

## Aplicação do estimador de densidade kernel na unidade de conservação do Cerrado para análise de focos de calor no Parque Nacional das Emas em Goiás

Luciano Conceição dos Santos <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduado em Geografia pela UFMS/CPAQ

Rua A Leste nº 363 – Cidade Jardim – 75828-000 – Chapadão do Céu/GO, Brasil

luciano.mdams@hotmail.com

**Abstract.** The present work has the objective of analyzing the behavior and distribution of heat sources in the Cerrado Conservation Unit “Emas National Park” between the years 2006 and 2015. In the work the Kernel Density tool, ArcGis Software extension 10.3 for analyzes of the foci recorded in the temporal cut studied. The Emas National Park has been hit in the last few years with certain frequency with fire events, being of low intensity or even in high intensity. Studies and research reveal that the PNE vegetation is the result of a continuous history of living with fire. According to the results of the study period, data from INPE's burn monitoring system showed that about 92% of the outbreaks are concentrated in the dry season, and also in the transition period In the Midwest of the country, and in the analyzed period, the year 2010 was the year with the highest index of recorded hot spots, where practically the entire area of the park was hit by the fire. Remote sensing, together with other Geographic Information Systems (GIS), can be used in a way that results in materials that seek to understand this type of event, aiming at controlling and monitoring burnings in protected areas.

**Palavras-chave:** kernel density, hot spots, remote sensing, densidade de kernel, facos de calor, sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

O Parque Nacional das Emas foi criado em 1961, pelo Decreto nº 49.874 assinado por Juscelino Kubitschek, objetivando a proteção da grande presença do bioma Cerrado que se apresenta na região Centro Oeste do Brasil. O Parque Nacional das Emas (PNE) está situado na região sudoeste do Estado de Goiás, abrangendo uma área de 132.000 hectares, sua área está distribuída nos municípios de Mineiros (GO), Chapadão do Céu (GO) e Costa Rica (MS), entre as coordenadas 17°50' a 18°15' de latitude Sul e 52°30' a 53°10' Oeste. Sua localização fica nos extremos da Serra dos Caiapós sendo que em sua topografia plana caracteriza-se por apresentar grande predominância de chapadão. A maior altitude apresentada chega a ter cerca de 800 metros de altitude, com clima tropical quente sub-úmido, tendo 22 graus de temperatura média ao longo do ano.

As principais vegetações encontradas ao longo da área do parque podem destacar-se as áreas de campo sujo e campo limpo que predominam nas áreas de topografias planas, e as demais vegetações encontradas como: campos úmidos, matas de galerias, cerrado denso, florestas mesófilas, concentram-se nas áreas mais baixas da chapada, onde estão localizadas as nascentes dos Rios Jacuba e Formoso.

Segundo França et al (2007), a maior parte do PNE localiza-se no topo de uma chapada com relevo suave e altitude variando entre 800 e 900m. Seus rios possuem poucos afluentes e o tipo de vegetação predominante do local são as formações abertas de Cerrado com vales fechados de Cerrado na região norte e nordeste, às margens do rio Jacuba.

Na área do parque encontra-se a grande predominância do Capim Flecha (*Tristachya Leiostachya*) nativo do cerrado, tendo papel importante no bioma, por ter a capacidade de retenção de grande parte de nutrientes no solo, em contrapartida potencializa os riscos de incêndios por ser responsável por quantidades consideráveis de energia e matéria nas áreas onde predomina a espécie.

Nas áreas do entorno do parque, é quase que em sua totalidade atropizada, com uso intensivo do solo pela agricultura e pecuária, principais atividades econômicas praticadas na região.

Rochal et al (2015) ressalta que; que o uso do fogo como manejo às práticas agrícolas e de pecuária é frequente, seja para a renovação das pastagens ou para a implantação das rotatividades de culturas, fato este, que pode desencadear incêndios incontroláveis que podem avançar para as áreas de vegetação nativa em áreas protegidas.

França et al (2007), relata que em a queima intencional de pastagens no interior do Parque foi abolida em 1984 com a retirada definitiva do gado de seu interior. Com isso, a vegetação deixou de ser consumida pelo gado ou pelas queimadas controladas das pastagens. E como consequência os quantitativos de fitomassas aumentaram passando a serem altamente críticas, sendo favorável a propagação de fogo. E ainda, conforme estudos relativos a historia do fogo no Parque, revelam que no ano de 1988, cerca de 74% do Parque foi queimado, já no ano de 1991, o fogo queimou 76%, e no mais grave registro de incêndio no parque ocorreu no ano de 1994, onde 100% do Parque foi atingido pelo fogo.

