

## ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DO XINGU-PA (2009-2018)

### SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF FIRES IN THE MUNICIPALITY OF VITÓRIA DO XINGU - PA (2009-2018)

### ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE INCENDIOS EN EL MUNICIPIO DE VITÓRIA DO XINGU-PA (2009-2018)

**Ulisses Ferreira Portela**

Prefeitura Municipal de Vitória do Xingu, PA, Brasil  
ulisses\_portela@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-8851-2753>

**Eder Mileno Silva De Paula**

Faculdade de Geografia e Cartografia,  
Instituto de Ciências Humanas e Filosofia,  
Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil  
edermileno@ufpa.br  
<https://orcid.org/0000-0002-6895-2126>

#### RESUMO

No Brasil, as questões ambientais relacionadas aos desmatamentos e às queimadas são desafios à sustentabilidade ambiental. Estudos sobre esta temática trazem subsídios para reavaliação das ações dos órgãos responsáveis das estratégias de prevenção contra queimadas e desflorestamentos irregulares. Neste artigo, analisou-se a distribuição espaço-temporal dos locais de queimadas entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018 no município Vitória do Xingu-PA, através de técnicas de geoprocessamento sobre os dados obtidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os mapas da distribuição anual dos focos de queimadas permitem a identificação dos locais que apresentaram as classes ‘muito baixa’, ‘baixa’, ‘moderada’, ‘alta’, e ‘muito alta’ de incidência de focos de queimada. Vitória do Xingu registrou 613 focos no período de 2009-2018, distribuídos de forma dispersa, com leve predominância na região Norte, com maiores quantitativos nos anos de 2009 e 2015. Concluiu-se que a incidência de focos de queimadas está diretamente relacionada a fatores culturais e meteorológicos, pois, no fim do período de estiagem (outubro, novembro e dezembro) há um aumento do número de locais de queimadas para transformação de florestas primárias em áreas de pecuária e a renovação das pastagens e/ou áreas agrícolas.

**Palavras-chave:** Desflorestamento; Focos de calor; Densidade de Kernel.

#### ABSTRACT

In Brazil, environmental issues related to deforestation and fires are challenges to environmental sustainability. Studies on this theme provide subsidies for reassessing the actions of the bodies responsible for strategies to prevent fires and irregular deforestation. In this article, we analyzed the spatio-temporal distribution of the burning sites between January 2009 and December 2018 in the Vitória do Xingu-PA municipality, using geoprocessing techniques on the data obtained by the

National Institute for Space Research (NISR). The maps of the annual distribution of the fires focuses allow the identification of the places that presented the classes 'very low', 'low', 'moderate', 'high', and 'very high' of incidence of fires. Vitória do Xingu registered 613 outbreaks in the period 2009-2018, distributed in a dispersed manner, with a slight predominance in the North region, with higher numbers in the years 2009 and 2015. It was concluded that the incidence of outbreaks of fires is directly related to cultural and meteorological factors, since, at the end of the drought period (October, November and December) there is an increase in the number of fires for transformation of primary forests in areas livestock and renewal of pastures and / or agricultural areas.

**Keywords:** Deforestation; Heat spotlights; Kernel density.

## RESUMEN

En Brasil, los problemas ambientales relacionados con la deforestación y los incendios son desafíos para la sostenibilidad ambiental. Los estudios sobre este tema brindan subsidios para reevaluar las acciones de los organismos responsables de las estrategias para prevenir incendios y deforestación irregular. En este artículo, analizamos la distribución espacio-temporal de los sitios de quema entre enero de 2009 y diciembre de 2018 en el municipio de Vitória do Xingu - PA, utilizando técnicas de geoprocésamiento sobre los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INIE). Los mapas de la distribución anual de los focos de incendios permiten identificar los lugares que presentaron las clases 'muy baja', 'baja', 'moderada', 'alta' y 'muy alta' en la incidencia de incendios. Vitória do Xingu registró 613 brotes en el período 2009-2018, distribuidos de manera dispersa, con un ligero predominio en la región Norte, con cifras mayores en los años 2009 y 2015. Se concluyó que la incidencia de focos de incendios está directamente relacionada con factores culturales y meteorológicos, ya que, al final del período de sequía (octubre, noviembre y diciembre) hay un aumento en el número de incendios para transformación de bosques primarios en áreas ganadería y renovación de pastos y / o áreas agrícolas.

Palabras llave:

**Palabras-clave:** Deforestación; Focos de calor; Densidad del Kernel.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, as questões ambientais relacionadas aos desmatamentos e às queimadas tornaram-se desafios a serem enfrentados para a sustentabilidade ambiental. Apesar de constituírem práticas distintas, estão tradicionalmente associadas, visto que após a derrubada da cobertura vegetal, geralmente ocorre a queima do material vegetal (GONÇALVES *et al.*, 2012).

A queimada é uma técnica muito utilizada por produtores rurais para o preparo do solo na Amazônia devido sua simplicidade de aplicação, pode ser autorizada pelos órgãos ambientais competentes desde que respeite a legislação ambiental. E somente se não existir autorização será considerada crime ambiental (FILHO *et al.*, 2009).

A queima da vegetação relacionada à expansão de fronteiras agropecuárias, a transformação de florestas primárias em áreas de pastagens e a renovação ou limpeza de pastagens ou de culturas agrícolas, constituem os principais fatores que geram consequências negativas sobre o clima e a biodiversidade (JUSTINO; ANDRADE, 2000).

De acordo com Neary *et al.* (1999), várias são as consequências causadas pelo fogo nos biomas, como a perda da biodiversidade, eliminação da biomassa da superfície do solo, impactos nos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. Nepstad *et al.* (1999b) acrescentam que as queimadas também são responsáveis por várias internações hospitalares ocasionadas por problemas respiratórios provocados pela fumaça, que também provoca acidentes de trânsito por dificultar as condições de tráfego de automóveis e pessoas.

As consequências desta prática vão ainda mais longe, atingindo a economia não só das áreas já desmatadas, com a redução da disponibilidade hídrica ou da fertilidade do solo, mas também dos cofres públicos, visto que (por exemplo) gera gastos em relação à saúde da população exposta a agentes nocivos no ar (FILHO *et al.*, 2009).

As técnicas de geoprocessamento e o monitoramento por imagens de satélites possibilitam informações para compreensão da distribuição temporal e espacial de queimadas, permitindo aprofundar o conhecimento territorial necessário para a gestão ambiental e fomento de outras políticas públicas, que minimizem os impactos causados pelas queimadas (GOMES, 2006).

