

Interferência do Regime Pluviométrico na Incidência de Focos de Calor no Sudeste Paraense considerando o fenômeno El Niño Oscilação- Sul

Interference of Rainfall Regime in Heat Spotlights incidence in Southeast Pará Considering the El Niño Southern - Oscillation

Edkeyse Dias Gonçalves^{*1}, Raisa Rodrigues Neves², Lilian Paixão Aleixo de Sousa³, Eudirbe Castro de Araujo⁴

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo quantificar a ocorrência do número de focos de calor em 9 municípios localizados no Sudeste Paraense e verificar sua relação com o regime pluviométrico da região, considerando a interferência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. Para isso, foram utilizados dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e ferramentas do Sistema de Informações Geográficas. Após a obtenção dos dados, foram criados mapas de densidade pelo método de Kernel para representar as incidências de queimadas. Os dados de precipitação foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas (ANA) e as falhas foram preenchidas através do método de ponderação regional. A partir disso, foi possível elaborar gráficos para comparar os períodos de ocorrência de focos de calor com o regime pluviométricos da área em estudo. Como resultados, verificou-se que no ano de 2010 houve uma redução nos índices de chuva dos municípios, principalmente nas áreas de Cumaru do Norte, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia, representadas pelos maiores números de foco de calor (31%, 22% e 20% respectivamente) e precipitações inferiores a 200 mm/ano, podendo a ocorrência do fenômeno El Niño nesse período ser um dos responsáveis pela diminuição da distribuição de chuvas na região. Em anos de La Niña verificou-se um aumento dos índices de chuva e redução da incidência dos focos de calor, garantindo que a existência de relação entre o fenômeno Enos e a ocorrência de focos de calor na região.

Palavras-chaves: Focos de calor. Regime Pluviométrico. Fenômeno Enos.

Abstract: This study aimed to quantify the occurrence of the number of heat sources in 9 municipalities in Southeastern Pará and verify its relationship with the rainfall in the region, considering the interference of weather phenomena El Niño and La Niña. For this, were used data from the National Institute for Space Research and Geographic Information System tools. After obtaining the data, they were created density maps by Kernel method to represent the impact of fires. The rainfall data were obtained from the Hydrological Information System (ANA) and the failures were filled by regional weighting method. From this, it was possible to draw graphs to compare the periods of occurrence of hot spots with the rainfall regime in the study area. As a result, it was found that in 2010 there was a reduction in rainfall rates of municipalities, mainly in North Cumaru, Santa Maria das Barreiras and Santana do Araguaia, represented by the higher heat focus numbers (31% 22% and 20% respectively) and lower rainfall 200 mm/year and the occurrence of the El Niño phenomenon in this period be one of those responsible for the decrease in rainfall distribution in the region. In La Niña years there was a increase of rain rates and reducing the incidence of hot spots, ensuring that the existence of relationship between ENSO and the occurrence of hot spots in the region.

Key words: Heat Spotlights. Rainfall regime. ENSO phenomenon.

INTRODUÇÃO

No Brasil, especificamente na região Amazônica muitos estudos mostram que a incidência de queima da vegetação tem relação direta com atividades agrícolas e a agropecuária. A prática do fogo nessas atividades é amplamente utilizada por proprietários rurais, por acreditarem que o ato de atear fogo na vegetação pode prolongar a recuperação parcial da fertilidade do solo e o rejuvenescimento de gramíneas para o pasto. Por outro lado, alguns estudos mostram que o fogo na floresta é intensificado por

fatores meteorológicos, o que pode implicar na magnitude de ocorrência dos focos de calor devido os eventos de maiores ou menores índices pluviométricos (JUSTINO et al., 2002; SCHROEDER et al., 2009).

O fogo na Amazônia foi classificado segundo Schroeder et al. (2009) em quatro grupos: fogo de desmatamento, provocado pela ação antrópica com objetivo de facilitar a limpeza da terra para conversão da floresta em cultivo e pastagem; fogo de manutenção, caracterizado como fogo intencional usado no manejo de pastagens e na limpeza de sobras residuais da colheita; fogo acidental, aquele que

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/08/2016; aprovado em 30/08/2016

¹Mestranda em Engenharia Hídrica, Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém; (91) 98270-6482, edkeyse.jesus@hotmail.com

²Mestranda em Engenharia Hídrica, Universidade Federal do Pará - UFPA, raisanevesufpa@gmail.com

³Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará - UFPA, lilian_p.sousa@hotmail.com

⁴Mestrando em Engenharia Hídrica, Universidade Federal do Pará - UFPA, eduirbe@gmail.com

ocorre em florestas suscetíveis ao fogo em razão da maior quantidade de matéria seca disponível e da abertura do dossel às correntes de ar e ventos que ajudam a alimentar as frentes de fogo e o fogo natural provocado por fenômenos naturais como descargas elétricas, atrito produzido pela queda de rochas e o fogo vulcânico.

