

Análise de Dados: Focos de Queimadas em Rondônia

Brendo Viricio Saraiva¹, Filipe Jeferson Guedes Aragão¹

¹Engenharia da Computação – Universidade da Amazônia (UNAMA)
Caixa Postal 76821-063 – Av. dos Imigrantes, 4045B – Industrial – Porto Velho – RO –
Brasil

brendosnip38.a@gmail.com, filipejeferson@hotmail.com

Abstract. *Located in the Northern Region of Brazil, Rondônia is one of the other states where fires and forest fires frequently occur, but part of these fires occur for agropastoral activities, many of those who carry out this procedure are small rural producers who resort to the use of fire, due to the low cost for carrying out the procedure. The present study aims to analyze the areas with the highest incidence of fires in the State of Rondônia. From this, an analysis of data from the last five years was carried out to find out whether there was an increase or decrease in fire outbreaks in the State of Rondônia. The need for better management in environmental inspection and structured projects in environmental education are highlighted in this work. It is also shown that the use of geoprocessing tools combined with research into fire outbreaks is important for the State's environmental management, considering the problems generated by fires on health and the environment.*

Resumo. *Localizado na Região Norte do Brasil, Rondônia é um dos demais estados em que ocorrem frequentemente queimadas e incêndios florestais, porém parte dessas queimadas acontecem para atividades agropastoris, muitos dos que realizam esse procedimento são pequenos produtores rurais que recorrem a utilização do fogo, devido ao baixo custo para realização do procedimento. O presente estudo tem como objetivo analisar as áreas de maior incidência de queimadas no Estado de Rondônia. A partir disso, foi feita uma análise de dados dos últimos cinco anos para saber se houve um aumento ou diminuição nos focos de queimadas no Estado de Rondônia. A necessidade de uma melhor gestão na fiscalização ambiental e de projetos estruturados em educação ambiental são evidenciados neste trabalho. É mostrado também que o uso de ferramentas de geoprocessamento aliado a pesquisa dos focos de queimadas é de importância para gestão ambiental do Estado, levando em consideração os problemas gerados pelas queimadas na saúde e o meio ambiente.*

1. Introdução

Segundo Guitarrara (2022), a Região Amazônica vem sofrendo diversas modificações e um dos fatores primordiais é devido ao uso do solo, a partir da década de 1970, devido ao intenso processo de construção de obras civis, juntamente ao avanço agrícola dentro

das florestas no Norte do Brasil. Entre as principais alterações, destacam-se as queimadas em larga escala de áreas florestais, variando de acordo com a época do ano e com aumento do desmatamento ocorre um aumento dos índices de queimadas.

Quando abordado a ocupação do solo do Território de Rondônia, sem dúvidas o ponto de partida se dá pela construção da BR-364. Até este evento só se chegava em Porto Velho de avião, ou de navio. O início do plano do Estado de Rondônia se deu em 1981, com a criação pelo Governo Federal do Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil (POLONOROESTE), entre Rondônia e Mato Grosso.

A partir dessa colonização do território, ainda virgem, podemos observar que as queimadas na região se dão primordialmente por uma técnica de preparo do solo, que utiliza a aplicação do fogo para limpeza do terreno, sendo autorizada quando realizada tomando as devidas preocupações técnicas e em obediência à legislação ambiental.

O fogo é um dos agentes de perturbação mais importantes de ecossistemas terrestres em escala global e ambientalmente utilizado pelos seres humanos para transformar e manejar a terra em muitas finalidades, especialmente em ecossistemas tropicais e subtropicais (VAN DER WERF et al., 2010). Segundo Leonel (2000), a queimada, caracterizada como uso do fogo, é uma prática primitiva da agricultura, destinada principalmente à limpeza do terreno para o cultivo de plantações ou formação de pastos, cujo uso é e forma controlada e que as vezes pode descontrolar-se e causar incêndios em florestas, matas e grandes terrenos.

A partir dessa temática, o trabalho busca compreender o avanço das queimadas no estado de Rondônia no período de 2018 a 2022, buscando responder se há aumento nos números de queimadas no Estado de Rondônia? Qual o tipo de agente causador dos focos é comum? Quais as dificuldades no combate a incêndio na região? E o que é possível fazer para diminuir os incêndios criminosos?

O monitoramento do índice de risco de incêndio aliado ao de variáveis meteorológicas é importante para caracterizar áreas com potencial ocorrência de incêndios (DEPPE et al., 2004). Como o Estado de Rondônia apresenta sérios problemas de queimadas na estação da seca, o objetivo deste estudo foi (i) verificar quais municípios tiveram mais e menos focos de queimadas; (ii) avaliar a sazonalidade dos focos de queimadas obtidos por imagens de satélite INPE. O objetivo específico é montar um dashboard contendo dados do total de queimadas por ano, total de queimadas mensais e o acumulado de focos por município, no intuito de acompanhar a série histórica e buscar mitigação dela.

2. Referencial Teórico

Antes de partir para os problemas com relação à incêndios e queimadas que ocorrem no Estado de pesquisa, é preciso entender os conceitos básicos para que se possa diferenciar fogo, queimada e incêndio florestal (SANT'ANNA; FIEDLER; MINETE, 2007 apud CARRERO; ALVES, p. 3, 2016):

- Fogo: é um fenômeno físico que resulta da rápida combinação de oxigênio com combustível, caracterizado pelo desprendimento de calor, luz e usualmente chama.
- Queimada: é uma prática florestal ou agropastoril onde o fogo é utilizado de forma controlada, atuando como um fator de produção.

- Incêndio: é todo fogo que sai do controle e que incide sobre qualquer tipo de vegetação, podendo ser provocado por fonte natural (raios) ou pelo ser humano (negligência ou intencional).

