

## USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE ESPACIAL DOS FOCOS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU, PARÁ

### USE OF GEOTECHNOLOGIES IN SPATIAL ANALYSIS OF HEAT SOCKETS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO FÉLIX DO XINGU, PARÁ

#### **Gabriel Garreto dos Santos**

Graduando em Eng. Agrônômica, Instituto Federal do Pará (IFPA).  
E-mail: gabryelgarreto@gmail.com

#### **Tatiana Pará Monteiro de Freitas**

Professora Mestra, em Desenvolvimento Rural. Instituto Federal do Pará (IFPA).  
E-mail: tatiana.para@ifpa.edu.br

#### **João Paulo Ferreira Neris**

Graduando em Eng. Agrônômica, Instituto Federal do Pará (IFPA).  
E-mail: paulonerisfer1@gmail.com

#### **Maciel Garreto dos Santos**

Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA).  
E-mail: macielgarretos@gmail.com

#### **RESUMO**

As queimadas são um dos principais problemas ambientais, causadores de danos irreparáveis aos ecossistemas naturais e dos agroecossistemas de produções ligados a agricultura, por promover diferentes perdas em biodiversidades ao meio ambiente. De tal modo existem diversas maneiras de detectar esse fenômeno que são os focos de calor. No entanto, para regiões com grandes proporções territoriais, como é caso do estado brasileiro, uma alternativa promissora, mais viável e eficiente em relação a custo benéfico é

o monitoramento através do uso de imagens de satélite. Diante disso, este trabalho visou analisar a densidade de pontos de incêndio localizados no município de São Félix do Xingu, sudoeste paraense, nos anos de 2016 a 2019. As bases cartográficas de referência utilizadas foram fornecidas pelo IBGE e pelo programa de queimadas do INPE. As análises dos focos e a elaboração dos layouts dos mapas, foram realizadas no software QGIS Essem versão 2.14.14. Para o cálculo de densidade aplicou-se a estatística espacial utilizando o método de Kernel. Foi observado um total de 37.409 focos com destaque para o ano de 2019 com 27.418, representando 73,29 %. Os resultados mostram que ao longo dos anos os focos de calor estiveram adensados na porção da região norte principalmente na APA Triunfo do Xingu e também na região sudoeste que faz divisa com o estado do Mato Grosso. Isso é explicado devido esse estado, possuir uma intensa criação de animais principalmente dentro do setor agropecuarista, ou seja, pelos diferentes meios de ocupações das terras da Amazônia.

**Palavras-Chaves:** Triunfo do Xingu. Queimadas. Amazônia Paraense.

#### **ABSTRACT**

*Burning is one of the main environmental problems, causing irreparable damage to natural ecosystems and agricultural production agro-ecosystems, as it promotes different losses in biodiversity to the environment. In such a way there are several ways to detect this phenomenon that are the hot spots. However, for regions with large territorial proportions, as in the case of the Brazilian state, a promising, more viable and cost-effective alternative is monitoring through the use of satellite images. Therefore, this study aimed to analyze the density of fire points located in the municipality of São Félix do Xingu, southwest of Pará, in the years 2016 to 2019. The cartographic reference bases used were provided by IBGE and INPE fires program. The analyzes of the foci and the elaboration of the layouts of the maps, were carried out in the software QGIS Essem version 2.14.14. For density calculation, spatial statistics was applied using the Kernel method. A total of 37,409 outbreaks were observed, with a highlight for 2019 with 27,418, representing 73.29%. The results show that over the years the hot spots have been denser in the northern portion, mainly in the APA Triunfo do Xingu and also in the southwestern region bordering the state of Mato Grosso. This is explained by this state, having an intense animal breeding mainly within the agricultural sector, that is, by the different means of occupation of the lands of the Amazon.*

**Keywords:** Triunfo do Xingu. Burning. Paraense Amazon.

## INTRODUÇÃO

O espaço reservado a Amazônia desde o processo de ocupação de seus territórios tem sido travado pela destruição de seus recursos naturais, são grandes projetos nacionais que visam a produção avançada sobre as florestas e em leitos de um rio e outro (SAIDLER, 2017). E assim sob áreas de terra firme e de várzeas encontra-se ainda diferentes povos tradicionais desde agricultores familiares, ribeirinhos, extrativistas, indígenas e não indígenas que habitam este ambiente apropriando-se, desses recursos para sobreviverem.

Dessa forma, esses povos vão traçando mudanças no espaço geográfico, principalmente quando nos referimos ao uso e ocupação do solo para instalações de sistemas de cultivo e de criações de animais. Onde regiões de pastagens vão surgindo com abertura de florestas, e quase sempre com a derrubada das arvores há a queima do material vegetal.

Assim, o fogo é usado comumente na Amazônia como técnica de limpeza de áreas, sendo este método um dos mais importantes agentes de perturbação através de sua conexão com as tarefas realizadas com o uso da terra (MORISSETTE *et al.*, 2005).

Um método antigo utilizado desde os povos primitivos que ainda é praticado na Amazônia brasileira, levando a mudanças significativas nos ecossistemas naturais e ao longo dos anos transformando-os em agroecossistemas de produções agrícolas.

Nesse contexto, as principais causas das queimas ocorridas, no bioma Amazônia, têm sua origem principalmente pelo desmatamento desenfreado, sendo maioria deles, de maneira ilegalizada. Além da realização da queima de manutenção muito praticada para limpezas de pastos, e para abrigar animais e as lavouras (LOPES *et al.*, 2017).

Além disso, as queimadas e incêndios florestais resultam numa série de

emissões de gases poluentes tal como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos principais gases que agrava o efeito estufa promovendo condições ambientais ainda mais promissoras ao risco de focos de calor levando ao favorecimento de queimadas e incêndios no território (ARAÚJO, 2013).

Nesse contexto, no Estado do Pará, situado na região norte do Brasil, um dos municípios que se destaca com números alarmantes de focos de calor devido a incêndios associados à mudança do uso e ocupação da terra, é São Félix do Xingu, localizado no sudoeste do estado, o qual teve seu surgimento ligado às políticas públicas nacionais da década de 70 com o avançada abertura da Rodovia BR 230 (Rodovia Transamazônica) construída com o plano do Programa de Integração Nacional (PIN), instituído nessa mesma década, e que tinha como objetivo, colonizar a região amazônica por povos de diferentes regiões especialmente a região sul e o nordeste trazendo agricultores, assentando-os em lotes de terras e vicinais ao longo da Rodovia recém construída (GUIMARÃES, 2011).

