

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA
CAMPUS JI-PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

LAÍS KELEN DE SOUZA BATISTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM
RONDÔNIA (2000 - 2022)**

**JI-PARANÁ - RO
2023**

LAÍS KELEN DE SOUZA BATISTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM
RONDÔNIA (2000 - 2022)**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientadora: Prof^ª. Dra. Lorena de Souza Tavares Bressiani

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Janice Ferreira do Nascimento

JI-PARANÁ – RO

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Batista, Laís Kelen de Souza.

Distribuição espaço-temporal dos focos de calor em Rondônia (2000 -
2022) / Laís Kelen de Souza Batista, Ji-Paraná-RO, 2023.
23 f. : il.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª Lorena de Souza Tavares Bressiani.
Coorientador(a): Prof^ª. Dr^ª Janice Ferreira do Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Ji-Paraná-RO, 2023.

1. Amazônia Legal. 2. Geotecnologias. 3. Incêndios Florestais. 4.
Desmatamento. 5. Fronteira Agrícola. I. Bressiani, Lorena de Souza Tavares
(orient.). II. Nascimento, Janice Ferreira do (coorient.). III. Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

LAÍS KELEN DE SOUZA BATISTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM
RONDÔNIA (2000 - 2022)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em 08/12/2023

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dr^ª.: Lorena de Souza Tavares Bressiani
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



Prof^ª. Dr^ª.: Janice Ferreira do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



Prof. Dr.: Paulo Roberto Magistrali
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Ji-Paraná - RO, 12 de Dezembro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as conquistas que Ele me proporcionou a alcançar e a mais esta etapa que estou finalizando.

A minha família, que sempre me apoiou nas minhas escolhas e nos momentos difíceis durante essa caminhada. Principalmente a minha irmã Thaise Cristina que fez o possível e o impossível por mim durante essa trajetória.

Ao IFRO - Instituto Federal de Rondônia - *Campus Ji-Paraná* e a todos os professores do Curso de Engenharia Florestal e aos técnicos dos laboratórios pelos conhecimentos técnicos, científicos e práticos proporcionados durante todos esses anos.

Ao Prof. Paulo Magistrali pelo tempo destinado ao meu trabalho, auxiliando na construção do mesmo e pelos conhecimentos. Um agradecimento mais que especial a minha Orientadora Lorena Tavares e Co-orientadora Janice Ferreira por aceitar me auxiliar nessa etapa de todas as formas possíveis e impossíveis, por ajudar e incentivar mesmo diante de tantos imprevistos, mas que batalharam comigo e alcançamos a glória.

E a todos que contribuíram de forma direta e indiretamente para a minha formação acadêmica.

Obrigada a todos!

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM RONDÔNIA (2000 - 2022)

RESUMO

Em Rondônia, os transtornos decorrentes do fogo, originados por incêndios e queimadas ocorrem após o desmatamento para transformar a floresta em pastagens destinadas a atividades agropecuárias. O uso de geotecnologias atualmente desempenha um papel importante na detecção dos focos de calor. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar a dinâmica espacial e temporal dos focos de calor no estado de Rondônia entre os anos de 2000 a 2022. Os dados fornecidos pelo Programa BDQueimadas e PRODES do INPE, foram processados no *software* QGIS 3.32.3 para elaboração dos mapas temáticos e de distribuição dos focos de calor pelo estimador de densidade de Kernel. Também foi realizada a correlação de Pearson entre o desmatamento e os focos de calor no *software Excel*. No período analisado foram registrados 338.729 focos de calor, com média de 14.727 focos. Os anos de 2005 e 2013 foram os anos que apresentaram maior e menor incidência nos focos de calor, respectivamente. Na distribuição espacial não houve expressiva variação de áreas com focos, mas sim de densidade. Os maiores índices de densidade ocorreram nas microrregiões de Porto Velho e Ariquemes e os menores índices, nas microrregiões de Guajará-Mirim e Ji-Paraná. A correlação entre o desmatamento e focos de calor foi positiva de 0,65, ou seja, a medida em que os focos de calor são registrados a área de desmatamento também é alterada.

Palavras-chave: Amazônia Legal, Geotecnologias, Incêndios Florestais, Desmatamento, Fronteira Agrícola.

SPACE-TIME DISTRIBUTION OF HEAT SPOT IN RONDÔNIA (2000 - 2022)

ABSTRACT

In Rondônia, disturbances resulting from fire, caused by fires and burnings, occur after deforestation to transform the forest into pastures destined for agricultural activities. The use of geotechnologies currently plays an important role in detecting heat spots. In this sense, the objective of the present work was to analyze the spatial and temporal dynamics of heat spots in the state of Rondônia between the years 2000 and 2022. The data provided by INPE's BDQueimadas and PRODES Program were processed in the QGIS 3.32.3 software. to prepare thematic maps and distribution of heat spots using the Kernel density estimator. Pearson's correlation between deforestation and heat spots was also performed in Excel software. During the analyzed period, 338,729 heat spots were recorded, with an average of 14,727 heat spots. The years 2005 and 2013 were the years with the highest and lowest incidence of heat spots, respectively. In spatial distribution, there was no significant variation in areas with foci, but rather in density. The highest density rates occurred in the micro-regions of Porto Velho and Ariquemes and the lowest rates in the micro-regions of Guajará-Mirim and Ji-Paraná. The correlation between deforestation and heat spots was positive at 0.65, that is, as heat spots are registered the area of deforestation also changes.

