-6814>
wssousa@gmail.com

Carlos Augusto Alves Cardoso Silva

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6732246627982815>
<http://orcid.org/0000-0002-7394-1288>
carlosaugusto8435@gamil.com

Eduardo Arouche da Silva

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0128682504052393>
<http://orcid.org/0000-0001-6081-0011>
eduardoarouche@usp.br

Rennato Oliveira da Silva

Universidade Federal do Maranhão, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5456350091585376>
<http://orcid.org/0000-0003-1252-4154>
oliveira.rennato@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0021

Referencing this:

OLIVEIRA, A. K.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, W. S.; SILVA, C. A. A. C.; SILVA, E. A.; SILVA, R. O.. Caracterização de cicatrizes de incêndios na terra indígena governador, Maranhão/BR. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.6, p.265-276, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0021>

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que mais influenciam na alteração de áreas naturais é o incêndio florestal. Sendo o fogo, portanto, uma das principais formas de destruição da vegetação, além de ameaçar a biodiversidade (MEDEIROS et al., 2004; ALENCAR et al., 2011). No Brasil é crescente a utilização do processo de queimadas, que se intensificam nos períodos mais secos do ano aumentando a susceptibilidade ao fogo, pois nessa época observa-se menor umidade relativa do ar e do material combustível. Torres et al. (2011), afirmam que a umidade atmosférica é elemento decisivo nos incêndios florestais favorecendo o espalhamento do fogo.

O uso do fogo sempre esteve ligado à limpeza de áreas para expansão agrícola e manejo de algumas culturas, no entanto, essa técnica provoca diversos danos à saúde humana, sobretudo, no ecossistema onde ocorre, visto que modifica condições de solo, fauna e flora (FERNANDES et al., 2016).

Em alguns casos, o fogo utilizado na pecuária fica sem controle, passando a queimar áreas florestais vizinhas, ocasionando incêndios florestais de maiores proporções (CRESPO et al., 2015). De acordo com Silva Junior et al. (2018), nem mesmo as Unidades de Conservação (UCs) estão seguras do fogo. Um fato considerado extremamente crítico, uma vez que estas áreas são legalmente utilizadas para a proteção e conservação de ecossistemas únicos.

Realizar a quantificação assim como o combate de queimadas se torna na grande maioria dos casos um processo oneroso, devido à dificuldade de acesso as áreas atingidas, fator este que permite lavar em consideração algumas alternativas, dentre elas a utilização de imagens de satélite como ferramenta no planejamento no combate ao fogo. Por ser um método eficiente e de baixo custo, as imagens de satélites estão cada vez mais ganhando importância, pois, além de demonstrar rapidez e eficiência em detectar e monitorar incêndios florestais através da aplicação, também reduz custos nas ações de combate e controle de danos (BATISTA, 2004).

Os dados e técnicas de sensoriamento remoto podem ser usados de diferentes maneiras na detecção e supervisão de áreas queimadas. É necessário, dependendo do tipo de análise, a utilização de sensores com boa resolução temporal e espacial, associados a técnicas de processamento de imagens. O mapeamento e as informações das áreas queimadas são dados muito importantes, tanto para o manejo florestal e recursos terrestres quanto para auxiliar em uma melhor representação das qualidades físico-químicas e biológicas em modelos atmosféricos, melhorando o conhecimento e as mudanças climáticas (ZHAN et al., 2002; CARDOZO et al., 2011).

Neste contexto, o sensoriamento remoto assim como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estão se tornando cada vez mais importantes na tomada de decisão para a gestão dos recursos naturais visando a conservação da biodiversidade, uma vez que permitem a análise de inúmeros atributos do meio ambiente (tanto abióticos quanto biológicos e sociais), no contexto espacial (TAMBOSI et al., 2007). Dentre as várias ferramentas do sensoriamento remoto utilizadas na detecção de queimadas, os índices de vegetação são uma ótima alternativa, como por exemplo, o Índice de queimada Normalizada (NDBR), uma vez que avalia a resposta da vegetação em relação ao solo.

Diante do pressuposto, o conhecimento adequado na utilização de técnicas de geoprocessamento para identificar incêndios florestais em uma região pode ajudar no desenvolvimento de soluções para gerir problema relacionados ao meio ambiente e urbanos, bem como de todo o ecossistema.