Justino e Andrade (2000) afirmam que incêndios em condições naturais são iniciados em consequência direta das condições meteorológicas propícias, tais como: ausência de precipitação, altas temperaturas, baixa umidade do ar, déficit hídrico e ventos fortes. Segundo Cavalcanti et al. (2009); Leal e Souza (2011) o principal sistema atmosférico atuante na Amazônia é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável por aproximadamente 70% das chuvas na região; no entanto esse sistema pode apresentar maior ou menor intensidade devido à influência de outros sistemas meteorológicos, como as Linhas de Instabilidade (LI) ou fenômenos climáticos, como El Niño

Oscilação-Sul (ENOS), o qual será abordado neste trabalho.

O fenômeno ENOS apresenta duas fases extremas, caracterizadas pelo aquecimento e resfriamento anômalo das águas superficiais em algumas áreas do Oceano Pacífico. O El Niño representa a fase quente ou positiva, enquanto o La Niña corresponde à fase fria ou negativa. Já os períodos que não possuem alterações significativas na Temperatura da Superfície do Mar (TSM) são chamados de fases “Neutras” (SATHICQ et al., 2015). As variações da TSM estão associadas com o Índice Oceânico do Niño (ION), que é a diferença de pressão entre o Centro-Leste e Oeste do Pacífico Tropical. A National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA, 2016) realiza o monitoramento dos valores de ION (Quadro 1) para identificar os períodos de ocorrência de El Niño (cor vermelha com temperaturas maiores que 0.5°C) ou La Niña (cor azul com temperaturas menores que -0.5°C).

Quadro 1: Ocorrência de El Niño e La Niña de acordo com valores de ION.

2010	1.3	1.1	0.8	0.5	0	-0.4	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.3	-1.4
2011	-1.3	-1.1	-0.8	-0.6	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8
2012	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.2
2013	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.5	-0.6	-0.4	-0.2	0	0	0	0	0.2	0.4	0.6	0.6

Fonte: NOAA, 2016.

Existe uma grande dificuldade em mapear áreas de grandes dimensões afetadas pelo fogo na Amazônia, portanto o geoprocessamento tornou-se uma ferramenta essencial, visto que possibilita manipular, visualizar diversos cenários e contabilizar dados georreferenciados possibilitando a interpretação da distribuição estatística desses dados, logo otimizando o tempo e o custo do monitoramento em área de ocorrência de queimadas. Uma ferramenta bastante utilizada em mapeamentos de focos de calor é o estimador de densidade Kernel, pois este estima a intensidade pontual dos focos de calor a partir de uma amostra de dados observados. O estimador de Kernel facilita identificar a densidade dos focos de calor no mesmo período e visualizar áreas que estão sob maior pressão do fogo (MAGALHÃES, 2012; SILVA et al., 2013).

O trabalho teve o objetivo de quantificar a ocorrência de focos de calor mensal no período de 2010 a 2014 para 9 municípios do sudeste paraense compreendido na região espacial do “Arco do desmatamento” da Amazônia Legal; relacionar o efeito da sazonalidade das precipitações mensais com a incidência de focos de calor mensais e mostrar comportamento espaço-temporal das precipitações e focos de calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), a Mesorregião do Sudeste paraense possui área de 297.375,78 km², abrangendo 39 municípios, no entanto para este estudo foram utilizadas apenas Figura 1. Mapa de localização dos municípios em estudo.

