

## ***Focos de calor associado a dinâmica de uso e cobertura do solo em Viseu/PA***

O presente trabalho consiste em analisar os dados de focos de calor e uso e cobertura do solo entre os anos de 2010 a 2020 para o município de Viseu/PA. Os dados de focos de calor foram adquiridos no formato shapefile dos presentes satélites: NOAA 12 e AQUA\_M-T. Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos por meio do programa Mapbiomas. Em relação aos focos de calor para a média dos anos estudados, observou-se que, em quase toda a extensão do município foi recoberta por focos de calor. Em todo período estudado (2010 a 2020) ocorreu o aumento dos focos de calor. A partir dos dados coletados foi possível identificar que aproximadamente 80% dos focos de calor ocorreram na parte Norte e Sul do município de Viseu/PA. Com o aumento da criação de gado e da agricultura nessas áreas é necessário manter os sistemas de monitoramento ambiental como os do INPE, com segurança e clareza, a fim de contribuir com medidas de gerenciamento dos recursos naturais. Nesse sentido, os resultados alcançados no presente estudo auxiliam na prevenção e no combate de incêndios florestais e nas mudanças no uso e cobertura do solo, criando assim subsídios para possíveis mecanismos e políticas públicas voltadas para o planejamento do território.

**Palavras-chave:** Foco de calor; Uso do solo; Geoprocessamento.

## ***Hotspots associated with dynamics of land use and coverage in Viseu/PA***

The present work consists of analyzing the data of hotspots and land use and cover between the years 2010 to 2020 for the municipality of Viseu/PA. The hotspot data were acquired in the shapefile format of the present satellites: NOAA 12 and AQUA\_M-T. Land use and land cover data were obtained using the Mapbiomas program. Regarding the hotspots for the average of the years studied, it was observed that, in almost the entire extension of the municipality, it was covered by hotspots. In the entire period studied (2010 to 2020) there was an increase in hotspots. From the data collected, it was possible to identify that approximately 80% of the hotspots occurred in the North and South of the city of Viseu/PA. With the increase in livestock and agriculture in these areas, it is necessary to maintain environmental monitoring systems such as those of INPE, with security and clarity, in order to contribute to measures for the management of natural resources. In this sense, the results achieved in the present study help to prevent and fight forest fires and changes in land use and cover, thus creating subsidies for possible mechanisms and public policies aimed at territorial planning.

**Keywords:** Hot spot; Use of the soil; Geoprocessing.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **07/05/2022**

Approved: **29/05/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Leoni de Souza Belato**   
Instituto Tecnológico Vale, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7063630868527586>  
<http://orcid.org/0000-0002-9230-2246>  
[leonibelato@gmail.com](mailto:leonibelato@gmail.com)

**Roberto Araújo de Oliveira Santos Júnior**  
Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7063630868527586>  
[araujo.roberto808@gmail.com](mailto:araujo.roberto808@gmail.com)

**Sergio Luis Cardoso Serrão**   
Secretaria de Estado de Educação do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7255962059886608>  
<http://orcid.org/0000-0002-0803-2627>  
[seuserao@gmail.com](mailto:seuserao@gmail.com)

**Arthur Jeronimo Santana Aragão**  
Universidade Federal do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4293400820099639>  
[arthurisaragao10@gmail.com](mailto:arthurisaragao10@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0019

### **Referencing this:**

BELATO, L. S.; SANTOS JÚNIOR, R. A. O.; SERRÃO, S. L. C.; ARAGÃO, A. J. S.. Focos de calor associado a dinâmica de uso e cobertura do solo em Viseu/PA. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.5, p.255-262, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0019>

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o país da América do Sul com mais incidências de focos de calor, concentrando principalmente nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste e as ações antrópicas são as principais causadoras das queimadas, apenas pequena parte é provocada por condições naturais (EMBRAPA, 2010). Devido à grande extensão territorial do Brasil o monitoramento da ocorrência de incêndios ou queimadas vem sendo realizados por meio do sensoriamento remoto, possibilitando detectar focos de calor, servindo como subsídio para definir estratégias de prevenção e combate a incêndios (INPE, 2014).