Visto que o fogo descontrolado causa devastação da vegetação em grandes áreas além prejudicar a fauna e flora, a economia e a saúde humana, em especial às de populações tradicionais situadas em áreas protegidas, tais como, às Terras Indígenas (TIs), um fator cada vez mais frequente e prejudicial, se tornando objeto da presente pesquisa, por resultar em contribuições com estudos sobre o aumento das emissões dos gases do efeito estufa, e aumento do aquecimento global, além de contribuir para uma boa gestão relacionada ao uso do fogo pelas comunidades indígenas.

Neste sentido o objetivo desse estudo é caracterizar as cicatrizes de incêndios na Terra indígena Governador - MA no período de 2000 a 2019, incluindo Zona de Amortecimento através de dados de Sensoriamento Remoto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Terra indígena Governador, localizada no Município de Amarante do Maranhão, no estado do Maranhão, com coordenadas geográficas 05°47'59" S e 45°58'10" W (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') subúmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 191,9 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro. Apresenta altitude de 249 metros com variação térmica que oscila entre 20,9°C e 29,5°C (CORREA FILHO, 2011).

A Terra Indígena Governador foi demarcada em 1978 e homologada em 1982, e compreende um espaço de 41.644 hectares, onde atualmente vivem indígenas da etnia Gavião Pykopyê, Guajajara e Tabajara (FUNAI) e são falantes da língua Timbira da família Jê (DIAS et al., 2017).

A análises do índice de queimada foi executada através do método de interpretação visual de imagens advindas de sensores orbitais. Utilizou-se imagens dos satélites LANDSAT 5 no sensor TM (*Thematic Mapper*), LANDSAT 7 no sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) e LANDSAT 8 no sensor OLI (*Operational Land Imager*) que cobrisse toda a área correspondente a Terra indígena Governador incluindo zona de amortecimento (ZA), que foi determinada calculando-se um *buffer* de 5 km a partir dos limites da TI, o equivalente a uma área de 49.753,69 ha.

As imagens foram obtidas junto ao banco de dados de imagens do site Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (USGS) e pertencem a uma série histórica correspondente aos anos de 2000 a 2019, no período compreendido entre os meses de junho a dezembro de cada ano. As imagens pertencem a órbita 222 de ponto 064 para todos os sensores utilizados. As datas referentes a cada imagem encontram-se na Tabela 1.

Com a finalidade de reduzir possíveis interferências na resposta espectral da imagem causadas pela atmosfera e por aerossóis foi realizada uma correção atmosférica. Este processo ocorreu no *software* ENVI (versão 5.3), através ferramentas *Radiometric Calibration* e do módulo de correção FLAASH (*Fast Line-of-sight*

*Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes).***Tabela 1:** Datas do imageamento das imagens.

Satélite	Sensor	Data	Satélite	Sensor	Data
LANDSAT - 5	TM	01/08/2000	LANDSAT - 5	TM	13/08/2010
LANDSAT - 5	TM	04/08/2001	LANDSAT - 5	TM	17/09/2011
LANDSAT - 7	ETM+	28/06/2002	LANDSAT - 7	ETM+	27/09/2012
LANDSAT - 5	TM	25/07/2003	LANDSAT - 8	OLI	04/07/2013
LANDSAT - 5	TM	09/06/2004	LANDSAT - 8	OLI	08/08/2014
LANDSAT - 5	TM	30/07/2005	LANDSAT - 8	OLI	27/08/2015
LANDSAT - 5	TM	01/07/2006	LANDSAT - 8	OLI	28/07/2016
LANDSAT - 5	TM	05/08/2007	LANDSAT - 8	OLI	15/07/2017
LANDSAT - 5	TM	22/07/2008	LANDSAT - 8	OLI	02/07/2018
LANDSAT - 5	TM	10/08/2009	LANDSAT - 8	OLI	21/07/2019

Segundo Kruse (2004), o FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*) é um módulo avançado de correção atmosférica disponível no software ENVI (ENvironment for Visualizing Images). No processo de correção, foram consultados os metadados das imagens (arquivo auxiliar com sufixo MTL) em que, estão presentes os dados relacionados a condições de coleta da plataforma, como por exemplo, coordenadas espaciais, a altura média em relação a superfície, data e hora da coleta, dentre outros.

As imagens já corrigidas foram então abertas em um segundo *software*, o ArcMap (versão 10.3), para a aplicação do Índice de Queimada Normalizada (NDBR). O NDBR foi calculado segundo metodologia utilizada por Fernandes et al. (2016), de acordo com a equação 1. Para tanto, foram utilizadas as bandas do infravermelho próximo e infravermelho médio, pois apresentam um melhor contraste entre a área queimada e a vegetação saudável. Equação 1: $NDBR = (NIR - MIR)/(NIR + MIR)$. Em que: *NIR* = a reflectância no infravermelho próximo e *MIR* = a reflectância no infravermelho médio.

