

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/327987669>

MONITORAMENTO DE QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Conference Paper · August 2018

CITATIONS

0

READS

123

4 authors:



Ariadne Reinaldo Trindade

Universidade do Estado do Pará

19 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jefferson Souto

Federal University of Pará

25 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Paulo Amador Tavares

Federal University of Pará

45 PUBLICATIONS 47 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Norma Ely Santos Beltrão

State University of Para, Brazil

140 PUBLICATIONS 114 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ethnobotanical knowledge and assessment of use and variety value of medicinal plants in traditional communities located in the lower Tocantins, Para state, Brazil
[View project](#)



Projeto Componente - PC 7 "Dinâmica de gases de efeito estufa em sistemas de produção pecuária do Bioma Amazônico" [View project](#)



Este trabalho aproxima-se da temática do Grupo de Trabalho (GT5)

MONITORAMENTO DE QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

TRINDADE, Ariadne Reinaldo¹; SOUTO, Jefferson Inayan de Oliveira²; TAVARES, Paulo Amador³;
BELTRÃO, Norma Ely Santos⁴;

RESUMO

Os incêndios e as queimadas são fatores de perturbação dos ecossistemas, seus principais impactos são na fauna e na flora, além de trazer prejuízos ao solo e contribuir para emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa. Na região Amazônica, o fogo está fortemente associado a mudança no uso e da cobertura da terra e as condições climáticas, por isso, há uma forte correlação entre ocorrência de grandes incêndios e queimadas e prolongados períodos de seca. No Estado do Pará, a Região Metropolitana de Belém (RMB) apresenta altos índices de focos de calor. O monitoramento desses focos de calor, que podem significar tanto a ocorrência de queimadas como de incêndios florestais, pode ser feito de maneira não onerosa através da aplicação de geotecnologias. O objetivo desse estudo foi analisar a distribuição e ocorrência de focos de calor, na RMB, no período de 2010 a 2016, associados com a mudança do uso e ocupação do solo dessa região, a partir de dados de satélite. A coleta das informações vetoriais sobre focos de calor foi feita através do “Banco de Dados de Queimadas” disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Dados de uso e cobertura da terra foram coletados a partir do projeto PRODES e para as informações climatológicas, utilizou-se dados da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Com isto, observou-se que os focos aumentaram no decorrer no período estudado e se concentraram em áreas urbanas ou rurais. O ano de 2016 foi o mais representativo em quantidade de focos de calor, o que pode estar relacionado com o período de seca, influenciado pelo evento climatológico El Niño. Em conclusão, o monitoramento de queimadas e incêndios florestais mostrou que na RMB o número de dias sem chuva está fortemente associado com a presença de focos de calor na região.

Palavras Chave: Focos de calor, Uso e Cobertura da Terra, Período de Seca.

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Pará, E-mail: dnetrindade@gmail.com.

²Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Pará, E-mail: inayansouto@gmail.com.

³Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Pará, E-mail: atavares.paulo@gmail.com

⁴Doutora em Economia Agrícola. Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará, E-mail: normaelybeltrao@gmail.com



MONITORING OF HOTSPOTS AND FOREST FIRES IN METROPOLITAN REGION OF BELÉM

ABSTRACT

The wildfires and burnt areas are factors that disturb the normal functionality of ecosystems. Their greatest impacts are on the fauna and flora of the ecosystem, besides their can cause damages to the soil fertility and contributing to the emission of greenhouse gases. In the Amazon region, the occurrence of fire is strongly related to the land use and land cover (LULC) of a locality and its climatic conditions, therefore, there is a strong correlation of the occurrence of great burns and wildfires with prolonged periods of drought. In the state of Pará, the Metropolitan Region of Belém (MRB) presents high indexes of hotspots. The monitoring of these hotspots, which can mean both the occurrence of wildfires and forest fires, can be done in an inexpensive way through the application of geotechnologies. The aim of this research was to analyse the distribution and occurrence of hotspots in the MRB during the period of 2010 to 2016, associated with the LULC of this region, through satellite data. The vector data collection of hotspots was done in the “Burnt database” available for free by the Brazilian National Institute of Space Research (INPE). LULC data was collected from the PRODES project and climatological information was collected from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Thereby, it was observed that there was an increase in the occurrence of hotspots during the study period and its concentration is in both urban and rural areas. The year 2016 was the most representative in quantity of heat sources, which may be related to the dry season, influenced by the El Niño weather event. In conclusion, the monitoring of wildfires and forest burnt illustrated that in the MRB the number of days without rain is strongly correlated with the presence of hotspots in the area.

