

## **ANÁLISE MULTITEMPORAL DE FOCOS DE QUEIMADAS E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, NO ESTADO DO PARÁ**

### **MULTITEMPORAL ANALYSIS OF FIRE OUTBREAKS AND CLIMATIC VARIABLES, IN THE STATE OF THE PARÁ**

### **ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE BROTES DE INCENDIOS Y VARIABLES CLIMÁTICAS, EN EL ESTADO DE PARÁ**

**Karla de Souza Santos.**

Universidade Federal do Pará - Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares  
Belém - PA, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110  
[karla.pehse@gmail.com](mailto:karla.pehse@gmail.com);

**Dayane Dantas da Silva**

Universidade Federal do Pará – Instituto de Tecnologia  
Belém - PA, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110  
[danedantas0322@gmail.com](mailto:danedantas0322@gmail.com);

**Ricardo José de Paula Souza e Guimarães**

Instituto Evandro Chagas – Laboratório de Geoprocessamento  
Ananindeua - PA, Rodovia Br-316 Km 7 S/N - Levilândia - 67030-000  
[ricardojpsg@gmail.com](mailto:ricardojpsg@gmail.com)

#### **RESUMO**

As queimadas estão entre os principais problemas ambientais no Brasil, sendo considerado um dos fatores primordiais na destruição e ameaça a biodiversidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi à elaboração de uma análise multitemporal dos focos de queimadas no estado do Pará, verificando a relação com variáveis climáticas e desmatamento, nos anos de 2005, 2010 e 2015. Para isso, foram utilizados para a obtenção dos focos de queimadas dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, para desmatamento usou-se os dados do projeto PRODES, por meio da plataforma do Google Earth Engine obteve-se os dados de precipitação e temperatura. O processamento, análise e interpretação dos dados, foram realizados no Excel e no software ArcGIS 10.3. Assim, a partir da análise multitemporal dos focos de queimada nos municípios do Pará, constatou-se que as mesorregiões que apresentaram maior índice de focos de queimadas foram a Sudeste, Sudoeste e Nordeste Paraense. Foi verificada possível relação do desmatamento com os focos de queimadas nas mesorregiões do Sudeste e Sudoeste Paraense. Em relação as variáveis climáticas, observou-se que a diminuição da precipitação e o aumento da temperatura favoreceram a ocorrência das queimadas, entretanto não foram os fatores determinantes. Assim, o estudo demonstra que o geoprocessamento aliado a pesquisa dos focos de queimadas é de grande relevância, sendo incentivado o uso dessas ferramentas, uma vez que as informações provenientes destas podem contribuir nos contextos gerenciais, operacionais e científicos.

**Palavras-chave:** Monitoramento de Queimadas; Google Earth Engine; Geoprocessamento.

## ABSTRACT

Burning is among the main environmental problems in Brazil, and is considered one of the primary factors in the destruction and threat to biodiversity. Therefore, the objective of this work was the elaboration of a multitemporal analysis of the fire outbreaks in the state of Pará, verifying the relationship with climate variables and deforestation, in the years 2005, 2010 and 2015. For this, data from the National Institute of Spatial Research was used to obtain the hotspots of fires, for deforestation the data from the PRODES project was used, through the Google Earth Engine platform the precipitation and temperature data were obtained. The processing, analysis and interpretation of the data were performed in Excel and ArcGIS 10.3 software. Thus, from the multitemporal analysis of the hotspots of fires in the municipalities of Pará, it was found that the mesoregions that presented the highest rate of hotspots of fires were in the Southeast, Southwest and Northeast Pará. It was verified possible relation between deforestation and hotspots in the southeastern and southeastern regions of Pará. Regarding climate variables, it was observed that the decrease in precipitation and the increase in temperature favored the occurrence of fires, however they were not the determining factors. Thus, the study shows that the geoprocessing allied to the research of the fires is of great relevance, being encouraged the use of these tools, since the information from these can contribute in the managerial, operational and scientific contexts.

**Keywords:** Burn monitoring; Google Earth Engine; Geoprocessing.

## RESUMEN

La quema es uno de los principales problemas ambientales del Brasil y se considera uno de los principales factores de destrucción y amenaza a la biodiversidad. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue la elaboración de un análisis multitemporal de los incendios en el estado de Pará, verificando la relación con las variables climáticas y la deforestación, en los años 2005, 2010 y 2015. Para ello se utilizaron los datos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales para obtener los puntos calientes de los incendios, para la deforestación se utilizaron los datos del proyecto PRODES, a través de la plataforma del motor Google Earth se obtuvieron los datos de precipitaciones y temperaturas. El procesamiento, el análisis y la interpretación de los datos se realizaron en los programas Excel y ArcGIS 10.3. Así, a partir del análisis multitemporal de los focos de incendios en los municipios de Pará, se encontró que las mesorregiones que presentaban el mayor índice de focos de incendios estaban en el Sudeste, Suroeste y Nordeste de Pará. Se verificó la posible relación entre la deforestación y los puntos calientes en las regiones del sudeste y el sudeste de Pará. En cuanto a las variables climáticas, se observó que la disminución de las precipitaciones y el aumento de la temperatura favorecieron la aparición de incendios, pero no fueron los factores determinantes. Así, el estudio muestra que el geoprociamiento aliado a la investigación de los incendios es de gran relevancia, siendo fomentado el uso de estas herramientas, ya que la información de las mismas puede contribuir en los contextos gerenciales, operativos y científicos.

**Palabras clave:** Monitoreo de quemaduras; Google Earth Engine; Geoprociamiento.

## 1. INTRODUÇÃO

As queimadas estão entre os principais problemas ambientais enfrentados pelo Brasil, sendo considerada um dos fatores primordiais na destruição e ameaça a biodiversidade (LOPES et al., 2018). Visto que as emissões dos gases resultantes da queima da biomassa colocam o país entre os maiores responsáveis pelo lançamento de gases do efeito estufa no planeta. Além de contribuir com o aquecimento global e conseqüente mudanças climáticas, causam inúmeros prejuízos econômicos, sociais e ambientais, perda da biodiversidade, desertificação e desflorestamento (IBAMA, 2018).

As queimadas ocorrem em quase todo o Brasil, porém as que recebem maior destaque são as realizadas na Amazônia (MIRANDA et al., 2018), haja vista que, a região amazônica possui um dos ecossistemas naturais mais importantes do mundo, e o uso da terra nesta região, geralmente está atrelado ao emprego do fogo para atingir as mais variadas finalidades, sendo intensificado devido às políticas econômicas que buscam um uso amplo dos recursos naturais, levando à expansão geográfica e intensificação das atividades agrícolas para a produção de alimentos (VASCONCELOS et al., 2017).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) o estado do Pará, apresenta um dos maiores índices de focos de queimadas da Amazônia Legal, com quase 30% focos de incêndio em todo o país causando danos significativos nas áreas incendiadas e aos arredores (INPE, 2019). Considerando que as queimas provocam mudanças nas propriedades físico-químicas e biológicas do solo, diminuindo sua qualidade produtiva (MORAIS; SANTOS, 2018); o empobrecimento do solo causado pela eliminação dos microrganismos essenciais para a fertilização do solo; o aumento do teor de gás carbônico na atmosfera e gases tóxicos com propriedades cancerígenas, contribuindo tanto para a poluição atmosférica, quanto para o aumento as doenças respiratórias, além de vários outros malefícios (BERNARDY, 2011; SANTOS et al., 2017a).