Keywords: Legal Amazon, Geotechnologies, Forest Fires, Deforestation, Agricultural Frontier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geográfica das Microrregiões de Rondônia e seus 52 municípios.....	12
Figura 2 - Quantificação dos focos de calor em Rondônia entre os anos de 2000 e 2022.....	14
Figura 3 - Análise espacial dos focos de calor no estado de Rondônia para os anos de 2000, 2005, 2013 e 2022.....	16
Figura 4 - Número de focos de calor e área desmatada entre os anos 2000 a 2022 em Rondônia.....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. METODOLOGIA.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
3.1 Análise espacial-temporal dos focos de calor em Rondônia.....	14
3.2 Correlação entre desmatamento e focos de calor em Rondônia nos anos de 2000 a 2022.....	18
4. CONCLUSÃO.....	20
5. REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal engloba 60% da floresta amazônica, que destaca por ser a maior floresta tropical do planeta, com papel importante no ciclo hidrológico e na regulação do clima da região (Maurano et al., 2019). Segundo Rocha e Rauber (2023), esta região possui uma extensão territorial de 5,01 milhões de km² distribuída nos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Estado do Maranhão.

O processo de expansão da fronteira agrícola na Amazônia Legal ganhou consolidação através dos projetos de colonização do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária nas décadas de 60 e 70, cujo objetivo era ocupar e desenvolver essa imensa região. Rondônia tornou-se parte desse contexto de integração, notadamente por meio dos empreendimentos voltados para a abertura da rodovia BR-364 (Aragão et al., 2014; Oliveira e Amaral, 2018).

A história da ocupação de Rondônia está inicialmente ligada à exploração econômica de recursos naturais, como a borracha e a cassiterita ao longo do tempo e posteriormente a exploração mineradora e madeireira (Magro et al., 2019). Segundo Pereira (2021), esse cenário propiciou a migração populacional de outros Estados, impulsionados pela busca de oportunidades de emprego, acesso à terra e uma melhor qualidade de vida. No entanto, essa movimentação populacional desencadeou o progresso da expansão da fronteira agropecuária no Estado, resultando inevitavelmente no desmatamento de grandes áreas.

No Brasil, o uso do fogo é uma prática que perdura há séculos, principalmente na região Norte e Nordeste do país (Barboza et al., 2022). Sendo empregada em atividades agropecuárias no meio rural como forma de limpeza de área, assim, convertendo as florestas em áreas de pastagens e lavouras agrícolas (Dall'Igna e Maniesi, 2022).

De acordo com Cruz (2021), uma das estratégias adotadas para mitigar as ocorrências de queimadas e desmatamento é a implementação de monitoramento periódico realizado por fiscais ambientais. Como destacado por Pereira (2021) o monitoramento de queimadas e incêndios florestais no Brasil é feito através de imagens de satélites se mostra útil para regiões remotas sem meios intensivos e locais de acompanhamento.

No Brasil, o monitoramento operacional de focos de calor e incêndios florestais é conduzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do Programa

BDQueimadas. Esse programa apresenta informações geográficas possibilitando estudos de situações específicas da superfície terrestre, assim como é o caso dos focos de calor. Esse processo é viabilizado pela operação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, utilizando técnicas quantitativas e espaciais de geoprocessamento (Dall'Igna e Maniesi, 2022).

Os focos de calor são identificados por sensores orbitais em satélites dedicados ao monitoramento de incêndios na superfície terrestre, sendo caracterizados por qualquer leitura de temperatura superior a 47° C. A manifestação desses focos é mais pronunciada durante o período seco, marcado pela conjunção de baixos índices de umidade relativa do ar, elevadas temperaturas e um período prolongado de estiagem (Barboza et al., 2022).

Ao mapear os registros de focos de calor, é possível construir um banco de dados históricos ao longo dos anos. Esse banco de dados não apenas oferece a capacidade de acompanhar a dinâmica e as tendências de localização desses focos no espaço, mas também se revela como uma ferramenta valiosa para embasar tomadas de decisões preventivas diante de problemáticas causadas pelo fogo (Santos et al., 2021).

A representação gráfica por meio de mapeamento temático não apenas facilita a compreensão da distribuição geográfica desses eventos, mas também serve como um instrumento fundamental para gestores e pesquisadores na elaboração de estratégias de prevenção e intervenção (Santos et al., 2021). Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar a dinâmica espacial e temporal dos focos de calor no estado de Rondônia entre os anos de 2000 a 2022.

