ESTUDO DE CASO: QUANTITATIVO E ANÁLISE ESPACIAL DOS FOCOS DE INCÊNDIO EM TERESINA-PI

Deniezio dos Santos Gomes[1]
Guilherme Arruda Teixeira[2]
Laís Virginia Ribeiro de Sousa[3]
Lismariane da Silva Cardoso[4]

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo sobre os focos de incêndios em Teresina-PI, no intuito de identificar as áreas em que há o maior número ocorrência, aliando informações acerca da vegetação e conhecimentos do município, desenvolvendo uma análise dos fatores responsáveis por tais fenômenos, para isso foram coletados dados sobre queimadas do banco de dados do INPE, de modo a se ter subsídios para a elaboração de tabelas e gráficos comparativos, além de mapas de calor (*Kernel*) para uma melhor visualização dessas áreas. Com esse estudo foi possível concluir, que durante todo o ano Teresina apresenta focos de incêndios, mas, que essa situação se agrava entre os períodos de julho a dezembro, principalmente nas regiões ao extremo norte e extremo sul da cidade, e que essa situação está aumentando ano após ano.

Palavras-chave: Incêndio, Mapa, Kernel, Teresina.

ABSTRACT

The present work presents one study about the focus of fire in Teresina-PI, in intent of identify the areas on what there is of major occurrence, allying information about of vegetation and knowledge of municipality, developing one analysis of factors responsible for such phenomenon, for this were collected data about burned of database of INPE, way to have subsidy for a elaboration of table and graphics comparatives, beyond maps of heat (Kernel) for one best visualization these areas. With this study was possible conclude, that during al the year Teresina present focus of fire, but, that situation if aggravates between the periods of July to December, mainly in the regions when extreme north and extreme south of city, and that situation it's increasing year after year.

Key-words: Fire, Map, Kernel, Teresina.

[1] Graduado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Piauí. Email: deniezio@hotmail.com
[2] Graduando em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Piauí. Email: guilherme18teixeira@outlook.com
[3] Graduanda em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Piauí. Email: laisribeiros@hotmail.com
[4] Graduanda em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Piauí. Email: lismarianec@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Teresina, a Capital do Estado do Piauí, tem cerca de oitocentos e quarenta e oito mil habitantes segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e 1.392 Km² de extensão territorial (IBGE, 2015). A mesma faz divisa com o município de Timon (Estado do Maranhão) à margem oeste do Rio Parnaíba, ao norte com o município de José de Freitas e União, ao oeste com Altos e ao sul com Demerval Lobão, Palmeirais, Monsenhor Gil, Curralinhos e Nazária (SEMPLAN, 2016. p.3).

Historicamente, Teresina desenvolveu-se de um povoado às margens do rio Poti que, posteriormente, ganhou status de vila. A cidade fora fundada de fato em meados de 1852 com o propósito de se tornar a capital da Província do Piauí por questões de estratégias político-econômicas (SILVA, 2012).

A cidade tem como localização oficial, por coordenadas geográficas, Latitude 5°05’20”, Longitude 42°48’07” e altitude média de 72 m (SEMPLAN, 2016, p.3). Possui um clima tropical semiúmido, com biomas predominantes de Caatinga e Cerrado, apresenta também, por se encontrar em uma região próxima à Linha do Equador, estações pouco definidas, destacando-se períodos chuvosos (dezembro a maio) e períodos secos (junho a novembro). O conhecimento prévio destas informações são de extrema importância para o objetivo de nossa investigação, que consiste na análise das causas dos focos de incêndios e ocorridos neste município.

Focos de incêndio e queimadas são responsáveis por grandes danos ao meio ambiente e posteriormente ao clima, causando assim, notável reflexo, tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. As queimadas são procedimentos controlados de manejo agropastoril, para a limpeza de determinada área para posterior cultivo ou eliminação de resíduos de produção, já os focos de incêndios são causados de maneira clandestina e criminosa, ou seja, não apresenta a devida autorização e o controle, podendo também ser um processo natural causado por grande incidência de raios solares, em regiões secas e vegetações preponderantes para tal fenômeno (PENSAMENTO VERDE, 2013).

Tanto os focos de incêndios quanto as queimadas são eventos notórios na cidade de Teresina. Segundo matéria do G1 (2015), conforme pesquisa realizada pelo Sistema de Monitoramento de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Teresina ocupou a posição 34° no ranking de incêndios contabilizados nas cidades brasileiras no ano de 2015, o número elevado de queimadas se deve à baixa umidade do ar a falta de chuvas na região causando o ressecamento do solo. Assim para o alcance de nossos objetivos coletamos cinco amostras de dados vetoriais obtidos do Banco de Dados de queimadas do INPE, compreendidos

entre os anos de 2011 a 2016. Neste intervalo de tempo serão analisados além dos números de focos de incêndios, a concentração dos mesmos, em outras palavras, as áreas de maior incidência e posteriormente, os motivos e consequências para tal.

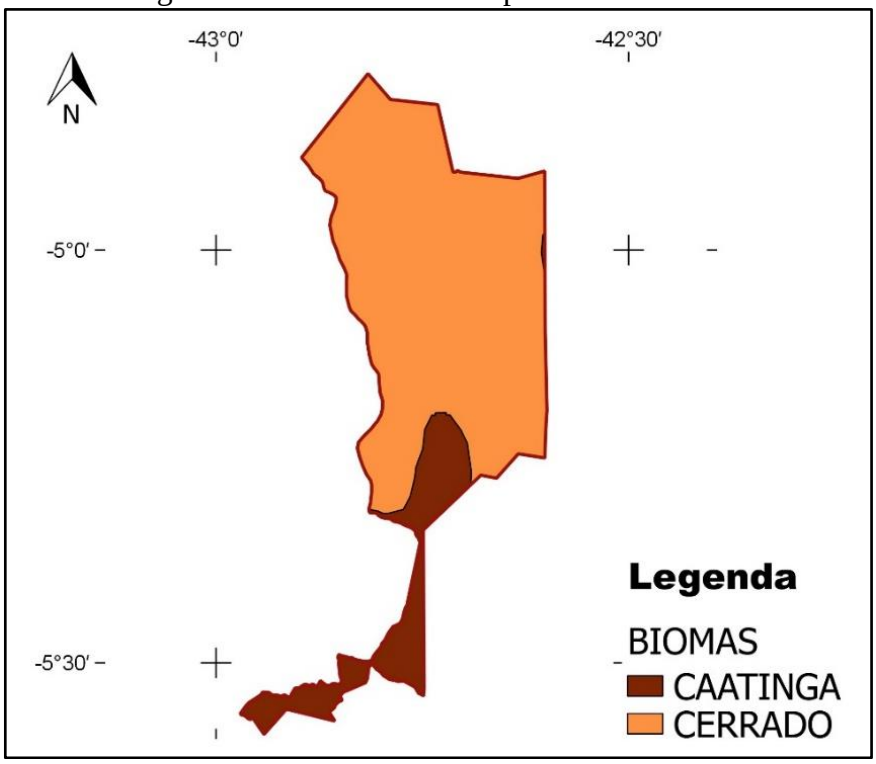
2 CARACTERIZAÇÃO DOS BIOMAS

O Cerrado, é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km^2, cerca de 23,92% do território Brasileiro (IBGE, 2004). Abrange os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal (IBGE, 2004; LOPES, 2004, p. 568). O mesmo possui potencial hídrico considerável, pois abrange as bacias Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata, também possui grande importância social, garantindo a subsistência de comunidades indígenas, quilombolas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras e vazanteiros. Porém é um bioma que vem sofrendo bastante com a ocupação humana e com o mercado agropecuário, devido a aberturas constantes de novas áreas de cultivos de grãos e criação de gado bovino para produção de carne, além disso, o mesmo sofre com a exploração predatória de seus recursos lenhosos para a produção de carvão. O cerrado tem o menor percentual sob proteção integral do território brasileiro, apenas 8,21% de seu território é legalmente protegido por unidades de conservação e apenas 2,85% desta parte, possui legalidade de proteção integral (MMA, s. d.). Sua vegetação tem por características, a presença de árvores com galhos tortuosos e de pequeno porte; raízes profundas, proporcionando o acesso a lençóis freáticos profundos; cascas das árvores duras e grossas; folhas cobertas de pelos e presença de gramíneas e ciperáceas no estrado das árvores (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, p. 261; LOPES, 2013, 2004, p. 568).

