

Análise dos focos de calor no estado do Amapá entre os anos de 2017 a 2020

Os dados de sensores remotos fornecem dados interessantes para pesquisas ambientais e dão indicativos do tipo de ocupação que está acontecendo em determinado território. Em estados com grande riqueza natural como é o caso do Amapá essas análises indicativas devem gerar subsídios para o planejamento e ocupação racional do território. Para a confecção do trabalho foram consultadas referências bibliográficas sobre a temática sendo consultados principalmente artigos publicados em revistas científicas. Os dados espaciais de focos de calor foram baixados do site BD Queimadas do INPE, selecionado para o recorte do estado do Amapá, anos 2017, 2018, 2019 e 2020. Foi utilizado o QGIS 3.10 para a elaboração dos mapas e análise espacial. A quantificação dos focos de calor no estado do Amapá mostrou expressiva variação na presença dessas ocorrências no estado do Amapá. O ano de 2017 foi o de maior incidência, em 2018 houve decréscimo com um novo aumento em 2019 e queda em 2020. A maioria dos focos de calor estão associadas à presença de vetores clássicos de ocupação, como as rodovias e os projetos de reforma agrária. Por outro lado, nas áreas protegidas foram observadas as baixas incidências de focos de calor. Espera-se que com essa pesquisa tenha contribuído para se entender como os focos de calor estão distribuídos no estado do Amapá, com as devidas ponderações quanto à tipologia vegetal, sazonalidade e ocorrências nos municípios.

Palavras-chave: Amapá; Amazônia; Degradação; Densidade; Focos de Calor.

Analysis of heat spots in the state of Amapá between the years 2017 to 2020

Remote sensing data provide interesting data for environmental surveys and give indications of the type of occupation that is taking place in a given territory. In states with great natural wealth, such as Amapá, these indicative analyzes should generate subsidies for the rational planning and occupation of the territory. For the preparation of the work, bibliographical references on the subject were consulted, mainly articles published in scientific journals. The spatial data of hotspots were downloaded from the website BD Queimadas of INPE, selected for the clipping of the state of Amapá, years 2017, 2018, 2019 and 2020. QGIS 3.10 was used for the preparation of maps and spatial analysis. The quantification of hot spots in the state of Amapá showed an expressive variation in the presence of these occurrences in the state of Amapá. The year 2017 was the one with the highest incidence, in 2018 there was a decrease with a new increase in 2019 and a fall in 2020. Most hotspots are associated with the presence of classic occupation vectors, such as highways and agrarian reform projects. On the other hand, in protected areas, low incidences of hotspots were observed. It is expected that this research has contributed to understanding how hot spots are distributed in the state of Amapá, with due considerations regarding plant typology, seasonality and occurrences in the municipalities.

Keywords: Amapá; Amazon; Degradation; Density; Heat Spots.

Topic: **Tecnologia, Modelagem e Geoprocessamento**

Received: **27/08/2021**

Approved: **28/09/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Orleno Marques da Silva Júnior 

Instituto do Estado do Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2646376025820931>
<https://orcid.org/0000-0002-1173-1429>
orleno@ppe.ufrj.br

Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva 

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-8458-3132>
<http://lattes.cnpq.br/0199030535579361>
engpaulapinheiropaiva@gmail.com

Aluizio de Nazaré Teles do Nascimento

aluizoteles62@gmail.com

Thais Gleice Martins Braga 

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7803075813196828>
<https://orcid.org/0000-0001-9559-7142>
thaisbraga.ambiental@gmail.com

Maxwell Moreira Baia 

Instituto do Estado do Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5287049055382398>
<https://orcid.org/0000-0001-8000-5634>
maxwmoreirabaia.mmb@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0048

Referencing this:

SILVA JÚNIOR, O. M.; PAIVA, P. F. P.; NASCIMENTO, A. N.T.; BRAGA, T. G.; BAIA, M. M.. Análise dos focos de calor no estado do Amapá entre os anos de 2017 a 2020. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.9, p.622-631, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0048>

INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto é um meio útil e poderoso para monitorar e explorar as mudanças e degradação da superfície da terra e para produzir informações dinâmicas, uma vez que os satélites têm a capacidade de cobrir áreas vastas e inacessíveis e fornecem dados repetitivos de longo prazo (TWUMASI et al., 2006; GAO et al., 2010; MUSHTK et al., 2012; HADEE et al., 2012; OTHMAN et al., 2014; KAGAN et al., 2014; KARNIELI et al., 2014; SANKEY et al., 2015; KARNIELI, 2015; PANDEY, 2018).