Keywords: Hotspots, Land Use and Land Cover, Drought Period.

INTRODUÇÃO

O fogo é um fator de perturbação dos ecossistemas, e é ao mesmo tempo um fenômeno natural e uma criação do homem (MIRANDA et al., 1996). Quando o mesmo queima uma determinada vegetação, pode ser classificado como incêndio florestal, que é todo tipo de fogo sem controle incidente sobre a vegetação, ou queimada controlada, utilizada para manejo em atividades agropastoris ou florestais (IBAMA, 2010; WHITE; WHITE, 2016).

Os principais impactos das queimadas são sobre a fauna e a flora, entretanto, indiretamente impactam o meio ambiente, deixando o solo mais susceptível a processos erosivos e liberando na atmosfera grande quantidade de gases responsáveis pelo efeito estufa (WHITE et al., 2013).



No Brasil, a origem das queimadas no ambiente rural está relacionada com o meio de produção, que tem no manejo do fogo a solução mais rápida e econômica para geração de renda na agricultura (CASTRO et al., 2016). O fogo na região Amazônica está fortemente associado ao uso da terra, a mudança no uso e da cobertura da terra e as condições climáticas (ANDERSON et al., 2017).

A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais e queimadas pode estar associado às condições climáticas, logo, existe uma forte correlação entre ocorrência de grandes incêndios e prolongados períodos de seca, assim como as queimadas estão associadas a períodos sem chuva (WHITE; RIBEIRO, 2011; SORIANO et al., 2015).

A diminuição de chuvas e de umidade na Amazônia também tem sido documentada devido aos grandes processos de conversão da cobertura florestal para pastagens e agricultura (ANDERSON et al., 2017). Grande parte dos aerossóis originados da queima de biomassa atua como núcleo de condensação de nuvens (NCN) e esses aumentos podem alterar a transmissão da radiação solar, através da atmosfera e inibirem a ocorrência de chuvas (LORENZO et al., 2015).

A associação entre ocupação intensiva, desmatamento, focos de calor e fogo merece destaque devido aos diferentes contextos em que podem surgir (LOPES et al., 2017). No Estado do Pará, uma região que apresenta altos índices de focos de calor devido a incêndios associados à mudança do uso da terra é a Região Metropolitana de Belém (RMB), composta atualmente por sete municípios (até o ano de 2010, por Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará e, a partir de 2011, também por Castanhal) (IPEA, 2015).

Existem diversas formas de detectar incêndios, como vigilância terrestre, posto de observação ou patrulhamento aéreo e/ou monitoramento por imagens de satélites. Para países com grande extensão territorial como o Brasil, o uso de geotecnologias através de processos como o de sensoriamento torna-se mais rápido e com um custo menor, sendo fundamental para viabilizar o controle dos focos (LOPES, et al., 2017; WHITE; WHITE, 2016).

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a distribuição e ocorrência de focos de calor, na Região Metropolitana de Belém (RMB), no período de 2010 a 2016, associados com a mudança do uso e ocupação do solo dessa região, a partir de dados do monitoramento por satélite.