Além disso, este município apresenta grandes dimensões, com extensão territorial de 84.213 km<sup>2</sup> e uma população estimada pelo IBGE (2019) em 128.481 habitantes, sendo esta, distribuída quase que igualmente entre moradores da cidade e do campo (SILVA, 2012).

Em relação à economia destaca-se entre as principais atividades a agricultura e a pecuária ganhando um expressivo destaque a cultura do cacau, sendo este o carro chefe nos sistemas de cultivos dos agricultores, seguida da cultura da banana. Na pecuária, o município de São Félix do Xingu, destaca-se por ser, ainda hoje, o maior produtor de bovinos e muares do país (IBGE, 2010).

Segundo Kawakubo (2013), as atividades da extração de madeira juntamente com os serviços da pecuária extensiva de corte geram a base da

economia regional do distrito de São Félix do Xingu.

Assim, levando-se em consideração o histórico do município, se faz necessário monitorar a detecção de da transformação ambiental que vem ocorrendo na cobertura do solo e seu relacionamento com a produção local.

Por isso, um das formas de descobrir se a expansão de área é relacionado ao uso de da terra por meio de queimada é extração de dados a partir do processamento e interpretação de imagens de satélites, por meio de sensoriamento remoto. Aliado ao uso de imagem de satélite, é possível utilizar o geoprocessamento como uma ferramenta prática e acessível que permite utilizar dados de focos de calor, os quais podem promover grandes incêndios florestais (BATISTA, 2004) disponíveis nas bases gratuitas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e permitir o monitoramento das mudanças na cobertura do solo.

Diante dessa temática, objetivou-se analisar a distribuição de focos de calor no município de São Félix do Xingu-PA, no período de 4 anos, de 2016 a 2019, a partir de dados do monitoramento por satélite de referência do INPE AQUA-UMD Tarde, e do satélite, NOAA-20 (National Oceanic Atmospheric Administration).

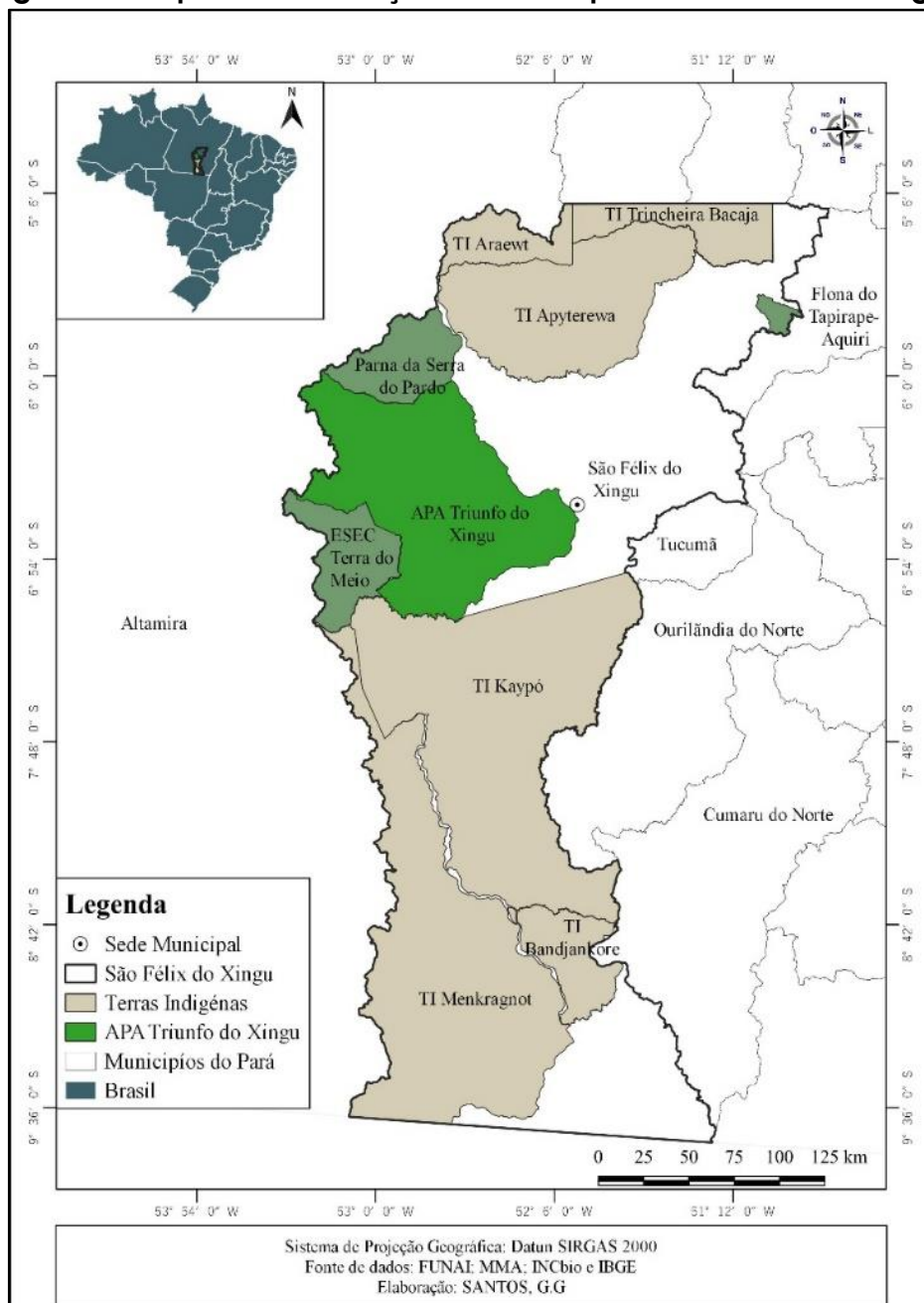
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de Estudo**

A área de estudo escolhida compreende o município de São Félix do Xingu, inserido na região sudoeste do estado do Pará, a uma latitude 06° 39'30" sul e longitude 51° 59'15" Oeste (Figura 1). Faz limites com os municípios de Senador José Porfírio, Altamira, Anapú, Água Azul do Norte e Novo Repartimento ao Norte, ao Sul - Estado do Mato Grosso, a Leste com os distritos de Marabá no Pará, Parauapebas, Tucumã, Ourilândia do Norte, Santana do

Araguaia e Cumaru do Norte e a Oeste se encontra com o município de Altamira, estando distante de 1121 km da capital do estado, Belém (IBGE, 2019).