Para Anderson *et al.* (2005), o monitoramento de focos de queimadas dispõe duas linhas de ação: uma direcionada à detecção de focos de calor, essencial para a definição da sazonalidade, frequência e variação anual de queimadas; e outra focada na espacialização dos focos de queimadas, permitindo a quantificação da extensão de áreas com incidências de queimadas.

De acordo com dados preliminares do senso agropecuário do IBGE (2017), o município de Vitória do Xingu apresenta uma área de 180.456 hectares de estabelecimentos rurais e esta área é composta por 3.486 hectares de lavouras, 105.844 hectares de pastagens e 68.175 hectares de florestas. Estes dados indicam a relevância deste estudo para reavaliar ações dos órgãos responsáveis e reorganizar estratégias de prevenção contra queimadas e desflorestamento.

Diante desta temática, com o intuito de contribuir com a avaliação de queimadas no município de Vitória do Xingu-PA, analisou-se a distribuição espaço-temporal de focos de queimadas entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018, utilizando técnicas de geoprocessamento sobre os dados obtidos pelo monitoramento de queimadas realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

## REVISÃO DE LITERATURA

### **Bioma Amazônico: Danos Causados Pelas Queimadas**

O Brasil possui a segunda maior cobertura vegetal do mundo, atrás somente da Rússia. No entanto, já foi perdido aproximadamente 38% da vegetação nativa do território brasileiro, devido ao desmatamento que por vezes foi provocado por queimadas (IBGE, 2005), as quais trazem impactos significativos na manutenção dos ecossistemas, com maior relevância em regiões onde as queimadas não são frequentes (WHITLOCK, 2010).

O Bioma Amazônico contempla aproximadamente 6,4 milhões de quilômetros quadrados (LENTINI *et al.*, 2005), ocupando cerca de 49,29% do território brasileiro, correspondendo a uma área em torno de 4,2 milhões de quilômetros quadrados, abrangendo totalmente os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia; e parcialmente os estados de Mato Grosso, Tocantins, Maranhão (IBGE, 2004). Além dos limites territoriais brasileiro, este bioma estende-se por Peru, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa (LENTINI *et al.*, 2005).

O fogo é um fator de grande magnitude na alteração dos biomas e sua frequência e intensidade oscilam de acordo com as variáveis climáticas e meteorológicas. Neste contexto, Nepstad *et al.* (1999a) reforçam que as queimadas provocam impactos diferentes na Floresta Amazônica em relação a outros biomas, em razão deste bioma não ser naturalmente adaptado ao fogo, ocasionando maiores danos na vegetação (COCHRANE; SCHULZE, 1999; NEPSTAD *et al.*, 1999a). Chuvieco *et al.* (2014) acrescentam que a grande vulnerabilidade do bioma Amazônia

se deve a este não possuir defesas naturais contra as queimadas, acrescido da degradação florestal que sofreu nos últimos cinquenta anos.

As ocorrências de queimadas nesta região são consequentes do modelo de uso e ocupação do solo, com o desflorestamento de extensas áreas e, posteriormente, a queima da biomassa, resultando na emissão de gases e de material particulado. Para Cochrane e Laurance (2002), além das áreas afetadas por alterações na cobertura do solo, áreas onde a vegetação não foi destruída, mas que se localizam nas proximidades de grandes vetores de desmatamentos, também são consideradas vulneráveis, em razão da fragmentação e degradação da paisagem.

Atividades de ação antrópica e a expansão territorial da agropecuária elevaram a incidência de queimadas, afetando principalmente os biomas do Cerrado e da Amazônia (LIMA, 2018). Na Amazônia (geralmente) são ligadas às atividades antrópicas, já que não é característico desta região fogo de origem natural (BUSH *et al.*, 2008).

Percebe-se que é de extrema importância o monitoramento de focos de queimadas e a fiscalização dos usos e ocupações na Floresta Amazônica. Entretanto, a grande quantidade de nuvens nesta região torna-se fator limitante para o sensoriamento remoto orbital (ARAÚJO *et al.*, 2012), sobretudo o realizado por sensores passivos. Todavia, a utilização de séries temporais de sensoriamento remoto tem se mostrado viável e vantajosa no monitoramento de focos de queimadas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2015), pois, permitem a obtenção diária de inúmeras imagens.

Dentre os vários impactos causados pelas queimadas, os principais são o empobrecimento do solo, erosão (CRUTZEN; ANDREAE, 1990), alterações na estrutura da vegetação, redução da biodiversidade; e, em áreas frequentemente queimadas, a degradação ambiental permanente da área (ARAÚJO *et al.*, 2013). Ademais, a poluição atmosférica gerada pelos gases liberados decorre de uma queimada que contém dióxido de carbono, amônia, metano, óxido de nitrogênio, dentre outros (LEVINE, 2000).

Ribeiro e Assunção (2002) afirmam que as alterações dos níveis de aerossóis causam impactos diretamente no clima, prejudicando a formação de nuvens e chuvas. E alguns destes

elementos lançados no ar, como os materiais particulados e monóxido de carbono, são altamente prejudiciais à saúde humana quando inalados em grandes quantidades.

O fogo é largamente utilizado por produtores rurais em suas propriedades, em razão de eliminar o acúmulo de biomassa de baixo teor nutricional, como restos vegetais e plantas invasoras, além de reduzir o tempo de brotação das gramíneas. Contudo, queimadas sucessivas em uma mesma área levam à degradação de pastagens nativas, causando a predominância de uma espécie indesejável no lugar de uma desejável, e até mesmo surgimento de manchas de solo exposto, favorecendo processos erosivos (FILGEIRAS; WECHSLER, 1992).

Os diferentes fatores relacionados às propriedades do material, à combustão controlam a duração e a intensidade das queimadas, como a quantidade de biomassa, condições do ambiente, condições climáticas, teor de umidade do solo, propriedades químicas, entre outros (CHUVIECO *et al.*, 2006). E quanto maior a duração e a intensidade de uma queimada, maior serão os impactos do fogo na vegetação, que conseqüentemente demandará de mais tempo para se recuperar.

Apesar do ‘fogo controlado’ ser usado como instrumento de gestão, e até mesmo incentivado por alguns estudiosos, a queimada da vegetação de forma descontrolada oferece um grande risco para os mais diversos habitats, com impactos avassaladores. De imediato, o fogo pode destruir total ou parcialmente a biomassa da superfície, causando a mortalidade da fauna e flora do local, já a longo prazo pode causar grandes modificações no ambiente, como a alteração na composição de espécies (SCHEPERS *et al.*, 2014).