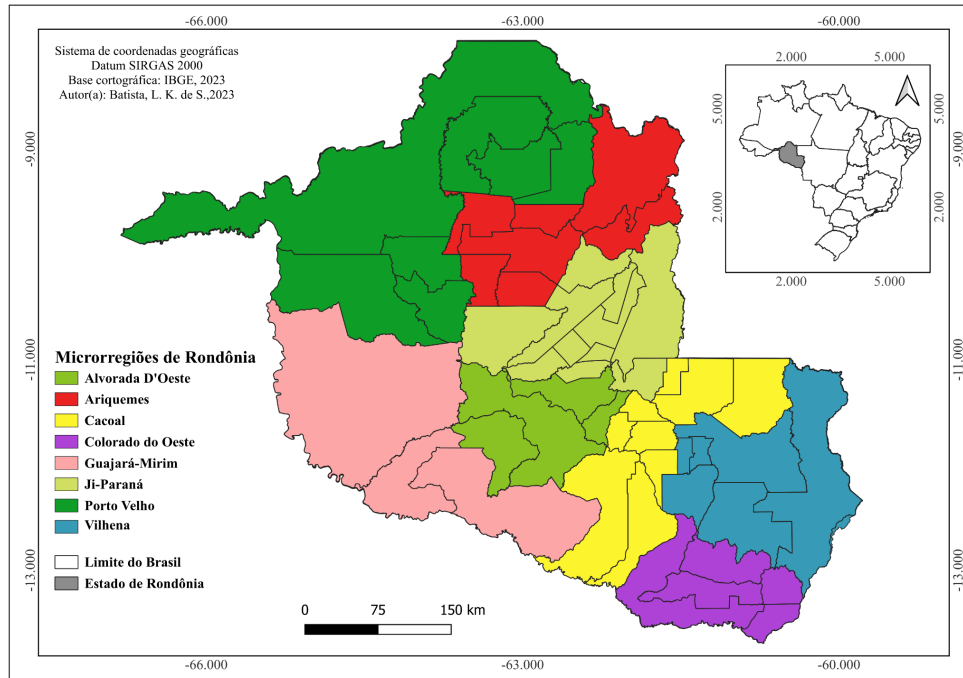
2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado para o estado de Rondônia, que encontra-se no sul-ocidental da Amazônia Legal e possui uma extensão territorial de 237.754,172 km². O Estado abrange 52 municípios e tem como capital a cidade de Porto Velho e abriga uma população estimada em 1.581.196 pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022).

De acordo com a classificação de Koppen, a região possui clima tropical chuvoso, com tipo Am que apresenta pluviometria anual elevada com período de estiagem moderado e o tipo Aw com pluviometria anual oscilando entre elevado e moderadamente elevado, com um período nítido de estiagem (Bastos e Diniz, 1982).

O estado é composto pelos biomas Amazônia e Cerrado, com uma faixa de transição entre ambos (IBGE, 2023). A análise dos dados foram baseados nas oito Microrregiões de Rondônia (Figura 1) compostas por Porto Velho, Ariquemes, Ji-Paraná, Guajará-Mirim, Alvorada D'Oeste, Cacoal, Vilhena e Colorado do Oeste e distribuídas em 52 municípios.

Figura 1: Distribuição geográfica das Microrregiões de Rondônia e seus 52 municípios.



Fonte: Autora, 2023

As camadas de informações dos dados vetoriais, como limites municipais e estaduais, foram adquiridas na base cartográfica de malhas territoriais do IBGE, no formato *shapefile*.

Para avaliar a incidência dos focos de calor realizou-se o *download* dos dados do Programa BDQueimadas referentes ao estado de Rondônia. Os mesmos estavam em formato *shapefile*, referente aos anos de 2000 a 2022, sendo disponibilizados pelos satélites de referência do monitoramento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Segundo o INPE (2023), os satélites de referência capturam os dados diários de focos detectados e usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permite a análise de tendências nos números de focos para as mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesse. Durante o período utilizado neste estudo houveram alterações nos satélites de

referência. Para os anos de 2000 a 2002 foi utilizado o satélite NOAA-12, com o sensor AVHRR, e para os anos de 2003 a 2022 o satélite AQUA_M-T, com o sensor MODIS.

Ao utilizar de vários sensores para a detecção de focos de calor pode causar informações redundantes, porém é válido ressaltar que somente frentes de fogo com mais de 30 metros são detectadas, e que elementos como presença de nuvens e o sombreamento das árvores interferem na detecção dos focos (Silva Filho et al., 2007). Ou seja, focos com dimensão inferior a 30 metros não são detectados.

Os dados referentes ao desmatamento para os anos avaliados no estado de Rondônia foram retirados do projeto PRODES (Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), através de imagens de satélites da classe LANDSAT (resolução espacial de 30 metros) para monitorar o desmatamento por corte raso na Amazônia Legal (INPE, 2023).

A quantificação dos focos de calor, assim como a elaboração dos gráficos, foi realizada no *Microsoft Office Excel*. Os dados de focos de calor foram arranjados por ano de ocorrência com a finalidade de facilitar no processamento das informações. Para a elaboração dos mapas temáticos e análise espacial dos focos de calor, foi utilizado o *software* QGIS 3.32.3.

Para a análise da distribuição espacial foi utilizado o estimador de densidade de Kernel, que é um método simplificado de se obter a estimativa de intensidade de um fenômeno por um valor de área (Barboza et al., 2022). De acordo com Carvalho e Câmara (2004) esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse.

O raio utilizado para a estimativa de kernel foi de 10.000 metros, que melhor representou os dados do período e área de estudo. Os mapas de densidade de Kernel para análise de focos de calor para os anos estudados foram confeccionados considerando 5 classes: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto, permitindo observar quais as regiões no Estado que apresentaram maior incidência de focos de calor (Pereira, 2021).

Para analisar a correlação entre os dados de focos de calor e área desmatada foi utilizada a correlação de Pearson, que avalia a direção e intensidade da relação linear entre duas variáveis quantitativas.