**Figura 1 - Mapa de Localização do Município de São Félix do Xingu**



Fonte: FUNAI; MMA; INCbio; IBGE. Elaboração: Santos, G.G (2020).

Em relação os aspectos fisiográficos do unicípio, o clima apresenta um caráter de transição, a qual caracteriza-se em sua grande parte, pelo clima tropical quente e sub seco característico da região amazônica. Com temperatura bastante elevada, sendo o mês mais quente, apresentando uma temperatura de 26,7° C e, no mês mais frio, 14,9° C. A precipitação pluviométrica é de 1.423 mm durante ao ano (IDESP, 2014).

Ainda de acordo com o Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP), a vegetação predominante na região é a floresta equatorial latifoliada que é existente, preeminentemente, na porção norte do Município de São Félix do Xingu, abrangendo desde os subtipos Aberta Mista até Aberta Latifoliada, além, ainda, de apresentar grandes extensões dos subtipos de cerrados e parques característicos das sub-regiões do residual sul da Amazônia. É possível encontrar locais com áreas inundáveis, a floresta de várzea, abrigando espécies ombrófilas que se adaptam a lugares mais frios e úmidos, dicotiledôneas e palmáceas.

## **CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS PARA A METODOLOGIA**

Os dados utilizados para alcançar o objetivo deste artigo foram extraídos do “Banco de Dados Queimadas”, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em formato vetorial do tipo *shapefile*. O material de análise é proveniente do satélite meteorológico AQUA-UMD-TARDE, sendo o atual satélite de referência do INPE, cujos dados diários de focos de calor é disponibilizado a cada 12 horas oriundos da análise de dados de satélites e que mostram excelentes indicadores de onde, quando e com quais frequências relativas as queimadas estão acontecendo na Amazônia (BROWN *et al.*, 2004).

O satélite meteorológico AQUA é capaz de fazer a detecção dos focos



com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura e são indicados em pixels, que variam de 1,00 km<sup>2</sup> ou mais. Um pixel pode indicar várias sequências de queimadas distintas de pequenas dimensões como um único foco, e se a queimada for muito extensa, ela será detectada em um aglomerado de pixels, formando uma associação de focos. No entanto, a detecção remota dos focos de calor não indica sempre, e necessariamente a presença de incêndio, apesar de a maioria estar relacionada diretamente a áreas com presença de fogo (BARBOSA, 2010).

Com frequência, há confusão entre os termos incêndio florestal e queimada, este de uso popular e que se refere a qualquer tipo de queima da vegetação, incluindo renovação de pastos, queima de resíduos de culturas agrícolas e novos desmatamentos (FRANÇA, RAMOS NETO; SETZER, 2007). Por outro lado, os Incêndios Florestais são definidos como todo fogo não controlado em floresta ou qualquer outra forma de vegetação.

Além desse satélite foi utilizado o satélite NOAA 20 (*National Oceanic Atmospheric Administration*), para análise do ano de 2019, por ser referência para esse ano e, em específico, porque os dados captados por ele foram mais expressivos do que qualquer outro satélite em órbita disponível pelo INPE. A escolha do satélite NOAA pelo INPE, para este último ano avaliado se deu, pelo excelente potencial das imagens adquiridas, por esse satélite, através do sensor AVHRR, que é muito utilizado para detecção de focos de incêndios, uma vez que este permitiu identificar os maiores números de focos na região (FLORENZANO, 2007).

Os arquivos vetoriais formato de *shapefile* de focos de calor (2016 a 2019) foram organizados em uma única base de dados específica, em forma de planilha para facilitar a manipulação e a análise da distribuição espaço-temporal, mensal e anual dos focos de calor.



Todo o processamento de dados foi realizado no software *QGIS Essem* versão 2.14.14. (2019) Para cálculo de densidade aplicou-se a estatística espacial utilizando o método de Kernel, o que permitiu avaliar o comportamento espacial da densidade dos focos de queimadas nas diferentes unidades territoriais presentes, as quais constitui o município de São Félix do Xingu.

O estimador de densidade de Kernel delimita sobre um raio de influência a quantidade de eventos repetidos e sobrepostos numa área, fazendo com que os pontos que estão agrupados dentro deste raio tenham o valor do pixel aumentado, evidenciando assim essas regiões. De acordo com Santos (2012), este método é considerado como não-paramétrico, devido a ordenação dos eventos pelo algoritmo ao ser gerado em função da distribuição normal dos elementos espacialmente, desconsiderando a média e o desvio padrão.

## **RESULTADOS E DISCUSSOES**

De acordo com os dados coletados, no período de 4 anos, foram detectados cerca de 37.409 focos de calor por meio do satélite AQUA-UMD-TARDE e do satélite NOAA 20. Na Tabela 1 verifica-se que o ano de 2019 foi o que apresentou o maior índice de focos, com 27.418 ocorrências, seguido dos anos de 2017 e 2018, com 6996 e 1567 focos, respectivamente.

**Tabela 1 - Focos de calor detectados pelo satélite AQUA-UMD-TARDE e NOAA 20 entre 2016 e 2019 em São Félix do Xingu, Pará**

Mês/ Ano	2016	2017	2018	2019
Janeiro	5	3	6	60
Fevereiro	10	0	0	16
Março	2	1	1	4
Abril	3	1	1	7
Maio	2	5	0	40
Junho	6	26	8	96
Julho	73	649	82	1541
Agosto	596	2283	503	13541
Setembro	434	3596	671	9630
Outubro	235	343	246	1706
Novembro	57	58	42	566
Dezembro	5	31	7	211
<b>TOTAL</b>	<b>1428</b>	<b>6996</b>	<b>1567</b>	<b>27418</b>

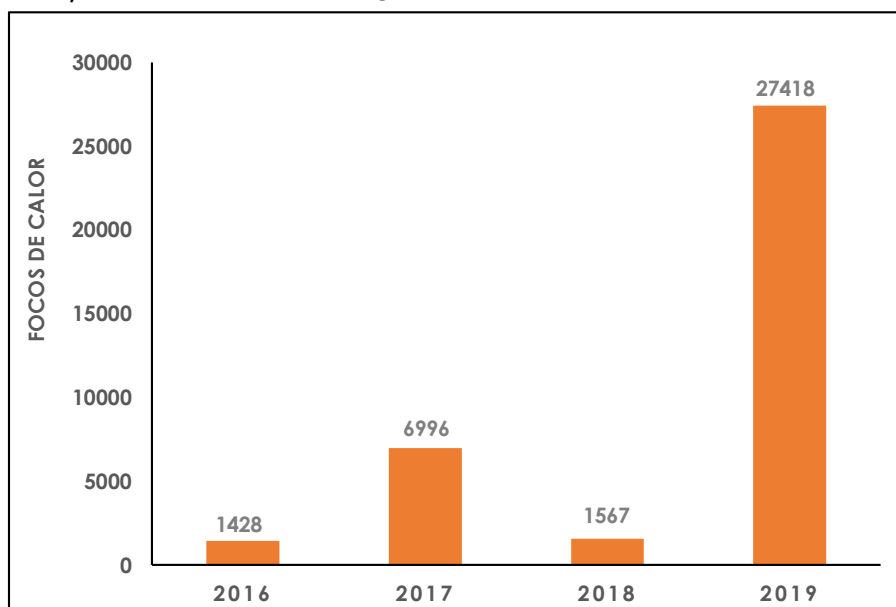
Fonte: CPTEC/INPE (2020).

