



## **ANÁLISE DO REGISTRO DE FOCOS DE QUEIMA NO ESTADO DO PARÁ COMO INSTRUMENTO PARA A PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

**Benjamin Leonardo Alves White**

Instituto Federal Baiano, Campus Xique-Xique  
benjmk@hotmail.com

**Jamile Alves dos Santos**

Instituto Federal Baiano, Campus Xique-Xique  
jamilesantos9654@gmail.com

### **GT 4: Educação Ambiental de Base comunitária**

**Resumo:** No Brasil, a queima da vegetação é a principal fonte de gases do efeito estufa, sendo Pará o estado brasileiro com o maior registro de focos de queima (FQ) desde o início do monitoramento via satélite. O trabalho teve por objetivo identificar os meses e os municípios que mais queimam no estado do Pará e verificar a correlação entre FQ e desmatamento. Os dados de FQ registrados pelo satélite AQUA foram categorizados, classificados, além de correlacionados com dados de desmatamento. Os resultados apontam uma correlação significativa e uma tendência de queda no registro de FQ e de desmatamento nos anos avaliados. Os meses com maior registro de FQ foram agosto e setembro. O município com maior densidade de FQ foi Bajarú. Além dele, outros 87 municípios foram classificados na classe Extrema de FQ, ressaltando a urgência da adoção de medidas preventivas, como práticas de educação ambiental e aumento da fiscalização.

**Palavras-chave:** Queimadas; desmatamento; conscientização ambiental.

## INTRODUÇÃO

O fogo, ao consumir toda ou parte de uma vegetação, pode ser classificado como incêndio florestal ou queimada controlada. Caso o mesmo esteja sendo utilizado como forma de manejo agropastoril, é chamado de queimada controlada. Já quando o fogo está descontrolado, é chamado de incêndio florestal (SOARES; BATISTA, 2007). Quando uma queimada controlada ou um incêndio florestal é detectado através de satélites, utiliza-se o termo *fire pixel*, ou, foco de queima (INPE, 2022).

Tanto os incêndios florestais quanto as queimadas controladas são responsáveis por liberar na atmosfera grande quantidade de gases de efeito estufa, contribuindo assim com as mudanças climáticas. Segundo dados obtidos de satélites que fazem o monitoramento do fogo em vegetação a nível global, estima-se que, anualmente, em média, as queimadas e incêndios florestais sejam responsáveis pela liberação de 2,5 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera (VAN DER WERF, 2006).

Em vários estados brasileiros, o uso do fogo para realização de queimadas controladas é cultural e difícil de substituir. Devido à falta de fiscalização do governo e de conhecimento da legislação por parte da população, geralmente as queimadas são realizadas de maneira irregular, sem a autorização do órgão ambiental competente, infringindo assim a lei 9.605/98. A falta de inspeção e controle do uso do fogo resulta em um grande número de queimadas que acabam perdendo o controle e progredindo para incêndios florestais de grande porte que consomem grandes áreas de vegetação.

Na América do Sul, uma área equivalente ao estado do Rio de Janeiro (cerca de 40 mil km<sup>2</sup>) é queimada, em média, anualmente (FREITAS et al., 2005). O fogo ocorre principalmente na Amazônia e no Cerrado, porém, através do transporte atmosférico de suas emissões, uma extensa área, entre 4-5 milhões de km<sup>2</sup>, é afetada pela fumaça. Os efeitos destas emissões excedem, portanto, a escala local e afetam a composição e propriedades físicas e químicas da atmosfera na América do Sul e áreas oceânicas vizinhas, com potencial impacto em escala global (FREITAS et al., 2005).

No Brasil, a queima da vegetação é a principal fonte de liberação de gases do efeito estufa, sendo responsável pela emissão de cerca de 75% de todo o dióxido de carbono liberado pelo país (IBGE, 2010). Dentre os vinte e seis estados que formam o país, Pará é o que apresenta a maior média anual de registros de focos de queima em vegetação desde que se iniciou o monitoramento via satélite (INPE, 2022). Apesar

disso, as políticas públicas voltadas para a conservação ambiental no estado são raras e ineficientes.

