



# COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

## DINÂMICA ESPACIAL – TEMPORAL DE QUEMADURAS EN ANAPU / PA: UN ANÁLISIS EXPLORATORIO

## SPACE DYNAMICS – TEMPORAL OF BURNS IN ANAPU/PA: AN EXPLORATORY ANALYSIS

Apresentação: Comunicação Oral

Gabriel Garreto dos Santos<sup>1</sup>; João Paulo Ferreira Neris<sup>2</sup>; Jameles Silva de Sousa<sup>3</sup>; Maciel Garreto dos Santos<sup>4</sup>; Tatiana Pará Monteiro de Freitas<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0123>

### RESUMO

O presente artigo objetivou identificar os principais focos de queimadas no município de Anapu, Pará, nos anos de 2014 a 2019 e contribuir para a discussão sobre a avaliação espacial e temporal das queimadas em relação a existência de crimes ambientais no município. Para isso foram utilizadas ferramentas do sensoriamento remoto (SR) e sistema de informação geográfica (SIG) para o cruzamento e sobreposição dos dados utilizados nas análises. A base cartográfica do limite municipal foi obtido do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os focos de queimadas foram coletados na plataforma Bdqueimadas/Inpe, dados de desmatamento foram colhidas do Programa de Monitoramento da Amazônia (PRODES) e os embargos adquiridos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Em seguida ambos os dados foram espacializados no software Qgis 3.10, e sequência foi aplicado o algoritmo de Kernel. Dessa forma, foi possível fazer as devidas correlações espaciais das informações supracitadas. Observou-se, no intervalo estudado que o maior registro de incidências de queimadas foi o ano de 2019, concentrando 52,02% do total de focos acumulados de 2014 a 2019. Esses focos se concentraram principalmente nas regiões norte, nordeste e oeste do município, ao longo da BR-230, apresentando maior ocorrência entre os meses de setembro e novembro. Tais registros desse processo, estão rotineiramente relacionados de atividades antrópicas como desmatamentos, queima de vegetação que tem resultado em diversas propriedades embargadas, comprovadas com a metodologia utilizada, para este estudo. Por fim, o uso dessa metodologia apresentou-se, como uma ferramenta promissora, que através do uso de geotecnologias foi possível espacializar e reunir em um só produto cartográfico os focos de calor, os desmatamentos e as áreas embargadas, desta forma confirmando que a maioria dos focos de calor registrados no município estar ligado ao processo de desflorestamento e outras práticas irregulares resultando em diversos crimes

<sup>1</sup> Agronomia, IFPA Campus Castanhal, [gabryelgarreto@gmail.com](mailto:gabryelgarreto@gmail.com)

<sup>2</sup> Agronomia, IFPA Campus Castanhal, [paulonerisfer1@gmail.com](mailto:paulonerisfer1@gmail.com)

<sup>3</sup> Agronomia, IFPA Campus Castanhal, [jhamelles8296@gmail.com](mailto:jhamelles8296@gmail.com)

<sup>4</sup> Ciências Biológicas, UFMA Campus Chapadinha, [macielgarreto@hotmail.com](mailto:macielgarreto@hotmail.com)

<sup>5</sup> M.a em Desenvolvimento Rural, IFPA Campus Castanhal, [tatiana.para@ifpa.edu.br](mailto:tatiana.para@ifpa.edu.br)

ambientais, sendo comprovados através desses mesmos espaços que sofreu o desmate e ateamento do fogo, que tem resultado em propriedades embargadas.

**Palavras-Chave:** Geotecnologias, Método de Kernel, Análise Espacial.

### RESUMEN

Este artículo tuvo como objetivo identificar los principales incendios en el municipio de Anapu, Pará, en los años 2014 a 2019 y contribuir a la discusión sobre la evaluación espacial y temporal de los incendios en relación a la existencia de delitos ambientales en el municipio. Para eso, se utilizaron herramientas de teledetección (SR) y sistema de información geográfica (GIS) para cruzar y superponer los datos utilizados en los análisis. La base cartográfica del límite municipal se obtuvo del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), los incendios se recolectaron en la plataforma Bdqueimdas / Inpe, los datos de deforestación se recolectaron del Programa de Monitoreo Amazónico (PRODES) y los embargos adquiridos del Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA). Luego, ambos datos se especializaron en el software Qgis 3.10, y posteriormente se aplicó el algoritmo Kernel. Así, fue posible realizar las correlaciones espaciales adecuadas de la información antes mencionada. Se observó, en el intervalo estudiado, que el mayor registro de incidencia de incendios fue el 2019, concentrando el 52.02% del total de brotes acumulados de 2014 a 2019. Estos brotes se concentraron principalmente en las regiones norte, noreste y oeste del municipio. , a lo largo de la BR-230, presentando una mayor ocurrencia entre los meses de septiembre y noviembre. Dichos registros de este proceso, se relacionan rutinariamente con actividades antrópicas como la deforestación, quema de vegetación que ha dado lugar a varias propiedades embargadas, comprobadas con la metodología utilizada, para este estudio. Finalmente, el uso de esta metodología se presentó, como una herramienta prometedora, que mediante el uso de geotecnologías se logró espacializar y agrupar en un solo producto cartográfico los puntos calientes, la deforestación y las áreas embargadas, confirmando así que la mayoría de los puntos calientes registrados en el municipio está vinculado al proceso de deforestación y otras prácticas irregulares resultando en varios delitos ambientales, siendo comprobado a través de estos mismos espacios que sufrieron deforestación e inicio de incendios, lo que ha resultado en propiedades embargadas.

**Palabras Clave:** Geotecnologías, Método Kernel, Análisis Espacial.

### ABSTRACT

This article aimed to identify the main fires in the municipality of Anapu, Pará, in the years 2014 to 2019 and contribute to the discussion on the spatial and temporal assessment of fires in relation to the existence of environmental crimes in the municipality. For this, remote sensing (SR) and geographic information system (GIS) tools were used to cross and overlap the data used in the analyzes. The cartographic basis for the municipal boundary was obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the fires were collected on the Bdqueimdas / Inpe platform, deforestation data were collected from the Amazon Monitoring Program (PRODES) and the embargoes acquired from the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA). Then both data were specialized in the Qgis 3.10 software, and the Kernel algorithm was applied afterwards. Thus, it was possible to make the appropriate spatial correlations of the aforementioned information. It was observed, in the interval studied, that the highest record of incidence of fires was 2019, concentrating 52.02% of the total accumulated outbreaks from 2014 to 2019. These outbreaks were concentrated mainly in the north, northeast and west regions of the municipality , along the BR-230, presenting a greater occurrence between the months of September and November. Such records of this process, are routinely related to anthropic activities such as deforestation, burning of vegetation that has resulted in several embargoed properties, proven with the methodology used, for this study. Finally, the use of this methodology presented itself, as a promising tool, that through the use of geotechnologies it was possible to spatialize and bring together in a single cartographic product the hot spots, deforestation and embargoed areas, thus confirming that the majority of the hot spots registered in the municipality is linked to the process of deforestation and other irregular practices resulting in several environmental crimes, being proven through these same spaces that suffered deforestation and fire starting, which has resulted in embargoed properties.