Os sistemas de informações geográficas (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) assim como relacionar fatores ambientais relevantes. Neste contexto, o programa de “Monitoramento de queimadas” desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), apresenta o monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites, bem como o cálculo e a previsão do risco de fogo da vegetação (INPE, 2020)

Diante o exposto, objetiva-se uma análise multitemporal dos focos de queimadas no estado do Pará, verificando a relação com variáveis climáticas e desmatamento, nos anos de 2005, 2010 e 2015. Considerando que as características climáticas favorecem as queimas, e que estas são propulsores para o desmatamento (PEREIRA; SILVA, 2016; SANTOS; NAVGANTES-ALVES, 2019).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no estado do Pará, localizado na região Norte do Brasil, na Amazônia Oriental, este é o segundo maior estado brasileiro em extensão com uma área de aproximadamente 1.247.955 km<sup>2</sup>, possui 144 municípios (Figura 1), com uma população estimada em 2018 de 8.602.865 habitantes (IBGE, 2020).

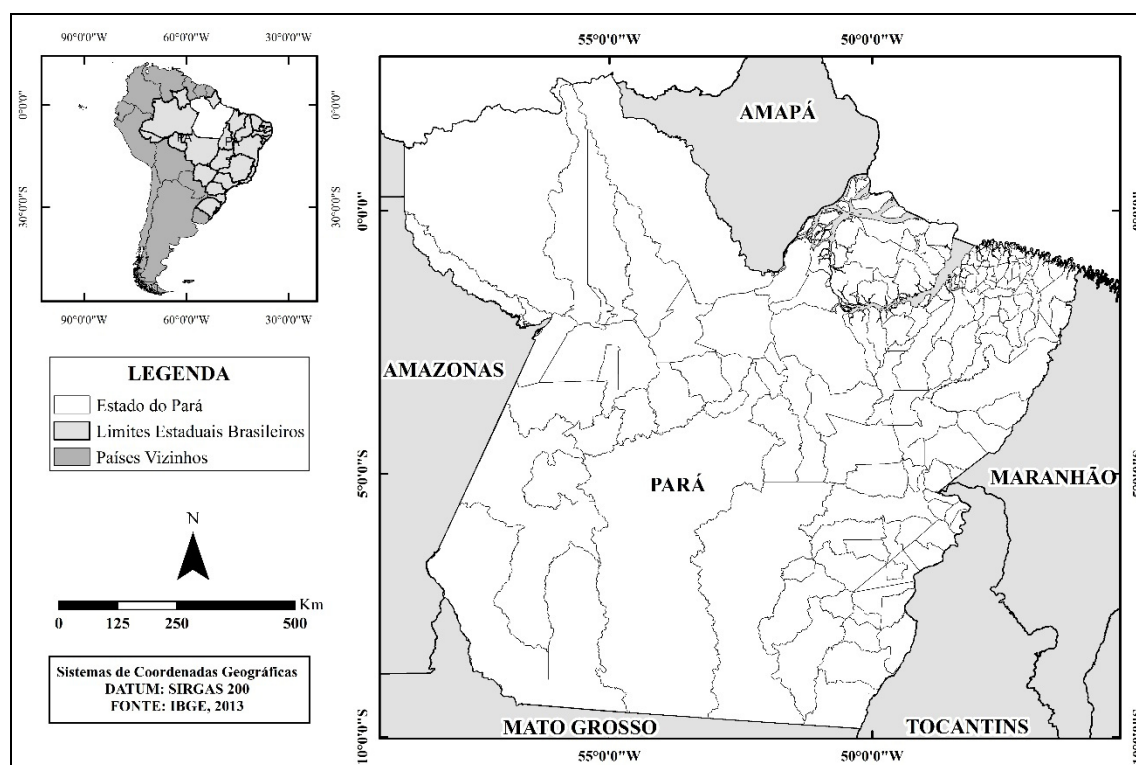


Figura 1- Mapa de localização da área de Estudo

## 2.2. Coleta de Dados

### Focos de Queimadas

Os dados de focos de queimadas, dos municípios do Pará, foram obtidos por meio do portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que trata do monitoramento de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites. Tais satélites detectam frente de fogo com no mínimo de 30 m de extensão por 1 m de largura e marca uma coordenada para cada frente detectada (INPE, 2016a), gerando assim, dados no modelo vetorial expresso por pontos, disponibilizados no site <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>.

Para a pesquisa usou-se dados dos satélites de referência, cujas informações diárias de focos detectados são usadas 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, 2017).

### Dados de Desmatamento

A imagem classificada com dados de desmatamento foi obtida do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES). O projeto PRODES realiza o monitoramento por satélite do desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e produz, desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região, que são usadas pelo governo brasileiro para o estabelecimento de políticas públicas. Este projeto utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT (20 a 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias) numa combinação que busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade (INPE, 2019).

### Dados Climáticos

Os dados de temperaturas e precipitação foram obtidos através da plataforma de computação em nuvem *Google Earth Engine* (GEE). Esta plataforma é baseada na nuvem que consiste em um catálogo de dados com mais de 40 anos de imagens históricas e atuais de sensoriamento remoto para

análise de dados ambientais em escala mundial que são pré-processados, georreferenciados e estão prontos para uso (SANTOS, 2017).

Para a coleta da temperatura foi utilizando o produto do sensor MODIS MOD11A2. O produto MOD11 compreende a coleção C5 de dados de temperatura e emissividade da superfície terrestre (diurnos e noturnos) em uma composição sem nuvens no período de 8 dias e com uma resolução espacial de 1 km.

Para a precipitação utilizou-se o produto do Grupo de Riscos Climáticos Precipitação Infravermelha com Estações (*Climate Hazards Group Infra Red Precipitation with Station Data - CHIRPS*) que se baseia em longos períodos de estimativas de precipitação em observações por infravermelho (*Cold Cloud Duration - CCD*) (FUNK et al., 2015). O algoritmo é construído por informações de satélite para representar locais de baixa medição, incorpora estimativas diárias de precipitação e combina dados de estações para produzir uma análise preliminar, produzindo informação com uma estimativa de cerca de 5 dias (GORELICK et al., 2017).

#### Bases Cartográficas

Os dados de limites estaduais, municipais e das mesorregiões do Pará foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que disponibiliza de forma gratuita na área de geociências. Estes dados apresentam informações da pesquisa relativas aos municípios tomados individualmente, incluindo sua classificação de centralidade (IBGE, 2014).

### 2.3. Processamento de Dados

O processamento, análise e interpretação dos dados de foco de queimada, desmatamento, foram realizados no *software ArcGIS 10.3*, gerando ao final mapas de classificação. Os dados climáticos de temperatura do da precipitação foram processados por meio de scripts que seleciona o sensor/banda de interesse, assim como o período de interesse (dia/mês/ano), retornando como resultado a média mensal da temperatura em graus Celsius e a média mensal da precipitação para cada município. Conforme o modelo no apêndice A e B.