Segundo França et al (2007), afirma que o Parque Nacional das Emas, tal que ele é hoje, é resultado de uma história de convívio com o fogo.

Vettorazzi e Ferraz (1998), afirmam que um dos principais agentes de degradação de fragmentos florestais tem sido os incêndios, tanto pela destruição direta das áreas afetadas, como também pelo efeito causado por focos pequenos que ocorrem nas bordas do fragmento, alterando significativamente a sua dinâmica. Sendo que as causas dos incêndios são diversas, como; prática de fogueiras, limpeza de pastos em áreas vizinhas, incidências de raios, incêndios criminosos, entre outros.

Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto juntamente com os demais Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) deve ser utilizados para compreensão dos registros de incêndios em áreas protegidas, possibilitando que sejam gerados materiais que possam subsidiar o combate estratégico e prevenção desse tipo de eventos.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo verificar e analisar o comportamento dos focos de calor em um recorte temporal na Unidade de Conservação do Cerrado no Parque Nacional das Emas, utilizando-se a ferramenta de densidade de *Kernel*, em que possibilita estimar as ocorrências de incêndios no cerrado, vegetação característica daquela região.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da criação e delimitação da Unidade de Conservação Parque Nacional das Emas, localizada na região Centro Oeste do Brasil. Posteriormente, obtido os dados relativos à sua localização e delimitação, dados esses disponibilizados pelo IBGE e SIEG em formatos *shapefiles* (Figura 1).

Os dados no formato *shapefile* relativos às ocorrências de focos de calor, registrados pelos Satélites NOAA-12 e o Aqua-M-T, foram obtidos junto ao banco de dados do INPE, através do sistema de monitoramento de queimadas. Sendo que, foram utilizados os arquivos de registros de focos de calor dos anos de 2006 a 2015, para análise multitemporal do comportamento das queimadas na unidade de conservação.

A escolha dos dados dos satélites NOAA-12 e Aqua-M-T, deu-se pelo motivo de ambos serem considerados satélites de referência, tendo em vista que os satélites de referencia são tecnicamente isentos de falsas detecções dos focos.

O satélite de referencia é o satélite cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões em períodos de interesse (INPE, 2016). Sendo que, de 1999 a 09/agosto/2007 foi utilizado o NOAA-12, e a partir de então o AQUA\_M-T (Para inúmeros estados a série existe desde 1992). Mesmo indicando uma fração do número real de focos (e de queimadas e incêndios florestais), por usarem o mesmo método e o mesmo horário de imageamento ao longo dos anos, os resultados do "satélite de referência" permitem analisar as tendências espaciais e temporais dos focos (INPE, 2016).