A crescente disponibilidade de imagens de média e alta resolução espacial e espectral desencadeou a necessidade de análise automatizada de imagens de sensoriamento remoto, com intervenção de usuários reduzida e procedimentos de análise reprodutíveis (COSTA et al., 2017). A evolução das técnicas diminuiu o tempo necessário dedicados à realização dos trabalhos de campo, bem como possibilitando a obtenção de dados em locais de difícil acesso (FRANCISCO et al., 2018).

A intensificação da ocorrência dos focos de calor tem crescido nos últimos anos no Brasil. Isso está associa-se às condições meteorológicas e climáticas (falta de precipitação, elevada velocidade do vento e baixa umidade relativa do ar), além de estarem relacionadas com atividades humanas, com a finalidade de transformar e manejar a terra etc., evidenciando um quadro preocupante na dinâmica de ocupação, especialmente em ecossistemas tropicais e subtropicais (WERF et al., 2010; SOUZA, 2017).

Os focos de calor são importantes indicadores temporais das zonas de pressão aos remanescentes florestais (RAMOS et al., 2016; SALES et al., 2019). A atmosfera exerce um papel importante no condicionamento para sua ocorrência desses focos. Para Nascimento (2020), esses eventos estão intimamente relacionados com o período sazonal e a diminuição da precipitação.

O Amapá, segundo Brito (2020) e Matos et al. (2020) é um dos estados com maior cobertura de áreas protegidas do Brasil, o que reflete na preservação de sua vegetação original. No entanto apesar dessa preservação, o estado possui expansão de atividades antrópicas principalmente localizadas ao longo dos eixos rodoviários. Dessa forma, indicadores de degradação e alteração no meio ambiente como é o caso de focos de calor devem ser analisados. Dessa maneira, o objetivo da presente monografia é usar dados de sensores remotos para analisar quantitativamente a ocorrência e densidade dos focos de calor no estado do Amapá entre os anos de 2017 e 2020.

METODOLOGIA

Localização da área de estudo

O Estado do Amapá é um dos estados mais setentrionais do Brasil (Figura 01), possui uma área de 142.470,762 km², população estimada 861.773 pessoas, o que resulta em uma densidade demográfica de cerca de 6 pessoas/km² (IBGE, 2020). Até 1943 era parte do território do estado do Pará, nesse ano houve a criação do território federal e apenas em 1988 por força da nova Constituição Federal houve a transformação em estado.

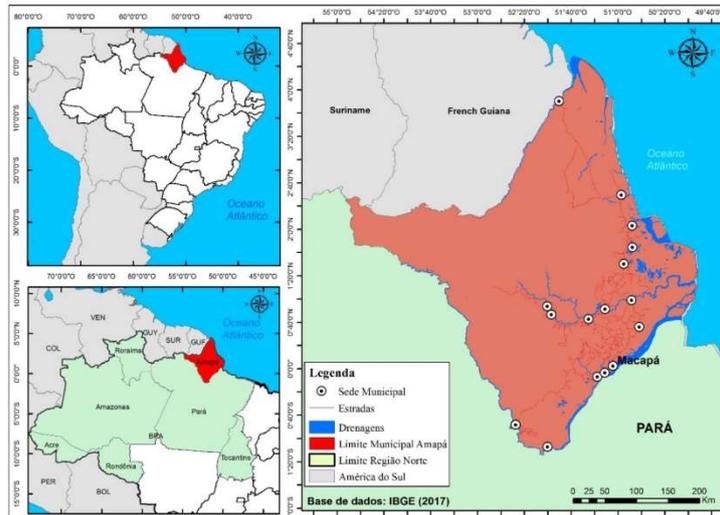


Figura 1: Mapa da área do rodovial de Teresina - PI.

