



## Análise da distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso, Pará

### *Analysis of the Distribution of hotspots in the Novo Progresso Town, Pará, Brazil*

Andréia Caroline Lima Lopes<sup>1</sup>, Arthur Vinícius Macedo Freitas<sup>2</sup>, Daniel Oliveira da Costa<sup>3</sup>, Norma Ely Santos Beltrão<sup>4</sup>,  
\*Paulo Amador Tavares<sup>5</sup>

**Resumo:** Os incêndios são um dos principais causadores de danos aos ecossistemas florestais. Existem diversas formas de detecção dos focos de calor. Entretanto, para países com grande extensão territorial como o Brasil, é mais eficiente e barato o monitoramento por imagens de satélite. A partir disso, objetivou-se analisar a distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso, Pará no período de 2010 a 2015, por meio de dados do monitoramento realizado por satélites de referência pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Após a organização das informações obtidas através do Banco de Dados de Queimadas, foram feitas análises dos fatores socioeconômicos e ambientais que intensificam o surgimento de focos de incêndios com o auxílio da literatura científica. Observou-se que os focos se concentraram na região nordeste do município, ao longo da BR-163, apresentando maior ocorrência nos meses de agosto e setembro, o que pode estar relacionado com o período de estiagem do município.

**Palavras-chave:** Focos de Calor; Monitoramento; Distribuição; Satélite; Densidade.

**Abstract:** Fires are a major cause of damage to forest ecosystems. There are several ways of detecting hotspots. However, for countries with a vast territory as Brazil, the monitoring by satellite images is more efficient and cheaper. The aim of this study was to analyze the distribution of hotspots in the county of Novo Progresso, Pará, from 2010 to 2015 through data monitoring performed by reference satellites of the National Institute for Space Research. After organizing the information obtained through the Hotspots Database, analyses of socioeconomic and environmental factors that enhance the appearance of fire outbreaks were made with the assistance of scientific literature. It was observed that the outbreaks are concentrated in the northeastern area of the county along the BR-163, presenting higher occurrence in August and September, which may be related to the drought period of the city.

**Key words:** Hotspots; Monitoring; Distribution; Satellite; Density.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 31/03/2017; aprovado em 25/06/2017

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará, Belém, E-mail: [aclopes.01@gmail.com](mailto:aclopes.01@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, E-mail: [arthurvinicius19@icloud.com](mailto:arthurvinicius19@icloud.com)

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará, E-mail: [danieloliveiradc@gmail.com](mailto:danieloliveiradc@gmail.com)

<sup>4</sup>Doutora em Economia Agrícola/Professora Adjunta IV, Universidade do Estado do Pará, E-mail: [normaelybeltrao@gmail.com](mailto:normaelybeltrao@gmail.com)

<sup>5</sup>Mestrando em Ciências Ambientais/Engenheiro Ambiental, Universidade do Estado do Pará; Fone: (91) 98070-6429, E-mail: [atavares.paulo@gmail.com](mailto:atavares.paulo@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

O fogo é um agente físico importante que pode levar a alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (THOMAZ et al., 2014). No Brasil, as queimadas são mecanismos muito utilizados na agricultura, tanto na sua forma primitiva, como em sistemas de produção intensificados, atuando no sentido de eliminar resíduos, pragas ou ainda de renovação de pastos (MIRANDA, 2002).

Segundo Araújo et al. (2013), as queimadas e incêndios florestais contribuem na emissão de CO<sub>2</sub>, levando a um círculo vicioso, sendo que, a emissão deste gás intensifica o efeito estufa e propicia condições ambientais ainda mais favoráveis às próprias queimadas e incêndios.