Os dados de focos de calor foram obtidos anualmente através de *download* no Banco de Dados de Queimadas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em formato *shapefile*. Foi observado qual período de cada ano ocorreu a maior frequência de focos. Os focos de calor são detectados a partir de imagens de sensores que navegam a bordo de satélites polares da série NOAA, EOS (TERRA e ÁGUA) e satélites da órbita geoestacionária GOES e METEOSAT.

As características de resolução espacial, temporal e anal termal são apresentadas no Quadro 2. Procedeu-se na sequência com a quantificação e tabulação anual dos registros.

Tabela 2: Características orbitais, espaciais* e temporais, e canal termal dos satélites utilizados no monitoramento de focos de calor.

Satélite	Orbita	Resolução espacial*	Frequência temporal	Canal Termal
AQUA/TERRA	Polar	1 x 1	2 x 2 / dia	20 (3,66-3,84 μm)
NOAAs	Polar	1,1 x 1,1	2 x 2 / dia	3 (3,55-3,93 μm)
GOES	Geoestacionária	4 x 4	96 x dia	2 (3,8-4 μm)
METEOSAT	Geoestacionária	3 x 3	96 x dia	4 (3,48-4,36 μm)

*Resolução espacial nominal em quilômetros no canal termal no nadir da imagem

Os dados de desmatamento foram adquiridos pelo Programa PRODES/INPE (Projeto de monitoramento de desmatamento da floresta Amazônica), em formato vetorial (*shapefile*) onde logo em seguida foi realizada a quantificação e geração de mapas com o desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2019 para toda a área da Terra Indígena e a Zona de amortecimento. É importante ressaltar que a quantificação dos dados e a confecção dos mapas foi realizada também pelo software ArcMap 10.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento de detecção e análise de queimadas utilizado nesse estudo revelou nos 20 anos avaliados, somadas as áreas calculadas para cada ano, um total de 44.168,85 e 20.064,58 hectares de cicatrizes de incêndio na TI Governador e na ZA, respectivamente (Tabela 1). O total de área queimada no interior da TI (44.168,85 ha) corresponde ao dobro da área total da mesma, o que representa um regime intenso de queimada durante os últimos 20 anos, enquanto que a área queimada na ZA (20.064,58) corresponde a menos do dobro da área total da mesma, indicando pouca utilização do fogo no exterior da TI. O quantitativo queimado para cada ano, tal quais seus respectivos valores percentuais estão demonstrados na Tabela 1.

No interior na TI, foram identificados 11 anos com elevado índice de área queimada, atingindo extensão superior a 5% da área total da TI, além do que, houve grande variabilidade na extensão de área queimada durante os anos estudados. Dentre os 11 anos mais afetados pelo fogo, 2010 foi o ano de maior área, com 4.480,00ha (10,63%); seguido por 2005, com área queimada de 4.094,46ha (9,72%); 2002, com 3.792,84ha (9,00%); 2012, com 3.578,88ha (8,49%); 2000, com 3.521,36ha (8,35%); 2011, com 3.116,13ha (7,40%) e 2007, com 3.018,90ha (7,16%). Já os anos com as menores extensões de área queimada foram 2013, com 97,50ha (0,23%); 2004, com 158,24ha (0,37%); 2006, com 373,00ha (0,88%) e 2019 com 395,76ha (0,94%) (Tabela 1).

Na ZA foram detectados apenas 2 anos com área queimada maior que 5 % da área total correspondente a ZA, sendo eles 2012, com 4.124,65ha (8,30%) e 2002, com 2.717,72ha (5,46 %). Os anos que apresentaram menor índice de área queimada para a ZA foram 2013, com 82,19ha (0,16%); seguido por 2019, com 123,86ha (0,24%); 2004, com 131,30ha (0,26%); 2006, com 168,69ha (0,33%); 2017, com 362,60ha (0,72%); 2008, com 394,31ha (0,79%) e 2018 com 398,10ha (0,80%) (Tabela 1).

Tabela 3: Área total em hectares e percentual das cicatrizes de incêndio na TI Governador e ZA correspondente aos anos de 2000 a 2019.

