

## VI-018 - ANÁLISE ESPACIAL DAS QUEIMADAS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARÁ, NO PERÍODO DE 2015.

**Karla de Souza Santos** <sup>(1)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém – IESAM

Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. PIBIC/CNPq do Instituto Evandro Chagas - Laboratório de Geoprocessamento, processo nº 154716/2015-4

**Dayane Dantas da Silva** <sup>(2)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém - IESAM

**Clistenes Pamplona Catete** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual do Pará (UEPA). Mestre em Geofísica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Técnico em Pesquisa e Investigação Biomédica - Instituto Evandro Chagas (IEC)

**Luís Henrique Rocha Guimarães** <sup>(4)</sup>

Arquiteto e Urbanista pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Especialista em Georreferenciamento, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto pela Estácio IESAM. Mestrando em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia pela Universidade Federal do Pará. Técnico em Pesquisa e Investigação Biomédica - Instituto Evandro Chagas (IEC).

**Ricardo José de Paula Souza e Guimarães** <sup>(5)</sup>

Doutor em Biomedicina pelo Instituto de Ensino e Pesquisa da Santa Casa de Belo Horizonte. Tecnologista (Pesquisa e Investigação Biomédica em Saúde Pública) no Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Evandro Chagas / SVS / MS.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rodovia BR 316, Km 7, s/n. Laboratório de Geoprocessamento, Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Levilândia - Ananindeua - Pará - CEP: 67030-000 - Brasil - Tel: +55 (91) 3214-2469 - e-mail: karla.ssantos@hotmail.com.

### RESUMO

As queimadas apresentam-se como um dos principais problemas ambientais devido ao fato da grande emissão de gases na queima da biomassa contribuindo com o efeito estufa, além das consequências geradas como a degradação do solo, mudanças físicas, químicas e biológicas no ecossistema, prejuízos econômicos e sociais. Este estudo tem como objetivo elaborar mapas temáticos a partir de análises espaciais de focos de queimada no ano de 2015 no estado do Pará, utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG). O estudo foi realizado nos 144 municípios que compõem o estado do Pará. As informações referentes aos focos de queimadas foram obtidas do INPE, as imagens de satélite do PRODES/INPE e as bases cartográficas do IBGE. O processamento dos dados se deu por meio do software *ArcGIS* que culminou na geração de mapas de distribuição espacial entre outros. Após as análises dos mapas de distribuição espacial verificou-se que o período menos chuvoso apresentou os maiores índices de focos de queimadas com 493.125 focos, já o período chuvoso apresentou 6.820 focos. As maiores concentrações de focos de queimadas estão localizadas no nordeste e sudeste do estado, onde o município de São Felix do Xingu apresentou o maior número de casos (34.820), seguido de Altamira (31.492) e Paragominas (25.630). São Felix do Xingu liderou o ranking de desmatamento e de maior produtor bovino do estado do Pará em 2014. A partir das análises do mapa coroplético de focos nos municípios, notou-se que apresentaram maiores índices de focos de queimadas os municípios que possuem grandes extensões territoriais, o que pode ter influenciado na quantidade dos focos. Porém, o mapa coroplético dos focos dividido pela área dos municípios demonstrou grande diferença em comparação com o mapa coroplético dos focos. Os municípios que apresentaram a maior incidência de casos estão situados na área onde ocorreram os desmatamentos. Assim, constatou-se que pode haver relação das queimadas com o desflorestamento para a introdução de atividades agropecuárias nos municípios. Esse estudo demonstrou a importância das análises espaciais nos problemas ambientais, pois estas ferramentas computacionais ajudam a analisar o problema e suas variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Queimadas, Geoprocessamento, Análise Espacial.

## INTRODUÇÃO

Entre os vários problemas ambientais enfrentados pelo Brasil, as queimadas estão entre as principais, uma vez que as emissões dos gases resultantes da queima da biomassa colocam o país entre os principais responsáveis pelo lançamento de gases do efeito estufa no planeta. Além de contribuir com o aquecimento global e consequente mudanças climáticas, causam inúmeros prejuízos econômicos, sociais e ambientais, perda da biodiversidade, desertificação e desflorestamento (IBAMA, 2016).