O desenvolvimento de estudos que visem a obtenção de dados a serem utilizados na formulação de políticas públicas voltadas à prevenção e ao combate às queimadas e incêndios florestais é fundamental. Dentre as possíveis políticas públicas passíveis a serem aplicadas, destaca-se a implementação de atividades específicas de educação ambiental como fundamentais para fortalecer o desenvolvimento de ações voltadas ao meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações. Inclusive, prévios estudos já comprovaram que a aplicação de atividades de educação ambiental em certas localidades pode resultar na redução do registro de ocorrências de queimadas e incêndios florestais (Eg. BRAGA; JOHN, 2017; COLAÇO, 2017).

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo analisar a variação espaço-temporal do registro de focos de queima nos diferentes municípios do estado do Pará; verificar a correlação entre focos de queima e desmatamento; e, propor medidas que visem a redução da ocorrência de fogo e, conseqüentemente, dos danos ambientais provocados pelo mesmo, no estado.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Pará é o segundo maior estado brasileiro ocupando uma área de 1.245.870,798 km<sup>2</sup>. O maior município do estado e, inclusive, do Brasil é Altamira (159.533 km<sup>2</sup>), ocupando uma área próxima à de todo o estado do Ceará, enquanto o menor é Marituba (103 km<sup>2</sup>). O clima predominante na maior parte do estado, de acordo com a classificação atualizada de Köppen-Geiger, é equatorial de monção (Am), também ocorrendo áreas de clima equatorial de inverno seco (Aw) e equatorial úmido (Af) (KOTTEK et al., 2006). De acordo com imagens de satélite do ano de 2019, a maior parte do seu território é recoberto por florestas naturais, ocupando uma área total de 954.635,19 km<sup>2</sup>, (76% da área total do estado). Áreas de pastagem ocupam a segunda posição, com uma área total de 203.760 km<sup>2</sup>. Ambos os usos da terra respondem por aproximadamente 93% da área estadual (MAPBIOMAS, 2022).

Os registros de focos de queima no estado do Pará foram obtidos junto ao “Programa Queimadas” do INPE, com base em dados do satélite AQUA, de 01/01/2003 a 31/12/2021, totalizando 19 anos. Os valores foram quantificados para todo os municípios do estado e agrupados por ano e mês em que foram detectados. Para

identificar a correlação entre o número de focos de queima e o desmatamento, os dados do satélite AQUA foram correlacionados com dados de desmatamento (2003-2020) obtidos junto ao MAPBIOMAS (2022).

Visando identificar os municípios mais críticos para a ocorrência de queimadas e incêndios florestais, os mesmos foram agrupados em seis classes de frequência, com base no número de focos de queima por área detectados pelo satélite AQUA, utilizando a classificação proposta por White (2020) (Tabela 1).

Tabela 1: Frequência da incidência de focos de queima detectados pelo satélite AQUA por um período de um ano com base na classificação proposta por White (2020).

<b>Frequência de incidência de focos de queima</b>	<b>Número de focos de queima detectados por ano</b>
Muito Baixa	Nenhum ou um foco de queima para uma área $> 600 \text{ km}^2$ (Equivalente a $< 0.0017$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).
Baixa	Um foco de queima para uma área $> 300$ e $\leq 600 \text{ km}^2$ (Equivalente a $> 0.0033$ e $\leq 0.0017$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).
Média	Um foco de queima para uma área $> 150$ e $\leq 300 \text{ km}^2$ (Equivalente a $> 0.0067$ e $\leq 0.0033$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).
Alta	Um foco de queima para uma área $> 75$ e $\leq 150 \text{ km}^2$ (Equivalente a $> 0.0133$ e $\leq 0.0067$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).
Muito Alta	Um foco de queima para uma área $> 25$ e $\leq 75 \text{ km}^2$ (Equivalente a $> 0.04$ e $\leq 0.0133$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).
Extrema	Um foco de queima para uma área $\leq 25 \text{ km}^2$ (Equivalente a $\geq 0.04$ focos de queima/ $\text{km}^2$ ).

Fonte: White (2020)

## RESULTADOS

Um total de 830.109 focos de queima foram detectados pelo satélite AQUA entre 01/01/2003 e 31/12/2021, contabilizando um valor médio de 43.690 focos por ano. O ano de 2004 foi o que teve maior registro, enquanto que 2018 o menor. De 2003 ao

final de 2019, 8.657.602 hectares foram desmatados no estado, sendo 2004 o ano com o maior valor e 2012 o menor. Os dados de focos de queima e desmatamento apresentaram uma correlação positiva e significativa ( $r^2=0,68$ ;  $p < 0,01$ ). A análise de tendência linear indicou uma significativa tendência de queda nos números de focos de queima ao longo dos anos analisados ( $r^2 = 0,57$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 1).

