

DETECÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE FOCOS DE QUEIMADAS E PRODUÇÃO DE MAPAS DE CALOR EM TIMON, MA

Detection of burnt focuses and heat map production in Timon, MA

Rafael José Marques
Universidade Federal do Piauí - UFPI
rafaeljmarques.geo@gmail.com

Werton Francisco Rios da Costa Sobrinho
Universidade Estadual do Piauí - UESPI
profwerton@outlook.com

Aceito: 30/06/2020

Recebido: 21/10/2019

RESUMO: O Brasil atualmente passa por uma expansão nas atividades do agronegócio e ao mesmo tempo, mantém as pequenas atividades agrícolas que permanecem ativas, e ambas as atividades ainda se utilizam da técnica mais rudimentar de limpeza de área para plantio e ou para pasto para criação de animal, a prática do fogo, a queimada. Neste âmbito, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem cada vez mais sendo relevante com um sistema de detecção de queimadas a partir de imagens de sensores a bordo de satélites polares e geoestacionários. Assim, os chamados focos de calor são detectados e esses dados são utilizados para mapeamentos, controle e prevenção. Neste sentido este trabalho pretende trazer dados das ocorrências no município de Timon (MA), entre os anos de 2014 a 2018, e nestes 5 (cinco) anos foram detectados cerca de 6.405 mil focos de queimadas, identificados pelo INPE. O conhecimento das causas e da frequência desses ocorridos é de extrema importância, principalmente levando-se em consideração que o ponto de partida para a elaboração dos planos de prevenção é saber quem (ou o que) iniciou o fogo. Assim, este trabalho opõe validar e entender a relação dos focos de calor obtidos pelo INPE e queimadas realmente ocorridas, do município. Analisando os focos de calor disponibilizados pelo INPE.

Palavras-chave: Mapeamento; Geoprocessamento; Timon.

ABSTRACT: Brazil at present suffers an expansion in the activities of the agronegócio and at the same time, maintains the small agricultural activities that remain you activate, and both activities still make use of the most rudimentary technique of cleaning of area for planting and or for pasture for creation of animal, the practice of the fire, the forest fire. In this extent, the National Institute of Space Inquiries (INPE) is more and more relevant with a system of detection of forest fires from sensors images on board of polar satellites and geoestacionários. So, the called heat focuses are detected and these data are used for mapeamentos, control and prevention. In this sense this work intends to bring data of the incidents in Timon's local authority (MA), between the years from 2014 to 2018, and nearly 5.393 thousand focuses of forest fires were detected, identified by the INPE. The knowledge of the causes and of the frequency of these occurred ones is of extreme importance, mainly when it are taken into account that the starting point for the preparation of the plans of prevention, is to know who (or what) began the fire. So, this work proposes to validate and to understand the relation of the focuses of heat obtained by the INPE and they burned when they really took place, of the local authority. Analysing the focuses of heat made available by the INPE.

Key words: Mapping; Geoprocessing; Timon.

INTRODUÇÃO

As queimadas são sempre um risco quando realizadas, mesmo de forma controlada. E quando se tornam descontroladas, transforma-se em tragédias e ou desastres. Na abordagem antrópica, uma prática tradicional realizada geralmente por agricultores familiares na intenção de preparar o solo para plantação ou pastos, essas queimadas apresentam riscos ambientais graves, pois podem tomar proporções desastrosas ao ambiente (fauna e flora) e a saúde humana. Na tentativa de minimizar os impactos, as queimadas são proibidas e/ou só devem ser realizadas quando autorizadas pelos órgãos competentes responsáveis pelo monitoramento (IMESC, 2018).

Desde o surgimento das atividades agrícolas e pastoris, mais especificamente, com a ocupação do meio natural pelos cultivos agrícolas, ocorreu uma exploração reiterada dos insumos da biosfera, principalmente a biomassa, tanto pela extração desproporcional, quanto pela prática indiscriminada e danosa das queimadas, considerada uma tradição antiga e arraigada entre os agricultores, no que tange ao processo de limpeza da terra e, posteriormente, a sua preparação para o cultivo ou a atividade pecuarista. Essa prática, considerada de baixo custo, e muito difundida pelo mundo, contribui para grandes prejuízos e, conseqüentemente a exaustão da fertilidade natural dos solos.

Assim, o fogo é uma ferramenta necessária para a plantação de culturas diversas que o homem se utiliza. Na abordagem antropogênica, o fogo saiu de uso tradicional de pequenos agricultores familiares para proporções descontroláveis em grandes porções de terras. E assim, vindo de forma destrosa, as queimadas, se apresentar como risco ambiental grave, pois podem tomar proporções desproporcionais. Por tanto, as queimadas são uma ameaça que tem despertado atenção dos órgãos ligados ao meio ambiente, bem como da imprensa, com constantes informações sobre novos focos e seus prejuízos à saúde e ao ambiente (GERUDE, 2013).

As áreas que passam pelo processo de queimadas além da falta de prática de manejo sustentável, sofrem com perda de biodiversidade, redução da ciclagem da água e reciclagem de nutrientes, redução da qualidade de vida, dentre outros Araújo et al., (2011). As queimadas mesmo sendo “feitas de forma controlada podem tomar proporções desastrosas, atingindo áreas de vegetação nativa, matando animais silvestres podendo até mesmo avançar sobre áreas rurais e urbanas” (IMESC 2018).

O fogo utilizado em práticas a abertura e limpeza de áreas (ALHO E MARTINS 1995) e mais, para o manejo das pastagens originárias e ou plantadas e matas virgens. As queimadas, em especial, no período de estiagem ou seca, apresentam um maior fator de surgimento (GIROLDO, 2016 et al). E mais ainda o elemento antropogênico (ação do homem) sendo o maior e principal elemento causador das ocorrências das queimadas (GIROLDO, 2016 et al).

Além das queimadas que ocorrem de forma natural, também podem acontecer por ações criminosas/vandalismo, renovação de pastos, aberturas de novas áreas para cultivos. E geralmente ocorrem depois do período das chuvas, iniciando em junho, em poucos focos, proporções, mas chegando aos meses de agosto a novembro tornam-se inúmeras, praticamente em todo norte, centro oeste e nordeste do país (GERUDE,

2013). Desta forma, é geralmente no segundo semestre que, abundam pelo país, sobretudo a faixa Central, Norte e Nordeste, as iniciativas que envolvem o uso e a ocupação do solo mediado pelo instrumento da queimada.

O município de Timon, MA, insere-se nesta lógica, cujo período de maior concentração dos focos de calor é a estação seca, ou seja, está circunscrito aos meses que antecedem o período de maior carga pluviométrica. Convém mencionar que a estação chuvosa tem início na sub-região Meio Norte a partir de meados de dezembro, prolongando-se até o mês de maio do ano posterior.

Para Miranda, p. 1-10. 1996, diz que:

Os focos de queimada nos biomas maranhenses ocorrem principalmente no Cerrado, motivados pelas características ambientais da região, que propicia rápida combustão da vegetação, além de clima favorável (tropical úmido), com temperatura média anual de 26,1°C. Com duas estações bem definidas sendo elas: verão seco de maio a outubro, onde ocorrem as queimadas e inverno chuvoso, onde ocorre 90% da precipitação de novembro a abril. (MIRANDA, 1996).