Os dados de focos de calor são captados pelos sensores dos satélites, na qual o termo focos de calor refere-se a temperaturas registradas acima de 47º C e são detectados pelos sensores presentes nos satélites, o que nem sempre faz referência a focos de fogo ou incêndio (INPE, 2014). Atualmente o monitoramento de queimadas e incêndios florestais faz uso de algumas ferramentas tecnológicas, tais como sensores presente nos satélites NOAA-12, NOAA-15, NOAA-16, TERRA e AQUA\_M-T (INPE, 2014). O satélite NOAA-12 opera em cinco bandas, onde a banda três é utilizada para detectar focos de calor, isso devido operar na faixa do infravermelho termal, sendo sensível a fontes de calor e cobre todo o Brasil, com seis passagens diárias (MMA, 2013). Os satélites NOAA-12 e AQUA\_M-T são considerados os mais adequados para a detecção de focos de calor, pois opera a uma altitude de 810 e 700 km respectivamente, possibilitando maior precisão na obtenção dos dados (INPE, 2014).

No entanto, nas últimas décadas, o uso do fogo vem sendo muito utilizado como ferramenta agrícola ocasionando graves impactos ao meio ambiente, como a perda da biodiversidade (CABRAL et al., 2012). Uma das principais causas na devastação da cobertura vegetal é a modificação do uso do solo pela prática agropecuária (FEARNSIDE, 2006).

Na Amazônia, o uso do fogo é muito utilizado e de difícil substituição, pois se trata de um método barato e acessível aos pequenos agricultores. Segundo Mesquita (2008) nos últimos anos, grande parte do desmatamento e queimadas na Amazônia tem sido realizada por pequenos produtores com o intuito de produzir alimentos para subsistência, e após alguns anos de uso, essas áreas são queimadas novamente para dar lugar às pastagens.

A importância de estudos sobre o uso e cobertura do solo relacionando os focos de calor é de grande importância, visto que o uso de forma não planejada degrada o meio ambiente, no qual está fundamentada na necessidade de entender seus efeitos sobre as mudanças climáticas e assim garantir a sustentabilidade levando em conta os aspectos sociais, econômicos e ambientais de cada região. Logo o presente trabalho consiste em analisar dados cartográficos por meio de técnicas de geoprocessamento de focos de calor entre os anos de 2010 e 2020 e de uso e cobertura do solo do município de Viseu/PA no ano de 2019.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O município de Viseu fica localizado no Nordeste Paraense, na região Norte do Brasil nas coordenadas

de latitude 01°11'48" sul e a uma longitude 46°08'24" Oeste (Figura 1), estando a uma altitude de 15 metros possui uma extensão territorial de 4.939,254 km<sup>2</sup>. A população estimada da cidade é de 18.000 habitantes. A população do distrito inteiro (muito vasto e longe da cidade) em 2020 era de 61.751 habitantes segundo o IBGE. Portanto, densidade demográfica de 12,50 hab./km<sup>2</sup>. Para alcançar o objetivo proposto na abordagem do trabalho utilizou-se a pesquisa exploratória descritiva numa abrangência restrita aos casos de uso e cobertura do solo associados aos índices de focos de calor ocasionado no município de Viseu/PA.