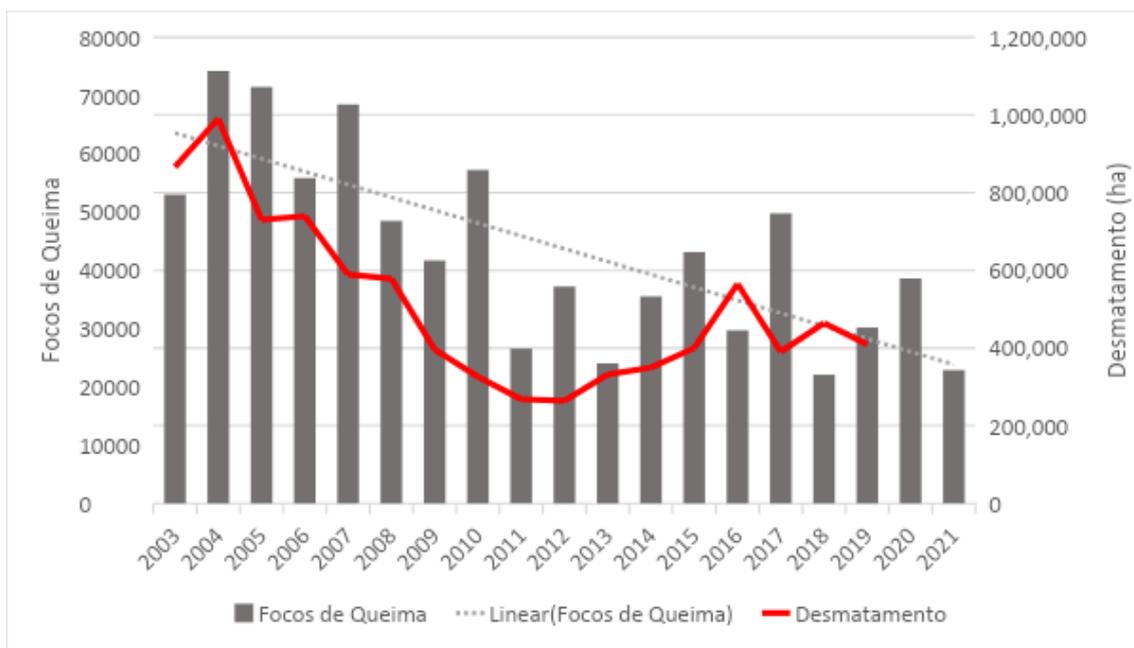


Figura 1: Número de focos de queima detectados pelo satélite AQUA de 2003 a 2021, e valores anuais de desmatamento de 2003 a 2019 no estado do Pará. A linha pontilhada representa a linha de tendência linear do registro de focos de queima observada durante o período.

Quando classificando os focos de queima de acordo com os meses do ano em que os mesmos foram registrados, e comparando as médias utilizando o teste t de *Student*, percebe-se 5 grupos diferentes, sendo os meses de agosto, setembro e novembro os que tiveram maior registro, e os de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho com menor registro (Figura 2).

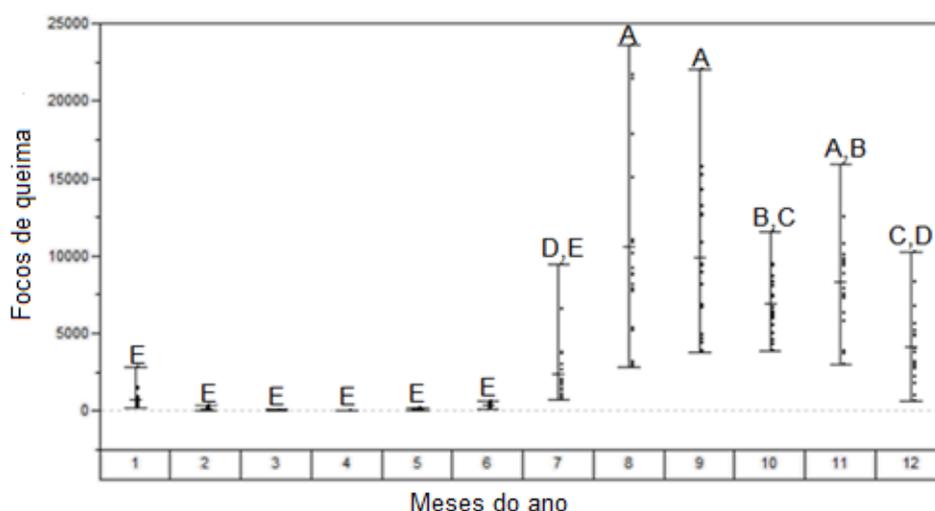


Figure 2: Valores máximos, mínimos e média do número de focos de queima registrados de 2003 ao final de 2021 no estado do Pará de acordo com os meses do ano. Diferentes letras indicam diferença significativa entre os meses de acordo com o teste *Tukey HDS*.