Ressalta-se que, queimadas sem controle são ocasionadas pela abertura de pastos para pecuária extensiva e plantações, principalmente em pequenas propriedades inicialmente e também, de forma até com maior proporção nas grandes áreas.

Neste âmbito, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde a década de 1980 vem aprimorando um sistema de detecção de queimadas a partir de imagens de sensores a bordo de satélites polares e geoestacionários. E são chamados de “focos de calor”, são pontos geográficos captados por sensores espaciais na superfície do solo, quando detectado temperatura superior a 47 °C e área mínima de 900 m². Atualmente, as informações são disponibilizadas operacionalmente aos usuários cerca de 20 minutos após as passagens dos satélites. Todo o país e grande parte da América do Sul são cobertos pelas imagens, pois utiliza-se recepções das estações do INPE (INPE 2019); (GONTIJO, et al. 2011).

Neste aspecto, pretende-se com este trabalho operacionalizar uma análise espaço-temporal das manifestações de focos de queimadas, identificando as causas e mapeando os pontos de calor a partir da metodologia de densidade de kernel, em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), no município de Timon (MA) em uma escala de 5 (cinco) anos, passando por 2014, 2015, 2016, 2017, até 2018. Assim, este estudo investiga os fatores geradores dos focos, quantificando e qualificando os dados obtidos de forma tabular e geoespacial com vistas ao delineamento de perspectivas subsidiadoras para a tomada de decisões pelos órgãos responsáveis pela prevenção, redução e controle de tais ocorrências. Este trabalho também busca sensibilizar as autoridades competentes no âmbito municipal e estadual a priorizarem as ações preventivas no campo da educação ambiental e de educação para o risco, contribuindo para ações de cunho educativo e mitigatório, com fulcro na redução das práticas de queimadas na cidade de Timon no Maranhão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo corresponde ao município de Timon, localizado a leste do estado, na bacia hidrográfica, (médio/baixo curso) e sedimentar do Rio Parnaíba, inserido na Mesorregião Leste Maranhense, dentro da Microrregião abrange uma área de 1.743,2 km², com uma população de aproximadamente 155.460 habitantes e densidade demográfica de 89,18 hab/km² (IBGE, CENSO 2010), E com população estimada de 169,107 mil habitantes (IBGE, 2019), como pode ser visualizado na figura 1.

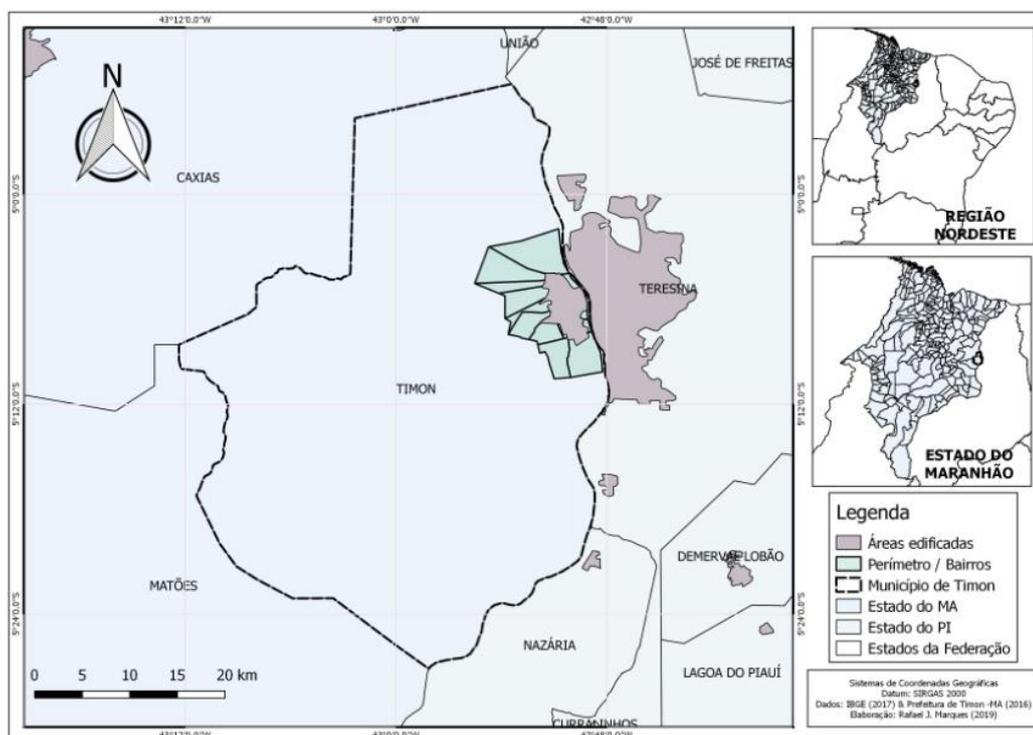


Figura 1: Localização do Município de Timon, MA. **Fonte:** autores, 2019.

Mapeamentos dos focos de queimadas – Mapas de calor

Para realização deste trabalho fez-se necessário desenvolver-se em dois momentos. Inicialmente realizando uma revisão bibliográfica sobre o tema, com buscas de artigos, dissertações teses e documentos do poder público.

E no segundo momento, coleta e tratamento dos dados de focos de calor que foram obtidos através do Programa de Queimadas realizado por monitoramento de satélite pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no seu banco de dados de focos de queimadas. Para a quantificação dos focos de queimadas no Município de Timon, no estado do Maranhão, onde foi estabelecido o período de jan/2015 até dez/2018, com dados do banco de queimadas do INPE.

Estes dados foram analisados considerando os focos registrados por Satélite. As imagens utilizadas no estudo para as cenas foram detectadas por satélites e sensores

meteorológicos de órbita polares da série NOAA, EOS (TERRA/AQUA - Sensor MODIS) e satélites de órbita geoestacionária GOES e METEOSAT.

Posteriormente, utilizou-se técnicas e ferramentas de geoprocessamento, para tal foi construído um banco de dados em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) no *software* livre QGIS, versão 2.18 e 3.4, para processamento dos dados interpolados, em pontos identificados.

Os satélites utilizados pelo INPE possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4 μm (micrômetro ou micron) e que a instituição consegue receber. No presente, são processadas operacionalmente, na Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA as imagens AVHRR/3 dos satélites polares NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B, as MODIS dos NASA TERRA e AQUA, as VIIRS do NPP-Suomi, e as imagens dos satélites geoestacionários, GOES-13 e MSG-3.

Cada satélite de órbita polar produz pelo menos dois conjuntos de imagens por dia, e os geoestacionários geram várias imagens por hora, sendo que no total o INPE processa mais de 200 imagens por dia especificamente para detectar focos de queima da vegetação. Ainda inclui-se a recepção das imagens os satélites chineses polares *Fenyun* e geoestacionário NOAA-GOES-16 (RAMOS 2011; SANTOS 2016)

Os satélites citados possuem múltiplos usos dentre os quais, para avaliar a distribuição de temperatura sobre o mar e a terra, mostrando-se muito útil para o monitoramento de queimadas e, conseqüentemente, como registro nos focos de calor que podem ser espacializados sobre o ponto de vista dos mais variados profissionais. (PEREIRA, 2009, 2012); (INPE 2019).

