

Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí

Multitemporal analysis of focus of burned spots in Teresina, state of Piauí

CARNEIRO¹, K. F. S.; ALBUQUERQUE², E. L. S.
kamilafdsc@gmail.com

Resumo

O estudo objetiva avaliar os focos de queimadas ocorridos no município de Teresina, estado do Piauí, entre os anos de 2015 e 2017, comparando sua distribuição espacial nos quatro últimos meses do ano, tendo em vista que nesse período são registradas as maiores temperaturas no município. Os procedimentos metodológicos contemplam revisão bibliográfica e aquisição da base cartográfica do recorte espacial e temporal da pesquisa. Utilizou-se os registros dos focos de calor obtidos no Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas – INPE). A observação da disposição dos dados intercorreu com o emprego da estatística espacial, evidenciando os fenômenos concentrados com o estimador de densidade de Kernel, aplicados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas. Para os meses considerados B-R-O-B-R-Ó, foram identificados 1.521 focos de queimadas entre 2015 e 2017, sendo que os maiores registros foram mapeados nos meses de setembro e outubro. Ao considerar os dados obtidos, pode-se assim propor medidas de monitoramento preventivo, a partir dos cenários tendenciais da concentração dos focos de calor.

Palavras-chave: Focos de calor, queimadas, sensoriamento remoto.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the outbreaks of fires that occurred in the city of Teresina, state of Piauí, between the years 2015 and 2017, comparing their spatial distribution in the last four months of the year, considering that during this period are registered the highest temperatures in the municipality. The methodological procedures include bibliographical revision and acquisition of the cartographic base of the spatial and temporal clipping of the research. The records of the outbreaks of fires obtained in the Burned Database (BDQueimadas - INPE) were used. The observation of the data disposition intersected with the use of spatial statistics, evidencing the phenomena concentrated with the density Kernel's estimator, applied in a Geographic Information System environment. For the months considered B-R-O-B-R-Ó, 1,521 outbreaks of fires were identified between 2015 and 2017, with the largest records being mapped in September and October. When considering the obtained data, it is possible to propose measures of preventive monitoring, from the tendential scenarios of the concentration of the outbreaks of fires.

Keywords: Heat spots, burned, remote sensing.

1. 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; MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2010).

¹Kamila Ferreira da Silva Carneiro, Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

²Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque, Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

Nessa perspectiva, o uso de geotecnologias é substancial para identificar e mapear os focos de calor no tempo e no espaço, associado à incorporação de diversas escalas de visualização da temática, o que tende a fornecer remotamente informações para se montar um banco de dados, no intuito de analisar as dimensões dos eventos, o comportamento e as correlações desses fenômenos com outras variáveis ambientais e antrópicas, que são materializadas por meio das queimadas.

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).

Florenzano (2007) afirma que 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.

Nessa perspectiva, o estudo em epígrafe objetiva avaliar os focos de queimadas ocorridos no município de Teresina, estado do Piauí, entre os anos de 2015 e 2017, comparando sua distribuição espacial nos quatro últimos meses do ano, tendo em vista que nesse período são registradas as maiores temperaturas no município. Dessa forma, almeja-se quantificar e qualificar esses dados dentro do contexto progressivo e/ou regressivo, no intuito de configurar cenários tendenciais e potencializar a tomada correta de decisões por parte dos órgãos competentes.

A escolha dos meses considerados B-R-O-B-R-Ó (setembro, outubro, novembro e dezembro), no estudo em pauta, é justificado pelos altos índices de temperaturas que são registrados no Piauí e, particularmente, em Teresina, capital do Estado, associado ainda à baixa umidade relativa do ar. Destaca-se que estas características além de proporcionar um maior desconforto térmico nas pessoas, potencializa o risco das queimadas.

Menciona-se que o fenômeno das queimadas não afeta somente a biota, mas todo o ecossistema da área. Corrobora-se que os incêndios introduzem uma grande quantidade de gases na atmosfera, tais como: monóxido de carbono, hidrogênio molecular, metano, óxido nitroso, óxido nítrico, dióxido de hidrogênio, clorofluorcarbonos, compostos hidrocarbônicos, entre outros gases originados em reações secundárias, além de ser uma fonte abundante de aerossóis de várias dimensões (FALCK; FOSTER, 2006).