DESENVOLVIMENTO

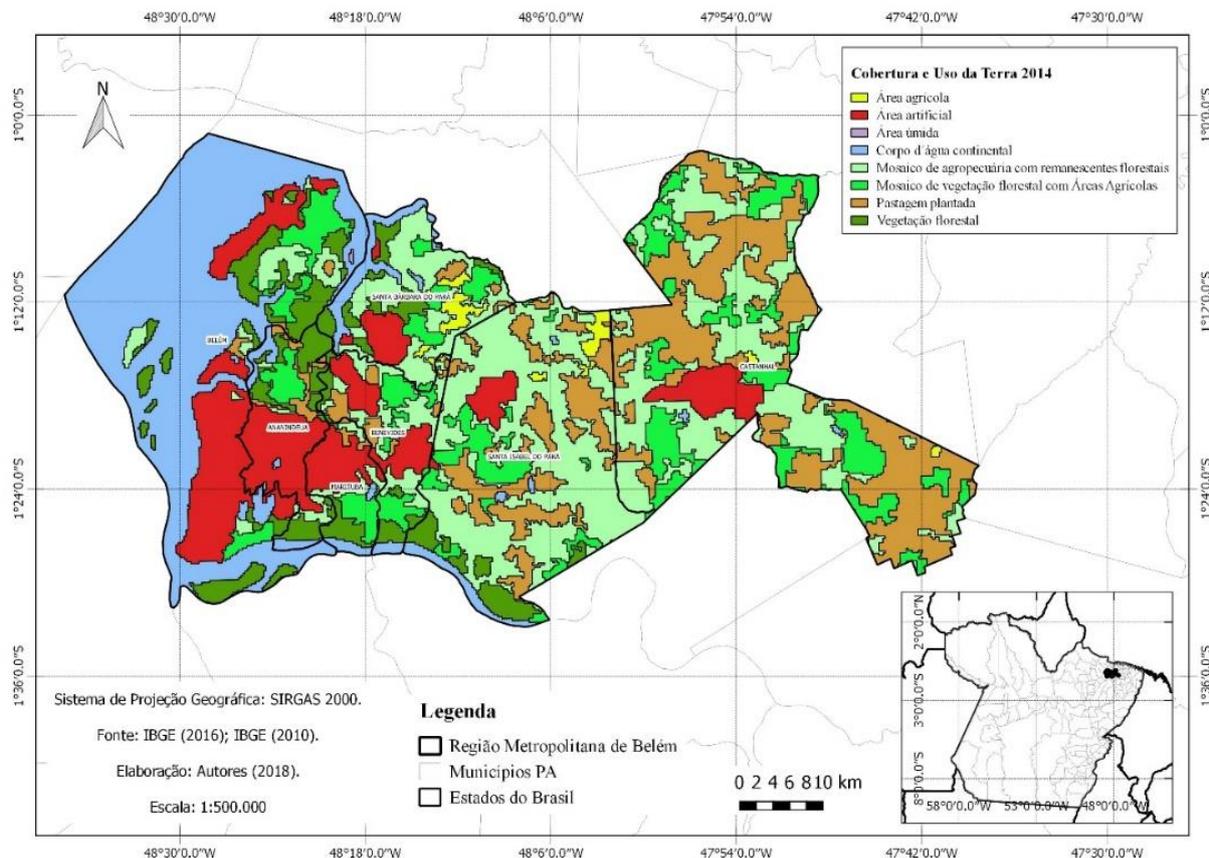
Área de Estudo

Os municípios selecionados para o estudo foram: Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará e Castanhal, todos contidos dentro da Região Metropolitana de Belém.

A precipitação média na região varia de 2.250mm até 2.834mm em algumas localidades. O clima na região pode ser classificado pelo método de Köppen como: Af (em Belém) e Am (Castanhal). A vegetação é composta principalmente por vegetação secundária, vegetação florestal densa, vegetação aluvial e manguezal (PARÁ, 2016).

A Figura 1 apresenta a localização da Região Metropolitana de Belém e os principais tipos de uso do solo na localidade.