Os dados de focos de calor do referido satélite foram obtidos através de download do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do endereço: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Foram realizados produtos cartográficos para a análise temporal dos anos de 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 na área do município de Timon, para assim, observar os quantitativos dos focos. De posse dos dados obtidos o mapeamento dos focos de calor foi realizado em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, utilizando recursos do *software* livre QGIS, 2.18 e versão 3.4, para processar o mapa de calor, a adição de uma camada base municipais foi usada para delimitar a área correspondente às cidades e demarcar o município e inserindo os dados obtidos pelo INPE. Assim, o mapa de calor foi processado e também foi adicionada uma camada de relevo do município.

O uso dos 'Mapas de *Kernel*', nas geotecnologias, é um método estatístico de estimação de curvas de densidades, utilizando pontos cotados. Neste método cada uma das observações, pontos, é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo (BOSSLE 2017).

Com este método, densidade de kernel, foram criados mapas de focos de calor para mostrar a níveis de densidades que variam de acordo com o gradiente de cores e tonalidade representados, assim com cores quentes, usando o vermelho escuro, que indica densidade muito alta, vermelho, com tonalidade mais clara indicando densidade alta, laranja com densidade média, amarela com densidade baixa e ou muito baixa.

Auxiliando assim uma análise espacial de focos, de acordo com o raio de alcance usando o algoritmo do programa SIG.

Assim detectado uma faixa com uma tonalidade ou cor mais intensa, por exemplo, vermelha pode-se inferir que nesta região, existe uma concentração elevada, pois os pontos segregados estão muito próximos criando este tipo de resultado, o raciocínio pode ser feito de forma contrária, ou seja, quanto mais clara a cor, menos concentrados (SOUZA 2013).

Assim, este tipo de mapa é uma alternativa para análise geográfica do comportamento de padrões. No mapa é plotado, por meio do método de interpolação, a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo. Assim, temos uma visão geral da intensidade do processo em todas as regiões do mapa. Assim, representa uma enorme técnica, metodologia de análise espacial. Com pontos adquiridos, na plataforma do INPE queimadas, salvando no formato de coordenadas planas - UTM. Estando em na projeção plana, os pontos passaram pelo algoritmo no SIG QGIS, versão 3.4, na ferramenta processar - mapa de calor, para ser exportando, indo de dado vetorial para *raster*.

Por seguinte, salvar o dado, mapa de calor, também em UTM (Universal Transversa de Mercator), com o algoritmo ou *plugin* aberto em uma janela, deve-se inserir os pontos salvos em UTM, delimitar o raio de influencia dos dados, de 50m a 2000m. E aqui foi delimitado um raio de 500m. Em seguida a densidade de *kernel* é gerado. Posteriormente foi realizado a classificação, já em *raster*, indo a propriedades, renderização banda simples falsa-cor, e para dá melhor visualização e interpretação, em seguida indo no gradiente de cor, nova cor do gradiente e optou-se o tipo 'Red' YlOrRd_09, com níveis de cor vermelha para melhor visualizar e representar o mapa de calor e foco de queimadas.

Com isto, finalizar a produção do projeto cartográfico de mapa de calor com densidade e focos de queimadas. Na imagem a seguir é mostrado a fase de elaboração, ver figura 2.

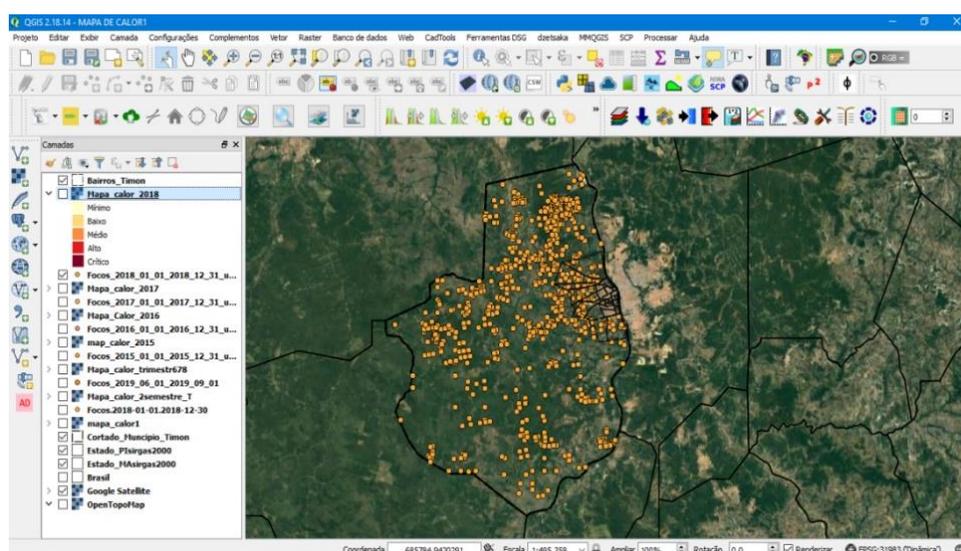


Figura 2: Fase de elaboração dos mapas no SIG QGIS. **Fonte:** autores, 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Brasil, o monitoramento dos focos estrutura-se através de satélites pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). No presente trabalho a base de dados foram adquiridos pelo INPE, para criação dos mapas temáticos, se utilizou da metodologia do IMESC que categorizou a análise em três grupos: Baixo, para as áreas com pouca incidência de focos; Médio, para as áreas com incidência moderada, com a emissão de alerta para esses municípios; e Alto, para as áreas de grande incidência, na qual faz-se necessário a implementação de medidas de contenção dos impactos ao ambiente e saúde da população. E se acrescentou mais uma, a classe Crítica, que podem ser áreas de descontrolo da queimada.

Para algumas populações tradicionais e indígenas que ocupam originalmente parte do Maranhão, e Norte do País, o manejo do fogo faz parte da cultura, utilizado como ferramenta tradicional para limpeza de áreas. Entretanto, um ponto deve-se levar em grande detalhe, o Brasil é um dos Países recordistas em números de queimadas, segundo dados do INPE desde 1998 até 2019, já foram computados 393.915 focos de queimadas por todo País, pelo Programa de Queimadas realizado por monitoramento de satélite.

Dados deste ano, 2019, dados do INPE, demonstrando o a série histórica, indicando que até houve uma redução dos focos em comparação aos primeiros anos de 2000, com redução nesses últimos 10 anos, como mostra no gráfico da figura 3.