O Amapá apresenta uma riqueza de ecossistemas naturais com predominância de cobertura de florestas, mas também há importantes ocorrências de savanas e vegetação costeira. É rico em minérios com o ferro, o ouro e o manganês e nos últimos anos, está havendo a expansão da área plantada por grãos como milho e soja (LAMEIRA et al., 2018).

Análise de dados

O levantamento do estudo em questão é de carácter exploratório descritivo em abrangência das zonas dos territórios. A pesquisa é especificada como qualitativa e quantitativa a qual por meio da observação e descrição dos fatos sistemáticos é possível compreender a natureza do problema em estudo (RICHARDSON, 2008).

Para a confecção do trabalho, inicialmente foram consultadas referências bibliográficas sobre a temática sendo consultados principalmente artigos publicados em revistas científicas. Os dados para análise espacial foram baixados do site do IBGE para os temas de limites estaduais, municipais, sedes, estradas, hidrografia. Os limites das unidades de conservação foram baixados do site do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de Terras Indígenas do Site da Funai e assentamentos do site do INCRA.

Especificamente em relação aos focos de calor, foram baixados do site BD Queimadas do INPE, selecionado para o recorte do estado do Amapá, anos 2017, 2018, 2019 e 2020. O satélite escolhido foi o Aqua que é um satélite americano, desenvolvido em parceria com o Japão e com o Brasil. Foi projetado para monitorar vários tipos de fenômenos físicos referentes à circulação da energia e da água na Terra. Para isso, ele oferece uma série de dados sobre as interações que ocorrem entre a atmosfera, oceano e continente, como por exemplo, umidade e temperatura da atmosfera, evaporação, nuvens, precipitação, temperatura na superfície e do oceano, umidade do solo, gelo, neve, entre outros. Entre essas aplicações está a detecção de focos de calor (EMBRAPA, 2021).

Um Foco de calor é uma ocorrência de um ponto com temperatura registrada acima de 47°C. Um foco de calor não é necessariamente um foco de fogo ou incêndio. Para análise de densidade dos focos de calor, foi utilizado a interpolação de Kernel. O Mapa de Kernel é uma alternativa para análise do

comportamento de padrões. No mapa é plotado, por meio métodos de interpolação, a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo. Assim, tem-se uma visão geral da intensidade do processo em todas as regiões do mapa.

O procedimento estimador de densidade Kernel corrobora Druck et al. (2004), é uma função bidimensional, ao qual se estabeleceu uma largura de banda que facilita o cálculo de pontos dentro de uma área de influência, medido pela distância de cada um à localização de interesse. Sendo assim, com base nos resultados da aplicação das ferramentas serão elaborados gráficos e tabelas, assim como, os mapas de focos de calor com classificação dos níveis de densidades variando de acordo com a cor e tonalidade.

Para isto foi utilizado o estimador de densidade kernel, contido na ferramenta Mapa de Calor do QGIS. A partir da função Mapa de Calor, obtém-se um arquivo matricial como resultado da soma do empilhamento de n outros raster circulares de raio h para cada ponto do dado de entrada segundo a fórmula (1) abaixo:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-X_i}{h}\right)$$

Na qual K = função de kernel; h = raio de busca; x = posição do centro de cada célula do raster de saída; X_i = posição do ponto i proveniente do centroide de cada polígono; e n = número total de focos de calor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantificação dos focos de calor no estado do Amapá mostrou expressiva variação na presença dessas ocorrências no estado do Amapá. No Gráfico 1 mostra-se o quantitativo desses eventos entre 2017 e 2020. O ano de 2017 foi o de maior incidência, em 2018 houve decréscimo com um novo aumento em 2019 e queda em 2020.

Essa tendência variável no estado do Amapá é divergente de outros estudos com focos de calor na região Amazônica. Santos et al. (2020) em análise Multitemporal de focos de queimadas e variáveis climáticas, no estado do Pará verificaram uma tendência de aumento nos focos nas regiões do estado. Marques et al. (2020) produziu mapas de calor para área na Amazônia maranhense e chegou à mesma conclusão, que com a partir de 2010 os focos de calor aumentam vertiginosamente.