O total registrado somente em 2019 tivemos um aumento de 94,79%, do total de focos durante o período estudado e ao comparamos o quantitativo de focos do primeiro ano avaliado com o último ano em estudo o que nos mostra um valor bastante expressivo de queimadas no município analisado. É possível observar, que para os anos de 2016, 2017 e 2018 foram detectados um índice de focos muito inferior comparado com o período de 2019, como pode ser visto na Figura 2 de distribuição anual total dos focos de calor . Foi possível perceber que o aumento do quantitativo não apresentou um padrão durante os meses de análises.

Pinheiro *et al.* (2014), estudando a distribuição dos focos de calor na sub-bacia do Rio Grande no estado baiano, no período de 2008 a 2012, chegaram à conclusão que as alterações meteorológicas provocam influências no crescimento do número de focos de calor, além da modificação do espaço dos territórios, assim como o aumento de atividades agrárias, visto que a intensificação de queimadas está relacionada diretamente com às ações do

homem no espaço. E que também os focos possuem maiores intensidade nos períodos de poucas chuvas.

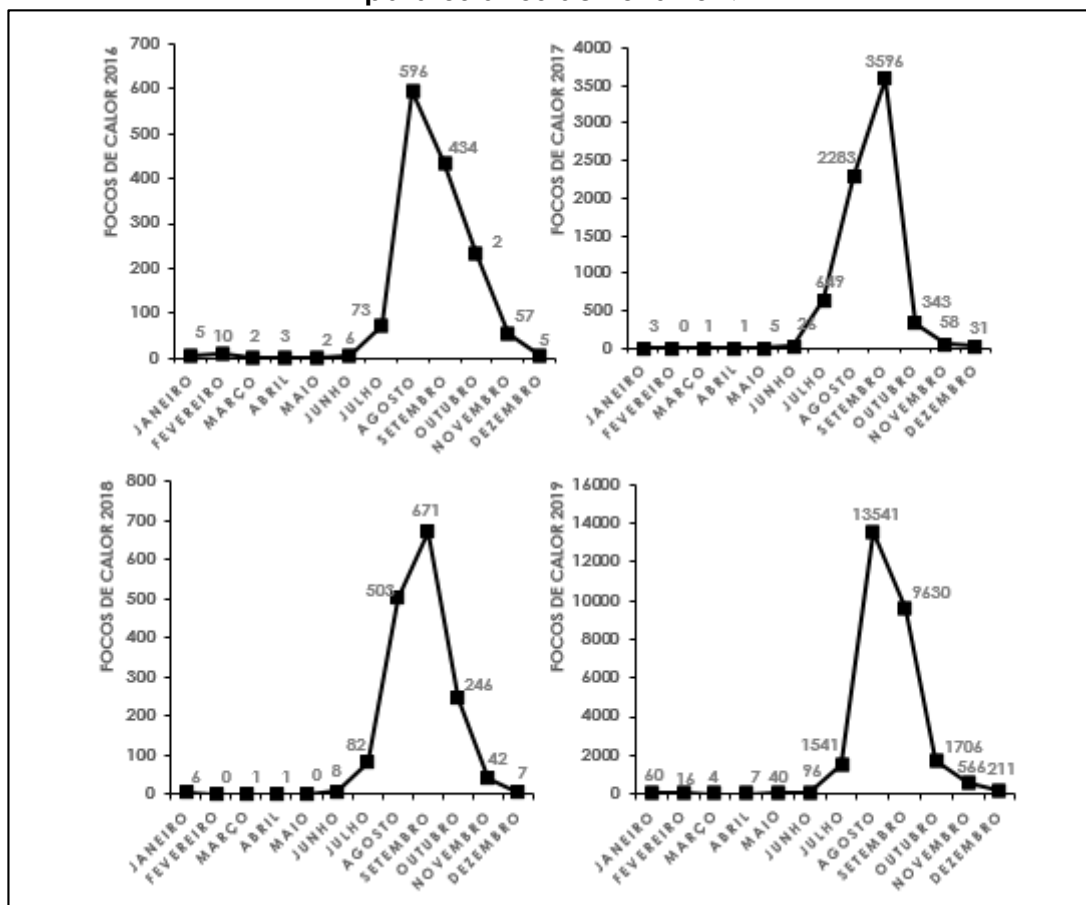
**Figura 2 – Gráfico de distribuição anual total dos focos de calor para os anos de 2016 a 2019, dados do satélite AQUA-UMD-TARDE e NOAA 20 em São Félix do Xingu**



Fonte: CPTEC/INPE (2020)

Na Figura 3 podemos visualizar os dados de distribuição mensal dos focos de calor, no qual é possível identificar que não houve uma variação no padrão dessa distribuição mensal, verificando-se um aumento mais expressivo no número de focos, entre os meses de julho a novembro, mas principalmente nos meses de agosto e setembro. Isso demonstra a existência de uma relação entre o número de focos detectados e fatores meteorológicos, tais como a não ocorrência de precipitação, altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar, visto que nos meses ao qual se observam as maiores taxas de focos são os mesmos que apresentam os menores índices pluviométricos, devido ser o período menos chuvoso na região do sudoeste paraense, onde encontra-se o município de estudo.

**Figura 3 - Distribuição mensal dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE e NOAA 20 em São Félix do Xingu, Pará, entre os anos para os anos de 2016 2019**



Fonte: CPTEC/INPE (2020).

