Estudo de áreas queimadas no município de Codó (MA), Brasil

Alex de Sousa Lima[1]

Benedito Cavalcante Vieira Junior [2]

RESUMO

O município de Codó, situado no Cerrado maranhense, também é reconhecido por causa das queimadas que ocorrem todos os anos, com maior frequência, entre os meses de julho a novembro. A maior parte das queimadas se originam nas áreas já antropizadas, seja pela pecuária, seja pela agricultura. O objetivo geral deste estudo foi compreender as queimadas em Codó, a partir dos aspectos físicos (temperatura e precipitação) do município e dos elementos antrópicos (culturais) de uma comunidade rural que faz uso do fogo como forma de manejo. Adotou-se como procedimentos metodológicos os dados disponíveis no INPE sobre cicatrizes de queimadas, os dados do sensor MODIS (MOD11A2) para temperatura, o satélite TRMM para precipitação e o trabalho de campo junto à Comunidade Associação Boa União. Os resultados indicaram que há mais cicatrizes de queimadas na Classe 1 (< 6ha), destacando as pequenas propriedades rurais de agricultura de subsistência, e menor representação de cicatrizes na Classe 3 (> 16ha), porém com maior extensão em área queimada. Quanto à concentração das cicatrizes de queimadas os anos de 2015, 2014, 2017 e 2018 apresentaram áreas de Concentração Média e Alta, sobretudo nas proximidades da sede municipal. Os dados de precipitação e temperatura da superfície destacaram o ano de 2015 como o mais seco dentre os anos analisados. A Comunidade Associação Boa União faz uso das queimadas como prática tipicamente cultural, baseada em saberes locais, mesmo havendo tímida participação do órgão municipal competente.

Palavras-chave: Queimadas; MODIS; TRMM; Codó.

STUDY ON FIRES IN THE MUNICIPALITY OF CODÓ (MA), BRAZIL

ABSTRACT

The municipality of Codó, located in the Cerrado of Maranhão, is also recognized because of the fires that occur every year, with greater frequency, between the months of July to November. Most of the fires originate in areas already anthropized, either by livestock or agriculture. The general objective of this study was to understand the fires in Codó from the physical aspects (temperature and precipitation) of the municipality and the anthropic (cultural) elements of a rural community that uses fire as a way of management. The methodological procedures adopted were the data available at INPE on burned scars areas, data from the MODIS sensor (MOD11A2) for temperature, the TRMM satellite for precipitation and fieldwork with the Associação Boa União Community. The results indicated that there are more scars from burning in Class 1 (<6ha) highlighting the small rural properties of subsistence agriculture and Class 3 (> 16ha) less representation of scars, but with greater extension in the burned area. As for the concentration of burn scars, the years of 2015, 2014, 2017 and 2018 showed areas of Medium and High Concentration, especially in the vicinity of the municipal headquarters. The precipitation and surface temperature data highlighted the year 2015 as the driest year analyzed. The Associação Boa União uses burning as a typically cultural practice, based on local knowledge, even though there is a timid participation of the competent municipal body.

Keywords: Fires; MODIS; TRMM; Codó.

[1] Professor Associado I da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Codó, do curso de Licenciatura em Ciências Humanas/História. Coordenador do Grupo de Pesquisa e Ensino de Ciências Humanas – PEnCiH. Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. E-mail: alex.lima@ufma.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0955-2958.

[2] Graduado em Licenciatura em Ciências Humanas/História pela Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Codó. E-mail: junyorbrawny@hotmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3153-2427.

Introdução

A temática sobre as queimadas, sobretudo de cunho antrópico, está frequentemente na pauta dos noticiários dos jornais, evidenciando os danos causados pelos incêndios nas mais variadas coberturas vegetais, com destaque para o Pantanal e a Floresta Amazônica. O problema com os incêndios florestais e as queimadas advém de tempos remotos estão ligados à cultura do fogo como utensílio de trabalho (MIRANDA; CAPUTI, 2000; BONFIM, 2001; GONÇALVES, 2005; BOEIRA, 2011; MARTINS, 2017).

Nesse contexto, as legislações brasileiras tiveram importante papel na regulação do uso do fogo em todo o território. O primeiro código florestal se deu com o Decreto nº 23.793/1934, o qual estabelecia, no artigo 22, as precauções necessárias para se evitar incêndios (aceiros, aleiramentos etc.), a proibição de soltar balões, e, além disso, penalidades aos responsáveis por provocar incêndios, nos artigos 71 e 82. Tal decreto foi revogado e instituído o Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), que passou a considerar os avanços da mecanização agrícola, das monoculturas e da pecuária extensiva. Também proibia o uso indiscriminado do fogo mediante o art. 27, que regulava sua aplicabilidade nas florestas e demais formas de vegetação.

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, ficava definido, em seu artigo 225, o direito de todos a um ambiente ecologicamente equilibrado. No capítulo VI, houve a instituição de dois aspectos importantes: i) a promoção da educação ambiental e ii) a proteção da fauna e da flora com vista a garantir a função ecológica sem qualquer tipo de extinção (BRASIL, 1988). Assim, quaisquer práticas de manejo da terra com o uso do fogo deveriam considerar tais aspectos.

Em 2012, com o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), no artigo 40, ficou firmado que o Governo Federal deveria criar uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais que promovesse a articulação institucional com o propósito de substituir o uso do fogo no meio rural, no controle de queimadas, na prevenção e no combate aos incêndios florestais e no manejo do fogo em áreas naturais protegidas (BRASIL, 2012). Apesar de haver essa prerrogativa, a prática se mostrou bem mais complexa, a saber: i) tamanho do território nacional; ii) contingente disponível insuficiente para promover a articulação; iii) falta de vontade política, entre outras.

No Estado do Maranhão, o Decreto nº 35.122, de 26 de agosto de 2019, tinha a finalidade de proibir o uso do fogo para a limpeza e o manejo em áreas do estado, tendo sob responsabilidade da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA a expedição de autorizações excepcionais com o devido parecer técnico do Corpo de Bombeiros. Tal medida levou em conta a década atual, que está marcada por muitas queimadas.

Conforme os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2020), de 1998 a 2020, o Maranhão corresponde a uma média de 10,78% dos focos dos incêndios do território nacional. No mesmo período, o estado se destacou como o primeiro no Nordeste, nesse quesito, com média de 44% do total, seguido de Bahia (22,58%), Piauí (18,29%), Ceará (9,51%), Pernambuco (2,38%), Paraíba (1,39%), Rio Grande do Norte (1,02%), Alagoas (0,47%) e Sergipe (0,33%).

Para o INPE (2015), o referido estado apresenta 65% do seu território ocupado pelo bioma Cerrado, onde, frequentemente, o fluxo das queimadas é intenso no período entre os meses de agosto a novembro devido aos fatores climáticos, como a baixa umidade do ar e a elevação da temperatura. O período seco no Cerrado se estende de junho a novembro, com máximo estresse hídrico nos meses de agosto e setembro, sendo o mês de setembro o mais crítico em relação aos focos de queimadas (FREIRE *et al.* 2015).

Bezerra *et al.* (2018) apontam que em 2015, segundo o INPE, o Estado do Maranhão apresentou 31.595 focos de queimadas, afetando todos os biomas do estado. Cunha Neto *et al.* (2021) destacam que nos anos de 2015 e 2016 houve forte intensidade do *El Niño* agindo na redução das pluviosidades o que influenciou decisivamente nas condições físicas favoráveis às queimadas.