Os dados do presente estudo foram obtidos através de download no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas – INPE), em formato shapefile. Estes dados são coletados por satélites polares e satélites geoestacionários que possuem sensores óticos que operam na faixa termal-média de 4um. 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 de calor, tendo em vista a faixa espectral dos sensores e sua resolução espacial, sendo que todos os valores são agrupados dentro de um único pixel.

Portanto, informações sobre essa temática viabilizam novas discursões sobre a questão, o que tende a potencializar as medidas de monitoramento preventivo das áreas com cobertura vegetal pelos órgãos fiscalizadores, possibilitando um monitoramento e um diagnóstico têmporo-espacial mais preciso e eficiente, tendo em vista que os focos de calor são registros georreferenciados

2. METODOLOGIA

A área em estudo compreende o município de Teresina, capital do estado do Piauí (Figura 01), estando localizado entre a latitude 05° 05' 21" S e longitude 42° 48' 07" W, sendo que este município ocupa uma área territorial de 1.392 km² e uma população de aproximadamente 814.230 habitantes, com base no último censo realizado pelo IBGE (BRASIL, 2010).

Teresina/PI possui clima tropical semiúmido com duas estações características: o período das chuvas e o período seco. De janeiro a maio, devido às chuvas, o clima é quente e úmido; de junho a agosto o clima começa a ficar mais seco; sendo que de setembro a dezembro o clima se torna mais quente e abafado. A temperatura média varia em torno dos 27 °C, tendo mínimas de 22 °C e máximas de 40 °C. No período mais seco (segundo semestre do ano) e quando a umidade relativa do ar cai, há ocorrências de queimadas, sobretudo nos últimos quarto meses do ano, caracterizado como B-R-O-B-R-Ó, a saber: setembro, outubro, novembro e dezembro (TERESINA, 2006).

Situada dentro da zona térmica intertropical, a região apresenta elevadas temperaturas, devido sua posição geográfica e sua proximidade com a Linha do Equador, o que tende a favorecer uma alta incidência de radiação solar nesse setor espacial, em virtude de sua posição quase perpendicular ao Sol, em conjunção ainda as suas características geomorfológicas.