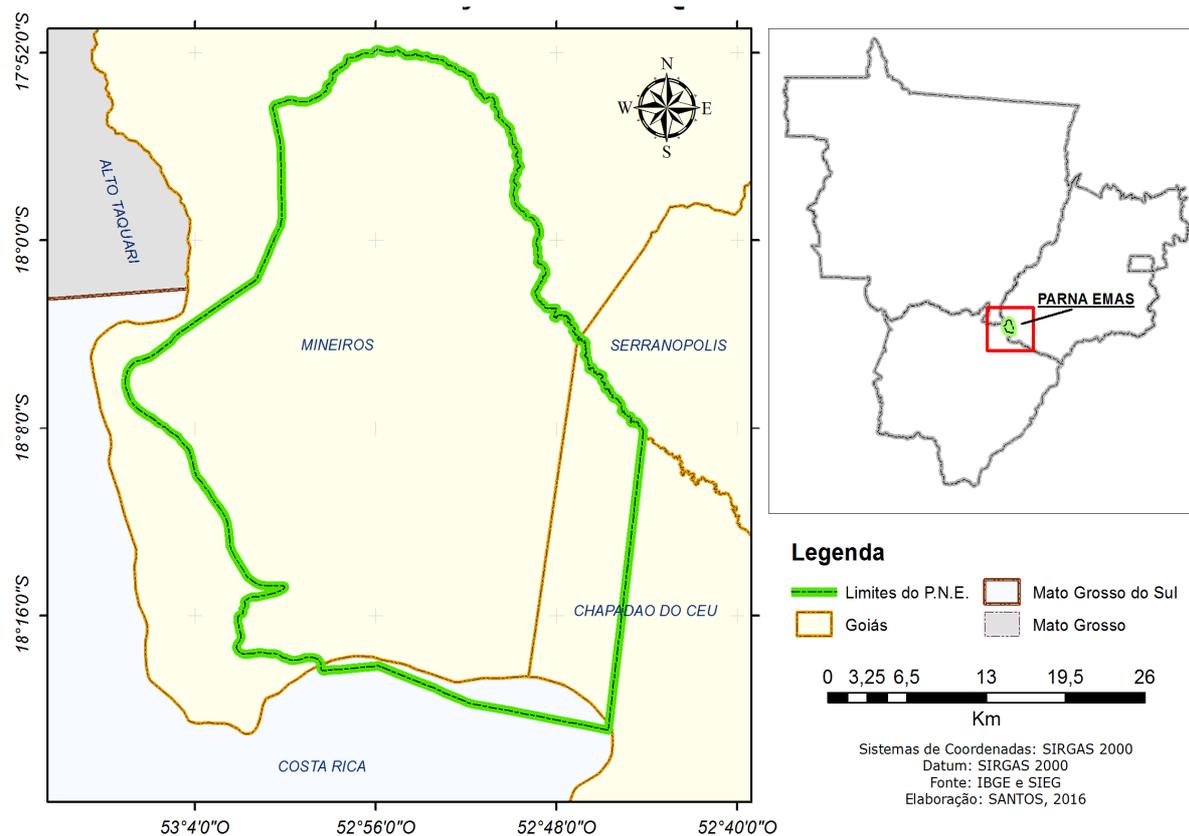


Figura 1. Localização do Parque Nacional das Emas/Goiás

Após a obtenção dos dados dos focos de calor, foram estimadas no Software Arcgis 10.3 as densidades dos focos nos anos de 2006 a 2015 na área do Parque Nacional das Emas. Esse procedimento utilizou-se a ferramenta do *Spatial Analyst* denominada de “*Estimador de Kernel*”. Ferramenta na qual, possibilita desenhar vizinhanças circulares no entorno dos pontos de amostras, utilizando-se de procedimentos estatísticos de suavização dos pontos dentro da área de interesse.

É comum o uso dos estimadores de densidade para analisar as propriedades de uma série de dados. Essas estimativas podem indicar características importantes, como assimetria e multimodalidade dos dados (MATOS, 2014).

Segundo Silva, Rocha e Angelo (2013), o estimador de densidade fornece uma visão geral da distribuição espacial dos pontos, e possibilita averiguar as regiões críticas dentro dos limites estabelecidos para os focos de calor dentro da sua respectiva área de estudo.

Com a densidade de *Kernel*, foi criado o mapa da densidade dos focos de calor no PNE, levando em consideração os dados de focos de calor a partir do ano de 2006 a 2015, para que possibilitasse uma análise da distribuição e comportamento dos focos dentro do parque no período estudado, definindo-se 5 classes de densidades para análise dos resultados da interpolação, sendo; 1) muito baixa, 2) baixa, 3) média, 4) alta e 5) muito alta. O *software* utilizado neste processamento foi o ArcGIS 10.3 e a sua extensão *Spatial Analyst*.

### 3. Resultados e Discussões

O Parque Nacional das Emas tem sido atingido nos últimos anos com certa frequência com eventos de fogos, sendo de baixa intensidade ou até mesmo em alta intensidade. E estudos e pesquisas revelam que a vegetação do Parque é resultado de uma historia continua de convívio e ações do fogo.

A figura 2 encontra-se estruturado os números de focos de calor entre os anos de 2006 a 2015, ao ser analisado, é possível verificar que a maior concentração dos focos de calor no período de 10 anos, foi no ano de 2010 correspondendo a 76% dos focos.