### **Sensoriamento Remoto Orbital na Detecção de Queimadas**

O Sensoriamento Remoto possibilita a aquisição de imagens e dados da superfície do planeta, sem a necessidade do contato físico direto com o alvo, por detecções e registro por sensores em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais, da energia eletromagnética refletida e/ou emitida pelos objetos da superfície terrestres (FLORENZANO, 2013).

A utilização do sensoriamento remoto como ferramenta para monitoramento, possibilita a obtenção de informações de áreas muito extensas ou inacessíveis (LUNETTA *et al.*, 2006), e,

segundo Lutz *et al.* (2011), a delimitação de áreas onde ocorreram queimadas, através de sensores embarcados em satélites, apontam várias vantagens em relação às áreas muito extensas ou de difícil acesso, auxiliando na mensuração dos impactos causados pelo fogo, como a severidade da queimada ou estimativa de gases poluentes no ar.

O sensoriamento remoto permite ao monitoramento de queimadas a utilização de séries contínuas de dados, que, de acordo com Jensen (2009), possibilitam a melhor interpretação das informações da superfície terrestre, ratificando a eficácia em detectar, mapear e monitorar alterações nos biomas terrestres.

As séries temporais oriundas do sensoriamento remoto estão sendo cada vez mais usadas para identificação e espacialização de áreas que sofreram queimadas, tendo se mostrado vantajoso para o monitoramento destas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2015). Desse modo, as séries temporais podem ser utilizadas também para análises fenológicas (COUTO JUNIOR *et al.*, 2013), e para o monitoramento do desmatamento (MORTON *et al.*, 2005), entre outras.

Vários métodos de identificação de focos de queimadas foram elaborados e aperfeiçoados para os sensores orbitais disponíveis. No entanto, ainda existem alguns fatores limitantes, como a resolução espacial dos sensores, que acabam omitindo algumas áreas de queimadas (MOUILLOT *et al.*, 2014), a variação de sinal em relação à reflectância dos alvos (ROY *et al.*, 2002), e o principal obstáculo para o mapeamento de focos de queimadas, a presença de nuvens (LI *et al.*, 2004).

No Brasil, o monitoramento das informações de focos de queimadas é feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (- INPE) desde a década de 1980 (SETZER; PEREIRA; PEREIRA, 1992), através de diferentes metodologias que utilizam imagens orbitais dos sensores embarcados nos satélites polares NOAA, EOS, (TERRA, e AQUA) e nos satélites geostacionários GOES E e METEOSAT, utilizados para monitoramento de áreas que sofreram queimadas.

A direção do deslocamento e a distância do sensor da superfície terrestre são características que diferenciam os tipos de órbitas dos sensores. Os sensores de órbita



geostacionária contam com seu ponto de observação mais distantes da Terra, em contrapartida, os satélites de órbita polar apresentam uma menor distância (LIU, 2007).

Na atualidade, o mapeamento de áreas que sofreram queimadas é realizado com auxílio de vários sensores disponíveis, sendo que os mais utilizados para este monitoramento são o sensor Vegetation a bordo do satélite SPOT e o Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) (CHUVIECO *et al.*, 2005).

A série SPOT é composta por um conjunto de satélites, e, assim como os seus modernos sensores, representam grandes avanços na área do sensoriamento remoto. As informações adquiridas pelo conjunto SPOT servem de subsídio para diversas aplicações. (INFORGEO, 2014). O sensor VEGETATION surgiu nas primeiras gerações da série SPOT, sendo desenvolvido posteriormente o sensor VEGETATION-2, que tem as mesmas características de seu antecessor, e foi projetado para dar continuidade ao trabalho de aquisição de dados e monitoramento deste (EOEDU, 2014). Os sensores VEGETATION e VEGETATION-2 apresentam resolução espacial de 1 km e temporal, de 24 horas e quatro bandas espectrais e são amplamente utilizados no monitoramento de fenômenos naturais (EMBRAPA, 2014).

Já o sensor MODIS possui alta resolução temporal (2 dias) e a capacidade de aquisição de dados em espaços extensos e em inúmeras regiões do espectro eletromagnético (MOUILLOT *et al.*, 2014). Em virtude de possibilitar a aquisição de várias imagens ao dia, o sensor MODIS presente nos satélites Terra e Aqua (JUSTICE *et al.*, 2002), permite o monitoramento da superfície, nas áreas com muita presença de cobertura de nuvens, como na Amazônia.

O sensor MODIS foi programado para gerar informações da superfície terrestre nas regiões do visível e infravermelho, a cada dois dias. Está a bordo do satélite Terra desde 1999 e do satélite Aqua a partir de 2002, integrando o Programa EOS (Earth Observing System) comandado pela National Aeronautics and Space Administration NASA (NASA National Aeronautics and Space Administration) (SOARES *et al.*, 2007). Composto por 36 bandas espectrais entre o intervalo de 0,4  $\mu\text{m}$  a 14,4  $\mu\text{m}$  do espectro eletromagnético, onde duas destas bandas apresentam resolução espacial de 250 metros, cinco de 500 metros e as restantes de 1 quilômetro. Sua varredura abrange uma faixa de 2330 quilômetros a cada dois dias. Vários produtos derivados



foram produzidos das 36 bandas espectrais do sensor MODIS, como ferramentas de reflectância e temperatura da superfície, cobertura de gelo, índices de vegetação etc. (JUSTICE *et al.*, 2002).

## MATERIAL E MÉTODO

### Área de Estudo

A pesquisa tem como área de estudo o município paraense Vitória do Xingu, que integra as Regiões Geográficas e Imediatas de Altamira no Estado do Pará (IBGE, 2017), com limites territoriais fazendo divisa com os municípios de Porto de Moz, ao Norte; Senador José Porfírio e Anapú, a Leste; Senador José Porfírio, ao Sul; e com Altamira e Brasil Novo, a Oeste (Figura 1).



**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo  
Fonte: Autores.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município possui uma área territorial de aproximadamente 3.089,5 km<sup>2</sup>, 13.431 habitantes e densidade demográfica de 4,3 habitantes por km<sup>2</sup>. A sede do município está localizada à margem esquerda do rio Xingu e à margem direita do igarapé Tucuruí. O rio Xingu e a rodovia PA 415

são as principais formas de acesso à sede municipal, que está a 45km de distância por estrada de Altamira-PA.