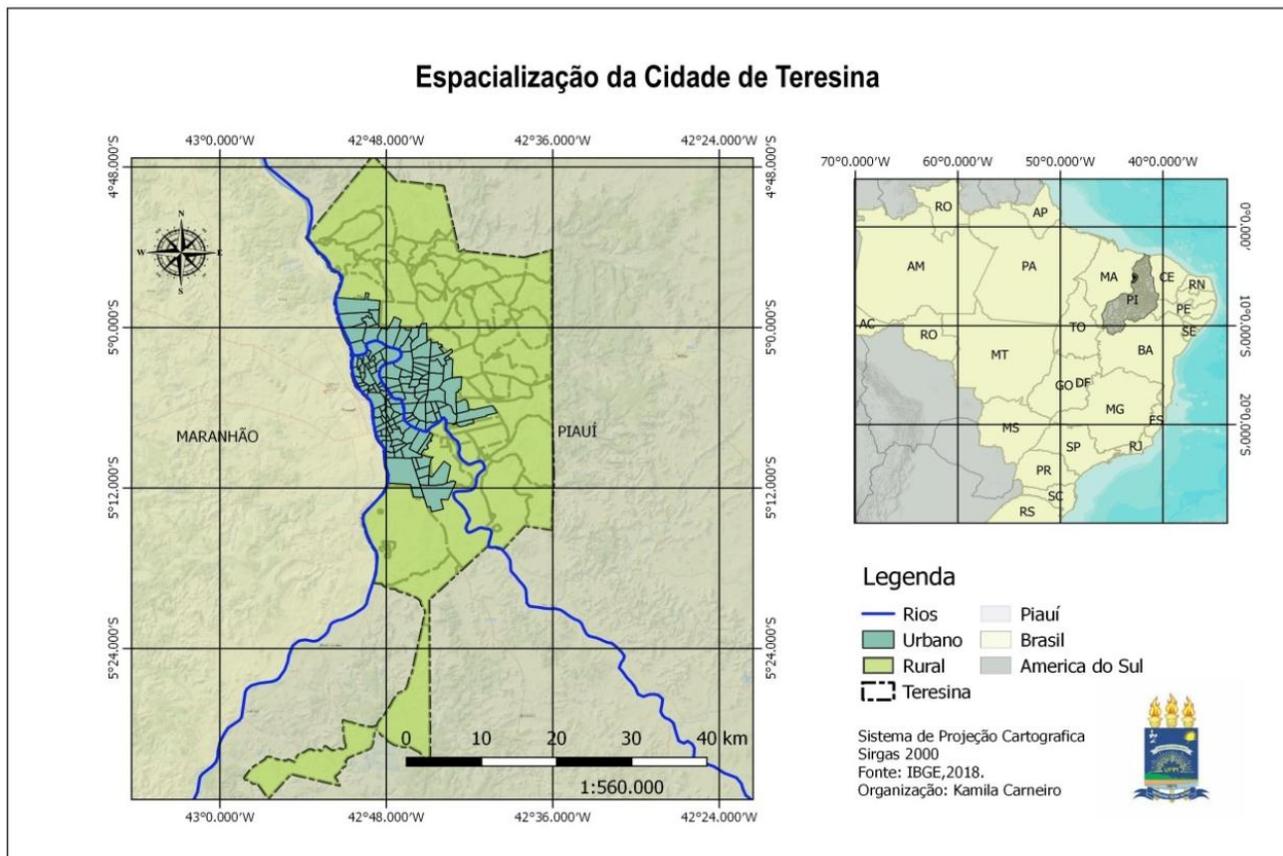


Figura 01. Mapa de localização do município de Teresina, estado do Piauí. **Fonte:** autores (2018)

Os procedimentos metodológicos tiveram início com o levantamento bibliográfico e cartográfico da área em estudo, sendo que o levantamento bibliográfico permitiu identificar e avaliar a melhor metodologia para alcançar os objetivos definidos na pesquisa. Menciona-se que a observação da distribuição geográfica dos focos de calor intercorreu com o emprego da estatística espacial, evidenciando os fenômenos e sua concentração na área da capital do estado do Piauí, compreendendo tanto a zona urbana, quanto a zona rural. Esta apreciação tende a propiciar a análise no recorte temporal e espacial da pesquisa, considerando a repetição desses dados pontuais e as zonas onde teve uma maior concentração dos eventos a partir do interpolador de Kernel.

O estimador de densidade de Kernel delimita sobre um raio de influência a quantidade de eventos repetidos e sobrepostos numa área, fazendo com que os pontos que estão agrupados dentro deste raio tenham o valor do pixel aumentado, evidenciando assim essas regiões. De acordo com Santos (2012), este método é considerado como não-paramétrico, devido a ordenação dos eventos pelo algoritmo ao ser gerado em função da distribuição normal dos elementos espacialmente, desconsiderando a média e o desvio padrão.

Para Soares e Braga (2012), a escolha do raio de influência e a função de suavização do fenômeno devem ser considerado para não ser ocultado características locais, nem sobrepor uma

superfície descontinuada com picos elevados, sendo aplicado na função matemática o valor de 1 no ponto e 0 para a fronteira (figura 02).

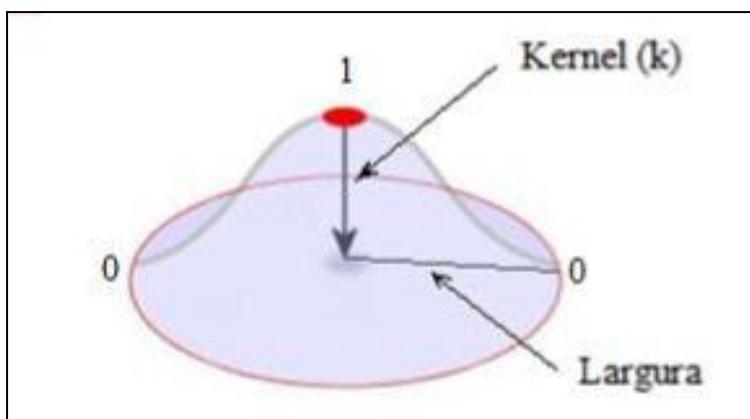


Figura 02. Raio de influência sobre uma área a partir do estimador de densidade de Kernel. **Fonte:** adaptado de Pôssa (2014)