Esse coeficiente, representado por "r", varia de (-1 a +1), incluindo o ponto zero, que indica a ausência de correlação. Coeficientes positivos ($r > 0$) indicam uma correlação direta entre as variáveis, enquanto coeficientes negativos ($r < 0$) denotam uma correlação inversa. A magnitude desses coeficientes é interpretada da seguinte forma: $r = 0,10$ a $0,30$ é considerado

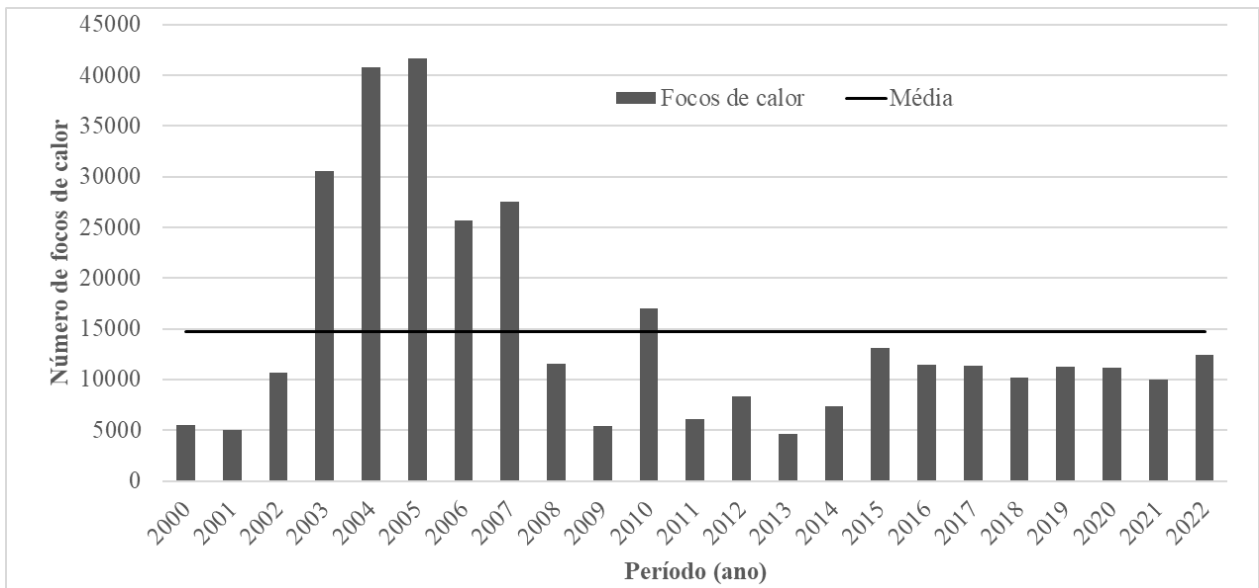
(fraco), $r = 0,40$ a $0,60$ é classificado como (moderado), e $r = 0,70$ a 1 é considerado (forte). Por outro lado, valores próximos de zero indicam uma relação mais fraca. Essa classificação proporciona uma compreensão mais clara da força e direção das relações identificadas (Figueiredo Filho e Silva Junior, 2009). A correlação foi realizada através do Software Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise espacial-temporal dos focos de calor em Rondônia

Em Rondônia foram registrados um total de 338.729 focos de calor durante o período avaliado (Figura 2). Observou-se maiores incidências dos focos nos anos de 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 e 2010, que superou a média de 14.727 focos no período estudado. Já os anos de 2000, 2001, 2009 e 2013 tiveram registros abaixo de 6.000 focos de calor.

Figura 2: Quantificação dos focos de calor em Rondônia entre os anos de 2000 e 2022.



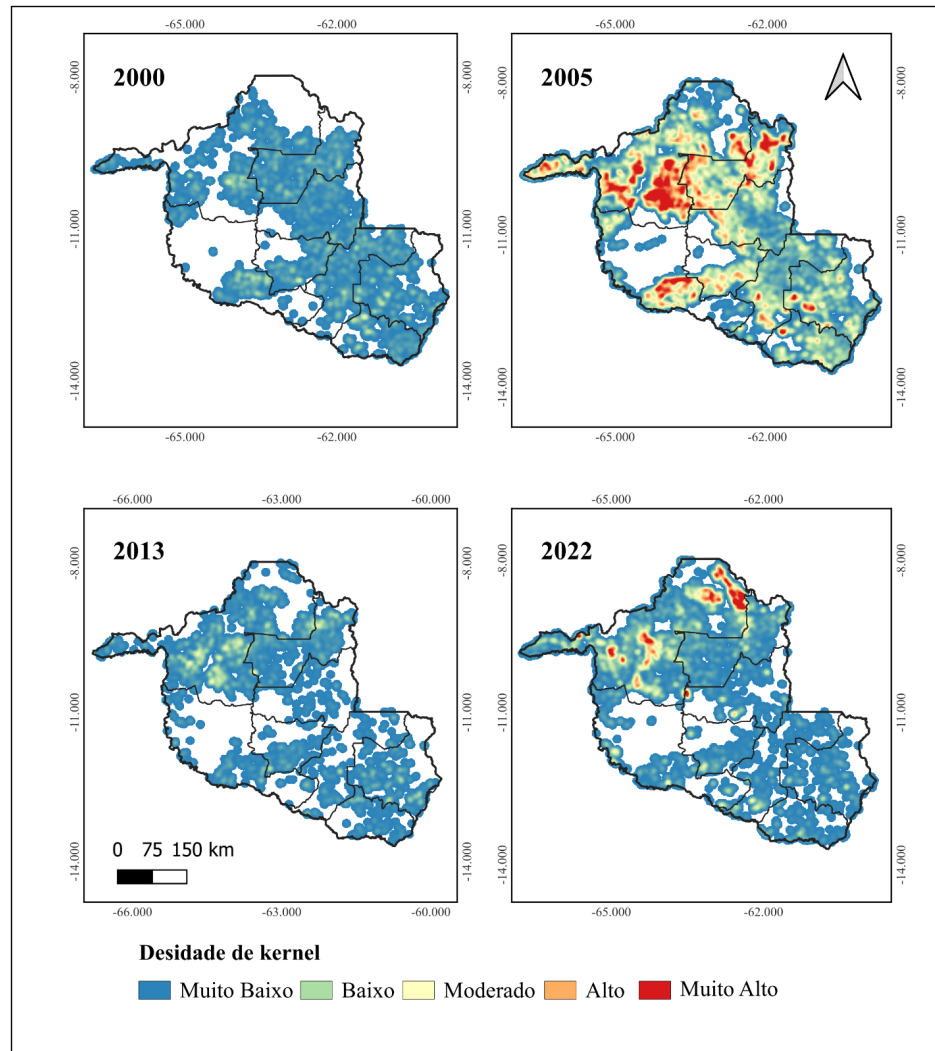
De acordo com Latorre et al. (2017) o aumento de focos de calor pode estar relacionado a eventos climáticos como, El Niño, La Niña e outras anomalias. O El Niño é um fenômeno natural representado pelo aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial. Enquanto a La Niña está associada a chuvas abundantes, especialmente na região amazônica (Oliveira et al., 2009).