Barbosa (2010), estudando a distribuição temporal dos focos de calor no estado de Roraima no período de 1999 a 2009 por meio dos satélites NOAA-12 e NOAA-15, verificou que os mais altos índices de focos de calor estavam ligados a períodos de estiagem prolongada, e que os municípios mais atingidos por focos de calor apresentam as maiores áreas com índices de desmatamentos e, por isso, devem aumentar o nível de atenção no período de poucas chuvas.

Segundo Justino *et al.*, (2002) o maior índice de focos de calor acontece

no Brasil entre os meses de junho a outubro, devido ao período que ocorrem também os menores valores de precipitação para parte central do País. Nessa perspectiva Silva *et al.* (2013), corroboraram em seus estudos que o comportamento da distribuição espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina no Estado baiano nos intervalos de 2000 a 2011 concluíram que 89% dos focos de calor corresponderam aos meses de outubro e novembro.

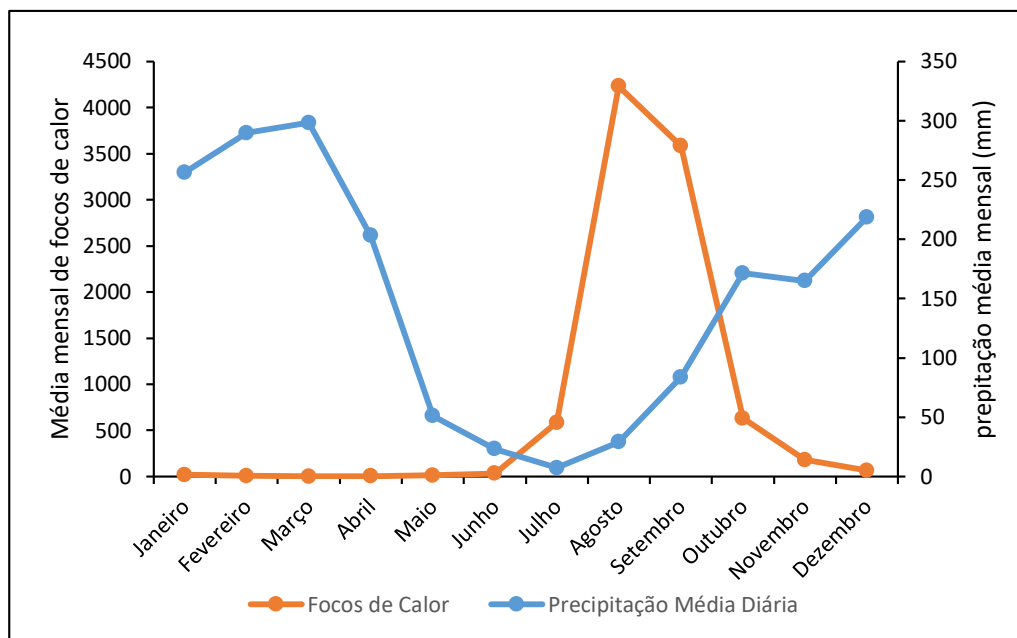
Ainda de acordo com estes autores, é no período de estiagem, justamente por ser tratar de um período do ano mais seco, onde acontece a redução da umidade de restos dos vegetais depositados no solo para cuidados com a terra, a exemplo da serapilheira depositadas ao solo, a qual torna esses materiais mais propícios à queima devido à pouca quantidade de água retida, logo tornando esse material mais inflamáveis.

Nesse sentido, os fatores climáticos também contribuem para o aumento ou redução de focos de calor, isso vai variar de acordo com as situações climatológicas do ambiente. Ou seja, conforme o número de chuvas cresce o registro de focos de calor diminuem. O contrário também acontece, mediante o decaimento da pluviosidade, o material particulado das arvores como troncos, galhos e caules secam tornando-se materiais mais suscetível a queima, alcançando dessa maneira maiores intensidades de focos de calor nos biomas.

Assim, podemos observar essa relação mencionada acima na Figura 4, através da correlação da média mensal do número de focos de calor com a média mensal diária de precipitação ocorridas no município de São Félix do Xingu. Verifica-se que os meses com maiores índices pluviométricos é o mês de janeiro a abril onde o pico do volume de água acontece no mês de março, fazendo a correlação do número de focos de calor nesse período que

a precipitação é bastante expressiva, notamos que o registro de feições desses focos, nesses meses do ano alcança uma média insignificante.

**Figura 4 – Gráfico mostrando a correlação entre precipitação média diária e a quantidade de focos de calor entre os anos de 2016 a 2019 no município de São Félix do Xingu**



Fonte: CPTEC/INPE (2020); INMET (2020).

A partir do mês de maio nota-se que a média pluviométrica começa a decair alcançando o seu nível mais crítico em relação a seca no mês de julho seguida do mês de agosto do “verão amazônico”, isso explica o acentuado número de focos de calor registrados nesses meses principalmente no mês de agosto em que o ambiente encontra-se mais favorável para o alastramento do fogo, e é justamente neste mês que ocorre o ápice do número de focos. De forma inversa, a partir do mês de setembro a precipitação volta a aumentar e esse crescimento acontece em todo restante do ano. E com esse crescimento do volume pluviométrico, a quantidades de focos de calor

começa a sofrer um novo retardo, chegando no mês de dezembro com médias irrisórias.

De acordo com Melo Neto *et al.*, (2019), estudando a espacialização dos focos de calor no município de São Félix do Xingu entre os anos de 2008 a 2017, demonstram que os focos de calor ocorrem com maior concentração principalmente na APA Triunfo do Xingu e nas áreas de assentamentos ao norte da cidade. Essas alterações na área de proteção é percebida significativamente pela fragmentação da paisagem devido ao assentamento Pombal (CHAVES, 2016).

O desmatamento na região apresenta-se com uma dinâmica específica em que a mudança cobertura florestal em pastagem associadas à pecuária em São Félix do Xingu. (COSTA; REIS, 2017). Em 2017 a APA Triunfo do Xingu teve 1.679.281 ha de conversão de floresta no interior em área protegidas por pressão de mudança de cobertura do solo em seu interior. (SOUZA JR *et al.*, 2018).

Verifica-se que a região norte e noroeste do município apresenta maior densidade de focos de calor como pode ser visto na Figura 5. Em todos anos avaliados, principalmente em 2019, percebemos as manchas de densidade alta e muito alta também pela região sudeste do município. Apresentaram-se também dispersas na região nordeste nos arredores da sede do distrito municipal e ao longo da BR-230 rodovia transamazônica. Esses fatores podem ser explicados pelo aumento da grilagem de terras, práticas comumente realizadas na região, motivados pelo reconhecimento do desmatamento por órgãos ambientais e Interesses políticos que incentivam ocupações de terras por posseiros (COSTA; REIS, 2017).