De posse dos dados obtidos no Banco de Dados de Queimadas (BRASIL, 2017), procedeu-se com a: 1) Reprojeção dos dados ao sistema UTM / SIRGAS 2000; 2) Criação do banco de dados geográfico (BDFocosCalor) em formato shapefile, com geometria pontual; 3) Tabulação dos dados (focos de calor) para o recorte espacial da pesquisa; 4) Quantificação dos registros e; 5) Espacialização e geração dos mapas.

Para ser gerado o mapa de proporção de eventos para o município de Teresina/PI, usaram-se dados referentes os anos de 2015, 2016 e 2017, considerando os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro (B-R-O-B-R-Ó), na perspectiva de analisar o comportamento dos focos de calor e se houve frequência de repetição para uma determinada área.

Destaca-se que as células tiveram um raio estabelecido de 4 quilômetros, nas camadas pontuais que foram reprojatadas para o sistema plano de coordenadas UTM, SIRGAS 2000, Zona 23, sendo sua quantificação e distribuição sobreposta ao shapefile com a delimitação do município de Teresina, sendo possível gerar o mapa de proporção de eventos.

O processamento dos dados foi realizado no software livre Qgis 2.14.18, usando o complemento mapa de calor, resultando em um arquivo raster em tons de cinza. As classes com as variações de densidade foram quatro, a saber: muito baixa, baixa, média e alta. Na perspectiva de melhorar a visualização, aplicou-se o estilo espectral invertido para apresentar os resultados, variando do azul, para regiões com menor densidade, até o vermelho, para locais onde foram identificados pontos mais agrupados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na perspectiva de realizar a análise espaço-temporal das ocorrências de focos de calor no município de Teresina, estado do Piauí, no período compreendido entre os anos de 2015 a 2017, e no intuito de quantificar e qualificar as informações obtidas dentro do contexto progressivo e/ou regressivo, os dados vetoriais das ocorrências foram processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), atrelado a um banco de dados que foi estruturado na pesquisa.

De acordo com os dados coletados, constatou-se um total de 1.521 focos de queimada no município em pauta, considerando o recorte temporal do estudo. A tabela 01 retrata a quantidade de focos detectados durante cada mês em análise, considerando o período conhecido como B-R-O-B-R-Ó (setembro, outubro, novembro e dezembro).

Tabela 01. Distribuição dos focos de queimadas em Teresina/PI: 2015 - 2017. **Fonte:** Brasil (2017)

MÊS	2015	2016	2017
SETEMBRO	43	33	511
OUTUBRO	44	95	480
NOVEMBRO	15	29	160
DEZEMBRO	13	5	93
TOTAL	115	162	1244

Ao considerar os dados, observa-se que houve um aumento significativo no número de focos de calor no recorte temporal em análise, sendo que em 2015 foram registrados 115 e, em 2017, esse número saltou para 1244 focos, totalizando um aumento de 1.081%.

Ao analisar qualitativamente os dados mencionados, corrobora-se que as maiores quantidades de focos de calor foram detectadas nos meses de setembro e outubro, compreendendo exatamente os meses mais quentes nessa porção territorial do Nordeste brasileiro, sendo que o ápice dos registros foi identificado no mês de setembro de 2017, com 511 focos de calor identificados. Por outro lado, é importante salientar que o mês de dezembro registrou os menores números, merecendo destaque o mês de dezembro de 2016, com apenas 5 registros.