Portanto, presume-se que, durante a ocorrência do La Niña a incidência de focos de calor diminua consideravelmente. No entanto, Rocha e Rauber (2023), observaram que, mesmo em anos nos quais o fenômeno não ocorre, o padrão de focos de calor permanece proporcional, corroborando com os dados deste estudo. Tal fato pode ser atribuído à influência das atividades voltadas à expansão e manutenção da fronteira agrícola.

No estudo de Pereira (2021), ao analisar a dinâmica dos focos de calor, desmatamento e as condições meteorológicas no Estado de Rondônia, concluiu que apesar de não terem sido encontradas correlações fortes entre temperatura e precipitação e a incidência de focos de calor, tais fatores podem aumentar o risco de incêndios. A autora também comenta que para melhor entendimento dos focos de calor e sua interação com o clima são necessários mais estudos em longo prazo, haja vista que esses elementos apresentam expressiva variabilidade espacial e temporal.

Ao analisar a distribuição espacial dos focos de calor pelo estimador de densidade de Kernel nos anos de início (2000) e fim (2022) da série histórica, e nos anos de maior (2005) e menor (2013) incidência de focos, percebe-se que não houve expressiva variação de áreas com focos, mas sim de intensidade de focos de calor. As Microrregiões correspondentes a Porto Velho e Ariquemes registraram os maiores índices de intensidade em todos os anos avaliados, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Análise espacial dos focos de calor no estado de Rondônia para os anos de 2000, 2005, 2013 e 2022.



No ano de 2000 foram registrados em todo o estado 5.505 focos de calor, onde pode-se observar que a intensidade dos registros variou entre Moderado e Muito Baixo em quase todo território do Estado em nível semelhante, quando comparado aos demais anos analisados. Neste ano, as microrregiões que apresentaram maiores registros dos focos foram as regiões de Ariquemes, sendo seguido por Cacoal, Colorado do Oeste, Vilhena e Ji-Paraná respectivamente, e as microrregiões que apresentaram menor focos de calor foram Porto Velho, Alvorada D'Oeste e Guajará-Mirim.

Em 2005 foi visível o aumento dos focos de calor, apresentando registros de 41.649. As microrregiões que apresentaram maior intensidade foram Porto Velho, Ariquemes e porção sul de

Guajará Mirim. Nas demais microrregiões foram observadas intensidades variando de alto a muito baixo. Nos últimos 20 anos, a Amazônia ocidental enfrentou três períodos de seca intensos. A grande seca de 2005, associada à Oscilação Multidecadal do Atlântico, resultou na seca mais severa dos últimos 40 anos e uma das mais intensas dos últimos 100 anos. Conforme as florestas secavam, sérios incêndios florestais irromperam a região, causando danos significativos a milhares de hectares de floresta (Marengo et al., 2008).

O ano de 2013 apresentou 4.613 focos de calor, sendo considerado o ano de menor registros no período estudado. A intensidade na distribuição dos mesmos registrou maior significância nas porções sul e sudoeste de Porto Velho. Já na região sul do Estado, a microrregião de Vilhena apresentou intensidade no padrão muito baixo a baixo. Essa baixa nos registros de focos de calor pode estar relacionado ao aumento do índice pluviométrico na região da Amazônia Legal no ano de 2013, no qual foi registrado variações significativas na precipitação anual de 882 mm de mínima e 3.405 mm de máxima, com uma média anual de 2.203 mm, podendo ser considerado um elevado nível de precipitação de acordo com os registros de Lira (2019).