O município tem clima classificado de acordo com Köppen e Geiger em Am (CLIMATE-DATA, 2018), por possuir precipitação pluviométrica significativa na maioria dos meses, e média anual de 2013 mm, e temperatura média de 26,8 °C. De acordo com De Paula *et al.* (2016), delimita-se em Vitória do Xingu três unidades de paisagem, os Baixos Platôs da Transamazônica e Xingu, os Planaltos Dissecados da Transamazônica e Xingu e as Superfícies Aplainadas da Transamazônica e Xingu, as quais foram descritas quanto sua estrutura geocológica no Quadro 1.

**Quadro 1** – Unidades de Paisagens presentes no Município de Vitória do Xingu e a caracterização das Estruturas Geocológicas

Unidades de Paisagens	Características da Estrutura Geocológica
Baixos Platôs Transamazônica e Xingu	Formação Alter do Chão composta por arenito grosso, friável de cores variadas. Relevo em forma de tabuleiros, colinas e morros baixos dissecados, com predominância de baixos platôs. Inclinações entre 0 e 20°, e altitudes entre 20 e 50m. Latossolos Amarelos Distróficos associados a Plintossolos Pétricos Concrecionários e presença de Latossolos Amarelos Distróficos. Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas, ambas intensamente degradadas, com predomínio de atividades associadas à Pecuária Extensiva e Extrativismo Vegetal, e presença de áreas florestais em processo de regeneração.
Planaltos Dissecados da Transamazônica e Xingu	Litologia composta Formação Ererê, com siltito intercalado de arenito e folhelho, e a Formação Maecuru, com arenito e pelito bioturbados. Relevo em colinas e morros baixos dissecados. Inclinações entre 15 a 35°, e altitudes entre 80 a 200m. Associações de Latossolos Amarelos Distróficos a Plintossolos Pétricos Concrecionários e associações de Nitossolos Vermelhos Distróficos a Chernossolos Argilúvicos Órticos e a Latossolos Vermelhos Eutroféricos. Floresta Ombrófila Densa Submontana intensamente degradada. Com predomínio de atividades associadas à Pecuária Extensiva e Extrativismo Vegetal, e presença de áreas florestais em processo de regeneração.

Unidades de Paisagens	Características da Estrutura Geocológica
Superfícies Aplainadas Transamazônica e Xingu	Predominância de Charnokitóides do Complexo Xingu, e presença de rochas das Suítes Intrusivas Maloquinha. Relevo em morros, serras Baixas, e predominância de colinas dissecadas. Inclinações entre 3 a 35°, e altitudes entre 20 a 200m. Associações de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos a Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, com afloramentos de Rochas. Cobertura de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Aberta Submontana, ambas intensamente degradadas. Predomínio de atividades associadas à Pecuária Extensiva e Extrativismo Vegetal, e presença de áreas de exploração mineral e em processo de regeneração florestal.

Fonte: Adaptado de De Paula *et al.* (2016).

### Banco de Dados e Análise Espacial

Para realização deste estudo foram utilizados dados referentes aos meses de janeiro de 2009 a agosto de 2018, disponíveis para download no Banco de Dados de Queimadas (BD Queimadas) do INPE. Os pontos de incidência dos focos são produto do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) que é acoplado no satélite AQUA\_M-T, sendo atualmente o satélite de referência do INPE. O satélite AQUA\_M-T capta queimadas com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura e são indicados em pixel, variando de 1(hum) km<sup>2</sup> ou mais (INPE, 2016).

Para melhorar a interpretação e a análise da distribuição temporal (anos e meses) dos focos de queimadas, optou-se por utilizar a ferramenta Densidade de Kernel, que permitiu a criação de mapas da distribuição anual dos focos de queimadas e identificação dos locais que apresentaram as classes ‘muito baixa’, ‘baixa’, ‘moderada’, ‘alta’, e ‘muito alta’ incidência de focos de queimadas. Para estimar a densidade kernel, é efetuado uma função matemática de 1 a 0 sobre o local do ponto, formando uma borda circular ao redor de cada ponto, a partir de seu raio de influência (SOUZA *et al.*, 2013; FERREIRA; ANTONUCCI, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

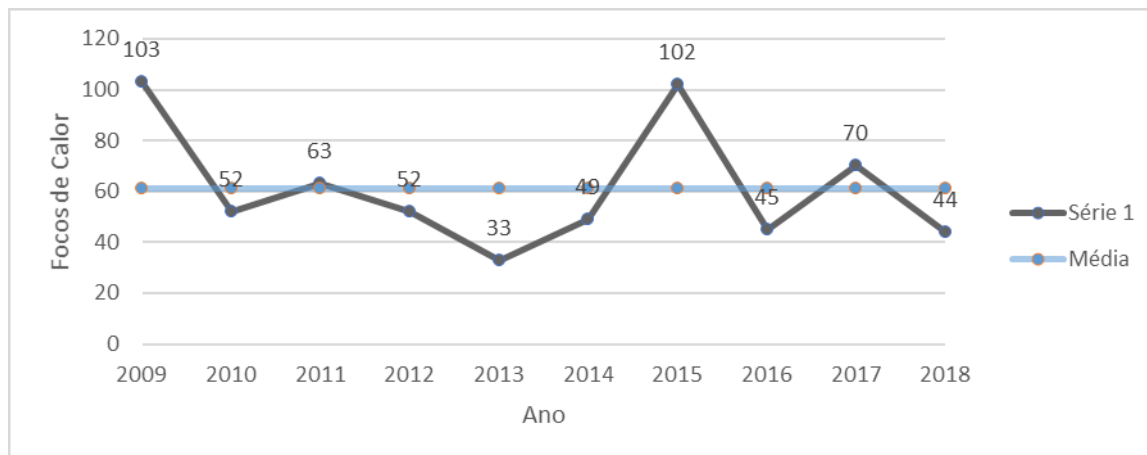
Conforme os dados coletados, o satélite AQUA\_M-T detectou um total de 613 focos de queimadas em 10 anos. Em relação ao quantitativo anual, os anos que mais apresentaram registros de focos de queimadas foram os anos de 2009 e 2015, 16,80% e 16,63% dos focos registrados, respectivamente, como se pode verificar na Tabela 1.

**Tabela 1** – Quantidade de focos de queimadas detectados pelo satélite AQUA\_M-T entre os anos de 2009 a 2018, no município de Vitória do Xingu-PA

MÊS/ANO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
JANEIRO	3	8	0	4	0	1	14	6	7	4
FEVEREIRO	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
MARÇO	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
ABRIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUNHO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
JULHO	2	0	0	1	0	0	0	1	5	1
AGOSTO	6	0	0	1	0	5	1	1	8	1
SETEMBRO	10	7	3	4	0	2	8	2	6	0
OUTUBRO	16	13	14	16	4	9	27	9	18	6
NOVEMBRO	53	12	13	20	6	17	32	20	17	23
DEZEMBRO	12	9	33	5	23	15	18	6	9	7
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>52</b>	<b>63</b>	<b>52</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>102</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	<b>44</b>

Fonte: Adaptado de INPE (2016).