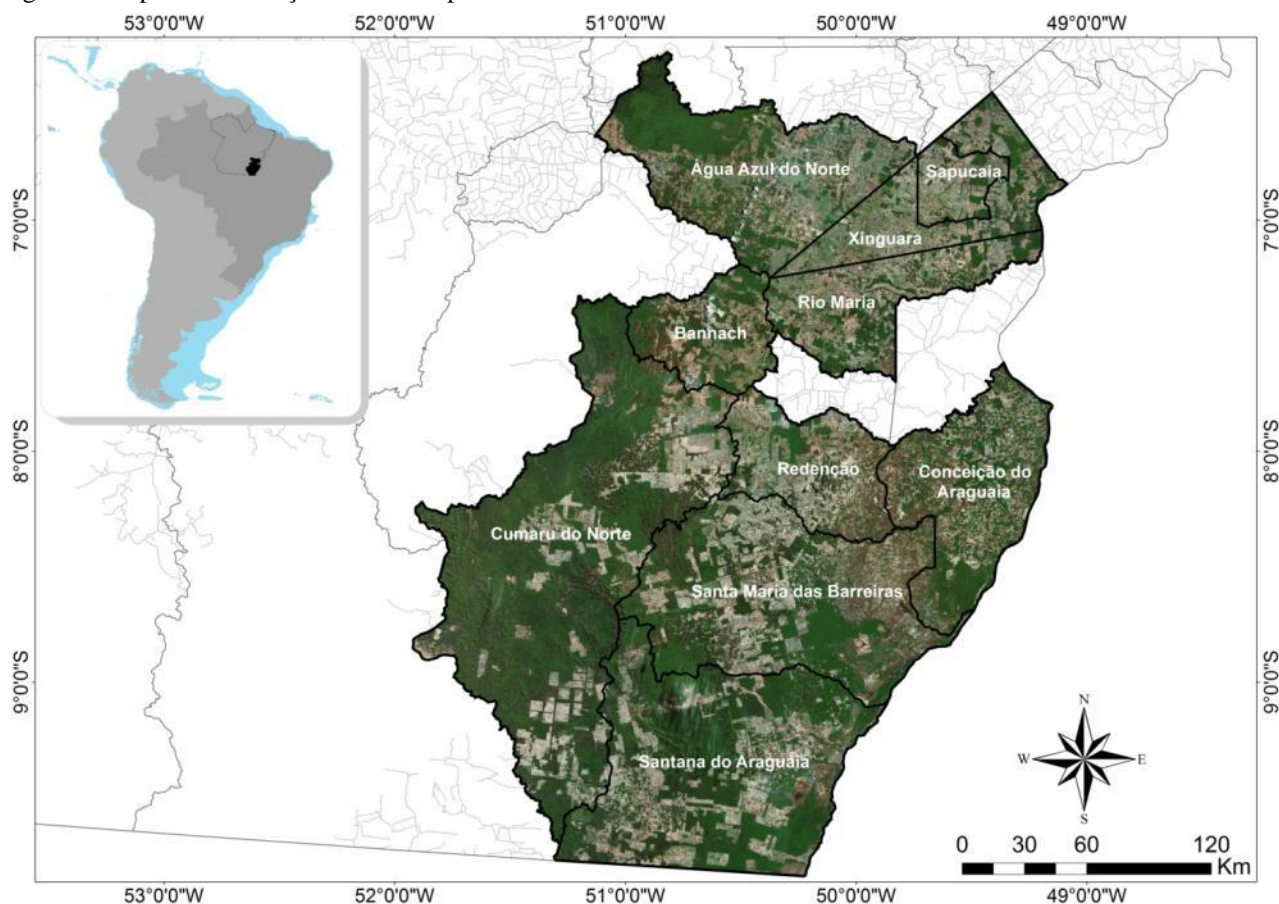
10 áreas devido à disponibilidade de dados pluviométricos. Os municípios selecionados foram: Água Azul do Norte, Bannach, Conceição do Araguaia, Cumaru do Norte, Redenção, Rio Maria, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, Sapucaia e Xinguara, além de pertencer à Região hidrográfica do Tocantins-Araguaia e Xingu, destacado na Figura 1.

As áreas selecionadas fazem parte da região do “Arco do Desmatamento” na Amazônia Legal, por estarem inseridas em regiões de intensas atividades agrícolas. O clima da região é caracterizado como tropical, com temperatura média de 26°C e possui dois períodos bem definidos: o chuvoso (outubro a abril), com ocorrência de mais de 90% das chuvas e o menos chuvoso (maio a setembro). Apresenta precipitação média mensal em torno de 154 mm (MME, 2009).

Base de Dados Focos de Calor

Os dados de focos de calor foram derivados a partir do satélite de referência NOAA-15 sensor Advance Very High Resolution Radiometer – AVHRR, tem capacidade de registrar temperaturas acima de 47° C, no entanto a partir do dia 22/08/2011 os dados deixaram de ser monitorados pelo NOAA-15 e passaram a serem monitorados pelo AQUA Sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – MODIS, no qual permitiu monitorar a mesma distribuição espacial e a mesma variação porcentual ao longo do tempo que os do NOAA-15. Os dados podem ser encontrados pelo Sistema de monitoramento de Queimadas do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em formato Shapefile (INPE, 2016).

Figura 1. Mapa de localização dos municípios em estudo.



Fonte: Autor (2016).

O processamento dos dados foi realizado com ferramentas de SIG, primeiramente realizou-se a contagem de focos de calor mensal correspondente aos anos de 2010 a 2014 para cada município da área em estudo, posteriormente fez-se a relação desses dados de focos de calor mensal com a ocorrência de precipitação mensal para o

mesmo período. E para se ter uma visão geral da quantidade de focos de calor contabilizados a partir de valores mensais, fez-se a soma dos valores mensais para cada ano de cada município, originando os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Soma dos focos de Focos de Calor mensais para cada município e ano.

Municípios	Focos de Calor					Total	P (%)
	2010	2011	2012	2013	2014		
Água Azul do Norte	462	83	177	63	312	1097	6
Bannach	447	61	95	82	228	913	5
Conceição do Araguaia	789	113	266	289	243	1700	9
Cumaru do Norte	3963	349	684	360	620	5976	31
Redenção	305	45	175	120	95	740	4
Rio Maria	109	54	80	145	110	498	3
Santa Maria das Barreiras	2286	284	743	462	522	4297	22
Santana do Araguaia	2281	263	516	419	320	3799	20
Sapucaia	15	12	20	18	37	102	1
Xinguara	91	43	45	62	109	350	2
Total						19472	100

Fonte: Autor (2016).

A partir dos dados de focos de calor foram gerados 6 mapas de densidade pelo método de Kernel correspondentes aos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 e aos focos acumulados entre 2010 e 2014. Cada foco de calor do satélite de referência avaliado foi considerado como um

evento para a estimativa de intensidade pelo interpolador de Kernel. O estimador de densidade Kernel encontra-se presente na extensão Spatial Analyst tools do software ArcInfo. Depois do mapa gerado, suas classes foram reamostradas por meio do algoritmo natural "Equal Interval"

e sua reclassificação resultou em 3 níveis de diferentes tonalidades de cores, representadas pelo verde escuro, alaranjado e vermelho.

