
Detecção e análise de focos de calor no município de Novo Progresso (PA) entre os anos de 2016 e 2019

| Gabriel Garreto dos **Santos**
IFPA

| Ítala Duam de Souza **Narusawa**
IFPA

| João Paulo Ferreira **Neris**
IFPA

| Jameles Silva de **Sousa**
IFPA

| Vera Queiroz de **Souza**
IFPA

| Bruna Kaely Souza da **Silva**
IFPA

| Maciel Garreto dos **Santos**
UFMA

| Valeria de Sousa **Silva**
UFPA

| Tatiana Pará Monteiro de **Freitas**
IFPA

RESUMO

Atualmente análises provenientes de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto permite uma ampla visão sobre a distribuição espacial e temporal dos incêndios florestais, revelando padrões comportamentais das queimadas em diferentes escalas, permitindo observar as interações entre o fogo e as relações entre o homem e natureza. Nesse contexto, o presente estudo objetivou analisar a dinâmica espaço-temporal dos focos de queimadas, no município de Novo Progresso-PA, por meio de ferramentas de geotecnologias ao longo dos anos de 2016 a 2019. Para esse estudo coletou-se informações dos focos de calor que são produtos utilizados para o monitoramento de incêndios florestais no Brasil. Os dados utilizados foram dos satélites AQUA- M-T e do satélite NOAA - 20 (National Oceanic and Atmospheric Administration). Com esses dados procedeu-se a elaboração e identificação da localização dos focos de queimadas, na qual, foram espacializados geograficamente essas informações, para elaborar a base cartográfica desses focos, por meio do *software* QGIS 3.10, utilizando como ferramenta o algoritmo de densidade de Kernel. Desse modo, verificou-se que no intervalo estudado que o período com maiores incidências foram os anos de 2019 concentrando 74,98% seguidas do ano de 2017 que concentrou 11, 29% do total de focos entre 2016 a 2019. Quanto aos intervalos os mesmos se dispuseram mais intensos enquadrando-se como alta e muita alta a densidade desses focos na região nordeste e leste do município. Por fim, buscou-se com esses resultados, gerar subsídios para monitoramento, gestão, fiscalização e atenção aos locais com maiores ocorrências desses focos de calor, levando em conta a proteção e conservação dos recursos naturais locais do município, e o manejo adequado com a utilização do fogo.

Palavras-chave: Amazônia Paraense, Queimadas, Sensoriamento Remoto.



■ INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira ainda emprega bastante o uso do fogo nos sistemas de produções agrícolas, tanto na sua forma primitiva, como também de maneira intensificada nos cultivos agrícolas (COSTA, 2019). Usualmente as chamas do fogo atuam como mecanismo de limpeza, eliminando resíduos florestais, pragas, e auxiliando ainda na rebrota de pastos.

Assim, as queimadas atualmente tem figurado como um dos maiores problemas ambientais enfrentados no Brasil. Especialmente no bioma amazônico onde concentra-se, uma maior riqueza em diversidades de espécies de vegetações, e também de animais do planeta.

Ademais, essa queima de biomassa gera outros sérios problemas, como a liberação de gases de efeito estufa, e fortes prejuízos à fauna e à flora com relação a redução da biodiversidade de espécies (NASCIMENTO, 2018). O que traz uma certa preocupação a toda a sociedade em geral.

A queima dos materiais particulados das árvores juntamente com o processo de combustão, causam diversos danos aos ecossistemas naturais e ao meio ambiente em geral, em que as chamas do fogo contribuem significativamente com a perda da biodiversidade de espécies, tanto na fauna quanto na flora, favorecendo ainda o empobrecimento causado nos solos por onde as chamas do fogo circulam (MÉLO, 2011; LOURENÇO, 2018).

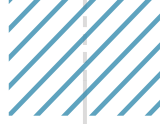
Esse aumento crescente de queimadas pode estar associado a necessidade de produção de alimentos nos mais distintos agroecossistemas agrícolas, por ser uma técnica bastante praticada na agricultura. No entanto, há registros de incêndios florestais ocasionados tanto por fenômenos naturais como também favorecidos pela presença de ação humana sobre a natureza, sobretudo em função da mudança do uso do solo, com o aumento de áreas para a produção agrícola para cultivos florestais e pecuaristas (CAMARGO, 2019).

Desse modo, o avanço da lavoura e da pecuária para expansão das fronteiras agrícolas, têm tornando-se um arranjo propício para maiores áreas desmatadas resultando mais adiante em intensivos registros de queimadas nos mais distintos territórios brasileiros.

Nesse contexto, as queimadas em extensas proporções de terras proporcionam diversas consequências irreparáveis, que põem em risco as unidades de conservação presentes nos mais distintos territórios do Brasil, além de contribuir com a diminuição dos fatores bióticos e abióticos dos biomas nacionais. Devido a relevância desse tema, é de grande importância estudar as queimadas e entender a dinâmica do fogo e suas causas e consequências nos mais diferentes espaços.

Desse modo, com a infinidade de questões danosas causadas pelo fogo, estudos que se aprofundem sob esta temática tornam-se necessários para que haja melhor compreensão do problema em questão. Visto que estudar as formas e dinamismo que o fogo atua sob o





ambiente é relevante em um panorama multidisciplinar, pois traz contribuições acerca da ecologia, da química, e ainda para o manejo e controle das queimadas (AVITABILE *et al.*, 2013).