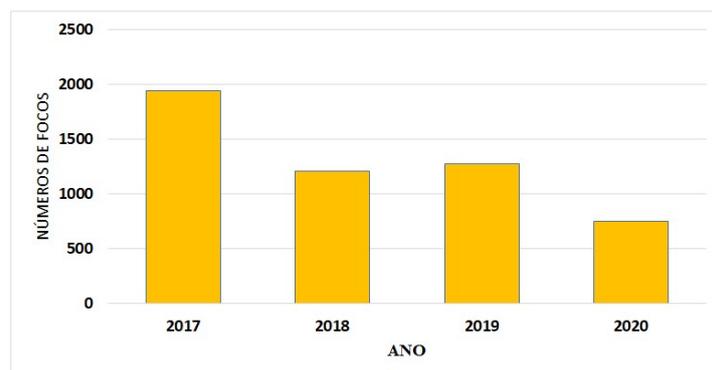


Gráfico 1: Somatório de focos de calor por ano analisado.

Analisando a ocorrência desses focos por mês dos 4 anos analisados, verifica-se a disparidade nos focos de calor entre o primeiro e o segundo semestre (Gráfico 2). A partir do mês julho começa a subir atingindo o pico no mês de novembro. Essa grande diferença de detecção pode estar relacionada a dois fatores: a sazonalidade climática e interferência na detecção do satélite Aqua.

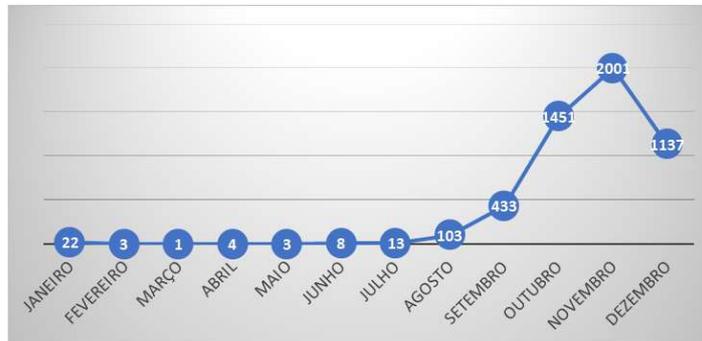


Gráfico 2: Ocorrência por mês de focos de calor entre 2017 e 2020.

Quanto a sazonalidade climática, segundo SUDAM (1984) o período chuvoso no Amapá se estende de janeiro a junho, período em que há uma queda na detecção dos focos. O grande índice pluviométrico sobre o Amapá e a umidade na atmosfera e no solo/vegetação diminui a probabilidade de focos de calor.

Nesse mesmo período chuvoso é quando a nebulosidade sobre o estado está mais incisiva. No primeiro semestre são poucos os dias de céu limpo sobre o Amapá, a presença de nebulosidade quase constante sobre o território prejudica a detecção pelo satélite cujo sensor é passivo e depende das condições atmosféricas favoráveis para coletar informações. A presença de nuvens limita a operação do sensor.

Na aplicação da interpolação de densidade de Kernel, a maioria do estado encontra-se nas categorias de “muito baixo” e “baixo”. As manchas de “moderado”, “Alto” e “Muito Alto” se distribuem de maneira diferenciadas nos 4 anos estudados (Figura 2). Em 2017, as maiores concentrações estão no Sul do estado, sobre o município de Mazagão e parte de Santana. Em 2018 essa concentração mais intensa está sobre o território de Pracuúba próximo a Reserva Biológica do Lago Piratuba. Macapá, Calçoene e Oiapoque apresentam maior densidade de focos em 2019 e em 2020 Macapá e Calçoene novamente.

Segundo Matos et al., (2020) o Amapá é o que o estado brasileiro que apresenta maior cobertura de áreas protegidas e também o menor índice de desmatamento. As áreas protegidas como Terras Indígenas (TI) e Unidades de Conservação (UC) prestam grandes serviços ecossistêmicos ao Amapá, ao Brasil e ao mundo. Quando se analisa a concentração dos focos de calor agrupadas de 2017 a 2020, as áreas que mais se destacam são as que margeiam as rodovias e ramais e também uma TI: a Uaçá que fica no extremo norte do Estado (Figura 3).