Base de Dados Pluviométricos

No estudo foram selecionadas 12 estações pluviométricas de acordo com a Tabela 2. Os dados foram adquiridos da rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas - ANA. Para obtenção dos dados de precipitação adotaram-se as médias mensais, e para dados inexistentes adotou-se o preenchimento de falha através do Método da Ponderação Regional (TUCCI, 2012), Equação 1 a seguir.

$$P_x = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{N_x}{N_A} \cdot P_A + \frac{N_x}{N_B} \cdot P_B + \frac{N_x}{N_C} \cdot P_C \right) \quad (1)$$

Em que:

P_x - É a variável que representa a precipitação a ser estimada;

N_x - Precipitação média da estação com falha;

N_A , N_B e N_C - Média aritmética das precipitações nas estações vizinhas;

P_A , P_B e P_C - São as precipitações correspondentes ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observadas nas estações circunvizinhas utilizadas.

Tabela 2. Estações Pluviométricas Selecionadas.

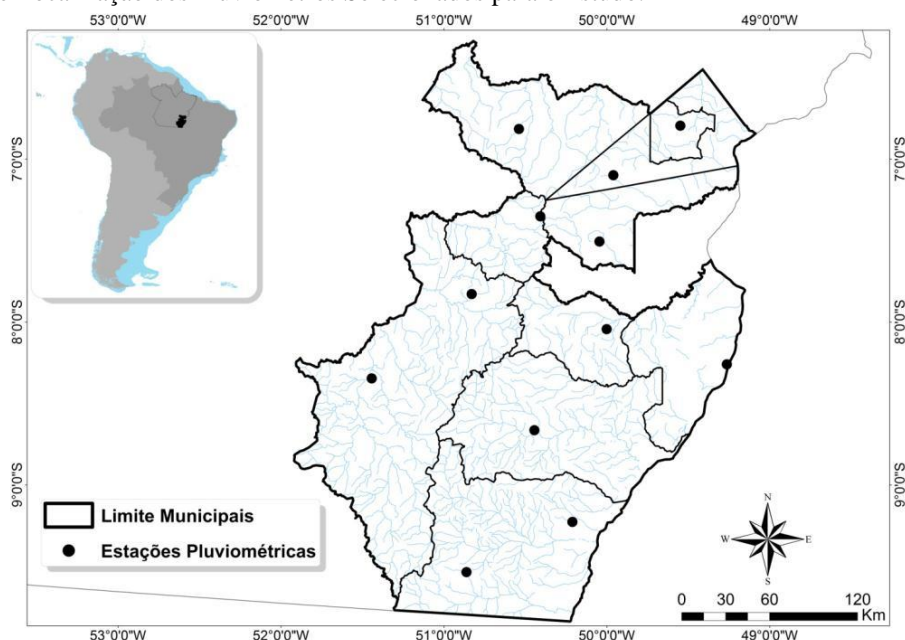
Municípios	Código da Estação	Latitude	Longitude
Agua Azul do Norte	650001	-6.81527778	-50.53888889
Bannach	750002	-7.35111111	-50.40805556
Conceição do Araguaia	849000	-8.26000000	-49.26305556
Cumaru do Norte	750000	-7.82833333	-50.82888889
Cumaru do Norte	851000	-8.34638889	-51.44277778
Redenção	850000	-8.04388889	-50.00055556
Rio Maria	750001	-7.50611111	-50.04472222
Santa Maria das Barreiras	850001	-8.66027778	-50.44416667
Santana do Araguaia	950001	-9.22750000	-50.21083333
Santana do Araguaia	950003	-9.53527778	-50.86083333
Sapucaia	649001	-6.79472222	-49.95972222
Xinguara	749002	-7.09861111	-49.95972222

Fonte: ANA- HIDROWEB (2015).

Com uso do software ArcMap 10.1 foi gerado o mapa de precipitação média mensal somente para o ano de 2010, a partir dos 12 postos pluviométricos presente na Figura 2, por meio do método de interpolação determinística, Inverse Distance Weighting – IDW. Este método tem como principal característica determinar a relação de dependência espacial, pois quanto mais próximo um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores,

ou seja, é possível realizar estimativas para regiões próximas, uma vez que o IDW estima valores dos indicadores não coletados em campo a partir de amostras de indicadores coletados de uma mesma área de estudo (LINHARES, 2012). Em seguida foram geradas as isolinhas com a ferramenta contour, para melhor visualizar os dados interpolados.

Figura 2. Mapa de Localização dos Pluviômetros Selecionados para o Estudo.