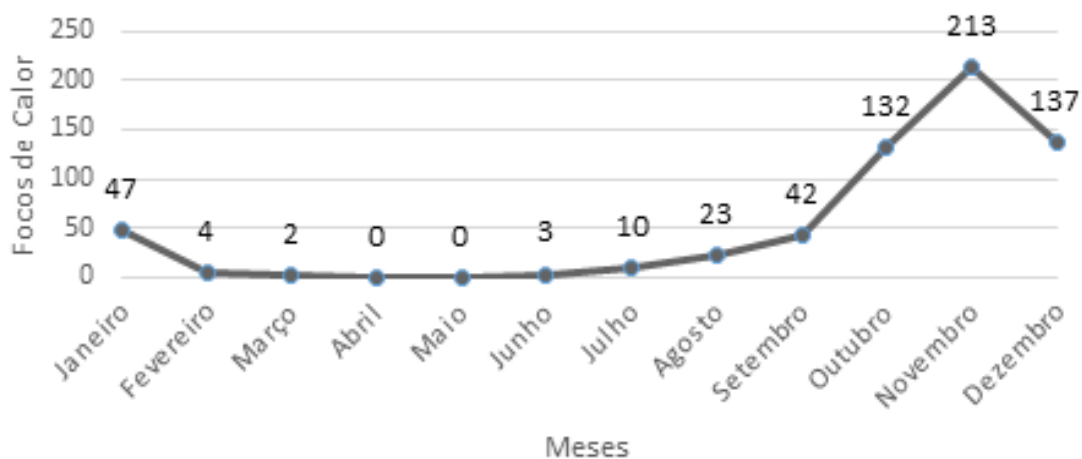
Dentre os anos analisados neste estudo, apresentaram detecções acima da média os anos de 2009, 2011, 2015 e 2017, que juntos correspondem a 55,11% do total de focos de queimadas registrados. De maneira oposta os anos de 2010, 2012, 2013, 2014, 2016 e 2018 apresentaram registros de focos inferiores à média (Figura 2), explicitando que não há um padrão de distribuição ao longo deste período analisado.



**Figura 2** – Distribuição anual dos focos de queimadas detectados pelo satélite AQUA\_M-T entre os anos de 2009 a 2018, no município de Vitória do Xingu-PA

Fonte: Adaptado de INPE (2016).

No tocante à distribuição mensal dos focos de queimadas (Figura 3), os maiores valores foram apresentados pelos meses de outubro, novembro e dezembro, totalizando juntos 482 incidências de focos detectados, quantidade que representou 78,62% do total de focos detectados mensalmente em todos os anos. Esta alta concentração dos focos nos últimos meses do ano representa o padrão na distribuição mensal dos focos de queimadas, explicado pela transição do período seco, com baixa ocorrência de precipitação pluviométrica, para o período chuvoso.



**Figura 3** – Distribuição mensal dos focos de queimadas detectados pelo satélite AQUA\_M-T no município de Vitória do Xingu-PA, para os anos de 2009 até 2018

Fonte: Adaptado de INPE (2016).

O período de maior precipitação pluviométrica é conhecido na região Norte como inverno amazônico, que tem seu início no mês de dezembro e finaliza no mês de maio. Em contraste, a época de menor precipitação pluviométrica é chamada de verão amazônico, entre os meses de junho a novembro (FERREIRA *et al.*, 2012).

Percebe-se que há uma relação entre o número de focos detectados e fatores meteorológicos, como a redução de precipitação, altas temperaturas e a pouca umidade relativa do ar. A aglomeração dos focos no fim do período seco pode estar relacionada à prática cultural das comunidades locais, que utilizam a queima de pastos e restos de culturas objetivando a limpeza do solo ao fim do período seco para posterior revitalização das pastagens e/ou cultivo no período chuvoso.

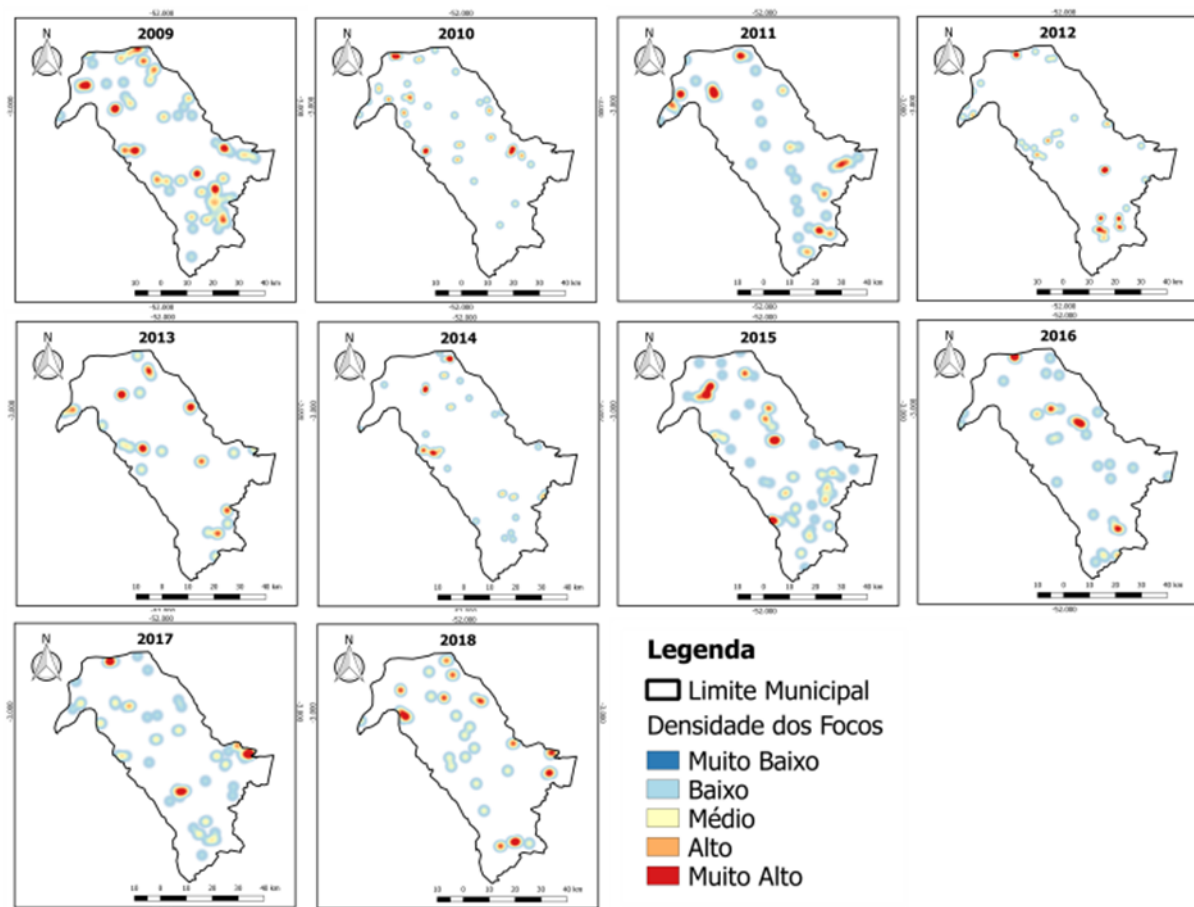
Silva *et al.* (2018) analisaram os padrões de distribuição espacial e tendências dos focos de queimadas em um período de dez anos do estado do Acre, também concluiu que os focos estão concentrados em apenas alguns meses do ano, devido à pouca precipitação pluviométrica no período seco e pela prática cultural das comunidades locais, na qual utilizam o fogo para limpeza do solo durante o período seco, para cultivar culturas no período chuvoso.