Na TI existem várias comunidades indígenas que vivem da caça, extrativismo e da plantação de roças, então pode ser em função da queima do terreno para plantação de subsistência, assim como já relataram Masullo et al. (2015) e Abreu et al. (2016) em terras indígenas nos estados do Maranhão e Mato Grosso.

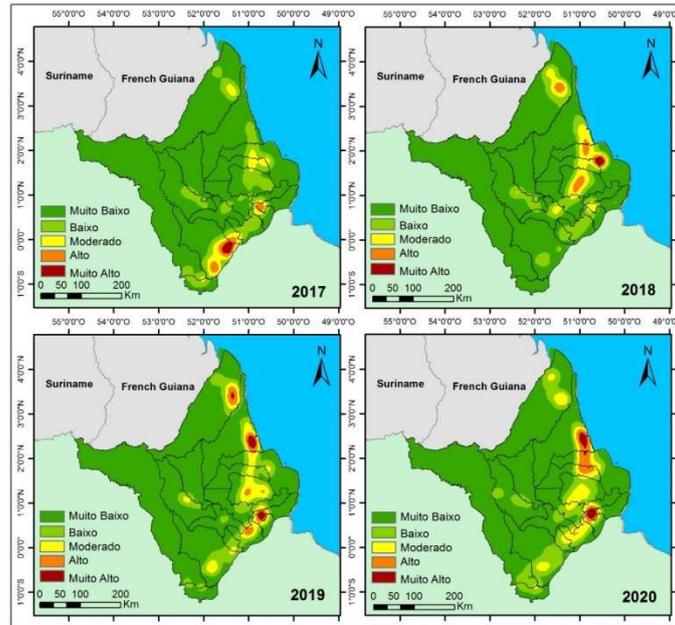


Figura 2: Densidade de focos de calor no estado do Amapá, 2017-2020.

Dois projetos de assentamento (PAs) do INCRA também se destacam na análise das ocorrências integradas, 2017-2020. Os PAs Corre Água e Itaubal e o Agroextrativista Maracá. Muitas publicações (BRANDÃO JUNIOR et al., 2006; BRANDÃO JUNIOR, 2013; YANAI et al., 2015; ALENCAR et al., 2016; SCHNEIDER et al., 2016; SILVA JUNIOR, 2018) descreveram o efeito dos assentamentos no contexto do desmatamento na Amazônia e os dados obtidos revelam que desmatamentos realizados em assentamentos têm desempenhado um papel decisivo na degradação da florestal.

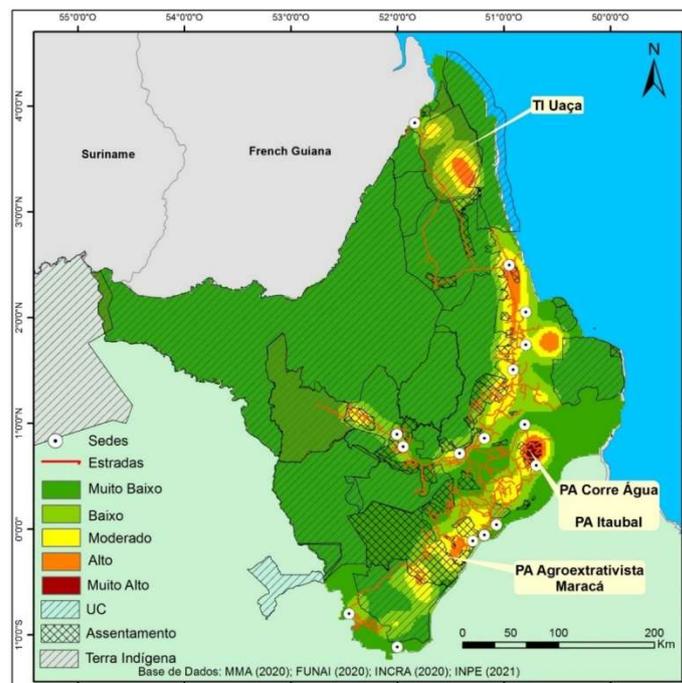


Figura 3: Densidade de focos de calor entre 2017-2020 com áreas de uso restrito.

De acordo com MILANI (2000), no estado do Amapá o período mais crítico para a ocorrência de queimadas são os meses de agosto a novembro, sendo que “95% das queimadas ocorridas no estado do

Amapá são decorrentes de práticas agrícolas”.