Figura 1: Mapa de Localização da Região Metropolitana de Belém, onde são destacados os tipos de uso da Terra no ano de 2014.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Coleta e Análise de Dados

A coleta das informações vetoriais sobre focos de calor foi feita através do “Banco de Dados de Queimadas” disponibilizado pelo INPE (INPE, 2018). O satélite meteorológico AQUA_M-T, atualmente satélite de referência para monitoramento de queimadas do INPE, foi selecionado para a coleta dos dados. Os produtos cartográficos foram obtidos através da utilização do *software* livre QGIS 2.18.17.

A metodologia implantada por Lopes et al. (2017) foi utilizada como referência principal para elaboração dos produtos. Mapas de densidade de Kernel, os quais realizam a interpolação de dados vetoriais em formato de ponto, foram utilizados para demonstrar a densidade de focos de calor nos municípios selecionados.

A partir dessa metodologia, foram elaborados mapas temáticos de Kernel, para os anos de 2010, 2013 e 2016 na área selecionada para o estudo. Os resultados encontrados foram discutidos em



comparação aos tipos de uso do solo da região e foi identificado se um tipo de uso pode estar relacionado com a presença de queimadas e incêndios florestais.

Para avaliação da localização dos focos de calor, e sua associação com a mudança do uso do solo, utilizou-se os dados espaciais disponibilizados pelo projeto PRODES que realiza um mapeamento e identificação das áreas de retirada completa de cobertura florestal (corte raso) (CAMARA et al., 2013).

A coleta de informações climatológicas foi obtida através da base de dados da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), com dados de precipitação do CPC MORPHing (CMORPH) technique. A série de dados de sensoriamento remoto de precipitação CMORPH (JOYCE et al., 2004) abrange um período de tempo de 19 anos, de 1998 a 2016. Possui uma resolução espacial em grade de $0.08^\circ \times 0.08^\circ$ (latitude e longitude), e temporal de 30 minutos.

Foram gerados dados diários de precipitação referente ao período de atuação do fenômeno ENOS. Nesse caso, são apresentadas figuras da quantificação dos dias sem chuva (menor ou igual que 1,0 milímetro) para o período de 2010 a 2016 para análise do déficit do regime pluviométrico.

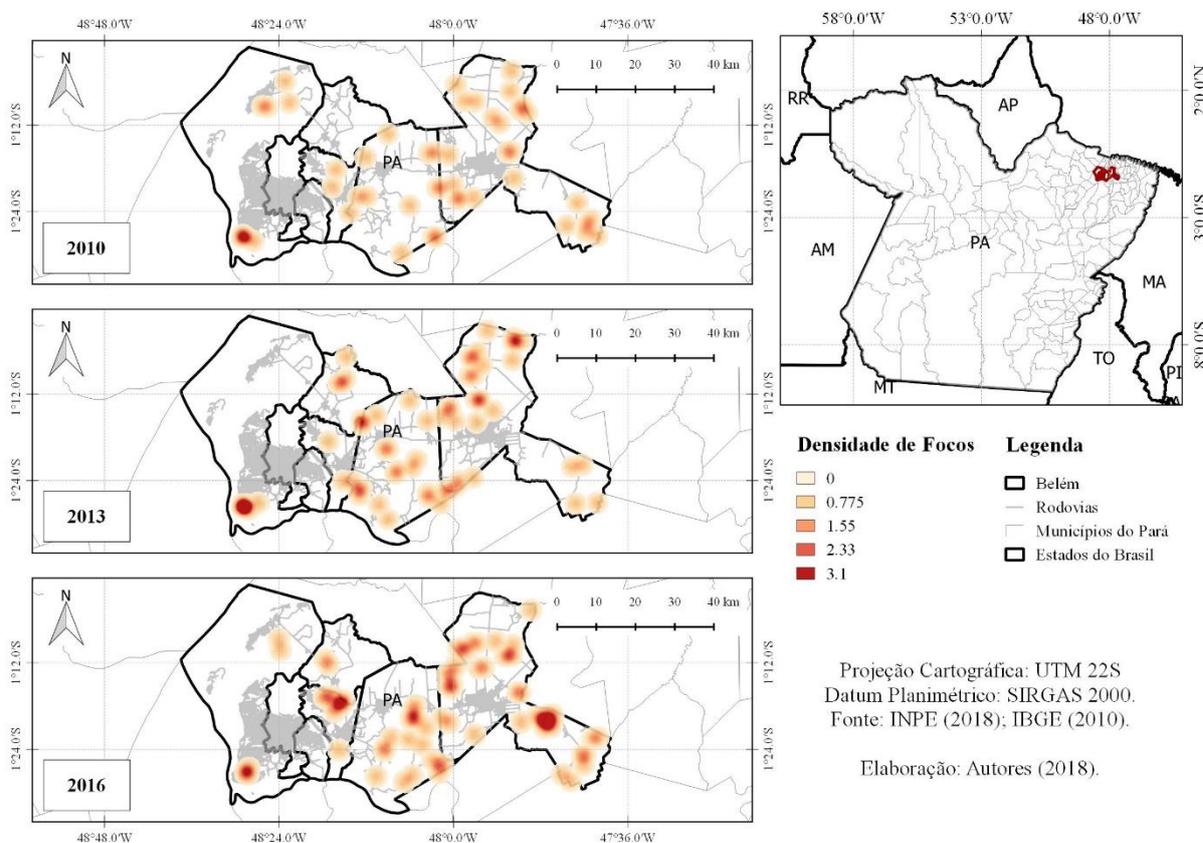
Focos de calor e mudanças do uso do solo na RMB