A questão das queimadas e incêndios das florestas tropicais, especialmente da Floresta Amazônica Brasileira, figura entre os principais problemas que têm origem num processo histórico complexo de utilização não adequada de seus recursos naturais e que ameaça a sua sustentabilidade (IBAMA, 2010).

Conforme o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2016), em 2015 o Pará teve o maior índice de queimadas da Amazônia Legal com 499.945 focos de queimadas, causando danos significativos nas áreas incendiadas e aos arredores, assim, segundo Nespstad (et al., 1999), o fogo na região Amazônica pode ser dividido em três tipos principais de acordo com sua natureza: as “queimadas para desmatamento” são intencionais e estão associadas a derrubada e à queima de floresta, os “incêndios florestais rasteiros” são provenientes de queimadas que escapam ao controle e invadem florestas primárias ou previamente exploradas para madeira e as “queimadas e os incêndios em áreas já desmatadas” resultante do fogo intencional ou acidental em pastagens, lavouras e capoeiras.

Como consequência da queimada estão dentre outras a degradação do solo, que altera as características físicas, químicas e biológicas de todo o ecossistema, o empobrecimento do solo causado pela eliminação dos microorganismos essenciais para a fertilização que alteram os nutrientes, como o cálcio, enxofre e potássio, além de liberar uma enorme quantidade de fumaça e partículas, aumentando o teor de gás carbônico na atmosfera (BERNARDY et al., 2011), contribuindo assim para a poluição atmosférica.

Neste contexto, existe a necessidade de se avançar continuamente no controle às queimadas em ambientes naturais, o que motiva a produção de tecnologias que proporcionem o monitoramento da ocorrência das queimadas. O Sistema de Informação Geográfica (SIG), com dados oriundos de sensoriamento remoto, podem proporcionar uma visão geral da distribuição temporal, espacial e identificar padrões dos incêndios florestais em diferentes escalas (PEREIRA et al., 2013). No ambiente do SIG, é possível armazenar, inserir, administrar, analisar e apresentar dados espaciais na forma de mapas, relatórios, gráficos e diagramas. Ainda há a possibilidade de fazer sobreposição de informações e análises espaciais (OLIVEIRA, 2002).

Diante o exposto, o estudo teve como finalidade elaborar mapas temáticos a partir de análises espaciais dos focos de queimadas no estado do Pará, no ano de 2015, utilizando um SIG.