Segundo Silva Junior *et al.* (2018), o cerrado maranhense apresentou maior concentração dos focos de queimadas nos meses de agosto a outubro, com relação aos dados de 2001 a 2013, havendo diminuição no mês de novembro. Outros aspectos também ganharam destaque, tais como: i) precipitação acumulada inferior a 100 mm, indicando maior chance de recorrência das queimadas da vegetação que não foi totalmente consumida. O mesmo não se aplica às áreas de pastagens e cultivos temporários; ii) a umidade relativa do ar apresentou um padrão de maior ocorrência das queimadas quando entre 50% a 60% e diminuindo acima dessa faixa; e, iii) as ocorrências de queimadas se concentraram em temperaturas do ar na faixa de 34°C a 38°C.

Com relação aos condicionantes climáticos, cabe destacar aqueles que favorecem as queimadas e os incêndios, a saber: a radiação (nebulosidade), a umidade relativa do ar (menor que 60%), a temperatura do ar (acima de 28°C), a pressão atmosférica e a baixa pluviosidade (PEREIRA JR, 2002; CORRÊA, 2007; BARCELLOS *et al.* 2009). Todavia, para além disso, também são considerados os tipos e os propósitos de uso da terra que direcionam, em certa medida, os focos dos incêndios na atualidade.

As queimadas não são atribuídas unicamente à ação humana, pois há fenômenos naturais que podem servir como ignição (raios, por exemplo) (MÉLO *et al.* 2011; MACHADO, 2012). Contudo, as queimadas contribuem para o empobrecimento do solo, o impacto na qualidade das águas superficiais, a diminuição e mudança da vegetação natural, os problemas de erosão e até a

aceleração dos processos que conduzem à desertificação (DIAS, 2009; MÉLO *et al.* 2011; CARCARÁ; MOITA, 2012; FREIRE *et al.* 2015). Segundo Sousa *et al. (2019)* o fogo afeta diretamente a umidade do solo, a matéria orgânica e os nutrientes. Essas práticas também são nocivas aos seres humanos estando associadas aos problemas oftálmicos, às doenças dermatológicas, gastrointestinais, cardiovasculares e pulmonares, além de alguns tipos de câncer (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002; EMBRAPA, 2005; DIAS, 2009).

Dentre os municípios maranhenses, Codó tem sido um dos mais afetados pelas queimadas, apresentando características como as apontadas por Freitas (1999, p. 165), tais como: "itinerância dos cultivos anuais pela roçagem e queima da vegetação natural [...]. Tendo como principal finalidade a garantia do autoabastecimento ou a compra de produtos"; e por Boeira (2011, p. 17), quando destaca que "no entendimento de agropecuaristas, a queima é uma solução fácil e de baixo custo para a renovação de pastagens". O município está inserido no bioma dos Cerrados (MATAVELI *et al.* 2017) e, pelo menos nos últimos 30 anos, tem sofrido crescentes perdas de vegetação natural em detrimento das áreas de cultivos e pastagens, com predomínio desta. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi o de compreender as áreas queimadas no município de Codó-MA por meio dos fatores naturais e antrópicos. Também visa responder a algumas questões como: Quais as características naturais que colaboram com as queimadas no período de estiagem no município de Codó? O que se pensa sobre o uso do fogo como forma de manejo?

Materiais e Métodos

Para atingir o objetivo deste estudo, foi necessário obter os dados de cicatrizes de queimadas em vez de focos de incêndios, pois entende-se que as cicatrizes expressam a área atingida podendo ajudar a encontrar padrões de ocorrência do fenômeno no município de Codó. Aliado a isso, obteve-se os dados de precipitação e temperatura da superfície, estimados por satélites para compreensão das características naturais do período de estiagem no município. Por fim, investigou-se uma comunidade rural com vistas a entender o manejo do fogo em suas propriedades.

Produtos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Os dados foram extraídos do site do INPE (http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/aq30m/#) para as informações de áreas com cicatrizes de incêndios da órbita 220-063, no período de julho a novembro dos anos disponíveis no sistema, a saber: 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2019. Depois, realizou-se a seleção das informações pertencentes ao município de Codó, dentro do ambiente do programa *ArcGis Pro® Licença de estudante*. Procedeu-se o tratamento dos dados para buscar a

densidade das cicatrizes de áreas queimadas, com a ferramenta *Kernel Density*, com a finalidade de traçar um padrão de ocorrências. Utilizou-se de uma média ponderada para classificar a concentração das áreas queimadas da seguinte forma: Baixa, para nenhum registro de áreas queimadas; Média, para concentrações de mil áreas queimadas, e; Alta, para concentrações de até duas mil áreas queimadas. Na tabela de atributos foram obtidos os valores correspondentes à área queimada para cada ano e classificados em três tipos: Classe 1 para unidades de >6 ha; Classe 2 para unidades de 6 ha a 15,9 ha; e, Classe 3 para unidades acima de 16 ha.

Produtos TRMM

Os dados de precipitação foram extraídos do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM 3B43 7), para os meses de julho a novembro, respectivos aos anos dos dados destacados do INPE. Como forma de validação dos dados de satélite, em relação às medidas feitas em superfície, tomou-se por base os procedimentos em Almeida *et al.* (2015) e Pessi *et al.* (2019) para Erro Médio Absoluto (EMA), Raiz do Erro Médio Quadrático (REMQ), Coeficiente de Correlação Linear (r) e Índice de Concordância de Wilmott (d). Os dados do satélite foram analisados em comparação com os da Estação Pluviométrica 443006, da Agência Nacional de Águas e depois gerou-se o climograma por meio da série histórica de 1984 a 2019. Encontrou-se os seguintes valores: EMA = 8,98, esse valor positivo demonstra que os dados do TRMM têm tendência em superestimar; REMQ = 34,64, esse valor indica que há proximidade com os dados da estação pluviométrica; tanto os valores de r = 0,86 quanto os de d = 0,76 denotam que há alta correlação linear e alto índice de concordância. Os dados em conjunto revelam que há boa precisão e exatidão, portanto podem ser utilizados para o estudo. Após esse procedimento, realizou-se uma média simples dos meses de julho a novembro, para cada ano, com a finalidade de estabelecer a pluviosidade média para o período. Os produtos foram gerados utilizando-se a interpolação IDW (*spatial analysis*), do *ArcGis Pro® Licença de estudante*.

Produtos MODIS

Os dados de temperatura foram extraídos do bando de dados *Earthdata* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) para o produto *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer MOD11A2 v6 Land Surface Temp and Emiss* (LSTE), correspondente ao período já indicado. Os dados brutos estavam em formato HDF, e convertidos em TIFF, usando-se o programa *OSGeo4wShell* do *Qgis* 3.10® para a obtenção da banda 1 (LST DAY 8 1km). Realizou-se uma seleção dos dados mais consistentes para a área do município, sendo utilizados no mínimo 10 e no máximo 14 bandas 1 de