Os valores médios mensais dos focos de queimada, desmatamentos e dados climáticos foram exportados para o formato *CSV*. Estes foram utilizados para gerar os gráficos para a comparação entre as variáveis.

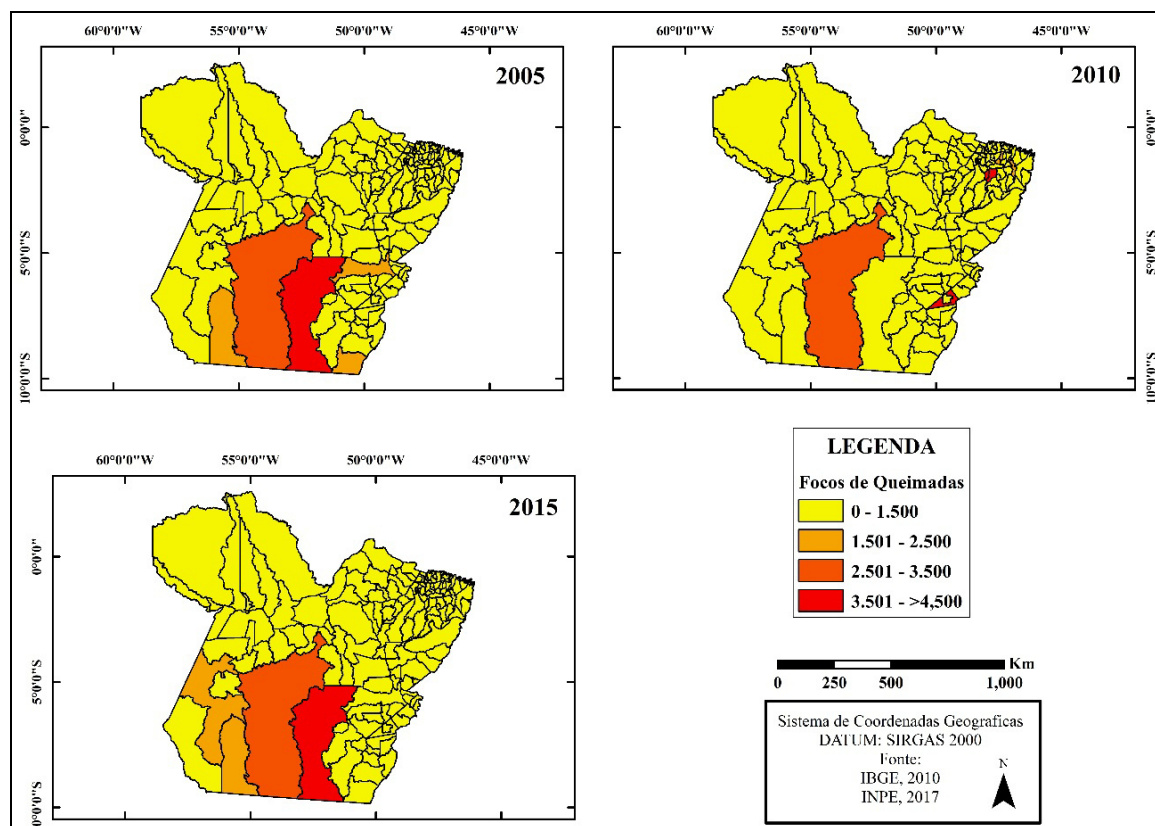
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Focos de Queimadas

Verificou-se que em 2005, a maior incidência dos focos de queimadas no estado do Pará foi no município de São Feliz do Xingu, seguido de Altamira, os municípios de Santana do Araguaia, Marabá e Novo Progresso também demonstram índices alarmantes. Já em 2010, os municípios que apresentaram altos índices de focos de queimadas foram Tomé-Açu, São Domingos do Capim e Xinguara, seguido novamente de Altamira, destacando também os municípios de Santa Luzia do Pará, Santa Maria do Pará e Nova Timboteua. Em 2015, São Felix do Xingu reaparece com o maior índice de focos, e Altamira se mantém como nos anos anteriores estudados, sendo observado aumento também nos municípios Itaituba e Novo Progresso.

Observou-se que em 2005 a maior quantidade de focos de queimadas se encontrava na mesorregião do Sudeste e Sudoeste Paraense. Em 2010, a maioria dos municípios que apresentaram altos índices pertenciam ao Nordeste Paraense, sendo que houve representações no Sudoeste e Sudeste. No ano de 2015, os casos voltam a se concentrar no Sudeste e principalmente no Sudoeste.

Conforme demonstrado na Figura 2.



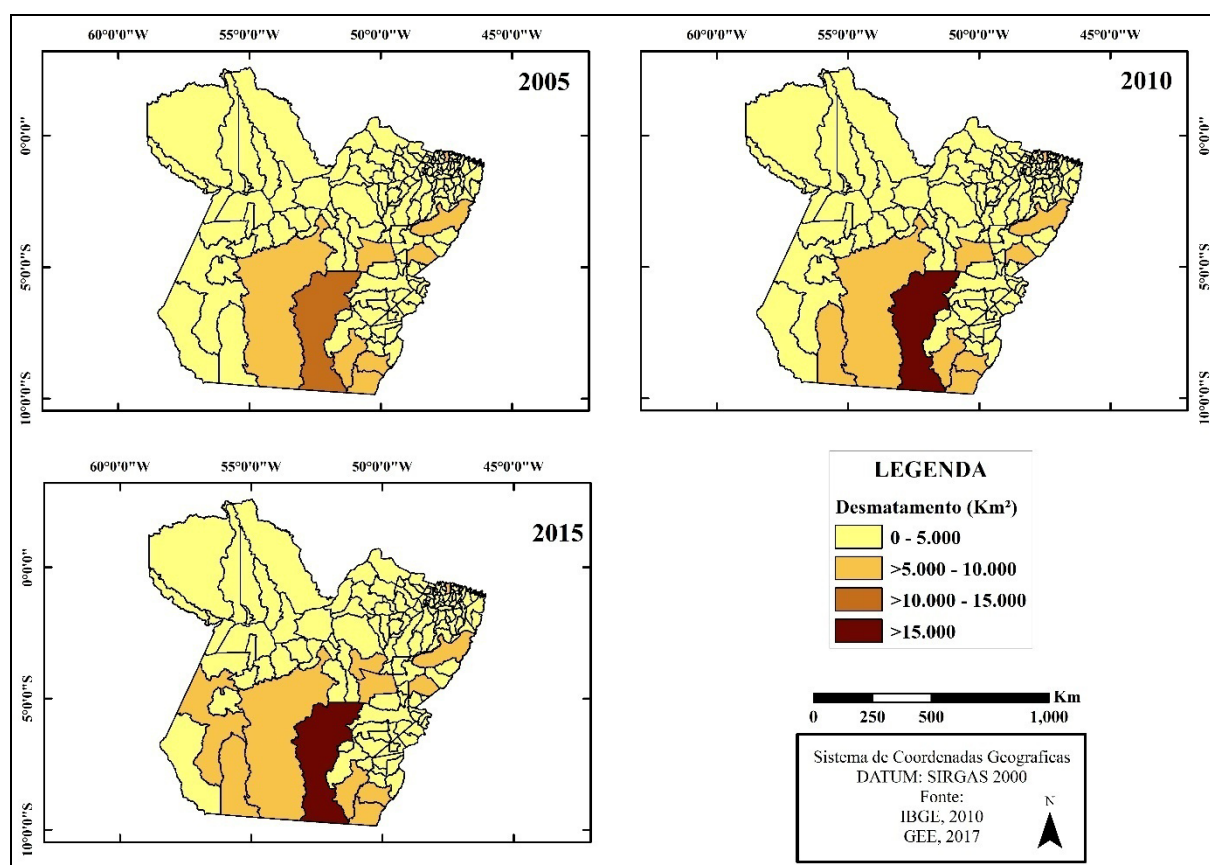
**Figura 2** - Mapa coroplético dos focos de queimadas nos municípios do estado do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