Nos mapas de Kernel (Figura 5), temos os resultados da interpolação dos focos de calor gerados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas

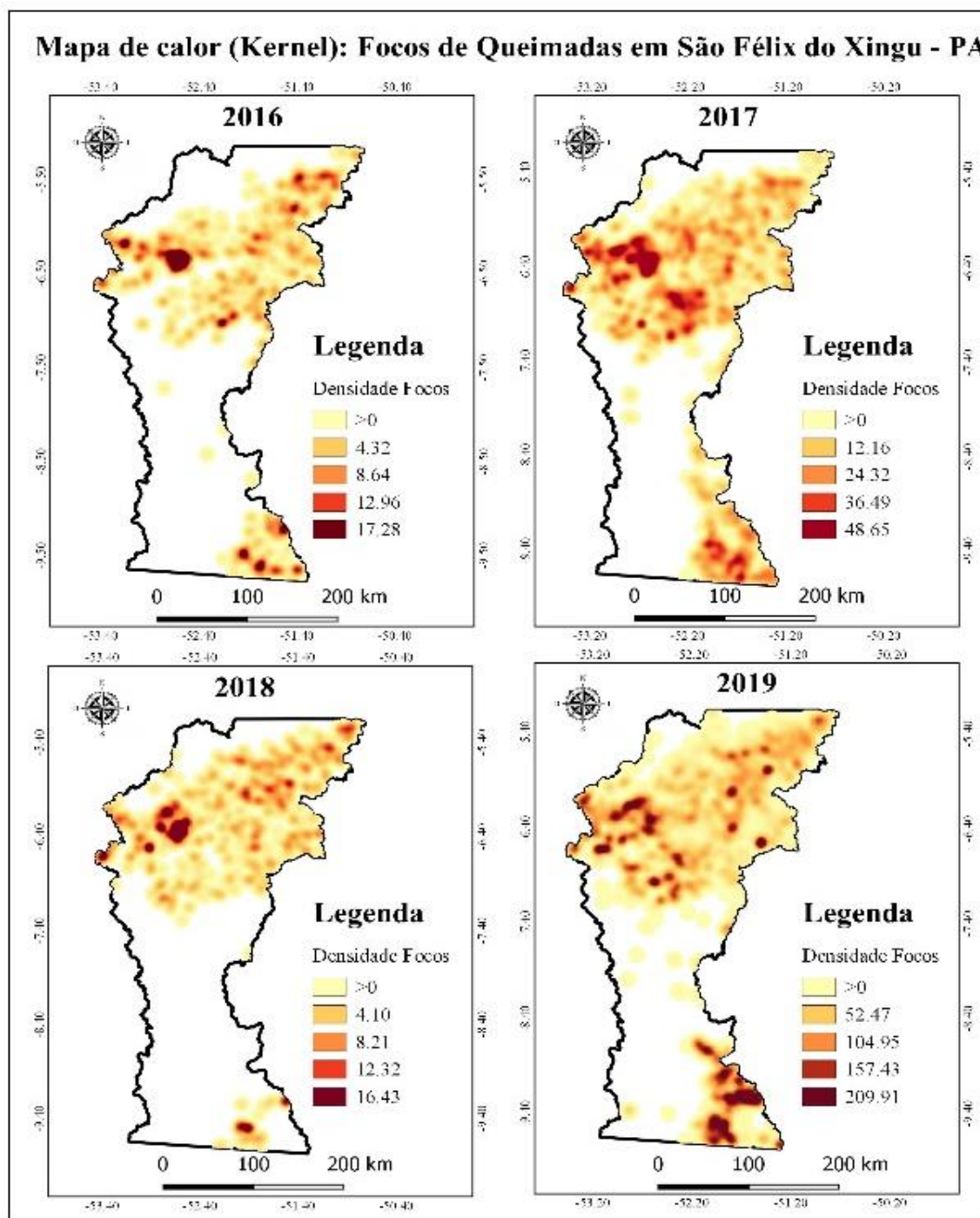


(SIGs), ao longo de cada ano avaliado, observou-se a intensidade destes na área estudada, e estimando-se assim a sua densidade por meio de cinco classes: sendo cada uma dessas classes, colocadas na legenda do mapa com o seu devido valor estatístico, gerados pelo método de interpolação do Kernel. No qual as cores claras em laranja e seguindo para alaranjado mais intenso representam os valores muito baixa, moderada, média. Enquanto as cores em vermelho claro e vermelho mais intenso indica alta e muito alta a incidência de focos, no local ou região onde sofreram a interpolação.

Esse número elevado de focos registrados está interinamente associado com a forma de manejo empenhado e do preparo de áreas para a expansão das atividades das lavouras e também da pecuária. Atividades essas, que são exercidas frequentemente com a aplicação do fogo na vegetação. Enquanto, a forte aglomeração de focos de calor concentrados na APA Triunfo do Xingu que segundo Melo Neto *et al.*, (2019), está associada com o adensamento populacional, principalmente as margens da estrada Canopus, a qual abriga uma ampla concentração de imóveis pertencentes a famílias rurais.

Ainda de acordo com aquele autor, outro fator eminente a esse valor abrupto de focos de calor encontrados em uma Área de Proteção Ambiental, no sudeste paraense é a sua condição de uso que é insuficientemente restritiva, aliado a esse fator tem a alta devastação dos recursos naturais, tais como uma maior extensão de áreas degradadas sendo consequências da expansão das fronteiras agrícolas, para devidos fins lucrativos com utilização de atividades agropecuaristas, minerárias e da comercialização madeireira com extração e devastação da floresta Amazônica.

Figura 5 - Mapas de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE e NOAA 20 para os anos de 2016 a 2019 em São Félix do Xingu



Fonte: CPTEC/INPE (2020).

Pinho *et al.*, (2016) em um estudo sobre os Territórios Desprotegidos e as Novas Fronteiras dos Recursos Naturais na Amazônia: Uma Análise dos Vetores de Pressão Antrópica na APA Triunfo do Xingu verificou que ao longo de nove anos de 2008 a 2016, houve uma média de 5978 focos de calor, um valor bastante significativo para uma Área de Proteção Ambiental. Tal fato explica a continuidade expressiva desses focos vivenciados na APA, com a presença de fortes manchas escuras, encontradas nos próximos anos analisados em que podem ser observados nos mapas de densidades elaborados para este estudo de 2016 a 2019.