Existe um outro fator que também precisa ser entendido, no caso o de focos de calor que nada mais é temperaturas detectadas por sensores de satélites de monitoramentos climáticos e ambientais com temperaturas acima dos 47°C e com área mínima de até 900m², para fazer a diferenciação de: focos, queimadas e incêndios, os satélites citados utilizam imagens visuais com infravermelhos que possibilitam ver a deformidade das áreas afetadas (GONTIJO; GUSTAVO et al., 2011). Outro método é utilizado para saber a magnitude de ambas as causas, chamado FRP (Fire Radiative Power ou Potência Radiativa do Fogo) visa obter informações sobre saídas de calor por meio da energia emitida por radiação em Megawatt (MW) ou kilowatts (kW) oriundas da biomassa (COSTA; BIBIANA, 2012).

A utilização do fogo para o pequeno produtor rural é vantajosa, devido ser uma solução que não demanda gastos altos com a utilização de máquinas pesadas e a mão de obra, usar este método pode garantir uma série de nutrientes que são inseridos no solo por intermédio das cinzas para o crescimento das plantas como: cálcio, fósforo, magnésio e nitrogênio entre outros, sem contar que o uso do fogo age no controle de plantas invasoras, por exemplo as ervas daninhas, que surgem devido ao alto índice de umidade do ar juntamente com outras doenças relacionadas ao capim, tornando-se necessário (no caso da agropecuária) realizar o procedimento a cada dois ou três anos (Nepstad et al., 1999).

Todavia a metodologia de uso de fogo para limpar de pastagens traz também uma grande quantidade de prejuízos sociais que podem afetar a saúde, meio ambiente e a economia de demais localidades, pois os incêndios e as queimadas produzem uma grande quantidade de fumaça e fuligem, que são conhecidas como material particulado ou gases tóxicos como o monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio dentre outros compostos (ARBEX et al., 2004; MALILAY, J., 2006 apud CARRERO; ALVES, p. 160-162, 2016).

3. Estado de Rondônia Ocupação

O processo de ocupação em Rondônia pode ser traçado em vários recortes, mas este trabalho vai avaliar a partir dos planos de colonização. Durante a década de 70, foi implantado o Projeto Integrado de Colonização e PAD – Projeto de Assentamento Dirigido. Com a rodovia BR 364, foi viabilizado o fluxo migratório que era induzido por propagandas governamentais informando sobre o “novo eldorado”, informações estas lastreadas pela ideologia da segurança nacional, levada pelo regime dos governos militares. Do ponto de vista do impacto ambiental, é a partir da década de 70 que o modelo de desenvolvimento econômico provoca forte pressão sobre o meio ambiente amazônico notabilizando de forma progressiva o processo de degradação. Esta situação foi agravada a partir da década de 80, onde o fluxo migratório se intensificou, caracterizando o fracasso quase que total dos projetos de assentamento populacional. Três questões importantes foram primordiais para a problemática ambiental:

- **A primeira:** reconstrução e pavimentação da BR 364, tornando a principal artéria do fluxo e refluxo de populações e mercadorias;

- **A segunda:** foi a transformação, do então Território Federal de Rondônia no vigésimo terceiro Estado da União, através da Lei Complementar nº41 de 22 de dezembro de 1981.
- **A terceira:** foi a implantação do POLONOROESTE em 1980, no governo do General João Figueiredo.

O POLONOROESTE, foi criado para dar condições para uma ocupação mais racional, mais planejada e mais produtiva da região. Porém os órgãos financiadores não ficariam satisfeitos com os resultados do asfaltamento desta rodovia e, segundo eles, esta foi a principal causa de 30% das florestas terem sido derrubadas e de 60% deste desmatamento ter se transformado em capoeiras.

4. Expansão das fronteiras agropecuárias

Na agricultura o fogo é bastante utilizado e é uma prática cultural no manejo, a população local utiliza desse mecanismo como um processo para eliminar de uma forma mais rápida e viável a biomassa em áreas recentemente desmatadas e para manutenção de pastagem (Aragão et al., 2014). Com isso o fogo acaba sendo aplicado na preparação de um terreno para o plantio, e utilizado como mecanismo de manejo desse solo para implementação de novas culturas. Porém, essa atividade de queima vem sendo replicado em muitas cidades no Brasil, onde utilizam o fogo para limpeza de seus terrenos e roçados dentro do perímetro urbano e zona rural. Essa prática foi adquirida pelos moradores com seus antepassados, que acreditavam ser a melhor forma de manejo do solo sendo comum em pequenas e grandes cidades, onde as pessoas costumam colocar fogo em resíduos domésticos e entulhos com galhos e folhas. (SIMÕES, 2014).

O maior problema com a expansão agrícola na região amazônica, é a degradação de suas florestas e solos, e se torna necessário conscientizar a população dos impactos causados pelas queimadas que contribuem como um dos principais fatores de alteração da qualidade ambiental.

5. Riscos e Efeitos de Incêndios Ambientais

Os incêndios dispersam grandes quantidades de carbono para a atmosfera devido a decomposição da matéria orgânica das árvores em virtude dos danos causados através do fogo, conforme mencionado por Vasconcelos et al., (2003) isso se intensifica mais ainda em períodos onde a seca é prolongada dependendo da região, como as árvores não possuem uma adaptação para fogo na floresta amazônica, quando empregado pela primeira vez a queimada no local, facilita para que as próximas queimadas aconteçam de uma maneira mais rápida e desastrosa em um determinado ambiente (FEARNSIDE, 2005).

Segundo o livro de Gestão e Governança Local para a Amazônia Sustentável (2016) cerca de 124 árvores são extraídas ou sofrem danificação de maneira legal ou ilegal e isto representa uma perda aproximada de 20% das coberturas de copas por hectare se comparado a uma floresta intacta Johns et al. (1996) (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999). Ao reduzir áreas florestais, o desmatamento prejudica a umidade e faz com que a água escoe pelo rio sem evapotranspiração e formar chuvas, pois os incêndios produzem fuligem, fumaça e acarretam a contribuição para a diminuição de chuvas em determinado lugar (ANDREAE et al., 2004).