Série histórica do país: **Brasil**

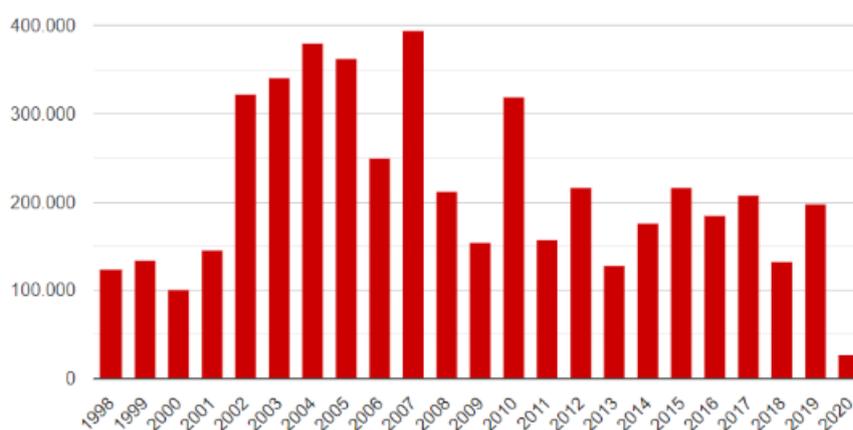


Figura 3: Série histórica do total de focos detectados no Brasil pelo satélite de referência, no período de 1998 até 06/07/2020. **Fonte:** INPE, 2020.

No estado do Maranhão, a situação não é diferente, pois concentra um gráfico de dados críticos no histórico, com redução nos anos recentes e no histórico foram registrados 44765, de 1998 a 2019, focos de queimadas. E neste ano, até o mês de agosto, foram registrados um qualitativo de 6.238 focos (Figura 4).

Série histórica do estado: Maranhão

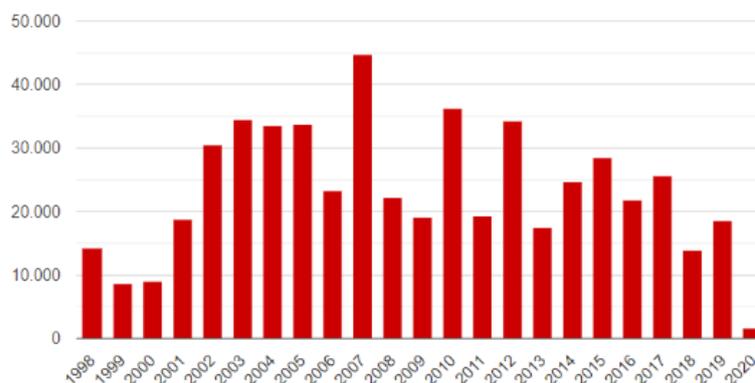


Figura 4: Série histórica do estado Maranhão, total de focos detectados pelo satélite de referência, no período de 1998 até 06/07/2020. **Fonte:** INPE, 2020.

Esses dados disponibilizados no INPE são números de total de focos ativos detectados dia a dia pelo satélite de referência.

Com o desenvolvimento das Geotecnologias, técnicas de geoprocessamento e Sensoriamento remoto torna-se cada vez mais relevante para os órgãos de planejamento e monitoramento ambiental, e principalmente, ações de manejo e monitoramento dos focos de queimadas em nos biomas brasileiros. Com o monitoramento dos focos de queimadas pelo INPE, por todo o território nacional dispõe de ferramenta importante podendo estes traçar planos de combate e preservação.

Os dados de focos de calor foram analisados por meio da frequência de ocorrência na área de estudo durante o período dessa análise e foram representados pelas informações. De acordo com a detecção pelo monitoramento orbital, para considerar as queimadas ou incêndios mapeados como cicatrizes, deve haver focos de calor no interior das mesmas, bem como nas proximidades. Quando o foco está dentro da cicatriz, pode-se afirmar que esta foi detectada; por outro lado, quando observados focos apenas nas proximidades, essas foram analisadas por meio de interpretação visual.

Segundo o INPE (2019) os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km de distância, e TERRA e AQUA a 730 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, será detectada. Para os geoestacionários, a 25 mil km de distância, a frente precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada. Os dados de focos de queimadas detectados para o Brasil (INPE, 2019), como o elemento de resolução espacial (*píxel*) do satélite tem 1 km x 1 km ou mais, uma queimada de algumas dezenas de m² será identificada como tendo pelo menos 1km². Ferreira (2004), diz que nas imagens dos satélites geoestacionários, onde o *píxel* tem 4km x 4km, esta pequena queimada passará a ser indicada por uma área de 16km² ou mais. Assim, um foco de queima, que aqui é a mesma coisa que um *píxel* de queima, pode indicar tanto uma pequena queimada

assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. Ou seja, este sistema do INPE detecta a existência de fogo na vegetação sem ter condições de avaliar o tamanho da área que está queimando ou o tipo de vegetação afetada.

A relação foco x queimada não é direta nas imagens de satélite. Um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (*píxel*), que varia de 1 km x 1 km até 5 km x 4 km. Assim pode haver uma ou várias queimadas distintas que a indicação será de um único foco. E se uma queimada for muito extensa, ela será detectada em alguns *píxeis* vizinhos, ou seja, vários focos estarão associados a uma única grande queimada. Ainda, é comum uma mesma queimada ser detectada por vários satélites.

Este sistema de queimadas do INPE detecta a ocorrência de fogo, dado por si só extremamente importante e válido, e necessário para milhares de usuários deste sistema do INPE. Um material em chamas emite energia principalmente na faixa termal-média de 3, 7um a 4.1um do espectro ótico. Utilizam-se as imagens que tenham esta faixa característica e nelas selecionam-se os *píxeis* (elementos de resolução) com maior temperatura, em geral saturando o sensor.

O pressuposto dos focos, a percepção da origem e ou motivos é de que parcela do município tem sua economia baseadas na em atividades agrícolas e ou pecuária. Por isso a derrubada das matas para extração de madeira, e outros serviços para agricultura.

Os focos de calor estão intimamente ligados a estas questões. Assim, a dinâmica espaço-temporal da incidência de queimadas no município, no período analisado, demonstra grandes quantidades de focos detectados. Todas as detecções, em grande quantidade de intensidade no segundo semestre, sendo período com índices pluviométricos mínimos, quase ou inexistente, contribuíram diretamente para os altos valores de focos de queimadas neste período do ano, tendo em vista que é o período menos chuvoso.

Assim, o mapa elaborado apresenta todo o mapeamento dos focos, e é representado nas figuras 5, 6, 7, 8 e 9, a seguir:

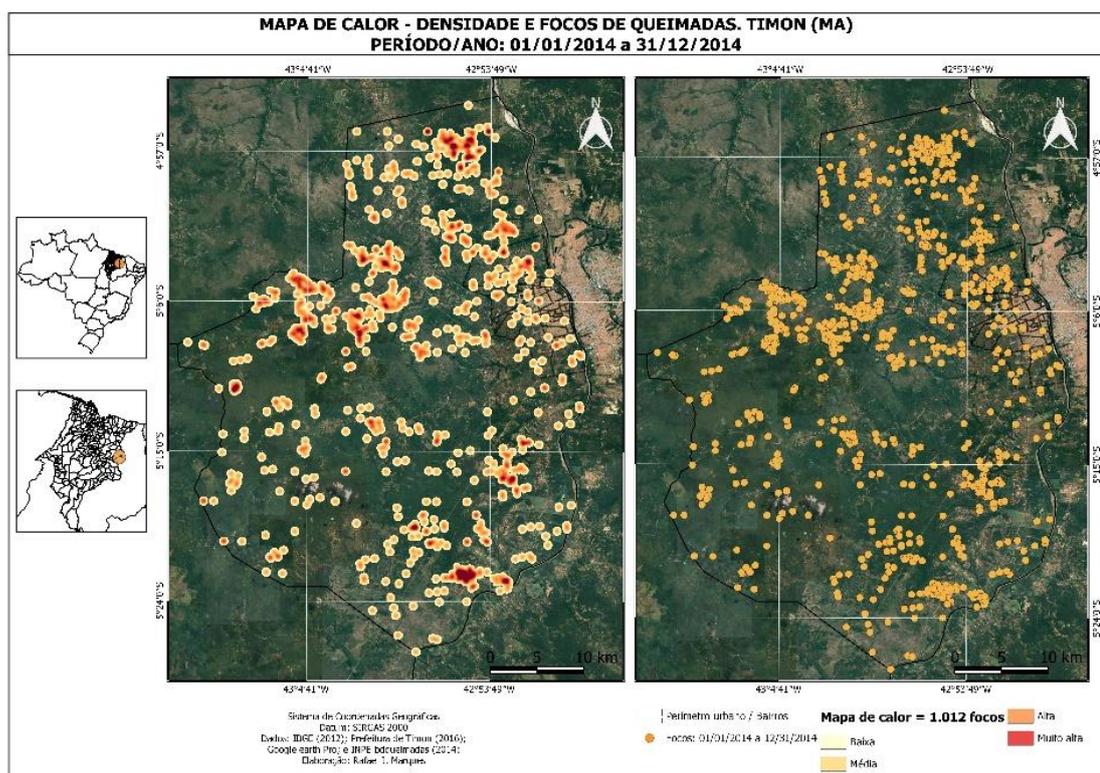


Figura 5: Mapas de calor em Timon no ano de 2014. Fonte: autores, (2019).

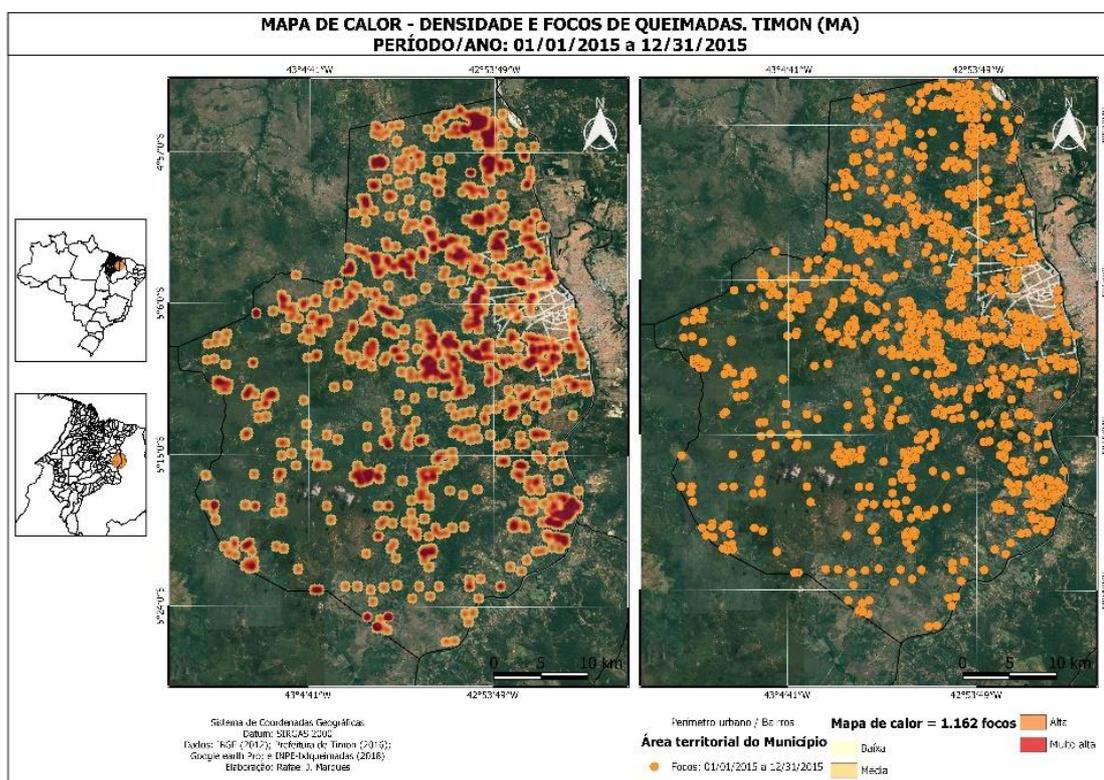


Figura 6: Mapas de calor em Timon no ano de 2015. Fonte: autores, (2019).

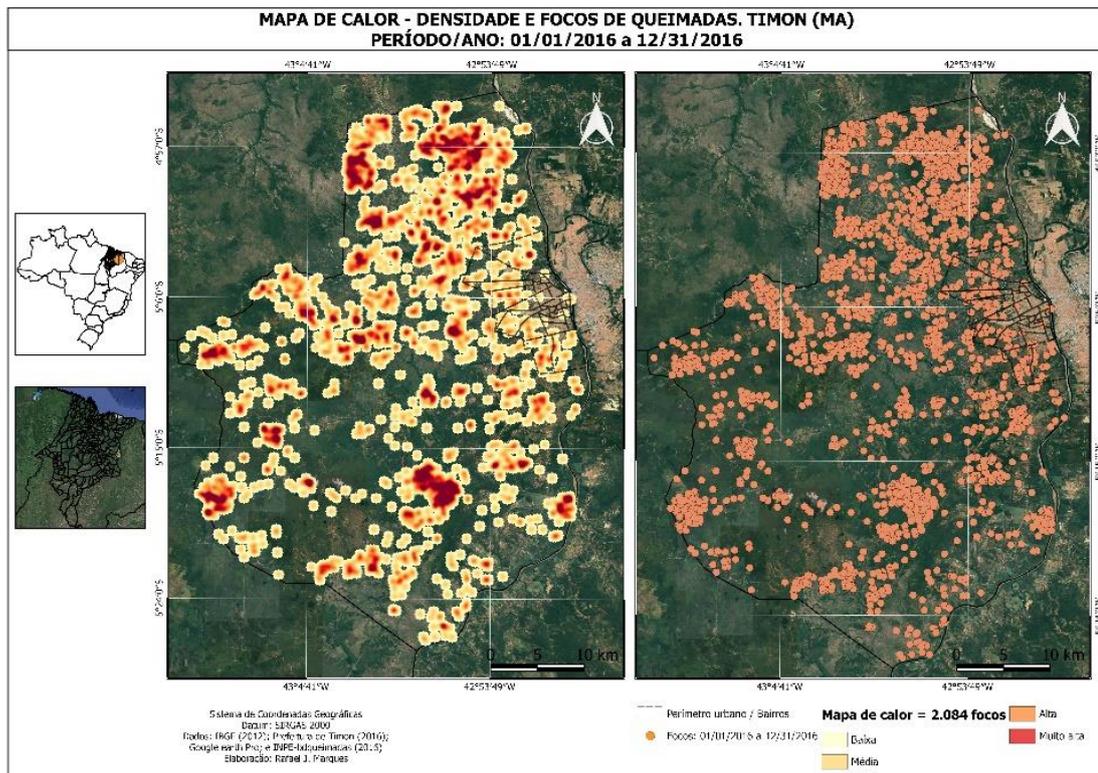


Figura 7: Mapas de calor em Timon no ano de 2016. **Fonte:** autores, (2019).