A Caatinga, conforme dados do IBGE (2004) ocupa uma área de cerca de 844.453 equivalente a cerca de 9,92% do território brasileiro, abrangendo os Estados de estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, p. 260). Cerca de vinte e sete milhões de pessoas vivem em áreas que compreendem o bioma da Caatinga e dependentes de recursos provenientes da mesma. Em âmbito nacional, tal bioma serve de fonte de subsídios para atividades agropastoris e indústrias especialmente nos ramos farmacêutico, de cosméticos, químico e de alimentos. No entanto, a devastação deste bioma vem aumentando rapidamente devido à extração de sua vegetação para a produção de lenha, de forma insustentável, tendo como resultado a perda de 46% da área do bioma, segundo dados do Ministério do Meio

Ambiente (MMA, s. d.). Aliado a estes fatos, este bioma faz parte dos menos protegidos, já que pouco mais de 1% da área é protegida integralmente. As principais características da Caatinga consistem na forte presença de arbustos com galhos retorcidos e com raízes profundas; presença de cactos e bromélias (LOPES, 2013, p. 567); arbustos costumam perder, quase que totalmente, as folhas em épocas de seca (propriedade usada para evitar a perda de água por evaporação); as folhas desse tipo vegetação são de tamanho pequeno.

Figura 1 - Biomas do Município de Teresina-PI.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente - MMA (2016), adaptado pelos autores.

3 MAPAS DE CALOR KERNEL

No contexto das Geotecnologias o termo "*Kernel",* que no inglês significa "núcleo", faz referência a um método estatístico de estimação de curvas de densidades. Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. Dito de maneira mais simplista, o Mapa de *Kernel* é uma alternativa para análise geográfica do comportamento de padrões. No mapa é plotado, por meio métodos de interpolação, a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo. Assim, temos uma visão geral da intensidade do processo em todas as regiões do mapa (MEDEIROS, s.d.).

Este interpolador é comumente utilizado para gerar uma superfície continua através de dados amostrais, geralmente pontos (SILVA et al., 2013).

4 METODOLOGIA

Para a execução do estudo quantitativo e análise espacial dos focos de incêndios ocorridos em Teresina, foi realizado o levantamento de dados vetoriais (no formato *shapefile*) do Banco de Dados de queimadas do INPE[5], em intervalos de um ano (julho a julho) e assim organizou-se uma base de dados geográficos. Cada ponto coletado possuía as seguintes variantes: Coordenadas geográficas (latitude e longitude), data da investigação do foco de calor (dia, mês e ano), tipo de satélite, unidade federativa, região, bioma e município. Estas variáveis são organizadas em uma tabela, denominada tabela de atributos. Dessa forma, é procedida a confecção de Mapas de Calor utilizando o estimador de densidade *Kernel*, com a utilização do programa *Quantum Gis* (QGIS versão 2.14.0 Essen). Por este processo é possível obter a visualização qualitativa dos focos de calor na região de interesse. Além da criação dos mapas de calor, também foram geradas tabelas comparativas de dados para o intervalo de tempo, que compreende a um ano, a partir do dia 26 de julho de 2011. O estudo foi disposto da seguinte maneira:

- Primeiro intervalo de dados (26/07/2011 a 26/07/2012);
- Segundo intervalo de dados (26/07/2012 a 26/07/2013);
- Terceiro intervalo de dados (26/07/2013 a 26/07/2014);
- Quarto intervalo de dados (26/07/2014 a 26/07/2015);
- Quinto intervalo de dados (26/07/2015 a 26/07/2016).

Com as observações obtidas do banco de dados de queimadas do INPE, além dos mapas de calor, também foram elaborados tabelas e gráficos demonstrativos, de modo a realizar-se uma comparação do total de focos de incêndios no município de Teresina-PI para os intervalos coletados e uma comparação mensal dos focos de queimadas para o intervalo total.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Teresina-PI, anualmente vem sendo atingida com uma crescente ocorrência de eventos de fogo. No intervalo estudado que é o equivalente a cinco anos, cerca de 3718 focos de incêndios foram captados pelos sensores a bordo dos satélites AQUA, NOAA, TERRA-M

[5] Disponível no endereço eletrônico: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>

dentre os outros dos quais foram obtidas as observações no Banco de dados de queimadas do INPE, disposto conforme Tabela 1.

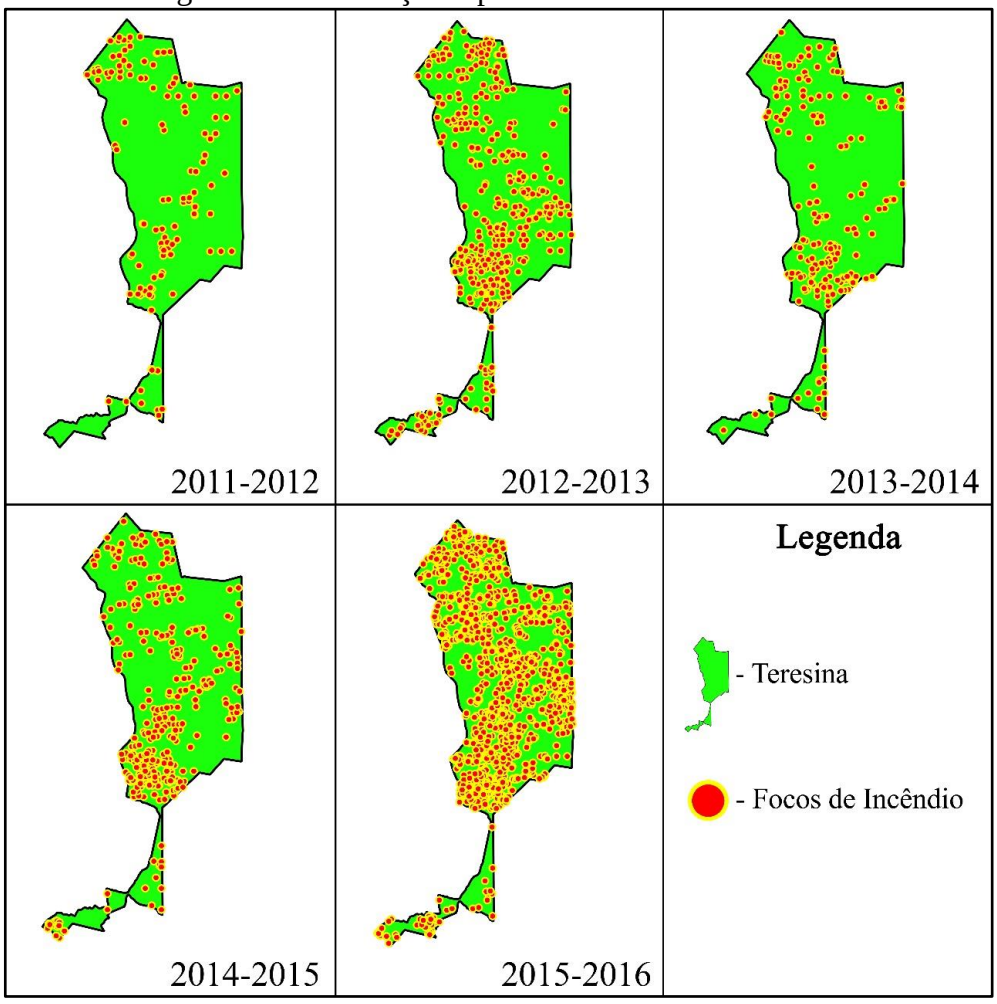
Tabela 1 - Total de focos de queimadas em Teresina por períodos.

