



Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências Humanas e Letras
Coordenação do Curso de Geografia
Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais
Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino



PRODUÇÃO TÉCNICA

ANÁLISE GEOESPACIAL DA OCORRÊNCIA DE FOCOS DE CALOR NO ESTADO DO PIAUÍ (2010 A 2019)

Karoline Veloso RIBEIRO¹
Emanuel Lindemberg Silva ALBUQUERQUE²

Teresina-PI
Junho/2020

¹ Professora Mestra em Geografia do Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ/UFPI); Vice-Líder do Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (CNPq/UFPI) e vinculada ao Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (Geoambiente/CGEO/CCHL/UFPI). E-mail: karolynnyribeiro_18@hotmail.com

² Professor Adjunto I do Curso de Geografia; Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO/CCHL/UFPI); Líder do Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (CNPq/UFPI) e Vice-Coordenador do Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (Geoambiente/CGEO/CCHL/UFPI). E-mail: lindemberg@ufpi.edu.br

Produção Técnica do Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (GEOAMBIENTE) e do Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (CNPq/UFPI), vinculado à Coordenação do Curso de Geografia (CGEO), do Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)

Prof. Dr. José Arimatéia Dantas Lopes - Reitor

Profa. Dra. Nadir do Nascimento Nogueira - Vice-Reitora

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS (CCHL)

Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade - Diretor

Profa. Dra. Romina Julieta Sanchez Paradizo de Oliveira - Vice-Diretora

COORDENAÇÃO DO CURSO DE GEOGRAFIA (CGEO)

Profa. Dra. Bartira Araújo da Silva Viana - Coordenadora

COORDENAÇÃO DO LABORATÓRIO DE GEOAMBIENTE

Profa. Dra. Iracilde Maria de Moura Fe Lima - Coordenadora

Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque - Vice-Coordenador

GRUPO DE ESTUDOS EM GEOTECNOLOGIAS: PESQUISA E ENSINO (CNPQ/UFPI)

Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque - Líder

Profa. Ms. Karoline Veloso Ribeiro - Vice-Líder

As Produções Técnicas do Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (GEOAMBIENTE) e do Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (CNPq/CGEO/CCHL/UFPI) tem como objetivo a divulgação de estudos elaborados ou coordenados por discentes e docentes do mencionado laboratório e grupo de pesquisa, que possam contribuir para a discussão de temas de interesse acadêmico. As considerações, conclusões, metodologias aplicadas ou propostas contidas nos textos são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)

Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL)

Coordenação do Curso de Geografia (CGEO)

Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (GEOAMBIENTE)

Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino

End.: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga – Teresina/PI

CEP: 64049-550

Telefone: (86) 3215-5778

www.ufpi.br/geografia

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana e, expressivamente, com a ocupação empreendida pelos colonizadores, ocorreu uma superexploração dos recursos naturais, sobretudo da cobertura vegetal, sequenciado, em muitas ocasiões, pelo uso predatório e indiscriminado das queimadas (GOMES *et al.*, 2010). Destaca-se que esta tradição secular, sobretudo no ambiente do Nordeste brasileiro, é utilizada para a limpeza do terreno e, conseqüentemente, para o plantio e/ou para a criação de animais.

Ao considerar as características fisionômicas e florísticas da Região Nordeste, aliada a alta fragilidade e vulnerabilidade dos sistemas ambientais frente aos processos de uso e ocupação da terra, quando utilizadas de forma inadequada (SOUZA, 2000), nota-se *a priori* uma maior incidência de queimadas e incêndios florestais, conseqüentemente, na ocorrência de focos de calor, que foram registrados na última década do século XXI, sequenciado ainda pelas secas recorrentes que se instalam nesta região.

De acordo com Silva Filho *et al.* (2009), as queimadas correspondem a uma técnica de preparo do solo, que utiliza a aplicação do fogo para a limpeza do terreno. Por sua vez, o termo foco de calor é utilizado para o registro da ocorrência do fogo na superfície terrestre, obtido por meio das técnicas de sensoriamento remoto.

A importância da detecção das queimadas transcende a ocorrência dos focos de calor em si, uma vez que o sensoriamento remoto orbital constitui um importante sistema de monitoramento ambiental, sobretudo quando associado ao mapeamento de incêndios florestais e na identificação de áreas desmatadas (FLORENZANO, 2007).

De acordo com o exposto, constata-se a importância das técnicas e ferramentas do sensoriamento remoto e do geoprocessamento nas abordagens do espaço geográfico, quando estes se encontram inseridos em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Vale destacar que um SIG pode ser utilizado nas mais diversas perspectivas que englobam os estudos territoriais, bem como na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1987).

Neste contexto, objetiva-se na pesquisa em epígrafe realizar uma análise têmporo-espacial das ocorrências de focos de calor no estado do Piauí para os anos

de 2010 a 2019, almejando quantificar e qualificar esses dados dentro do contexto progressivo e/ou regressivo, na perspectiva de configurar cenários tendenciais e potencializar a tomada correta de decisões por parte dos órgãos ambientais competentes, tendo em vista a quantificação e espacialização dos dados ao nível municipal.

Nessa perspectiva, foi empreendida uma avaliação dos focos de calor considerando os municípios piauienses (total de 224 unidades político-administrativas), procurando identificar, territorialmente, os 10 maiores e os 10 menores municípios com relação aos registros de focos de calor no recorte temporal adotado na pesquisa. Não obstante, a abordagem contempla todos os municípios do estado do Piauí.

Portanto, o estudo empreendido almeja identificar os setores espaciais (municípios) que possuem uma maior incidência de focos de calor para os anos em estudo, possibilitando uma abordagem local no tocante a realização de ações por parte dos governos municipais e estadual, bem como dos órgãos ambientais competentes que cuidam deste tema, de forma a contribuir para o planejamento de ações e políticas públicas capazes de atender e superar os novos desafios que se colocam diante da temática em pauta.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Piauí está localizado no Nordeste do Brasil, sendo o terceiro maior estado desta região em extensão territorial, com aproximadamente 251.529 km². Do ponto de vista político-administrativo, o Piauí é dividido em 224 municípios. Seus limites são os seguintes: Oceano Atlântico (norte), Bahia (sul e sudeste), Pernambuco e Ceará (leste), Maranhão (oeste e noroeste), Tocantins (sudoeste). A capital do estado é Teresina (Figura 1).