Focos de queima foram detectados em todos os 144 municípios. O que apresentou o menor registro foi Marituba, enquanto que o maior foi em São Félix do Xingu. Proporcionalmente à sua área, Bujaru foi o município com a maior densidade de focos de queima, seguido por Concórdia do Pará e São Domingos do Capim (Tabela 3).

Tabela 2: Lista dos 10 municípios do estado do Pará com maior densidade de focos de queima durante o período avaliado.

	Focos de queima registrados	Média anual	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade (focos por ano por km <sup>2</sup> )
Bujaru	4418	232,53	994,691	0,23
Concórdia do Pará	2849	149,95	700,59	0,21
São Domingos do Capim	6056	318,74	1686,765	0,19
Acará	13357	703,00	4344,384	0,16
Mocajuba	2350	123,68	871,171	0,14
Garrafão do Norte	4149	218,37	1608,014	0,14
São Miguel do Guamá	2599	136,79	1094,564	0,12
Irituia	2838	149,37	1385,209	0,11
Cametá	6293	331,21	3081,367	0,11
Nova Esperança do Piriá	5591	294,26	2808,195	0,10

Levando em consideração a classificação de White (2020), 88 municípios foram classificados como de Extrema incidência de focos de queima; 43 na classe Muito Alta; 5 na classe Alta; 4 na classe Média; 2 na Baixa; e, 2 na Muito Baixa. A maioria dos municípios com maior densidade de focos de queima estão localizados na porção leste do estado, enquanto os que apresentaram menor densidade, estão localizados, principalmente, na região norte e noroeste (Figura 3).