Cicatrizes de queimadas em Hectares (ha)				
Ano	TI Governador	Percentual (%)	ZA	Percentual (%)
2000	3.521,36	8,35	899,61	1,80
2001	2.965,14	7,04	1.107,72	2,22
2002	3.792,84	9,00	2.717,72	5,46
2003	2.896,35	6,87	867,62	1,74
2004	158,24	0,37	131,30	0,26
2005	4.094,46	9,72	893,10	1,79
2006	373,00	0,88	168,69	0,33
2007	3.018,90	7,16	1.322,02	2,65
2008	711,94	1,69	394,31	0,79
2009	2.443,43	5,80	576,03	1,15
2010	4.480,00	10,63	987,64	1,98
2011	3.116,13	7,40	2.311,68	4,65
2012	3.578,88	8,49	4.124,65	8,30
2013	97,50	0,23	82,19	0,16
2014	1.813,40	4,30	652,33	1,31
2015	2.701,56	6,41	924,33	1,85
2016	1.886,30	4,47	1.019,08	2,04
2017	1.179,78	2,80	362,60	0,72
2018	1.041,38	2,48	398,10	0,80
2019	395,76	0,94	123,86	0,24
Total	44.168,85	-	20.064,58	-

Observa-se certa divergência entre os valores encontrados na TI e na ZA, ou seja, o total de área

queimada na TI (44.168,85ha) é maior que o total da ZA (20.064,58 ha), o que aparenta ser incorporação de novas áreas. Por outro lado, no Maranhão, estado onde se localiza a TI Governador, a ocorrência de queimadas é modulada pelo evento ou não de precipitação, em outras palavras, os padrões de seca determinam os níveis de queimadas nos biomas do Estado (SILVA JUNIOR et al., 2017).

Estudos realizados por Masullo (2018), mostram que o município de Amarante do Maranhão está entre os de maior ocorrência de focos de queimadas do estado e que se observou nível crítico de risco em regiões intra e circunvizinhas a terras indígenas situadas no município. De maneira geral, verifica-se grandes quantidades de áreas queimada na TI, principalmente no ano de 2010, o que apresentou maior incidência de cicatrizes (10,63%).

Segundo Ramos et al. (2011), o ano de 2010 foi atipicamente seco, o que favoreceu a queima da biomassa vegetal. Os autores afirmam ainda que 2010 foi um ano antecedido por dois anos atipicamente chuvosos (2008 e 2009) que além de evitarem a ocorrência de incêndios, induziram ao crescimento de mais biomassa vegetal, o que facilita o espalhamento do fogo. Corroborando também com os resultados encontrados nesse estudo, sendo os anos de 2008 e 2009 os de menor quantitativo de queimadas quando comparados com o ano de 2010.

No entanto, a principal fonte de ignição dos incêndios é o corte e a queima para limpeza de áreas para agricultura e pecuária e o uso do fogo para a manutenção de áreas agrícolas, principalmente pastagens (ARAGÃO et al., 2014), ou seja, o grande aumento na área queimada no ano de 2010 pode ser atribuído ao clima seco, mas principalmente as ações de queimadas criminosas relacionada ao desmatamento e ao avanço da fronteira agrícola.

Souza et al. (2012), ressaltam que o grau de risco de incêndio é determinado não só pela ameaça que apresenta em um único dia, mas sim pelo acúmulo do efeito de dias desfavoráveis. Isso ocorre porque, quanto mais dias críticos houver, mais seco se tornará o material florestal e mais favoráveis se tornarão as condições atmosféricas para o surgimento e propagação de ocorrências de queimadas descontroladas.

Visualmente, com exceção do ano de 2012, em que a queima ocorreu de maneira mais concentrada fora da TI, pode-se observar que, ao longo dos anos, as queimadas na TI e na ZA apresentaram comportamento ibidem, em que o evento acontece no mesmo lugar (Figura 1). Fato este que aparenta ser produto de manejo, indicando também a área de moradia indígena. Dentro da TI tem-se o costume e tradição compartilhados pelas famílias e passados de geração em geração. Os índios do local utilizam o fogo no seu cotidiano e sobrevivem da pesca, caça, colheita de frutos nativos, manutenção da roça dentre outras.

As atividades realizadas na TI utilizam fogo comumente, mas os incêndios, além de ser relacionado ao clima, pode indicar motivos alheios aos que tradicionalmente se relacionam a prática, como atividades madeireiras, rurais ao entorno, cujo controle do fogo não é realizado e acaba por afetar essas áreas.