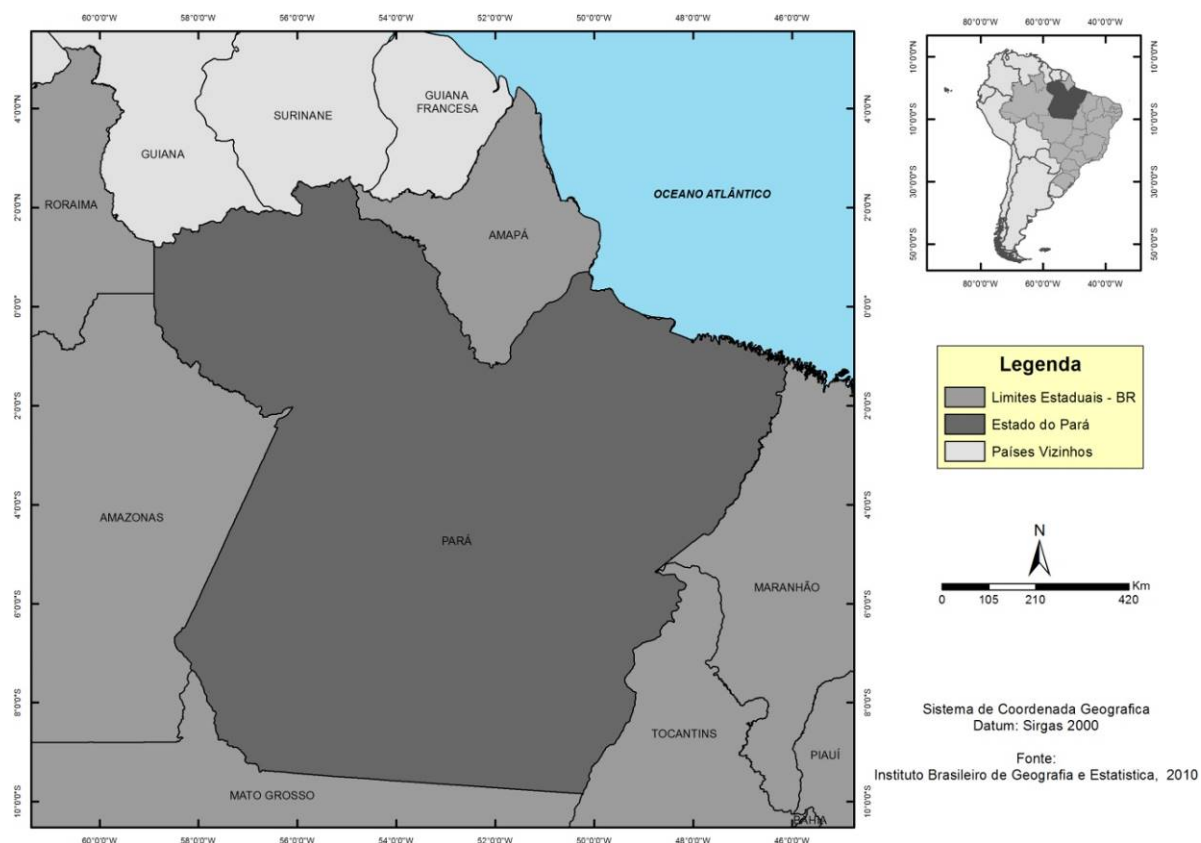
## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi o estado do Pará, este possui 144 municípios, localizado na região norte do Brasil, com limites: o Suriname e o Amapá a norte, o oceano Atlântico a nordeste, o Maranhão a leste, Tocantins a sudeste, Mato Grosso a sul, o Amazonas a oeste e Roraima e a Guiana a noroeste (Figura 01). Este é um dos maiores estados do país com uma área de aproximadamente 1.247.954,67 km<sup>2</sup>, possui uma população estimada para 2015 de 8.175.113 habitantes (IBGE, 2013).

As informações de focos de queimadas nos município do estado do Pará em 2015 foram obtidas no portal do INPE (<http://queimadas.inpe.br>) que trata do monitoramento de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites. Os satélites utilizados no monitoramento de queimadas detectam frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, menos que isso não é contabilizado (INPE, 2016).

A imagem classificada com dados de desmatamento foi obtida do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite - PRODES do site (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>).



**Figura 01: Mapa de localização do estado do Pará, Brasil.**

As bases cartográficas, limites de município, estado e país, foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<http://www.ibge.gov.br/>).

Outras fontes secundárias foram utilizadas na pesquisa: livros, revistas, artigos técnicos e rede mundial de computadores.