Nessa perspectiva, para a concretização desses estudos e de análises em variáveis ambientais, o uso de geotecnologias é uma ferramenta considerada como imprescindível na identificação e mapeamento dos focos de queimadas no tempo e no espaço, pois esta área do conhecimento permite a disponibilização de informações para se elaborar um banco de dados no intuito de analisar as dimensões dos eventos, o comportamento e as correlações desses fenômenos com outras variáveis ambientais e antrópicas, que são materializadas por meio das queimadas (CARNEIRO *et al.*, 2019). Com a elaboração de um banco de dados é possível, ainda, acompanhar as tendências e a sua localização no espaço visando tomadas de decisões providenciais frente à problemática (SOUZA, 2016).

De acordo com o exposto, verifica-se a importância das técnicas e aplicações do sensoriamento remoto e do geoprocessamento nas abordagens geoespaciais sob espaço geográfico, em estudos e análises sob percepções ambientais, principalmente quando estes se encontram inseridos em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Diante dessa temática, este estudo objetivou analisar, através de ferramentas de geoprocessamento, a disposição dos focos de queimadas do município de Novo Progresso, ao longo dos anos de 2016 a 2019. Adicionalmente, o presente trabalho proporcionará uma contribuição para o conhecimento da situação do referido município quanto à distribuição dos focos de queimadas em seu território ao longo de quatro anos. Podendo servir como subsídio à gestão ambiental e conservação do ambiente no município através da elaboração de uma cartografia específica dos incêndios, por meio de mapas, evidenciando os pontos mais críticos afetados pelo fogo.

Os mapas e as tabelas e gráficos elaborados poderão ajudar a compreender a dinâmica do fogo e podem ser utilizados para comparações e correlações com variáveis ambientais, o que pode contribuir para os órgãos públicos ambientais e gestores ao disporem de informações pertinentes para criar instrumentos de gestão e buscarem por medidas de prevenção contra o fogo.

■ FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As queimadas podem ser definidas como técnicas agrícolas que servem como formas de preparo do solo, que utiliza a aplicação do fogo para a limpeza de terrenos ou áreas para a implantação dos roçados seguintes (SILVA FILHO *et al.*, 2009). Por sua vez, o termo foco de calor é definido para o registro da ocorrência de onde ocorreu o fogo em algum local da superfície da terra, obtido por meio de ferramentas de Sensoriamento Remoto.





Segundo Thomaz *et al.*, (2014) para uma área ser considerada foco de calor ela tem que atingir uma temperatura elevada acima de 47 °C e que geralmente são detectados por satélites que estão em órbita, constituindo parte importante do sistema de monitoramento de incêndios florestais.

Desse modo, compreende-se a importância de detectar o fogo para buscar medidas de prevenção do mesmo, devido às atividades danosas propiciadas pelas chamas, que vão desde as perdas econômicas à destruição de recursos naturais. Sendo o Sensoriamento Remoto orbital uma importante técnica para monitoramento ambiental desses focos, sobretudo quando associado ao mapeamento de incêndios florestais e na identificação de áreas onde sofreram o processo de desflorestamento (FLORENZANO, 2007).

Atualmente a inserção de tecnologias digitais em estudos geoambientais tem se apresentado como importantes ferramentas, por permitir o alcance de um nicho de informações pertinentes, sob o espaço e as mudanças ocorridas no ambiente. Assim, dentre essas tecnologias favoráveis ao planejamento e gestão do meio ambiente as principais tecnologias que se destacam com a sua imersão, estão os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), Sensoriamento Remoto e o geoprocessamento.

Que outrora tem permitido uma ampla visão sistemática sobre a distribuição no espaço e no tempo a observar padrões comportamentais de diferentes atividades que são danosas ao meio biofísico amazônico, incluindo nesse contexto as queimadas em diferentes escalas, em que a junção dessas tecnologias permite observar as interações entre o fogo e as relações sociais e ambientais da região (PEREIRA *et al.*, 2012).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), podem ser considerados uma das geotecnologias que se encontram dentro do escopo de tarefas do geoprocessamento. Um SIG é um sistema constituído e operacional. Uma definição clássica de SIG seria a de um sistema automatizado de coleta, armazenamento, manipulação e saída de dados cartográficos (BURROUGH e MCDONNELL, 1998).

Sensoriamento Remoto por sua vez, pode ser definido como a técnica de adquirir imagens de alta precisão e resolução dos objetos da superfície, presentes na superfície da terra, sem que haja nenhum contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Quanto ao geoprocessamento, este consiste em um 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 e informações espaciais ou georreferenciadas. É importante observar que para utilização de informações georreferenciadas é necessário o uso de um atributo indispensável que é a sua localização, ou seja, estão





ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas geográficas (ZAIDAN, 2017).

Assim, as geotecnologias são consideradas instrumentos promissores que permitem aprofundamento do conhecimento territorial e contribui para o aprimoramento de seu monitoramento, planejamento e gestão dos mesmos (GOMES, 2006).

■ MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em Novo Progresso, município paraense localizado a uma latitude de 07°08'52" Sul e a uma longitude 55°22'52" Oeste. Pertencendo à Mesorregião Sudoeste Paraense e à Microrregião de Itaituba (Figura 1). Novo Progresso foi criado através da Lei nº 5.700, de 13 de dezembro de 1991 sendo desmembrado do município de Itaituba, com sede na localidade da Vila Novo Progresso, que passou a categoria de cidade com a mesma denominação (IDESP, 2011).

Este município, situado em territórios pertencentes ao estado do Pará, tem na sua origem de ocupação e colonização associadas às políticas públicas nacionais direcionadas para região Amazônica ainda na década de 1970 que objetivavam a ocupação e exploração de terras devolutas com o intuito de torná-las produtivas.

Novo Progresso possui uma população média estimada em 25.766 habitantes e uma extensão territorial de 38.162,013 km². Quanto a sua fitofisionomia está inserido no bioma Amazônia (IBGE, 2019). Fazendo limites com os seguintes municípios, ao Norte com Itaituba, a Leste com Altamira, ao Sul com o Estado de Mato Grosso e a Oeste com os municípios de Jacareacanga e Itaituba, distante 987 km² da capital Belém.

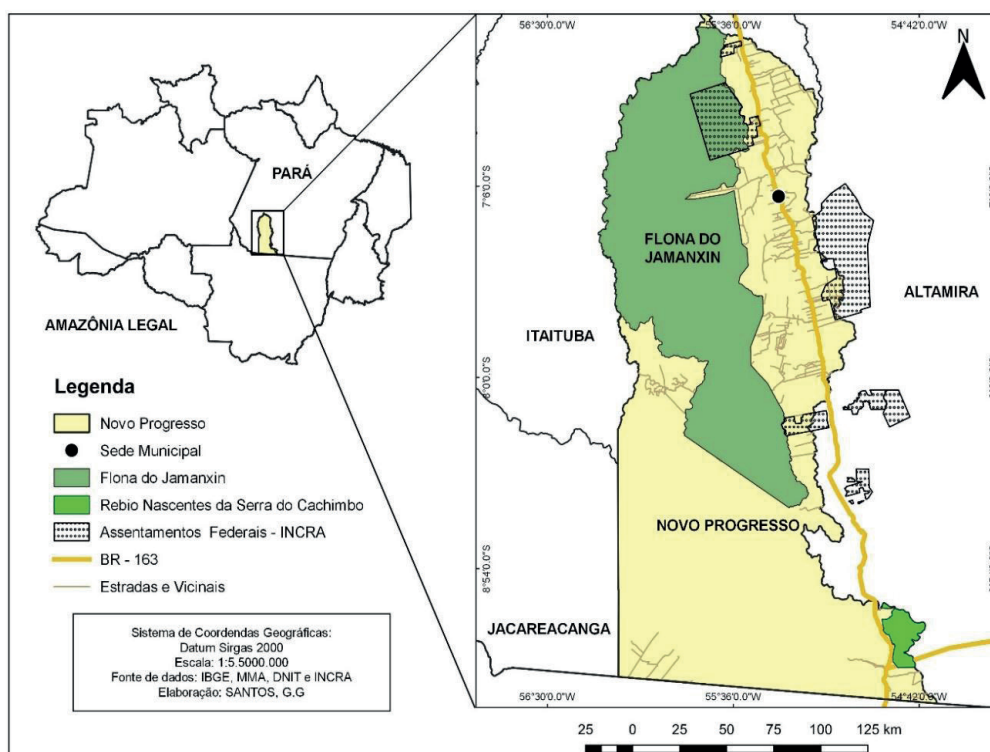
De acordo com a classificação de Köppen-Geiser o clima da região é do tipo Am, de clima tropical úmido ou sub-úmido (GOLFARI *et al.*, 1978). A temperatura média anual é de 25,6°C, chegando a elevar-se entre 29°C a 30°C. A Temperatura máxima é em média 30°C. A umidade relativa do ar apresenta valores que estão acima de 80% em quase todos os meses durante o ano, dividindo-se em dois períodos climáticos: o chuvoso, que vai de dezembro a junho, e o menos chuvoso, de julho a novembro. O regime pluviométrico apresenta variações anuais entre 1.800 a 2.200 mm.

A vegetação predominante no município é a floresta aberta latifoliada (cipoal), cerrado, floresta densa e floresta aberta mista (cocal). Em relação à economia de Novo Progresso, esta é baseada na agricultura, pecuária, extrativismo vegetal (castanha-do-pará, açaí, madeira, palmito e carvão vegetal), extrativismo mineral (ouro, estanho, diamante, ametista, turmalina, topázio e calcário), e estabelecimentos comerciais (FERREIRA, 2005). Assim, o município



apresenta as maiores atividades de uso e mudança do uso da terra. Responsável pelo 9º maior rebanho de gado do estado do Pará, com 618 mil cabeças em 2017 (IBGE 2019).

Figura 1. Mapa de Localização do Município de Novo Progresso, Pará.



Fonte: Santos, 2020.

Aquisição de dados

Os arquivos referentes à área de estudo foram extraídos na base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Os dados referentes aos focos de calor foram obtidos na plataforma do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) na página eletrônica “Bdqueimadas”, banco de dados de queimadas do centro de previsão de tempo e estudos climáticos (CPTEC), compreendendo os anos de 2016 a 2019 em extensão shapefile.