As TI's em sua maioria concentram-se na área central e oeste do Estado, contudo, apesar do caráter protecionista, enfrentam diversos problemas como a ausência de estudos específicos que avaliem os aspectos socioeconômicos e ambientais, extensão e planejamento participativo de ações sustentáveis, ineficácia de fiscalização e monitoramento, somados a falta de consciência da população (MASSULLO, 2015).



Figura 1: Cicatrizes de incêndio da TI Governador e ZA entre os anos de 2000 a 2019.

Quanto aos focos de calor, foram detectados 14.204 focos entre janeiro de 2000 e dezembro de 2019, destes 7.359 ocorreram na TI e 6.845 na ZA. A distribuição dos dados mostrou predominância dos focos na TI, principalmente nos últimos 8 anos (2012 a 2019), onde observa-se aumento expressivo dos focos, correspondendo a 86,61% (6.374 focos) do total de ocorrências na TI, com exceção de 2018 que apresentou queda de 95,89% com relação ao ano anterior (Tabela 4).

Na ZA os focos de calor se mostram mais uniformes no decorrer dos anos, se mantendo a baixo da média na maioria dos casos, exceto para os anos de 2012, 2015 e 2017, que foram os que apresentaram maior incidência de focos e juntos representam pouco menos da metade do total, o equivalente a 49,52% (3389 focos).

De acordo com Masullo (2015), existe um conjunto de fatores ambientais e sociais do espaço (sazonalidade climática, geomorfologia, biomas, recursos hídricos, economia local, etnias e valores sociais e os modos de produção tradicional de cada povo) que influenciam os resultados da incidência de focos em cada TI. Uma vez que as TI's têm significativa diferenciação das estruturas sociais e econômicas, sob a ótica das análises científicas, estas áreas apresentam um alto índice de pessoas vivendo abaixo da linha da extrema pobreza, elevadas taxas de analfabetismo e baixo IDHM, além de quase inexistente percentual de domicílios com serviços de coleta de resíduos e esgoto sanitário.

A variação mensal mostrou tendência de aumento de ocorrências de focos no segundo semestre do ano, período incluso entre as datas de aquisição das cenas, as ocorrências aumentam a partir de julho, atingindo o máximo nos meses de agosto, setembro e outubro. A partir de novembro verificou-se diminuição

nas ocorrências, em dezembro o número de focos retornou ao valor da média do período anterior, visto como crítico (janeiro a junho), (Figuras 2 e 3).

Tabela 4: Focos de calor na TI e ZA correspondente aos anos de 2000 a 2019.

Focos de calor			
Ano	TI Governador	Buffer	Total
2000	6	30	36
2001	33	59	92
2002	86	159	245
2003	20	32	52
2004	83	163	246
2005	110	304	414
2006	39	104	143
2007	232	374	606
2008	80	216	296
2009	48	65	113
2010	200	188	388
2011	48	125	173
2012	1778	963	2741
2013	104	186	290
2014	488	317	805
2015	592	1492	2084
2016	649	215	864
2017	2332	934	3266
2018	96	496	592
2019	335	423	758
Total	7.359	6.845	14.204

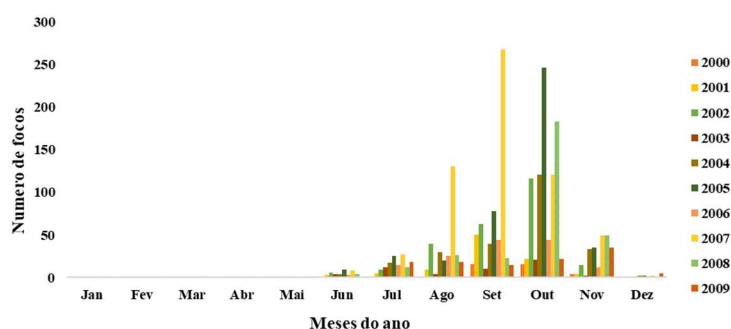


Figura 2: Frequência mensal de focos de calor entre os anos de 2000 a 2009.