Toda via, tal fenômeno ocorrido com a presença abrupta de focos de calor encontrados na APA está relacionada, com o seu processo histórico de ocupação e o uso de inapropriado dos recursos naturais pertencentes a essa área que atualmente compõe a APA. Visto que essas áreas são locais de fronteiras.

Mediante isso, a APA teve sua criação no ano de 2006 através do decreto estadual N° 2612 que teve como prioridade alcançar maior proteção da biodiversidade desses espaços e regularizar o processo de uso e apropriação, assim garantindo mais sustentabilidade da utilização dos recursos naturais (IDEFLOR, 2006). A criação da APA está relacionada diretamente com a preservação do espaço e redução de crimes ambientais, tais como o desmatamento acirrado, grilagem de terras e queima da vegetação ilegal e outros.

Assim, a fundação da APA teve como principal finalidade refrear o vasto desflorestamento de floretas cometidos na Amazônia paraense, procedentes das invasões de terras por posseiros e grileiros na região, logo essa prática intensiva de desmate das florestas, desta região são resultados deste processo de origem criminosa a qual teve seu andamento retardado

mediante a criação da APA. A qual teve todo um planejamento, visando formas de manejo mais sustentável do uso dos recursos naturais de maneira apropriada (DOLBLAS, 2015).

No entanto, o que se observa através deste estudo, utilizando o método de Kernel é que a APA sofre ainda diversas pressões antrópicas dentro do seu limite territorial, concentrando um forte adensamento de focos de calor. Em que os princípios de uso sustentável dos recursos da APA, não estão sendo mantidos e assegurados.

De acordo com Pinho *et al.*, (2017) a APA Triunfo do Xingu, sofre ameaças constantes de explorações indevidas de seus recursos naturais. Tal processo é fruto do contexto histórico relacionados a ocupação da Amazônia nas áreas consolidadas que outrora, tem se propagado em ritmo frenético em direção as novas fronteiras, no qual áreas de mata dão espaço para imensas áreas de pastagem a serviço da agropecuária sendo a manutenção dos pastos, é base do fogo que fundamenta a quantidade acentuada de focos de calor.

No qual nos chama muito atenção por ser uma área de proteção ambiental, em que é indagável que estas áreas venham a possuir uma maior proteção e fiscalização do poder público, através de seus respectivos órgãos de proteção ambiental.

Ademais, quase toda a região sudeste paraense é marcada por grandes intensidades de focos de calor, analisando ainda o kernel gerado contido na figura 5, verifica-se por meio dos mapas uma expansão de focos de calor no sentido norte-noroeste do município de 2016 para 2017 e, nos anos seguintes, uma intensificação desses focos.

Isso acontece devido à pressão agropecuária sofrida nos territórios do Xingu, exercida principalmente na região norte e nordeste do município e ao

sul na região de fronteira com o estado do Mato Grosso, e também de atividades ilegais como a grilagem de terras, práticas comumente realizadas na região sul do Pará. Onde a apropriação de terras públicas de forma extrajurídico continua sendo uma realidade vivenciada na Amazônia Paraense, que diversos grupos familiares de posseiros objetivam a transferência de terras da união para patrimônio próprio.

Terence *et al.* (2019), em um estudo sobre a grilagem de terras públicas federais e acumulação capitalista no Sudeste Paraense, argumenta que a grilagem de terras é um fato social contemporâneo no estado do Pará. Principalmente na região sul, em que grileiros e posseiros de apropriam de terras públicas federais articulando-se através desses processos com o objetivo de garantir a qualquer custo o desenvolvimento capitalista da pecuária nessa fração territorial da Amazônia Legal.

Ainda de acordo este autor, estão inseridas 8 glebas federais no distrito de São Félix do Xingu, arrecadadas a partir do Decreto 1.164/71. Havendo no município o cadastramento de 2.590 imóveis junto ao Programa Terra Legal, ocupando uma área de 351.811 ha. Entretanto, de acordo com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) existem, nas glebas federais, 5.288 imóveis rurais, ocupando uma área 1,72 milhão de ha e apenas 67 deles são certificados como patrimônios legalizados. A concentração de terras e a informalidade predominam nas detenções de terras em São Félix do Xingu.

Dentro dessa concepção, problemas fundiários presentes no Brasil como a grilagem, a concentração fundiária em massa com terras acumuladas nas mãos de fazendeiros cresce a prática de desflorestamento e conseqüentemente a violência no campo.

Ademais, a região sudeste do estado do Pará é marcada por grandes intensidades de focos, ainda de acordo com o autor isso acontece devido à

pressão agropecuária sofrida nos territórios do Xingu, exercida principalmente na região da fronteira com o estado do Mato Grosso. Além disso, a área de proteção ambiental (APA) do Triunfo do Xingu apresentou durante o período de nove anos de 2008 a 2016, uma média equivalente de 5978 focos de calor (PINHO, 2016). Ou seja, isso explica as fortes manchas escuras encontradas nos mapas de densidades elaborados. No qual nos chama muito atenção por ser uma área de proteção ambiental, em que é indagável, que estas áreas venham a possuir, uma maior proteção e fiscalização do poder público, através de seus respectivos órgãos de proteção ambiental.

## **CONCLUSÃO**

Observou-se que os focos de calor estiveram com uma maior concentração na região norte, e na APA Triunfo do Xingu, e nos meses onde ocorreram um menor grau de precipitação no município além da região sudoeste, que faz limite com o estado do Mato Grosso, e que pode ser explicado por este estado possuir uma maior propensão dessas áreas ao plantio e à pecuária. Enquanto aos números elevados de focos na APA Triunfo do Xingu, esse valor está associado ao próprio processo histórico da área. Estando inserida em região de fronteira essa região da APA, possuem uma forte concentração de propriedades rurais e como consequência disso, existindo maiores devastações dos recursos naturais com a presença de áreas degradadas, acarretadas especialmente pela expansão das fronteiras agrícolas, pecuárias e da exploração mineráveis e madeiras.

Desse modo, através do produto final gerado com o estimador de densidades é possível realizar um parecer crítico e promissor do desempenho dos pontos de incêndios, criando-se, assim, informações pertinentes e também qualitativas para o território de São Félix do Xingu, no período

estudado. É importante o aprofundamento deste tipo de pesquisa, pois permite cruzar informações com bases de dados de uso e ocupação da terra, cobertura vegetal, unidades de conservação entre outros.