O ano de 2022 segue o padrão dos anos anteriores em relação à distribuição espacial dos focos de calor no Estado, com um quantitativo total de 12.460 focos, com variação de intensidade entre Muito Alto a Moderado na microrregião Porto Velho. Essa mudança no ano de 2022 pode-se dar pelo intenso avanço do desmatamento para a criação de gado e agricultura, nos municípios de Cujubim e Porto Velho. Na microrregião de Ji-Paraná, nota-se uma mancha na porção oeste, na divisa dos municípios de Campo Novo de Rondônia com Governador Jorge Teixeira.

No mapa podemos observar áreas sem a ocorrência dos focos de calor em todos os anos analisados, essas áreas estão situadas principalmente nas microrregiões de Guajará-Mirim marcado pela presença das principais Unidades de Conservação de Proteção Integral, como o Parque Nacional Picaás Novos, Parque Nacional Serra da Cutia, o Parque Estadual de Guajará-Mirim e a Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau, e outras diversas Unidades Conservação de Uso Integral. E na microrregião de Ji-Paraná que se encontra a Reserva Biológica do Jaru (Rebio Jaru). As áreas protegidas são importantes para coibir e limitar a ação de atividades antrópicas que podem pôr em risco o meio ambiente com os incêndios florestais.

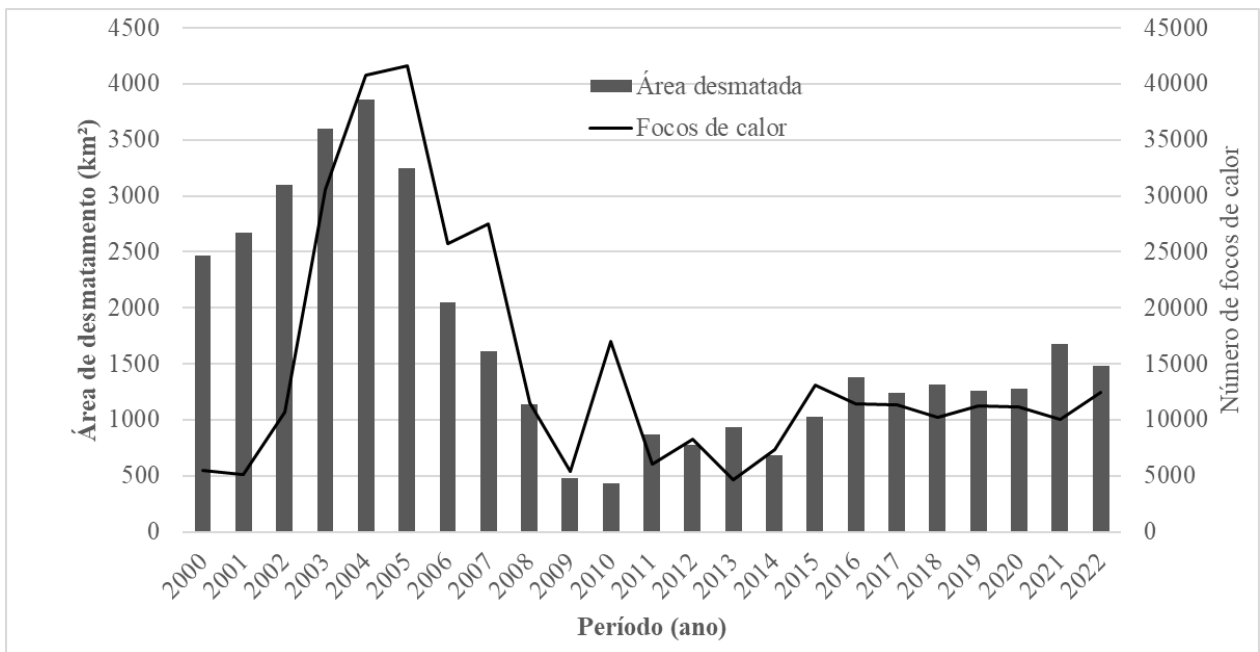
3.2 Correlação entre desmatamento e focos de calor em Rondônia nos anos de 2000 a 2022

No Brasil, há uma crescente preocupação com o desmatamento na região norte. Ao longo dos anos, observa-se que o desflorestamento ocorreu de maneira significativa, especialmente nas décadas de 1986 a 2020, manifestando-se de forma alarmante ao longo do tempo (Araújo, 2021).

O aumento no número de focos de calor nas microrregiões de Rondônia pode estar atribuído a atividade antrópica, incluindo o desmatamento ilegal que, apesar de ter tido uma redução a partir de 2004 (Gráfico 2), teve pouca variação nos últimos 10 anos, conforme dados do PRODES (INPE, 2023).

A correlação entre as variáveis focos de calor e área desmatada pelo coeficiente de Pearson apresentou o valor de 0,65 com magnitude considerada moderada, evidenciando indícios da relação positiva entre o desflorestamento e o número de focos de calor ocorridos em Rondônia no período avaliado (Gráfico 2).

Figura 4: Número de focos de calor e área desmatada entre os anos 2000 a 2022 em Rondônia.



Fonte: Autora, 2023. Adaptado do Programa PRODES do INPE, 2023.

Os dados de desmatamento no período de 2000 a 2022 (Gráfico 2) apontam o total desmatado de 38.551 km² no Estado, o ano de 2010 registrou área desmatada equivalente a 435

km², indicando menor quantitativo nos anos estudados e o ano de 2022 uma área total de 1480 km², apontando um aumento no desmatamento.