Segundo IEPA (2008) o Amapá apresenta três grandes tipologias vegetais em seu território: Florestas, Savanas e vegetação com influência costeira/estuarina. Quando se analisa os focos de calor e o tipo de vegetação em que ocorrem, verifica-se que a maioria ocorre em áreas de floresta, seguidos por Savana, vegetação pioneira (com influência costeira/estuarina) e áreas já antropizadas (ocupadas) (Figura 4 e Gráfico 3). Se for levada em consideração a extensão de cada uma dessas tipologias no estado, verifica-se que a maior densidade de focos de calor está nas áreas savaníticas do estado, visto que, segundo Gráfico 3, cerca de 1500 focos de calor foram observados, contra cerca de 200 em áreas de floresta.

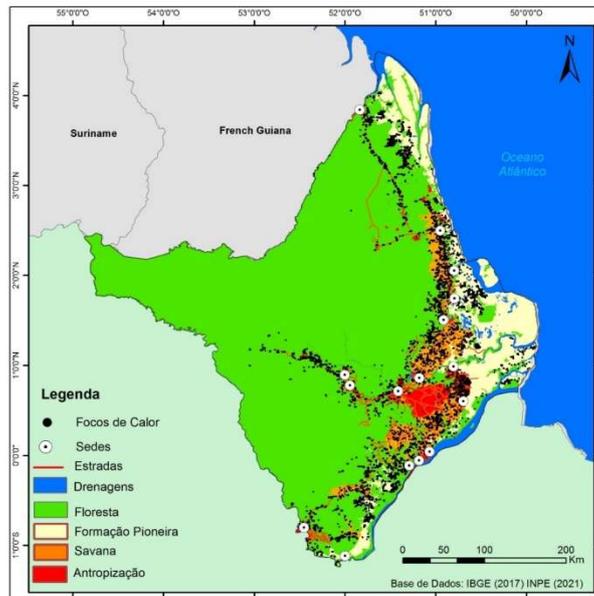


Figura 4: Tipos de vegetação e focos de calor no estado do Amapá.

Segundo Matos et al. (2020) a tipologia floresta está em sua grande parte protegida sobre o regime de áreas de conservação e Terras indígenas no Amapá. O mesmo não pode ser falar das áreas de Savanas que não possuem proteção legal e estão nas áreas de influência dos eixos rodoviários e expansão de grãos como a soja e silvicultura como de eucalipto (LAMEIRA et al., 2020).

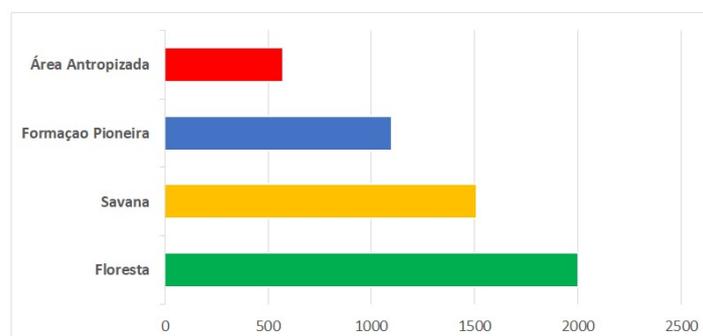


Gráfico 3: Concentração de focos de calor por tipologia vegetal.

A vegetação de Savana também tem uma característica natural que é a maior vulnerabilidade a queima quando comparada com a vegetação de floresta ou pioneira. Assim é comum verificar que no período de estiagem, a savana pegando fogo as margens das rodovias. Inclusive isso é um processo natural dessa tipologia (HOFFMANN et al., 2003).

Ao se analisar a ocorrência e densidade de focos por unidade municipal, pode se destacar quatro áreas (Figura 5): I) Norte do município de Macapá e Itaubal cuja área é onde está ocorrendo a expansão da cultura de grãos em áreas de Savana; II) Trecho marginal a BR 156 nos municípios de Calçoene e Amapá, por conta da influência da rodovia e ocupação as margem dela; III) Oiapoque, próximo a BR 156 e no interior da TI Uaçá; IV) Mazagão e Santana também próximo ao eixo rodoviário.