## PROCESSAMENTO DE DADOS

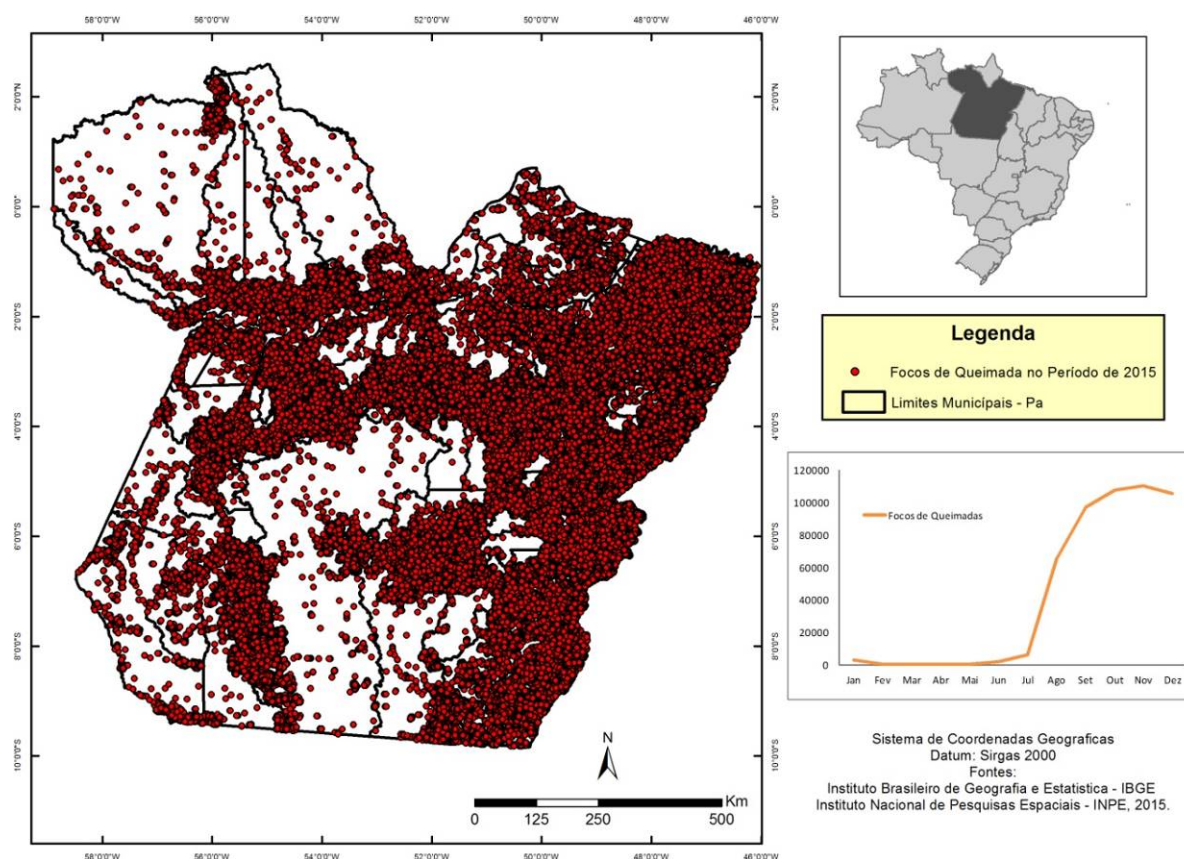
O processamento, análise e interpretação dos dados de foco de queimada foram realizadas no software *ArcGIS*.

No SIG foram realizados os procedimentos de análises espaciais como a distribuição espacial dos casos de queimadas por município, mapas coroplético temático representando as estatísticas de queimadas por município e mapa de desmatamento do estado do Pará.

## RESULTADOS

A Figura 02 apresenta a distribuição espacial e o gráfico mensal dos focos de queimada no estado do Pará no período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2015. Durante o período de estudo detectou-se 499.945 focos de queimadas nos 144 municípios do Pará.

No estado do Pará, localizado no hemisfério sul, na região equatorial, as estações se dividem apenas em períodos chuvosos e menos chuvosos (SECTAM, 2016). Dessa forma, nota-se que no gráfico da Figura 02 o período de maior incidência dos focos de queimadas foi na estação menos chuvosa, de junho a novembro, e em dezembro há declínio dos focos, verifica-se essa relação também na Figura 03, onde há a distribuição dos focos na época chuvosa e na época menos chuvosas.



**Figura 02: Distribuição espacial e gráfico dos focos de queimada nos municípios do Pará no ano de 2015.**

Apesar de o período chuvoso ser de dezembro a maio e o menos chuvoso de junho a novembro, neste estudo, determinou-se o período chuvoso de janeiro a junho e o menos chuvoso de julho a dezembro, devido a pesquisa ter sido realizada somente no ano de 2015.