Estes dados, são gerados através de imagens de sensores que estão a bordo dos satélites polares e satélites geoestacionários (GOTIJO *et al.*, 2011), sendo os focos de calor para o referido estudo derivados do processamento e integração de dados diários do sensor AQUA-M-T, atual satélite de referência do INPE, para os anos de 2016 a 2018 e dados do satélite NOAA-20 para o ano de 2019, devido este apresentar maiores registros de focos neste ano.



Tratamento, interpretação e geração de dados

Os dados foram gerados com o auxílio do SIG QGIS versão 3. 10, a partir da obtenção dos focos de calor, foi aplicado o algoritmo estimador de densidade Kernel. Este interpolador é usualmente utilizado na geração de uma superfície contínua com base de dados amostrais, onde esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma dada área de influência (SOUZA, 2016). Assim, os pontos são ponderados pela distância de cada um, até o ponto que está sendo de referência estimada, possibilitando uma visão qualitativa dos focos de calor na região estudada.

Após a geração dos mapas contendo as regiões de concentração, foi realizado o processo de reclassificação dos dados raster, gerados com base na renderização da banda da imagem na opção banda simples falsa-cor, categorizando-a em cinco classes, seguindo o modelo de legenda aplicado por Fernandes *et al.* (2018), que analisou os focos de calor no município de Parauapebas-PA, utilizando ferramentas de geotecnologias.

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise das informações, obtidas através de dados dos satélites AQUA-M-T e do satélite NOAA – 20, verificou-se que, entre os anos estudados no município de Novo Progresso-PA, registrou um total de 19.516 focos de calor entre os anos de 2016 a 2019. Na tabela 1 verifica-se que o ano de 2019 foi o que apresentou o maior índice de focos com 14.635 ocorrências, seguido do ano de 2017 com 2.205 registros desses focos.

Tabela 1. Focos de calor detectados pelo satélite AQUA- M-T entre 2016 e 2018 e do satélite NOAA - 20 para o ano de 2019 em Novo Progresso, Pará.

Mês/ Ano	2016	2017	2018	2019
Janeiro	1	0	1	9
Fevereiro	8	0	0	1
Março	0	0	1	2
Abril	0	1	2	3
Mai	6	1	0	13
Junho	7	8	12	69
Julho	153	125	102	1337
Agosto	796	966	400	11493
Setembro	294	1009	770	1373
Outubro	74	87	25	228
Novembro	14	7	5	66
Dezembro	2	1	3	41
TOTAL	1355	2205	1321	14635

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do CPTEC/INPE (2020).

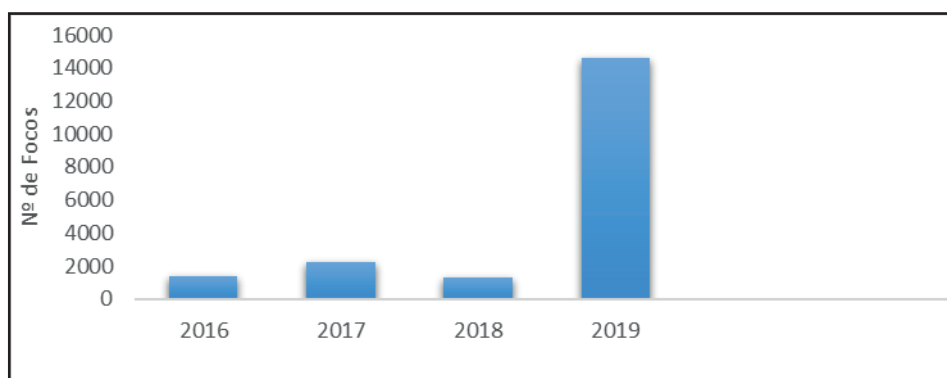




O total registrado no ano de 2019 corresponde a 74,98% do total de focos, enquanto os anos de 2016, 2017 e 2018 apresentaram um índice de focos muito inferior em relação a 2019, correspondendo a 6,95%, 11,29% e 6,78% respectivamente. Quando somados os valores percentuais verifica-se que estes três anos concentram apenas 25,02% de todos focos registrados. Além disso, o ano de 2019 foi o que apresentou o maior quantitativo de focos, totalizando 14.635 focos de calor, com crescimento de 1107,87% em relação ao ano de 2018, menor resultado da série analisada, com 1.321 focos de calor, demonstrando que o gráfico de distribuição anual total de focos de calor (Figura 2) não possui um padrão de tal distribuição ao longo dos anos.

Esses dados revelam que a Amazônia está queimando em um processo muito mais rápido em 2019, corroborando com a nota técnica emitida pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM em que afirmou que no ano de 2019 a Amazônia está queimando em um processo mais intenso e que o período seco, com redução do número de chuvas por si só não explica este aumento substancial de queimadas, em que o número de focos de incêndios, para maioria dos estados da região já é o maior dos últimos quatro anos (IPAM, 2019).

Figura 2. Quantitativo de focos de calor no município de Novo Progresso-PA, de 2016 a 2019.

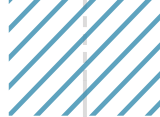


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do CPTEC/INPE (2020).