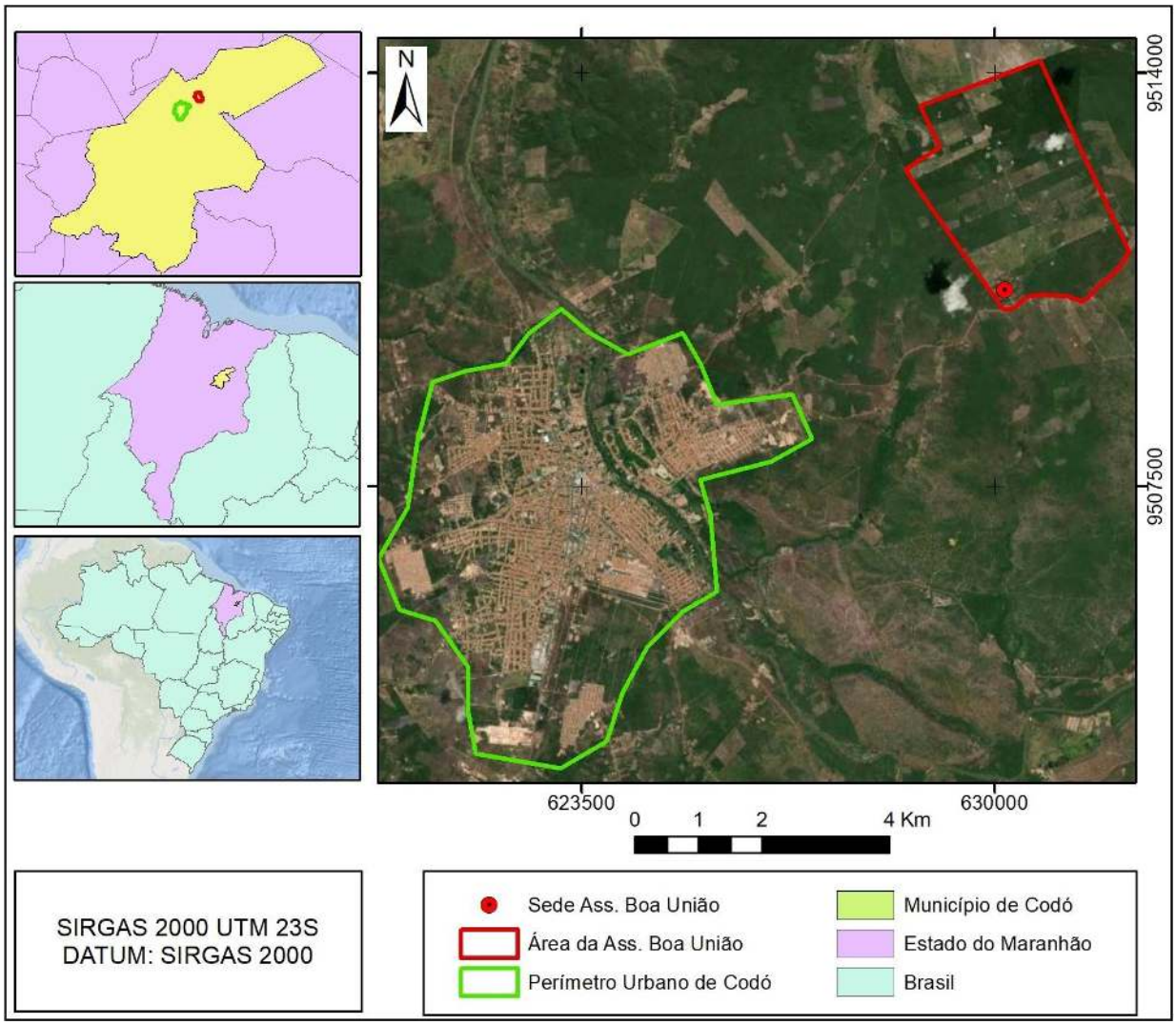
temperatura para cada período/ano. No ambiente do *ArcGis Pro® Licença de estudante*, o arquivo foi reprojetado para coordenadas geográficas WGS84 e depois para planimétricas SIRGAS 2000 UTM 23S e aplicou-se a equação (float(band1)*0,02-273.15 para corrigir a escala e converter os valores para graus Celsius. Os produtos também foram gerados por meio da interpolação IDW (*spatial analysis*). Segundo o estudo de Trentin *et al* (2011), as temperaturas de superfície do sensor MODIS são mais elevadas que a temperatura do ar a dois metros do solo. Os autores encontraram um valor médio, considerando os dados de quatro estações meteorológicas do Instituto Tecnológico SIMEPAR, de 5,9°C acima da temperatura do ar, onde o valor máximo dessa diferença alcançou 16,23°C no dia 30 de outubro de 2009 e valor mínimo de -1,43°C dia 13 de dezembro.

Comunidade Associação Boa União (ABU)

Com relação aos aspectos antrópicos escolheu-se uma comunidade rural para a aplicação de questionário com a finalidade de entender como se relacionam com o uso do fogo nas atividades de preparo da terra. Considerando o estudo de Castro (2019) torna-se imperativa a compreensão da percepção dos atores sociais diretamente ligados à questão das queimadas levando em conta que o período de agosto a novembro é notório o uso recorrente do fogo no município. Além disso, as percepções podem tanto reforçar a literatura acerca da temática quanto apresentar elementos novos. Assim, optou-se pela Associação Boa União que está localizada no município de Codó (Figura 1), em sentido à Av. Cristóvão Colombo, MA 123, sendo fundada em 2003 e ocupando uma área total de 819 hectares. A área é composta por 26 parcelas de terras sendo 25 destinadas aos manejos variados e 1 parcela destinada a reserva legal. Isso quer dizer que apesar de ser uma associação as terras são trabalhadas separadamente por cada família.

À época de sua fundação, era composta por apenas três famílias, mas, atualmente, conta com trinta casas sendo, ao todo, vinte famílias que vivem da agricultura familiar. Foram aplicados questionários com perguntas abertas, a sete pessoas, a saber: 1ª) Quais os tipos de preparos você realiza na terra antes de cada plantação? 2ª) Você faz uso de fogo para preparar a terra? Como você faz?; 3ª) Quem lhe ensinou a fazer o preparo com o fogo (se tiver respondido anteriormente)?; 4ª) Para você, por que o uso do fogo é importante no preparo para a lavoura?; 5ª) Caso você faça, como são feitos os aceiros?; 6ª) Alguma vez, durante o seu tempo de uso do fogo para o preparo da lavoura, já ocorreu de perder o controle do fogo? Se não, mas conhece o caso de alguém da comunidade? 7ª) Você repete todos os anos o uso do fogo numa mesma área? Se sim, você tem notado que a terra ficou melhor ou pior para produzir? 8ª) Na comunidade, já veio alguma pessoa (órgão do governo municipal ou outra entidade) lhes auxiliar com outra técnica em substituição ao uso do fogo?

Figura 1: Localização da Comunidade Associação Boa União, Codó-MA.



Fonte: a partir dos metadados do IBGE (2020) e reconhecimento de campo.

Resultados e Discussões

Com relação aos dados do INPE, para as cicatrizes de queimadas, foi elaborada a figura 2, um mapa de densidade, que mostra as concentrações do fenômeno para cada ano permitindo entender que os anos de 2015, 2018 e 2014 apresentaram núcleos com Concentração Alta. Cabe destacar que 2015 e 2018 desenvolveram de três a mais núcleos.

Destaca-se ainda que os anos de 2015, 2014, 2017 e 2018 apresentaram áreas de Concentração Média e Alta, sobretudo nas proximidades da sede municipal. Todavia, o ano de 2015 se sobressaiu com relação aos demais por causa da abrangência das áreas de Concentração Média e Alta. Os anos de 2013 e 2019 apresentaram um padrão predominantemente de Baixa Concentração das cicatrizes, mas com destaque, novamente, para uma área num raio de até 4 km da sede municipal

e a um raio de 5km de distância do Povoado Km17. Para melhor compreender as características das cicatrizes de queimadas, os dados utilizados foram tabulados (Tabela 1), considerando a concentração por classes de área em hectares.

Destarte, pode-se perceber que há uma maior representação da classe 1 quanto à quantidade de unidades de áreas de cicatrizes, porém, fica evidente que a classe 3 – apesar de ter menor quantidade de unidades de áreas – apresenta a maior quantidade em hectares. De certo modo, a concentração das cicatrizes de queimadas representadas pela Figura 2 não indica maior concentração de grandes áreas.

Tabela 1: Classificação da quantidade de áreas de cicatrizes de queimadas por hectare.