Ao analisar espacialmente os dados obtidos, verifica-se que as ocorrências dos focos de calor se concentraram, primordialmente, nos setores norte, leste e sul (Figura 03), sendo exatamente os setores em franca expansão urbana na capital piauiense, tendo em vista que é um município que ainda apresenta área categorizada como urbana e rural, mesmo sendo uma capital.

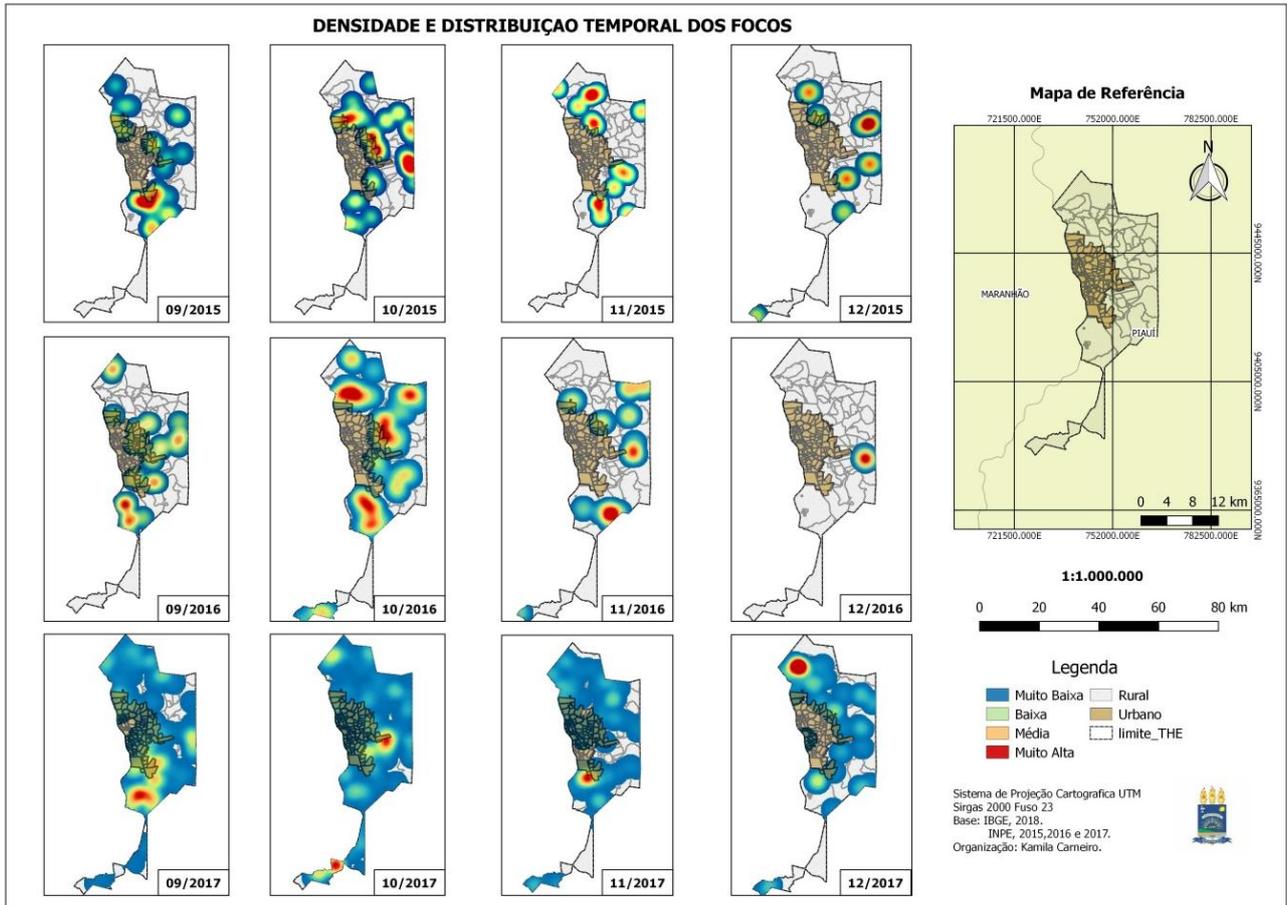


Figura 03. Concentração dos focos de queimadas no município de Teresina, estado do Piauí. **Fonte:** autores (2018)

Diante da análise empreendida, é possível visualizar que a diferença entre os anos de 2015 e 2017 é grande, constatando-se que houve um espraiamento nos focos de calor. Ao analisar a densidade de Kernel, é evidente que o ano de 2017 foi o que mais se destacou, considerando o recorte temporal da pesquisa, havendo uma variação de densidade, considerando as classes: muito baixa, baixa, média e muito alta.