Mediante a isso, buscou-se, na literatura, informações que explicasse esse crescimento acurado de focos de queimadas no ano de 2019. Após uma consulta parcial em sites de periódicos e revistas científicas. Observou-se que esse aumento das queimadas e, em seguida, da destruição dos recursos naturais da Amazônia estão em favor do capital fundiário.

No qual, é o compromisso do governo desenvolver políticas ambientais mais eficientes para prevenir ações de destruição ao meio ambiente. No entanto, essa gradação das queimadas tem-se intensificado no atual governo, de Jair Bolsonaro, que se iniciou ainda em 2018 e desde seu mandato, resultou em números significativos de desmatamentos nas florestas. Onde, o ministro interino do meio ambiente, Ricardo Salles, se mostrou está do lado dos empresários, do mercado da agropecuária e da mineração, apoiando práticas de





invasões de madeireiros, mineradores e agricultores ilegais em território indígenas (CORRÊA e CORRÊA, 2020).

Diante do exposto, resultando em diversos crescimentos de práticas irregulares na Amazônia, desde maiores taxas de desmatamentos e de queimadas aumentando ainda a zona de violência no campo, ocasionadas principalmente pelo processo de grilagem, em que posseiros se apropriam de Terras Indígenas e de terras pertencentes à união com objetivo de um dia regularizar esses espaços de terras como propriedades particulares, e torná-las produtivas, e isso vem se tornando cada vez mais fácil de se alcançar, visto que a grilagem de terras é considerado um fato social contemporâneo, com bastante registros na região sul e sudoeste do estado do Pará (TERENCE *et al.*, 2019).

Com isso, existe uma maior apropriação dos recursos naturais amazônidas, ocasionados principalmente pelo latifúndio que busca a qualquer preço, a expansão das fronteiras agrícolas resultando em maiores taxas de desflorestamento e conseqüentemente de focos de queimadas. De acordo com Ramos *et al.*, (2011) onde existe um registro de queima, há grandes chances de possuir, intensivas áreas desmatadas, visto que o fogo está associado ao desmatamento na maioria das vezes, estando estreitamente relacionado com a forma de uso e ocupação do solo.

De acordo com Coy *et al.* (2014), grande parte da perda da cobertura vegetal no município de Novo Progresso, são resultados de práticas agrícolas como o corte raso e queima da floresta, principalmente às margens da rodovia BR-163. Ou seja, os focos de queimadas no distrito de Novo Progresso estão associados ao desflorestamento na região.

Segundo dados do Inpe (2014), evidencia-se que as principais atividades desempenhadas sobre essas áreas que sofreram o desflorestamento são a pecuária de corte e a agricultura, sendo a pecuária o valor mais expressivo, 4.135,20 km², seguido da agricultura com 10,95 km². Portanto, existe uma relação direta entre a dinâmica da floresta e pecuária que através da expansão da pecuária tende a causar pressões sobre as florestas tropicais em decorrência do crescimento da demanda de proteína animal, especialmente da bovinocultura.

Estudo comprova que o gado continua como o principal fator para o desmatamento, e em seguida se encontra a soja, que vem aumentando nas últimas décadas (GREENPEACE, 2019). Desse modo, a Amazônia brasileira está em um caminho distante de reduzir o desmatamento, seguida das grandes manchas de fumaça ocasionadas pela queima das árvores e dos impactos socioeconômicos e ambientais sobre as florestas da Amazônia.

Segundo Meireles Filho *et al.*, (2014) para o principal vetor de desmatamento que é a bovinocultura, não existe ainda um controle específico. Pelo contrário, o aumento do consumo de carne bovina, tanto em nível nacional quanto mundial, aliado aos grandes





empreendimentos de infraestrutura e as mudanças climáticas, oferecem um cenário preocupante de aumento da pressão sobre as florestas.

Assim, as queimadas estão constantemente associadas à criação de animais, sobretudo do gado por pequenos e grandes produtores de pecuária extensiva (HOMMA et. al., 1998). Outro fator também que contribui para esse processo de uso indiscriminado dos recursos naturais do município são os assentamentos rurais de reforma agrária, devido às atividades agrícolas desenvolvidas nesses locais. Para Silva *et al.*, (2019), os assentamentos têm a sua contribuição também, no processo de desflorestamento e conseqüentemente nas queimadas ocorridas na Amazônia, nos últimos anos.