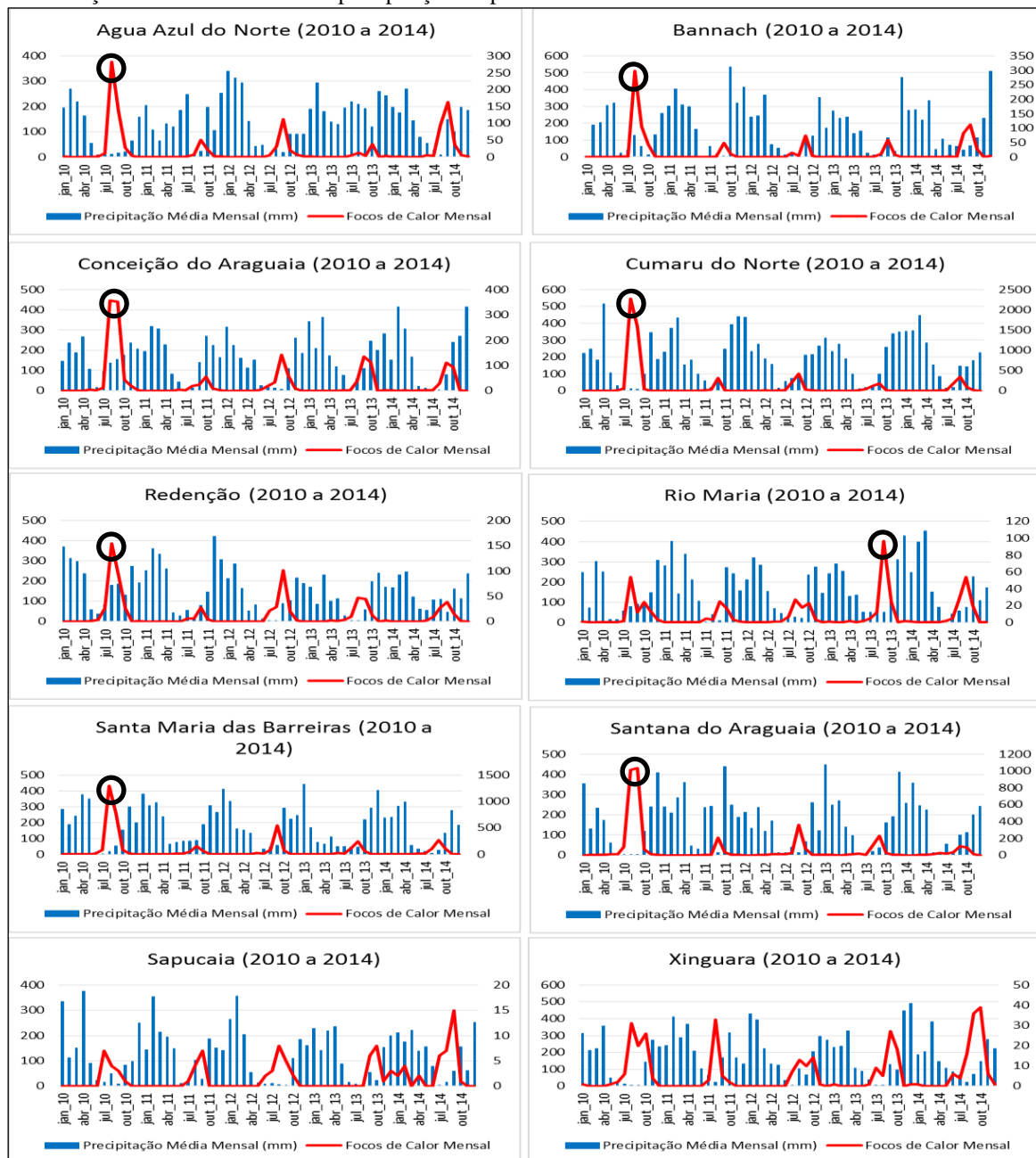
Fonte: Autor (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, foram criados gráficos para cada município no período estudado (2010 a 2014) para analisar o comportamento entre as ocorrências de

focos de calor com as precipitações médias mensais de cada ano. Através dos resultados, tornou-se mais simples verificar a relação existente entre as duas variáveis.

Figura 3. Relação entre focos de calor e precipitação no período de 2010 a 2014.



Fonte: Autor (2016).

A partir dos gráficos gerados na Figura 3, foi possível identificar a redução dos índices pluviométricos no ano de 2010 para os municípios: Água Azul do Norte, Bannach, Conceição do Araguaia, Cumaru do Norte, Redenção, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia. As áreas com maior destaque são Cumaru do Norte, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia, representadas pelos maiores números de foco de calor (31%, 22% e 20% respectivamente) e precipitações inferiores a 200 mm/ano. A ocorrência do fenômeno El Niño em 2010 pode ser considerada um dos fatores responsáveis pela redução das