De acordo com os dados coletados, no período de 2010, 2013 e 2016, foram detectados por meio do satélite AQUA_M-T, cerca de 194 focos de calor. Na figura 3, verifica-se que o ano de 2016 foi o que apresentou o maior índice de focos, com 80 ocorrências.

O mapeamento anual realizado pelo projeto PRODES somente identifica polígonos cuja área de desmatamento seja superior a 6,25 ha, e ocorrido em áreas que não foram anteriormente desmatadas, portanto não são consideradas áreas de desmatamento aquelas com floresta secundária (capoeira), em vegetação crescida em pastagens degradadas ou áreas agrícolas abandonadas.

Os dados dos PRODES utilizados por esse trabalho correspondem à identificação de desmatamento ocorridos nos anos de estudo, ou seja, 2010, 2013 e 2016 durante as estações climatologicamente secas definidas para a Amazônia, no período de 31/maio a 29/agosto.

Figura 2: Localização das ocorrências de focos de calor na RMB nos anos de 2010, 2013 e 2016.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Conforme a representação das classes do Mapa de Uso e Ocupação do solo, para as análises de geoprocessamento realizadas com os dados dos focos de calor, considerou-se também os dados espaciais das Unidades de conservação localizadas na RMB, bem como dados do PRODES conforme descrito anteriormente.

Nenhum dos focos de calor detectados nos anos de 2010, 2013 e 2016 ocorreu em áreas de unidade de conservação, seja na esfera estadual ou municipal. Evidenciou-se também que nenhum dos 48 pontos de focos de calor ocorridos em 2010 foram identificados como áreas de desmatamento no PRODES digital 2010. No entanto, quando se faz a intersecção dos pontos de foco de calor com a classe “Floresta”, verifica-se seis pontos de intersecção, distribuídos pelos municípios da RMB, da seguinte forma: 2 em Belém, 2 em Castanhal, e 2 em Santa Izabel. O resumo dos resultados encontra-se no quadro 1, a seguir:



Quadro 1: Localização das ocorrências de focos de calor na RMB nos anos de 2010, 2013 e 2016.

Ano	Total de Focos de calor	Ocorridas em Unidades de conservação	Ocorridas em área de desmatamento	Ocorridas em área de Floresta	Ocorridos em outras áreas urbanas ou rurais
2010	48	0	0	6	42
2013	66	0	1	10	56
2016	80	0	0	13	67

Fonte: Autores, com dados do PRODES (2010, 2013 e 2016).