**Keywords:** Geotechnologies, Kernel Method, Spatial Analisis.

## INTRODUÇÃO

O uso do fogo é um mecanismo muito utilizado na agricultura itinerante, em que os trabalhadores rurais realizam esse processo dias seguintes da derrubada das árvores utilizando essa técnica, como alternativa viável e econômica, para eliminação de resíduos florestais como folhas, galhos e troncos das árvores, que é um método utilizado no preparo de áreas agricultáveis, tanto para inserção de novas culturas como na instalações de pastagens na criação de animais.

Sendo o fogo aplicado como um processo de preparo do terreno, servindo como mecanismo de manejo do solo, em áreas agrícolas, essa técnica é concedida erroneamente aos povos tribais habitantes dos grandes centros de florestas, que tinha costume de atear fogo nas coivaras de seus roçados (NOVAIS, 2017).

Nos territórios amazônicos, é possível verificar o fogo ocasionado pelo o homem como também de combustão espontânea, esse ocorrido com maiores proporções em períodos de secas prolongadas. Além do fogo proveniente de fenômenos naturais através de raios e descargas elétricas proporcionadas pelo mesmo nos centros de florestas.

Podendo ser ecologicamente entendidos como um entre os mais diferentes fatores contribuintes que atuam nos ecossistemas naturais e também dentro dos agroecossistemas de produções agrícolas. Ou seja, os incêndios vivenciados nas florestas, têm em suas causas processos tanto de ações e das atividades antrópicas dentro do meio biofísico amazônico, como de processos naturais ofertados entre o elo da própria natureza.

As ações antrópicas marcam o seu início com o uso das chamas como ferramenta para alcançar as mais distintas funções desde ampliar as fronteiras agrícolas convertendo os espaços reservados de florestas, em novos arranjos no espaço geográfico com a implantação de pastos e terrenos destinados as lavouras (CUNHA et al., 2007).

Dentro desse contexto, no continente norte americano, países como os Estados Unidos da América (EUA) e o Canadá, as maiores taxas de incêndios florestais ocorridas são ocasionadas por fatores naturais especialmente pelo aumento da queda de raios, A exemplo disso, o Canadá segundo Lourenço (2018) possuem 85% de seus incidentes ocasionados pela ação do fogo proporcionados por relâmpagos. Enquanto nos países europeus, as questões principais no alastramento das chamas do fogo cometidos na vegetação são consequências das diversas atividades do homem na natureza, trazendo como resultados questões ligadas a própria cultura do local e também questões políticas e sociais diversificando de acordo com as diferenças geográficas dos territórios.

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

Em relação aos países da América do sul dando ênfase para o Brasil, é comum o emprego do fogo, com finalidade de limpar e manejar os espaços reservados as atividades da lavoura e pecuária dentro da agricultura, desde a sua forma remota como em sistemas de produção de modo intensivo, operando na erradicação de resíduos florestais como troncos, galhos e copas de árvores e também na renovação de pastagens (HERAWATI; SANTOSO, 2011). Além da prática do fogo ser muito usada ainda para a realização de atividades como manejo de forma ilegal, como limpezas dos terrenos auxiliando na erradicação das florestas amazônicas cometidas pelos desmatamentos, que em suma ocorre de maneira criminosa que outrora será analisada no escopo deste estudo.

Segundo Thomaz et al., (2014) uma área classificada como foco de calor são aquelas, as quais se encontra em grau de temperatura elevada a mais de 47°C e sendo esse fenômeno detectados quase sempre através de satélites orbitais, constituindo parte importante do sistema de monitoramento de incêndios florestais. Nesse enquadramento, o Brasil emerge como líder entre os países do continente Sul Americano em queimas de vegetações, escancarando maior aglomeração de focos de calor registrados com maiores intensidades nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

Nesse cenário, a Amazônia dando espaço para os territórios pertencentes a Amazônia Paraense, exhibe em seu histórico de desmatamento desde a década de 1960 intensificada na década seguinte em 1970, com o início da ocupação dessas regiões por diferentes povos especialmente nordestinos e de outros lugares e frente do Brasil, em que estradas e vicinais foram abertos perfurando a floresta ao meio para fins, de assentamento dessa população.

Uma estratégia do governo militar em tentar resolver um dos problemas seculares do país, sendo este a distribuição das terras, ou seja, a reforma agrária além do interesse de tornar a Amazônia produtiva (GUIMARÃES 2011). Tais medidas tomadas pelo governo que geriam a política da época possibilitou o incentivo do processo migratório e num futuro próximo tornando esses espaços em adensamentos urbanos.

No ano de 2018, o estado do Pará, localizado ao Leste da Região Norte brasileira, registrou 22.092 focos de calor em todo o seu território, sendo considerado o estado com maior concentração de focos de calor na Amazônia legal, apresentando (36%), seguido por Amazonas (19%) e Tocantins (13%) (FONSECA et al., 2019).

Atualmente, o Pará é geopoliticamente dividido em seis Mesorregiões e há destaque para as Mesorregiões Sudeste e Sudoeste Paraense, por apresentar altos índices de focos de calor, muito provavelmente devido a incêndios associados à mudança do uso da terra, corroborando o início do povoamento de seus municípios, sobre tudo condicionado pelo o



próprio Programa de Integração Nacional (PIN) que, nesse contexto, deu-se a partir da exploração de seus recursos naturais com aberturas de fronteiras agrícolas, atividades mirárias e madeireira.

Mediante essa problemática, enfrentada principalmente em maiores proporções nos períodos de baixas precipitações na Amazônia Paraense, surgem as geotecnologias como uma importante ferramenta de subsídio na gestão ambiental brasileira, quando se trata da assimilação e observação desses fenômenos, que é a presença das chamas na vegetação ocorridas assim, de tal maneira permitindo localizar esses eventos em períodos instantâneos no espaço geográfico, possibilitando a contagem e na análise exploratória desses dados para estudos de análises temporais das áreas onde vieram a sofrer maiores impactos acometidos pelo efeitos do fogo (ASSIS et al., 2014).

Nesse sentido, análises provenientes de sistemas de informações geográficas (SIGs) em conjunto com técnicas de sensoriamento remoto tem permitido visualizar de forma sistematizada a distribuição de focos de calor de modo temporal e espacial, visualizando desta maneira o comportamento das queimadas ocorridas nos diferentes biomas brasileiros. Podendo ainda, averiguar as interações do fogo com as relações sócio-ambientais da região (PERREIRA, 2012).

Assim, a disponibilização de informações geográficas quanto a sua extensão e localização de áreas atingidas pelas chamas atualizadas é de grande importância pois permite melhor avaliar as perdas econômicas, causadas pelo fogo e os efeitos deixados nos ecossistemas naturais e também nos agroecossistemas de produções de alimentos.

Com isso, o monitoramento geoespacial sobre as mudanças acontecidas no processo de uso e ocupação da terra e modelos atmosféricos e de pressões climáticas sofridas devidos à queima da biomassa, é de extrema utilidade, pois permite inflamar a localização desses locais onde o risco do fogo é considerada maior e a ocorrência de incêndios é mais frequente, (SILVA; ROCHA; ANGELO, 2011).