ANO	Classe 1		Classe 2		Classe 3		TOTAL (ha)
	Unidades < 6 ha	área (ha)	Unidades de 6 a 15,9 ha	área (ha)	Unidades > 16 ha	área (ha)	
2013	491	981,63	76	679,65	45	2.505,38	4.166,66
2014	1.071	2.120,97	161	1.534,85	92	5.875,27	9.531,10
2015	2.103	4.482,20	465	4.506,34	403	30.179,11	39.167,65
2017	597	805,57	81	823,02	86	7.619,61	9.248,20
2018	716	1.459,62	306	1.511,46	163	12.018,87	14.989,95
2019	439	883,35	76	704,25	77	6.362,01	7.949,61

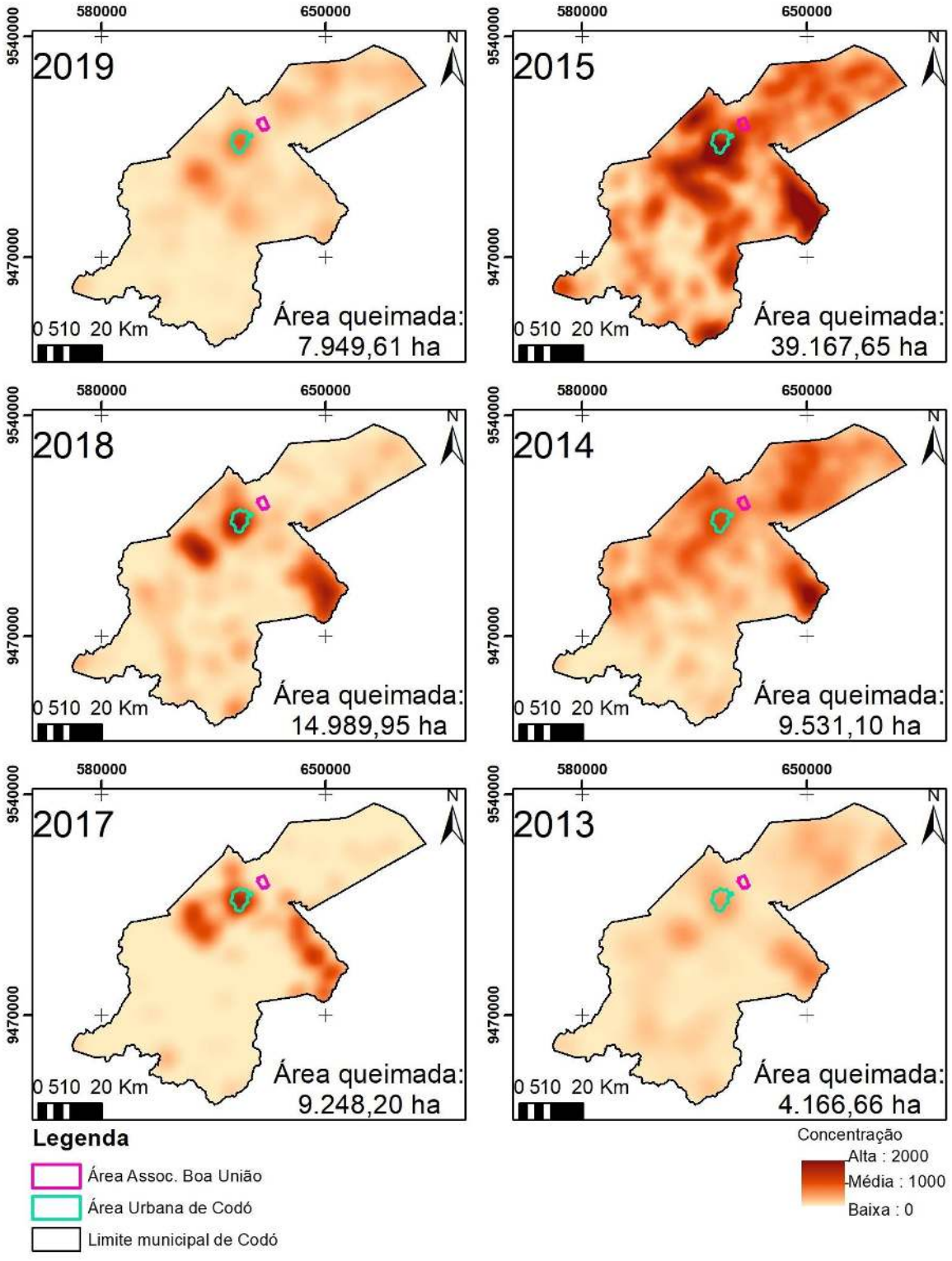
Fonte: Dados do INPE (2020).

Entende-se que os dados indicam forte representação da agricultura de subsistência no município de Codó, pois a Classe 1 correspondeu entre 60 e 80% da quantidade das unidades. Todavia, não é algo que se traduz em tamanho das áreas, pois a Classe 3 representou cerca de 60 a 80% das áreas queimadas para o período. Isso denota que as pastagens correspondem às áreas mais extensas e que, segundo os dados do INPE, são queimadas quase todos os anos.

Um dado importante é o de maiores cicatrizes de queimadas para cada ano, a saber: 2019, 664 ha, o que correspondeu a mais de 75% da área queimada da Classe 1, no mesmo ano; 2018, 372 ha, ou seja, cerca de 25% da Classe 1 para o mesmo ano; 2017, 1.156,56 ha, refletindo em 143,57% da Classe 1 no mesmo ano; 2015, 880 ha, condizendo com 19,6% para o mesmo ano; 2014, 1.349,10 ha, equivalendo a cerca de 63% da Classe 1 do mesmo ano; e, 2013, 583 ha, sendo proporcional a cerca de 59% da Classe 1 no mesmo ano.

A Associação Boa União apresentou queimadas em 2015, conforme dados do INPE, totalizando 11 cicatrizes correspondentes a uma área de 135 ha, dentre as quais havia desde áreas menores a 1 hectare a maiores que 16 hectares (até 50,3 ha).

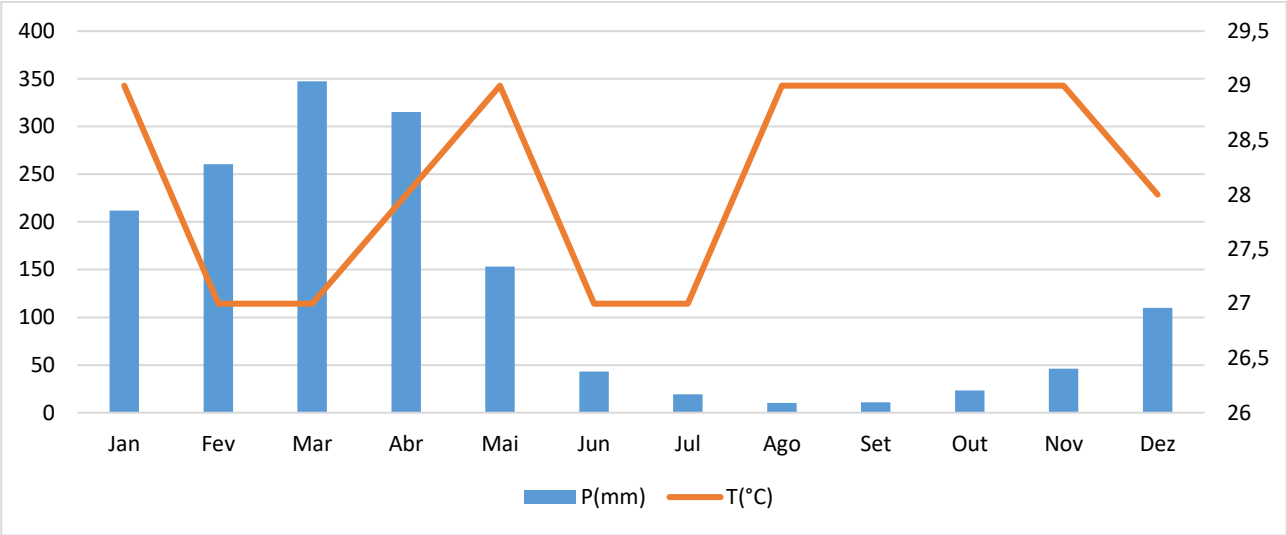
Figura 2: Concentração das cicatrizes de queimadas, segundo dados do INPE (2020) para os anos de 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2019 no município de Codó-MA.