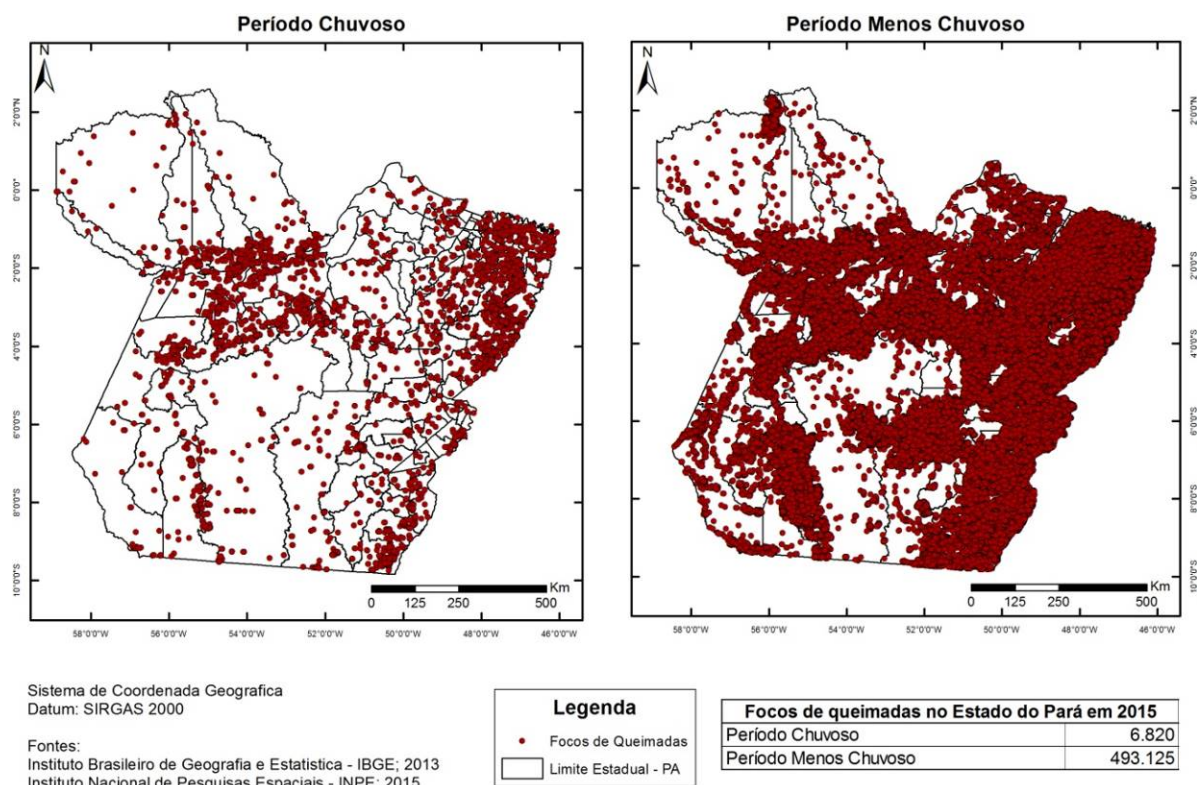
Averiguou-se que no nordeste e sudeste do estado do Pará se encontram as maiores quantidades de focos de queimada e em toda a extensão da Rodovia Transamazônica (Figura 02 e 03).

O maior número de focos de queimadas foi no período menos chuvoso com 493.125 comparados com o período chuvoso com 6.820 focos de queimadas, como pode ser visto na Figura 03.

Foi gerado três mapas (Figura 04), o Mapa 01 apresenta a quantidade de focos de queimadas por município, onde os municípios que mais exibiram focos de queimada no período analisado foram: São Félix do Xingu (34.820), Altamira (31.498) e Paragominas (25.630).

A grande quantidade de queimadas nestes municípios pode estar associada ao estudo de Acre (2001) “*é importante salientar que em muitos casos o desflorestamento é acompanhado por fogo, pois é uma forma mais barata e eficaz de remover a vegetação que por ventura podem competir com os pastos plantados*”.