A Amazônia brasileira possui um histórico de ocupação intensiva desde o início da década de 1970 e, embora áreas extensas ainda permaneçam intactas, as taxas de desmatamento ainda são significativas. A associação entre ocupação intensiva, desmatamento, focos de calor e fogo merece destaque devido aos diferentes contextos em que podem surgir. Para Nepstad et al. (1999), as principais causas de fogo na Amazônia são queimadas originadas de desmatamentos, queimadas de manutenção e limpeza de pastagens, lavouras e capoeiras, e incêndios florestais rasteiros oriundos de queimadas descontroladas que invadem a floresta.

No Estado do Pará, um dos municípios que apresenta altos índices de focos de calor devido a incêndios associados à mudança do uso da terra, é Novo Progresso, o qual teve seu surgimento ligado as políticas públicas nacionais da década de 70, a exemplo da construção da rodovia que liga Santarém à Cuiabá no estado de Mato Grosso (SCHMITT et al., 2011).

De acordo com dados do IBGE (2016), o município apresenta grande quantidade de propriedades rurais e tem sua

economia baseada principalmente na pecuária. Além disso, existe relevância das atividades de garimpos e madeireiras, sendo essas responsáveis pela maioria de focos de incêndio na região.

Existem diversas formas de detectar incêndios, como vigilância terrestre, posto de observação ou patrulhamento aéreo e/ou monitoramento por imagens de satélites. Entretanto, para países com grande extensão territorial como o Brasil, o processo de sensoriamento torna-se mais rápido e com um custo menor, sendo fundamental para viabilizar o controle dos focos, os quais podem provocar grandes incêndios florestais (BATISTA, 2004). As informações envolvendo ocorrências de incêndios, como localização, extensão da área afetada pelo calor, são fundamentais para a comparação com as imagens obtidas do sensoriamento.

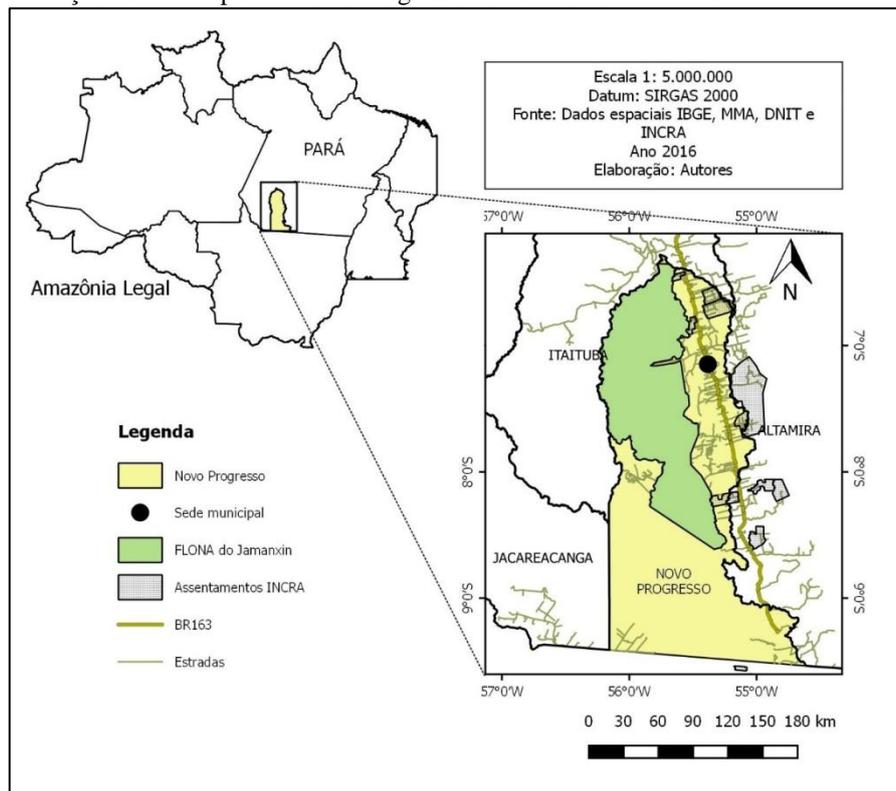
Neste sentido, por compreenderem a distribuição temporal e espacial de queimadas, as geotecnologias tornam-se instrumentos promissores que permitem aprofundar o conhecimento territorial, tornando eficiente a análise da distribuição espacial de dados de incêndios florestais (GOMES, 2006; VETTORAZZI; FERRAZ, 1998), e contribuindo para sinalizar e estabelecer políticas públicas de controle e combate a focos de calor.