Conforme apresentado no Quadro 1, um dos pontos de foco de calor em 2013 foi identificado como áreas de desmatamento no PRODES 2013, e ocorreu no município de Santa Isabel do Pará. Quando verificado a ocorrência na classe de uso do solo “Floresta”, verificou-se que dos 66 focos de calor detectados em 2013, há 10 pontos de intersecção distribuídos nos seguintes municípios: 5 em Castanhal, 3 em Santa Bárbara do Pará, 1 em Benevides e 1 em Santa Izabel.

Na análise realizada para o ano de 2016, identificou-se que nenhum dos pontos de foco de calor ocorreu em áreas de desmatamento no PRODES 2016. Porém, dos 80 focos de calor detectados em 2016, 13 foram em áreas com a classe de uso “Floresta”, sendo, 6 em Castanhal, 3 em Benevides, 2 em Belém, 1 em Santa Bárbara do Pará e 1 em Santa Izabel.

Considerando que muitos focos de calor ocorreram em área de Floresta, mas não foram considerados como desmatamento no PRODES, pode-se induzir que estes estejam associados com alterações antrópicas em forma de queimadas e incêndios florestais, mas devido ao baixo impacto, ou seja, menos que 6,25 ha, não é capaz de ser detectado pelos sistemas de monitoramento do desmatamento.

Os demais focos de calor que não foram detectados em áreas de floresta ou de desmatamento, ocorreram em outras áreas urbanas ou rurais com histórico anterior de atividades agrícolas, sendo que nestas podem ter ocorrido em associação com as práticas tradicionais de queima para limpeza da área, com o objetivo de preparar o solo para o próximo cultivo ou recuperação de pastagens. Esses processos podem ocorrer também na agricultura extensiva associada à expansão e manutenção da fronteira agrícola, que além de utilizar o fogo como ferramenta de manejo, causa também a degradação das florestas primárias e secundárias (LATORRE et al., 2017).

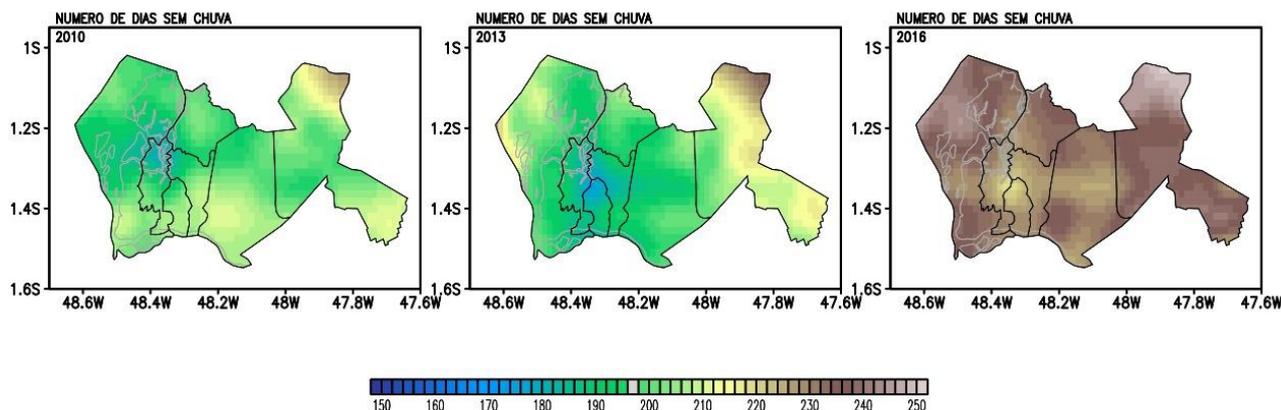
No trabalho de Lazzarini et al. (2016), em áreas urbanizadas, os incêndios são mais restritos, devido à menor quantidade de vegetação passível de queima e à maior quantidade de barreiras à propagação, justificando o grande número de ocorrências de focos de calor em áreas urbanizadas.