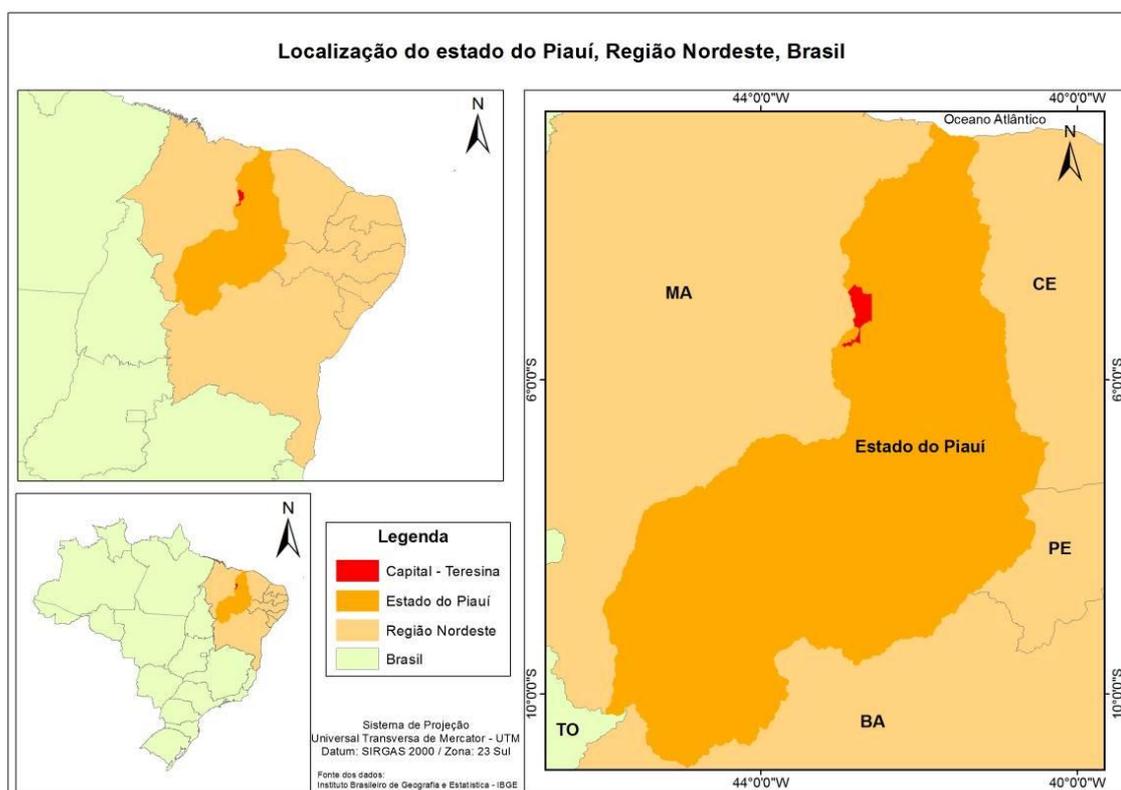


Figura 1: Mapa de localização do estado do Piauí, Região Nordeste, Brasil. Fonte: Ribeiro (2020).

O relevo é predominantemente regular, sendo que mais de 90% do Piauí situa-se em altitude inferior a 600 metros, sendo que destes, mais de 50% tem altitude inferior a 300 metros. No litoral do estado, na porção norte e nas margens do rio Parnaíba são encontradas planícies litorâneas e aluviâneas, respectivamente. No setor leste estão às chapadas da Ibiapaba e do Araripe, e ao sul, as chapadas de Tabatinga e Mangabeira, onde se encontram as maiores altitudes do estado, próximas dos 900 metros (PIAUI, 2010a).

No estado do Piauí são encontrados alguns tipos de vegetação, a exemplo da Caatinga, do Cerrado e da Mata dos Cocais. O clima no estado é predominantemente tropical, sendo que na borda leste/sudeste o semiárido ganha destaque, compreendendo aproximadamente 150 municípios (PIAUI, 2010b). A hidrografia do Estado é compreendida essencialmente pela Bacia do Rio Parnaíba, eixo principal da drenagem piauiense (LIMA, 1982).

Procedimentos metodológicos e operacionais

Os procedimentos metodológicos para a análise e quantificação dos focos de calor tiveram início com o levantamento bibliográfico e cartográfico da área em

estudo. O levantamento bibliográfico permitiu identificar e avaliar a melhor metodologia a ser adotada, considerando as particularidades do recorte espacial da pesquisa. Destacam-se as contribuições de: Assad & Sano (1998); Novo (1998); Rocha (2000); Ferreira (2004), Florenzano (2007), Lang & Blaschke (2009), Gomes *et al.*, (2010), entre outros.

Foram utilizados os dados do satélite NOAA 18 (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), que é equipado pelo sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), ou seja, um Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta. Este sensor possui resolução espacial de 1 x 1 km, tendo uma banda do infravermelho sensível a variação de temperatura. É importante ressaltar que o sensor AVHRR não irá detectar focos de incêndios e sim focos de calor, ou seja, tudo que está sobre a superfície terrestre que possui uma temperatura superior a 47°C.

De acordo com Florenzano (2007), as imagens do satélite NOAA, através do sensor AVHRR, são muito utilizadas para detectar focos de incêndio, uma vez que este permite identificar e localizar, em tempo real, focos de fogo ativo em todo o território brasileiro, respeitando as configurações de captura por sensoriamento remoto, tendo em vista que é um satélite do tipo polar de baixa altura.

O satélite mencionado possui múltiplos usos, dentre os quais: i) avaliar a distribuição da temperatura sobre o mar e a terra; ii) indicar condições meteorológicas e agrometeorológicas; iii) identificar área queimada por meio dos canais adicionais (região do visível e infravermelho) e; iv) monitorar queimadas, mostrando-se muito útil na identificação das ocorrências dos focos de calor, considerando os princípios e as resoluções (espacial, temporal, radiométrica e espectral) do sensoriamento remoto orbital.

Vale mencionar que a escolha do satélite NOAA-18/sensor AVHRR é justificada pela precisão na captura dos dados, uma vez que a órbita deste satélite passa no trecho que compreende o recorte espacial da pesquisa a partir das 18:00h, ou seja, abrangendo o horário noturno. Como a captura dos registros é realizada a noite, a probabilidade de se confirmar o foco de calor como incêndio na vegetação é quase que certa.