**Figura 03: Mapas da distribuição espacial dos focos de queimadas nas estações do estado do Pará.**

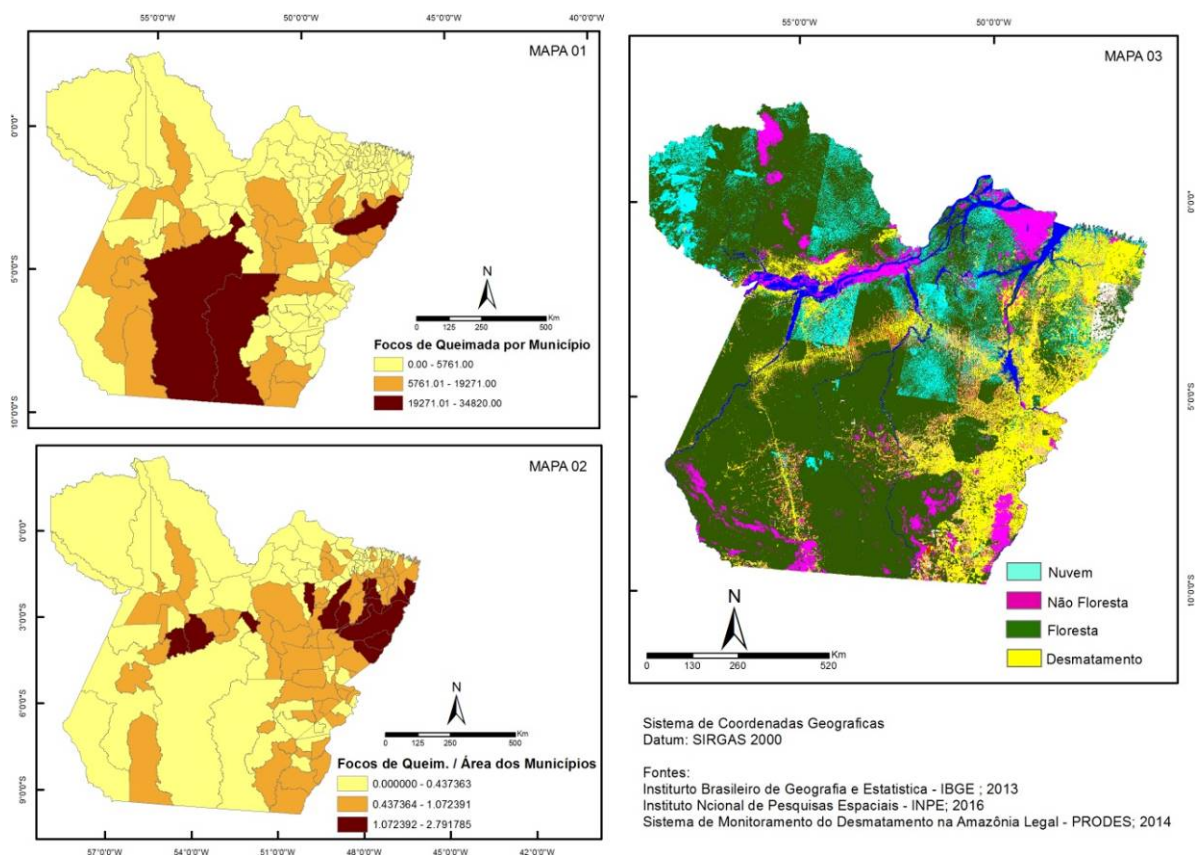
Segundo dados do PRODES (2014), São Félix do Xingu liderou o ranking municipal de desmatamento do estado do Pará em 2014 com 17.686,22 km<sup>2</sup> desmatados, em segundo lugar ficou o município de Paragominas com 8.709,50 km<sup>2</sup> desmatados e em quarto o município de Altamira com 7.784,08 km<sup>2</sup>.

Conforme Freitas (2015), grande parte da floresta desmatada é usada pela atividade agropecuária na região norte, entretanto, as queimadas podem ser tanto antropogênicas quanto naturais.

Baseado nos dados do IBGE (2014) o município de São Félix do Xingu, liderou também o ranking brasileiro dos 20 municípios com maior quantidade de gado do país, com 2.213.310 cabeças, em décimo quinto no ranking ficou o município de Altamira com 687.535 cabeças, entretanto, Paragominas com 348.652 cabeças, não apareceu neste ranking.

Os municípios onde mais ocorreram focos de queimadas possuem grandes áreas de extensão territorial, por isso, foi realizado o Mapa 02 (Figura 04) que apresenta os focos de queimadas divididos pela área de cada município, com o objetivo de verificar quais são os municípios com maior porcentagem de focos de queimadas. Dessa maneira, notou-se grande diferença em comparação com o Mapa 01 (Figura 04), porém verifica-se que os municípios que apresentaram a maior quantidade de casos estão situados na mesma área onde ocorreu o desmatamento, como pode ser observado a região em amarelo no Mapa 03 (Figura 04).

O município de Paragominas encontra-se nos Mapas 01 e 02 (Figura 04) com alta incidência de focos de queimadas e, também, no Mapa 03 (Figura 04) na área de desmatamento. Esses resultados demonstram que Paragominas pode ser o principal município onde ocorreram os focos de queimada no ano de 2015 quando analisados por área territorial e por local de desmatamento.