A situação das queimadas na mesorregião do Sudeste Sudoeste teve contribuição desde a década de 1970, no estado do Pará, quando os Planos de Desenvolvimento da Amazônia (PDA) foram direcionados para favorecer a implantação de grandes projetos agrícolas e pecuários, principalmente na região do Sudeste e Sudoeste Paraense, com o objetivo de integrar (FEARNSIDE, 1997; SANTOS, 2017). Vários estudos têm demonstrado que a expansão da agricultura de larga escala e a pecuária estão atreladas as atividades de corte e a queima da vegetação como principal forma de preparo e obtenção de áreas para o cultivo (REGO; KATO, 2017), contribuindo assim, para o grande número de focos de queimadas nessas regiões.

Dessa maneira conforme Sousa e Pontes (2011), o Nordeste Paraense vem passando por uma intensa transformação territorial, como consequência do avanço da agricultura capitalista nessa parte da Amazônia, principalmente após a abertura da PA-140, que contribuiu com o surgimento de latifúndios ao longo da mesma, tendo a pecuária como principal atividade econômica, e a agricultura como a segunda atividade mais importante nessas propriedades. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária observou um padrão nacional difuso de queimadas realizado em áreas de agricultura e pecuária extensiva (EMBRAPA, 2000).

### 3.2. Desmatamento

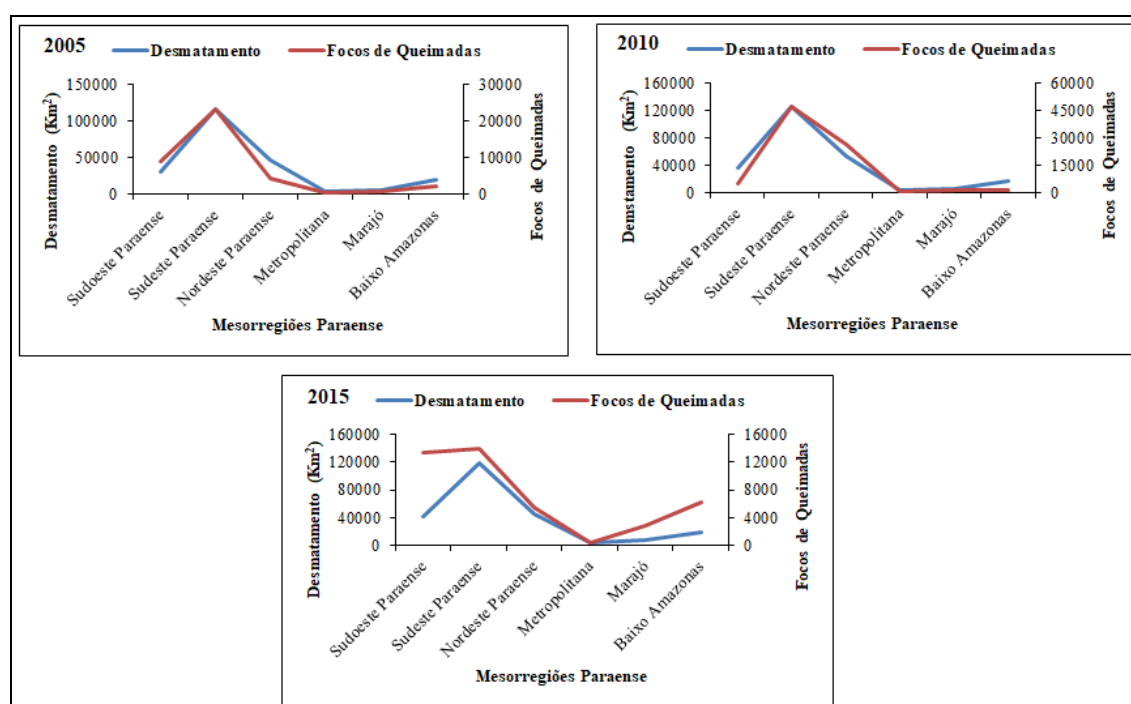
Em relação ao desmatamento é possível visualizar na Figura 3, que em todos os anos da série histórica estudada o município de São Felix do Xingu na mesorregião do Sudeste foi o que apresentou os índices mais altos de desmatamento, sendo seguido de outros municípios da mesma mesorregião (Paragominas, Rondon do Pará, Novo Repartimento, Santa Maria das Barreiras, Cumaru do Norte e Santana do Araguaia), além do município de Altamira na mesorregião do Sudoeste Paraense. Sendo que em 2010 observou-se o crescimento do desmatamento ainda em Novo Progresso (Sudoeste Paraense) e em Maracanã (Nordeste Paraense). Em 2015 a situação averiguada em 2010 se manteve, contudo verificou-se aumento do desmatamento em Pacajá e Itaituba todos na mesorregião do Sudoeste Paraense.



**Figura 3** - Mapa coroplético dos desmatamentos nos municípios do estado do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), salienta que o desmatamento na Amazônia brasileira tem se concentrado ao longo do chamado arco do desmatamento, que se estende do sul do Pará, e dos 7.000 km<sup>2</sup>, da área total do arco do desmatamento a pecuária extensiva é responsável por 80% (VIEIRA et al., 2006), em sua maioria seguido de queimadas (MMA, 2019). Conforme Láu (2006), a maior ameaça de desmatamento vem também da mesorregião sudoeste, a partir do município de São Félix do Xingu, onde fazendas de criação de gado substituem a floresta, principalmente ao longo da rodovia (PA-179), que liga este município à Xinguara. Para Rego e Kato (2017), a expansão da agricultura e da pecuária na Amazônia tem sido considerada a principal causa do desmatamento na região.

Nos gráficos de relação do desmatamento com os focos de queimadas (Figura 4) é possível notar que estes seguem as mesmas tendências, quando há o aumento dos focos de queimadas há também o aumento do desmatamento, conforme Santos et al., (2017b), o desmatamento na Amazônia tem uma forte conexão com a ocorrência das queimadas. Assim, se observa que na mesorregião do Sudeste, Sudoeste e Nordeste Paraense são as áreas mais atingidas tanto pelos focos de queimadas quanto pelo desmatamento. Notou-se ainda que em 2015, a mesorregião do Baixo Amazonas também demonstrou aumento tanto do desmatamento, quanto dos focos de queimadas, informação não visualizada nos mapas. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais afirmou que houve aumento do desmatamento em vários municípios do Brasil, sendo atribuído a instabilidade econômica do Brasil, que contribuiu para que a conversão das florestas em agricultura fosse mais atrativa (INPE, 2016b), como uma das atividades da agricultura é o corte e queima, se justifica o aumento dos focos de queimadas também.