Diante dessa temática, objetivou-se analisar a distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso-PA, no período de 2010 a 2015, a partir de dados do monitoramento por satélite de referência.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área escolhida para o estudo foi Novo Progresso, um município brasileiro localizado na Mesorregião do Sudoeste Paraense, a uma latitude 07°08'52" Sul e longitude 55°22'52" Oeste (Figura 1).

**Figura 1.** Mapa de localização do município de Novo Progresso no Estado do Pará Brasil



Fonte: IBGE (2016).

Os dados utilizados são oriundos do “Banco de Dados Queimadas”, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em formato *shapefile*. O material de análise deriva do satélite meteorológico AQUA-UMD-Tarde, que é o atual satélite de referência do INPE, cujos dados diários de focos de calor registrados compõe uma série temporal ao longo dos anos permitindo a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões (INPE, 2016). Este satélite detecta focos com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura e são indicados em pixel, que variam de 1,00 km<sup>2</sup> ou mais. Um pixel pode indicar várias queimadas distintas de pequenas dimensões como um único foco, e se a queimada for muito extensa, ela será detectada em um aglomerado de pixels, formando uma associação de focos (INPE, 2016). Contudo, Barbosa (2010), ressalta que a detecção remota dos focos de calor não indica necessariamente a existência de fogo, apesar de a maioria estar relacionada diretamente a áreas com presença de fogo.

Os *shapefiles* de focos de calor (2010 a 2015) foram organizados em uma única base de dados, para facilitar a manipulação e a análise da distribuição temporal (anos e meses) dos focos de calor. Todo o processamento de dados foi realizado no software QGIS 2.8, sendo também utilizada a ferramenta Densidade de Kernel que possibilitou a criação de mapas da distribuição anual dos focos de calor e identificação dos locais de maior ocorrência dos mesmos. Além disso, foram gerados gráficos da ocorrência mensal de focos de calor para cada ano por meio do aplicativo Excel-Microsoft.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados coletados, no período de 6 anos, foram detectados por meio do satélite AQUA-UMD-TARD, cerca de 8034 focos de calor. Na Tabela 1 verifica-se que o ano de 2014 foi o que apresentou o maior índice de focos, com 2040 ocorrências, seguido dos anos de 2015 e 2010, com 1999 e 1928 focos, respectivamente.

**Tabela 1.** Focos de calor detectados pelo satélite AQUA-UMD-TARDE entre 2010 e 2015 em Novo Progresso, Pará.

Mês/ Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Janeiro	0	0	0	0	1	13
Fevereiro	0	2	0	0	0	0
Março	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	1	0	0
Mai	3	0	0	0	0	2
Junho	1	1	1	1	17	8
Julho	81	25	32	12	105	77
Agosto	1314	228	997	218	1535	981
Setembro	407	229	271	193	310	768
Outubro	108	26	31	48	47	108
Novembro	10	1	10	0	23	27
Dezembro	4	1	6	3	2	15
<b>Total</b>	<b>1928</b>	<b>513</b>	<b>1348</b>	<b>476</b>	<b>2040</b>	<b>1999</b>

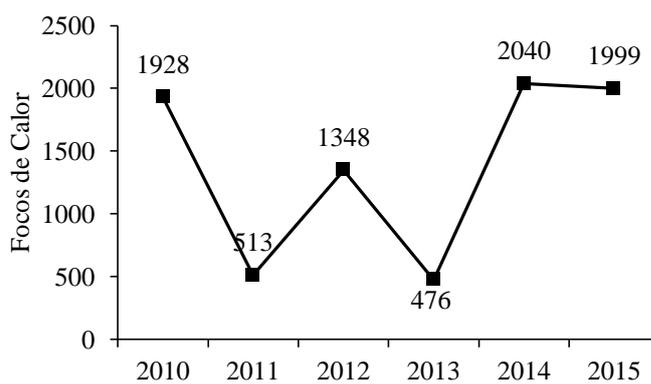
Fonte: CPTEC/INPE (2016).