Dessa forma, representar esses registros que ocorreu os focos de calor, por meio de mapeamento temático permite ao longo dos anos, gerar um banco de dados históricos que possibilita acompanhar a verificação da dinâmica e as tendências de sua localização no espaço visando tomadas de decisões preventivas frente a problemática.

Para tanto, torna fundamental localizar esses focos de queimadas e indentificar fenômenos correlacionados a eles como dados subsidiários, tais como o desmatamento e áreas embargadas, neste último caso, sendo resultados de ambos os processos.

Desse modo, é possível observar de forma acurada por meio de localização geográfica,

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

com o uso de ferramentas geotecnológicas, se tais áreas que tiveram a sua vegetação derrubada, ocupam o mesmo posicionamento geográfico similar ou igual no espaço, aos quais vieram a ser detectados os focos de queimadas, e se os polígonos resultantes dessas atividades resultaram em áreas que vieram a sofrer embargos. Dessa maneira, é possível apontar se houve ou não, a prática de crime ambiental, na região de interesse de estudo.

Diante dessa temática abordada, o objetivo da presente pesquisa é identificar os principais focos de queimadas no município de Anapu, Pará, nos anos de 2014 a 2019 e contribuir para a discussão sobre a avaliação espacial e temporal das queimadas em relação a existência de crimes ambientais no município.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Carrero et al., (2016) a queimada é uma prática florestal ou agropastoril onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como um fator de produção. Enquanto Miranda, (2002) fala que a queimada não é sinônimo de incêndio. A queimada é uma tecnologia agrícola, praticada há milhares de anos pelos indígenas brasileiros (coivara), incorporada na prática agrícola dos povoadores portugueses do século XVI.

Neste sentido, vale ressaltar que os focos de calor são de inteira relevância quando se fala em queimadas. Segundo o (INPE, 2011) o foco de calor é qualquer temperatura registrada acima de 47°C, em relação a observação de satélites, são pixels na imagem com intensidade infravermelha correspondente a vegetação queimada em que um foco pode representar uma queimada, parte de um incêndio maior ou outras fontes de calor, como por exemplo, a reflexão de luz da superfície de um lago.

Devido algumas dificuldades as imagens de satélites não podem detectar todas as queimadas, apesar disso, o número de focos junto com outras informações providenciadas pelos satélites podem ser usadas para estimar a área queimada, detecção e monitoramento dos incêndios florestais, estimação de risco de fogo e para avaliação da influência de outros fatores ambientais (DEPPE et al 2005; ARAGAO et al, 2008).

Enquanto Vasconcellos et al., (2007) assume que os focos de calor têm sido amplamente utilizados como indicadores de quando e onde a queima ocorreu e também para monitoramento de incêndios e queimadas. Assim, compreender a dinâmica do uso do fogo é de grande potencial para influenciar as políticas públicas para a prevenção, combate, controle e monitoramento de incêndios.

Conforme Zaidan, (2017), o geoprocessamento é considerado um ramo de atividades definido com o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a

coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados ou informações espaciais ou georreferenciadas.

Tendo como característica principal o atributo de localização, ou seja, estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas. Vários satélites (com características diferentes em termos de resolução espacial, bandas espectrais, tempo e frequência de escaneamento) estão disponíveis para monitoramento das várias características do fogo: áreas de risco, incêndios atualmente ativos, área queimada, fumaça, emissão de poluentes (ZAIDAN, 2017).

## **METODOLOGIA**

### ***Área de Estudo***

O estudo foi conduzido no município de Anapu, pertencente a Mesorregião do Sudoeste do Estado do Pará, e Microrregião de Altamira, situado na Rodovia Transamazônica, vicinal do km 120, localizado entre as coordenadas geográficas 02°56'49" de latitude Sul e 51°17'05" de longitude a Oeste (Figura 1). Com uma população estimada em 27.161 habitantes e uma área de 11951,79 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

Anapu, tem na sua origem de formação a partir da expansão das fronteiras agrícolas no início da década de 1970, com a abertura da Rodovia Transamazônica (BR 230). Este município está localizado na porção norte brasileira, dentro da Amazônia legal. Situado às margens da BR-230 Rodovia Transamazônica, no qual a mesma, foi planejada para integrar melhor, o Norte ao restante do país, bem como servir de corredor logístico para promover tanto a implantação de projetos de colonização e reforma agrária, quanto de grandes projetos agropecuários empresariais, como parte do Programa de Integração Nacional (PIN, 1970) Folhes et al (2016).

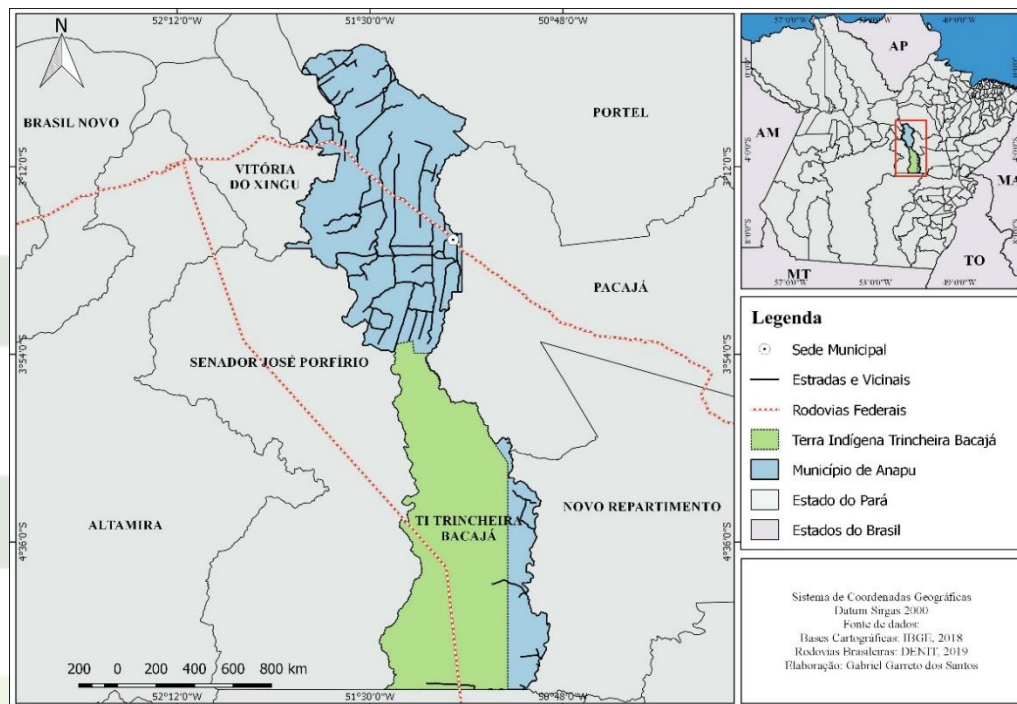
A estratégia de distribuição das terras devolutas na Amazônia foi materializada através de um decreto lei nº 1.164 de 01 de abril de 1971, onde em seu Art. 1º declarava indispensável à segurança e ao desenvolvimento nacionais, na região da Amazônia Legal, as terras devolutas situadas na faixa de 100 (cem) km de largura em cada lado do eixo de rodovia (BRASIL, 1971). Com esse decreto transformou-se terras devolutas em terras da união.