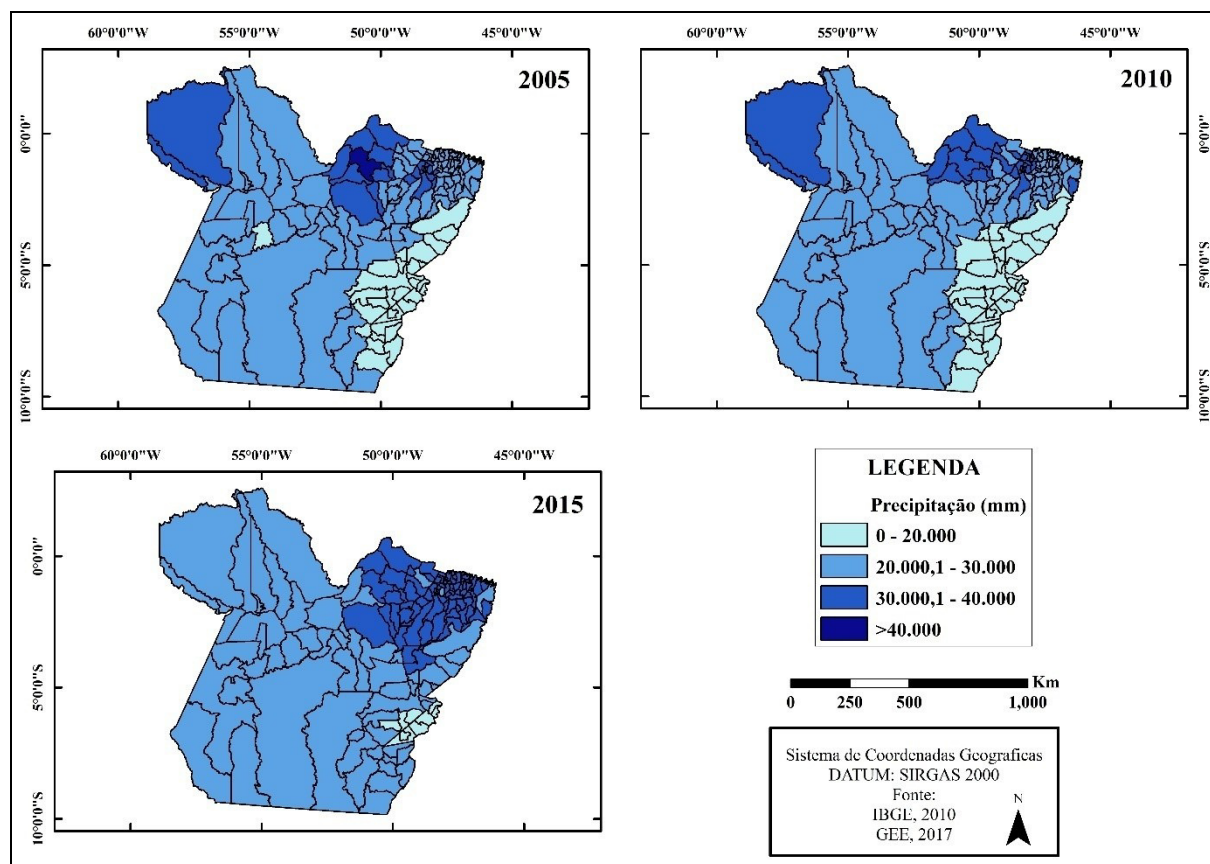
**Figura 4** - Gráficos da relação do desmatamento com focos de queimadas nos municípios do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015

### 3.3. Precipitação

A partir da Figura 5, observou-se que áreas de maior precipitação em 2005 e 2010, foram municípios das mesorregiões do Baixo Amazonas, Marajó e Nordeste Paraense. Em 2015 os maiores índices pluviométricos foram verificados no Nordeste Paraense, sendo que apenas o município de Santa Isabel do Pará apresentou índices inferiores aos demais municípios dessa região.

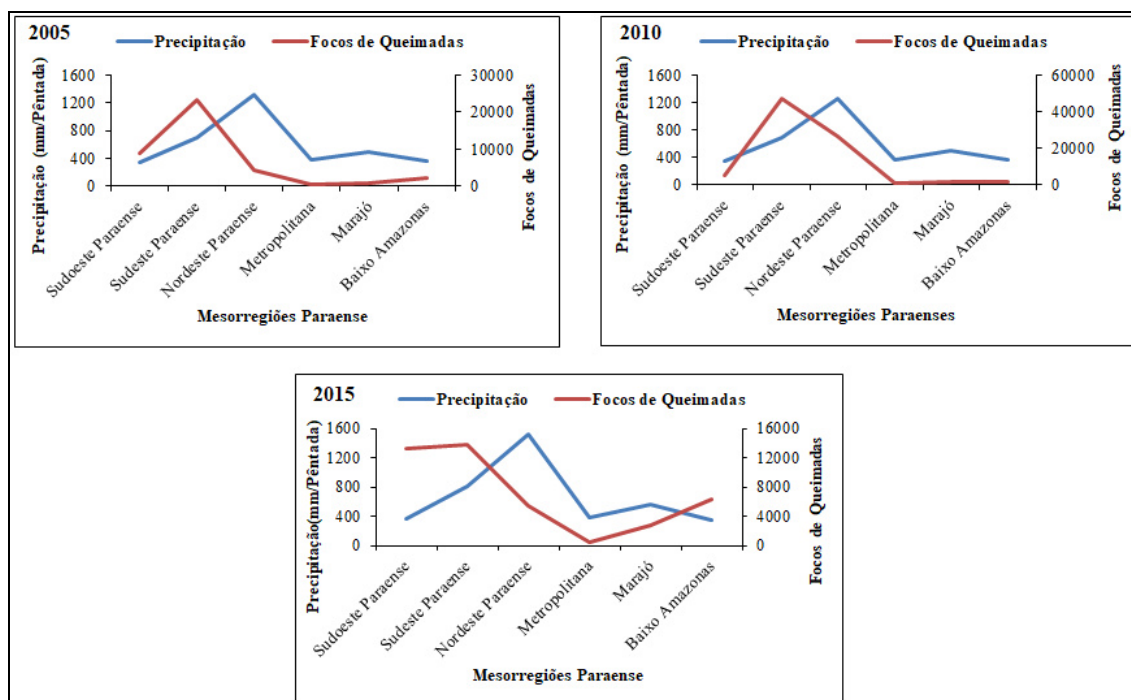
Notou-se ainda que em 2005, a maioria dos municípios da mesorregião do Sudeste Paraense apresentaram menores precipitações quando comparado com os demais municípios do Pará, entre eles Marabá, que apresentou grande número de focos de queimadas também em 2005. Em 2010 o menor índice de precipitação novamente se apresentou no Sudeste. No ano de 2015 foi verificado cenário semelhante aos anos anteriores, contudo verificou-se redução dos municípios que apresentavam menos precipitações quando comparado a 2005 e 2010.