Fonte: Dados do INPE (2020).

Observando-se a Figura 3, pode-se perceber a distinção de dois períodos no ano a saber: 1) de dezembro a maio com precipitações acima de 100 mm; e; 2) de junho a novembro com valores de precipitação inferiores a 50 mm e com as temperaturas elevadas de agosto a novembro.

Figura 3: Climograma de Codó (Posto 443006) de 1984-2019.



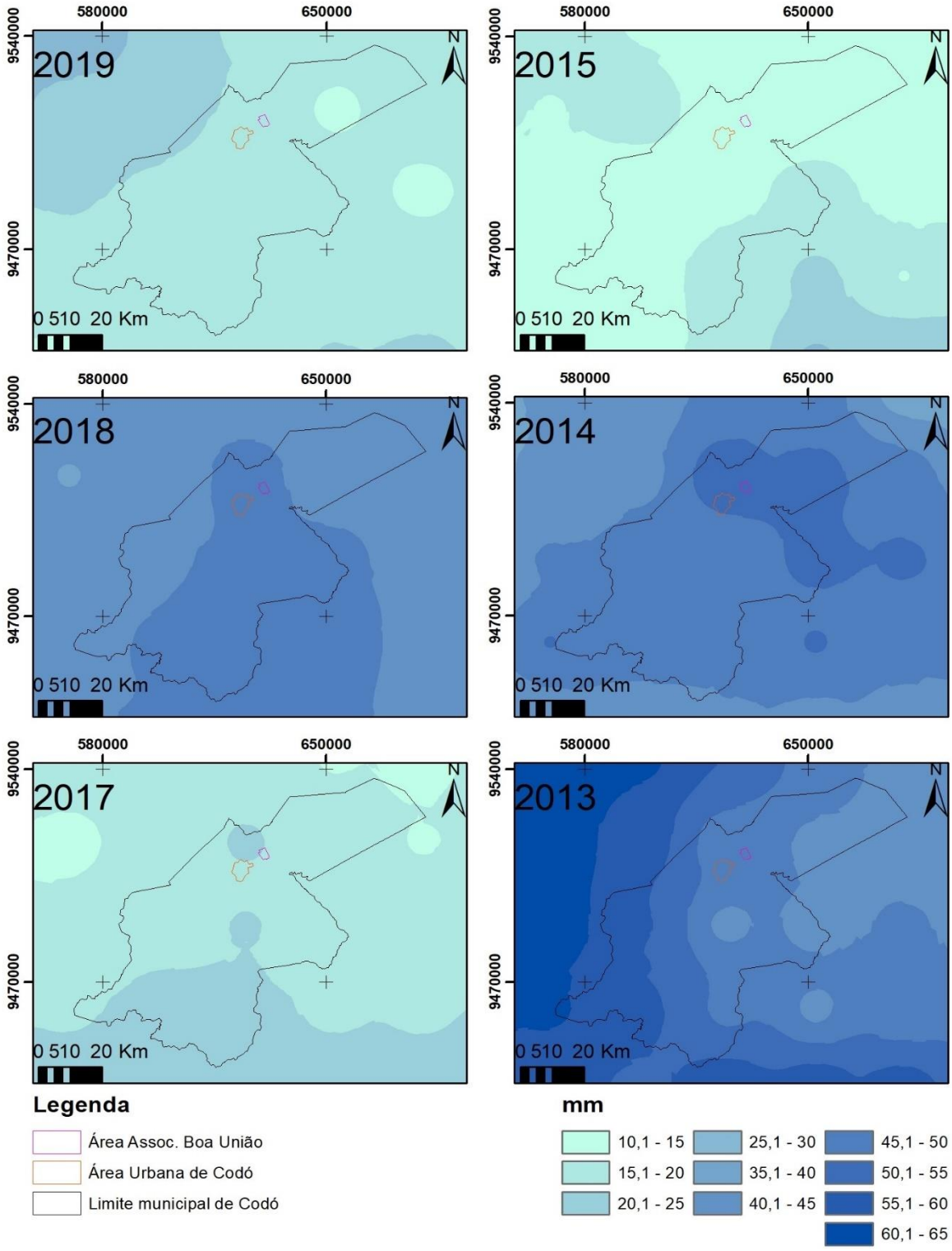
Fonte: série histórica da ANA (2021).

Na figura 4 é possível notar que todos os anos apresentaram precipitações médias inferiores a 100mm, para o período de julho a novembro, com destaque para o ano de 2015 como o mais seco, sobretudo, devido à influência do *El Niño* conforme apontaram Cunha Neto *et al*. (2021). As precipitações baixas em tal ano ajudaram a criar as condições naturais mais propícias às queimadas, e os meses de maiores registros de cicatrizes de queimadas foram de setembro a novembro. O segundo ano, nesse quesito, foi 2017, apresentando as concentrações das cicatrizes de queimadas no mês de setembro, não havendo registros do INPE para outubro e novembro. O ano de 2019 foi o terceiro mais seco para o período, mas supõe-se que a atuação do Corpo de Bombeiros, mediante o Decreto Estadual nº 35.122/2019, possa ter contribuído com a segunda menor área queimada, que se concentrou nos meses de setembro e novembro.

Para 2018, vale destacar que houve um período chuvoso muito intenso até o início do mês de maio, mas com um segundo semestre que demonstra pouca eficiência na distribuição das chuvas ao longo do ano. Este foi o segundo ano com maiores registros de cicatrizes de queimadas concentradas nos meses de setembro e outubro.

Os anos de maiores volumes de precipitação para o período foram 2014 e 2013, e supõe-se que, de alguma forma, tenham contribuído para uma concentração baixa das cicatrizes de queimadas. Em 2014, as cicatrizes de queimadas se concentraram mais nos meses de agosto e novembro; já para 2013, foram os meses de setembro e outubro.