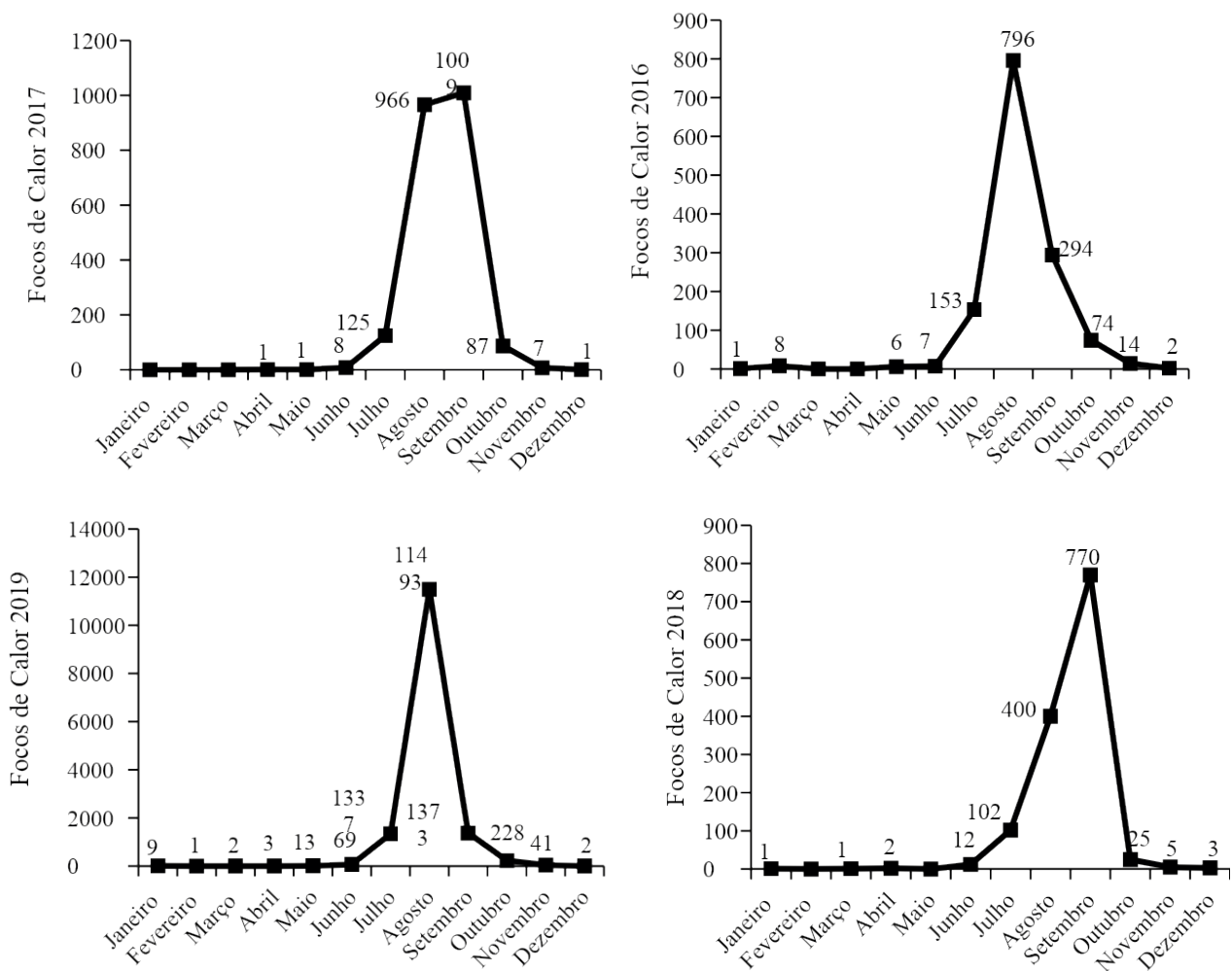
Verifica-se, na figura 3 as análises dos dados anuais, com a distribuição mensal dos focos de calor, sendo possível identificar que não houve um aumento padrão dessa distribuição, onde observa-se um aumento consideravelmente mais expressivo no número de focos, entre os meses de julho a outubro, mais especificamente 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 de seca na região. De acordo com Justino *et al.*, (2002) estudando a Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil, verificou que a maior ocorrência de focos de calor ocorre no Brasil entre os meses de junho a outubro, com os menores valores de precipitação na parte central do País.

Segundo Pinheiro *et al.* (2014), as mudanças meteorológicas influenciam no aumento de focos de calor trazendo modificações sob espaço geográfico e aumento de atividades agrícolas, visto que a intensificação de queimadas está relacionada com às ações do homem na natureza, que são intensificadas em períodos de escassez das chuvas, onde nesse período do ano, parte do material vegetativo das árvores perdem a umidade alcançando altas taxas de evapotranspiração. Com a queda das folhas, galhos e troncos no chão formam a serapilheira, que é depositada no solo e com a penetração dos raios solares nesse ambiente aumenta a inflamabilidade da floresta, aumentando as chances de ocorrer incêndios florestais.



Figura 3. Distribuição mensal dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-M-T para os anos de 2016 a 2018 e do satélite NOAA 20 para o ano de 2019 em Novo Progresso, Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do CPTEC/INPE (2020).