Existem vários tipos de impactos que podem agravar a situação de um determinado meio ambiente, o desmatamento recorrente na região amazônica acarreta em danos sobre o balanço hídrico e a forma de como a chuva é distribuída por toda a Amazônia, sendo que a floresta libera grandes quantidades de vapor d'água quando transpira, ajudando no processo de formação de nuvens e cerca de 20 a 30% dessa água é reciclada via formação de chuvas, outro benefício é que em vários lugares, essas formações de nuvens ajuda no clima da região sem contar que boa parte destas são direcionadas ao sul do Brasil (NEPSTAD et al., 2008 apud CARRERO; ALVES, p. 158, 2016).

6. Comunicação de queimadas

A comunicação é um dos fatores que mais atrapalham na hora de conscientizar a população rural devido à muitos lugares serem de difícil acesso, é muito desafiador levar a informação até as comunidades rurais e falar a respeito sobre desmatamento, queimadas e incêndios florestais. Pois mesmo nos dias de hoje, em muitos lugares das zonas rurais na Amazônia ainda não possuem acesso à energia elétrica, fonte essencial para equipamentos eletrônicos que disseminam informações, por mais que projetos como: Luz para Todos (LpT) 2000 até 2022, tenham levado energia elétrica para mais de 16 milhões de pessoas no período de 2004 até 2021 em todo Brasil e o projeto Mais Luz para a Amazônia (MLA) que visava atender, cerca de 82 mil famílias, ribeirinhos, indígenas e quilombolas nos pontos mais extremos de difícil acesso, ainda assim não conseguiram atender a todas as localidades rurais sendo assim um grande desafio da universalização da energia elétrica e tornando-se um objetivo ainda distante de ser alcançado em todo território brasileiro (CALDAS, Tainara Pereira, 2022).

Outra problemática em potencial é com relação ao acesso à internet, em muitos lugares das zonas rurais existem populações que já possuem aparelhos smartphones, tecnologia que possui múltiplas funções inclusas e serve de ponte informativa entre emissores e receptores, porém nem todos do campo nestas localidades possuem tal tecnologia e se possuem, há uma grande chance de não possuir acesso à internet ou a qualidade é bem inferior e com alta latência dificulta o acesso a notícias em tempo real devido a topografia e a presença de rios próximos aos seus domicílios que interferem no sinal, com isso precisam se dirigir a determinados lugares onde tenham pontos de acesso a rede ERB (Estação de Rádio Base), seja um vizinho distante ou áreas mais próximas para ter acesso a redes sociais e WhatsApp para comercialização dos seus serviços ou para obtenção de notícias (CASTILLO, Ricardo, 2022). Em meio as problemáticas mencionadas, uma das melhores formas de se chegar à sociedade rural é através de campanhas educativas dos órgãos governamentais ambientais, como IBAMA e o Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO) que além de detectarem incêndios florestais, podem-se antecipar e chegar a estes lugares e realizarem uma grande mobilização e levar informação alertando sobre riscos de incêndios na temporada do fogo tal qual, outros tipos de informações que a população necessita (DA COSTA, Felipe Azevedo et al, 2023).

7. Mitigação

7.1. Leis de queimadas e incêndios

Existem inúmeras leis, decretos e portarias que tratam de políticas voltadas para punir ou multar quem pratica desmatamento ambiental, muitas dessas leis, são com relação a utilização de queimadas, incêndios, tipos de degradação ou da utilização correta para o manejo do fogo. O presente artigo se atentará em mostrar apenas três relacionados a legislação referente as queimadas.

Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, tem como objetivo de controlar e punir os infratores que vão contra as normas das políticas de controle de fogo, dispondo sobre os que comete crimes de incêndios florestais por área atingida multas que variam de R\$1.000,00 a R\$50.000,00. No artigo 46 do decreto, diz que quem destruir ou danificar (incluindo a derrubada e queimada) florestas ou outros tipos de vegetação natural ou não seguir as normas segundo as leis, a multa deve ser de R\$5.000 até R\$50.000,00 por hectare ou fração desmatada. No artigo 58 é referente a utilização da queimada sem a aprovação do órgão competente em atividades agropastoris, que gera multas de R\$1.000,00 por hectare ou fração (CARRERO; ALVES, 2016).

A lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, localizada no capítulo IX do Código Florestal, mostra normas que foram criadas para fins de proibição do uso do fogo com exceção para atividades específicas como agropastoris ou florestais de acordo com as condições da região juntamente com aprovação do órgão estadual ambiental no Sistema Nacional do Meio Ambiente e apresenta também normas de controle de incêndios em vegetação que pertença ao território nacional, que são apresentados nos artigos do 38 ao 40 (BRASIL, 2012).

Na portaria do Ibama nº 94-N, de 9 de julho de 1998: Fala sobre o licenciamento para realização de desmatamento legal, que pode ser feito a utilização das queimadas para o manejo em áreas para realizar atividades: agrícolas, agropastoris ou florestais, mas para executar estas atividades precisa-se de um comprovante legal da propriedade ou de justa posse do imóvel onde será aplicado o procedimento de queima (CARRERO; ALVES, 2016).

7.2. Controle

No Brasil existem órgãos ambientais, secretarias, coordenadorias e ongs que trabalham para preservação do meio ambiente, ambas têm objetivos em comum, mas com metodologias diferentes que vão desde: manutenção, fiscalização, proteção, manejo, controle, educação e dentre outras atividades que visam conservação da fauna e flora da Amazônia. O presente artigo irá se atentar em mostrar somente os principais órgãos que trabalham com as atividades citadas à nível federal e estadual.

Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), foi criado no ano de 1981 com a promulgação da Lei nº 6.938/81 é um sistema que possui um conjunto de órgãos públicos (da União, de estados, de municípios, do Distrito Federal e de territórios, bem como os órgãos governamentais instituídos pelo poder público) responsáveis pela proteção ambiental no Brasil, onde cada organização atua exercendo a função que foi designada (POLITIZE, 2021).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), criado em 22 de fevereiro de 1989 pela lei nº 7.735, é uma autarquia federal e

tem como objetivo executar a política ambiental e gestão de forma integrada às demais organizações do meio ambiente em todo território brasileiro, seja no âmbito nacional ou regional (IBAMA, 2018). No artigo 5º da Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, o Ibama exerce: poder de polícia ambiental, fazer uso das ações políticas nacionais do meio ambiente que se refere às atribuições federais relacionadas ao licenciamento ambiental, de autorizar os recursos naturais e à fiscalização, monitoramento, controle e a qualidade ambiental de acordo com as diretrizes que emanam do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (TERA, 2019).

No Ano de 1992, foi criado o Ministério do Meio Ambiente (MMA) surgiu através do artigo 225 da Constituição Federal é um órgão central no sistema do Sisnama, foi criado devido a necessidade de existir um ministério no Brasil voltado para preservação e a defesa do meio ambiente, seu objetivo é de: criar estratégias para o conhecimento, a proteção e a recuperação do meio ambiente, a utilização sustentável dos recursos provenientes da natureza, a valorização dos serviços ambientais e a inserção/implementação de políticas públicas em diferentes níveis do governo para sociedade (Dicionário Ambiental, 2014).

A nível de estado, trabalhando junto ao plano do sistema que integra demais órgãos do meio ambiente do Sisnama, faz-se parte os Órgãos Seccionais nas quais possuem entidades que atuam para executar programas, projetos, controle e fiscalização de demais tarefas que ponham em risco a natureza (PARIS, 2020). A seguir será falado de dois órgãos que atuam em prol do meio ambiente no estado de Rondônia.

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Rondônia (CBMRO), foi criado no ano de 1957 na cidade de Guajará-Mirim é uma Corporação que executa trabalhos de defesa civil, prevenção e combate a incêndios, realiza busca e salvamentos em todo o estado, faz parte da Força Auxiliar do Exército Brasileiro e está integrado ao Sistema de Segurança Pública e Defesa Social do Brasil (CBMRO, 2018).

A Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), foi instituída em 19 de março de 1991 e surgiu por meio da Lei Complementar nº 42 e posteriormente reformada pela Lei Complementar nº 891, de julho de 2016, com função de formular e executar política voltadas para o desenvolvimento ambiental rural e urbano, fiscalização e normatização de atividades relacionadas à qualidade ambiental e os recursos naturais, bem como foco a promoção de gestão das unidades de conservação presentes no estado de Rondônia, para que o trabalho ocorra a secretaria dispõe de 15 Coordenadorias (SEDAM, 2016).

8. Metodologia

O estudo avalia amostras coletadas por dois satélites que correspondem à focos e as áreas queimadas no Estado de Rondônia localizado na Região Norte do Brasil, o estado possui uma área aproximada de 237 mil km² e, uma população de 1,8 milhões de habitantes (IBGE, 2021).

Segundo Fisch (1998), o período de maiores precipitações ou períodos de chuva, ocorrem fortemente na Amazônia entre os meses de novembro a março, já os períodos de seca que apresentam baixas precipitações, ocorrem entre julho e setembro.

No Estado de Rondônia, a Campanha de Prevenção e Combate às Queimadas Florestais é realizada todos os anos de julho a setembro, período de estiagem, quando as queimadas costumam se agravar e conseqüentemente, tornam-se ainda mais fáceis de ocorrer muitos focos de incêndios ou queimadas (SEDAM, 2022).

Os dados foram obtidos por meio de fonte primária, as amostras de focos de calor foram coletadas do INPE no (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#>), o instituto contém amostras dos cinco anos anteriores (2018 a 2022), e o trabalho realizado é diretamente ligado a análises meteorológicas:

- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) criado em 1960 com o objetivo de capacitar o país no ramo científico e de tecnologia espacial, instituto é reconhecido internacionalmente em pesquisas espaciais, atmosféricas, meteorológicas e pelo seu método de análise de imagens por satélite ligada aos estudos climáticos no Brasil (BRASIL, 2021);

Como o INPE possui um grande acervo de satélites que realizam os mais variados tipos de análises espaciais para diferentes finalidades, o satélite escolhido para o recolhimento das amostras dos focos é o AQUA (Aqua Project Science) da National Aeronautics and Space Administration (NASA), que realiza coleta de informações diárias por meio de seus sensores em todo Brasil durante o dia e a tarde, o equipamento cruza a linha do Equador durante os horários de 01h às 15h, sendo de grande importância para analisar o comportamento sazonal dos focos e sua totalidade durante cada um dos anos propostos (LEMES et al., 2020). O equipamento possui uma série de sensores orbitais que o compõe, mas o sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) possui uma função específica (de muitas outras funções de análises espaciais) de detectar anomalias térmicas na superfície da Terra que podem ser focos de queimadas ou incêndios, o sistema opera em 36 canais espectrais com ondas que podem variar de 0,4 a 14,4 μm de comprimento e resolução que pode variar de 250 a 1.000 metros, o sensor foi desenvolvido pela Goddard Space Flight Center (NASA) e além do AQUA outro satélite, TERRA (lançado em 1999), possui o sistema e ambos realizam a coleta de imagens da Terra que vai de um a dois dias (NASA, 2013).

Após a coleta das amostras do satélite, foi de grande importância realizar o tratamento nos dados, etapa crucial ao realizar o processamento dos dados, tarefa que envolve limpeza e organização, pois geralmente os dados vem desorganizados e em muitos dos casos podem estar contidos tipos de dados diferentes do que é padrão de uma determinada coluna e isso pode ocasionar erros na análise. Ao validar os dados foi utilizado a ferramenta Google Sheets (Planilhas Google), os métodos citados foram usados por meio de classificação e filtragem para no final os dados estivessem limpos e concisos garantindo a integridade e a confiabilidade ao compartilhados os resultados (POSITIVO, 2019).