Período	Total de Focos
2011-2012	163
2012-2013	737
2013-2014	269
2014-2015	531
2015-2016	2018

Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

Os mapas de distribuição dos focos (Figura 3) demonstram o comportamento espacial destes focos de incêndio na área de Teresina ao longo do recorte temporal estudado. De acordo com Silva (et al. 2013) a partir destes mapas pode-se analisar a recorrência dos eventos de fogo em determinada região.

Figura 2 - Distribuição espacial dos focos de incêndio.

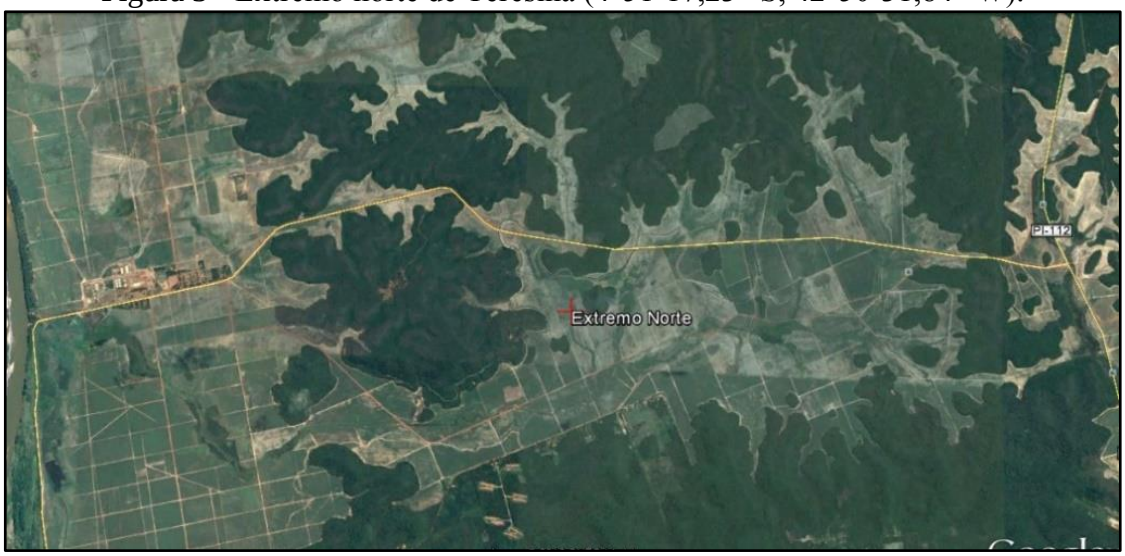


Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

De maneira geral, percebe-se que a distribuição dos focos se mantem dispersas nos intervalos que variam de julho de 2011 a julho de 2015, tendo-se uma ligeira concentração nos extremos norte e sul de Teresina, já entre o intervalo de julho de 2015 a julho de 2016 tem-se uma grande concentração de focos em toda a área do município.

Através da análise dos mapas de focos de incêndios obtidos com os dados do INPE para Teresina, verificou-se que as áreas onde concentram-se a maior quantidade de foco de queimadas, são em regiões do extremo norte e principalmente no extremo sul do município, fora do perímetro urbano, estas regiões quando vistas pelo programa computacional *Google Earth*, podemos identificar grandes áreas desmatadas e a análise das formações espaciais destas áreas indicam a presença de culturas agrícolas nesses locais.

Figura 3 - Extremo norte de Teresina (4°51’17,23” S, 42°50’31,84” W).



Fonte: Google Earth (2016), adaptado pelos autores.

Na tabela 2, foram inseridos os quantitativos de focos de incêndio mensais no intervalo temporal analisado.

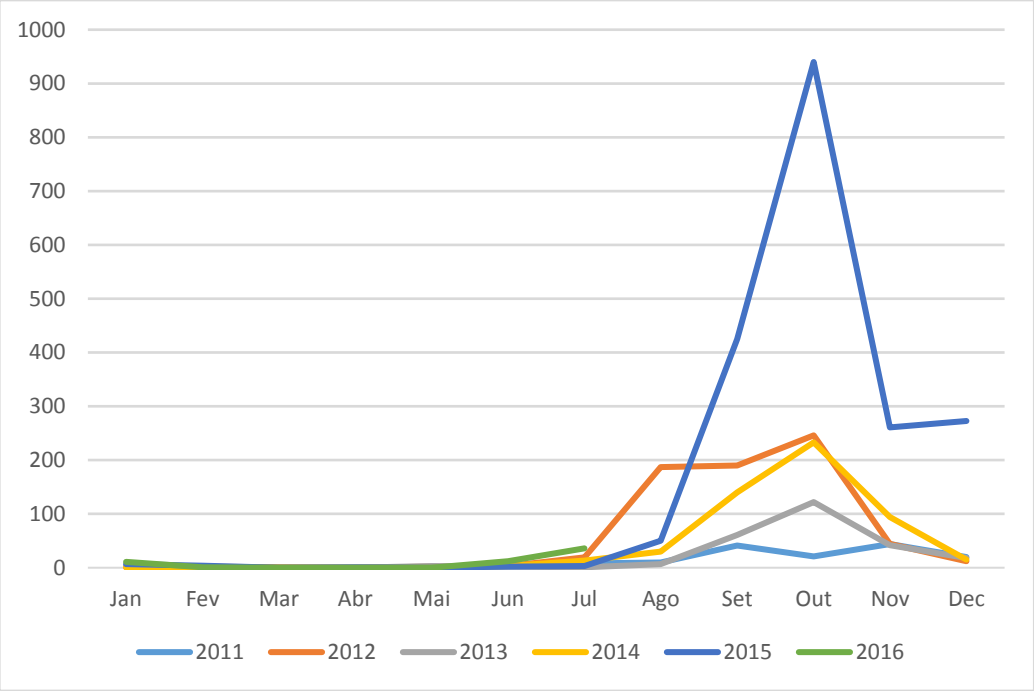
Tabela 2 - Foco de queimadas em Teresina por mês.