Em um estudo da análise das relações entre desflorestamentos e focos de calor no Pará, Martinez et al. (2007) concluíram que existe uma relação positiva entre focos de calor e desflorestamentos, e que essa relação foi maior quando foram sobrepostos focos de calor e incrementos de desflorestamento do mesmo período. Afirmam ainda que a maior parte das ocorrências de focos de calor na área de estudo estava associada à conversão de áreas de floresta em pastagens.

Os focos de calor detectados neste estudo podem estar associados às atividades de limpeza de restos de exploração de floresta nativa para implantação de pastagens, por isso ao longo dos anos observa-se essa correlação positiva, uma vez que Rondônia tem se destacado como um promissor Estado agrícola, na produção de grãos, com ênfase na soja e também na produção bovina.

Outro fato importante que pode ter influenciado no aumento do agronegócio no estado foi a consolidação da hidrovia do Madeira, um marco relevante para o escoamento de soja dos estados de Mato Grosso e do sul de Rondônia, impulsionando a produção no Estado (Santos et al., 2010). Entre 2016 e 2017, o Ministério Público Federal registrou a remoção ilegal de 23.096.07 hectares de vegetação, evidenciando a expansão da fronteira agrícola para a Amazônia (Oliveira, Amaral; 2018).

Como todo processo na região amazônica, o desmatamento inicia-se com a seleção e corte das espécies mais valiosas, depois faz-se a derrubada total e o fogo representa o último estágio, para dar lugar à agricultura e, posteriormente, à criação de gado. Com base nisso, é crucial ressaltar a necessidade de maior rigor na fiscalização, especialmente nas áreas de conversão e nos casos de incêndios florestais, visando a proteção e preservação ambiental.

Com base nisso, a utilização de dados a partir do uso da geotecnologia para focos de calor e queimadas é uma realidade em estudos no Brasil e em diversos países. Estudos realizados no Estado, corroboram em anos anteriores. Cruz (2021), avaliou a variabilidade espaço-temporal da correlação entre queimadas associando às atividades agropecuárias no Estado entre os anos de 2002 e 2016, demonstra uma moderada relação entre os focos de calor e áreas de pastagem e produção bovina.

Outro estudo na Floresta Nacional do Jamari, no Estado realizado por (Dall’Igna e Maniesi, 2022), analisou a distribuição espacial e temporal dos focos de calor, destacando a

intensa pressão antrópica como um dos principais fatores relacionados às queimadas na região, e apresentado elevados números de focos de calor ao longo dos anos 2000 a 2017 na área da Flona do Jamari e em sua zona de amortecimento, sendo 96,72% dos focos localizada na zona de amortecimento evidenciando a intensa pressão no desmatamento ou queimadas irregulares da vegetação natural.

Por sua vez, Silva Filho et al. (2009), analisaram os focos de calor ocorridos no estado de Rondônia em 2007, como subsídio para compreensão da dinâmica do uso do fogo como ferramenta para renovação de pastagem e abertura de novas áreas, entre outros fins, indicando que o uso do fogo continua sendo um enorme problema.

A importância de um envolvimento ativo do poder público e da sociedade torna-se evidente no combate aos incêndios, sendo essencial uma atuação conjunta para conter esses eventos prejudiciais. A compreensão e o monitoramento dessas relações são cruciais para o desenvolvimento de estratégias efetivas de conservação ambiental e mitigação dos impactos negativos associados ao desmatamento e aos focos de calor.

4. CONCLUSÃO

Na análise da distribuição espacial não houve expressiva variação de áreas com focos de calor, mas sim, no padrão de densidade. Os maiores índices de densidade ocorreram nas microrregiões de Porto Velho e Ariquemes e os menores índices, nas microrregiões de Guajará-Mirim e Ji-Paraná durante o período estudado.

Com a maior ocorrência dos focos de calor registrados no ano de 2005, chama-se a atenção para o desmatamento e o uso do fogo em áreas destinadas à expansão da fronteira agrícola no Estado. O desmatamento ocorrido no período avaliado foi de 38.551 km², com destaque para os anos de 2004 e 2010 com a maior e menor área desmatada, com a correlação entre o desmatamento e focos de positiva de 0,65, podemos concluir que a medida em que os focos de calor são registrados a área de desmatamento também é alterada.

Com o aumento dos registrados de desmatamento nos últimos anos essas informações reforçam a necessidade de abordagens integradas na gestão ambiental, incluindo práticas sustentáveis de uso da terra, fiscalização mais rigorosa para evitar o desmatamento ilegal e programas eficazes de prevenção e combate a incêndios florestais.

5. REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. L. de; PFEIFER, L. F. M.; BORRERO, M. A. V. Ocupação tardia e o desenvolvimento da agropecuária no Estado de Rondônia: Uma história da bovinocultura no desenvolvimento regional. **Semina - Revista dos Pós-Graduandos em História da UPF**, Passo Fundo, v. 13, n. 1, 2014. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/ph/article/view/4333>. Acesso em: 29 nov. 2023.

ARAÚJO, D. H. F. **Análise da evolução do desmatamento e do crescimento econômico da bacia hidrográfica do rio Muqui – Rondônia na década de 1986 a 2020**. Rolim de Moura, 2021. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3786>. Acesso em: 06 dez. 2023.

BARBOZA, E. N. et al. Aplicação do geoprocessamento no monitoramento ambiental: análise dos focos de calor no município de Crato, Estado do Ceará. **GVA - Informativo Técnico do Semi-Árido**, Paraíba, v. 16, n. 1, p. 403 - 410, jan - jun, 2022. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/9441/11106>. Acesso em: 09 nov. 2023.