A Análise de dados nada mais é que um processo estatístico que visa fazer investigação e inspeção de fatos históricos por meio de várias fontes e com isso encontrar padrões para que sejam transformados em insights acionáveis para resolução de problemas, esta análise é descritiva e concentra-se em fatos relacionados aos focos de queimadas no tempo proposto e com isso gerar informações quantitativas no que diz respeito aos avanços das

queimadas no Estado de Rondônia (BASTOS; Athena, 2023). Sobre os focos, serão feitos questionamentos como: Quais municípios tiveram mais e menos focos de queimadas? Qual o ano que teve mais queimadas? Qual é o total de focos acumulado ao longo do tempo? Quais meses sazonais apresentam pico de focos detectados? Foi de essencial importância o uso de tecnologias para realizar o levantamento dessas incidências que ocorreram nos anos de 2018 a 2022 e com isso fazer a análise sobre a problemática, as tecnologias escolhidas tem grande importância para o campo científico e são muito utilizadas no ramo estatístico por cientistas e analistas de dados para trabalhos que envolvem análises avançadas que vão desde pequenos (small data) à grandes conjuntos de dados (big data), são elas: Python e Power BI que ajudam a fazer o processamento detalhado dos dados, tal qual a criação de dashboards para ajudar a ilustrar de uma maneira mais visual sobre o que os dados tem a dizer, com isso chegar ao contexto para o entendimento dos mais variados tipos de problemas.

A escolha da linguagem de programação Python, se dá pelo motivo de ser uma linguagem de alto nível e pelo seu dinamismo é utilizada em diferentes áreas, que vai desde construção de aplicações web, IA, jogos e entre outros campos da tecnologia, mas a linguagem é fortemente utilizada nas áreas de análise e ciência de dados, sua sintaxe é de fácil compreensão e permite a construção de algoritmos com poucas linhas de código sendo bem intuitiva e enxuta no que permite a resolução dos mais variados tipos de desafios, sem contar que possui um grande número de bibliotecas (KRIGER; Daniel, 2022). Para realizar as análises, foi utilizado as bibliotecas: pandas, que serve para visualizar os dados contidos nos data frames e o plotly, que além de realizar cálculos internos em seu algoritmo, gera gráficos estatísticos e o ambiente de desenvolvimento (IDE) é o jupyter notebook pelo motivo de ser construída para fins de visualização de resultados e pelo fato de haver controle de células ao programar em Python, onde cada célula pode-se utilizar diferentes comandos sem que uma venha ocasionar erros de algoritmo nas demais (LOCAWEB, 2023).

O software usado para o compartilhamento dos resultados é o Power BI, foi desenvolvido pela Microsoft e é uma ferramenta bastante visual na qual permite que os usuários possam utilizar seu lado criativo para construir os mais variados tipos de dashboards com gráficos interativos e demais formas de visualizações estatísticas (EBAC, 2023). Ao compartilhar os resultados em forma de relatório contendo as séries históricas das queimadas realizadas nos anos propostos e mostrá-las em tempo real, foi inserido dados contendo coordenadas geográficas (latitude e longitude) das incidências passadas em forma de mapa interativo para fins de identificação de áreas de alto risco (ROSSETO, M. Júlia, 2022).

9. Apresentação e Análise dos Resultados

Todos os resultados realizados neste trabalho e os métodos utilizados para achar o que precisa para se fazer as análises, estão armazenados no github, site onde programadores, desenvolvedores, analistas de dados e entre outros armazenam seus projetos e as metodologias utilizadas para solução de determinados problemas. Este projeto encontra-se (<https://github.com/Odnerb/Focos-de-Queimadas-em-Rondonia>) e o arquivo onde contém os algoritmos utilizados para as análises, estarão presentes textos explicativos

(docstrings), onde evidenciam os métodos usados de extração das informações de cada data frame por determinado tipo de consulta.

A etapa inicia-se, com a soma anual dos focos de queimadas de cada município, de 2018 a 2022 para se ter o acumulado de cada cidade, foi usado um algoritmo onde pega dado de cada linha da respectiva cidade de acordo com a coluna de cada ano para obtenção da totalidade no período selecionado (Figura 1).

	Município	2018	2019	2020	2021	2022
36	PORTO VELHO (RONDÔNIA)	3163	3585	3428	3535	4464
29	NOVA MAMORÉ (RONDÔNIA)	1274	1230	1028	972	1107
10	CANDEIAS DO JAMARI (RONDÔNIA)	822	866	730	1083	1390
24	MACHADINHO D'OESTE (RONDÔNIA)	605	616	551	421	650
17	CUJUBIM (RONDÔNIA)	588	896	741	764	885

Figura 1. Data frame dos Municípios com focos de queimadas

Para visualização do resultado, o gráfico de barras da biblioteca plotly é a opção adequada porque possibilita ver em forma decrescente do maior para o menor, os quatro municípios que tiveram maiores e menores quantidades de focos detectados. Ao visualizar os dados temos as cidades que mais tiveram focos registrados: Porto Velho (18.175), Nova Mamoré (5.611), Candeias do Jamari (4.891) e Cujubim (3.874) (Figura 2).

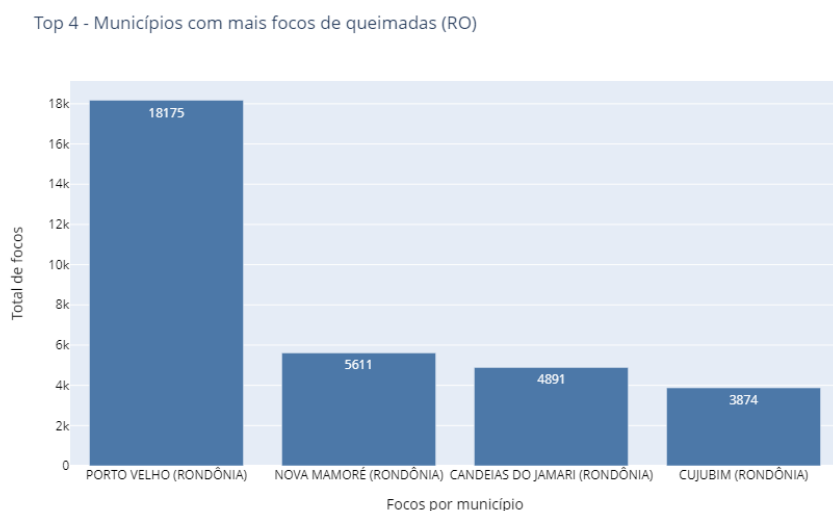


Figura 2. Top 4 - Municípios com mais focos de queimadas

E os quatro municípios que tiveram menos focos detectados ao longo dos cinco anos: Novo Horizonte (13), São Felipe do Oeste (15), Colorado Do Oeste (17) e Teixeiraópolis (25) (Figura 3).