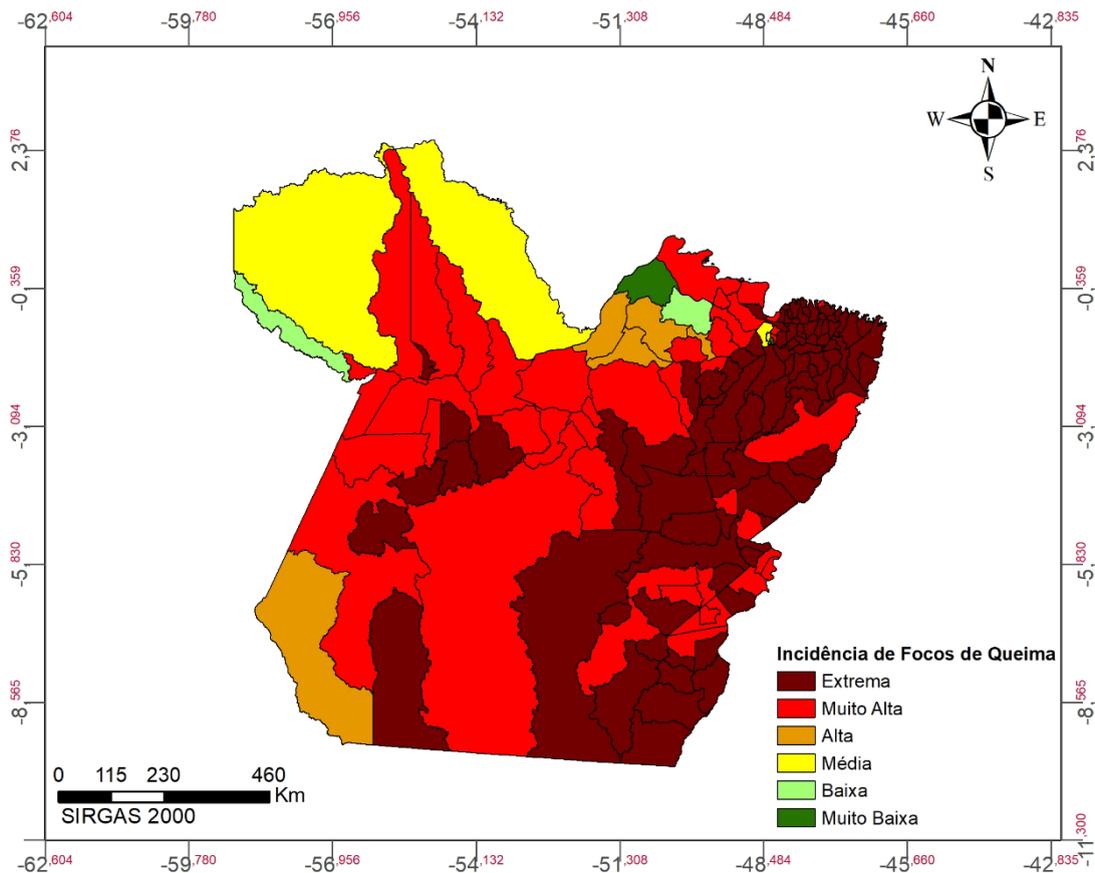


Figura 3: Municípios do estado do Pará classificados de acordo com as classes de incidência de focos de queima proposta por White (2020).

Para resolver a respectiva problemática nos municípios mais críticos, sugere-se que, a curto prazo, ocorra um aumento nas atividades de fiscalização que visem por em prática os critérios estabelecidos nas legislações nacionais e estaduais no que se refere à realização de queimadas controladas e à prática de incêndios florestais. A longo prazo, é fundamental que atividades de educação ambiental sejam aplicadas em todo o estado, de maneira formal e informal, buscando refletir junto às comunidades locais que estes

podem ser mais eficientes que o estado na fiscalização e em vários outros processos, como diagnóstico, identificação de soluções e avaliação de resultados.

É fundamental que as crianças, desde os anos iniciais do ensino fundamental, estejam conscientes da importância da Floresta Amazônica e de todo o meio ambiente em que vivem. A tradução de informações em imagens através de histórias em quadrinhos é fundamental para o entendimento das demandas da educação ambiental, trazendo contextos que não poderiam ser aprendidos pelas crianças através de outras formas de comunicação, já que o assunto demanda de muitas informações técnicas que estão fora do imaginário das mesmas.

## **DISCUSSÕES**

Com base nos resultados obtidos através deste estudo, percebe-se que o fogo é um elemento presente e com elevada intensidade na grande maioria dos municípios do estado do Pará. Embora, durante o período avaliado, os números apresentaram uma tendência de queda, o estado ainda é o campeão no que se refere ao desmatamento e à queima da vegetação no Brasil (INPE, 2022).

A significativa correlação entre o registro de focos de queima e o desmatamento, sugere que o fogo é utilizado para limpeza de áreas previamente desmatadas. Como a floresta em pé e conservada não queima com facilidade, devido à elevada umidade em seu sub-bosque, geralmente as árvores são previamente derrubadas para, após secas, serem queimadas visando a limpeza do terreno para abertura de novas áreas agrícolas ou de pastagem (BRANDO et al., 2020).

Durante a década abrangendo os anos de 2004–2013, o Brasil demonstrou ao mundo sua capacidade de combater o desmatamento ilegal. Durante o respectivo período, a combinação de monitoramento, fiscalização e a expansão de áreas protegidas diminuiu cerca de 70% na taxa de desmatamento na Amazônia Brasileira (BRANDO et al., 2020; NEPSTAD et al., 2014). Entretanto, a política e o cenário econômico atuais reverteram esta tendência e o aumento na taxa de desmatamento nos últimos anos pode ser responsável por atingir um ponto de virada irreversível, onde a floresta se tornará mais seca e queimará com maior frequência, aumentando a emissão de gases do efeito estufa que, por sua vez, tornará a região mais quente deixando a vegetação ainda mais seca e mais propícia a queimar (BRANDO et al., 2020; NEPSTAD et al., 2008).

A concentração dos focos de queima nos meses de agosto, setembro segue o padrão observado na maior parte da América do Sul (WHITE, 2019). Todos os países da

América do Sul abaixo da linha do equador, com exceção do Chile, apresentam maior registro de focos de queima entre os meses de agosto a novembro. Tal fato se dá pela baixa precipitação pluviométrica durante o inverno, que deixa a vegetação seca e mais fácil de queimar (WHITE, 2019).