A região apresentava antes da abertura da rodovia, uma dinâmica de exploração extrativista, prioritariamente a coleta do látex, para a produção da borracha (HERRERA; GUERRA, 2006). Com a abertura da estrada possibilitou-se a implantação e desenvolvimento de projetos oficiais e particulares de colonização direcionada em suas margens. Gradativamente, o extrativismo foi dando espaço a expansão de cultivos agrícolas e de sistemas

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

de criação de gado bovino (HERRERA; GUERRA, 2006).

**Figura 01:** Mapa de Localização do Município de Anapu, Pará.



Fonte: Santos (2020).

### *Aquisição de dados*

As informações referentes ao registro da incidência dos focos de calor para o período de 2014 a 2019 foram obtidas por meio de informações estatísticas secundárias disponibilizadas pelo Centro de Pesquisa do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE do Programa (BDQUEIMADAS).

Para o levantamento de dados utilizou-se as variáveis: satélites, escala temporal mensal e anual, escala espacial países, estados e região espacial. Coletado-se, os dados gerados, para este estudo dados dos satélites AQUA M-T e NOAA -20, que fornecem dados por frações horárias.

Na análise da dinâmica da distribuição dos focos de calor no período observado, os dados foram organizados em uma única base específica temporal em forma de tabela no Excel compondo os valores mensais e anuais, estratificados por estados e regiões, com a finalidade de facilitar a manipulação e estatística dos dados.

E as informações colhidas sobre o desmatamento foram coletados na base de dados do Programa de Monitoramento da Amazônia (PRODES/INPE). E as áreas que sofreram embargo foram adquiridas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – (IBAMA). As informações geográficas e espaciais tais como os limites territoriais municipais e estaduais foram obtidas secundariamente do Instituto Brasileiro de Geografia e



Estatística – (IBGE).

### ***Processamento de dados***

Os dados de focos de calor foram organizados por ano em uma única base de dados, com o objetivo de facilitar o manuseio e edição das informações em sua tabela de atributos. Ambas as bases (territórias e focos de calor) foram manuseadas em formato vetorial (*shapefile*) em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) Qgis 3.10.

Em seguida foram sobrepostas a essas camadas dos focos de calor com os dados de desmatamento adquiridas no Prodes e os dados das áreas embargadas fornecidas pelo Ibama, do município de Anapu e limites territórias, ambas adquiridas no formato vetorial do tipo (*shapefile*) armazenados e processados no mesmo software.

Após isso, foi aplicado o método de estimador de densidade de Kernel. A partir da densidade de kernel, foram criados mapas para cada ano em estudo utilizando-se um raio de cinco mil (5) metros para comparação a nível de adensamento desses focos, durante os anos de (2014 a 2019). Assim, foi utilizado o algoritmo estimador de densidade Kernel por ser um ferramenta presente no próprio software Qgis, principalmente devido este ser um indicador de fácil uso e explanação de dados geográficos (CABRAL & SOUZA, 2008).

Na etapa metodológica final, os produtos gerados com os focos de calor foram correlacionados com o mapeamento de agrupamentos de áreas desmatadas e embargadas como forma de comprovar se houve ou não a prática irregular de crimes ambientais que vieram a ser acometidos no município objeto deste estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio da análise das informações, verificou-se que, entre os anos estudados no município de Anapu-PA, registrou um número de 5.221 focos de calor no intervalo de 6 anos entre os anos de 2014 a 2019 com uma média de 870 desse focos.

Esses valores são apresentados em maior percentual no ano de 2019 com 52, 02% do total de focos acumulados registros (Tabela 1). Em relação a espacialização, os focos de calor se dispõem de forma mais intensa nos meses de agosto a novembro, meses historicamente mais secos na região.

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

**Tabela 01.** Focos de calor detectados pelo satélite AQUA-MT entre 2014 e 2018 e NOAA-20 no ano de 2019 em Anapu, Pa

Mês/ Ano	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	1	8	7	3	13	3
Fevereiro	0	0	1	0	0	1
Março	1	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	1
Maiο	1	0	0	0	0	2
Junho	1	0	1	0	8	9
Julho	0	2	3	22	1	24
Agosto	10	23	16	19	7	187
Setembro	40	45	46	55	5	172
Outubro	106	142	106	148	165	979
Novembro	244	209	193	256	247	988
Dezembro	74	139	29	81	27	350
TOTAL	478	568	402	584	473	2.716

**Fonte:** CPTEC/INPE

O total registrado durante os anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 foram os anos que apresentaram os menores registros, que juntos correspondem a 53,79% do total de focos, é possível verificar através do gráfico de distribuição anual total dos focos de calor (Figura 02) que de 2014 até 2018 o número de focos apresentam uma tendência quantitativa percentual similar variando entre 8 a 11 %, porém, quanto ao ano de 2019 registrou-se uma forte concentração de focos desconstruindo essa tendência e elevando o índices de queimadas na região.

Além disso, diversos fatores contribuem para o acontecimento desses focos e sua intensificação, incluindo fatores climáticos e meteorológicos, a exemplo do El Niño (2014 e 2015), esse fenômeno pode elevar o número de focos de calor registrados e condicionalmente o fogo que ocasiona os incêndios ocorridos na vegetação, favorecidos especialmente devido ao aumento de secas prolongadas e perda de umidade (COCHRANE, 2003). Além de atividades antrópicas que tem colaborado para o aumento e gradação das queimadas da Amazônia.

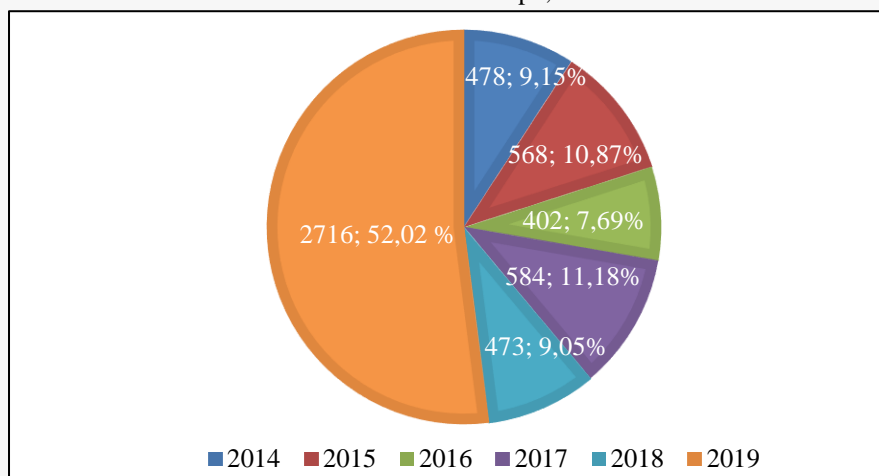
Corroborando com Abreu e Souza, (2016) que estudando a Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso, no qual verificaram acentuados números de focos de calor em regiões com grande período de secas prolongadas.