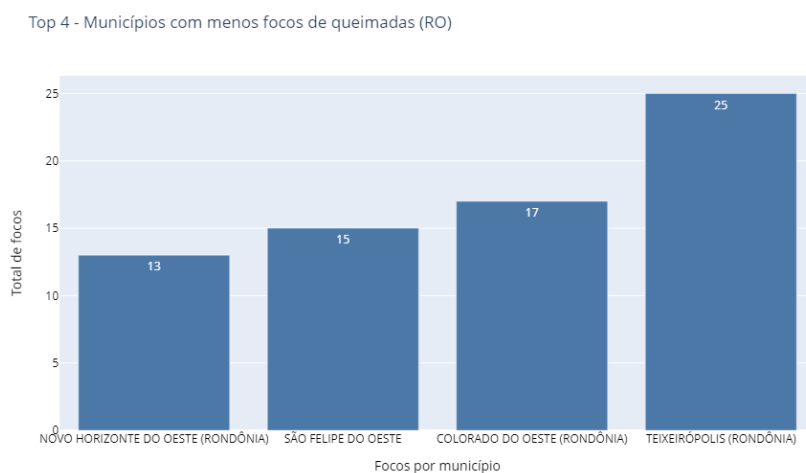


Figura 3. Top 4 - Municípios com menos focos de queimadas

Para saber o total de cada ano o mesmo procedimento acima foi usado, sendo os valores dos focos de cada município somados para chegar o resultado anual e ao realizar o procedimento, nota-se que o ano de 2022 foi o que teve o maior número de queimadas no período selecionado, sendo computados 12.460 focos o que corresponde aproximadamente à 22,61% da soma total de 55.120 focos dos anos propostos na análise desta pesquisa e a média anual do período (2018 a 2022) é de 11.024 focos de queimadas (Figura 4).

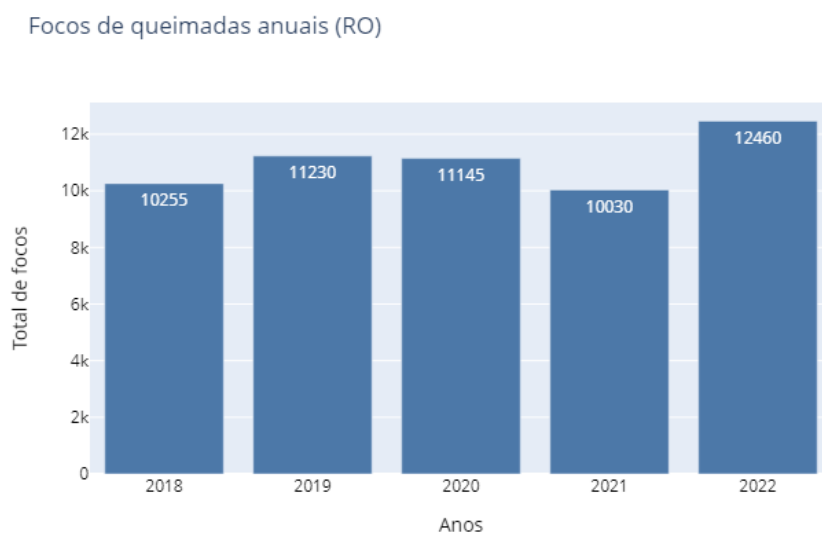


Figura 4. Focos de queimadas anuais

Sobre a sazonalidade, foi analisado os dados de cada mês no estilo de gráfico de linhas, o estilo de gráfico possibilita visualizar os dados em forma de linha do tempo com os valores que diferenciam-se a medida que o tempo passa, portanto a utilização serve para descobrir em quais períodos específicos dos meses, tem-se picos de aumento da problemática em questão e validar os fatos se estas ocorrências estão de acordo com as variações das estações do ano no Estado e se acontecem sempre próximo as datas sendo um padrão mensal (ou mensais) que irá se repetir ao longo dos anos.

Começando com análise mensal do ano de 2018, observa-se que ao iniciar-se o mês de junho tem um leve aumento das queimadas e quando se chega em julho outro aumento expressivo que se estende a agosto. Mas ao observar as linhas nota-se que de junho a agosto a tendência é que aumente mais conforme os meses avançam e ao chegar em setembro tem o grande aumento na quantidade de focos detectados, sendo localizados 6.034 pontos de queimadas (Figura 5).