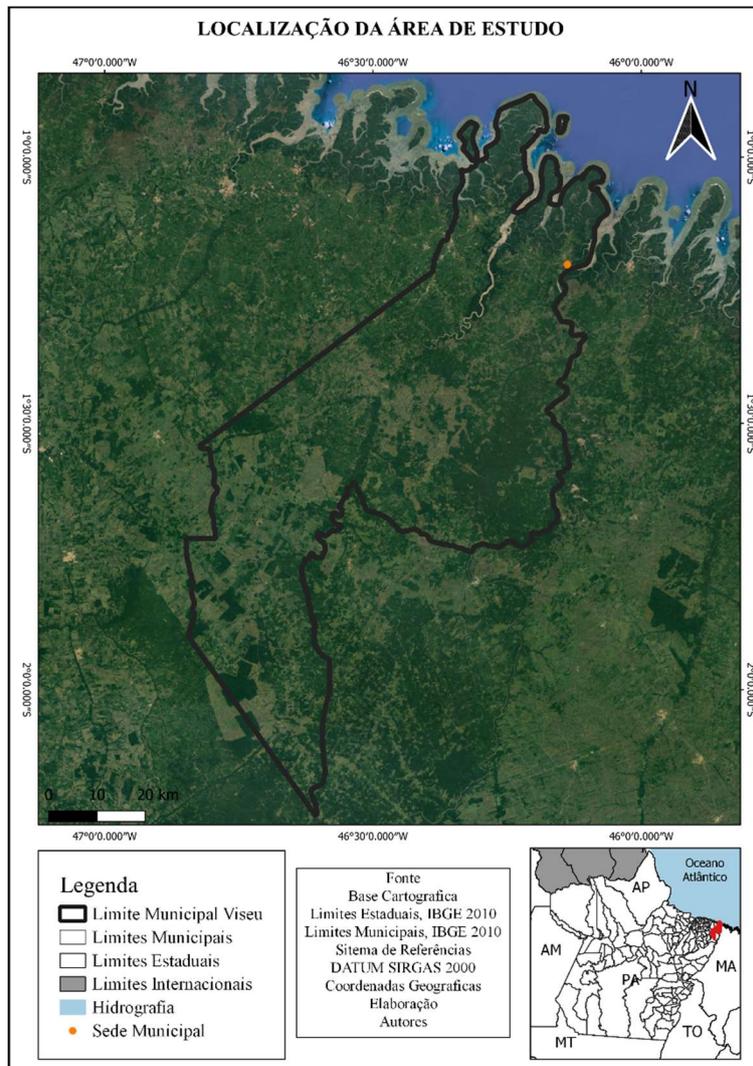


Figura 1: Localização da área de estudo.

### Base cartográfica

O trabalho utilizou-se a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Projeto MapBiomas e da plataforma Google Earth Engine.

### Processamento das informações espaciais

Os dados de focos de calor foram obtidos a partir do Centro de Previsão de Tempo e Estudos

Climáticos (CPTEC)<sup>1</sup> (CPTEC, 2016). Atualmente o CPTEC utiliza 31 satélites ambientais (Órbita Polar e geoestacionário) para compor sua rede de observação na América do Sul (AS). As séries de satélites meteorológicos são: NOAA, GOES, AQUA (EOS PM-1), TERRA (EOS AM-1), METEOSAT, ATSR e TRMM. Esses satélites realizam o imageamento orbital pelo país nos períodos da manhã, tarde, noite e madrugada. A série temporal de focos de calor obtidos do bioma Amazônico corresponde ao período de 2010 a 2020. Os dados são disponibilizados de forma gratuita em formato shapefile, onde cada ponto de foco de calor possui coordenadas geográficas, data da ocorrência do foco, risco, tipo de satélite, bioma e o município. Foi obtido uma média dos dados correspondente aos anos de 2010 a 2020 e plotado em um único mapa. O processamento de dados de Uso e Cobertura do solo foram derivados da coleção do Projeto Mapbiomas além de dados em planilha eletrônica de cada classe em km e assim transformado em valores de porcentagem e em seguida realizado recorte espacial das imagens pela plataforma em nuvem o Google Earth Engine (GEE), na qual foi realizado o recorte da imagem de uso e cobertura do solo do município de Viseu/PA referente ao ano de 2019.

O processamento foi realizado através do banco de dados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG no software – Qgis cuja versão 3.16.6 - Hannover, nas quais foram realizados processamentos de análises e interpretação de mapas de evolução temporal.

O mapeamento dos focos de calor realizado no município de Viseu/PA, ocorreu a partir de interpretação visual. O período da pesquisa foi determinado pelo algoritmo estimador de densidade de kernel. No entanto, as densidades foram classificadas por classes nas quais somam-se: baixa, média, alta e muito alta. O mapeamento de uso e cobertura do solo após processada pelo software – Qgis 3.16.6 - Hannover utilizou-se as seguintes classes referente a biografia do projeto Mapbiomas.