	Jan	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
2011							8	10	41	21	44	20
2012	1	2	1	0	2	3	19	187	190	246	44	12
2013	3	0	0	0	3	2	1	7	61	122	42	18
2014	1	0	0	0	0	3	13	30	140	233	94	15
2015	7	4	0	1	0	2	3	50	425	940	261	273
2016	11	1	0	0	0	12	36					

Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

Através da observação da Tabela 2, verifica-se que anualmente temos um crescente nos focos de incêndio que começam a surgir em grandes quantidades a partir do mês de julho, com o ápice no mês de outubro, diferentemente do restante do estado do Piauí em que o ápice fica no mês de setembro conforme o Monitoramento dos Focos Ativos por Estados do INPE[6]. Como também é possível perceber um crescente, no contexto geral, ano após ano. Com esses dados foi criado um gráfico de linha (Figura 4) onde podemos ver o crescimento dos focos de incêndio, de maneira similar em todos os períodos estudados.

Figura 4 - Foco de queimadas por mês, para os anos estudados.

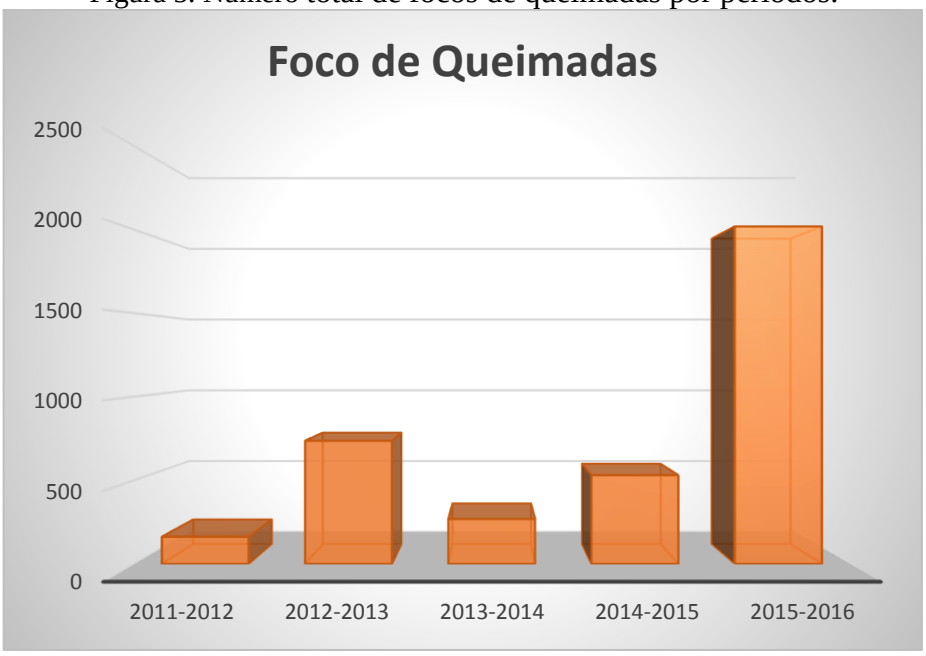


Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

Na figura 5, abaixo, temos um gráfico comparativo entre a quantidade de focos de incêndios, de todos os períodos estudados, com a análise do mesmo é fácil perceber que no último intervalo (julho de 2015 a julho de 2016) estudado temos quase o quadruplo do total de incêndios do período anterior, o equivalente a 54% do total de focos do intervalo temporal estudado.

[6] Disponível em: < http://www.inpe.br/queimadas/estatistica_estados>

Figura 5. Número total de focos de queimadas por períodos.

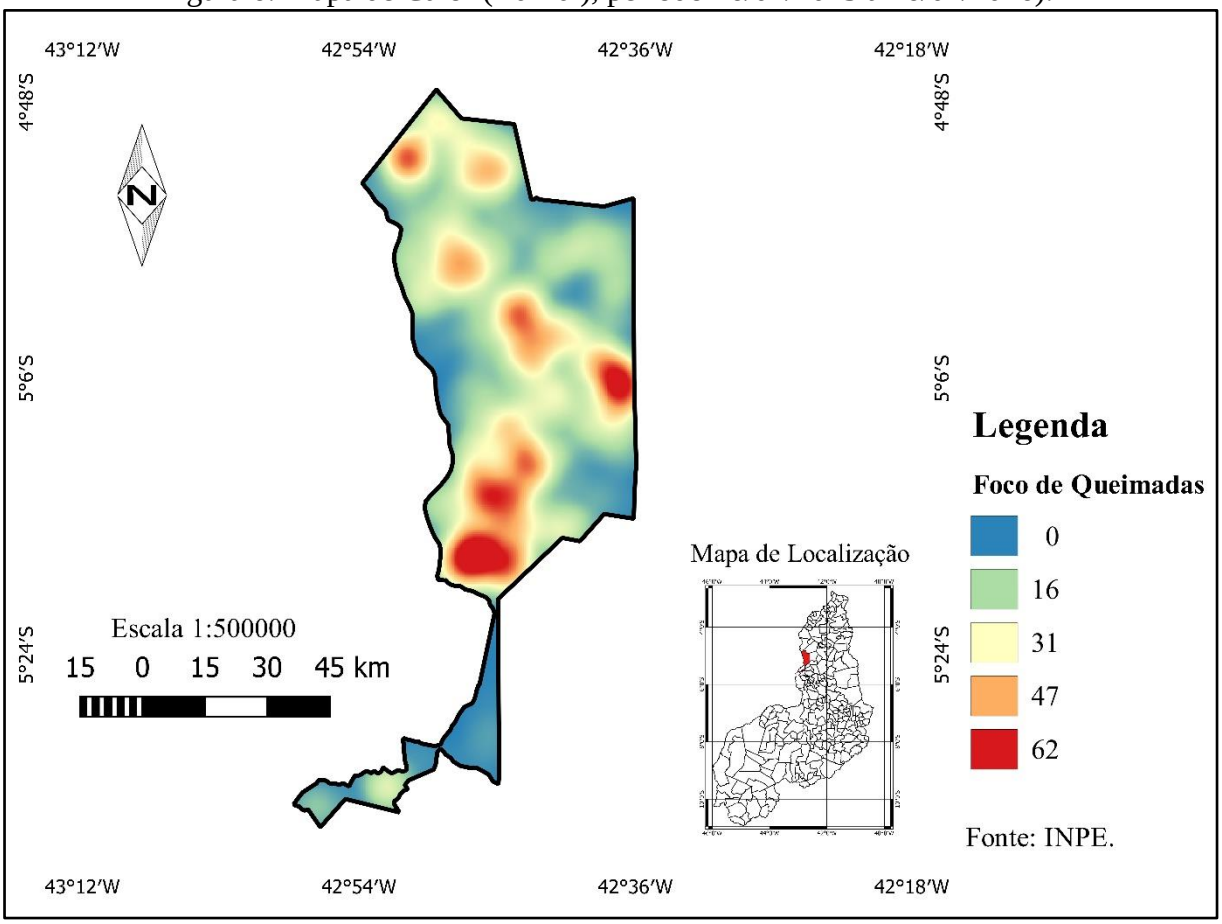


Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

A partir da análise das imagens de satélites (*Google Earth*) dessas regiões e dos dados da figura 4, é possível fazer uma relação entre as queimadas e a cultura agrícola, pois através da observação desse gráfico vemos uma crescente no aumento dos focos de queimadas que começam em junho e estendem-se até dezembro (em todos os anos), período esse que é compatível com o período de estiagem da região conforme dados da SEMPLAN (2016, p. 5). É preciso ressaltar, no entanto, que o aumento no número de queimadas nesse período, de junto a dezembro, deve-se não somente a agricultura, uma vez que, de acordo com os dados coletados do INPE, há em toda a área do município a presença de focos de incêndios e que esses vem crescendo ano após ano (Figura 5). Isso se deve também às altas temperaturas da cidade, principalmente no período regionalmente denominado de B-R-O-Bro (período que varia de Setembro a Dezembro), e aos incêndios clandestinos, há ainda, o fato de que em determinadas regiões da cidade, onde o saneamento básico é precário, principalmente em bairros com poucos anos de criação, ainda se tem a cultura de atear fogo aos lixos doméstico e esse fato se agrava nesse período onde temos a crescente no gráfico.