BASTOS, T. X.; DINIZ, T. D de A. S. Avaliação do clima do Estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola. **Embrapa Amazônia Oriental**, Pará. 1982/ISSM 0100-8102. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/381150/avaliacao-do-clima-do-estado-de-rondonia-para-desenvolvimento-agricola>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G. Análise Espacial de Dados Geográficos. In: Suzana DRUCK, S et al. (Ed.). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. cap 2, p. 15. (ISBN: 85-7383-260-6).

CRUZ, W. T. da. **Análise espaço-temporal da correlação entre queimadas, áreas de pastagem e produção bovina no estado de Rondônia entre os anos de 2002 a 2016**. 2021. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2021. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3168>. Acesso em: 18 nov. 2023.

DALL'IGNA, F.; MANIESI, Vanderlei. Dinâmica espacial e temporal dos focos de calor em unidades de conservação de corredor ecológico amazônico: o caso de intensa pressão antrópica na Floresta Nacional do Jamari/RO. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. Disponível em: [///C:/Users/1971901/Downloads/29271-Article-335124-1-10-20220502%20\(2\).pdf](///C:/Users/1971901/Downloads/29271-Article-335124-1-10-20220502%20(2).pdf). Acesso em: 09 nov. 2023.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicohoje/article/view/3852>. Acesso em: 23 nov. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Amazônia Legal - Histórico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=saiba-mais>>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Rondônia: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ro.html>.

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Perguntas frequentes**. São José dos Campos, 2023. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/faq/index.html>.

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **PRODES - Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. São José dos Campos, 2023. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.

LATORRE, N. S. et al. Impactos de queimadas sobre diferentes tipos de cobertura da terra no leste da Amazônia legal brasileira. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 1, p. 179-192, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44039>. Acesso em: 20 nov. 2023.

LIRA, B. R. P. **Avaliação do Comportamento e da Tendência Pluviométrica na Amazônia Legal no Período de 1986 A 2015**. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11985>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MAGRO, T. R. D. et al. Produção bovina e desmatamento: Análise da distribuição espacial da atividade pecuária no estado de Rondônia. **IGepec**, Toledo, v. 23, n.1, p. 111-126, jan.-jun. 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/21128>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MARENCO, J. A.; NOBRE, C. A.; TOMASELLA, J. The drought of Amazonia in 2005. **Journal of climate**, v. 21, n. 3, p. 495-516, 2008. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/21/3/2007jcli1600.1.xml?tab_body=pdf. Acesso em: 07 dez. 2023.

MARTINEZ, L. L.; FIEDLER, N. C.; LUCATELLI, G. J. Análise das relações entre desflorestamento e focos de calor. Estudo de caso nos municípios de Altamira e São Félix do Xingu, no estado do Pará. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p. 695-702, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/qLkFRxRkTLBxBVP8GCSvcBf/?lang=pt>. Acesso em: 06 dez. 2023.

MAURANO, L. E. P.; ESCADA, M. I. S.; RENNO, C. D. Padrões espaciais de desmatamento e a estimativa da exatidão dos mapas do PRODES para Amazônia Legal Brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, p. 1763-1775, out./dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/hLKygNRzYwPxh7j5yzbpzkM/?lang=pt>. Acesso em: 07 nov. 2023.

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, N. F. da; HENRIQUES, R. **Mudança Climáticas: ensino fundamental e médio**. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, v. 13, p. 348, 2009. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5204>. Acesso em: 02 dez. 2023.

OLIVEIRA, V. de; AMARAL, J. J. de O. Amazônia e o processo de colonização da fronteira agrícola: o caso de Rondônia. **Cadernos CERU**, série 2, vol. 29, n. 2, dez. de 2018. Disponível em: Acesso em: 29 nov. 2023.

PEREIRA, M. T. S. **Dinâmica dos focos de calor, desmatamento e as condições meteorológicas no estado de Rondônia**. 2021. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2021. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3408>. Acesso em: 14 nov. 2023.

ROCHA, L. C. S.; RAUBER, A. L. Amazônia Legal Brasileira: A incidência de focos de calor entre os anos de 2001 e 2020 e a correlação com o desmatamento de corte raso. **REVISTA EQUADOR**, v. 12, n. 1, p. 199-226, 2023. Disponível em: <https://comunicata.ufpi.br/index.php/equador/article/view/14032/8591>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SANTOS, E. dos.; TADEUCCI, M. de S. R.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q. Desenvolvimento regional: um estudo sobre a economia do estado de Rondônia. **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação—Universidade do Vale do Paraíba**. São José dos Campos, SP, Brasil, v. 6, 2010. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0071_0079_01.pdf. Acesso em: 23 nov. 2023.

SANTOS, G. G. dos, et al. Análise espacial e temporal dos focos de calor no município de Anapu, Pará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 4, n. 2, p. 1739-1758 abr./jun. 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/download/28810/22809>. Acesso em: 29 nov. 2023

SILVA FILHO, E. B. da. TELES, L. de J.; SANTOS NETO, L. A. Ocorrências de focos de calor no Estado de Rondônia em 2007. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, p. 123-140, ago. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/PFZXgpmGqrpQp9tPzJzfHHj/?lang=pt>. Acesso em: 29 nov. 2023.