Existem outros fatores para a intensificação de queimadas no período seco, como observado por Silva *et al.* (2013), que estudaram a distribuição espacial dos focos de queimadas no Parque Nacional da Chapada Diamantina na Bahia para os anos de 2000 a 2011. Estes autores observaram que 89% dos focos de queimadas acontecem nos meses de outubro e novembro, devido ao fato de nesse período os materiais combustíveis, como a serapilheira, se tornarem altamente inflamáveis, em consequência da redução nos níveis de umidade deste material.

Com a análise do mapa de densidade Kernel (Figura 4), decorrente da interpolação dos focos de queimadas ao decorrer de cada ano entre 2009 e 2018, foi possível estimar sua densidade por meio de cinco classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Verificou-se que a porção Norte do município apontou maior distribuição de densidade de focos. Os anos de 2009 e 2015 foram os que registraram as maiores densidades de focos de queimadas, referente às classes alta e muito alta, de forma bem dispersa, mas com leve

predominância nas regiões Norte e Noroeste, mais precisamente em áreas com propriedades rurais de grandes extensões de pastagens localizadas próximas à sede municipal, o que reforça a afirmação anterior de prática de queimadas para limpeza e expansões agropecuárias.



**Figura 4** – Mapas de densidade dos focos de queimadas detectados para os anos de 2009 até 2018 no município de Vitória do Xingu-PA

Fonte: Autores.

Ao analisar os anos de 2010 e 2014, verificou-se uma redução na densidade de focos de queimadas referente às classes baixa e média, distribuídas na porção Sul, Sudeste e Leste do município. Para os anos de 2011, 2012 e 2013, identificou-se aumento na distribuição de densidade das classes alta e muito alta na porção Sul, dentro e nas proximidades do limite territorial na Terra indígena Paquicamba em comparação ao ano de 2010.

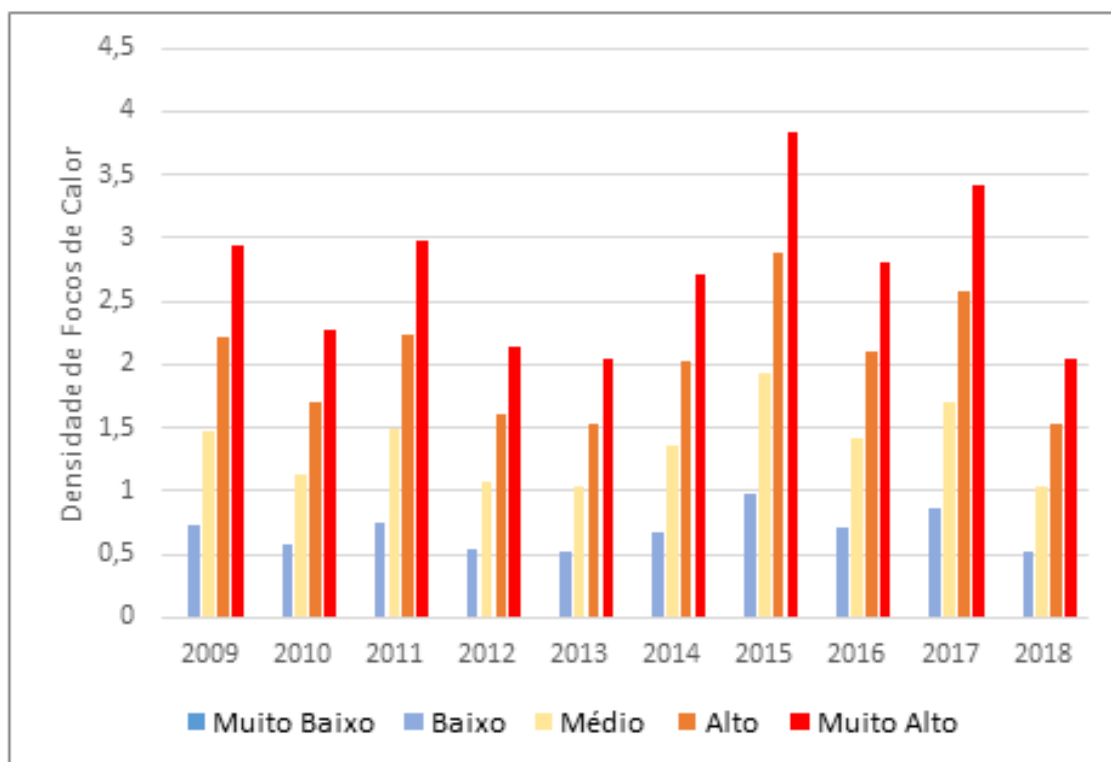


Abreu e Souza (2016) analisaram a distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas detectados pelos sensores a bordo dos satélites NOAA-12 e NOAA-15 entre os anos de 2005 e 2010, em aldeias indígenas, em uma região do Leste de Mato Grosso, e concluíram que a distribuição espacial dos focos de queimadas nas terras indígenas apresenta padrões diferenciados em relação a outras áreas e entre si, o que pode ser atribuído a diferentes formas culturais de utilização do fogo por essas etnias.