Ao analisar o cruzamento dos bairros onde os focos de calor foram recorrentes, utilizando como referência os mapas de Kernel a partir das variações de densidade, constata-se que merece destaque os bairros: xxx. A figura 04 ilustra o cenário de uma queimada registrada no ano de 2017 na zona leste de Teresina/PI.



Figura 04. Registro de uma queimada na zona leste do município de Teresina, estado do Piauí. **Fonte:** Lucas Marreiros/GP1 (2017)

Mesmo representando um recorte temporal pequeno (2015/2017), é possível configurar um cenário tendencial das ocorrências de focos de calor no município de Teresina, estado do Piauí, podendo subsidiar, conforme os dados apresentados, a tomada correta de decisões por parte dos órgãos ambientais competentes, tanto a nível municipal, quanto estadual.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne aos objetivos almejados no estudo em epígrafe, foram identificados 1.521 focos de calor obtidos pelos sensores disponibilizados no banco de dados do INPE Queimadas, considerando os anos de 2015 a 2017, sendo que os registros foram evidenciados, sobretudo, na área rural do município de Teresina/PI.

Em síntese, constatou-se que os registros encontram-se agrupados, sobretudo, nos meses de setembro e outubro, sendo que as maiores incidências de focos de calor, no recorte espacial e temporal adotado, se consolidou no mês de setembro de 2017, com 511 registros. É importante frisar que no primeiro semestre do ano (janeiro a junho), os dados são insignificantes, uma vez que este corresponde ao período chuvoso e/ou mais úmido nessa porção do Nordeste brasileiro.

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 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 queimadas que foram registradas no município de Teresina, estado do Piauí.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados pontuais de focos de calor**. Programa de Monitoramento de Focos. 2017. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

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

FALCK, Aline Schneider Falck; FOSTER, Paulo Roberto Pelufo. **Distribuição espaço-temporal de incêndios nas imediações de Pelotas: 1-10 de março de 2005**. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia – CBMET, 14, 2006, Belém, Anais... Belém: CBMET, 2006, p. 1-6. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-140efbf4185a6a0703ee741c6905c80a.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

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

GOMES, Daniel Dantas Moreira; MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. 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.

PÔSSA, Évelyn Mária. **Análise da densidade de eventos de degradação florestal e desflorestamento e sua relação com os polos madeireiros no estado do Pará**. INPE: São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=evelyn_monografia.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2018.

SANTOS, Bethsaide Souza. **Análise espacial da distribuição dos condomínios fechados na zona urbana de Feira de Santana entre 1995 e 2010**. 2012. Disponível em: <http://docplayer.com.br/19172481-Universidade-estadual-de-feira-de-santana-departamento-de-tecnologia-curso-de-engenharia-civil-bethsaide-souza-santos.html#download_tab_content>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SOARES, Izabele Domingues; BRAGA, Altemir da Silva. **Caracterização do mapa de Kernel para avaliar a distribuição do mogno (*Swietenia Macrophylla King.*) na Floresta Estadual do Antimary**. Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS). 2012. Disponível em: <<http://www.rbras.org.br/rbras57/sites/default/files/submissoes/Resumo%20expandido%201.pdf>>. Acesso em 03 jul. 2018.

TERESINA. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial**. 2006. Disponível em: <<http://semplan.teresina.pi.gov.br/teresina-pdot/>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais (Geoambiente), da Coordenação do Curso de Geografia (CGEO), do Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelo apoio no desenvolvimento do trabalho em epígrafe.

Recebido em: 02/08/2019

Aceito para publicação em: 06/09/2019