Estatística aplicada à série temporal de focos de calor receberam tratamento estatístico exploratório, descritivo e paramétrico. A estatística descritiva utilizou as medidas de tendência central (média e mediana), medidas de dispersão (valores mínimo e máximo, desvio padrão - DP) e coeficiente de variação (CV, %). A exploratória utilizou o boxplot para fornecer as informações: locação, dispersão, assimetria, comprimento da cauda e outliers (medidas discrepantes). O teste de Pettitt (1979) foi utilizado no tratamento paramétrico. O teste faz uso de duas amostras  $X_1, \dots, X_t$  e  $X_{t+1}, \dots, X_T$  que pertencem a mesma população. A estatística  $U_{t,T}$  faz uma contagem do número de vezes que um membro da 1ª amostra é maior que o membro da 2ª, conforme a equação:

$$(1) \quad U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(X_i - X_j) \text{ para } t = 2, \dots, T$$

Em que,  $\text{sgn}(x) = 1$  para  $x > 0$ ;  $\text{sgn}(x) = 0$  para  $x = 0$ ;  $\text{sgn}(x) = -1$  para  $x < 0$ . A estatística  $U_{t,T}$  é calculada para os valores de  $1 < t < T$ , e a estatística  $k(t)$  do teste de Pettitt (1979) é dado por:

A estatística  $U_{t,T}$  é calculada para os valores de  $1 < t < T$ , e a estatística  $k(t)$  do teste de Pettitt (1979) é dado por:

<sup>1</sup> <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>

$$k(t) = \text{MAX}_{1 < t < T} |U_{t,T}| \quad (2)$$

O teste de Pettitt (1979) localiza o ponto em que ocorreu uma mudança brusca na média de uma série temporal dos focos de calor no ERJ e a sua significância pode ser calculada segundo a equação:

$$p \cong 2 \exp \left\{ \frac{-6k(t)^2}{(T^3 + T^2)} \right\} \quad (3)$$

O ponto de mudança brusca é o  $t$  onde ocorre o máximo de  $k(t)$ . Os valores críticos de  $K$  são dados por:

$$k_{crit} = \pm \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{p}{2}\right)(T^2 + T^2)}{6}} \quad (4)$$

O teste de Pettitt (1979) foi elaborado na planilha eletrônica Microsoft Office Excel versão 2013 e adaptado para obter informações nas escalas anual e mensal dos focos de calor no ERJ. Baseado nos anos e meses obtidos via teste de Pettitt (1979) foram elaborados mapas de focos de calor para os meses e anos que mais se repetiram na série temporal de focos de calor no ERJ baseado na técnica de estimativa de densidade Kernel (EDK), com adoção de 5 km<sup>2</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da análise de uso e cobertura do solo, evidenciou-se oito classes, as quais são: Formação Florestal, formação Campestre, Mangue, Pastagem, Praia e Duna, Infraestrutura Urbana, Apicum e corpo d'água. É possível analisar as distintas classes de uso e cobertura do solo no município (Figura 2).

A cobertura vegetal da região, segundo a classificação adotada pela EMBRAPA-CNPS (EMBRAPA, 1988), está composta por seis formações bem definidas: Floresta Equatorial Subperenifólia, Floresta Equatorial Hidrófila e Higrófila de Várzea, Campos Equatoriais Higrófilos de Várzea, Formações de Praias e Dunas e Manguezal. A Floresta Equatorial Subperenifólia, cobria a maior parte da região estudada, atualmente, apresenta-se capoeiras com muita pouca vegetação primária, a qual foi moderadamente preservada, encontrando-se somente em pequenas manchas esparsas, onde são raras as essências da vegetação original.

Verifica-se que a classe Pastagem e formação Florestal está espacialmente concentrada em todo o limite do município de Viseu/PA ocupando mais de 80 % da região, já a Infraestrutura Urbana encontra-se com maior evidência ao Norte do município ocupando apenas uma pequena área no mapa (Figura 2). O modelo de desenvolvimento voltava-se para a implantação de projetos agroflorestais, madeireiros, agropecuários, com expectativa de garantir a ocupação efetiva da região e a implantação de pastagens e de outros empreendimentos altamente subsidiados por empresas e proprietários de terras na região.

O Mangue na região encontra-se normalmente em ambiente salino e salobre acompanhando os

curtos dos rios, instalando-se nas áreas que sofrem influências das marés, cuja denominação, no Pará e no Maranhão é ‘apicum’. Esses mangues, na região estudada, mostram-se muito bem preservados.