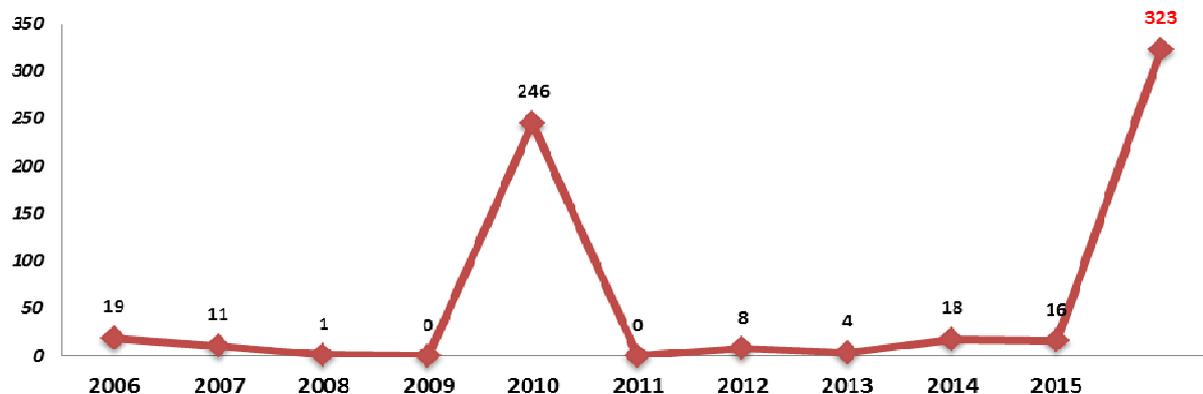


Figura 2. Distribuição total dos focos de calor detectados no Parque Nacional das Emas (Anos 2006 a 2015/Satélite NOAA-12 e Aqua\_M-T).

Com base nos dados apresentados, é possível também identificar que nos anos de 2009 e 2011, não foram registrados pelos satélites de referencias focos de calor na área do parque, no entanto no ano de 2010 houve detecção de 246 (76%) focos.

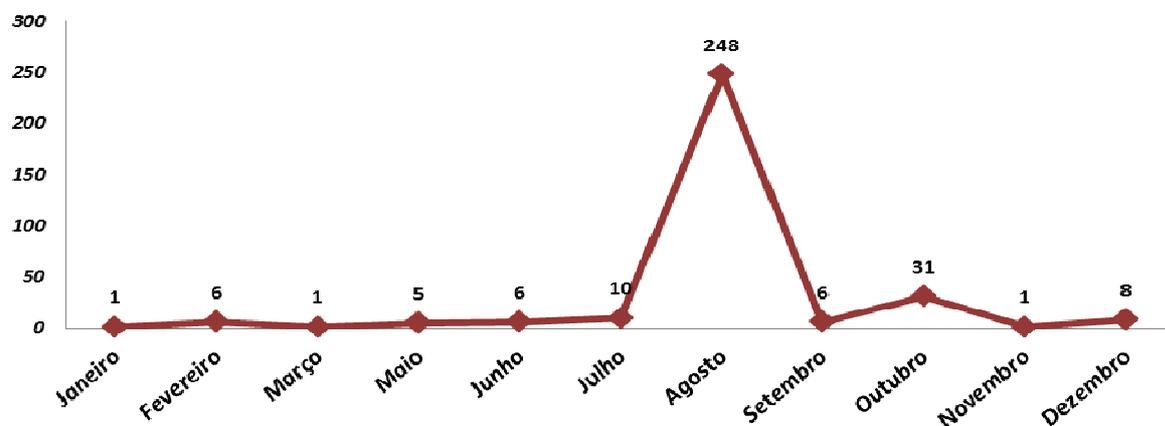


Figura 3. Distribuição mensal dos focos de calor detectados no Parque Nacional das Emas (Anos 2006 a 2015/Satélite NOAA-12 e Aqua\_M-T).

Na figura 3, ao observar o gráfico é possível observar no gráfico que os focos de calor no Parque Nacional das Emas, no recorte temporal de 2006 a 2015, demonstra-se que a maior concentração dos focos se apresenta entre os meses de julho a outubro, cerca de 92%, totalizado 295 focos registrados, período em que a baixa umidade no centro oeste do Brasil é a grande característica da região no período de estiagem, bem como, seu período de transição para o período de chuvas. Nestes meses do ano, o material combustível, como capim, galhos e folhas, depositados no solo, tornam-se altamente inflamáveis, seguidos da forte presença de ventos, que são característicos da região neste período, contribuindo assim com a rápida propagação das chamas, quando há a ocorrência de fogo.