Por fim destaca-se que, para os anos estudados, não foi identificada a ocorrência de focos de calor em nenhuma área de unidade de conservação estadual ou municipal, levando a concluir que estas são realmente efetivas enquanto instrumentos de conservação ambiental nas áreas da região metropolitana de Belém.

Focos de calor e a relação com padrões de precipitação na RMB

De acordo com a Figura 3, pode-se perceber que quanto maior a área dos dias sem chuvas, maior é a intensidade dos focos de calor, onde observa-se que no período de 2010 a 2016, os dias sem chuvas foram se tornando mais comuns, começando pelo entorno da Região Metropolitana de Belém.

Figura 3: Mapa de dias sem chuva da Região Metropolitana de Belém, nos anos de 2010, 2013 e 2016.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Na RMB, uma anomalia positiva no padrão de chuvas foi registrada no ano de 2010. Esta anomalia foi associada ao evento de La Niña (forte) no Oceano Pacífico e ao favorecimento do gradiente inter-hemisférico do Oceano Atlântico, onde os focos de calor observados não foram tão intensos, decorrente dos menores dias de déficit hídrico para a área de estudo. No ano de 2013, a área permanece sobre a influência de um ramo ascendente entre a troposfera pela neutralidade das águas do Pacífico, porém já percebe um contraste mais acentuado nos focos, que se intensifica no ano de 2016, presença do evento de El Niño (muito forte), cujo um maior número de dias sem chuva observados foram importantes para intensificação dos focos de calor. Percebe – se que os eventos do El Niño Oscilação Sul (ENOS) pode ter influenciado os focos de calor mais intensos dos anos estudados, os quais em sua maioria ocorreram em classes de floresta, no município de Castanhal.

CONCLUSÕES

Os incêndios e as queimadas a cada ano aumentam em número e em área queimada, causando a degradação do meio ambiente, erosão do solo, destruição da cobertura vegetal, perda da biodiversidade e alterações em ciclos hidrológicos.

Focos de calor, é uma ferramenta muito difundida para o monitoramento de queimadas e incêndios, no caso da Região Metropolitana de Belém, foram detectados 194 focos ocorridos nos anos de estudo, ou seja, 2010, 2013 e 2016. Nenhum dos focos de calor detectados ocorreu em áreas de unidade de conservação, os focos aumentaram no ano de 2016 com 80 ocorrências, durante as estações



**V SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**
Campus Universitário da UFAM, Manaus, 14 a 17 de Agosto de 2018

climatologicamente secas definidas para a Amazônia, 67 ocorreram em outras áreas urbanas ou rurais e 13 foram em áreas com a classe de uso “Floresta”, sendo, os com maiores ocorrências, Castanhal (6), Benevides (3) e Belém (2), pode-se induzir que estes estejam associados com alterações antrópicas em forma de queimadas e incêndios florestais, já que não foram considerados como desmatamento pelo PRODES.

Esses processos antrópicos, estão associados à expansão e manutenção da fronteira agrícola, que além de utilizar o fogo como ferramenta de manejo, causa também a degradação das florestas primárias e secundárias. Nas áreas mais urbanizadas, os focos são menores devido a menor quantidade de vegetação existente.

Conclui-se que a ocorrência e intensificação de fenômenos climático/meteorológicos tais como La Niña (2010) e El Niño (2016), podem diminuir e aumentar os focos de calor e fogo que causam os incêndios florestais devido ao aumento dos números de dias sem chuva e menor umidade. Onde, mesmo com a detecção de fogo em vegetação via satélite ter uma ampla abrangência, ainda há limitações técnicas que impedem queimadas controladas ou incêndios de pequeno porte, geralmente com linha de frente do fogo com largura inferior a 50 metros, sejam detectados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. O.; YAMAMOTO, M.; CUNNINGHAM, C.; FONSECA, M. G.; FERNANDES, L. K.; PIMENTEL, A.; BROWN, F. SILVA JUNIOR, C. H. L.; LOPES, E. S. S.; MOREIRA, D. S.; SALAZAR, N.; ANDERE, L.; ROSAN, T. M.; REIS, V.; ARAGÃO, L. E. O. C. Utilização de dados orbitais de focos de calor para caracterização de riscos de incêndios florestais e priorização de áreas para a tomada de decisão. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 69/1, p. 163-177, 2017.