Observa-se na figura 7, um conjunto de mapas, e que apresenta uma grande incidência de focos de queimadas nas porções oeste e norte do município e certa densidade na região norte, em 2014, e no sul no ano de 2015, tendo alta densidade, demonstrada no mapa. E já no ano de 2016, houve alto significativo destes focos, sendo que passaram de 1.162, focos (2015), para 2.084, focos (2016).

Assim, para confirmação destas áreas, buscou informações perante a comunidade e a órgãos do município e ainda, com uma imagem de satélite e ou ortofotomosaico das principais áreas de grande densidade.

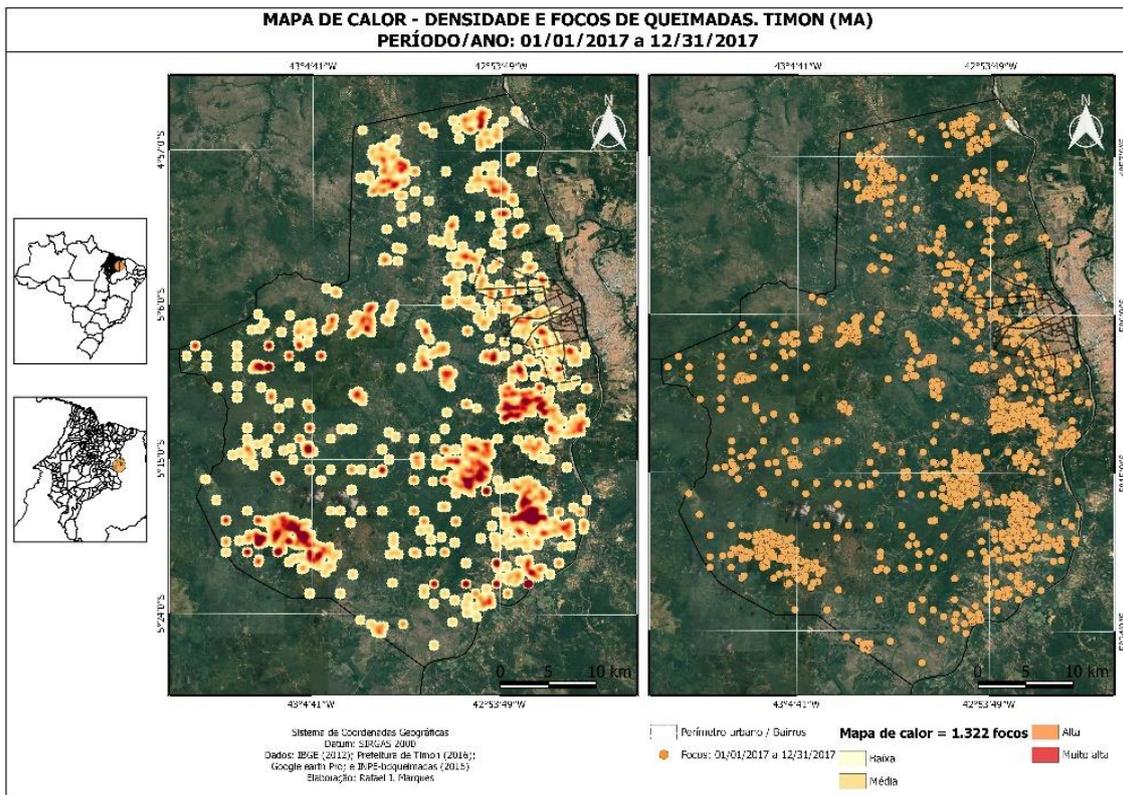


Figura 8: Mapas de calor em Timon no ano de 2017. **Fonte:** autores, (2019).

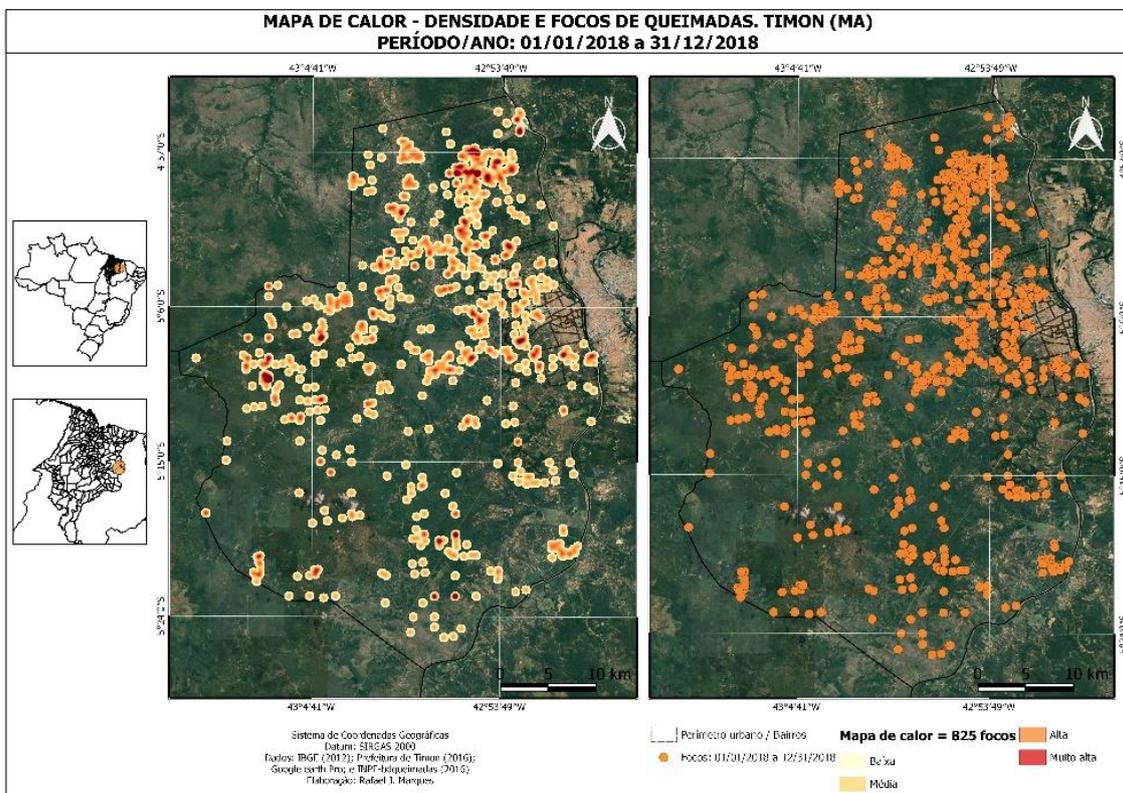


Figura 9: Mapas de calor em Timon no ano de 2018. **Fonte:** autores, (2019).