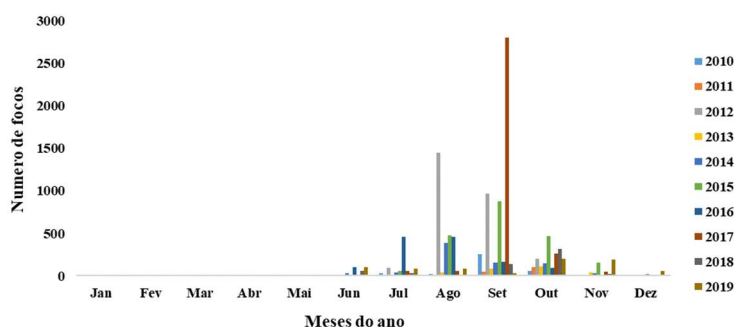


Figura 3: Frequência mensal de focos de calor entre os anos de 2010 a 2019.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Ribeiro et al. (2020), pois destacam que no Estado do Piauí houve uma predominância na ocorrência dos focos de calor no segundo semestre do ano (julho a dezembro), sendo que os maiores registros ocorreram sempre nos meses de agosto, setembro e outubro.

Ainda na mesma perspectiva, estudos realizados por Miranda et al. (2006), indicam que no Maranhão o índice de queimadas nas áreas protegidas (TI's e UC) é bastante elevado e fica entre 30 a 50% dos obtidos nas áreas não protegidas do Estado. Esses números ilustram o problema da conservação da vegetação e da

perda das pretendidas funções de áreas protegidas quando a ocupação humana aproxima e amplia-se no seu entorno.

Corroborando com esse cenário, nota-se predominância de áreas queimadas no Maranhão, principalmente no segundo semestre de cada ano (IMESC, 2015). O que indica um forte padrão sazonal de ocorrência de queimadas no Estado, constatando a hipótese de que os eventos de queimadas se intensificam nos meses de estiagem no território maranhense, como afirmam os Bezerra et al. (2018).

França et al. (2001), reconhecem esse período de maior ocorrência de queimadas como “estação do fogo”, essa fase geralmente começa a se intensificar no final de agosto/início de setembro, o que valida o alto índice de área queimada encontrada nesse estudo considerando a área total da TI, visto que todo o estado é afetado pelo uso inadequado do fogo.

A Figura 4 mostra o desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2019. Foram contabilizados um total de 47306,1 ha de desmatamento, destes 5780,8 ha correram na TI e 41525,3 ha na ZA, cerca de 304,25 e 2306,97 ha por ano, respectivamente.

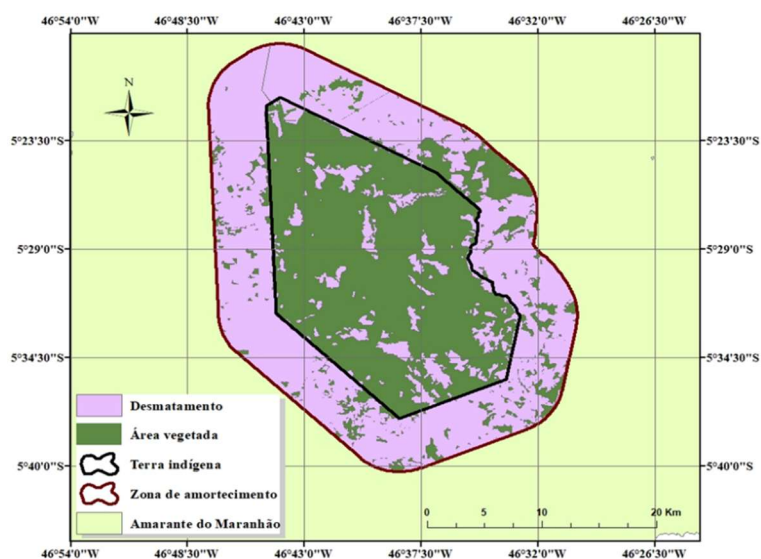


Figura 4: Mapa de desmatamento acumulado entre os anos de 2000 e 2019 na TI e ZA.

Observando visualmente o mapa de desmatamento, pode-se afirmar que o mesmo justifica bem os resultados encontrados nesse estudo tanto para queimadas, quanto para focos, visto que a ZA já foi praticamente toda desmatada (83,46%) ao longo do período estudado, não havendo a possibilidade de grandes áreas com cicatrizes de incêndios. A área correspondente a zona de amortecimento não apresenta vegetação extensa, indicando está sendo usada principalmente para pastagens e produções agrícolas.

Em contrapartida, a TI apresenta apenas alguns fragmentos de desmatamento (13,73%), ou seja, algumas poucas partes desmatadas ao longo da área. Mostrando que mesmo apresentando um nível elevado de área queimada, a regeneração vegetativa está se mostrando positiva de forma a manter e conservar o máximo possível de vegetação, ou seja, com base no desmatamento afere-se que a TI Governador está cumprindo bem o seu papel como AP, visto que, como observado na Figura 4, houve predominância da área desmatada fora da TI.