Próximo ao distrito de Belo Monte, na porção Leste do município, na área que abriga a usina hidrelétrica de Belo Monte, foi possível notar que nos anos de 2017 e 2018, houve um aumento significativo na densidade de focos em relação às classes alta e muito alta.

Em contraste com as regiões Norte, Noroeste e Sul, a região central do município foi a que mais apresentou densidade de focos baixa e/ou nula, onde apenas os anos de 2015 e 2016 demonstram alta densidade, nas proximidades da BR-230. No entanto, a região Central e Sul do município abrigam toda a estrutura da usina hidrelétrica de Belo Monte. Em 2011 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) decretou utilidade pública (DUP) para 282,3 mil hectares de terras localizadas nos municípios de Altamira, Brasil Novo e Vitória do Xingu, no Pará. Área esta que desde a aprovação de seu decreto foi responsável por 57 focos de queimadas, cerca de 9,2% do total de focos registrados.

Ao analisar os dados de densidade de focos de queimadas (Figura 5) para o ano de 2009 e 2015, anos com maior quantitativo de focos de incêndio, verificou-se que as classes de densidade se encontram dispersas, porém com maior concentração das classes de densidades.



**Figura 5** – Variação anual das classes de densidade dos focos de queimadas detectados pelo satélite AQUA\_M-T nos anos de 2009 a 2018 no município de Vitória do Xingu-PA.

Fonte: Autores.

O(s) autor(es) deverá(ão) elaborar suas conclusões ou considerações finais. Elas devem ser breves Sobrepondo os dados dos focos de queimadas às informações de uso e ocupação do solo do estado Pará, elaborado pelo projeto Terraclass (BRASIL, 2018), observou-se que a grande maioria da densidade dos focos de queimadas detectados deu-se sobre pastagens (43,3%), seguido por áreas de vegetação primária (26%) e secundária (12,2%). Uma justificativa mais sensata para os níveis de densidade analisados nestes anos pode ser o uso e ocupação de terras para construção de residenciais, tendo como exemplos os loteamentos do Ramal dos Cocos e do km 32 da BR-230 e reassentamentos da empresa Norte Energia; assim como o uso da prática de corte e queima para expansão agropecuária e ocupação irregular de áreas frágeis, visto que a maioria dos focos de queimadas foram detectados sobre pastagens e vegetação primária.

## CONCLUSÕES

Não se pode ignorar queimadas irregulares em Vitória do Xingu, uma vez que, não se restringe à apenas a uma questão ambiental, mas provocam consequências também na saúde e bem-estar dos habitantes locais. Este município registrou no período de 2009-2018 um total de 613 focos de queimadas. No quantitativo anual, os anos de em 2009 e 2015 foram os anos que apresentaram maior quantidade de focos, com 103 e 102 detecções, respectivamente, representando juntos 33,43% do total registrado durante os anos analisados.

A análise da variação mensal contribuiu para corroborar com a afirmativa de que o aumento na incidência de focos de queimadas está diretamente relacionado aos fatores culturais e meteorológicos, especificamente no período fim do período de estiagem, com alta intensidade de focos nos meses de outubro, novembro e dezembro.

Por meio do estimador de densidade Kernel foi possível a análise do comportamento dos focos de queimadas, produzindo informações qualitativas acerca do município de Vitória do Xingu-PA, no período estudado. Os focos de queimadas se apresentaram de forma dispersa, com leve predominância na região Norte do município, área de extensas propriedades rurais.

Os focos de queimadas, ainda que não indiquem queimadas, representaram os aspectos da distribuição espacial e temporal dos incêndios, o que pode ser extremamente útil no planejamento de medidas para controle de queimadas irregulares em Vitória do Xingu.

## REFERÊNCIAS

ABREU, F. A.; SOUZA, J. S. A. Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2016.

AM ONLINE PROJECTS. **Climate-Data**, 2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>  
Acesso em: 30 mar. 2019.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L.E.O.C.; LIMA, A., SHIMABUKURO, E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de

vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira. **Acta Amaz.**, v. 35, n. 4, p. 445-456, 2005.

ARAÚJO, F. M.; FERREIRA, L. G.; ARANTES, A. R. Distribution Patterns of Burned Areas in the Brazilian Biomes: An Analysis Based on Satellite Data for the 2002-2010 Period. **Remote Sensing**, v. 4, p. 1929-1946, 2012.

ARAÚJO, H. J. B.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, S. S.; CORREIA, M. F. Danos provocados pelo fogo sobre a vegetação natural em uma floresta primária no estado do Acre, Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 297-308, 2013.

BUSH, M. B.; SILMAN, M. R.; MCMICHAEL, C.; SAATCHI, S. Fire, climate change and biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, Series B, v. 363, p. 1795-1802, 2008.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, C. R.; GOMES, R. A. T. Standardized Time-Series and Interannual Phenological Deviation: New Techniques for Burned-Area Detection Using Long-Term MODIS-NBR Dataset. **Remote Sensing**, v. 7, p. 6950-6985, 2015.

CHUVIECO, E.; MARTÍNEZ, S.; ROMÁN, M. V.; HANTSON, S.; PETTINARI, M. L. Integration of ecological and socio-economic factors to assess global vulnerability to wildfire. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 2, p. 245-258, 2014.

CHUVIECO, E.; RIAÑO, D.; DANSON, F. M.; MARTIN, P. Use of a radiative transfer model to simulate the postfire spectral response to burn severity. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 111, n. G4, 2006.

CHUVIECO, E.; VENTURA, G.; MARTÍN, M. P. AVHRR multitemporal compositing techniques for burned land mapping. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 5, p. 1013-1018, 2005.

COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 3, p. 311-325, 2002.

COCHRANE, M. A.; SCHULZE, M. D. Fire as a Recurrent Event in Tropical Forests in Eastern Amazon: Effects on Forest Structure, Biomass, and Species Composition. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 2-16, 1999.

COUTO JUNIOR, A. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S. Séries temporais de NDVI, EVI, e NDWI do sensor MODIS para caracterização fenológica do algodão. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 65, p. 1, p. 199-210, 2013.

CRUTZEN, P. J.; ANDREAE, M. O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, v. 250, p. 1669-1678, 1990.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2014. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

EOEDU, OBSERVING OUR PLANET. **SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre)**. EORDU, 2014. Disponível em: <<http://eoedu.belspo.be/en/satellites/index.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

DE PAULA, E. M. S. *et al.* Compartimentação Geocológica da Sub-Bacia do Baixo Rio Xingu – Amazônia Centro-Oriental, Brasil. **Revista Equador**, v. 5, n. 4, p. 128-150, 2016.