Os dados foram obtidos através de *download* no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do Banco de Dados de Queimadas (BRASIL, 2020), em formato *shapefile*. Procedeu-se na sequência com a: 1) padronização dos

dados georreferenciados; 2) criação do banco de dados geográfico (BDFocosCalor); 3) tabulação dos dados e; 3) espacialização dos focos de calor para os anos de 2010 a 2019, considerando todos os registros obtidos entre o dia 1º de janeiro a 31 de dezembro de cada ano em análise. Salienta-se que o mapeamento dos focos de calor foi realizado em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando recursos dos *softwares* QGIS 2.18.3 (plataforma livre) e ArcGIS 10.2 (com licença registrada na Universidade Federal do Piauí – UFPI).

É válido lembrar que somente frentes de fogo com mais de 30 metros de diâmetro são passíveis de serem detectadas pelo sensor, e que a presença de nuvens e o sombreamento das árvores interferem diretamente na detecção dos focos calor. Deste modo, salienta-se que a quantidade de registros detectada representa apenas uma fração da real ocorrência (SILVA FILHO *et al.*, 2009), mas corroborando que estes dados são os que mais se aproxima da realidade dentro do escopo temporal da pesquisa.

De posse dos dados, os mesmos foram agregados à representação cartográfica dos municípios piauienses (arquivo *shapefile* obtido no site do IBGE), possibilitando a geração de mapas temáticos. A espacialização e classificação dos dados, por meio de técnicas de geoprocessamento, possibilitou a elaboração de mapas pertinentes à pesquisa, consentindo, assim, na análise da evolução espaço-temporal dos focos de calor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na perspectiva de realizar a análise têmporo-espacial das ocorrências de focos de calor no estado do Piauí para os anos de 2010 a 2019, e no intuito de quantificar e qualificar as informações obtidas dentro do contexto progressivo e/ou regressivo, os dados vetoriais (feição pontual) das ocorrências foram processados em ambiente SIG, atrelado ao banco de dados geográfico que foi estruturado.

Feita esta etapa, constatou-se um total de 44.907 focos de calor no estado, no somatório da década em análise, a saber: 2010, com 1.914 registros; 2011, com 960 registros; 2012, com 1.969 registros; 2013, com 3.507 registros; 2014, com 9.099 registros; 2015, com 14.361 registros; 2016, com 7.711 registros; 2017, com 2.270 registros; 2018, com 1.906 registros e; 2019, com 1.210 registros, conforme é sistematizado na figura 2.

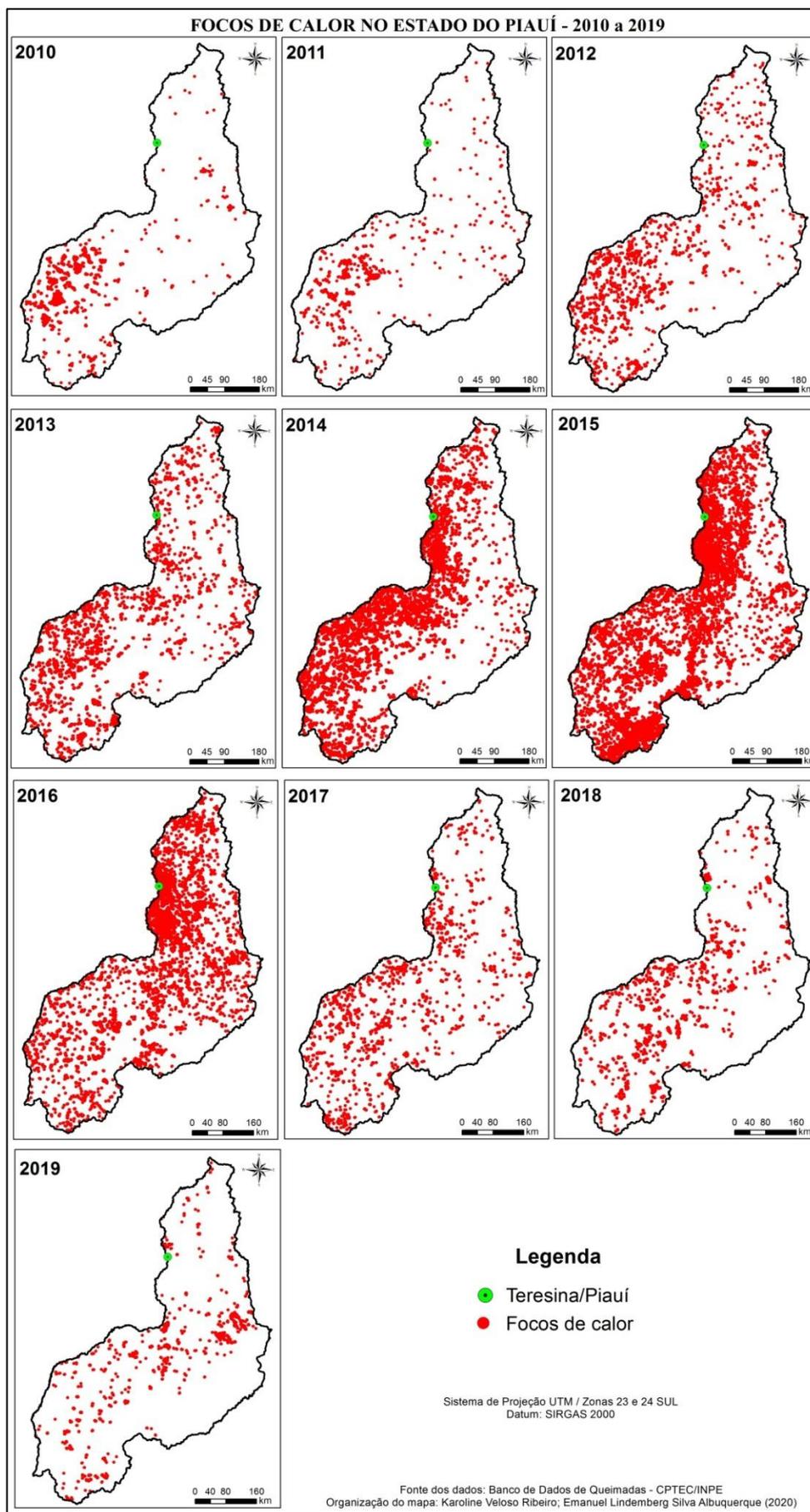


Figura 2: Focos de calor registrados no estado do Piauí – Anos de 2010 a 2019

Ao considerar o ano de 2010 (Figura 3), constata-se que as maiores ocorrências se concentraram nos meses de agosto e setembro, com uma maior incidência na porção sudoeste e sul do estado, como é possível visualizar no mapa constante na figura 2. Destaca-se que este mapa trata do mosaico georrerenciado das ocorrências dos focos de calor no recorte espacial e temporal da pesquisa.