Machado (2012), relata que o desmatamento surge como primeira opção no fixar-se das populações

e no desenvolvimento da agricultura, realizando a queima de restos de vegetação não utilizadas na limpeza da área, o que ocorre de maneira empírica dos tempos mais remotos até a atualidade.

De acordo com Homma et al. (1998), o desmatamento acontece a partir de duas vertentes: i) a dos indígenas, caracterizada pela baixa frequência de derrubadas e queimadas; ii) pelo longo tempo de pousio, que é o período do solo; e iii) a dos pequenos produtores, que ao contrário dos indígenas, se caracteriza pela alta frequência de derrubadas e queimadas e pelo curto período de pousio, o que justifica os resultados encontrados nesse estudo.

Aximoff et al. (2016), concluíram que quanto mais uma área florestal sofre queimadas, mais ela se diferencia da composição e estrutura original, visto que o vigor vegetativo de áreas afetadas pelo fogo demora algum tempo para se regenerar e dependendo da severidade pela qual foi atingida ou do uso da terra, nem mesmo voltam para o seu estado original. Segundo Miranda et al. (2006), o tempo de regeneração da vegetação depende do bioma no qual ela pertence, no cerrado por exemplo, a biomassa é recuperada variando de 1 a 1,5 ano, considerando queimadas feitas durante a estação seca.

Morelli et al. (2009), relata que em relação às TIs, a legislação não é específica no que se refere à determinação do uso do solo. Ela contempla somente o acesso à área, que tem como objetivo a preservação da população indígena, seus costumes e tradições. Esta condição, e a falta de meios reais de planejamento e combate do fogo, propiciam a alta incidência de focos de incêndio nas terras indígenas.

CONCLUSÕES

Os resultados revelam que mesmo apresentando uma área desmatada consideravelmente pequena no período estudado, a TI precisa de mais atenção referente a conservação do meio ambiente. Podendo ocorrer mudanças na efetivação das políticas públicas relativas ao uso e ocupação do solo, utilizando informações integradas entre as instituições, pode não só redirecionar ações de combate a degradação ambiental, bem como aumentar o conhecimento dos gestores e formadores de opinião de cada comunidade indígena. Assim, espera-se alterar a realidade local que certamente culminarão no uso do fogo de forma controlada, baseado nos modos tradicionais de vida dessas comunidades.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; ZARIN, D.. Temporal variability of forest fires in eastern Amazonia. **Ecological Applications**, v.21, n.7, p.2397-2412, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1890/10-1168.1>

ARAGÃO, L. E.O.; POULTER, B.; BARLOW, J. B.; ANDERSON, L. O.; MALHI, Y.; SAATCHI, S.; PHILLIPS, O. L.; GLOOR, E.. Mudanças ambientais e balanço de carbono das florestas amazônicas. **Biological Reviews**, v.89, p.913-931, 2014.

AXIMOFF, I.; FREITAS, A. F. N.; BRAGA, J. M. A.. Post-fire natural regeneration in altitude fields in Itatiaia National Park, southeastern Brazil. **Oecologia Australis**, v.20, n.2, p.62-80, 2016.

BATISTA, A. C.. Detecção de incêndios florestais por satélites.

Revista Floresta, v.34, n.2, p.237-241, 2004. DOI: <http://doi.org/10.4257/oeco.2016.2002.05>

BEZERRA, D. S.; DIAS, B. C. C.; RODRIGUES, L. H. S.; TOMAZ, R. B.; SANTOS, A. L. S.; SILVA JÚNIOR, C. H. L.. Análise dos Focos de Queimadas e seus impactos no Maranhão durante eventos de estiagem no período de 1988 à 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.22, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57337>

CARDOZO, F. S.; MARTINS, F. S. R. V.; PEREIRA, L. O.; SATO, L. Y.; MOURA, Y. M. M.; PEREIRA, G.; SHIMABUKURO, Y. E.. Avaliação de áreas queimadas a partir dos índices NDVI e NDBR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15. **Anais**. Curitiba, 2011. p.7950-7957.