Tal fato, ocorre devido a suscetibilidade e propensão que a vegetação possui, devido os materiais particulados das árvores, como os troncos, galhos e folhas estarem mais secos e propenso, devido a pouca quantidade de água retidas, aumentando a sustentabilidade da queima, podendo ser intensificada pela ação do homem na natureza.

Podendo ainda, ser encontrado na literatura outras discussões acerca de demais atividades ligadas ao crescimento favorável ao acréscimo dos focos de calor, tais como

mudanças contidas e ocorridas no espaço geográfico sobre do uso da terra, as formas de manejo empregado nos agroecossistemas ligados a produções agrícolas, além da fragmentação das florestas (ARMENTERAS et al., 2013).

**Figura 02.** Distribuição anual total dos focos de calor para os anos de 2014 a 2019, dados do satélite AQUA-MT e NOAA-20 em Anapu, Pará



Fonte: CPTEC/INPE

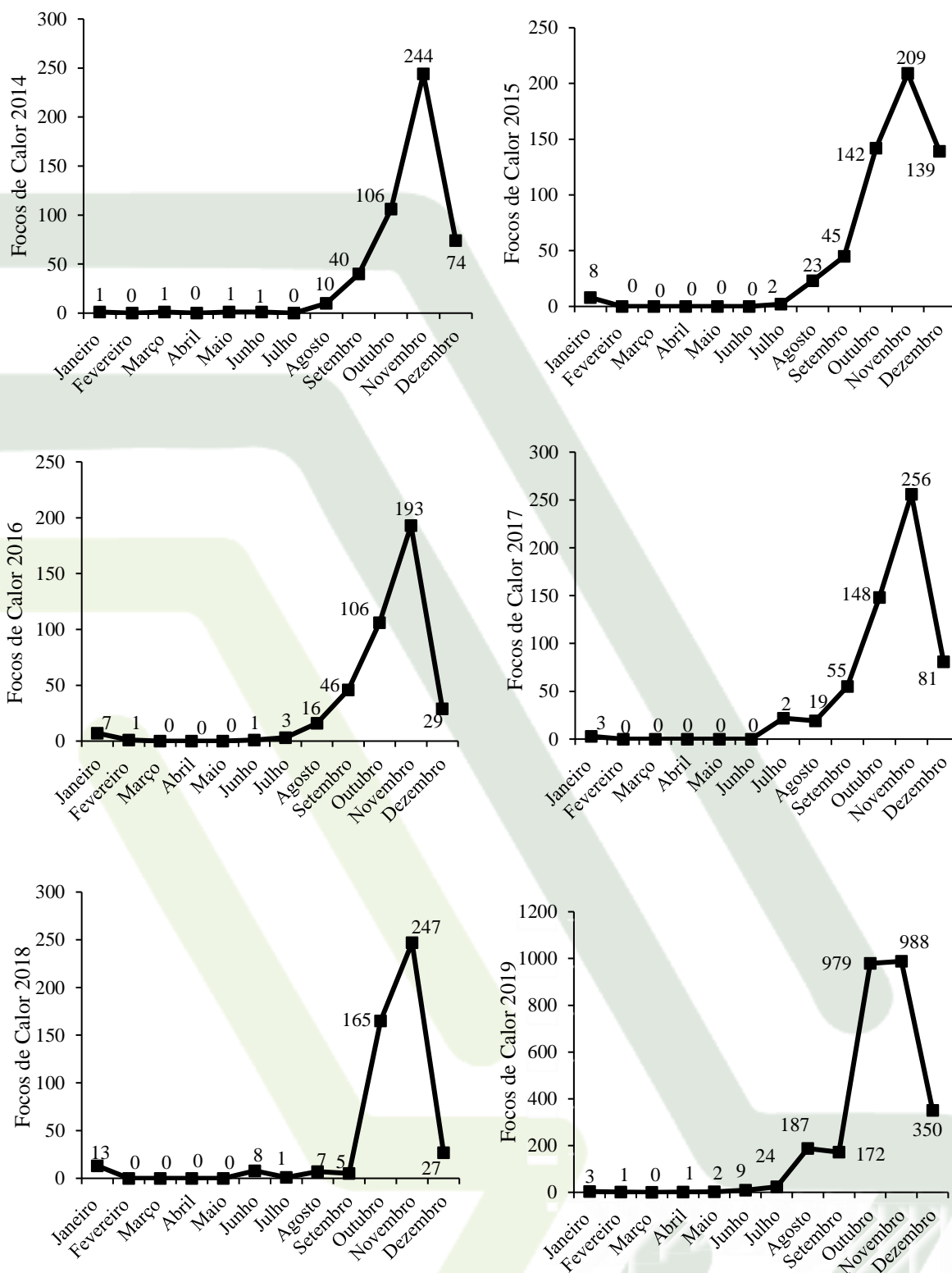
A distribuição temporal dos focos de calor no estado do Amapá no período de 2017 a 2018 por meio do satélite AQUA-MT, Caric (2019), observou-se que os mais elevados índices de focos de calor estiveram associados a períodos de estiagem regional, e que os municípios pertencentes ao estado foram mais atingidos por focos de calor no período seco especificamente entre os meses de setembro a novembro devido esses meses estarem dentro do verão da estiagem Amazônica, períodos esses, que registram baixas taxas pluviométricas além de estarem associadas com os desmatamentos ocorridos na região.

Na Figura 03 verifica-se, dados anuais da distribuição mensal dos focos de calor, apresentando um padrão dessa distribuição, onde pode ser observado que existe um aumento no número de focos a partir do mês de setembro até novembro, mas principalmente no mês de novembro. Isso releva a existência de uma relação entre o número de focos detectados e fatores meteorológicos como os baixos índices de chuvas nessa época do ano ( LOPES et al., 2017).

Segundo Pinheiro (2014), mudanças meteorológicas podem interferir no crescimento de focos de calor e trazendo séries de alterações sob o espaço geográfico quando estar aliada com a expansão das fronteiras agrícolas, visto que o aumento de queimas ocorridos em determinada área de terras, também possui relação com às ações do homem no meio biofísico em que períodos de escassez das chuvas, aumenta a suscetibilidade da queima da vegetação.

**DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:**

**Figura 03.** Distribuição mensal dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-MT para os anos de 2014 até 2018 e dos sensores AVRRS NOAA-20 para o ano de 2019, em Anapu, Pará.



Fonte: CPTEC/INPE

Fernandes et al., (2018) analisando os focos de calor no município de Parauapebas, no



estado do Pará, através da aplicação de geotecnologias constaram que 81, 2% dos focos de calor ocorrem nos meses de agosto, setembro e outubro, pois durante esses meses seguidos de novembro é o período do ano, que os materiais particulados das árvores estão mais secos devido o aumento da temperatura, ocorrendo a perda da umidade elevando os materiais como troncos, galhos e folhas mais suscetíveis ao processo de combustão, além da serapilheira depositados sob o solo, que é um material altamente inflamável, em decorrência da redução da água retida deste material.