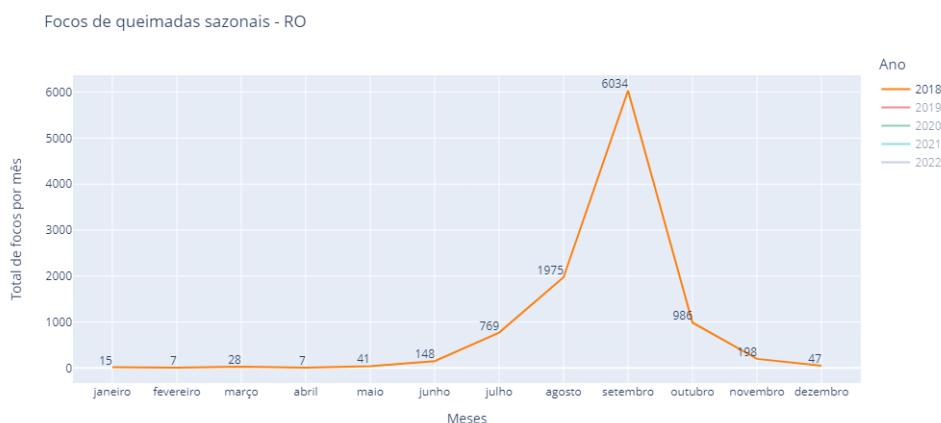


Figura 5. Focos de queimadas sazonais (2018)

Analisando os meses do ano de 2019, novamente repete-se o processo de aumento gradativo de junho a julho, mas ao chegar ao mês de agosto tem aumento dos focos de maneira brusca, o mês obtém 5.593 focos e cai a quantidade detectada no mês de setembro com 3.644 focos, mas, ainda é uma grande quantia de outubro adiante diminui-se ligeiramente os valores e estabiliza-se em dezembro e perdurando com valores próximos até maio do ano seguinte (Figura 6).

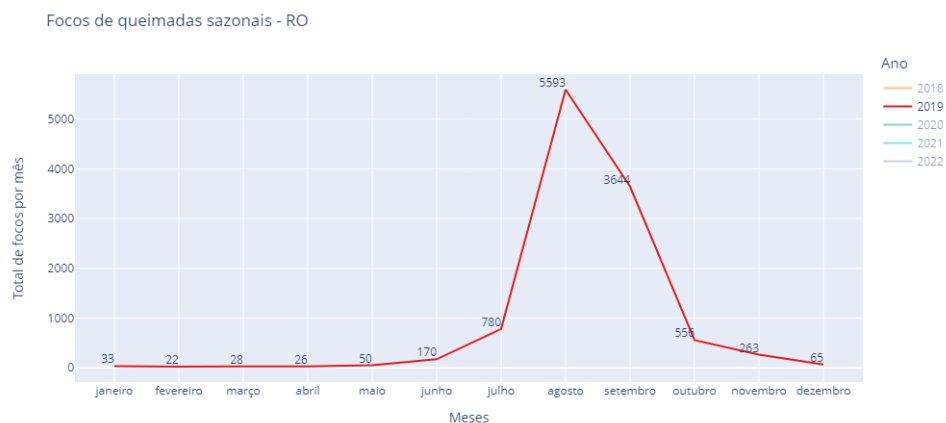


Figura 6. Focos de queimadas sazonais (2019)

Os dados do ano de 2020, mostram dois meses com valores bem grandes e próximos com números acima de 1.000 focos, o mês de agosto registra 3.087 focos, setembro 4.202 focos e outubro com 2.413 focos de queimadas detectados (Figura 7).

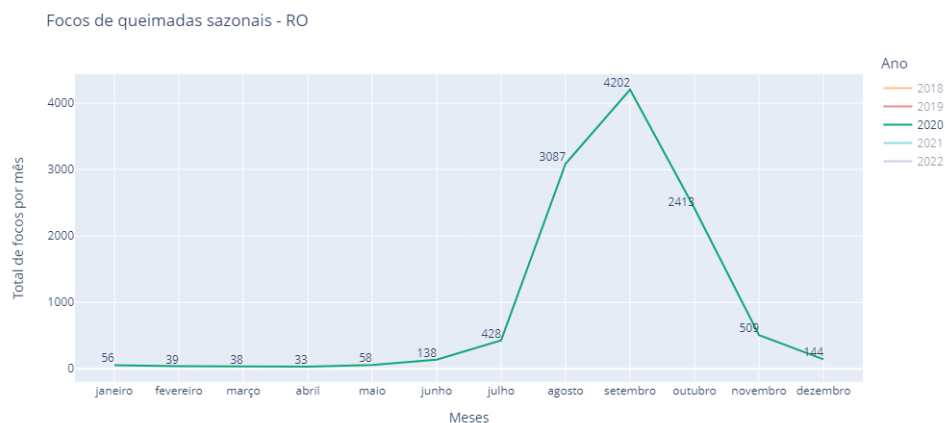


Figura 7. Focos de queimadas sazonais (2020)

No ano de 2021, os três meses anteriores seguem de maneira interina com grandes quantidades de pontos de queimadas encontrados, agosto (4.319), setembro (2636) e outubro (1763), porém um fator interessante mostra que o mês de julho teve um pequeno aumento chegando à 836 focos encontrados e dando início ao aumento nos outros meses (Figura 8).

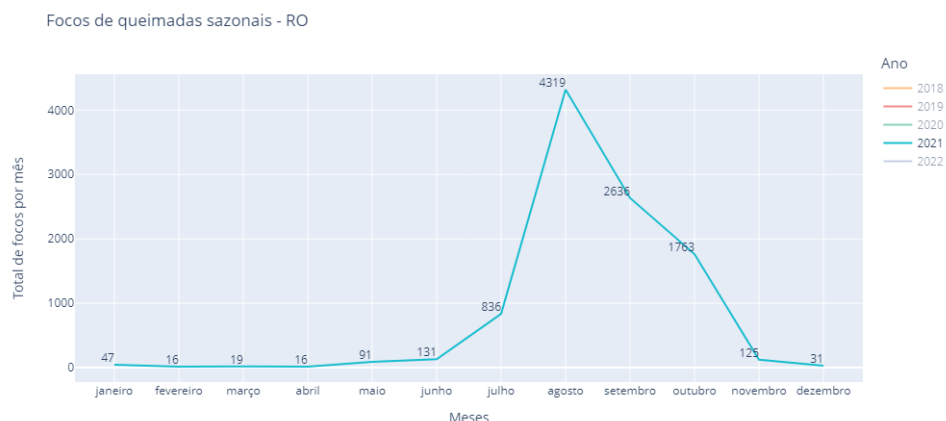


Figura 8. Focos de queimadas sazonais (2021)

O último ano apresenta mudanças significativas no comportamento mensal, nota-se que em novembro foram registrados 1.767 pontos de queimadas no ano de 2022, superando os valores de outubro (computados 822). Em setembro foi computado 5.354 focos de queimadas, sendo a terceira maior quantidade registrada nos cinco anos (sendo que em todos os anos analisados, o mês é o que mais obteve queimadas registradas) (Figura 9).