**Figura 5** - Mapa coroplético da precipitação nos municípios do estado do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

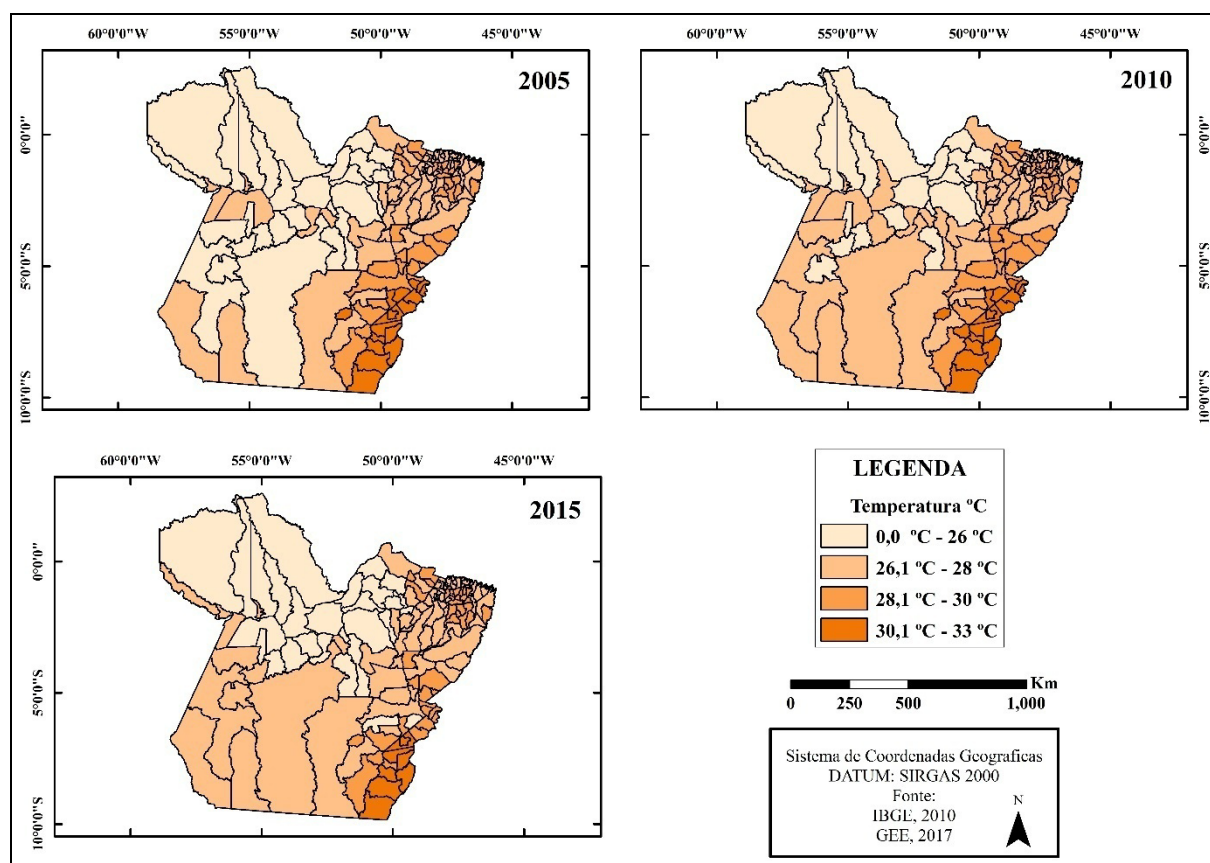
Com relação aos gráficos apresentados na Figura 08, verifica-se um comportamento inversamente proporcional. Em 2005 e 2010 é possível observar com clareza tal comportamento, haja vista que nas regiões em que houve grandes índices de pluviométricos há menores números de focos de queimadas, quando comparados a municípios que apresentam menores precipitações. Gonçalves et al., (2016) salienta que vários 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. Contudo em 2015, é observado um comportamento distinto na região do Marajó, que mesmo a média anual de precipitação, sendo relativamente alta, notou-se o crescimento de número de focos de queimadas, porém de acordo com Longo (2010) não necessariamente o aumento das queimadas está relacionado às causas climáticas, conforme descrito 99% das queima são provocadas, onde as condições atmosféricas favorecem os focos, todavia, as principais causas são econômicas e culturais.



**Figura 6** - Gráfico da relação da precipitação com os focos de queimadas nos municípios do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

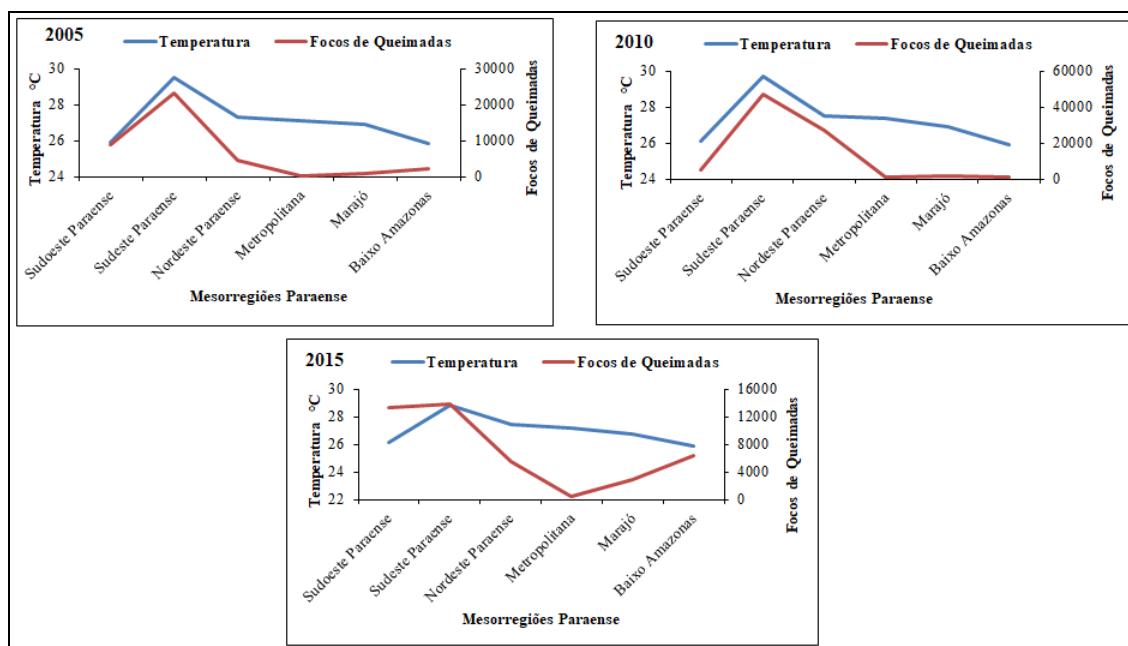
### 3.4. Temperatura

As maiores médias de temperatura nos municípios do estado do Pará em 2005 se apresentaram em alguns municípios da região do Nordeste e Sudeste Paraense. No Sudeste, destaca-se os municípios de Santana do Araguaia e Marabá, que também apresentaram grandes números de focos de queimadas, nesse ano, conforme demonstrado na Figura 2. Em 2010 foi observado que o Sudeste e o Nordeste Paraense, novamente apresentaram as maiores médias de temperatura, além de alguns municípios do Sudoeste. Verificou-se que os municípios de Tomé-Açu, São Domingos do Capim, Xinguara, Santa Luzia do Pará, Santa Maria do Pará, e Nova Timboteua estavam dentro das áreas que apresentaram maiores temperatura, destaca-se ainda Altamira e São Felix do Xingu, todos exibiram grandes números de focos de queimadas em 2010 (Figura 2). Em 2015, alguns dos municípios das regiões do Baixo Amazonas e do Marajó e Sudoeste Paraense apresentaram altas temperaturas, contudo as maiores foram detectadas nas regiões do Sudeste e Nordeste Paraense, conforme demonstra a Figura 7.