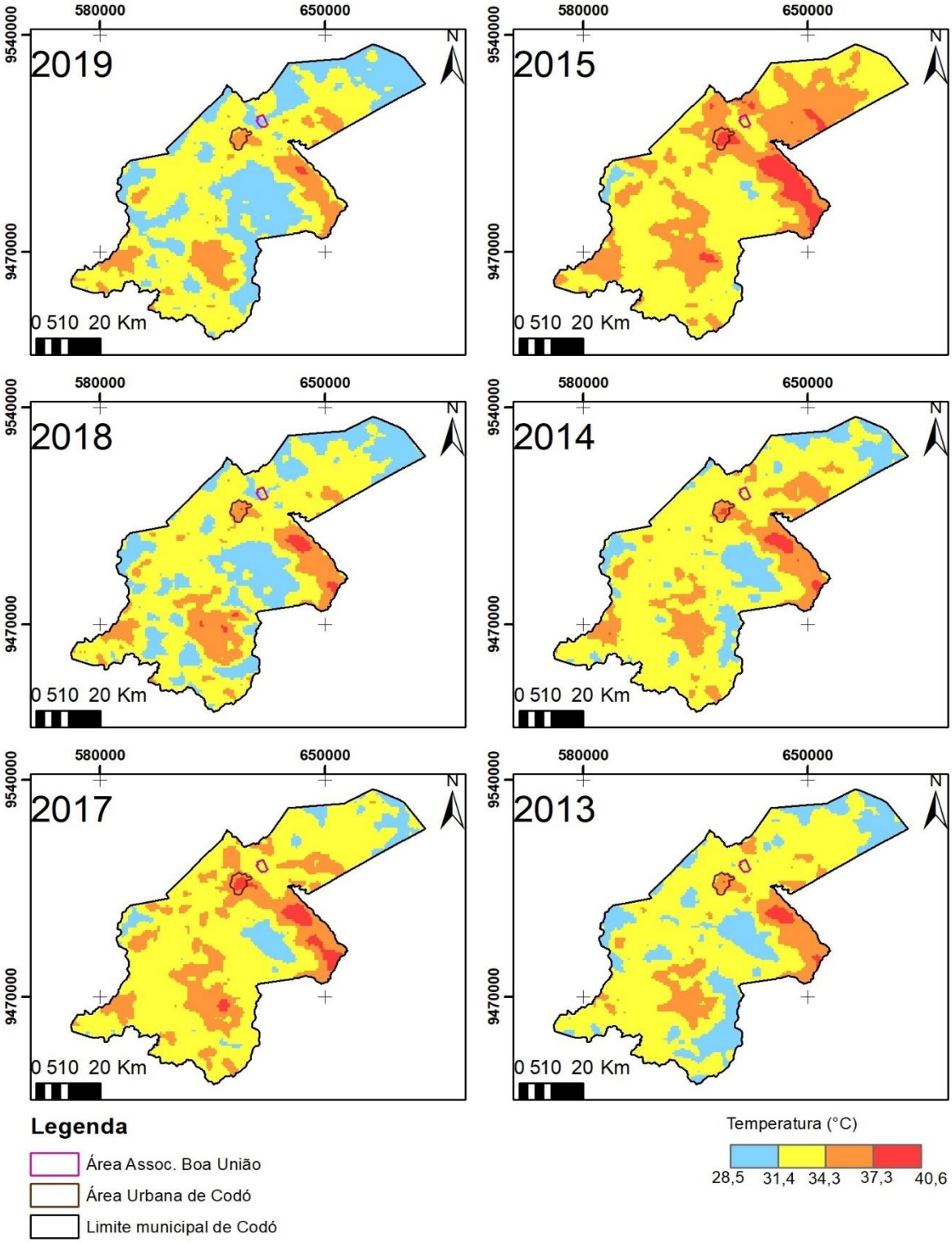
Figura 4: Concentração média dos mm de chuva (julho a novembro) para os anos de 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2019 no município de Codó-MA.



Fonte: Dados TRMM (3B43).

A Figura 5 destaca as temperaturas superficiais do município de Codó e é possível notar algumas características em cada ano, a saber: 2019, a maior parte do município se concentrou em temperaturas entre 29ºC e 33,3ºC; 2018, houve maior concentração entre as temperaturas de 29,4ºC a 34,1ºC na maior parte do município, porém com dois pontos de calor entre 34,1ºC a 38,8ºC.

Figura 5: Distribuição média das temperaturas superficiais (julho a novembro) para os anos de 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2019 no município de Codó-MA.



Fonte: Banda 1 do sensor MODIS (MOD11A2).

Para 2017, a maior parte do município estabeleceu entre as temperaturas de 35,3ºC a 40,2ºC, com um dos pontos de calor na sede municipal; 2015, apresentou certa semelhança com o ano de 2017 quanto à área de abrangência, mas com temperaturas entre 36,0ºC a 40,6ºC. Comparando-se as

Figuras 2, 3 e 4, para o ano de 2015, nota-se que este reuniu as condições naturais mais favoráveis às queimadas e às prováveis perdas no controle do fogo.

O ano de 2014 apresentou maior homogeneidade das temperaturas entre 29,3ºC a 34,0ºC, com destaque para uma área rural e a sede municipal, com temperaturas entre 34,0ºC a 38,8ºC; 2013, de certa forma, apresentou semelhanças com as temperaturas e a distribuição espacial dos pontos de maior calor em relação a 2017, porém com um predomínio maior das temperaturas entre 30,4ºC a 35,3ºC. Ficou evidenciado que há três núcleos de maior calor superficial, um representado pela sede municipal e dois na zona rural que merecem estudo específico posterior para compreender tal comportamento.

Após considerar os aspectos físicos serão apresentadas as informações e as discussões acerca da aplicação do questionário com os moradores da Comunidade Associação Boa União como aspectos antrópicos à questão. Os sujeitos pesquisados foram identificados com a nomenclatura de "A", "B", "C", "D", "E", "F" e 'G", respectivamente. Para a pergunta "Quais os tipos de preparo da terra você realiza antes de cada plantação?", os sujeitos de "A" a "E" expressaram suas respostas dentro dessa perspectiva: "Nos meses de outubro a novembro é feita a repartição da terra em 'linhas' que são medidas em 'braças', logo após a derrubada na foice no 'toco', depois os aceiros e quando o mato derrubado estiver bem seco é ateado fogo" (grifo nosso).

A roça de toco, nesta comunidade, segundo Costa *et al.* (2015), funciona da seguinte forma: nos meses de julho a agosto, são realizadas a demarcação da roça, a broca e a derrubada; em setembro e outubro são feitas a abertura do aceiro e posterior queima da roça. No mês de novembro realizam o encoivaramento para, em dezembro e janeiro, executarem o plantio (arroz, feijão, mandioca e milho) e a primeira capina. Em fevereiro, é realizada a segunda capina e a colheita do feijão e, em março, a colheita do arroz. Nos meses seguintes até julho são colhidos o milho seco e a mandioca.

Já nos relatos de "F" e "G" apontaram se utilizar de dois tipos de preparo da terra: o primeiro, com uso de arado mecânico, e o segundo, após o mato crescer, com a aplicação de veneno, o herbicida glifosato. A aplicação do herbicida foi notada em todas as falas dos sujeitos pesquisados.

O sujeito "F", com relação ao arado da terra, explicou que "*...é bom por não ter as queimadas, mas o fogo é antigo; aprendemos com os nossos antepassados, mas temos que acompanhar as novas tecnologias*". Assim, percebe-se que o enraizamento cultural do uso do fogo no manejo da terra é presente nos dias atuais, mesmo assim compreendem a possibilidade de substituição por outras técnicas. Cabe também pontuar o relato do sujeito "B", ao criticar o arado: "*na minha terra, não gosto do arado, porque a terra é só areia e se aradada fica só o pó, o legume fica fraco, mas se derruba e a queima tem o 'adubo solar' aí fica muito produtiva*". Esse relato aponta para duas

questões: a primeira, é que os tipos de solo influenciam suas práticas de manejo e, segundo, compreendem que há alguns benefícios com as queimadas.

Diante do exposto, concorda-se com Bonfim (2001), pois isso demonstra como o fogo ainda é uma prática de grande eficiência, segundo os produtores, sobretudo por ser de baixo custo financeiro. Outro fator que contribui para o uso da técnica é a falta de acesso às novas tecnologias de preparo e produção por se tratar de famílias, em sua maioria, de baixa renda, o que torna impossível o custeio nesses termos.

Com as respostas para o segundo questionamento "Você faz uso do fogo para preparar a terra? Como faz?", notou-se que os sujeitos de "A" a "G" relataram derrubar a mata na foice e queimam o mato, depois de seco. Para esse aspecto, destacou-se o relato do sujeito "B": *"sim, quando a mata é velha e o cocal alto, derrubo e depois queimo sempre à tardinha com vento baixo, chamo três companheiros para fazer o contrafogo, um em cada canto; nos comunicamos no grito".* Verifica-se que a prática cultural do uso do fogo é uma constante nos períodos secos e que tem resistido com o passar do tempo, reforçando certos saberes locais.