Entre 2017 e o ano de 2018, em relação aos anos de 2014 e 2016, houve significativa redução do quantitativo e respectivamente, da densidade dos focos de queimadas. Assim com dados de 1.322 mil focos (2017), para 825 focos (2018) registrados. Os maiores números de focos de queimadas estão registrados nos meses de julho a novembro, registrando 1.012 focos (ano de 2014), 1.162 focos (ano de 2015), 2.084 (2016), 1.322 (2017), 825 (2018) focos e em geral a ocorrência de focos de queimadas, em especial nesses meses destacados, pode estar associada com vários fatores, como a quantidade de chuva que teve nesses meses ou o aumento das atividades antrópicas, por exemplo. Por tanto, em Timon - MA, foram registrados um total de 6.405 focos de queimadas no período estudado. A quantidade de focos de queimadas registradas no município de Timon/MA no período de 01/01/2014 até 31/12/2018 é apresentada no gráfico 1, a seguir:

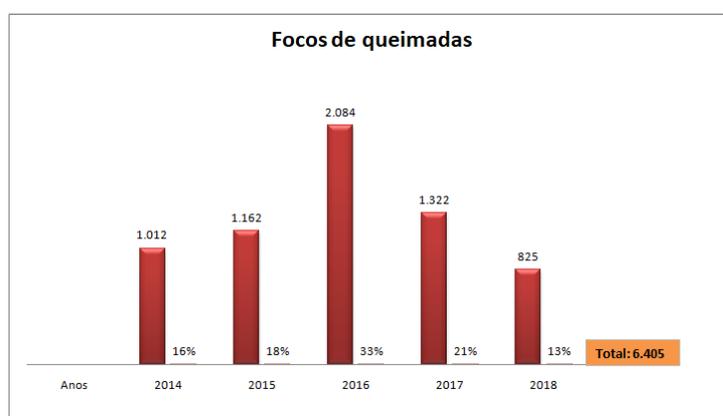


Gráfico 1: Focos de queimadas em Timon. **Fonte:** INPE, 2020. Org.Autores, 2019

Nota-se que a dinâmica das queimadas no município de Timon (MA) havendo uma redução dos focos do ano de 2016 para 2018, de forma bem significativa, como é demonstrado no gráfico 1. Assim, esta pesquisa mostra entre os anos de 2015 a 2018, uma diminuição quantitativa de 39% (2016), para 15 % (2018) dos focos de queimadas no município. Os dados revelam que houve mais queimadas nos meses do segundo semestre de cada ano, estudado. O gráfico mostra maior ápice dos focos de queimadas, advindos de fatores, como altas temperaturas, falta de pluviosidade concentrada na região do município, baixa umidade relativa do ar e ações antrópicas, deflagrando assim o alarmante número de casos em Timon.

O poder público, representados pela Prefeitura municipal, Corpo de Bombeiros, Defesa civil em Timon, demonstraram está preocupado e realizam ações e programas de palestras oficinas de conscientização para os cuidados e prevenção contra queimadas, que algumas vezes são provocadas por descuidos e desinformação. São focadas na conscientização em evitar a queima de lixos e de áreas para desmatamento. São ações de conscientização e combate a práticas ilegais de queimadas.

As ações contam com o suporte de outros órgãos municipais, como: Superintendência de Limpeza Urbana, Secretarias municipais de Planejamento, Desenvolvimento Rural

e de Desenvolvimento Social, Meio Ambiente e o Ministério Público somado a concessionário de águas da cidade. Grande parte das queimadas são causadas por atividades humanas decorrentes de práticas de cultura arcaica, simples, de atear fogo para limpar áreas e terrenos para pastagens e plantios. Por aumentam a susceptibilidade à queima, porém quem deflagra são as pessoas.

Assim, quase que na totalidade, as queimadas são provocadas pelo homem e que as condições atmosféricas favorecem a queima/combustão, mas as principais causas são econômicas e culturais. Ramos (2011) observa que os incêndios e queimadas podem ser atribuídos à susceptibilidade decorrente de clima seco prolongado, mas principalmente, o fator gerador às ações de queimas criminosas, principalmente aquelas relacionadas ao desmatamento e ao avanço da fronteira agrícola, sendo as principais causas de origem econômica e cultural, ou seja, antropogênica.

Ações de educação ambiental e de prevenção contra queimadas

Em Timon, os principais focos de queimadas são originados, em parte, por pequenos produtores rurais, decorrente do preparativo da terra para a chamada “roça de toco” (Figura 10. Imagens A e B), que consiste em técnica agrícola antiga, passada entre gerações, que usa a queimada como técnica de limpeza e preparação do solo para o plantio.

Durante a preparação do solo, ocorre a queima da vegetação que faz com que este perca rapidamente os nutrientes e perca de fertilidade e natural diminuição da produtividade da roça. Com essas ocorrências de queimadas, gera impacto ambiental aos meios biótico e abiótico.



Figura 10: focos de queimadas em comunidade rural, Timon, MA. **Fonte:** autores, (2019).

Desta forma, os impactos vão desencadeando novos impactos em uma teia de sucessões variáveis espacialmente e temporalmente.

Pode-se afirmar algumas características pontuais, tais como i) prejuízo à qualidade do solo, como empobrecimento e suscetibilidade a erosão; ii) prejuízo à dinâmica biológica, com o favorecimento de espécies vegetais secundárias, alteração da estrutura da comunidade, elevação do risco de extinção de espécies raras/endêmicas; iii) liberação de gases de efeito estufa. Para exemplificar mais esse tipo de dano, as imagens C e D da figura 11 demonstra os efeitos da queimada.



Figura 11: registro depois de um foco de queimada em comunidade rural, Timon (MA).
Fonte: autores, (2019).

Mas os órgãos públicos do município estão organizados e atuam no controle e prevenção das queimadas com a criação de um Grupo de Trabalho GT entre o Ministério Público, Corpo de Bombeiros e Prefeitura de Timon, através de algumas secretarias, uma delas é a Secretaria do Meio Ambiente. Aqui, representados na figura 12- E, F e figura 13 - G e H.



Figura 12: Ações de controle e prevenção nas comunidades rurais. **Fonte:** Prefeitura Municipal de Timon MA. 2017. **Org:** autores, (2019).



Figura 13: Ações de educação ambiental e prevenção nas comunidades rurais. **Fonte:** autores, (2019).

E esta relação está relacionada com as ações do programa de Rede preventiva que foi estabelecido no ano de 2017, para justamente combater o crescimento das queimadas. Assim, demonstradas nas imagens, as ações variam de estarem nas escolas das comunidades rurais realizando diálogos sobre a prevenção e os efeitos negativos das queimadas, tanto equipes do órgão ambiental local como do próprio Batalhão do Corpo de Bombeiros, aqui no município, sendo o 7º batalhão regional do

Maranhão. E ainda com treinamentos e criação de brigadistas para atuarem nos focos no controle e combate.

Essas ações são trabalhos de prevenção consiste em manter aceiros e realizar capinas das áreas próximas aos trilhos e das cercas limítrofes da faixa de domínio, campanhas socioeducativas para estimular a conscientização da população local quanto aos efeitos nocivos gerados pelas queimadas ou por focos de incêndio. As ações estão vinculadas à Rede Preventiva de Queimadas, já citado anteriormente com o órgão ambiental local e Bombeiros.

Na parte de combate, foi realizado ações de brigadas formada por pessoas das comunidades rurais e que contaram com os equipamentos necessários para efetuarem o primeiro combate, como por exemplo: abafadores, mochilas costais, pás, foices, mascarar e luvas. As brigadas foram formadas por trabalhadores rurais.