Abaixo (Figura 6) temos o Mapa de *Kernel* gerado com os dados obtidos para o intervalo de julho de 2015 a julho de 2016, intervalo este, que dentre os analisados foi onde tivemos o maior número de ocorrência de focos de incêndio (Demais mapas no apêndice). Neste mapa onde podemos ver de forma gradual a formação espacial das regiões de maior incidência de focos de incêndio.

Figura 6: Mapa de Calor (*Kernel*), período 26/07/2015 a 26/07/2016).



Fonte: INPE (2016), adaptado pelos autores.

6 CONCLUSÕES

Em suma, é notável que as condições ambientais, como exemplo o clima e a vegetação predominante em Teresina, ampliam as propensões de ocorrências de queimadas e Incêndios clandestinos. Sendo este um problema decorrente do município, podemos observar que as causas para tal se devem a falta de políticas ambientais de proteção aos biomas existentes, efetivas ações para o controle de queimadas nas zonas rurais e prevenções de focos de incêndios causados, ora naturalmente por razão de forte incidência solar, ora por ações clandestinas, como exposto anteriormente em questões de saneamento público.

Assim, têm-se como consequência a formação de ilhas de calor no perímetro urbano do município, elevando a temperatura e também, elevações ainda maiores, das taxas de poluição do ar, tornando as condições de vida insalubres na zona urbana, principalmente para crianças, idosos e adultos com problemas respiratórios.

Com esse estudo foi possível concluir, que durante todo o ano Teresina apresenta focos de incêndios, porém a ocorrência destes se acentuam durante o período que varia entre julho e

dezembro, a partir de janeiro a ocorrência vem a diminuir dando início a um novo ciclo de queimadas. Com os mapas de calor percebemos que estes focos são observados em sua maioria durante todo o ano nas regiões ao extremo norte e no extremo sul da cidade, e que essa situação está aumentando ano após ano, chegando a ocorrer em toda a área do município.

REFERÊNCIAS

G1. **Focos de queimadas aumentam 34% no Piauí em apenas um ano, diz INPE**. Disponível em: <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2015/12/focos-de-queimadas-aumentam-34-no-piaui-em-apenas-um-ano-diz-inpe.html>. Acesso em: 24 jul. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=221100&search=piaui|teresina>. Acesso em: 25 jul. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 28 abr. 2017.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. **Banco de Dados de Queimadas**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>. Acesso em: 28 jul. 2016.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. **Monitoramento dos Focos Ativos por Região**. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/estatistica_estados>. Acesso em: 29 abr. 2017.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia Hoje:** Genética, Evolução e Ecologia.. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013. p. 260-261. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/16222848/biologia-hoje---volume-3----genetica-evolucao-e-ecologia---linhares-sergio-gewan>. Acesso em: 29 abr. 2017.

LOPES, Sônia. **Bio**: Volume único. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2004. p. 567-568.

MEDEIROS, Anderson Maciel Lima de. **Introdução aos Mapas de Kernel.** 2012. Disponível em: <http://www.andersonmedeiros.com/mapas-de-kernel-parte-1/>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 26 jul. 2016.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 26 jul. 2016.

PENSAMENTO VERDE. **Principais causas e consequências dos incêndios florestais**. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/principais-causas-consequencias-incendios-florestais/>. Acesso em: 25 jul. 2016.

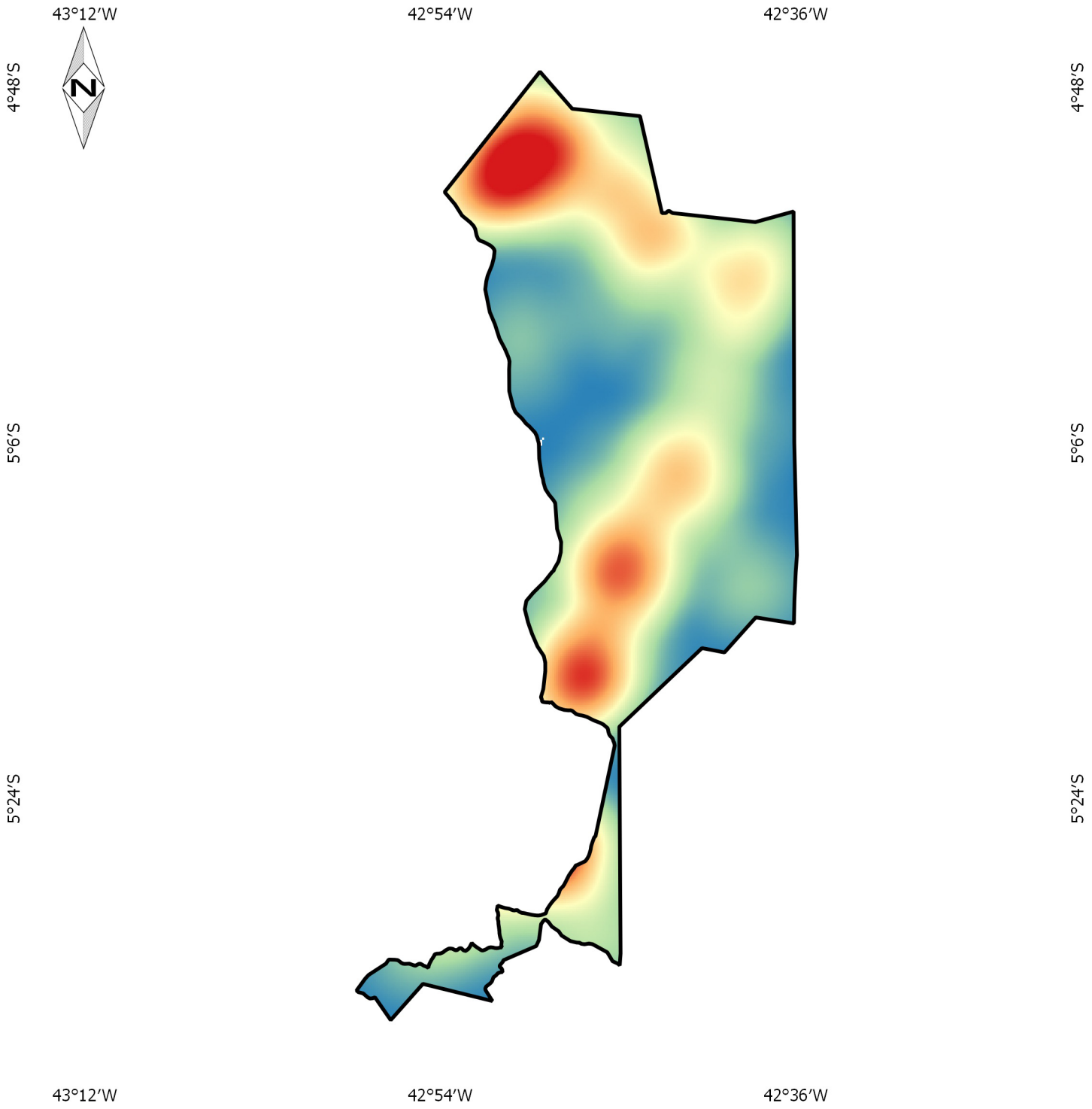
SEMPLAN – SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **Teresina:** Caracterização do Município. 2016. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/TERESINA-Caracterização-do-Município.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

SILVA, Angela Martins Napoleão Braz e. Planejamento e fundação da primeira cidade no Brasil Império. **Cadernos PROARQ: Revista de Arquitetura e Urbanismo do PROARQ,** Rio de Janeiro, n. 18, p.215-236, jul. 2012. Semestral. Disponível em: <http://www.proarq.fau.ufrj.br/revista/public/docs/Proarq18_Planejamento_AngelaSilva.pdf> . Acesso em: 22 abr. 2017.