De acordo com Silva et al. (2013), estudando a distribuição espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina no Estado baiano entre os anos de 2000 a 2011 verificou-se que 89% dos focos de calor registrado ocorreram nos meses de outubro e novembro, estando também associados ao número de chuvas reduzidas nesta época do ano em que tornam os materiais vegetativos mais propenso as queimadas notificadas.

Ainda na figura 03, podemos acompanhar mensalmente o número de focos de calor, verificando que o ano de 2019, foi o período que mais concentrou focos especialmente nos meses de maiores estiagem no município de agosto a dezembro. Em que somente os fatores meteorológicos como o número reduzido das chuvas não explica esse crescimento tão acentuado de focos de incêndios na região Amazônica (IPAM, 2019).

Mediante isso, buscaremos outras explicações que estão associados a este crescimento. Na literatura, encontramos que a elevação das queimadas na Amazônia está ligada a diversos fatores principalmente políticos, como a alteração na legislação ambiental e ainda a inserção de medidas provisórias (MPs), que outrora tem favorecido os desmatamentos e as queimadas e sobre tudo o processo de grilagem de terras.

Segundo Cunha et al. (2017), as alterações, na legislação ambiental, tem como exclusivo objetivo traçar mudanças gravíssimas, que possuem como marco o favorecimento e ampliação dos latifúndios, em contra partida a qualquer custo, a retirada dos trabalhadores rurais do campo dos seus meios de produções agrícolas.

Nesse contexto, ainda no ano de 2019 o atual governo Bolsonaro estabeleceu uma Medida Provisória nomeada como a MP 910/2019, que objetivou tratar da regularização fundiária de terras públicas pertencentes a união, tal medida permitia com uma maior facilidade e clareza, que a regularização dessas terras fosse realizada por meio de autodeclaração para terras com proporção de até 15 módulos fiscais.

Sendo que anteriormente, isso era possível apenas para pequenos lotes de até quatro módulos e somente em terras pertencentes a Amazônia Legal. Dessa maneira, dependendo da região, um módulo fiscal pode variar de 5 a 110 hectares. Assim, essas mudanças trazem uma

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

serie de preocupações especialmente para os povos indígenas, quilombolas e extrativistas, pois fica bastante claro, que tal medida favorece de maneira positiva, ao processo de grilagem dessas terras, e ainda serve também como uma absolvição a infratores que já cometeram crimes ambientais nessas porções ou espaços de terras.

Esta MP, já perdeu o seu prazo de validade e exercício, mas que perdurou por cerca de 120 dias. No entanto, ainda caminha como um projeto de lei (PL) 2.663/20 apelidada de PL da grilagem que outrora se depender do governo atual o de Bolsonaro, deverá ser sancionada. O que tem trago preocupações a toda população civil, órgãos ambientais, ONG'S e ativistas defensores de causas sociais com relação a natureza. Devido ao aumento que pode proporcionar ainda mais rápido, sobre o uso e destruição dos recursos naturais presentes nessas terras.

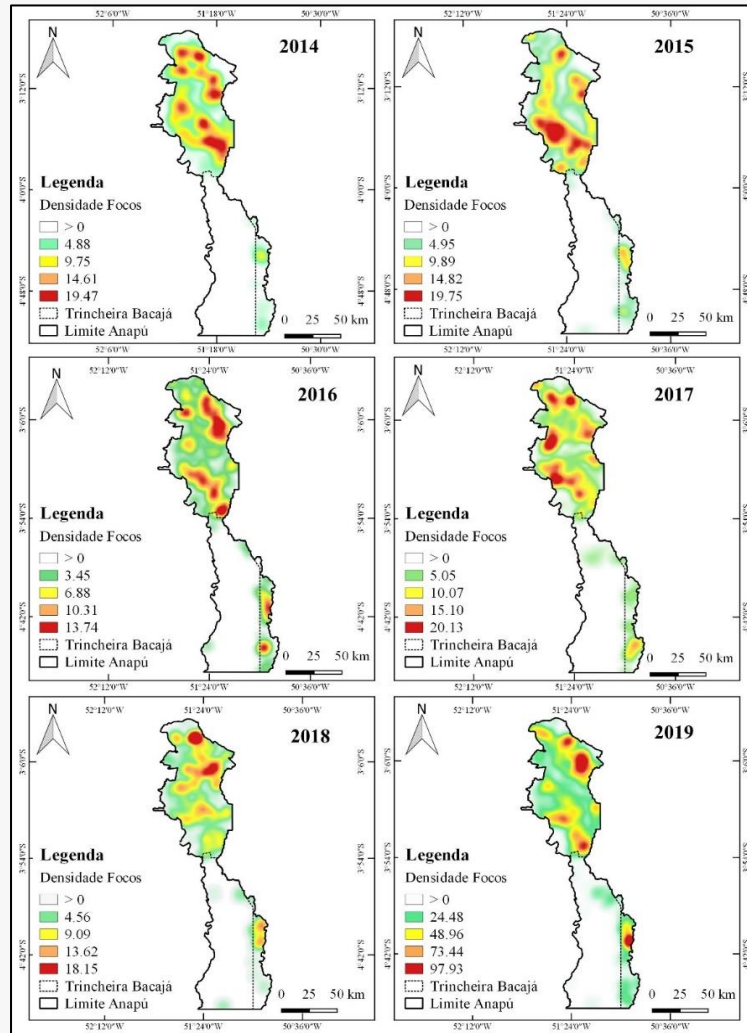
Nos mapas de calor, com os Kernel criados (Figura 04), sendo resultados da interpolação dos focos de calor ao longo de cada ano, pode ser observado os níveis de intensidades da concentração desses focos de calor para a área estudada, estimando-se assim, a sua densidade da seguinte maneira, através de cinco classes: gravidade nula, gravidade baixa, gravidade média, gravidade alta e muito alta.

De modo geral, verificou-se que as regiões norte, nordeste e oeste do município concentram a maior densidade de focos de queimadas. De 2014 até 2019 essas manchas, com gravidade alta e muito alta apresentaram-se de forma padrão sempre dispersas na região norte, nordeste e ao oeste, como no entorno da sede municipal e ao longo da BR-230.

De acordo com Lopes (2017), esses fatos são justificados devido ao crescimento da grilagem e a especulação de terras sofridas na região, principalmente em áreas consideradas próximas à estradas pavimentadas, no qual tendem a ser valorizadas por diminuïrem o custo de transporte e de produção.

Observou-se ainda, que ao longo da rodovia federal BR-163 não apresentou nenhum grau de gravidade desse sentido de alta a muito alta. Isso ocorre, porque essa rodovia que liga o município de Anapu aos municípios vizinhos tais como Senador José Porfïrio e Altamira está situada na cidade de Anapu, em terras indígenas especificamente na Terra Indígena Trincheira Bacajá. No qual, verificou-se que essas terras pertencentes a terra indígena, possuem apenas gravidade nula e muito baixa de focos de queimadas vivenciadas em suas terras o que é considerado normal devido serem terras prioritariamente protegidas.

**Figura 04.** Mapas de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-MT para os anos de 2014 até 2018 e dos sensores do satélite AVRRS NOAA-20 para o ano de 2019 em Anapu, Pará.