Essas ações foram constituídas no ano de 2016, com a criação da Rede Preventiva contra queimadas em Timon, liderados pelo Ministério Público, Corpo de Bombeiros e participação da Prefeitura de Timon. Dessa forma as ações voltadas à prevenção, controle e combate as queimadas deram certos resultados direcionados nos períodos, pois os mapas apresentados entre 2014 a 2016, mostram um aumento nos focos, entretanto, em 2017 para 2018, mostram uma redução real e bem significativa nas áreas afetadas.

É importante destacar a diminuição da quantidade de focos de 2016 para 2018, superior a 50%, mesmo essa queda tendo acontecido. Os programas ações desenvolvidos pelos órgãos envolvidos, como é mostrado na figura 8, com atuação de educação ambiental e preventiva, começando as escolas, para os alunos serem multiplicadores da temática, assim, orientados seus pais, avos, tios e vizinhos das comunidades.

CONCLUSÕES

As queimadas podem ocorrer de forma natural ou por ação antrópica. Naturalmente, o fogo é um elemento necessário para a germinação de sementes ou adaptação da fauna em alguns habitats. Na abordagem antrópica, uma prática tradicional realizada geralmente por agricultores familiares na intenção de preparar o solo para plantação ou pastos, essas queimadas apresentam riscos ambientais graves, pois podem tomar proporções descontroladas.

As queimadas mesmo sendo feitas de forma controlada podem tomar proporções desastrosas, atingindo áreas de vegetação nativa, matando animais silvestres podendo até mesmo avançar sobre áreas rurais e urbanas demonstram a grande importância da análise sistemática e multitemporal da incidência das queimadas, onde correlaciona-se as escalas local, regional e global (IMESC, 2018).

No contexto local, também não é diferente, as queimadas destroem a fauna e flora, empobrecem o solo, reduzem a penetração de água no subsolo, e em muitos casos causam mortes, acidentes e perda de propriedades, causam poluição atmosférica; elas

também alteram, ou mesmo destroem certo número da biodiversidade. E do ponto de vista global, as queimadas são associadas com modificações da composição química da atmosfera, e mesmo do clima do planeta; neste último contexto, as maiores contribuições do Brasil provêm das queimadas. É também importante lembrar que as queimadas são parte integrante e necessária de alguns ecossistemas onde ocorrem naturalmente devido a raios, como no Cerrado, mas apenas umas duas vezes por década nas estações de transição, e não tão frequentemente e no período de estiagem como se constata.

Tendo em vista este trabalho, foi de extrema importância para identificação dos focos de calor e elaboração da detecção das queimadas afim de além, com auxílio das técnicas de geoprocessamento e uso do SIG, para as necessidades de processamento, demonstrar em dados quantitativos e importância o mapeamento de focos de calor, no qual através desse processo, o poder público poderá fazer monitoramento, com maior eficácia, e tomar medidas de controle, combate e prevenção nas comunidades rurais e área urbana.

AGRADECIMENTO

Agradeço a oportunidade de poder produzir e trabalhar a pesquisa com essa temática, vivida do município onde resido. Agradeço ao amigo e Professor Mestre Werton Costa pela colaboração e no texto. E por fim, a Revista Geonorte.

REFERÊNCIAS

ALHO, C.J.R.; MARTINS, E.S. *De Grão em Grão, o Cerrado Perde Espaço – Cerrado: Impactos do Processo de Ocupação*. WWF, Brasília, 1995.

ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R., CARVALHO FILHO, R. Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia maranhense. In: Martins, M. B.; Oliveira, T. G. (Org.). *Amazônia Maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG, 2011. p.35-44.

BOSSLE, R. C. *QGIS e geoprocessamento na prática*. 2ª ed. São José dos Pinhais. Edição do autor, 2017.

BRITO, L. C.; Furtado, M. S.; Feitosa, A.C. Impactos ambientais da monocultura da soja no município de Balsas-MA. In: *X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Rio de Janeiro, UERJ, 2003.

FERREIRA, N. J. et. al. *Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 271p.

GERUDE, R. G. Focos de queimadas em áreas protegidas do Maranhão entre 2008 e 2012. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. Anais*. Foz do Iguaçu: INPE: 2013.

GIROLDO, Z. P. *Efeito da época de queima em um campo sujo de Cerrado*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo Departamento de Ecologia. USP. 2016.

GONTIJO, G. A. B., ALLAN A. P., EVERTON D. S. O., FAUSTO W. A. J. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, 7966 p.

GONÇALVES J, S. *A prática da queimada no saber tradicional e na concepção científica de risco: estudo sobre o uso do fogo por pequenos produtores do Norte de Minas Gerais*. Viçosa: UFV; 2005. 139 p.

IBGE - Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 e População Estimada 2019. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timon/panorama>. Acesso em: 10 set.2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Banco de Dados de queimadas*. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 31 de agosto. 2019.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC. *Relatório de Queimadas Maranhenses*. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC. v.2, n.1, jan./dez. – São Luís: IMESC, 2018.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. *Análise da seca e estiagem maranhense*. 2016. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/848/776. Acesso em: 02 de set. de 2019.

JUSTINO, F. B. Relação entre “Focos de Calor” e Condições Meteorológicas no Brasil. In: *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Foz de Iguaçu-PR, 2002.

MÉLO, A. S. et. al. 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.

MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H. ; DIAS, B. F. S. *Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga*. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 187p. 1996.

MESQUITA, A.G.G. et. al. *Impactos das Queimadas sobre o Ambiente e a Biodiversidade Acrean*. In: *Revista Ramal de Idéias*, 2010. Disponível em: <http://www2.ufac.br/site/idades-administrativas/orgaos-complementares/edufac/revistas-eletronicas/revista-ramal-de-ideias/edicoes/edicao->

[1/caminhos-da-natureza/impactos-das-queimadas-sobre-o-ambiente-e-a-biodiversidade-acreana/view](#) Acesso em 14/07/2020.

PEREIRA, A. A. et al. Validação de focos de calor utilizados no monitoramento orbital de queimadas por meio de imagens TM. *CERNE* [online]. 2012, vol.18, n.2, pp.335-343.

PEREIRA A. A. *Uso de geotecnologia para detecção e análise de queimadas e focos de calor em unidades de conservação no norte de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PPCD-MA. *Plano de Ação para a Prevenção e o Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão*. Disponível em: http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Plano_Estadual_do_Maranhxo.pdf. Acessado em: 02 de setembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TIMON MA. *Rede preventiva contra queimadas em Timon elabora ações preventivas em 20 Julho 2017*. Disponível em <http://timon.ma.gov.br/novo/index.php/galeria/artigos-historico/184450-> Acesso: 14/07/2020

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. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7902. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1414.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

SANTOS, A. B. da S. Análise temporal da incidência dos focos de queimadas no cerrado piauiense e sua relação com a estiagem. *VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE*, 24-25 de agosto de 2016. Acesso em: https://www3.ufpe.br/visimgeo/includes/Anais_final_10/09/16/artigos/Todos_Artigos/087_2.pdf. Disponível em 15 de set. 2019.

SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G.C; TEIXEIRA, M. D; LEITE, L. R; Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.