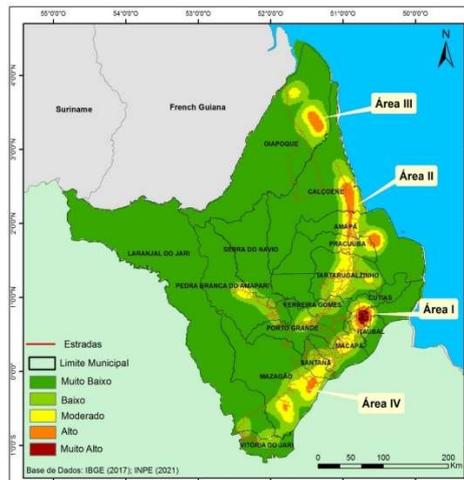


Figura 5: Densidade de focos de calor no estado do Amapá, por município.

No Gráfico 4, nota-se que em números absolutos, Mazagão lidera os focos de calor no estado entre 2017 e 2020 com 753 ocorrências. Logo depois aparece Oiapoque (675) e Macapá (651). Serra do Navio e Cutias aparecem como os municípios que menos apresentam focos de calor no período analisado.

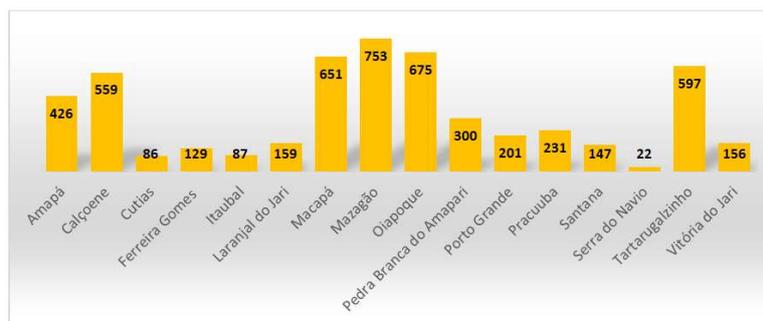


Gráfico 4: Concentração de focos de calor por município.

CONCLUSÕES

Os dados de sensores remotos fornecem dados interessantes para pesquisas ambientais e dão indicativos do tipo de ocupação que está acontecendo em determinado território. Em estados com grande riqueza natural como é o caso do Amapá essas análises indicativas devem gerar subsídios para o planejamento e ocupação racional do território.

De acordo com os dados analisados, observou-se um padrão variável da ocorrência dos focos de calor no estado. No entanto, observou-se a tendência de alta densidade em áreas marginais as principais rodovias do estado e também relacionados a expansão de grãos como soja e milho e também a projetos de assentamentos.

Um foco de calor não necessariamente é um incêndio florestal, mas a alta temperatura observada