Fonte: CPTEC/INPE

Na Figura 05 verifica-se, a variação anual total dos focos de queimadas acumuladas que varia da classe baixa a alta. Sobreposta com os dados de desmatamentos acumulados de 2014 a 2019 fornecidos pelo Prodes e também sobrepostas ao mesmo layout do mapa os polígonos resultantes de áreas que sofreram embargos, adquiridas através do IBAMA. Com o objetivo de verificar se houve uma intensiva zona de crimes ambientais no município.

A partir disso, pode-se observar que grande parte dos desmatamentos ocorridos em Anapu, estão associados ao processo de desflorestamentos das florestas, havendo a derrubada da vegetação em seguida havendo o ateamento do fogo para a eliminação desses resíduos. Notou-se ainda, que a maioria desses desmatamentos e dos focos de calor acometidos no município acabam resultando-se em sanções aplicadas pelos os órgãos ambientais do município ou do estado, bem como as Secretárias de Meio Ambiente (SEMAs), ou até de órgãos de cunho federal como IBAMA. Notificando os proprietários em seguida elevando aquelas áreas bastante antropizadas, devido as atividades de desmatamento e queimadas, elevando aqueles espaços á

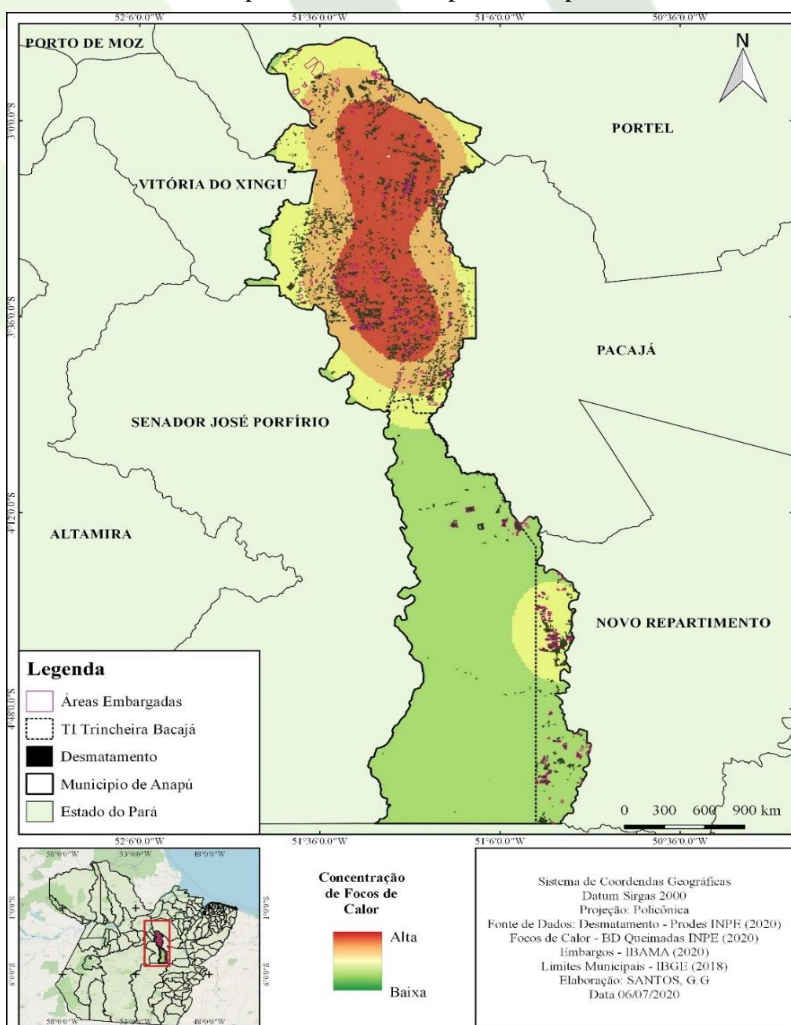
## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

áreas embargadas, isso ocorre devido maioria desses proprietários não respeitarem as legislações ambientais e acabam cometendo crimes ambientais principalmente pela ganância de elevar as suas produções com a expansão das fronteiras agrícolas na região.

Com isso, com o emprego dessa metodologia de identificação de locais críticos antropizados usando análise espacial, aplicada nesta pesquisa, reuniu em um só produto três informações como desmatamento, focos de calor e embargos, utilizando essa técnica foi possível alcançar uma maior abrangência discursiva, capaz de promover uma leitura cartográfica dinâmica, por meio da construção de mapas.

No qual, podemos confirmar a hipótese levantada ainda acima, no decorrer deste trabalho, sobre a zona de crimes ambientais existentes neste município. Como pode ser visualizado na (figura 05), em que que maioria dos focos de queimadas caíram sobrepostas em áreas desmatadas. E após isso, havendo os embargos da grande maioria dessas áreas, logo, confirmando a prática irregular dessas atividades ocorridos em terras pertencentes ao município alvo deste estudo.

**Figura 05.** Agrupamento de focos de queimadas e desmatamento acumulado de 2014 a 2019 com os embargos aplicados no município de Anapu, Pará





**Fonte:** CPTEC/INPE; IBAMA e PRODES/INPE.

## CONCLUSÕES

A metodologia utilizada mostrou-se como uma ferramenta promissora, que através do uso de geotecnologias foi possível espacializar e reunir em um só produto cartográfico os focos de calor, os desmatamentos e as áreas embargadas, desta forma confirmando que a maioria dos focos de calor registrados no município estar ligado aos desmatamentos e outras práticas irregulares resultando em diversos crimes ambientais, sendo comprovados através desses mesmos espaços ou posicionamentos geográficos que sofreu o desmate e ateamento do fogo, que tem resultado em propriedades embargadas no município de Anapu, Pará.

A técnica empregada, apresentou vantagem positiva podendo ser aperfeiçoada e aplicada em novos estudos com a temática ambiental, mostrando-se como uma importante ferramenta subsidiária, podendo ser empregue por peritos, para elaboração de laudos periciais ambientais na identificação de atividades ilegais, ocorridas no meio, através de instituições governamentais ou não gorvenamentais, que objetivam a preservação, conservação e o bem comum da natureza.

## 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*. Seropédica, v. 23, n 1, 2016. Disponível em: . Acesso em: 05 set. 2016.

ARAGAO, L. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the brazilian Amazônia. *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 363, p. 1779–1785, 2008. Disponível em: [http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao\\_final\\_ro\\_silda\\_benicio\\_de\\_souza\\_0.pdf](http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao_final_ro_silda_benicio_de_souza_0.pdf). Acesso em: 13 ago 2020.

ARMENTERAS, D.; GONZÁLEZ, T. M.; RETANA, J. Forest fragmentation and edge influence on fire occurrence and intensity under different management types in Amazon forests. *Biological conservation*, v. 159, p. 73-79, 2013.

ASSIS, F. R. V.; MENDONÇA, I. F. C.; SILVA, J. E. R.; LIMA, J. R. Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no semiárido nordestino. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 133 - 142, jan. / mar. 2014.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.164, de 1º de abril de 1971. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/De1164.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/De1164.htm) [acesso em 27 julho. 2020].