O total registrado durante os anos de 2010, 2014 e 2015 corresponde a 71,86% do total de focos, enquanto que os anos de 2011, 2012 e 2013 apresentam um índice de focos muito inferior, demonstrando que o gráfico de distribuição anual total

dos focos de calor (Figura 2) não possui um padrão de distribuição ao longo dos anos.

No entanto, ocorrência e intensificação de fenômenos climático/meteorológicos tais como La Niña (2010) e El Niño (2014 e 2015), podem aumentar os focos de calor e fogo que causam os incêndios florestais devido ao aumento da seca e perda da umidade (COCHRANE, 2003; SIEGERT et al., 2001; KITZBERGER et al., 2001; SANTOS, 2011). Na literatura discute-se outros fatores que podem estar ligados ao aumento dos focos de calor como possível indicação de mudança do uso da terra, destacando-se a fragmentação florestal, os diferentes tipos de manejo e seu efeito de borda (ARAGÃO & SHIMABUKURO, 2010; ARMENTERAS et al., 2013; ALENCAR et al., 2015).

**Figura 2.** Distribuição anual total dos focos de calor para os anos de 2010 a 2015, dados do satélite AQUA-UMD-TARDE em Novo Progresso, Pará.



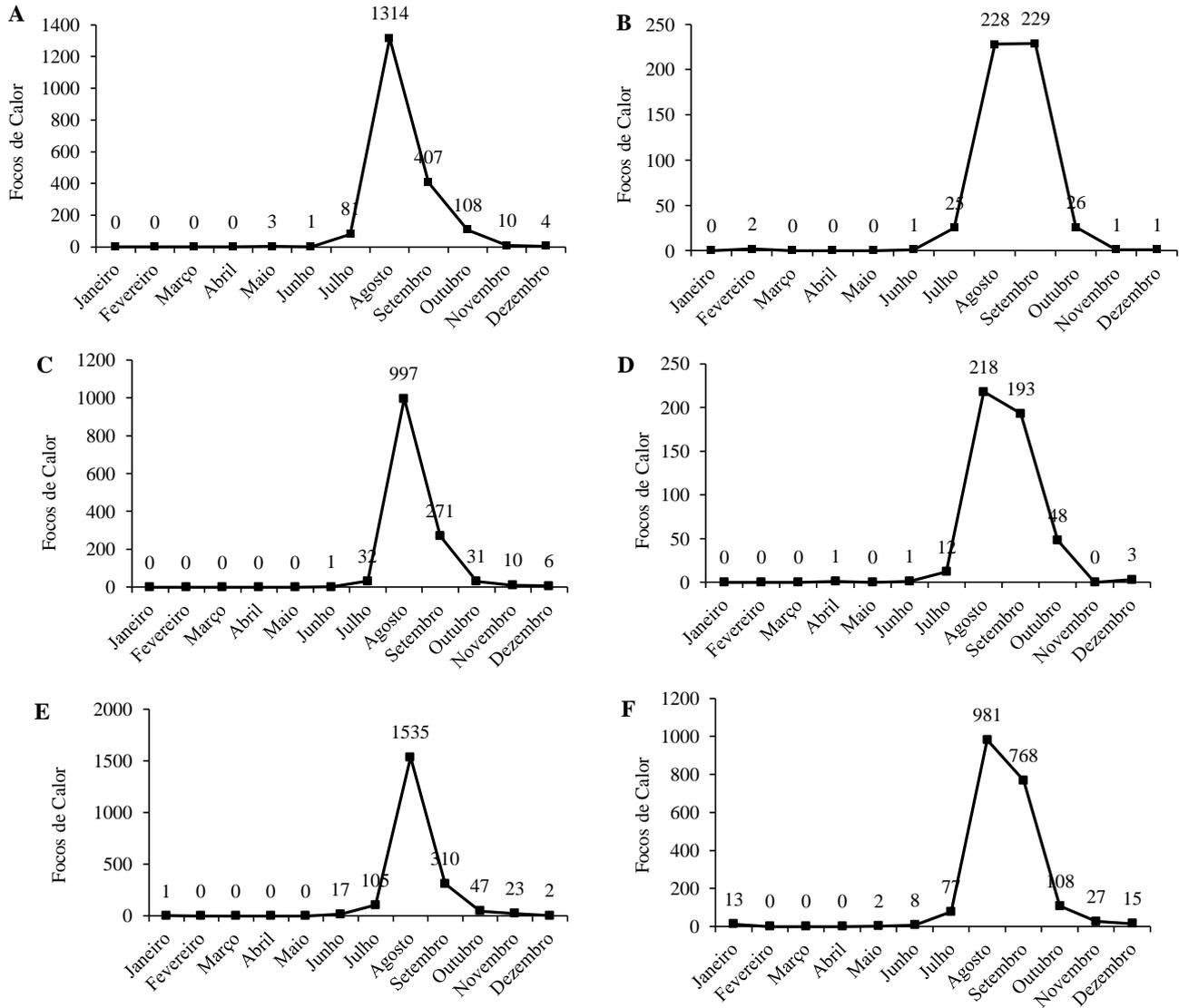
Fonte: CPTEC/INPE (2016).