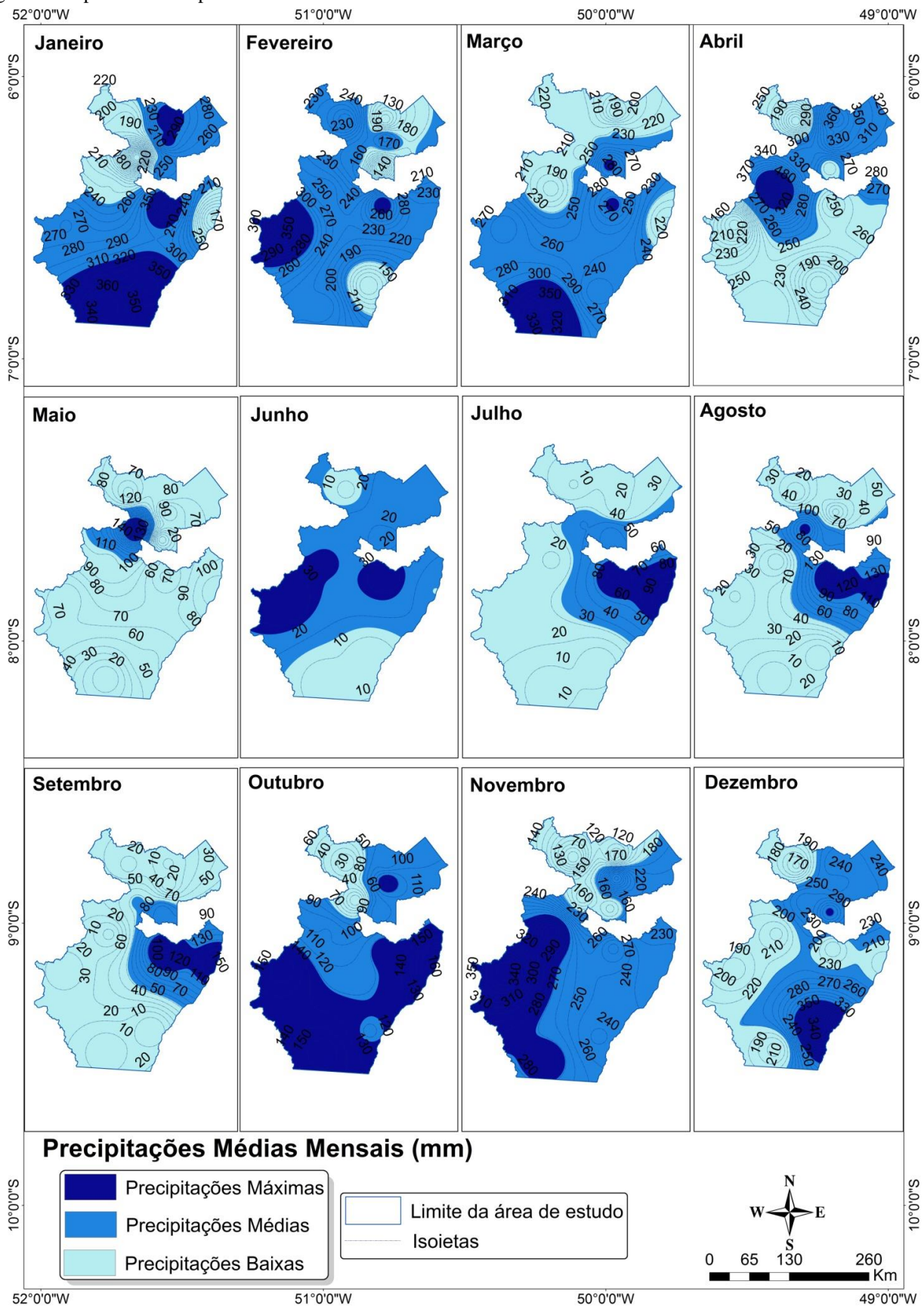
precipitações nessas áreas, pois o fenômeno ENOS é responsável por influenciar a posição da ZCIT e por isso é considerado fator de intensificação do sistema atmosférico (SANTOS et al., 2014). Já em anos de ocorrência do La Niña percebe-se o aumento dos índices pluviométricos e a redução do número de focos de calor, comprovando a relação entre fenômeno ENOS com a incidência de focos de calor, como nos estudos de NEPSTAD et al. (2008); Alencar, et al. (2011); Davidson et al. (2012).

Através do Método de Interpolação IDW foram criados mapas de isoietas mensais para os municípios selecio-

nados, sendo considerado o ano de 2010 o mais representativo por possuir o maior número de focos de calor dentre os cinco anos estudados, com um total de 10.748 pontos. Nos mapas foi possível visualizar a formação de ilhas de

precipitação, sendo claramente identificadas as áreas com maiores e menores índices pluviométricos, demonstrado na Figura 4.

Figura 4. Mapa de Isoietas para o ano de 2010.