Permitindo, através da utilização de geotecnologias, a produção de cartografias pontuais da área, para a tomada de decisões e enfrentamento do poder público e dos respectivos órgãos ambientais ao combate as queimadas e especialmente aos danos causados por ela no meio biofísico amazônico.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, 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**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 297-308, 2013.

BARBOSA, R. I. Distribuição Espacial e Temporal de Focos de Calor em Roraima Detectados Pelo Noaa-Avhr (1999-2009). *In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL*, 2010, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, PR: 2010.

BARBOSA, R. I. *et al.* Forest Fires in Roraima. **Brazilian Amazonia. International Forest Fire News**, v. 28, p. 51-56, jan-jul. 2003.

BATISTA, A. C. Detecção de Incêndios Florestais por Satélites. **Revista Floresta**, v.34, n.2, p. 237-241, 2004.

BROWN, I. F.; SELHORST, D.; PANTOJA, N. V.; MENDOZA, E. R. H.; VASCONCELOS, S. S.; ROCHA, K. da S. Os desafios do monitoramento de desmatamento, queimadas e atividade madeireira na região MAP na região da fronteira de Bolívia, Peru e Brasil. *In: DISPERATI, Atílio Antonio; SANTOS, João Roberto dos (ed.), Aplicações de Geotecnologias na Engenharia Florestal*. Curitiba, Copiadora Gabardo, 2004. p. 70-77.

CHAVES, I. S. B. **Utilização de métricas da paisagem na análise dos remanescentes de vegetação em uma área privada do município de São Félix**

*Geografia: Publicações Avulsas. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v.2, n. 1, p. 395-419, jan./jun. 2020. ISSN: 1677-8049.*



**do Xingu-PA.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização). Universidade de Brasília – UNB, 2016.

COSTA, A. L. S. da; REIS, L. R. A contribuição da APA Triunfo do Xingu para o ordenamento fundiário na região da Terra do Meio, estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 96-102, 2017.

DOBLAS, J. **Rotas do saque:** violações e ameaças à integridade territorial da Terra do Meio (PA). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 2. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

FRANÇA, H.; RAMOS NETO, M; B.; SETZER, A. **O Fogo no Parque Nacional das MMA,** 2007. (Série Biodiversidade, v. 27).

GUIMARÃES, J. R. S *et al.* **A importância da cultura do cacau para o desenvolvimento local no território da Transamazônica (PA):** Um estudo centrado em alternativas de sustentabilidade econômico-espacial, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 28 de jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Síntese de Informações do Município de São Félix do Xingu-PA,** 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu>. Acesso em: 28 jan. 2020.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ - IDESP. **Estatística Municipal: São Félix do Xingu,** 2014. Disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/92.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Portal De Monitoramento de Queimadas e Incêndios, **Queimadas,** 2020. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 11 de fev. de 2020.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ. IDEFLOR – BIO. **APA Triunfo do Xingu,** 2018. Disponível em:

<http://ideflorbio.pa.gov.br/unidades-deconservacao/regiao-administrativa-do-xingu/apa-triunfo-do-xingu/>. Acesso em: 14 jul. 2020.

JUSTINO, F. B.; Souza, S. S. de; Setzer, A. Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, FOZ DE IGUAÇU-PR, 12., 2002. Anais [...]*. Foz do Iguaçu, 2002.

KAWAKUBO, F. S.; Morato, R. G.; Luchiari, A. Mapeamento do desmatamento em São Félix do Xingu utilizando composição colorida multitemporal de imagens frações sombra. **Revista da ANPEGE**, v. 9, n. 11, p. 119-133, 2013.

LOPES, A. C. L. *et al.* Análise da distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 298-303, 2017.

MORISSETTE, J. T.; Giglio, L.; Csiszar, I.; Setzer, A.; Schroeder, W.; Morton, D.C.; Justice, C. **Validation of MODIS active fire detection products derived from two algorithms**. *Earth Interactions*, v.9, n.9, p. 1-24, 2005.

MELO NETO, P. R.; COSTA, C. M. C; BARROS, Y. S. S; PANTOJA, P. C. S *et al.* Diagnóstico temporal da incidência de focos de queimada na vegetação de São Félix do Xingu – PA, no período de 2008 a 2017. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. Anais eletrônicos [...]*. Campinas: GALOÁ, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/diagnostico-temporal-da-incidencia-de-focos-de-queimada-na-vegetacao-de-sao-felix-do-xingu-pa-no-periodo-de-2008-a-2>. Acesso em: 13 mar. 2020.

PINHEIRO, P. S.; Borges, E. F. quantificação e análise da distribuição espacial dos focos de calor na Sub-Bacia do Rio Grande-BA. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO - GEONORDESTE, 2014, Aracaju. Anais [...]*. Feira de Santana– BA: GEONORDESTE, 2014.

PINHO, B. C. P.; PINHO, B. C. P.; GOMES, D. O. **Territórios Desprotegidos e as Novas Fronteiras dos Recursos Naturais na Amazônia: uma análise dos vetores de pressão antrópica na APA Triunfo do Xingu–PA**, 2017.

QGIS.ORG. Sistema de Informação Geográfica QGIS. **Projeto da Fundação Geoespacial de Código Aberto**, 2019.

SANTOS, T. R dos. **Inferência, previsão e suavização em modelos estruturais Gaussianos e não-Gaussianos**, 2012.

*Geografia: Publicações Avulsas. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v.2, n. 1, p. 395-419, jan./jun. 2020. ISSN: 1677-8049.*

SAIDLER, M. F. A (re) invenção da fronteira na Amazônia: O caso de São Félix do Xingu/Pará. ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL. 17., 2017. São Paulo. **Anais** [...], São Paulo, 2017.

SILVA, A. L. Quando a união faz a força: Um estudo de caso da comunidade de São Felix do Xingu no combate ao desmatamento ilegal. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 2012. Belém – PA, 6., 2012. **Anais** [...], Belém – PA, 2012.

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, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

SOUZA JR, Carlos *et al*. Desmatamento em Áreas Protegidas. *In*: **O estado das áreas protegidas**, Imazon, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Antonio\\_Fonseca21/publication/327871812\\_Desmatamento\\_em\\_Areas\\_Protegidas/links/5baaa4ce299bf13e604c8a28/Desmatamento-em-Areas-Protegidas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Fonseca21/publication/327871812_Desmatamento_em_Areas_Protegidas/links/5baaa4ce299bf13e604c8a28/Desmatamento-em-Areas-Protegidas.pdf). Acesso em: 19 jul. 2020.