Para a terceira pergunta "Quem lhe ensinou a fazer o preparo com o fogo?", as respostas dos sujeitos atestaram para o que a literatura afirma massivamente, ou seja, o conhecimento passado de pai para filho entre as gerações. O sujeito "A" destacou o seguinte: *"aprendi com meus pais e não tive outra opção senão o trabalho da roça [...] fogo é coisa antiga".* Para Boeira (2011), nota-se que são práticas que vêm sendo usadas há anos e foi se aprimorando com o passar do tempo, precisando ter um olhar cuidadoso para poder diferenciar como o uso do fogo está sendo aplicado, devido à sua dualidade: técnica cultural ou ato criminoso, mesmo sabendo que alguns aspectos naturais podem ser fatores condicionantes. Para essa comunidade, as práticas, segundo os relatos, são para manejo da terra.

Faz-se um destaque para o relato do sujeito "C", o qual diz: "*já nasci aprendendo a usar o fogo na roça por causa dos meus pais e não tinha mesmo outra opção; tive que ir pra roça"*. Ressalta-se que a maior parte dos moradores da comunidade são de origem simples (pobres e semianalfabetos) e o único modo de sobrevivência provém da lavoura.

Percebeu-se, diante dos relatos, que a cultura do uso do fogo para manejo da terra influencia o modo de vida da comunidade, em se tratando de uma construção histórica que é mantida e conservada e se perpetua nos moldes atuais. Assim, concorda-se com Boeira (2011), quanto ao aspecto cultural, pois nota-se que o uso da técnica em foco normaliza o olhar para as questões ambientais, sendo difícil uma mudança na percepção de que tais práticas possam causar efeitos adversos ao meio físico.

A quarta pergunta – "Para você, por que o uso do fogo é importante no preparo da lavoura?" – revelou aspectos sobre a percepção dos sujeitos acerca da importância do uso do fogo: *"É sim muito importante, sabe por quê? Vou explicar... a terra mecanizada evita as queimadas, mas pra nós pobres não temos condição de usar a técnica do arado, e no meu parecer a terra não fica tão boa, fica só mato, já quando queima a terra produz muito mais" (sujeito 'A').*

A partir do relato acima disposto, percebe-se certa dificuldade na inserção de outro método, já que é mantida a crença no uso do fogo por receio da não garantia de boa produção e os lavradores dependem dela para sobreviver. O sujeito "B", por sua vez, aponta: *"sim, pois o fogo limpa tudo e dá substância para a terra que já está sofrida; a terra produz mais, o arado não presta"*. Sendo assim, entende-se uma resistência à aplicação do arado, sobretudo pelo motivo já exposto: os solos mais arenosos. Para o sujeito "C", os terrenos arenosos precisam das queimadas, uma vez que o arado não é muito aceito. Por outro lado, nos terrenos de barro (argilosos) não se usa muito o fogo. Nota-se o entendimento dos sujeitos quanto à diferença no uso das técnicas nos diferentes tipos de solos, o que, segundo eles, influencia na produção. Também se observou que essa é uma percepção passada de geração em geração, portanto constituindo-se em saber popular local. Também se percebe que há uma longa distância física e técnica entre os órgãos competentes e as comunidades rurais nesses moldes.

Complementando a pergunta anterior, o quinto questionamento, "Caso você faça, como são feitos os aceiros?", permitiu destacar os seguintes relatos, já que todos responderam afirmativamente: o sujeito "A" apontou que *"tem que ter, senão invade as propriedades ao redor... é feito com uma 'braça' de cada lado"*; enquanto os demais sujeitos indicaram um limite de duas 'braças', salientando que tem que ser *"bem feito e mais de uma 'braça' e tem que ser bem limpo, fica só o chão, senão o fogo passa e fica tudo só o bagaço", sujeito "C".*

No capítulo II, do Decreto nº 2.661/1998,http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC 2.661-1998?OpenDocument salienta que : IV - preparar aceiros de no mínimo três metros de largura, ampliando esta faixa quando as condições ambientais, topográficas, climáticas e o material combustível a determinarem. Repara-se que, apesar de a comunidade não ter conhecimento sobre as leis que regulamentam o uso do fogo, o conhecimento geral sobre esse aspecto faz com que se aproximem ao determinado na legislação, já que uma braça tem cerca de 2,20 metros.

Para a pergunta "Alguma vez durante o seu tempo de uso do fogo para o preparo da lavoura já ocorreu de perder o controle do fogo? Se não, mas conhece o caso de alguém da comunidade?", houve unanimidade com relação ao fato de ter ocorrido diversas vezes, como destaca o sujeito "A":

"Já sim, é o que mais acontece! Mesmo com os aceiros feitos, mas quando o vento está muito forte sempre leva faíscas para outras matas". Corroborando com esse relato, o sujeito "B" apontou que: *"em 2017 aconteceu o descontrole. Uma invasão geral. O vento influencia muito no mês de julho a setembro; são fortes e o tempo muito seco".* Os relatos permitem constatar que a prática do uso do fogo é realizada mesmo assumindo-se os riscos de perder o controle. Também se percebe que os sujeitos da pesquisa compreendem a relação íntima entre o período seco de setembro e os ventos fortes da época como elementos que são potencializadores da propagação das áreas queimadas. Pode não ser uma ação criminosa, com intenção de ser, mas entende-se que se assume sempre o risco de perder o controle. Cabe destacar que as terras tem preparo rudimentar por não disporem de recursos e tecnologias alternativas para o campo havendo a busca por tal prática como recurso inicial.

Seguindo tal contexto, a sétima pergunta está voltada para compreender a percepção dos sujeitos quanto aos possíveis danos que as queimadas podem causar no solo, questionando-se da seguinte forma: "Você repete todos os anos o uso do fogo numa mesma área? Se sim, você tem notado que a terra ficou melhor ou pior para produzir?". Dentre os relatos, destacam-se os dos sujeitos "A" e "B". Para "A", *"é necessário ter no mínimo cinco anos para que a terra fique madura de novo para poder repetir de tocar fogo. E a terra só piora com o passar do tempo"*. Nota-se que, apesar de compreender que não ajuda a melhorar a produção, o uso do fogo ainda é a técnica mais usual.

O sujeito "B", por sua vez, relatou que *"vai depender do que vou cultivar. Se for mandioca, posso usar a mesma terra, já o milho passa de três a cinco anos para poder produzir melhor"*. Observou-se que a qualidade do solo interfere muito na questão da produção, o que, segundo Machado (2012), ao cultivar a terra após um prazo prolongado, faz com que a mata nativa refloresça novamente, assim, não expondo o solo totalmente a uma degradação.

O entrevistado "G" reafirma a questão da qualidade do solo, em seu relato, da seguinte maneira: *"Tem vez que se trabalha dois anos seguidos quando a terra é muito boa, ora! Quem disse que queimando uma terra boa não se trabalha dois anos nela?"*. A utilização da técnica do uso do fogo na comunidade está entrelaçada aos aspectos culturais e saberes populares, muitas vezes sem o conhecimento técnico orientado.

Nessa direção foi que se fez a pergunta: "Na comunidade, já veio alguma pessoa (órgão do governo municipal ou outra entidade) lhes auxiliar com outra técnica em substituição ao uso das queimadas?". Todos os sujeitos responderam que "sim", mas apresentaram algumas particularidades em seus relatos. O sujeito "A", por exemplo, relatou que *"já existe o técnico da secretaria de agricultura do município e projetos do banco para substituir o fogo nas lavouras"*.

Ademais, vale ressaltar que a Secretaria de Agricultura lança mão de um técnico em agropecuária para trabalhar junto às comunidades rurais do município. Todavia, como aponta o sujeito "C", *"não faz orientação direito; é muito rude e ignorante"*. Esses relatos indicam que ocorrem ruídos na comunicação com as comunidades rurais, o que inviabiliza a informação e o acesso aos conhecimentos relacionados ao manejo da terra sem o uso do fogo, pois quando se sentem desrespeitados tendem a não seguir orientações externas.