FERREIRA, W. R. S.; VITORINO, M. I.; SOUZA, E. B. de; CARMO, A. M. C. do. Sazonalidade da precipitação para a Amazônia usando o modelo REGCM3: avaliando apenas a forçante do Atlântico Equatorial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 435-446, 2012.

FERREIRA, L.; ANTONUCCI, B. Tema: **Monitoramento Ambiental Título: Focos De Calor Em Terras Indígenas Do Estado De Rondônia**. p. 1–8, 2015.

FILGEIRAS, T. S.; WECHSLER, F. S. **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Embrapa Cerrados, 1992.

FILHO, E. B. S.; TELES, L. J. S.; NETO, L. A. S. Ocorrências De Focos De Calor No Estado De Rondônia Em 2007. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 2, p. 123-140, 2009.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. ampl. at. São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2013.

GOMES, C. Geotecnologias da informação e remodelação do espaço urbano-regional: os sistemas de informação geográfica. **Interface**, v. 3, n. 3, p. 7-28, 2006.

GONÇALVES, K.S; CASTRO, H.A; HACON, S.S. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a16.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INFORGEO. **Evolução e característica das imagens**. Sistema de Informação Geográfica LTDA, 2014. Disponível em: <<http://www.inforgeo.pt/spot1.html>>. Acesso em: 9 abril. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Vitória do Xingu. **IBGE Cidades**. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/vitoria-do-xingu/>>. Acesso em: 9 de mar. de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agro 2017**. Brasília: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/>>. Acesso em: 9 de mar. de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Brasília: INPE, 2016. Disponível em: <<http://queimadas.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G.; VERMOTE, E. F.; MASOUKA, E.; WOLFE, R. E.; SALEOUS, N.; ROY, D. P.; MORISETTE, J. T. An overview of MODIS Land data processing and product status. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 3-15, 2002.

JUSTINO, F.B.; ANDRADE, K.M. Programa de monitoramento de queimadas e prevenção de controle de incêndios florestais no arco do desflorestamento na Amazônia (PROARCO). In: **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, SBMET, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2000, p. 647-653.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA R. **Fatos Florestais da Amazônia**. Belém: Imazon, 2005. 142 p.

LEVINE, J. S. Global biomass burning: a case study of the gaseous and particulate emissions released to the atmosphere during the 1997 fires in Kalimantan and Sumatra, Indonesia. In: INNES, J. L.; BENISTON, M.; VERSTRAETE, M. M. (Ed.). **Biomass Burning and Its Inter-Relationships with the Climate System**. Advances in Global Change Research, vol 3. Dordrecht: Springer, 2000. p. 15-31.

LI, R. R.; KAUFMAN, Y. J.; HAO, W. M.; SALMON, J. M.; GAO B.C. A Technique for Detecting Burn Scars Using MODIS Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 42, n. 6, p. 1300-1308, 2004.

LIMA, I. C. **Monitoramento dos focos de queimadas nos biomas Amazônia e Cerrado nas estações seca e chuvosa de 2017**. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. 37p.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007. 908 p.

LUNETTA, R. S.; KNIGHT, J. F.; EDIRIWICKREMA, J.; LYON, J. G.; WORTHY, L. D. Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 105, p. 142-154, 2006.



LUTZ, J. A.; KEY, C. H.; KOLDEN, C. A.; KANE, J. T.; WAGTENDONK, J. W. Fire Frequency, Area Burned, and Severity: A Quantitative Approach to Defining a Normal Fire Year. **Fire Ecology**, v. 7, n. 2, p. 51-65, 2011.

MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; HANSEN, M.; CARROLL, M. Rapid Assessment of Annual Deforestation in the Brazilian Amazon Using MODIS Data. **Earth Interactions**, v. 9, n. 8, p. 1-23, 2005.

MOUILLOT, F.; SCHULTZ, M. G.; YUE, C.; CADULE, P.; TANSEY, K.; CIAIS, P.; CHUVIECO, E. Ten years of global burned area products from spaceborne remote sensing— A review: Analysis of user needs and recommendations for future developments. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 26, p. 64-79, 2014.

NEARY, D. G.; KLOPATEK, C. C.; DEBANO, L. F.; FFOLLIOTT, P. F. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. **Forest Ecology and Management**, v. 122, p. 51-71, 1999.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. **Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil**. Brasília, 1999a. 172p.

NEPSTAD, D. C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, p. 505-508, 1999b.

RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 125-148, 2002.

ROY, D. P.; LEWIS, P. E.; JUSTICE, C. O. Burned area mapping using multi-temporal moderate spatial resolution data—a bi-directional reflectance model-based expectation approach. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 263-286, 2002.

SCHEPERS, L.; HAEST, B.; VERAVERBEKE, S.; SPANHOVE, T.; VANDEN BORRE, J.; GOOSSENS, R. Burned area detection and burn severity assessment of a heathland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). **Remote Sensing**, v. 6, n. 3, p. 1803-1826, 2014.

SETZER A.W., PEREIRA M.C., PEREIRA A.C. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. **Climanálise**. v. 7, n. 8, p.40-53, 1992.

SILVA, M. C.; ROMEU, L. V. L.; FIGUEIREDO, S. M. M. Análise temporal de focos de calor no Acre: padrões e distribuição. In: **7º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL**, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018. Anais... Jardim: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2018. p. 153-161.



SILVA, T. B.; ROCHA, W. J. S. F.; ANGELO, M. F. Quantificação e Análise Espacial dos Focos de Calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. In: **XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR**, 2013. Anais... SBSR, 2013. p. 6969.

SOARES, J. V.; BATISTA, G. T.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensor MODIS: Histórico e Descrição In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Ed.). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. p. 03-22.

SOUZA, N. P. DE; SILVA, E. M. G. C; TEIXEIRA, M. D; LEITE, L. R; REIS, A. A. DOS; SOUZA, L. N. DE; JUNIOR, F. W. A; RESENDE, T. A. Aplicação do estimador de densidade Kernel em Unidades de Conservação na bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: **XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR. 2013. Anais... Foz do Iguaçu: SBSR, 2013.

WHITLOCK, C.; HIGUERA, P. E.; MCWETHY, D. B.; BRILES, C. E. Paleoecological Perspectives on Fire Ecology: Revisiting the Fire-Regime Concept. **The Open Ecology Journal**,