A distribuição temporal dos focos de calor no estado de Roraima no período de 1999 a 2009 por meio dos satélites NOAA-12 e NOAA-15, Barbosa (2010), verificou que os mais altos índices de focos de calor estavam associados a períodos de estiagem regional, e que os municípios mais atingidos por focos de calor apresentam as maiores áreas desmatadas e, por isso, devem possuir maior atenção no período seco, em especial quando do aparecimento de fortes eventos El Niño.

Na Figura 3 observam-se dados anuais da distribuição mensal dos focos de calor, revelando um padrão de distribuição, onde verifica-se um aumento no número de focos entre os meses de julho a novembro, mas principalmente nos meses de agosto e setembro. Isso demonstra a existência de uma relação entre o número de focos detectados e fatores meteorológicos, tais como, a não ocorrência de precipitação, alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar, visto que nos meses ao qual se observam as maiores taxas de focos são os mesmos que apresentam os menores índices pluviométricos.

Pinheiro et al. (2014), estudando a distribuição espacial dos focos de calor na sub-bacia do Rio Grande no Estado da Bahia, entre os anos de 2008 a 2012, observaram que as mudanças meteorológicas influenciam no aumento de focos de calor e modificação do espaço, e aumento de atividades agrícolas, visto que a intensificação de queimadas está relacionada com às ações antrópicas que ocorriam durante os períodos de escassez das chuvas.

**Figura 3.** Distribuição mensal dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE em Novo Progresso, Pará, para os anos de 2010 até 2015, sendo: (A) 2010; (B) 2011; (C) 2012; (D) 2013; (E): 2014; e (F) 2015.



Fonte: CPTEC/INPE (2016).