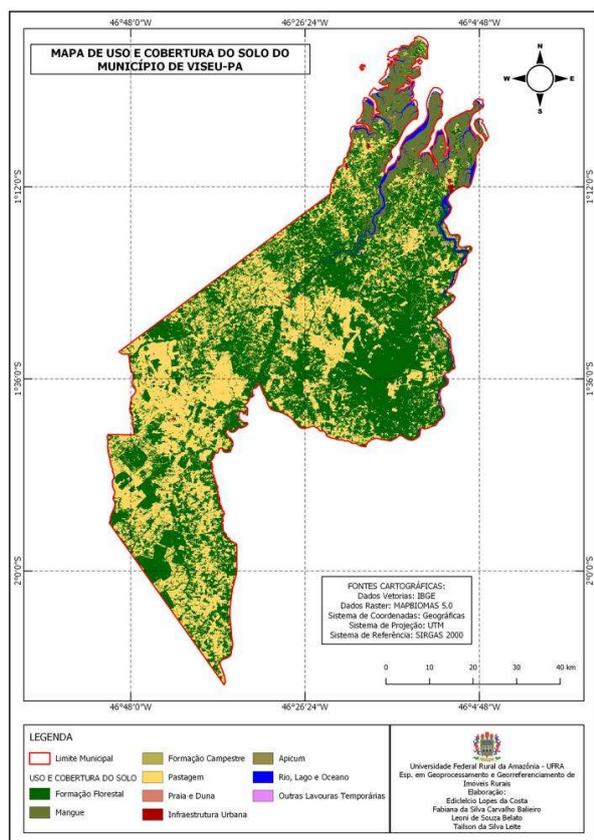


Figura 2: Mapa de Uso e Cobertura do solo de Viseu/PA.

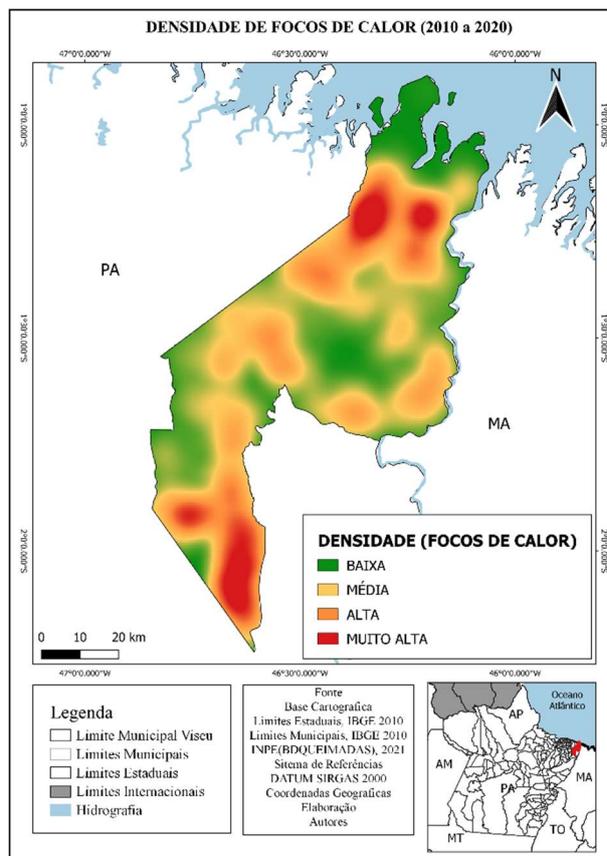


Figura 3: Mapa de Foco de Calor.

Nota-se que nos últimos anos o elemento fogo é provocado por práticas de manejo inadequada ou por causas naturais que são fatores de influência e afeta diretamente o ambiente colocando em risco diferentes escalas globais (RAMOS et al., 2018).

A Figura 3, apresenta a espacialização média dos focos de calor dos anos de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020. Quase todo o município apresentou em sua extensão focos de calor e isso significa um impacto de grande significância, mas é notório quando se olha a figura 3 a intensidade de focos de calor na parte Norte e Sul do limite municipal de Viseu/PA.