CORREA FILHO, F. L.. **Relatório diagnóstico do município de amarante do maranhão**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

CRESPO, A. C.; OLIVEIRA, P. J.; BOIT, A.; CARDOSO, M.; THONICKE, K.. Forest edge burning in the Brazilian Amazon promoted by escaping fires from managed pastures. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v.120, n.10, p.2095-2107, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1002/2015JG002914>

DIAS, L. O.; GUILLETO, D. S.; GUARÁ, E. B.; GAVIÃO, E. M.; GAVIÃO, J. G. C.; CARDOSO, J.; COSTA, K. B. T.; GAVIÃO, L. C.; GAVIÃO, M. L. B. M.; GAVIÃO, M. G.; TIMBIRA, M. B.; GAVIÃO, R. B.; GAVIÃO, S. B.. Pyhcop cati jijõ pjii - território gavião do Maranhão. **Articulação na Construção do Saber.**, v.2, n.1, p.184-202, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5216/racs.v2i1.49012>

FERNANDES, A. C. G.; COUTINHO, M. A. N.; SANTOS, V. G.; NASCIMENTO, C. R.. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.30-40, 2016.

FRANÇA, H.; SETZER, A.. AVHRR Analysis of a Savanna Site Through a Fire Season in Brazil. **Int. J. Remote Sensing**, v.22, n.13, p.2449-246, 2001. DOI: <http://doi.org/10.1080/01431160120029>

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; CONTO, A. J.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A.P.; SANTOS, A. I. M.. **Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental?** In: HOMMA, A. K. O.. Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. p.120-141.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Análise da Incidência de Focos de Queimadas nas Terras Indígenas do Estado do Maranhão**. Relatório Técnico. São Luís: IMESC, 2015.

KRUSE, F. A.. Comprasion of ATREM, ACORN and FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder, CO. In: JPL AIRBORNE GEOSCIENCE WORKSHOP, 13. **Annals**. Pasadena: Jet Propulsion Laboratory, 2004.

MACHADO, C. A.. Desmatamentos e queimadas na região norte do estado do Tocantins. **Caminhos de Geografia**, v.13, n.43, p.217-229, 2012.

MASULLO, Y. A. G.. Análise preditiva de ocorrências de incêndios no bioma amazônico do Maranhão. **GeoTextos**, v.14, n.2, p.185-211, 2018. DOI: <http://doi.org/10.9771/geo.v14i2.28097>

MASULLO, Y. A. G.. Aspectos socioeconômicos e a incidência de queimadas nas terras indígenas do estado do maranhão. **Revista Geografar**, v.10, n.2, p.112-139, 2015.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C.. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra Da Canastra: desafios para a

conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.157-168, 2004. DOI: <http://doi.org/10.5902/198050981815>

MIRANDA, E. E.; MORAES, A. V. C.; OSHIRO, O. T.. **Queimadas em Áreas Protegidas da Amazônia em 2005**. Comunicado Técnico, 19. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite Área de Comunicação e Negócios, 2006.

MORELLI, F.; SETZER, A.; JESUS, C.. Focos de queimadas nas unidades de conservação e terras indígenas do Pantanal, 2000-2008. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2, **Anais**. Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. p.505-515.

RAMOS, A. B. R.; NASCIMENTO, E. R. P.; OLIVEIRA, M. J.. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 15. **Anais**. Curitiba, 2011.

RIBEIRO, K. V.; ALBUQUERQUE, E. L. S.. **Análise geoespacial da ocorrência de focos de calor no estado do Piauí (2010 a 2019)**. Produção Técnica. Teresina: GEOAMBIENTE/UFPI, 2020.

SILVA JUNIOR, C. H. L. S.; ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; RODRIGUES, B. D.. Dinâmica das Queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v.35, p.1-14, 2018. DOI: <http://doi.org/10.11606/rdg.v35i0.142407>

SILVA JUNIOR, C. H. L.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.; ESCADA, M. I. S.. O papel da fragmentação e do efeito de borda na ocorrência e intensidade de incêndios florestais na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO, 18. **Anais**. Santos: INPE, 2017. p.5952-5959.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M.. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, v.8, n.5, p.1-14, 2012.

TAMBOSI, L. R.; IGARI, A. T.; RIBEIRO, M. C.; PIVELLO, V. R.. Análise comparativa entre classificações realizadas a partir de imagens LANDSAT - 7 ETM+ e CBERS - 2 CCD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 20. **Anais**. Florianópolis: INPE, 2007. p.1189-1196.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S.. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.43-150, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-67622011000100017>

ZHAN, X.; SOHLBERG, R. A.; TOWNSHEND, J. R. G.; DIMICELI, C.; CARROLL, M. L.; EASTMAN, J. C.; HANSEN, M. C.; DEFRIES, R. S.. Detection of land cover changes using MODIS 250m data. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p.336-350, 2002. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00081-0](http://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00081-0)

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157900060824961025/>