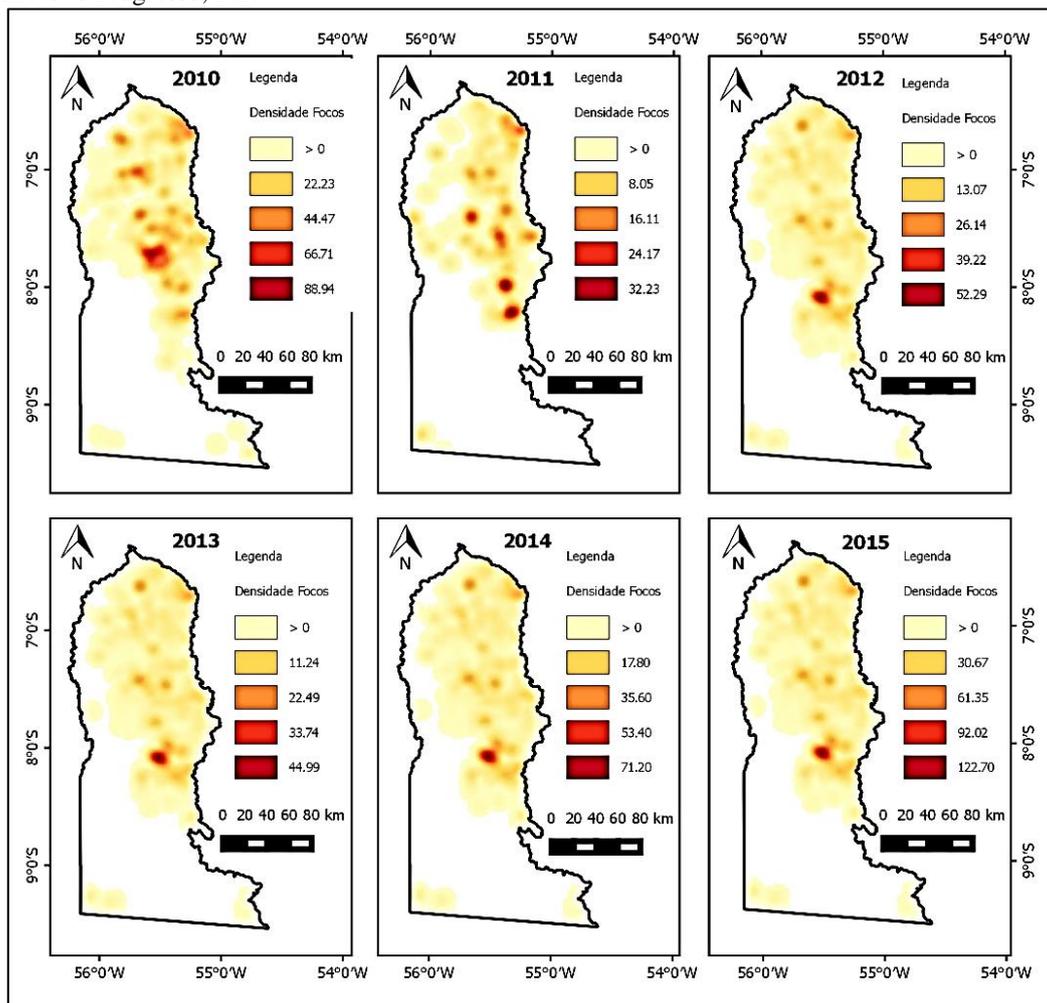
Silva et al. (2013), analisando a distribuição espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina também no Estado da Bahia entre os anos de 2000 a 2011 constaram que 89% dos focos de calor ocorrem nos meses de outubro e novembro, pois durante esse período o material combustível, como a serapilheira depositados no solo, torna-se altamente inflamáveis, em decorrência da redução acentuada nos níveis de umidade deste material.

Nos mapas de Kernel (Figura 4), resultantes da interpolação dos focos de calor ao longo de cada ano, observa-se a intensidade destes na área estudada, estimando-se assim a sua densidade por meio de cinco classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. De maneira geral, verifica-se que a região nordeste apresenta maior densidade de focos. Em 2010 e 2011 as manchas de densidade alta e muito alta apresentaram-se dispersas na região nordeste nos

arredores da sede do município e ao longo da BR-163. Esses fatos podem ser explicados pelo aumento da grilagem e a especulação de terras na região, áreas próximas à estrada pavimentada tendem a ser valorizadas por diminuírem o custo de transporte e de produção.