**Figura 7** - Mapa coroplético da temperatura nos municípios do estado do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

Nos gráficos averiguados na Figura 8, nota-se que nos anos de 2005 e 2010, a temperatura e os focos de queimadas se apresentam de forma semelhante, podendo ser observado que nas regiões em que a temperatura está alta há grande números de focos de queimadas, diminuindo em áreas em que as temperaturas estão menores, conforme Machado et al., (2014), o aumento da temperatura do ar, corrobora na propensão de ocorrência do fogo. Entretanto, no gráfico de 2015 observa-se comportamento diferenciado, visto que, em regiões em que a temperatura se apresentou alta os focos foram inferiores, que foi o caso da região do Nordeste Paraense, Metropolitana Marajó e Baixo Amazonas. E em regiões em que as temperaturas foram mais baixas os focos de queimadas se apresentaram com altos índices, que foram nas mesorregiões do Sudoeste e Sudeste Paraense. Entretanto, os municípios da mesorregião do sudeste e sudoeste expõe altos índices de focos de calor devido a incêndios conexos à alteração do uso da terra (FERNANDES et al., 2018).



**Figura 8** - Gráfico da relação da temperatura com focos de queimadas nos municípios do Pará, no período de 2005, 2010 e 2015.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir da análise multitemporal dos focos de queimada nos municípios do Pará, observou-se que as mesorregiões que apresentaram maiores focos foram a Sudeste, Sudoeste e Nordeste Paraense, estas possuem como atividades econômicas principais a pecuária, e a agricultura de larga em escala, as quais na maioria das vezes utilizam do fogo para a limpeza do terreno, eliminação de resto de culturas, que acaba escapando para além das fronteiras das propriedades rurais e atingindo as florestas do entorno, Além da prática de queimadas ilegais para a obtenção de áreas para exercer a atividade de pecuária e/ou agricultura, prática realizada com frequência nessa região.

Em relação ao desmatamento foi verificada associação com os focos de queimadas, nas mesorregiões do Sudeste e Sudoeste, considerando que a prática do corte e queima na conversão da floresta para agricultura é uma atividade recorrente no estado do Pará. Sobre as variáveis climáticas, observou-se que a diminuição da precipitação e o aumento da temperatura favorecem a ocorrência das queimadas, entretanto não são os fatores determinantes.

As queimadas no Pará são recorrentes todos os anos e geram vários problemas. Desse modo, o cenário observado no estudo contribui negativamente para o meio ambiente, tanto na emissão de gases de efeito estufa, quanto na grande perda na biodiversidade das áreas afetadas, demonstrando a necessidade de atitudes que minimizem as queimadas no Pará. O uso do geoprocessamento aliado a pesquisa dos focos de queimadas é de grande relevância para o estado, levando em consideração os problemas causados a saúde e ao meio ambiente que as queimadas geram. Assim, o uso dessas ferramentas deve ser incentivado, uma vez que as informações provenientes destas podem contribuir nos contextos gerenciais, operacionais e científicos.