na detecção destes pode ser um indicativo de estresse hídrico e degradação ambiental. Assim, espera-se que com essa pesquisa tenha havido contribuição para entender como os focos de calor estão distribuídos no estado do Amapá, com as devidas ponderações quanto a tipologia vegetal, sazonalidade e ocorrências nos municípios.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.; SOUZA, J.. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.041813>
- ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R.. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades**. Brasília: IPAM, 2016.
- ARAGÃO, L.; SHIMABUKURO, Y.; LIMA, A.; ANDERSON, L.; BARBIER, N.; SAATCHI, S.. Utilização de produtos derivados de sensores orbitais para o estudo de queimadas na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. **Anais**. São José dos Campos, 2009.
- BERGAMASCHI, R. B.. **SIG aplicado a segurança no trânsito: estudo de caso no município de Vitória-ES**. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.
- BRANDÃO JUNIOR, A.. **Situação do desmatamento nos assentamentos de reforma agrária no Estado do Pará**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2013.
- BRANDÃO JUNIOR, A.; SOUZA JUNIOR, C.. **Desmatamento nos assentamentos de reforma agrária na Amazônia**. 2006.
- CHAVES, D.. Amapá e a Gestão de Unidades de Conservação. **Revista Eletrônica Casa de Makunaima**, v.2, n.4, p.125-139.
- COSTA, F.; BARBIERI, R.; SOSINSKI, E.; HEIDEN, G.. **Caracterização e discriminação espectral de butiazeiros (Butia odorata, Arecaceae) utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Embrapa, 2017.
- DRUCK, S.. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.
- FRANCISCO, C.; GRUBER, N.. Índices de vegetação obtidos de imagens multiespectrais aplicados na discriminação da cobertura vegetal em relevo montanhoso. **Geo**, n.32, p.16931, 2018.
- HADEEL, A.; MUSHTAK, J.; XIAOLING, C.. Remote sensing and GIS application in the detection of environmental degradation indicators, **Geo-spatial Information Science**, v.14, n.1, p.39-47, 2011.
- IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá primeira aproximação do ZEE**. 2008.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados pontuais de focos de calor**. Programa de Monitoramento de KARNIELI, A.; QIN, Z.; WU, B.; PANOV, N.; YAN, F.. Spatio-Temporal Dynamics of Land-Use and Land-Cover in the Mu Us Sandy Land, China, Using the Change Vector Analysis Technique. **Remote Sens**, v.6, p.9316-9339, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs6109316>
- LAMEIRA, A. M. T.; SILVA JUNIOR, O. M.. **Apropriação e Usos do Cerrado Amapaense e a Expansão da Monocultura da Soja, nos Municípios de Itauba e de Macapá**. 2020.
- MARQUES, R.; SOBRINHO, W.. Detecção das Ocorrências de Focos de Queimadas e Produção de Mapas de Calor em Timon, MA. **Revista Geonorte**, v.11, n.37, p.210-228, 2020.
- MASULLO, Y.; GONZAGA, A.; CASTRO, C.. Aspectos Socioeconômicos e a Incidência de Queimadas nas Terras Indígenas do Estado do Maranhão. **Revista Geografar**, Curitiba, v.10, n.2, p.112-139, 2015.
- MATOS, D. C. L.; FERREIRA, L. V.; COSTA NETO, S. V.; SILVA JUNIOR, O. M.; COELHO, E. P. S. O.; VIERO NETO, A.; PEREIRA, J. L. G.. **A representatividade do atual sistema de áreas protegidas do Amapá à Conservação da Biodiversidade: a Lacuna de Proteção das Savanas**. 2020
- MUSHTAK, T.; ZHOU, J.. Study of Environmental Change Detection Using Remote Sensing and GIS Application: a case Study of Northern Shaanxi Province, China. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.21, n.3, p.783-790, 2012.
- OTHMAN, A.; AL-SAADY, Y.; AL-KHAFI, A.. **Environmental change detection in the central part of Iraq using remote sensing data and GIS**. 2014.
- PAZ-KAGAN, T.; PANOV, N.; SHACHAK, M.; ZAADY, E.; KARNIELI, A.. Structural Changes of Desertified and Managed Shrubland Landscapes in Response to Drought: spectral, spatial and temporal analyses. **Remote Sens**, v.6, p.8134-8164, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs6098134>
- RICHARDSON, R.. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- SANKEY, J. B.; MUNSON, S. M.; WEBB, R. H.; WALLACE, C. S. A.; DURAN, C. M.. Remote Sensing of Sonoran Desert Vegetation Structure and Phenology with Ground-Based LiDAR. **Remote Sens**, 2015.
- SANTOS, K.; SILVA, D.; GUIMARÃES, R.. Análise Multitemporal de focos de queimadas e variáveis climáticas, no Estado do Pará. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.14, n.1, 2020.
- SILVA JUNIOR, O.; SANTOS, M.; SZLAFSZTEIN, C.; GOMEZ, J.; PEREIRA, J.. Protected areas as strategies for preserving vegetation cover in the vicinity of hydroelectric projects in the Brazilian Amazon. **Energy Sustainability and Society**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-018-0172-1>

SUDAM. **Atlas climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: SUDAM, 1984.
TWUMASI, Y. A.; MEREM, E. C.. GIS and Remote Sensing Applications in the Assessment of Change within a Coastal Environment in the Niger Delta Region of Nigeria. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.3, p.98-106, 2006. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph2006030011>

YANAI, A.; NOGUEIRA, E.; FEARNside, P.; GRAÇA, P.. Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. **Anais**. João Pessoa, 2015.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.