SILVA, T. B.; ROCHA, W. J. S. F.; ANGELO, M. F. Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 6969-6976. Disponível em: <http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GLLM>. Acesso em: 26 jul. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Mapa de calor (*Kernel*): Focos de incêndios em Teresina - PI
Período de 26/07/2011 a 26/07/2012.



Legenda

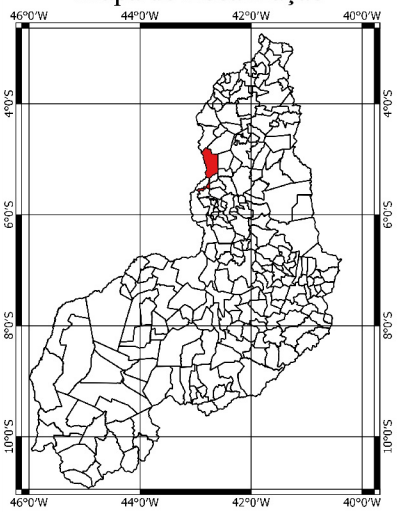
Foco de Queimadas

- 0,0
- 4,0
- 7,0
- 10,0
- 13,0

Escala 1:500000

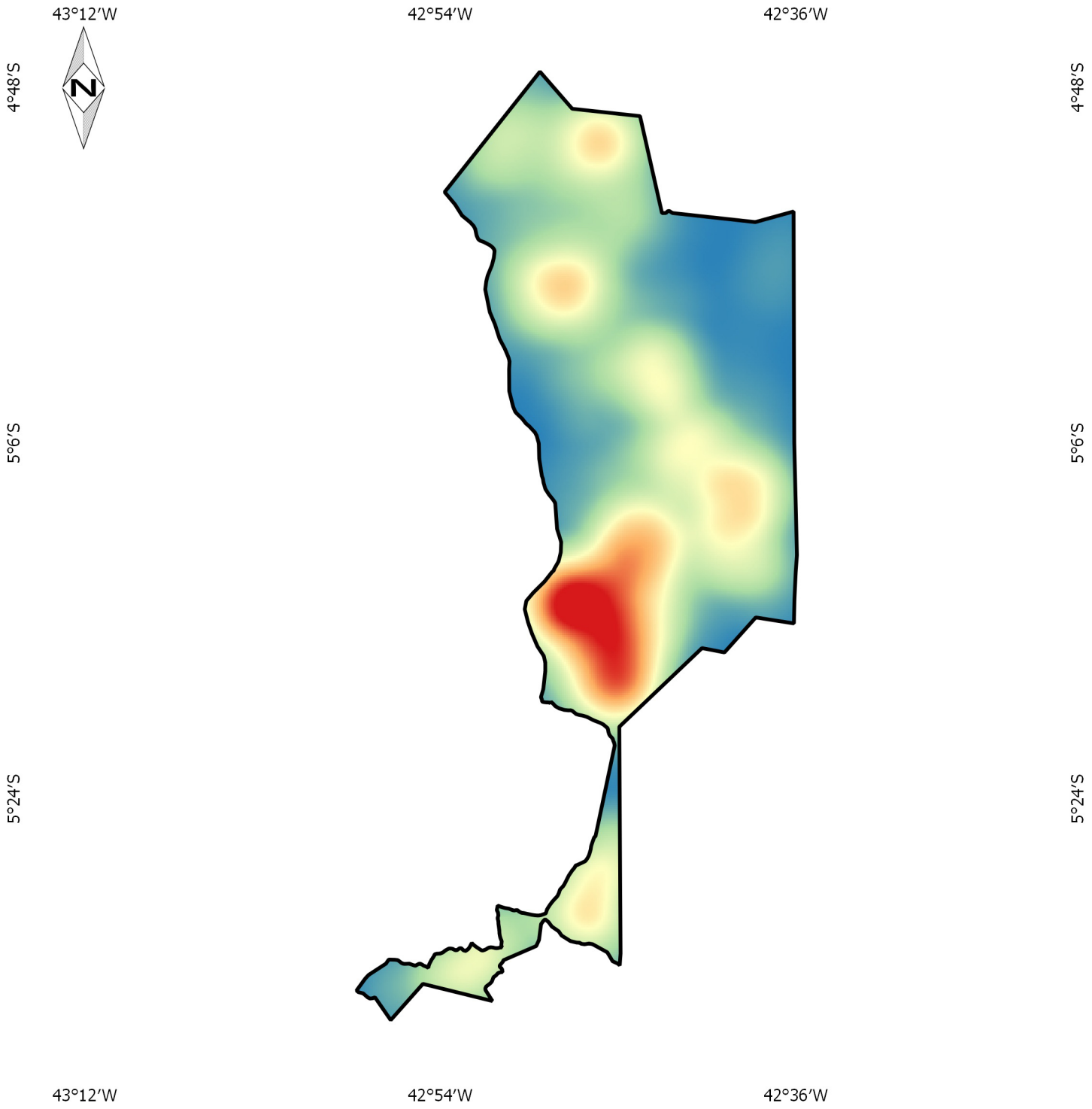
15 0 15 30 45 km

Mapa de Localização



Fonte: INPE.

APÊNDICE B - Mapa de calor (*Kernel*): Focos de incêndios em Teresina - PI
Período de 26/07/2012 a 26/07/2013.