CAMARA, G.; VALERIANO, D. VIANEI, J. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. 37 p. INPE, 2013. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/metodologia_taxaprodes.pdf

CASTRO, F. R.; BASTOS, D. M. R. F.; LUANA, M. M. S.; NUNES, J. L. S. Impactos das queimadas sobre a saúde da população humana na Amazônia maranhense. **Revista Pesquisa e Saúde**. v.17, n.3, p. 141-146, 2016.

FERREIRA, D. V. S.; SILVA, A. S. A.; STOSIC, T.; STOSIC, B. Identificação dos períodos de seca na Amazônia através de entropia de permutação das queimadas. **Revista Brasileira Biomass**, Lavras, v.35, n.3, p.587-599, 2017.

IBGE. **Mudanças na Cobertura e Uso da Terra 2000 - 2010 - 2012 – 2014**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da->



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA
Campus Universitário da UFAM, Manaus, 14 a 17 de Agosto de 2018

terra/10867-cobertura-e-uso-da-terra.html?=&t=cobertura-e-uso-da-terra> Acessado em: 30 de maio de 2018. 2016.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Portal de Monitoramento de Queimadas e Incêndios.** 2018. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>> Acessado em 30 de maio de 2018.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Manual do brigadista.** 15 p. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Relatório de Pesquisa: Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: arranjos institucionais de gestão metropolitana. Região Metropolitana de Belém. 2015.

JOYCE, R. J., JANOWIAK, J. E., ARKIN, P. A., XIE, P. CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. **J. Hydromet.**, v.5, p.487-503. 2004.

LATORRE, N. S.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.; ANDERE, L.; DUARTE, V.; ARAI, E.; LIMA, A. Impactos de queimadas sobre diferentes tipos de cobertura da terra no leste da Amazônia legal brasileira. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 69/1, p. 179-192, Jan/fev. 2017.

LAZZARINI, G. M. J.; FERREIRA, L. C. C.; FELICÍSSIMO, M. F. G.; OLIVEIRA, L. N.; ALVES, M. V. G. Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanizadas e entorno. *Ciência e Natura*, v. 38, n. 3, p. 1265-1275, Universidade Federal de Santa Maria. 2016.

LOPES, A. C. L.; FREITAS, A. V. M.; COSTA, D. O.; BELTRÃO, N. E. S.; TAVARES, P. A. Análise da distribuição de focos de calor no município de Novo Progresso, Pará. **Revista Verde**, Pombal–PB, v. 12, n.2, p.298-303, 2017.

LORENZO, J. M. F.; TERAMOTO, E. T.; SANCHEZ-ROMAN, R. M.; GONZALEZ, A. M. G. O.; ESCOBEDO, J. F. Influência das queimadas no comportamento das chuvas nos municípios de Botucatu e Piracicaba, Estado de São Paulo. *Irriga*, Botucatu, Edição Especial, **IRRIGA & INOVAGRI**, p. 168-178, 2015.

MARENGO, J.A.; TOMASELLA, J.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, v. 38, 2011.



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA
Campus Universitário da UFAM, Manaus, 14 a 17 de Agosto de 2018

MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, B. F. S. Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga. Brasília: **Universidade de Brasília**, 187p. 1996.

PARÁ -Estado. **Pará Sustentável**. 2016. Disponível em:
<<http://www.parasustentavel.pa.gov.br/downloads/>> Acessado em 30 de maio de 2018.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal Sul-Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 809-816, out.-dez., 2015.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S. Queimadas controladas e incêndios florestais no estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2015. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 561 - 570, 2016.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S.; RIBEIRO, G. T.; FERNANDES, P. A. M. Development of a fire danger index for Eucalypt plantations in the northern coast of Bahia, Brazil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 601-610, 2013.