## REFERÊNCIAS

- 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: <<https://bit.ly/2TGwZhx>>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD); Assessoria de Comunicação Social (ACS). **Alternativas para a prática das queimadas na agricultura: recomendações tecnológicas**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.preveqmd.cnpem.embrapa.br/cartilha.html>>. Acesso em 15 mar. 2019.
- FEARNSIDE, P. M. **Limiting factors for development for agriculture and ranching in Brazilian Amazonian**. Revista Brasileira de Biologia, v. 57, n.4, p. 531-549, 1997.
- FERNANDES, T; HACON, S. S; NOVAIS, J. W. Z; SOUSA, I; FERNANDES, T. **Deteção e Análise de Focos de Calor no Município de Parauapebas-PA, Brasil Por Meio da Aplicação de Geotecnologia**. Enciclopédia Biosfera, v.15 n.28, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018B/AGRAR/deteccao%20e%20analise.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- FUNK, C; PETERSON, P; LANDSFELD, M; PEDREROS, D; VERDIN, J; SHUKLA, S; MICHAELSEN, J. **The climate hazards infrared precipitation with stations a new environmental record for monitoring extremes**. Scientific Data, v.2, 2015. <<http://dx.doi.org/10.15780/G2RP4Q>>. Acesso em: 11 mar. 2019.
- GONÇALVES, E. D; NEVES, R. R; SOUSA, L. P. A; ARAUJO, E. C. **Interferência do Regime Pluviométrico na Incidência de Focos de Calor no Sudeste Paraense considerando o fenômeno El Niño Oscilação- Sul**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 10, n.1, p.35-42, jan.-dez/ 2016.
- GORELICK, N; HANCHER, M; DIXON, M; ILYUSHCHENKO, S; THAU, D; MOORE, R. Google Earth Engine: **Planetary-scale geospatial analysis for everyone, 2017**. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>>. Acesso em: 11 mar. 2019.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; 2018. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/prevfogo>> Acesso em: 05 mar. 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2020: **Estados @**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/html?>>. Acesso em: 26 Mar. 2020.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2016a. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes#p1>>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/apresentacao>>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **O desmatamento na Amazônia aumenta no Brasil, mas permanece baixo com relação ao passado**, 2016b. Disponível em: < <https://brasil.mongabay.com/2016/03/o-desmatamento-na-amazonia-aumenta-no-brasil-mas-permanece-baixo-com-relacao-ao-passado/> >. Acesso em: 15 mai. 2019.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Observação da Terra: Queimadas, 2020. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/projetos/queimadas>>. Acesso em: 26 mar. 2020.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**, 2019. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: Acesso em: 11 mar. 2019.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Geociências: Gestão do Território – 2014**. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/redes\\_fluxos/gestao\\_do\\_territorio\\_2014/base.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/redes_fluxos/gestao_do_territorio_2014/base.shtm)>. Acesso em 16 mar. 2019.
- LÁU, H. D. **Pecuária no Estado do Pará: índices, limitações e potencialidades**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/903056/1/Doc.269.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- LONGO, K. **Meio Ambiente: Causa do aumento de queimadas neste ano não é climática**, 2010. Disponível: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/09/causa-do-aumento-de-queimadas-neste-ano-nao-e-climatica-diz-pesquisadora>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- LOPES, E. R.N; SILVA, A. P. P; PERUCHI, J. F; LOURENÇO, R. W. **Zoneamento de Risco de Incêndio e Queimadas no Município de Sorocaba- São Paulo**. Revista do Departamento de Geografia – V. 36 (2018). Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/rdg.v36i0.148048>>. Acesso em 11 mar. 2019.
- MACHADO, N, G; SILVA, F. C. P; BIUDES, M. S. **Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá-MT, Brasil**. Ciência e Natura, v.36 n.3, p.459-469, set.-dez./2014 Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X11892>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- MIRANDA, M. R. S; NEVES, L. F. S; KREITLOW, J. P; NEVES, S. M. A. S; NEVES, R. J. **Distribuição De Queimadas E Mudanças Na Cobertura Vegetal E Uso Da Terra No Bioma Pantanal**, Cáceres-Brasil. Revista caminhos de geografia, Uberlândia - MG v. 19, n. 65 Mar/2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/RCG196508>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Amazônia**: Componente Projeto Alternativas ao Desmatamento e às Queimadas, 2019. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/824-amaz%C3%B4nia>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- MORAIS, A. R. S; SANTOS, M. M. C. **Campanha de Sensibilização e Percepção Ambiental Sobre as Queimadas: Uma Experiência nos Bairros Areal e Mato Grosso – Porto Velho / Rondônia**. 2018. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, 2018.
- 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.
- PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. **DETECÇÃO DE FOCOS DE CALOR NO ESTADO DA PARAÍBA: UM ESTUDO SOBRE AS QUEIMADAS**. Rev. Geogr. Acadêmica v.10, n.1, 2016. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/view/3173>>. Acesso em: 26 mar. 2020
- REGO, A. K. C; KATO, O. R. **Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia**. Novos Cadernos NAEA, v. 20, n. 3, p.203-224, set./2017.
- SANTOS, K. S.; NAVEGANTES-ALVES, L. F. Na Contramão do Desmatamento: o caso do município de Irituia, Amazônia, Pará. In: IX Simpósio Internacional de Geografia Agrária e X Simpósio Nacional de Geografia Agrária - SINGA 19, Anais. Entre a Terra-Floresta e a Floresta Tropical: Amazônia como lugar de muitos mundos no sistema-mundo contemporâneo, Recife – Pernambuco, 2019.
- SANTOS, K. S; SILVA, D. D; CATETE, C. P; GOMES, A. R; GUIMARÃES, T. F. P. L; GUIMARÃES, R. **Análise espacial dos focos de queimadas no estado do Pará, no período de 2015**. In: 18 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2017b, Santos: INPE, 2017. p. 3431-3438.
- SANTOS, T. O; ANDRADE FILHO, V. S; ROCHA, V. M.; MENEZES, J. S. **Os Impactos do Desmatamento e Queimadas de Origem Antrópica Sobre o Clima da Amazônia Brasileira: Um Estudo de Revisão**. Revista Geografia Acadêmica, v.11, n.2, 2017a.
- SANTOS, V. M. A. **Economia do Sudeste Paraense: Evidências das Transformações Estruturais. Desenvolvimento Regional no Brasil - Políticas, estratégias e perspectivas**. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/20170213\\_livro\\_desenvolvimentoregional\\_cap4.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/20170213_livro_desenvolvimentoregional_cap4.pdf) >. Acesso em 15 mar. 2020.
- SOUSA, R. B; PONTES, F. H. G. Nordeste Paraense - **A dinâmica da Produção do Espaço e a Comunidade Camponesa**. Anais, I Seminário Internacional dos Espaços de Fronteiras, Paraná, 2011. Disponível em: <<http://cac.php.unioeste.br/eventos/geofronteira/anais2011/Arquivos/Artigos/CAMPO/Artigo115.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- VASCONCELOS, P. G. A; ANGELO, H; ALMEIDA, A. N; MATRICARDI, E. A. T; MIGUEL, E. P; SOUZA, A. N. PAULA, M. F; GONÇALEZ, J. C; JOAQUIM, M. S. **Determinants of the Brazilian Amazon deforestation**. African Journal Of Agricultural Research, v. 12, n. 3, p.169-176, jan/2017. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5897/ajar2016.11966>>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- VIEIRA, I. C. G.; FERREIRA, L. V.; HOMMA, A. K. O. **Programa de C&T para recuperação de áreas alteradas no arco de desmatamento da Amazônia**: Relatório final, 2006. Belém, PA.

## APÊNDICE A

Script para obtenção de dados de temperatura (MODIS).

```
Map.setCenter(-53, -3, 5);
```

```
Var shape = ee.FeatureCollection("ft:1YvIAGUsonY9NVnSJETwkWjj_UO_Db0zqSHx2WHIs");
```

```
Map.addLayer(shape, {}, 'Municipios PA');
```

```
var geometry = ee.Geometry.Rectangle([-59.2, -10.0, -45.8, 2.8]);
```

```
Map.addLayer(geometry, {}, 'Area de Estudo');
```

```
var lstday = ee.ImageCollection('MODIS/MOD11A2')
```

```
.filterDate('2005-01-01', '2005-12-31')
```

```
.select('LST_Day_1km')
```

```
.map(function(image) {
```

```
// Dados de Kelvin para Celsius.
```

```
return image.multiply(0.02).subtract(273.15)
```

```
.set('system:time_start', image.get('system:time_start'));});
```

```
var tmean1 = lstday.reduce(ee.Reducer.mean());
```

```
var lstnight = ee.ImageCollection('MODIS/MOD11A2')
```

```
.filterDate('2005-01-01', '2005-12-31')//-> {mudar aqui o ano-mês-dia}
```

```
.select('LST_Night_1km')
```

```
.map(function(image) {
```

```
// Dados de Kelvin para Celsius.
```

```
return image.multiply(0.02).subtract(273.15)
```

```
.set('system:time_start', image.get('system:time_start'));});
```

```
var tmean2 = lstnight.reduce(ee.Reducer.mean());
```

## APÊNDICE B

Script para obtenção de dados precipitação (CHIRP) para cada município do Pará.

```
var prec = ee.ImageCollection("UCSB-CHG/CHIRPS/PENTAD")
.filterDate('2005-01-01', '2005-12-31')
.select('precipitation');
var precx = prec.reduce(ee.Reducer.mean());
var chart = ui.Chart.image.byRegion({
  image: tmean1.addBands(tmean2).addBands(precx),
  regions: shape,
  scale:200,
  xProperty: 'CD_GEOCODM',
}).setOptions({
  title: '2005',
  vAxis: {title: 'Celsius + mm/pêntadas'},
  hAxis: {title: 'Municípios'},
  lineWidth: 1,});
print(chart);
Export.image.toDrive({
  image: tmean1,
  description: 'Para_LST_Day_2005',
  scale: 1000,
  region: geometry});
Export.image.toDrive({
  image: tmean2,
  description: 'Para_LST_Night_2005',
  scale: 1000,
  region: geometry});
Export.image.toDrive({
  image: precx,
  description: 'Para_CHIRPS_2005',
  scale: 5000,
  region: geometry})
```