Chama a atenção ao grande número de focos registrados no ano de 2010, onde praticamente toda área do Parque foi atingida pelo incêndio registrado naquele ano, e que se justifica a afirmativa através do mapa (Figura 4) de densidade elaborado para compreender este grande evento registrado.

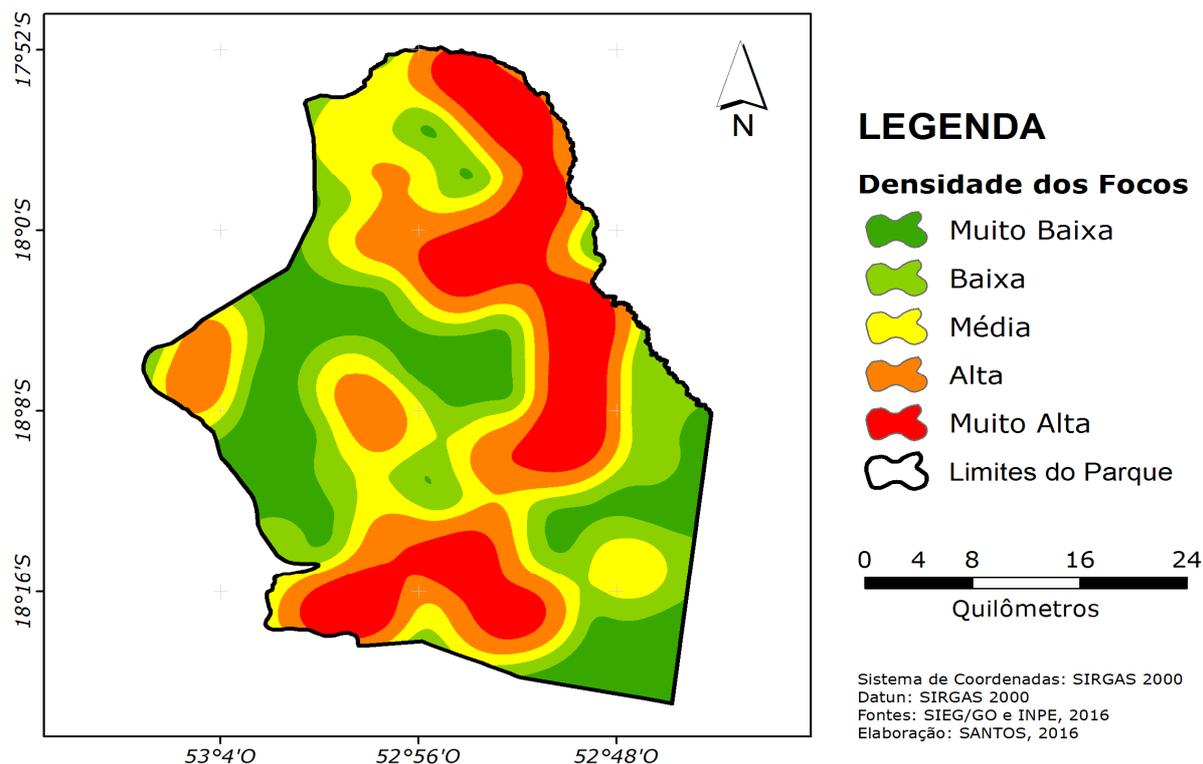


Figura 4. Densidade de focos de calor registrados no Parque Nacional das Emas no ano de 2010.

Para melhor identificação do comportamento espacial dos focos de incêndios na área do parque, foram elaborados mapas da distribuição dos focos ao longo do recorte temporal estudado, sendo possível, a partir dos resultados dos mapas (Figura 5), identificar recorrências dos eventos de fogos em determinadas regiões do parque.