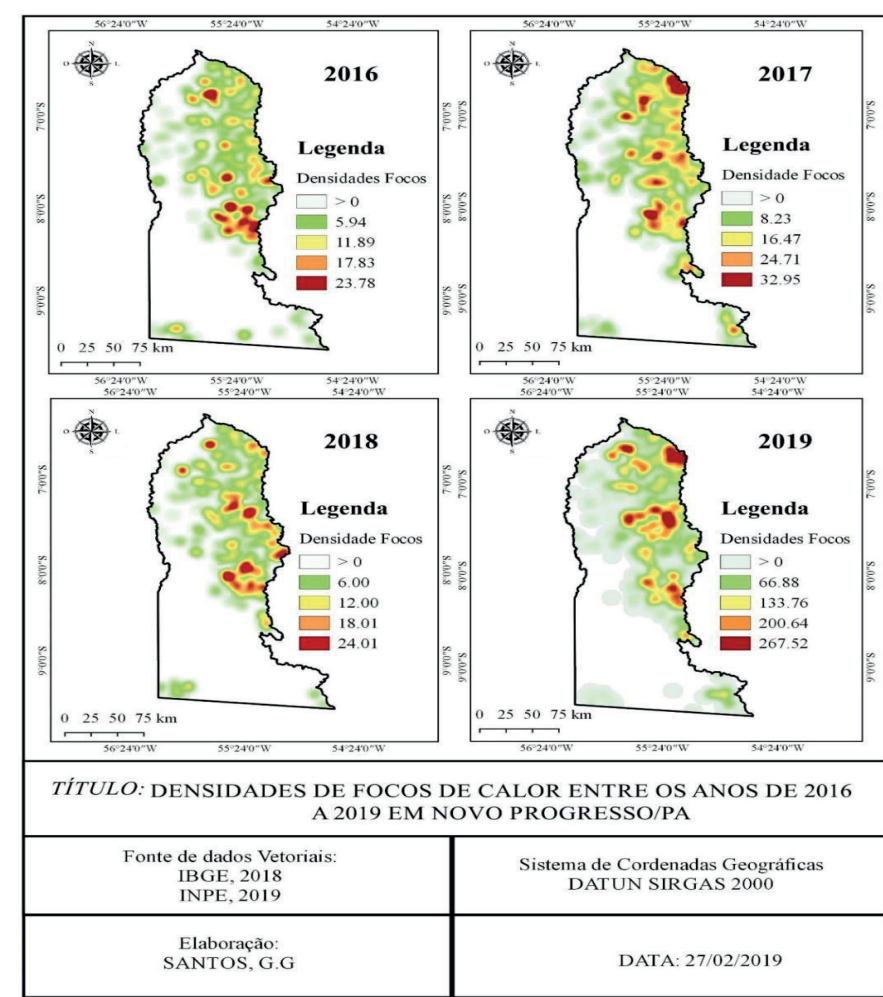
Fernandes *et al.*, (2019) estudando a distribuição temporal dos focos de calor na Microrregião de Parauapebas, no estado do Pará no período de 2011 a 2016 através do satélite de referência AQUA- M-T, verificou-se que os maiores índices de ocorrências de focos de calor estavam associados a períodos de poucas chuvas, ou seja, com períodos de estiagens mais prolongadas na região.

Nos mapas de Kernel (Figura 4), resultantes da interpolação dos focos de calor ao longo de cada ano, analisando os dados e os resultados obtidos com base na implementação de modelagem espacial da distribuição de focos de calor, observa-se que a intensidade destes na área estudada, de modo geral, estavam adensados na região nordeste e leste do município apresentando a maior densidade de focos. De 2016 a 2019 as manchas de densidade alta e muito alta estiveram bastante dispersas na região nordeste nos arredores da sede do município e ao longo da BR-163.

Segundo Lopes *et al.*, (2017) isso é explicado devido ao aumento da grilagem em terras pertencentes a essa região, que são áreas próximas à estrada pavimentada, portanto tendem a ser mais valorizadas por diminuírem o custo de transporte e de produção.

Observa-se ainda que a partir do ano de 2017 até 2019, as manchas de densidade alta e muito alta passam a se concentrar em locais específicos principalmente aos entornos da Rodovia BR – 163 e há também um crescimento significativo nas densidades médias e baixas dos focos dentro dos limites da Unidade de Conservação da Floresta Nacional do Jamanxim, situado no noroeste do município de Novo Progresso. Segundo Souza *et al.*, (2016) a proximidade de vias de grande trânsito favorece o aumento e ocorrências de focos de calor.

Figura 4. Mapas de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-M-T para os anos de 2016 a 2018 e do satélite NOAA – 20 para o ano de 2019 em Novo Progresso, Pará.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do CPTEC/INPE (2020).

CONCLUSÃO

Observou-se que ao longo dos anos, os focos de calor estiveram mais concentrados na região nordeste e leste do município, e ao longo da BR-163, e também na sua porção



central por ser uma área mais plana, com predisposição a atividades agrícolas. Além disso, o ano de 2019 foi o que apresentou o número de focos mais expressivos, totalizando 14. 635 focos de calor, com crescimento de 1107,87% em relação ano de 2018, menor resultado da série analisada, com 1. 321 focos de calor.

Por fim, a variação espaço-temporal dos focos ocorreu em maior quantidade nos meses de agosto e setembro, mostrando que essa tendência está associada ao período de estiação do município. Assim, esses focos através de imagens captadas por satélites permitem a identificação da existência do fogo, representando os aspectos da distribuição de forma real, em espaço-temporal desses incêndios, o que pode ser extremamente promissor no planejamento e combate de queimadas irregulares em Novo Progresso, sendo uma ferramenta muito útil e de simples acesso da gestão dos poderes públicos do município em especial a secretária de meio ambiente.