A partir do ano de 2012, observa-se que as manchas de densidade alta e muito alta passam a se concentrar em um único local e há um aumento nas densidades médias e baixas dos focos dentro dos limites da Unidade de Conservação da Floresta Nacional do Jamaxim, situado no noroeste de Novo Progresso. Em contraste com o Norte, as regiões centrais e sul do município possuem densidade de focos muito baixa e/ou nula, onde os focos são observados apenas nas proximidades da BR-163 e na fronteira com o estado do Mato Grosso, que por sua vez é um dos estados brasileiros que apresenta altos índices de focos de calor.

**Figura 4.** Mapas de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE para os anos de 2010 a 2015 em Novo Progresso, Pará

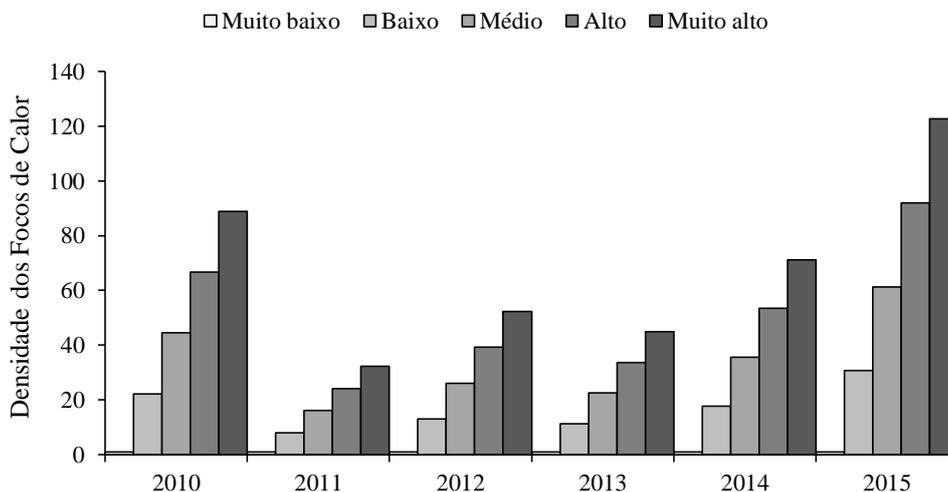


Fonte: CPTEC/INPE (2016).

Na Figura 5 verifica-se a variação anual das classes de densidade dos focos de calor com os valores das classes de densidade para cada ano analisado. A partir do ano de 2013 houve um aumento na densidade em todas as classes, e

quando comparado aos mapas de Kernel, reforçam a afirmativa de que, as manchas de densidade muito alta se intensificaram em um único local, próximo de um Assentamento da Reforma Agrária.

**Figura 5.** Variação anual das classes de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA-UMD-TARDE para os anos de 2010 a 2015 em Novo Progresso, Pará



Fonte: CPTEC/INPE (2016).

## CONCLUSÕES

Os focos de calor concentraram-se na região nordeste do município de Novo Progresso, Pará, ao longo da BR-163. No decorrer dos anos houve um aumento do número de focos dentro dos limites da unidade de conservação da Floresta Nacional do Jamanxim.

A variação temporal dos focos ocorreu em maior quantidade nos meses de agosto e setembro, mostrando que essa tendência se associa ao período de estiagem do município.