CABRAL, A. P. S.; SOUZA, W. V. Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU): análise da demanda e sua distribuição espacial em uma cidade do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 11, n. 4, p. 530-540, 2008.

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

CARIC, G. S.; ROCHA, G. F.; LIMA, E. Q.; SILVA, N. B. Análise dos focos de calor no Amapá. In: Anais XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada; 2019; Ceará, Brasil. Fortaleza: UFC; 2019. Disponível em: <http://www.editora.ufc.br/images/imagens/pdf/geografia-fisica-e-as-mudancas-globais/1182.pdf>.

CARRERO, G. C.; ALVES, C. S.; Norma técnica: Queimadas e incêndios na Amazônia: impactos ambientais e socioeconômicos, prevenção e combate, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Carrero/publication/322722343\\_Queimadas\\_e\\_incendios\\_na\\_Amazonia\\_impactos\\_ambientais\\_e\\_socioeconomicos\\_prevencao\\_e\\_combate/links/5a6b493d458515b2d0555b49/Queimadas-e-incendios-na-Amazonia-impactos-ambientais-e-socioeconomicos-prevencao-e-combate.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Carrero/publication/322722343_Queimadas_e_incendios_na_Amazonia_impactos_ambientais_e_socioeconomicos_prevencao_e_combate/links/5a6b493d458515b2d0555b49/Queimadas-e-incendios-na-Amazonia-impactos-ambientais-e-socioeconomicos-prevencao-e-combate.pdf). Acesso em: 13 ago 2020.

COCHRANE, M. A. Fire science for rainforests. *Nature*, v. 421, n. 6926, p. 913, 2003.

CUNHA, A. M. C.; LIMA, C. A.; DIETZSCH, L. Levantamento de áreas de maior risco de incêndios através de dados NOAA12. Estudo de caso: Reserva Biológica do Guaporé. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [online]; 2007; Florianópolis, Brasil. São José dos Campos: INPE; 2007. p. 4439-4446. Disponível em: <http://bibdigital.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.15.01> acesso em: 20 de fev. 2018.

CUNHA, A. M. C.; LIMA, C. A.; DIETZSCH, L. Levantamento de áreas de maior risco de incêndios através de dados NOAA12. Estudo de caso: Reserva Biológica do Guaporé. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [online]; 2007; Florianópolis, Brasil. São José dos Campos: INPE; 2007. p. 4439-4446. Disponível em: <http://bibdigital.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.15.01> acesso em: 20 de fev. 2018.

CUNHA, J. S. Governo Temer: Relações do agronegócio com o capital especulativo financeiro e impactos sobre os camponeses e a legislação agrária. *Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades*, n. 241, p. 301-326, 2017. Disponível em: . Acesso em: 18 mai 2020.

DEPPE, F. et al. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no estado do Paraná. *Floresta (Curitiba, PR)*, v. 34, 2005. Disponível em: [http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao\\_final\\_ro\\_silda\\_benicio\\_de\\_souza\\_0.pdf](http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao_final_ro_silda_benicio_de_souza_0.pdf). Acesso em: 13 ago 2020.

FERNANDES, T. et al. Detecção e análise de focos de calor no município de Parauapebas-PA, Brasil por meio da aplicação de geotecnologia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 398-412, 2018.

FOLHES, Ricardo; CANTO, Otávio; LÉNA, Philippe; BASTOS, Rodolpho. Conflitos Fundiários e Reforma Agrária na Amazônia: Experiência do PDS Esperança no município de Anapu. *Passages de Paris* 12 (2016) 304-318.

FONSECA, A.; JUSTINO, M.; CARDOSO, D.; RIBEIRO, J.; SALOMÃO, R. Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (fevereiro de 2019). Belém-PA: IMAZON, 2019.

GREENPEACE. **CULTIVANDO VIOLÊNCIA: como a demanda global por carne e laticínios é alimentada pela violência contra comunidades no Brasil**. São Paulo: Greenpeace, 44 p. 2019.

HERAWATI, H.; SANTOSO, H. Susceptibilidade e risco de incêndio de florestas tropicais sob mudanças climáticas: Uma revisão da natureza, política e instituições de incêndio na Indonésia. **Política Florestal e Economia**, v. 13, n. 4, p. 227-233, 2011.

HERRERA, José. Antônio; GUERRA, Gutemberg Armando Diniz. Exploração agrícola familiar e o processo de ocupação da região Transamazônica. N0. 14. Textos do NEAF. UFPA. Belém. 2006. 13 p.

IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/anapu/panorama> [acesso em 16 . 2020].

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em: . Acesso em: 10 de fev. 2020.

INPE, 2011. Disponível em: < <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>. Acesso em 13 Ago 2020.

IPAM. Amazônia em Chamas Nota Técnica do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Disponível em:. Acesso em: 11 de agosto de 2020.

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.

LOURENÇO, L. Incêndios florestais em Portugal continental fora do “período crítico”, estudados numa tese que fornece importantes contributos para o seu conhecimento. **Territorium, Coimbra**, n. 25, n. 1, p. 151- 154, 2018. DOI: [http://dx.doi.org/10.14195/1647-7723\\_25-1\\_13](http://dx.doi.org/10.14195/1647-7723_25-1_13)

MIRANDA, E. E. d. Queimadas: balanço dos dados de 2003 e comparações com 2002. Campinas. Disponível em: [http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao\\_final\\_ro\\_silda\\_benicio\\_de\\_souza\\_0.pdf](http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao_final_ro_silda_benicio_de_souza_0.pdf). Acesso em: 13 ago 2020.

NOVAIS, J. W. Z.; SANTANNA, F. B.; ARRUDA, P. H. Z.; PEREIRA, O. A. Relação entre profundidade óptica de aerossóis e radiação fotossinteticamente ativa e global no cerrado Mato-grossense. **Revista Estudo & Debate**, Lajeado-RS, v. 24, n. 1, p. 153-167, 2017.

PEREIRA, A. A. et al. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital 335 de queimadas por meio de imagens TM. **Cerne**, v. 18, n. 2, p.335-343, 2012.

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. p.553

SILVA, T. B.; ROCHA, W. J. S. F.; ANGELO, M. F. Quantificação E Análise Espacial Dos Focos De Calor No Parque Nacional a Chapada Diamantina – BA. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p.6969

## DINÂMICA ESPAÇO – TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM ANAPU/PA:

THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V.; DOERR, S. H. Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slashandburn agriculture. *Catena*, Amsterdam, v. 122, p. 209- 215, 2014.

VASCONCELLOS, S. d.; BROUN, I. (Ed.). The use of hot pixels as an indicator of fires in the MAP region: tendencies in recent years in Acre, Brazil. Florianópolis, Brasil: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. 4549-4556 p. Disponível em: [http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao\\_final\\_rossilda\\_benicio\\_de\\_souza\\_0.pdf](http://www.ppgbea.ufrpe.br/sites/www.ppgbea.ufrpe.br/files/documentos/dissertacao_final_rossilda_benicio_de_souza_0.pdf). Acesso em: 13 ago 2020.

ZAIDAN, R.T. Geoprocessamento Conceitos e Definições, v.7, n. 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2017.v7.18073>. Acesso em: 13 ago 2020.