Legenda

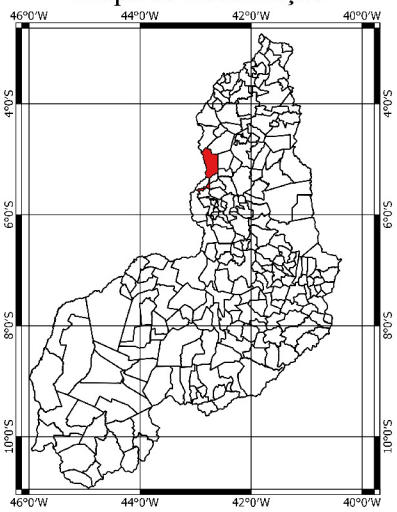
Foco de Queimadas

- 0,0
- 10,0
- 19,0
- 28,0
- 38,0

Escala 1:500000

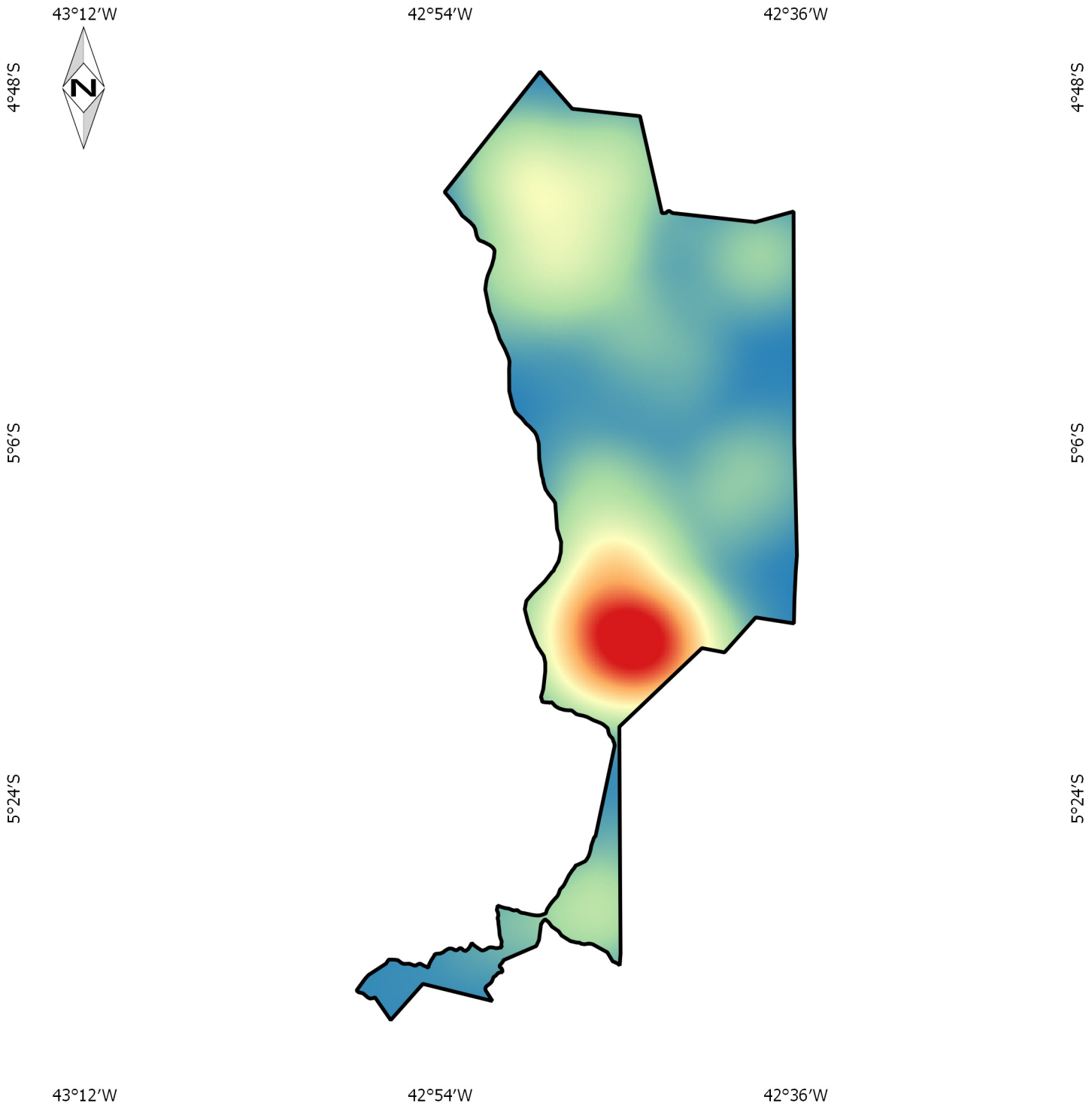
15 0 15 30 45 km

Mapa de Localização



Fonte: INPE.

APÊNDICE C - Mapa de calor (*Kernel*): Focos de incêndios em Teresina - PI
Período de 26/07/2013 a 26/07/2014.