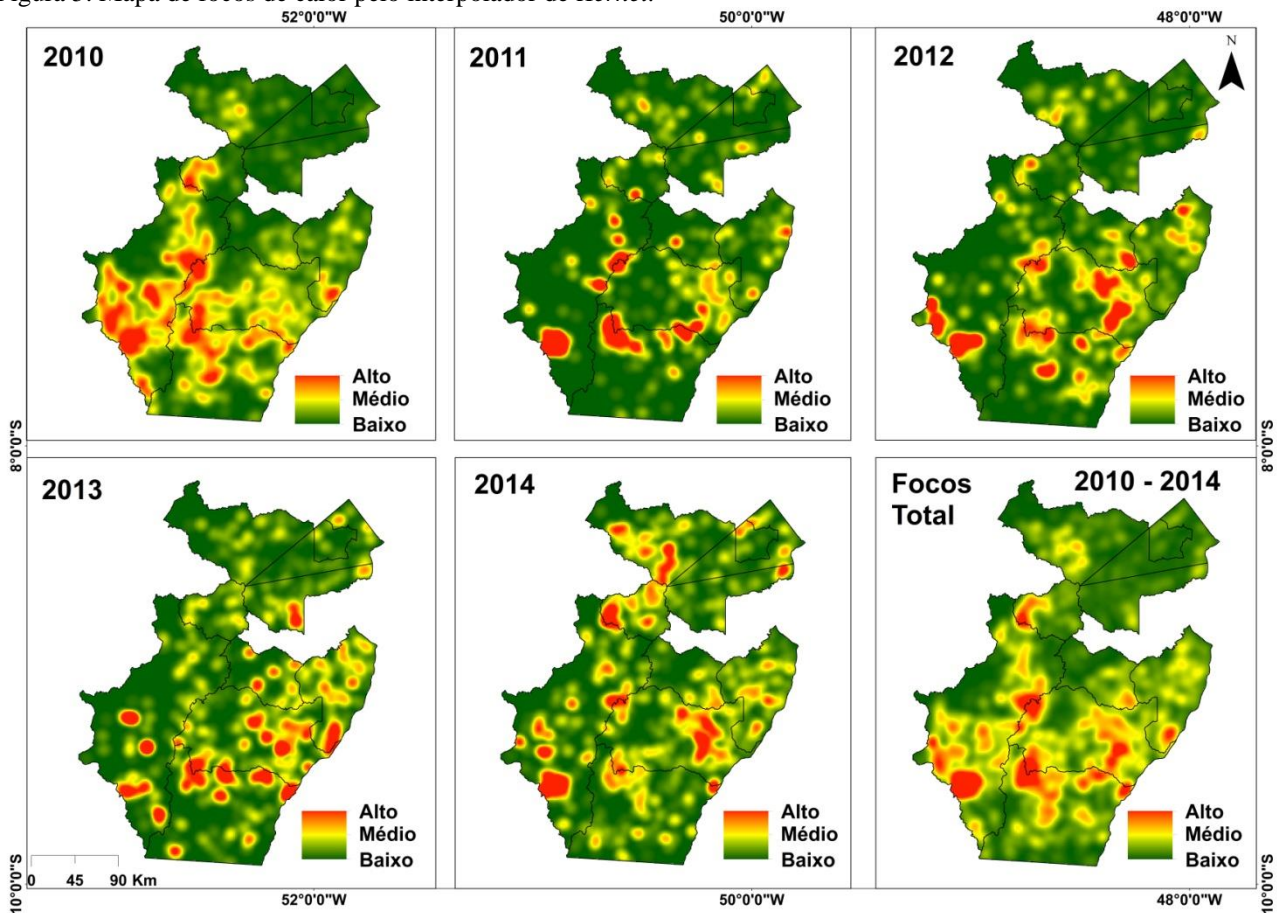


Fonte: Autor (2016).

Através dos mapas de isoietas verificou-se que a formação de ilhas com maiores precipitações ocorre nos meses de outubro a abril, enquanto os meses restantes apresentaram menores índices pluviométricos, formando ilhas com coloração menos intensa.

O interpolador de *Kernel* possibilitou a elaboração de mapas de intensidade de focos de calor para a região estudada, nos quais se verificou maior aglomeração de pontos nos municípios de Cumaru do Norte, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia para o ano de 2010.

Figura 5. Mapa de focos de calor pelo interpolador de *Kernel*.



Fonte: Autor (2016).

A ocorrência de elevados números de focos de calor está relacionada com a localização da área de estudo no “Arco do Desmatamento”, pois a intensificação de atividades relacionadas à agropecuária e as questões relacionadas ao uso e ocupação do solo têm provocado o aumento das taxas de desmatamento e queimadas nessa região. Ishihara et al. (2014) verificaram as tendências de precipitação em quatro quadrantes da Amazônia Legal (Norte, Sul, Leste e Oeste) e verificaram que houve um pequeno aumento dos índices pluviométricos, porém não significativos ao Norte dessa área, onde se encontra a região selecionada para este estudo. Logo, pode-se aferir que existe uma relação entre a precipitação e as taxas de desmatamento.

Os resultados encontrados neste trabalho confirmam o estudo realizado por Vasconcelos et al. (2015), que verificaram a grande relação dos focos de calor com as condições meteorológicas, pois precipitações mensais inferiores a 100 mm observou-se a incidência de focos na faixa de 78%, para os meses de agosto e setembro ocorreram 90% dos focos de calor, tornando claro que as condições meteorológicas contribuem significativamente no aumento da ocorrência de focos de calor na Amazônia.

CONCLUSÕES

O trabalho teve como objetivo relacionar os focos de calor com os índices de precipitação em nove municípios localizados no Sudeste Paraense de 2010 a 2014, períodos mais recentes para realizar essa avaliação. Para isso, foram utilizadas 12 estações pluviométricas e dados do INPE (2016). Foram elaborados gráficos para representar o comportamento da precipitação média mensal em cada área para relacionar com o fenômeno climático ENOS, no qual se pôde verificar a redução de chuva nos períodos de maiores ocorrências de focos de calor, sendo destacado o ano de 2010, 2011 e 2012 pela ocorrência do evento El Niño.