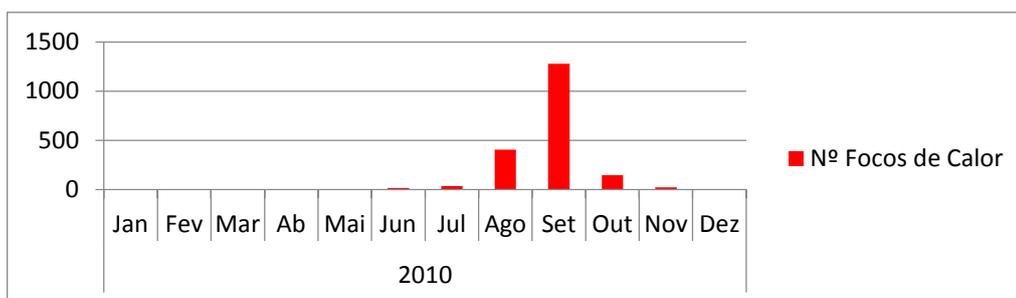


Figura 3: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2010

Ao avaliar o ano de 2011 (Figura 4), constata-se que as ocorrências se estenderam de julho a dezembro, com uma maior concentração na porção sudoeste do estado, como é possível visualizar na figura 2. Para o ano em análise, observa-se uma tendência de redução das ocorrências de janeiro a junho, sendo que o mês de setembro se destacou com 537 registros. É importante salientar que não foram identificados focos de calor no período de janeiro a maio, o qual corresponde ao período chuvoso – quando se tem –, e mais úmido nessa porção do Nordeste brasileiro.

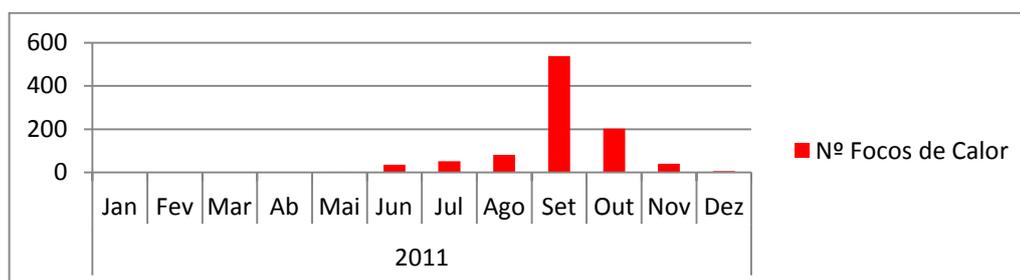


Figura 4: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2011

Ao analisar o ano de 2012 (Figura 5), verifica-se uma maior concentração dos focos de calor nos meses de julho a novembro, sendo que o ápice dos registros foi identificado no mês de setembro com 648 ocorrências. É importante observar que houve um aumento notório ao comparar os dados deste com o ano de 2011,

passando de 960 para 1.969 registros, ou seja, um acréscimo de mais de 51,3% na mesma área territorial.

Ao analisar espacialmente o ano de 2012 (Figura 2), corrobora-se uma ampliação significativa e bem distribuída dos focos de calor em todo o estado, mas com uma predominância nas porções sudoeste e sul do Piauí, sobretudo em áreas com vegetação de Cerrado e nos setores mais próximos a calha fluvial do rio Parnaíba.

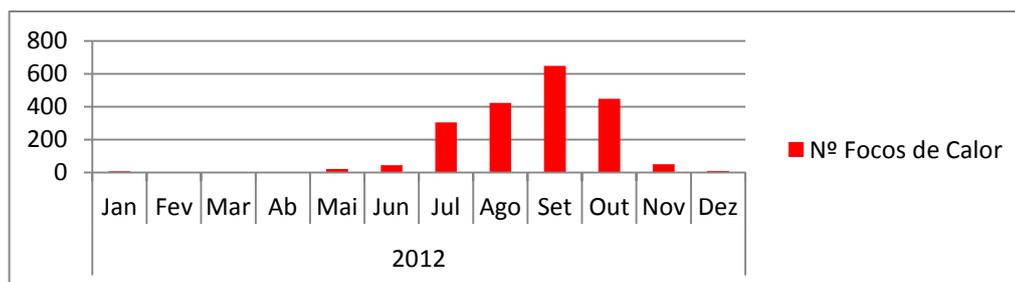


Figura 5: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2012

Ao observar o ano de 2013 (Figura 6), constatou-se uma maior concentração dos focos de calor nos meses de agosto a dezembro, sendo que o ápice dos registros foi identificado no mês de outubro, com 1.686 ocorrências. Do ponto de vista territorial, foram identificados neste ano 3.507 focos, distribuídos espacialmente no estado, mas com uma concentração bem nítida nos setores sudoeste e sul, tendência até o momento identificada também nos outros anos (Figura 2).

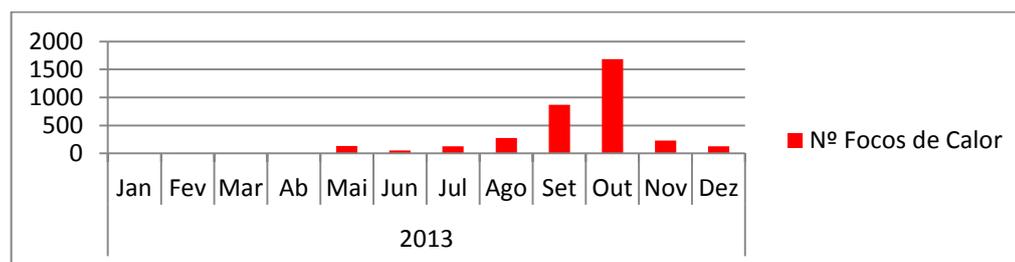


Figura 6: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2013

Ao atentar-se para o ano de 2014 (Figura 7), observou-se uma maior concentração nos meses de julho a novembro, no qual seu ápice se refere ao mês de setembro, com 2.747 focos de calor. Ao comparar o mês de setembro de 2013, em que foram identificados 866 focos, com o mês de setembro de 2014, houve um aumento de aproximadamente 68,5%. Do ponto de vista espacial, os focos de calor

(total de 9.099 registros) tiveram uma maior concentração na parte oeste e sudoeste do estado, como é possível visualizar na figura 2.