**Figura 04: Mapa coroplético temático representando as estatísticas de queimadas por município do estado do Pará e desmatamento.**

## CONCLUSÕES

A partir da distribuição espacial dos focos de queimada em todos os municípios do estado do Pará, observou-se que a maior concentração de focos de queimada está no nordeste e sudeste do estado. Fato esse que pode ser um fator preponderante para a maior quantidade de focos nestes municípios. Constatou-se que, no período menos chuvoso há um grande aumento de casos de queimada em todo o estado. As análises do mapa coroplético de focos nos municípios mostraram que os maiores índices de queimadas estão nos municípios que possuem grandes extensões territoriais, como São Felix do Xingu, Altamira e Itaituba, o que pode ter influenciado na quantidade dos focos. Porém, o mapa coroplético dos focos dividido pela área dos municípios demonstrou grande diferença em comparação com o mapa coroplético dos focos. Os municípios que apresentaram a maior incidência de casos estão situados na área onde ocorreram os desmatamentos. Paragominas, um dos três municípios com maior incidência de focos de queimadas está nesta área. Notou-se que pode haver uma relação das queimadas com o desflorestamento para a introdução de atividades agropecuárias nos municípios. Esse estudo demonstrou a importância das análises espaciais na caracterização ambiental, pois estas ferramentas computacionais ajudam a analisar o problema e suas variáveis. Novas análises, como a divisão do estado em células serão realizadas para determinar os locais que apresentaram o maior número de focos de queimadas por célula, independentemente do tamanho dos municípios, para poder determinar o local e os fatores que estão colaborando com o grande número de focos de queimadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico- Econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente** - documento final. Rio Branco: SECTMA, 2001. v.1, 2 e 3.
2. BERNARDY, K.; FAGUNDES, L. S.; BRANDÃO, V. J.; KELLER, L.; BORTOLINI, J. G.; COPATII, C. E. **Impactos Ambientais Diante Das Catástrofes Naturais – Secas e Queimadas**, 2011. Disponível em: <<http://www.unicruz.edu.br/seminario/artigos/saude/IMPACTOS%20AMBIENTAIS%20DIANTE%20DAS%20CAT%20C3%81STROFES%20NATURAIS%20E2%80%93%20SECAS%20E%20QUEIMA%20DAS.pdf>>. Acesso em: 29 de mar. de 2016.
3. FREITAS, E. Mundo Educação: **Atividade agropecuária na região Norte**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/atividade-agropecuaria-na-regiao-norte.htm>>. Acesso em: 17 de dez. de 2015.
4. IBAMA - **Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Emergências Ambientais, 2010. Disponível em: < [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/36-p?download/publicação\\_proarco.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/36-p?download/publicação_proarco.pdf)> Acesso em: 14 de mar. de 2016.
5. IBAMA - **Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**; 2016. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/prevfogo>> Acesso em: 10 de mar. de 2016.
6. INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2016. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 10 de dez. de 2015.
7. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2013: **Estados @**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/Estadosat/perfil.php?sigla=pa>>. Acesso em 10 de dez. de 2015.
8. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Pesquisa Agrícola Municipal, 2014**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br/](http://www.sidra.ibge.gov.br/)>. Acesso em: 12 de dez. de 2015.
9. NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A.; ALENCAR, A. A. **A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia**. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília, 1999.
10. OLIVEIRA, D. S. **Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná-Brasil. Dissertação, (Mestrado em Ciências Florestais Setor de Ciências Agrárias)** 2002, p.113. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
11. PEREIRA, A. A.; BARROS, D. A.; JUNIOR, F. W. A.; PEREIRA, J. A. A.; REIS, A. A. **Análise da distribuição espacial de áreas queimadas através da função K de Ripley**. Scientia Forestalis, v. 41. n. 100, p. 445-455, 2013.
12. PRODES/INPE - Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia **Distribuição dos 257034,9 km2 de DESMATAMENTO até 2014 no PA**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em: 17 de dez. de 2015.
13. SECTAM – Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Pará 30 Graus: Serviços**; 2016. Disponível em:< <http://www.para30graus.pa.gov.br/servicos5.htm>>. Acesso em: 29 de mar. de 2016.