Os resultados encontrados apontam para a utilização do fogo principalmente na implementação e manutenção de áreas de pastagens, e esta informação corrobora os resultados apresentados por Becker (1998), Cochrane et al. (1999), Moutinho (2006), Soares Filho et al. (2004) e Venturieri (2013), que identificaram as áreas de pastagem como as com maior antropização em território Amazônico e, por serem facilmente associadas à utilização do fogo para abertura de novas áreas (PHILLIPS et al., 2009). A análise dos dados aponta uma possível associação entre os locais queimados de Vegetação Secundária e Floresta, com Pastagens.

O estado do Pará possui padrões climáticos sazonais, suas principais estações são: estação seca de maio a setembro e estação úmida de novembro a abril. Os acontecimentos de focos de calor aconteceram no estado de Pará em todos os meses pesquisados nesse estudo, o período que apresentou um número

elevado de eventos registrados foram os meses de setembro a dezembro, isso pode ocorrer devido os meses de seca serem de julho a outubro. O clima do município de Viseu é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperatura superior a 18 °C na época menos quente. A estação seca, bastante curta, contrasta com a alta pluviosidade anual, principalmente de janeiro a julho, onde a amplitude térmica é pouco maior que 5 °C. Apesar da falta de uma estação meteorológica, as referências sobre o clima do Município são baseadas na estação dos municípios de Tracuateua e Bragança, esta última localizada a cerca de 100 km da sede de Viseu.

## CONCLUSÕES

Os dados mostraram-se eficazes para a compreensão do espaço e paisagem do município de Viseu/PA e seus atores envolvidos, podendo servir como um norte para a criação de políticas públicas voltadas para a conservação de florestas nativas e manejo de áreas produtivas na região. O estudo aborda um aumento significativo de focos de calor na parte Norte e sul do município de Viseu/PA durante os anos analisados. Com relação a isso, é preciso rever o uso e ocupação do solo em todo o território do município e investir em educação ambiental para os moradores locais.

Os resultados demonstram que através do acesso a uma base gratuita de dados e análises relativamente simples, é possível obter informações objetivas para a prevenção de danos causados pelas queimadas e incêndios. Com a esperada evolução dos sensores de temperatura e de algoritmos de tratamento de dados, será muito provável que possamos diferenciar de modo hábil os focos de calor que representam incêndios e queimadas daqueles que indicam, por exemplo, atividade de indústrias ou especificidades de relevo. Boa parte dessas queimadas estão concentradas em áreas de pastagem e vegetação secundária ocasionando impactos ambientais que afetam tanto a população da região quanto a biodiversidade local.

## REFERÊNCIAS

BECKER, B. K.. **Amazônia**. São Paulo: Ática, 1998.

CABRAL, A. L. A.. Uso do fogo na agricultura: legislação, impactos ambientais e realidade na Amazônia. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 9. **Anais**. 2013. p.159-172.

COCHRANE, M. A.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M. D.; SOUZA JUNIOR, C. M.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P.; DAVIDSON, E. A.. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy. **Science**, v. 84, n.5421, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Alternativas para a Prática das Queimadas na Agricultura**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2010.

EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1988.

FEARNSIDE, P. M.. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.395-400,

2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução ao Sistema de Informações Geográficas**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2014.

MESQUITA, A. G. G.. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana. **Revista Ramal de Ideias**, Rio Branco, v.1, n.1, 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Boletim de monitoramento de focos de calor Cerrado n. 824**. Brasília: MMA, 2013.

MOUTINHO, P.. Biodiversidade e mudança climática sob um enfoque amazônico. In: ROCHA, C. F. D. et al. **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos: RiMa, 2006. p.119-129.

PETTITT, A. N.. A non-parametric approach to the change-point problem. **Applied Statistics. Journal of the Royal Statistical Society**, Londres, v.28, n.1, p.126-135, 1979.

RAMOS, L. F.; OLIVEIRA, M. R.; SORIANO, B. M. A.. Análise da distribuição de focos de calor no Pantanal brasileiro em 2017. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PANTANAL NA XIII DE BIOLOGIA, 6. **Anais**. Corumbá, 2018.

SOARES FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA,

G.; DIAZ, M. D. C. V.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E.. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. **Global ChangeBiology**, v.10, n.07, p.745-764, 2004.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea ([https://opensea.io/HUB\\_CBPC](https://opensea.io/HUB_CBPC)), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

*The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).*



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157871473522638849/>