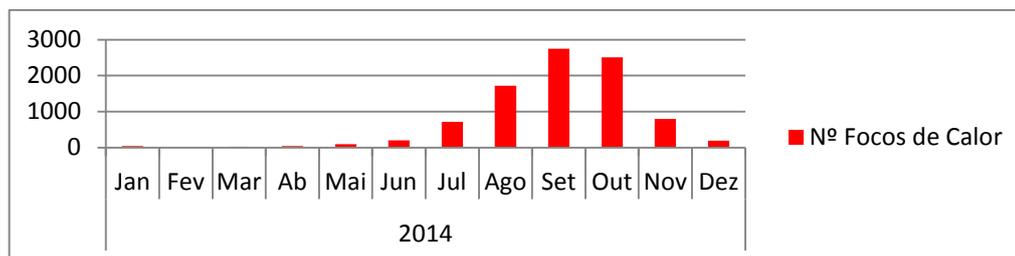


Figura 7: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2014

No ano de 2015 (Figura 8), averiguou-se uma maior concentração nos meses de agosto a dezembro, sendo que o maior fluxo se deu no mês de outubro, com um total de 5.205 registros. Vale ressaltar que o ano de 2015 registrou o maior quantitativo de focos de calor para o recorte espacial da pesquisa, totalizando 14.361 registros. As maiores concentrações se deram na parte oeste e sul do estado (Figura 2).

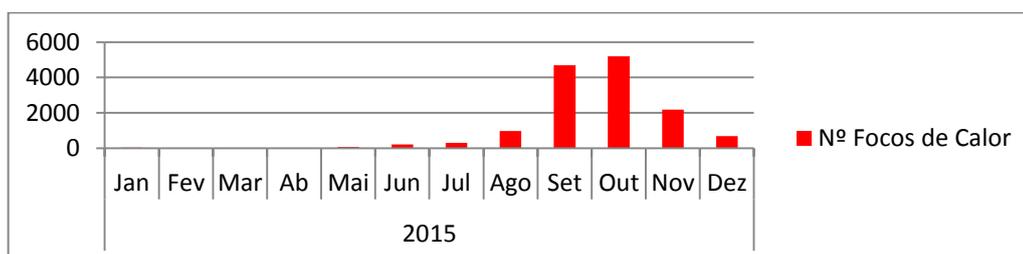


Figura 8: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2015

Em 2016 (Figura 9) foram identificados 7.711 focos de calor, sendo que os maiores episódios ocorreram entre os meses de julho a dezembro, com destaque para o mês de outubro, registrando 3.226 ocorrências. Do ponto de vista espacial, merece destaque os registros identificados no setor oeste, com ênfase para a região do médio Parnaíba e as áreas adjacentes de Teresina (Figura 2).

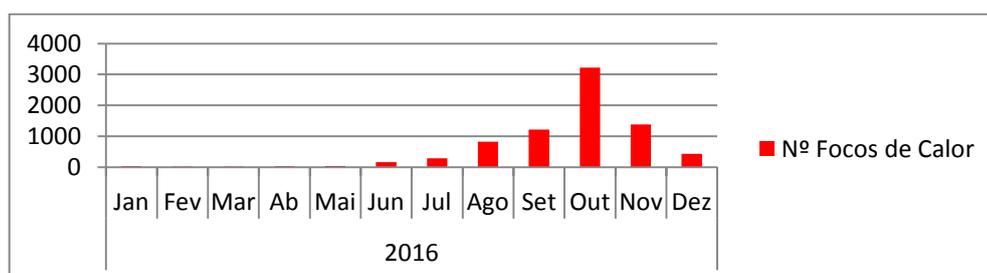


Figura 9: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2016

É interessante observar que a partir do ano de 2016 até 2019, constata-se uma redução no número de focos registrados, decrescendo para 2.270 (ano de 2017), 1.906 (ano de 2018) e chegando a 1.210 no ano de 2019. Mesmo sendo ainda um número expressivo, é evidente destacar essa redução, já que o cenário da modelagem dos focos de calor ainda persiste mais significativamente nos meses de agosto, setembro e outubro, conforme é possível diagnosticar nas figuras 10, 11 e 12.