Os focos de calor, embora não indiquem queimadas, representaram os aspectos da distribuição espacial e temporal dos incêndios, o que pode ser extremamente útil no planejamento do combate de queimadas irregulares em Novo Progresso.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. A.; BRANDO, P. M.; ASNER, G. P.; PUTZ, F. E. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecological applications*, v. 25, n. 6, p. 1493-1505, 2015.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD. *Science*, v. 328, n. 5983, p. 1275-1278, 2010.
- ARAUJO, J. B.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, S. S.; CORREIA, M. F. Danos Provocados Pelo Fogo Sobre A Vegetação Natural Em Uma Floresta Primária No Estado Do Acre, Amazônia Brasileira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 297-308, 2013.
- ARMENTERAS, D.; GONZÁLEZ, T. M.; RETANA, J. Forest fragmentation and edge influence on fire occurrence and intensity under different management types in Amazon forests. *Biological conservation*, v. 159, p. 73-79, 2013.
- BARBOSA, R. I. Distribuição Espacial E Temporal De Focos De Calor Em Roraima Detectados Pelo Noaa-Avhr (1999-2009). In: *Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal*, 2010, Curitiba. Anais... Curitiba, PR: 2010, p. 363.
- BATISTA, A. C. Detecção De Incêndios Florestais Por Satélites. *Revista Floresta*, v.34, n.2, p.237-241, 2004.
- COCHRANE, M. A. Fire science for rainforests. *Nature*, v. 421, n. 6926, p. 913, 2003.
- GOMES, C. Geotecnologias Da Informação E Remodelação Do Espaço Urbano Regional: Os Sistemas De Informação Geográfica. *Interface*, v.3, n.3, p. 7-28, 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Informações do Município de Novo Progresso-PA. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=150503&idtema=16&search=||s%EDntese-das-informa%E7%F5es>>. Acesso em: 25 de setembro de 2017.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal De Monitoramento de Queimadas e Incêndios. 2016. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.
- KITZBERGER, T.; SWETNAM, T. W.; VEBLEN, T. T. Inter-hemispheric synchrony of forest fires and the El Niño-Southern Oscillation. *Global Ecology and Biogeography*, v. 10, n. 3, p. 315-326, 2001.
- MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga. Brasília: Universidade de Brasília, 1996. 187p.
- MIRANDA J. B. Aplicações Do Monitoramento Por Satélite No Controle De Queimadas. In: *IV Encontro Nacional sobre Educação Ambiental na Agricultura*, 2002, Campinas-SP. Anais... Campinas-SP: EMBRAPA/CNPM, 2002. p.26.
- NEPSTAD, D.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. a floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia. 1. ed. Brasília: IPAM, 1999. 202p.
- PINHEIRO, P. S.; BORGES, E. F. Quantificação E Análise Da Distribuição Espacial Dos Focos De Calor Na Sub-Bacia Do Rio Grande-BA. In: *Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE*, 2014, Aracaju. Anais... Feira de Santana-BA: GEONORDESTE, 2014. p.553.
- SANTOS, J. F. Estatística de incêndios florestais em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. Curitiba-PR: UFPR, 2004. 76p.
- SANTOS, S. R. Q.; DA SILVA, R. B. C.; BARRETO, P. N.; NUNES, H. G. G.; RODRIGUES, R. D. S.; CAMPOS, T. L. D. O. B. Regime térmico e hídrico do solo para área de floresta tropical em anos de El Niño e La Niña, Caxiuanã-PA: estudo de caso. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 3, p. 367-374, 2011.
- SCHMITT, J.; COSTA, D. P.; Novo Progresso (PA) – Acompanhamento E Análise De Indicadores Socioambientais Utilizando Geotecnologias. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 2011, Curitiba. Anais... Curitiba-PR: INPE, 2011. p.2870.
- SIEGERT, F.; RUECKER, G.; HINRICHS, A.; HOFFMANN, A. A. Increased damage from fires in logged forests during droughts caused by El Niño. *Nature*, v. 414, n. 6862, p. 437, 2001.
- 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*, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p.6969.
- THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V.; DOERR, S. H. Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-and-burn agriculture. *Catena*, v. 122, p. 209-215, 2014.
- VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Uso De Sistema De Informações Geográficas Aplicados À Prevenção E Combate A Incêndios Em Fragmentos Florestais. *Série Técnica IPEF*, v. 12, n. 32, p. 11-115, 1998.