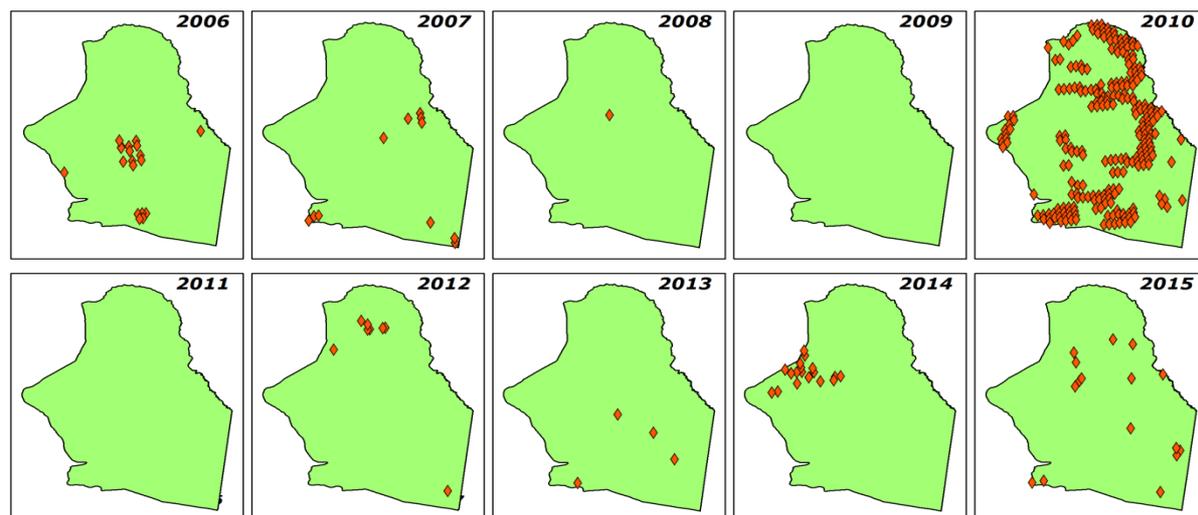


Figura 5. Distribuição espacial dos focos de calor registrados no Parque Nacional das Emas anos de 2006 a 2015 (Satélite NOAA-12 e Aqua\_M-T).

Levando-se em consideração os mapas confeccionados de distribuições, nos quais se utilizou *shapefiles* do tipo ponto, observou-se que a ocorrência de fogo no PNE não existe

um padrão de localização das ocorrências registradas ao longo do período estudado, e destaca-se que todas as regiões do parque foram suscetíveis a ocorrências de fogo.

Ao analisar-se o mapa de densidade de *Kernel* dos focos de calor (Figura 6), que caracteriza como produto da interpolação dos focos detectados pelos satélites NOAA-12 e AQUA\_M-T, é possível identificar que houve a detecção de números consideráveis de focos na área do parque, visualmente identificada nas cores utilizadas para a classificação das densidades. Observa-se que no decorrer do recorte de temporal estudado a Unidade de Conservação foi atingindo diversas vezes por eventos de fogos.