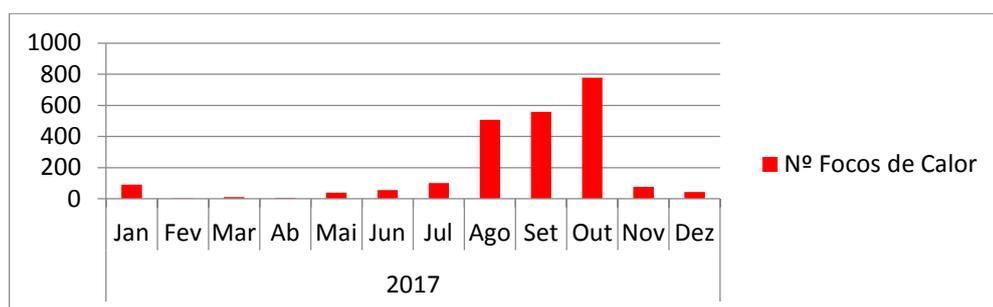


Figura 10: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2017

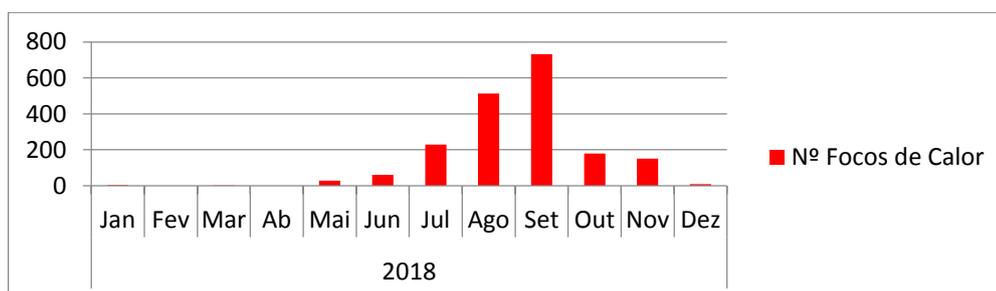


Figura 11: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2018

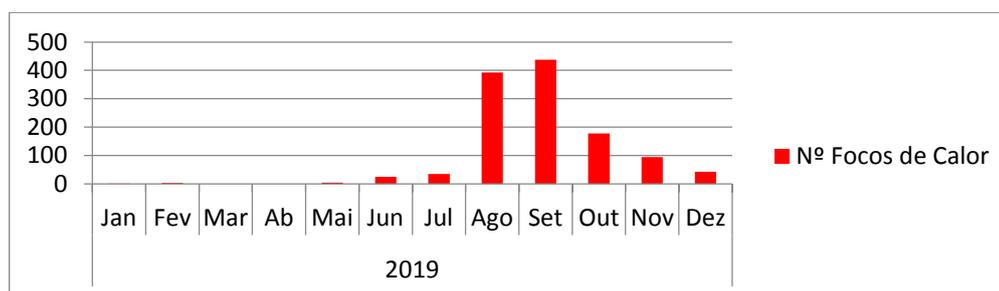


Figura 12: Número mensal de focos de calor no estado do Piauí no ano de 2019

Ao avaliar espacialmente as ocorrências dos focos de calor no estado do Piauí (2010 a 2019), constatou-se um aumento significativo dos registros em todo o estado, com algumas concentrações expressivas em alguns setores do mapa

(Figura 2), a exemplo dos setores: oeste, sudoeste e sul do Estado, onde predomina o Cerrado piauiense e em áreas de franca expansão do agronegócio.

Nesse sentido, ao considerar os dados agregados (Figura 13), constata-se uma predominância na ocorrência dos focos de calor no segundo semestre do ano (julho a dezembro), sendo que os maiores registros ocorreram sempre nos meses de agosto, setembro e outubro. Dentro do recorte temporal em análise, o mês de agosto ganhou destaque no ano de 2014, com 1.719 registros; o mês de setembro ganhou vulto no ano de 2015, com 4.691 e; o mês de outubro com maiores registros foi também o ano de 2015, com 5.205.

Em síntese, observa-se uma tendência de aumento das ocorrências a partir do mês de julho, atingindo o ápice sempre entre os meses de setembro e outubro, sendo que a partir destes meses, verifica-se uma tendência de queda até dezembro, sendo sequenciado por baixos registros de janeiro a junho, como é nitidamente retratado na figura seguinte.

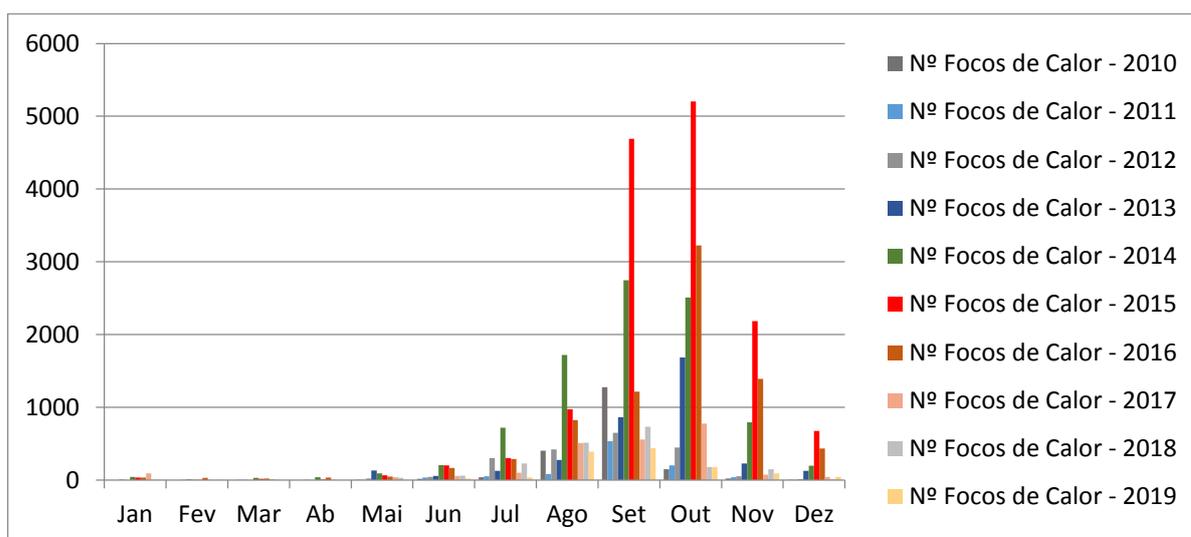


Figura 13: Focos de calor registrados mensalmente no estado do Piauí (2010 a 2019)

Ao analisar os dados obtidos (focos de calor) e fazendo os devidos cruzamentos com as informações climatológicas para a área em estudo, verifica-se que o primeiro semestre do ano (janeiro/junho) é favorecido por melhores condições de umidade, mesmo com totais pluviométricos abaixo da média histórica. Destaca-se que tem sido registrado no recorte temporal/espacial da pesquisa secas recorrentes, sobretudo, nos anos de 2010 a 2019, conforme dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE.

De acordo com Souza (2000), no regime pluviométrico do semiárido, e área de entorno, é grande a variação que se manifesta ao longo do ano, bem como nos totais mensais das chuvas entre diferentes anos, uma vez que prepondera a variação temporo-espacial, associada ainda a incerteza das precipitações. Não obstante, quando se configura a estação chuvosa, esta tem duração de três a cinco meses, sendo que o restante do ano é marcado pela ausência quase absoluta das precipitações.

Vale salientar que o estado do Piauí apresenta regime pluviométrico altamente heterogêneo, com 3 (três) tipos de clima bem definidos, a saber: I) Tropical úmido, no setor norte do Estado, particularmente no litoral; II) Tropical, predominando na porção centro-oeste e; III) Semiárido, nos setores sul e sudeste (PIAÚÍ, 2010b).

Ao considerar as particularidades termo-pluviométricas do Nordeste brasileiro, observa-se que a irregularidade temporal e espacial das chuvas, aliada ao registro de elevadas temperaturas por influência de sua tropicalidade, tendem a ser um potencializador para o aumento de incêndios florestais/queimadas, e que são quantificados como focos de calor em sensoriamento remoto.