Legenda

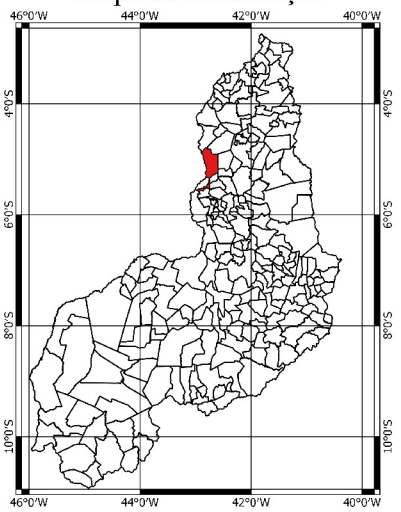
Foco de Queimadas

- 0,0
- 10,0
- 19,0
- 29,0
- 38,0

Escala 1:500000

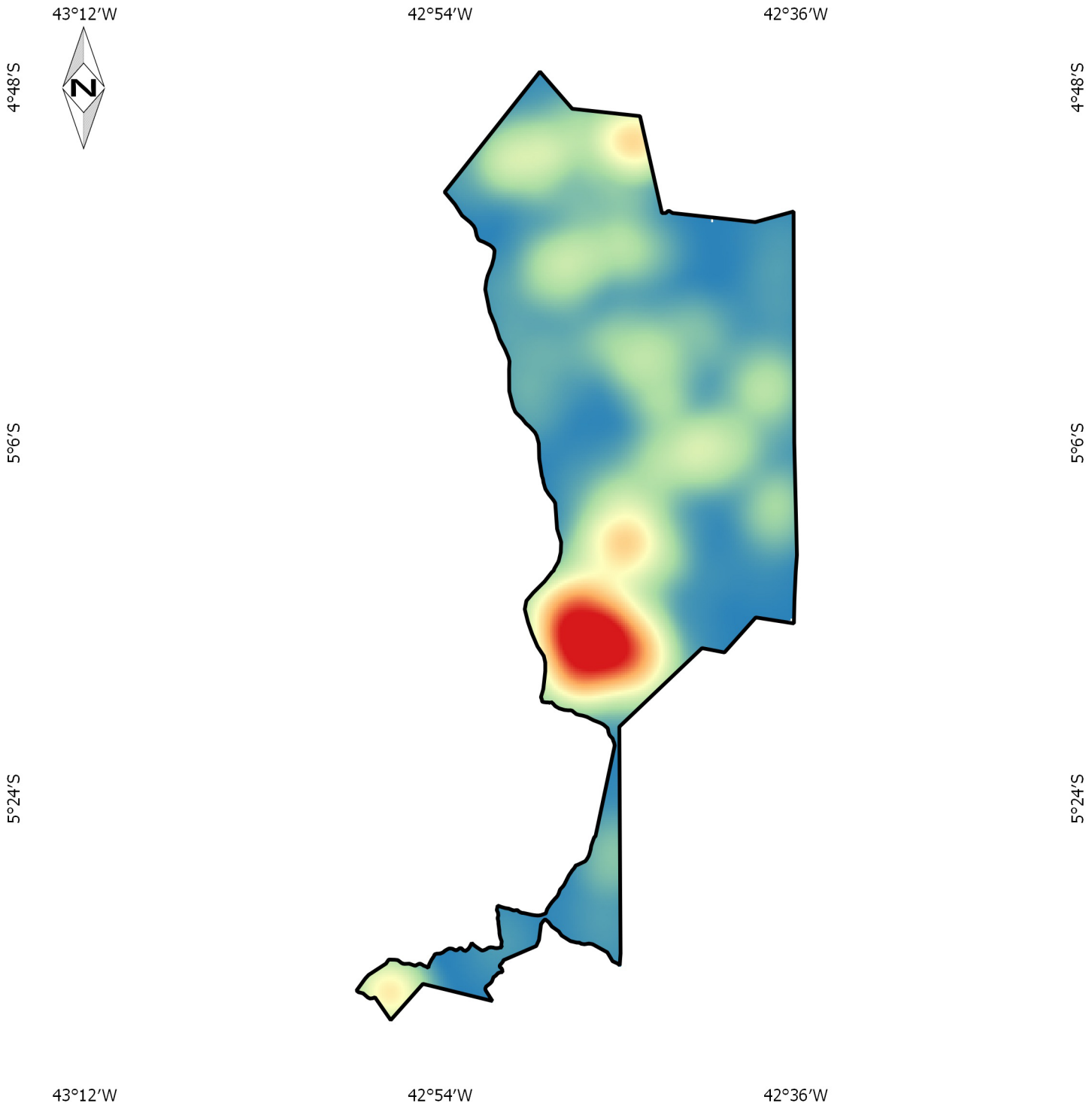
15 0 15 30 45 km

Mapa de Localização



Fonte: INPE.

APÊNDICE D - Mapa de calor (*Kernel*): Focos de incêndios em Teresina - PI
Período de 26/07/2014 a 26/07/2015.



Legenda

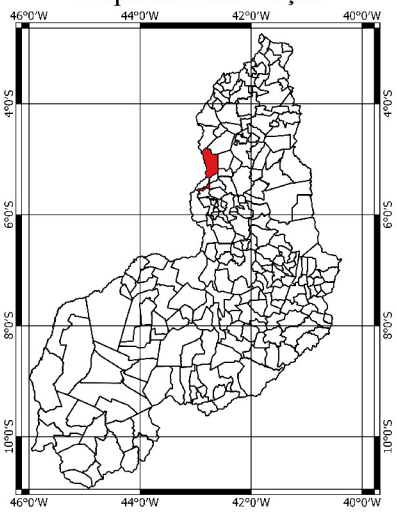
Foco de Queimadas

- 0,0
- 9,0
- 18,0
- 27,0
- 36,0

Escala 1:500000

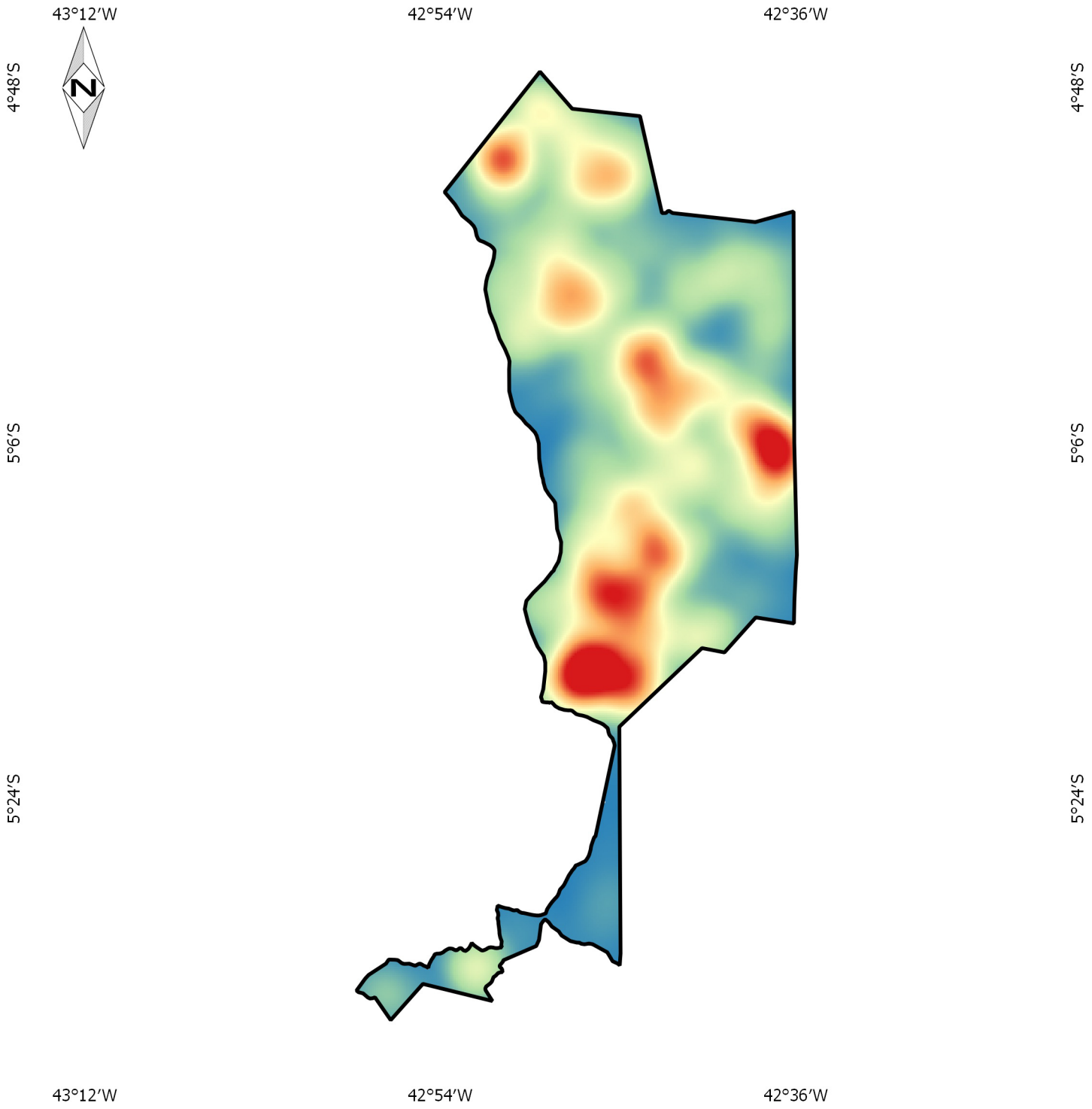
15 0 15 30 45 km

Mapa de Localização



Fonte: INPE.

APÊNDICE E - Mapa de calor (*Kernel*): Focos de incêndios em Teresina - PI
Período de 26/07/2015 a 26/07/2016.



Legenda

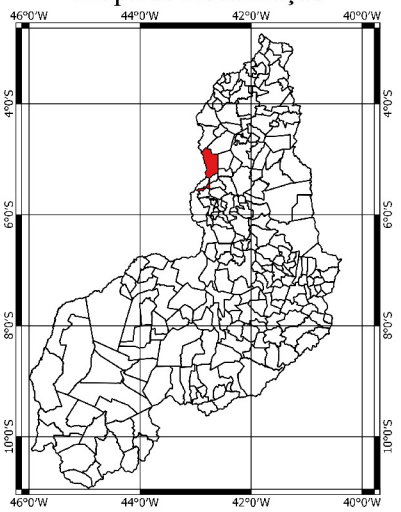
Foco de Queimadas

- 0,0
- 16,0
- 31,0
- 47,0
- 62,0

Escala 1:500000

15 0 15 30 45 km

Mapa de Localização



Fonte: INPE.