Com os dados de precipitação foram elaborados mapas de isoietas mensais pelo interpolador IDW apenas para o ano de 2010, considerado o mais significativo por sete municípios apresentarem maiores focos de calor e menores precipitações nesse ano. Verificou-se pela intensidade da coloração nos mapas que os maiores índices de chuva ocorrem de Outubro a Abril, formando ilhas bem distribuídas. Com os dados de queimada foram elaborados mapas de intensidade pelo interpolador de *Kernel* para

verificar a localização dos focos de queimada para cada ano, sendo possível destacar os municípios de Cumaru do Norte, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia, que apresentaram os maiores índices de calor para o ano de 2010.

Neste trabalho, concluiu-se que existe uma relação entre os índices pluviométricos e os focos de queimada no Sudeste Paraense, pois o aumento de uma variável ocasiona a redução da outra, sendo que o comportamento das chuvas é influenciado principalmente pela ZCIT, a qual tem o fenômeno ENOS como fator de intensificação deste sistema. A localização da área estudada é um agravante no número de focos de calor, visto que representa uma região com intensas atividades de modificação do uso do solo, como a agropecuária, tornando essas áreas mais susceptíveis à ocorrência de fogo natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A.; ASNER, G. P.; KNAPP, D.; ZARIN, D. Temporal variability of forest fires in eastern Amazonia. **Ecological Applications**, Washington, vol. 21, n. 7, p. 2397 - 2412, 2011.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. **Clima e Tempo no Brasil**. São Paulo. Oficina de Texto. 463. 2009.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C. de; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES-FILHO, B. S.; SOUSA JR; C. M.; WOFSEY, S. C. The Amazon basin in transition. **Nature**, Filadélfia, vol. 481, n. 10717, p. 321 - 328, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas digitais**. Município 2010. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2010/pa/> Acesso: 29 mar. 2016.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Queimadas. **Monitoramento de Focos**. 2016. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em: 04 mar. 2016.

ISHIHARA, J. H.; FERNANDES, L. L.; DUARTE, A. A. M.; DUARTE, A. R. C. L. M.; PONTE, M. X.; LOUREIRO, G. E. Quantitative and Spatial Assessment of Precipitation in the Brazilian Amazon (Legal Amazon) - (1978 to 2007). **RBRH - Revista Brasileira De Recursos Hídricos**, Porto Alegre, vol. 19, n. 1, p. 29 - 39, 2014.

JUSTINO, F. B; ANDRADE, K. M. **Programa de Monitoramento de Queimadas e Prevenção de Controle de Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento na Amazônia** (PROARCO). 2000. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-0f55204874fa9f61-6855c3c7921ed3b0.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2016.

LINHARES, F. M. **Vulnerabilidade Intrínseca e Risco de Contaminação do Aquífero Livre da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame - PB**. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Urbana e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2012.

MAGALHÃES, G. B. O Uso do Geoprocessamento e da Estatística nos Estudos Ecológicos em Epidemiologia: O Caso da Dengue em 2008 na Região Metropolitana de Fortaleza. **Revista Brasileira De Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, vol. 8, n. 15, p. 63 - 77, 2012.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Nota Técnica DEA 01/09: Análise Socioambiental de Alternativas para o Atendimento ao Sudeste do Pará, Nordeste de Mato Grosso e Centro Oeste de Tocantins (Relatório 1)**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2009.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; SOARES FILHO, B.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, Reino Unido, vol. 363, n. 1498, p. 1737 - 1746, 2008.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. **ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions**, 2016. Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf>. Acesso em jan. de 2016.

SANTOS, J. S. dos; MOTA, M. A. S. da; ROCHA, E. J. P. da. Classificação climatológica da energia potencial disponível para convecção na cidade de Belém - PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, vol. 29, n. spe, p. 60 - 72, 2014.

SATHICQ, M. B.; BAUER, D. E.; GÓMEZ, N. Influence of El Niño Southern Oscillation phenomenon on coastal phytoplankton in a mixohaline ecosystem on the southeastern of South America: Rio de la Plata estuary. **Marine Pollution Bulletin**, France, vol. 98, n 1 - 2, p. 26 - 33, 2015.

SCHROEDER, W.; ALENCAR, A.; ARIMA, E.; SETZER, A. A Distribuição Espacial e Variabilidade Interanual do Fogo na Amazônia. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. Amazonia and Global Change. **USA: American Geophysical Union**, 2009, Section I, p. 43 - 60.

TUCCI, C. E.M. (org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª Edição. Porto Alegre - RS. Editora da UFRGS e EDUSP ABRH, 2012. 943p.

VASCONCELOS, S. S. de; FEARNSSIDE, P. M.; GRACA, P. M. L. de A.; SILVA, P. R. T. da; DIAS, D. V. Suscetibilidade da vegetação ao fogo no sul do Amazonas sob condições meteorológicas atípicas durante a seca de 2005. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, vol. 30, n. 2, p. 134 - 144, 2015.