É possível vislumbrar um cenário tendencial destas ocorrências no estado do Piauí, uma vez que essa análise permite subsidiar, conforme os dados apresentados (2010 a 2019), a tomada correta de decisões por parte dos órgãos ambientais competentes, tendo em vista que os registros encontram-se materializados no tempo e no espaço.

Desta forma, a Tabela 1, por sua vez, apresenta os 10 (dez) municípios que registraram os maiores quantitativos de focos de calor no estado do Piauí, considerando o recorte espacial da pesquisa, bem como aqueles que tiveram poucos registros.

Tabela 1. Municípios com maiores e menores registros de focos de calor no estado do Piauí (2010 a 2019)

Município	ANOS										TOTAL
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Estado do Piauí	1.914	960	1.969	3.507	9.099	14.361	7.711	2.270	1.906	1.210	44.907
Baixa Grande do Ribeiro	843	119	205	229	618	391	192	131	57	21	2.806
Uruçuí	338	214	239	307	667	388	119	155	118	30	2.575
Parnaguá	29	11	119	132	184	1.288	143	18	16	41	1.981
Santa Filomena	90	28	104	136	418	211	152	86	32	9	1.266
Ribeiro Gonçalves	57	24	106	114	302	183	99	85	40	21	1.031
Morro Cabeça no Tempo	14	1	3	81	29	565	84	63	141	2	983
Alvorada do Gurguéia	18	2	103	44	212	235	148	24	97	55	938
Currais	43	38	97	143	199	200	25	58	29	33	865
Floriano	5	11	20	100	312	193	67	30	60	46	844
Curimatá	18	9	3	89	35	591	33	27	1	16	822
Floresta do Piauí	0	0	0	2	0	1	3	0	0	0	6
Marcolândia	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Cap. Gervásio de Oliveira	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Wall Ferraz	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	4
Sao João da Varjota	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4
Dom Inocêncio	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Bonfim do Piauí	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4
São Julião	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Dirceu Arcoverde	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Ilha Grande	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Fonte: BDQueimadas-INPE. Elaboração dos autores (2020)

Menciona-se que dos 224 municípios piauienses, 104 registraram, em seu território, mais de 100 focos de calor no recorte temporal adotado. Por outro lado, 80 municípios tiveram menos de 50 registros no mesmo período, merecendo destaque os municípios de Ilha Grande e Dirceu Arcoverde.

Neste viés de análise, o mapa temático da Figura 14 permite a visualização da distribuição espacial dos focos de calor no território piauiense no somatório de 2010 a 2019, podendo-se localizar os maiores e menores municípios quantos aos registros identificados pelo satélite NOAA 18/sensor AVHRR. Por outro lado, é possível ainda avaliar a presença de agrupamentos de municípios (setores espaciais) com altos índices de focos de calor, a exemplo dos setores localizados na porção oeste, sudoeste e sul do estado do Piauí.

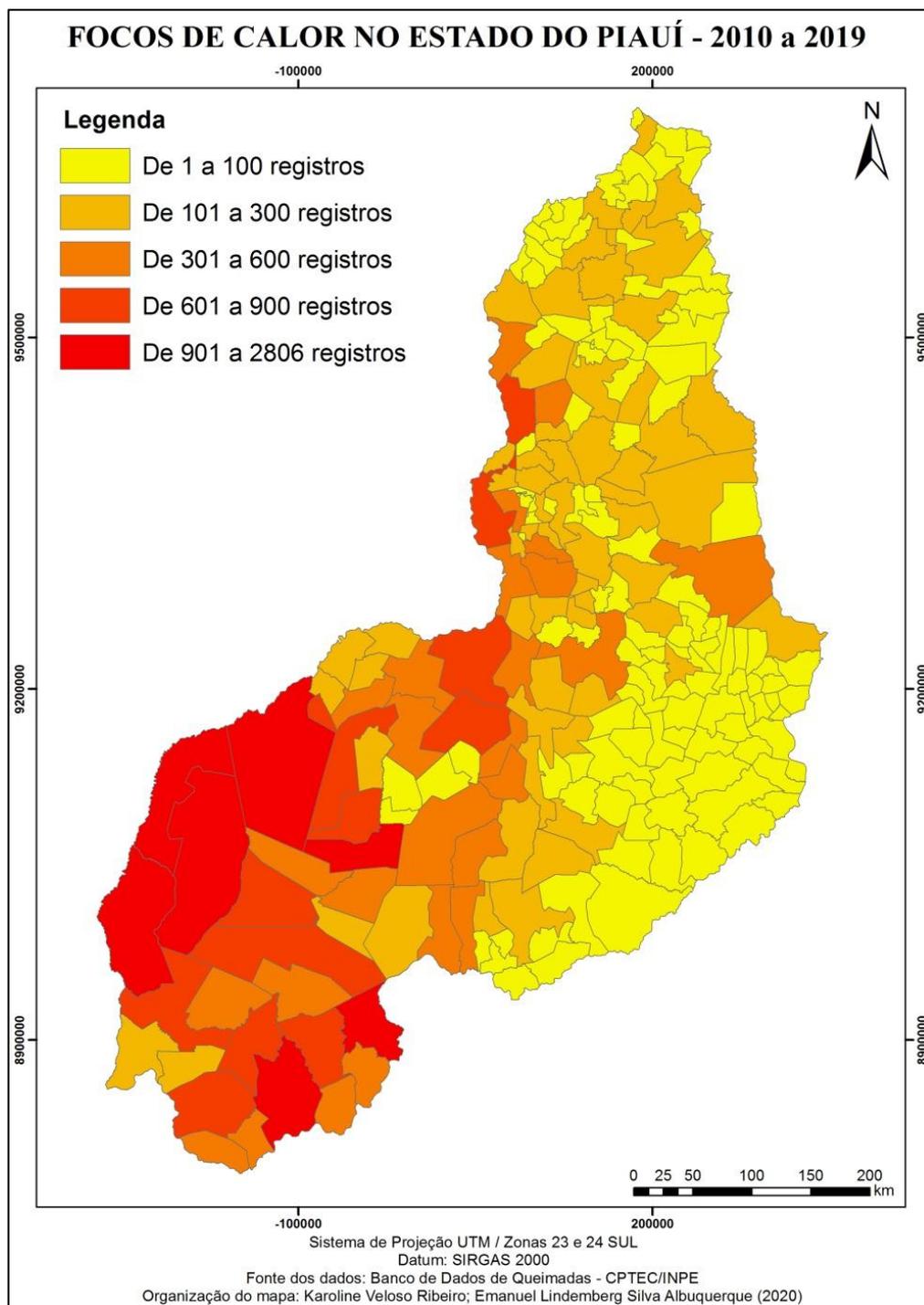


Figura 14: Somatórios dos focos de calor (2010 a 2019) nos municípios do estado do Piauí

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Piauí apresentou ao longo dos anos altos índices de focos de calor. No que concerne aos objetivos almejados, foram identificados 44.912 registros obtidos pelo satélite NOAA 18, através do sensor AVHRR, para os anos de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019, com respectivamente

1.914, 960, 1.969, 3.507, 9.099, 14.361, 7.716, 2.270, 1.906 e 1.210 ocorrências, merecendo destaque o ano de 2015.