■ REFERÊNCIAS

1. AVITABILE, S. C. et al. **Systematic fire mapping is critical for fire ecology, planning and management: A case study in the semi-arid Murray Mallee, south-eastern Australia.** *Landscape and Urban Planning*. V.117, p.81-91, 2013.
2. BURROUGH, P. A. & MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems.** Oxford: Oxford University Press, 1998.
3. CAMARGO, L. S. et al. Mapeamento de Áreas Susceptíveis a Incêndios Florestais do Município de Petrópolis–RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 630-641, 2019.
4. CARNEIRO, K. F. S.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 31-40, 2019.
5. CORREA, L. P. A.; CORREA, R. S. Queimadas na Amazônia em 2019. **Cadernos Eletrônicos Direito Internacional sem Fronteiras**, v. 2, n. 2, p. e20200222-e20200222, 2020.
6. COSTA, J. D. M.; MELO, J. C.; BRITO, E. J.; SANTOS, S. L. C.; FILHO, H. S.; FUNI, C. Análise espacial da densidade de focos de calor e desflorestamento no município de Porto Grande no Estado do Amapá. In: **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos. Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2019.
7. COY, M; KINGLER, M. Frentes pioneiras em transformação: o eixo da BR-163 e os desafios socioambientais. **Revista Território & Fronteiras**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2014.
8. SOUZA, Italo Rômulo Mendes et al. Análise Espaço Temporal dos focos de calor no município de São Desidério-Ba. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Vol. 4: Congestas 2016.
9. FERNANDES, T. HACION, S. S.; NOVAIS, J. W. Z., SOUZA, I. P.; FERNANDES, T. **Deteccção e análise de focos de calor no município de Parauapebas-PA, Brasil por meio da aplicação de geotecnologia.** *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia-GO, v. 15, n. 28, p. 398, 2018.



10. FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. **O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 19, n. 53, p.157-166, 2005.
11. FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
12. GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil: segunda aproximação**. 1978.
13. GOMES, C. **Geotecnologias da informação e remodelação do espaço urbano-regional: os sistemas de informação geográfica**. v 3, n 3, 7-28, 2006.
14. GONÇALVES, K.S; CASTRO, H.A; HACON, S.S. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório**. In: Ciência & Saúde Coletiva. 2012.
15. GONTIJO, G. A. B.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, E. D. S.; ACERBI JUNIOR, F. W. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. Anais XV. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, INPE p.7966.2011.
16. 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.
17. HOMMA, A. K. O. et al. **Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental?** In: HOMMA, A.K.O (ed.). Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília, EMBRAPA-SPI, p.120-141, 1998.
18. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/novo-progresso/panorama>>.
19. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>.
20. IDESP - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO- SOCIAL DO PARÁ. **Estatística Municipal do Município de Novo Progresso, Pará**. Disponível em <<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/novoprogresso.pdf>>. 2011.
21. INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia Brasileira por satélites: Detecção de Desmatamento em Tempo Real – DETER**. São José dos Campos: INPE, 2018.
22. INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Portal de Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em < <http://www.inpe.br/queimadas>>. 2020.
23. IPAM, INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019.pdf>.
24. JUSTINO, F. B.; SOUZA, S. S. de; SETZER, A. Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil. In: **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz de Iguaçu-PR, 2002.
25. LOPES, A. C. L.; FREITAS, A. V. M.; COSTA, D. O.; BELTRÃO, N. E. S.; TAVARES, P. A. Análise de distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso, Pará. **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, p. 298-303, 2017.

26. 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.
27. MEIRELLES FILHO, João Carlos de Souza. É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Humanas**, v. 9, n. 1, p. 219-241, 2014.
28. MÉLO, A. S.; JUSTINO, F.; LEMOS, C. F.; SEDIYAMA, G.; RIBEIRO, G. Suscetibilidade do ambiente a ocorrências de queimadas sob condições climáticas atuais e de futuro aquecimento global. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, 401 - 418, 2011.
29. MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.
30. NASCIMENTO, N. A.; GERING, A. P. Levantamento da fauna afetada por queimadas na Microrregião de Araguaína e educação da população como meio de prevenção de focos de queimadas. Capim Dourado: **Diálogos em Extensão**, v. 1, n. 3, p. 69-81, 2018.
31. PEREIRA, A. P; PEREIRA, J. A. A.; MORELLI, F.; BARROS, D. A.; ACERBI, F. W.; SCOLFORO, J. R. S. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimadas por meio de imagens TM. **Cerne, Lavras**, v. 18, n. 2, p. 335-343, 2012.
32. 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**. p.553. 2014
33. RAMOS, A. B. R.; NASCIMENTO, E. R. P; OLIVEIRA, M. J. Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**. São José dos Campos: INPE: 2011.
34. SILVA FILHO, E. B. da; TELES, L. J. S; SANTOS NETO, L. A. dos. Ocorrências de focos de calor no estado de Rondônia em 2007. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (2): 123-140, ago. 2009.
35. SILVA, Danilo Silva da. **Trajatórias de uso e cobertura da terra no município de Novo Progresso-Pará**. 2019.
36. SOUZA, I. R. M. et al. Análise espaço temporal dos Focos de calor no município de Formosa do Rio Preto-Ba. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, João Pessoa – PB, 2016.
37. TERENCE, Marcelo Fernando. Grilagem de terras públicas federais e acumulação capitalista no Sudeste Paraense. **Cogitare**, v. 2, n. 1, p. 30-49, 2019.
38. 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.
39. ZAIDAN, R. T., Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista de Geografia PPGeo-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017.