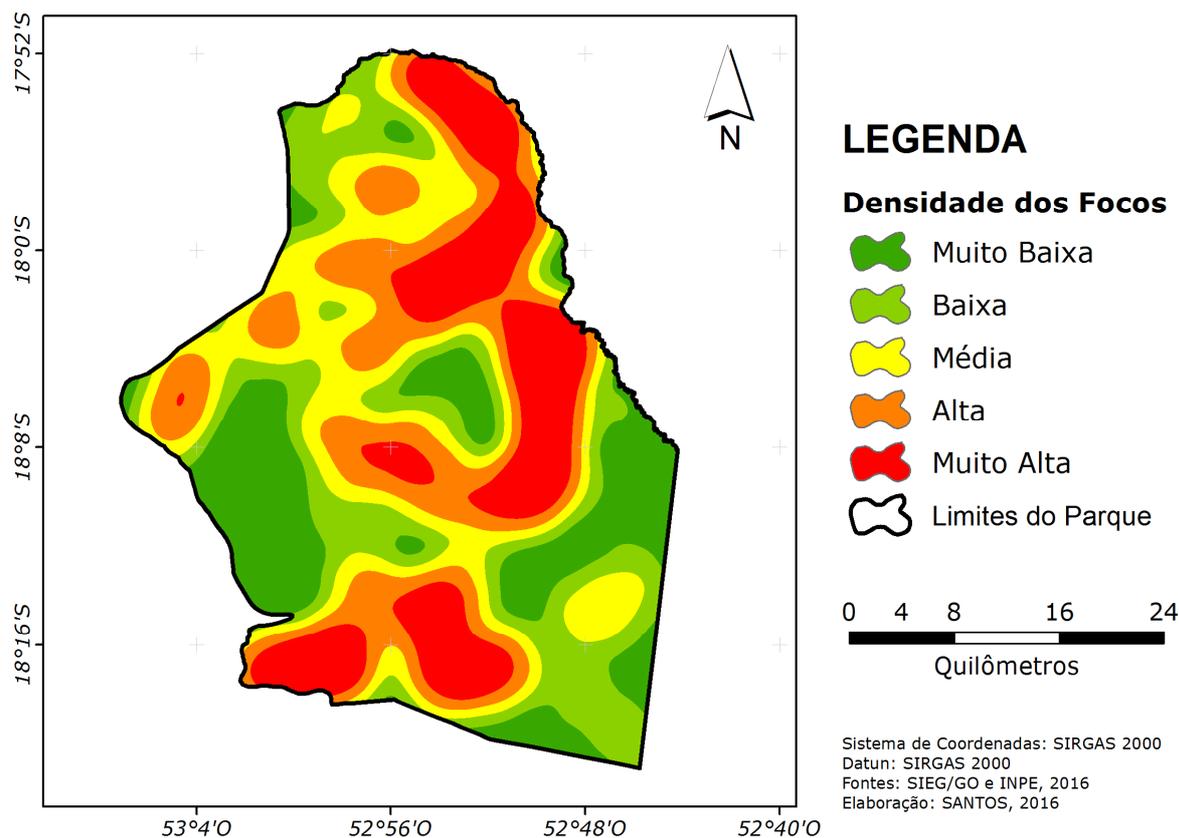


Figura 6. Densidade de focos de calor registrados no Parque Nacional das Emas entre os anos de 2006 a 2010.

Observa-se também que, a porção na tonalidade vermelha que representa densidade muito alta, registra-se em varias regiões do parque, em formas irregulares onde apresentou grande quantidade de focos. Cabe ressaltar, que que o ano de 2010, registrou recorde de registros de focos de calor, sendo que grande parte dele foram registados dos meses de seca do bioma.

#### 4. Conclusões

Estudos e dados revelam que o Parque Nacional das Emas, tem sido, em suas características resultado das ocorrências de fogo ao logo de sua história, e de acordo com os resultados do período estudado, onde foram utilizados os dados do sistema de monitoramento de queimada do INPE, revelam que cerca de 92% dos focos estão concentrados nos meses de estiagem, e também no período de transição ao período em que começam as chuvas no Centro Oeste do país.

Quanto à distribuição espacial dos focos de calor registrados entre os anos de 2006 a 2015, revelou-se a inexistência de um padrão logico das regiões onde foram registrados, porém revela-se a necessidade da atenção constante na presença de focos de incêndios na

região do Parque, tendo em vista que sua vegetação apresenta grande potencial de propagação de fogo. O sensoriamento remoto, juntamente com os demais Sistemas de Informação Geográficas (SIG), pode ser utilizado de forma que resultem em eficácia no controle e monitoramento de queimas em áreas protegidas, como é o caso desta importante unidade de proteção do cerrado.

### **Agradecimentos**

Aos queridos professores da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana (UFMS/CPAQ), pelo incentivo e dedicação e contribuição acadêmica.

### **Referências Bibliográficas**

Helena França, H; Ramos Neto, M. B.; Setzer, A. **O Fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília/DF: MMA, 2007. s/140 p.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) **Bancos de Queimadas**. Programa de Monitoramento de queimadas. <<http://prowww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>>. (Acesso em 01/09/2016)

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Perguntas Frequentes**. Programa Queimadas, monitoramento por satélites.. <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/informacoes/perguntas-frequentes>>. (Acesso em 09/01/2011).

Matos, N. M. **Incêndios florestais no Bioma Pantanal: dinâmica espacial e temporal entre 2003 e 2013**. 107 p. (UNB). Dissertação (Engenharia Ambiental) – Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Ambiental, Brasília. 2014.

Rochal, I. M.; Santos, N. B. F.; Malheiros, R.; Martins, R. Análise multitemporal dos focos de calor no Parque Nacional das emas – PNE. In: *VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 23 a 26/11/2015, Porto Alegre/RS. Anais...Porto Alegre: IBEAS, On-line. Disponível em* <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VI-005.pdf>>. Acesso em 08 set. 2016.

SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação) **Banco de Dados Espaciais** – Goiás. Downloads <<http://www.sieg.go.gov.br>>. (Acesso em 20/09/2016).

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: *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013. Anais... Foz do Iguaçu: INPE. On-line Disponível em* <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1493.pdf>> Acesso em 01 set. 2016.

Vetorazzi, C. A.; Ferraz, S. F. B. **Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 111-115, 1998.