Constatou-se que os registros ficaram agrupados, sobretudo, no segundo semestre do ano (julho a dezembro), sendo que as maiores incidências de focos de calor concentraram-se nos meses de agosto, setembro e outubro. É importante salientar que no primeiro semestre do ano (janeiro a junho), os dados são insignificantes, uma vez que este corresponde ao período chuvoso e mais úmido nessa porção do Nordeste brasileiro.

Na perspectiva de identificar os municípios com maiores e menores números de focos de calor, apresenta-se na sequência a lista dos 10 (dez) municípios com mais (I) e menos (II) registros, a saber: I) Baixa Grande do Ribeiro (2.806), Uruçuí (2.575), Parnaíba (1.981), Santa Filomena (1.266), Ribeiro Gonçalves (1.031), Morro Cabeça no Tempo (983), Alvorada do Gurguéia (938), Currais (865), Floriano (844) e Curimatá (822). II) Floresta do Piauí (6), Marcolândia (5), Capitão Gervásio de Oliveira (5), Wall Ferraz (4), São João da Varjota (4), Dom Inocêncio (4), Bonfim do Piauí (4), São Julião (3), Dirceu Arcoverde (3) e Ilha Grande (1).

Com base nos dados e considerando o processo histórico de uso e ocupação da terra na Região Nordeste, é possível afirmar que esta concentração de focos de calor no segundo semestre do ano se dá em virtude, sobretudo, da tradição secular do preparo da terra para o plantio no ano vindouro, em que a limpeza do terreno é sequenciada pela queima, bem como pelo avanço do agronegócio na região do Cerrado piauiense, a exemplo dos setores oeste, sudoeste e sul do estado do Piauí.

É válido lembrar que os registros obtidos não contempla a quantidade exata de queimadas que existiram *in loco*, tendo em vista que a presença de nuvens e o sombreamento das árvores podem interferir diretamente na detecção dos focos de calor, associada ainda as características de resolução (espacial, temporal, espectral e radiométrica) do satélite/sensor utilizado. Não obstante, esse cenário é o que mais se aproxima da realidade das ocorrências de focos de calor registrados no estado do Piauí.

Desta forma, corrobora-se que os dados obtidos no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BDQueimadas/INPE) são de fundamental importância na caracterização espacial dos focos de calor para os mais diversos objetivos, tendo em vista o seu rico banco de dados para todo o território brasileiro.

Em suma, a pesquisa retratada possibilita múltiplas apreciações quanto ao tema pretendido, sendo que os registros quando analisados de forma pormenorizada podem facilitar a elaboração e fornecer dados importantes voltados para o planejamento e a gestão territorial no estado do Piauí.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. L. S.; LIMA, I. M. M. F. Análise dos sistemas ambientais no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti, Estado do Ceará. *In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO*, 11, 2016. Maringá-PR. **Anais...** Maringá-PR: SINAGEO, 2016.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de informações geográficas**. Aplicações na agricultura. 2ª. ed, Brasília: EMBRAPA, 1998.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Dados pontuais de focos de calor**. Programa de Monitoramento de Focos. Disponível em: <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>. Acesso em: 01 fev. 2020.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1987.

FERREIRA, N. J. (Org.). **Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

GOMES, D. D. M.; MEDEIROS, C. N. de; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise têmporo-espacial das ocorrências de focos de calor no estado do Ceará: configuração dos cenários no contexto das unidades fitogeográficas e das Macrorregiões de Planejamento. **Texto para Discussão**, Fortaleza, nº. 90, 01-28, dez. 2010.

LANG, S; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

LIMA, I. M. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFRJ, Rio de Janeiro, 1982.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ª. ed, São Paulo: EDITORA EDGARD BLÜCHER LTDA., 1998.

PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs.). **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

PIAUI, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação**, PAEPI, Teresina: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010a.

_____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Relatório Síntese**. Teresina/PI: SEMAR, 2010b.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

RIBEIRO, K. V.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise geoespacial da ocorrência de focos de calor no estado do Piauí (2010 a 2019). Produção Técnica. GEOAMBIENTE/UFPI: Teresina, 2020.

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.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: SOUZA, M. J. N; LIMA, L. C.; MORAIS, J. O. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000.

ZANELLA, M. E; OLIMPIO, J. L. S; COSTA, M. C. L; DANTAS, E. W. C. Vulnerabilidade socioambiental do Baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Revista Sociedade e Natureza**, nº 25, v. 2, p. 317-332, 2013.



Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências Humanas e Letras
Coordenação do Curso de Geografia
Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais
Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino

SOBRE OS AUTORES



Karoline Veloso Ribeiro

Mestra em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (2019.1) e Graduada em Geografia (2016.2) pela mesma instituição (UFPI). Atualmente é professora do quadro provisório da Universidade Federal do Piauí (Campus Profa. Cinobelina Elvas), atuando como Professora Substituta no Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ/UFPI). Vice-líder do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq intitulado: Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (UFPI).



Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Professor Ajunto I do Curso de Geografia (CGEO/CCHL) e Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO/CCHL) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Líder do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq intitulado: Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino (UFPI). Subcoordenador do Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais - Geoambiente/UFPI.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)
Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL)
Coordenação do Curso de Geografia (CGEO)
Laboratório de Geografia e Estudos Ambientais (GEOAMBIENTE)
Grupo de Estudos em Geotecnologias: Pesquisa e Ensino
End.: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga – Teresina/PI
CEP: 64049-550
Telefone: (86) 3215-5778
www.ufpi.br/geografia