Considerações Finais

A utilização dos dados do INPE, para cicatrizes de queimadas, mostrou-se importante para discorrer sobre o padrão de áreas queimadas para o município de Codó, sobretudo por permitir dimensionar os tamanhos das parcelas em hectares. Isso propiciou a identificação dos pontos mais recorrentes de queimadas nos anos analisados.

Os dados dos sensores TRMM e MODIS ajudaram a compreender o comportamento das queimadas em relação aos condicionantes naturais, destacando o ano de 2015 – dentre os demais – como o de maior concentração de queimadas. Além disso, os levantamentos em relação à temperatura de superfície também permitiram identificar dois núcleos de calor na zona rural do município.

O estudo viabilizou a verificação da realidade de uma comunidade rural e o entendimento de que a utilização do fogo como forma de manejo está ligada fortemente à questão cultural e à disseminação de saberes populares. Considera-se que o poder público municipal ainda precisa afinar a política de substituição do uso do fogo com o discurso que chega às comunidades, para que haja entendimento e práticas afinadas ao ambiente no que for possível. Assim, torna-se necessário haver um olhar diferenciado para o fogo, enquanto técnica cultural, e correlacioná-lo com as permissões previstas nas legislações vigentes.

Em síntese, os dados do INPE, do TRMM e do MODIS foram fundamentais para a compreensão dos fenômenos observados no período de estudo, mas não impedem o uso de outras variáveis para complementação das análises. Ressalta-se, ainda, que o estudo de uma comunidade rural ajudou a melhorar as interpretações dos dados para não ficarem generalistas externas ao município em questão.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA.

Referências

ALMEIDA, C.T. *et al*. Avaliação das Estimativas de Precipitação do Produto 3B43-TRMM do Estado do Amazonas. *Floresta e Ambiente*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 279-286, jul./set. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/floram/v22n3/2179-8087-floram-22-3-279.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020.

ASSUNÇÃO, R.G. *Estudo do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de Eucalyptus viminalis Labill em Três Barras, Santa Catarina*. 1997.163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília,* v. 18, n. 3, p. 285- 304, jul./set. 2009.

BEZERRA, D. da S.B. et al. ANÁLISE DOS FOCOS DE QUEIMADAS E SEUS IMPACTOS NO MARANHÃO DURANTE EVENTOS DE ESTIAGEM NO PERÍODO DE 1988 A 2016. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, maio 2018. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/57337>. Acesso em: 03 julho de 2021.

BOEIRA, S.F. *Proteção ambiental*: uma análise da prática agropecuária das queimadas. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2011.

BONFIM, R.V. *Diagnóstico do uso do fogo no entorno do parque estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG*. 2001. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BRASIL. Constituição (1988) *Constituição da República Federativa do Brasil*. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Brasília, DF: Senado, 1988. Institui o Código Florestal. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em: 11 out. 2018.

CASTRO, F.R. O efeito das queimadas num cenário de alterações climáticas: A percepção dos agricultores nos assentamentos rurais na Amazónia Legal - assentamentos São Jorge, Itacira e Pontal [*tese*]. Universidade Nova de Lisboa; 2019. Disponível em: https://run.unl.pt/handle/10362/66894. Acesso em: 05 de julho de 2021.

COSTA, F.A. *et al*. Roça no toco: uma realidade sustentável na Associação dos trabalhadores rurais Boa União no Munícipio de Codó-MA. In: *II Semana Ambiente em Foco: a água nas discussões sobre educação ambiental e políticas públicas*, 2015, Codó. Anais. Codó: UFMA, 2015, p. 53-55.

CUNHA NETO, E.M. da et al. Influência antrópica e da precipitação na distribuição espaço-temporal de focos de calor na Microrregião de Paragominas, Pará. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 28, abril 2021. ISSN 2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/75438>. Acesso em: 03 julho de 2021.

DIAS, G.F. *Queimadas e incêndios florestais*: cenários e desafios: subsídios para a educação ambiental. – Brasília: MMA, IBAMA, 2009. 32 p. Disponível em: http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/marco/Mar.15.03.pdf. Acesso em: 29 mar. 2019.

FREIRE, A. T. G. *et al*. A zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado no estado do Maranhão. Parte I: Caracterização preliminar dos dados focos de queimadas (produto MODIS MCD14ML). In: *XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2015, João Pessoa. Anais. João Pessoa, 2015, p. 7471-7477.

FREITAS, A. C. R. A crise ecológica na agricultura familiar do estado do Maranhão. *Cadernos NAEA*, v. 2, n. 2. dez./ 1999.

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 rurais do Norte do Estado de Minas Gerais. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais. Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado. *Projeto TerraClass Cerrado 2013*. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/projeto-terraclass.html. Acesso em: 12 fev. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Malhas:* municípios do Estado do Maranhão e Brasil administrativo. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/15774-malhas.html?=&t=downloads. Acesso em: 17 jul. 2020.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais*. Comparação do total de focos ativos detectados pelo satélite de referência em cada mês, no período de 1998 até 19/10/2020*. Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/. Acesso em: 20 out. 2020.

LEMOS, G.S.; RIZZE, R. Estimativa da temperatura média do ar a partir de dados LST/MODIS. *In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, 2019,* Santos/SP. Anais. Santos, 2015. Disponível em: http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.18.12.36/doc/97604.pdf. Acesso em: 23 jun. 2020.

MACHADO, C.A. Desmatamentos e queimadas na região norte do estado de Tocantins. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia v. 13, n. 43, p. 217-229, out. 2012.

MATAVELI, G.A.V. *et al*. Análise das queimadas e da precipitação em áreas de Cerrado do Maranhão a partir de dados do sensor MODIS e do satélite TRMM para o período 2002-2015. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 96, p. 11-30, 2017. Disponível em: http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/663/558. Acesso em: 23 nov. 2019.

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, p. 401-418, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n3/a07v26n3.pdf. Acesso em: 12 out. 2019.

MIRANDA, E.E; CAPUTI, E. Relatório do monitoramento orbital de queimadas no Brasil: base municipal 2001**,** Campinas SP, 2001.

PEREIRA JÚNIOR, A. C. *Métodos de geoprocessamento na avaliação da susceptibilidade do cerrado ao fogo*. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências da Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PESSI, D.D. *et al.* Validação das estimativas de precipitação do satélite TRMM no Estado de Mato Grosso. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 1, p. 79-88, 2019. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v42n1/v42n1a09.pdf. Acesso em: 10 fev. 2020.

RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J.V. Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estudos Avançados*, v. 16, n. 44, jan./abr. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100008&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 10 fev. 2020.

SILVA, S. *Queimadas*: perguntas e respostas. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007.

SILVA, A.S; SILVA, M.C. Prática de queimadas e as implicações sociais e ambientais na cidade de Araguaina-TO. *Caminhos de Geografia* v. 7, n. 18, p. 8-16, jun. 2006. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15412. Acesso em: 20 mar. 2019.

SILVA JUNIOR, C.H.L.; ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L.E.O.C.; RODRIGUES, B.D. Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 35, p. 1-14, 2018. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/142407/142003. Acesso em: 12 maio 2020.

SOUSA, R.R. *et al.* Impacto da queima de vegetação do Cerrado sobre fungos habitantes do solo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 965-974, abr./jun. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cflo/a/gtnCrFdFMcgpHgdd5KkhNLD/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 04 de julho de 2021.

TRENTIN, R.; DEPPE, F.; LOHMANN, M.; GRASSI, J. Análise comparativa da temperatura de superfície MODIS e temperatura do ar em diferentes situações no estado do Paraná. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7745. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.19.19.52/doc/p0370.pdf?metadatarepository=&mirror=urlib.net/www/2011/03.29.20.55. Acesso em: 01 de julho de 2021.