O conhecimento dos meses críticos do ano para a ocorrência de incêndios na região é fundamental para a aplicação de medidas preventivas. Uma maior atividade fiscalizadora poderia ser empregada durante os respectivos meses visando a redução desta problemática. Além disso, é fundamental o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, formal e informal, junto à população do estado. O conhecimento acerca da importância da floresta para a regulação do clima, para a conservação da biodiversidade e, inclusive, para a sobrevivência da espécie humana a longo prazo, é fundamental. Embora medidas coercitivas possam ter algum efeito positivo na prática, é apenas através da educação que a situação pode mudar a longo prazo. Dias (2015) aponta a importância do desenvolvimento integrado e a eficácia da participação individual e coletiva nos objetivos da qualidade ambiental, trazendo a educação ambiental como mecanismo de exercício da cidadania. Ainda, de acordo com o mesmo autor, somente através da educação ambiental é possível entender as causas dos principais problemas ambientais, as consequências de nossas decisões, hábitos e atitudes. Tornando as pessoas aptas a sugerirem alternativas para estilos de vida menos impactantes e mais harmoniosos e a investigarem de modo crítico e analítico as formas de exploração dos recursos naturais, os padrões de produção e consumo, o estilo de vida e os mecanismos de alienação para que tudo continue como está.

A determinação dos municípios que mais queimam também é fundamental para a delimitação dos locais prioritários a serem desenvolvidas atividades de fiscalização e prevenção ao fogo (WHITE, 2019). O fato de 88 dos 144 municípios do estado serem classificados na classe Extrema de incidência de focos de queima é uma situação extremamente preocupante e que deve ser resolvida o mais rápido possível. Uma maior delimitação de áreas protegidas, uma maior proteção das áreas indígenas, uma maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais, e uma maior aplicação de atividades de educação ambiental junto à população, são medidas essenciais a serem tomadas visando a diminuição do desmatamento e da ocorrência de incêndios na região. Apenas através da aplicação das respectivas medidas, será possível conservar a floresta amazônica e evitar uma catástrofe climática global.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o registro de focos de queima e de área desmatada tenha diminuído durante o período avaliado, o aumento dos números nos últimos anos é um fator preocupante que coloca em risco a conservação da floresta amazônica no estado do Pará e, conseqüentemente, a estabilidade climática global.

A delimitação dos meses do ano de maior registro de focos e dos municípios onde as queimadas e incêndios ocorrem com uma maior frequência são informações importantes que podem e devem ser usadas pelos governos municipais, estaduais e federais no desenvolvimento de políticas públicas que visem a redução do fogo no estado.

Medidas como maior delimitação de áreas protegidas; aumentar a proteção das áreas indígenas; maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais; e, aplicação de atividades de educação ambiental junto à população, devem ser tomadas visando a conservação ambiental na região.

## AGRADECIMENTOS

À pró-reitoria de pesquisa o Instituto Federal Baiano (PROPES) e ao CNPq pela ajuda de custo e pela bolsa de iniciação científica concedida à segunda autora.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, A. R. O.; JOHN, V. Sensibilização ambiental para minimização das queimadas urbanas no município de Itacoatiara–AM. **Nexus - Revista de Extensão do IFAM**, v. 3, n. 1, 2017.

BRANDO, P. et al. Amazon wildfires: Scenes from a foreseeable disaster. **Flora**, v. 268, article numb. 151609, 2020.

COLAÇO, M. C. A. **Bases para uma educação ambiental orientada para a diminuição do risco e aumento da resiliência das comunidades aos incêndios florestais em Portugal**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de Santiago de Compostela.

DIAS, G. F. **Dinâmicas e instrumentação para educação ambiental**. São Paulo: Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015.

FREITAS, S. R. et al. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 167-185, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

KOTTEK, M. et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil, 2022**. Coleção 2020 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso: 03 jun. 2022.

NEPSTAD, D. C. et al. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philos. Trans. Biol. Sci.**, v. 363, n. 1498, p. 1737–1746, 2008.

NEPSTAD, D. C. et al. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais**: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: UFPR, 2007. 250p.

VAN DER WERF, G. R. et al. Interannual variability in global biomass burning emissions from 1997 to 2004. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 6, n. 11, p. 3423-3441, 2006.

WHITE, B. L. A. Satellite detection of wildland fires in South America. **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 851-858, 2019.

WHITE, B. L. A. Spatiotemporal variation of fire occurrence in the State of Bahia, Brazil, between 2003 and 2019. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 10, n. 3, p. 153-167, 2020.