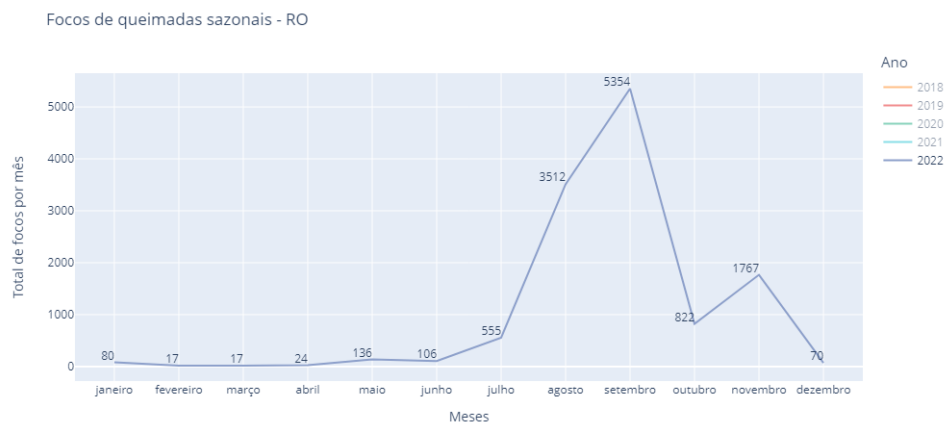


Figura 9. Focos de queimadas sazonais (2022)

Abaixo, os resultados apontam que os meses agosto e setembro representam o padrão em que os altos registros de queimadas se repetem anualmente, período recorrente em que se intensificam os focos, o total acumulado de cada mês fica: setembro (21.870), agosto (18.486), outubro (6.540), julho (3.368), novembro (2.862), junho (693), maio (376), dezembro (357), janeiro (231), março (130), abril (106) e fevereiro (101). Abaixo

a figura mostra o comportamento dos meses sazonais durante os anos observados (Figura 10).

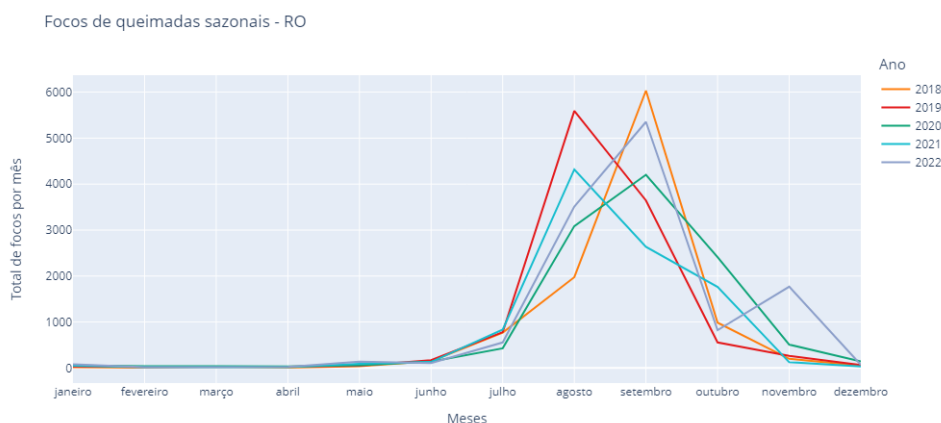


Figura 10. Focos de queimadas sazonais - (2018 a 2022)

Isso se dá pelo motivo da época de seca que tem seu início em junho, onde inicia-se o verão amazônico com temperaturas que podem passar dos 36°C e a redução brusca do número de chuvas, fatores que contribuem para ocorrências de queimadas naturais e antrópicas serem iniciadas (AVELINO; SIGRID, 2022). Todos os resultados da análise agora servirão para montar o dashboard em Power Bi, pois ao visualizar o relatório é possível interagir com os dados em tempo real, portanto foi coletado dados adicionais para ajudar a entender a distribuição espacial dos focos nas cidades do Estado de Rondônia, os dados adicionais são: média da Potência Radiativa do Fogo com a quantia de cada cidade e coordenadas geográficas (latitude e longitude) dos locais onde aconteceram os focos de queimadas e os resultados podem ser visualizados no link ([Dashboard Focos de Queimadas](#)).

10. Conclusão

Em virtude dos resultados dos dados analisados, nota-se que os focos de queimadas tendem a aumentar em meados de julho a novembro e os meses em que alavancam a quantidade de focos detectados é de agosto a setembro, isso ocorre pelo motivo do início do verão amazônico onde registra-se baixa nos números de chuvas e eleva as temperaturas na região, muitos produtores do ramo rural utilizam desse período para fazer ajustes no seu terreno e preparar o solo para o plantio dentre outras atividades da agropecuária, dentro da cidade, ainda tem-se como cultura limpar partes da propriedade com tais técnicas.

Rondônia, para combater os elevados índices de queimadas localizados nos municípios com mais focos, pode criar campanhas de conscientização ambiental o quanto antes e massificar ainda mais próximo as datas, com as coordenadas obtidas nos anos analisados, fazer um levantamento das áreas das cidades onde foram encontrados os maiores registros de queimadas e com isso direcionar campanhas de educação ambiental à estes locais, além

de que se faz de essencial importância a inclusão da educação ambiental nas escolas como matéria específica para conscientizar o indivíduo deste cedo, para que este dissemine a informação para outras pessoas afim de obter uma sociedade futura comprometida com o bem estar da natureza.

11. Referências

- A SECRETARIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Disponível em: <https://www.sedam.ro.gov.br/a-secretaria/>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- AVELINO, Sigrid. Manaus registra o segundo dia mais quente do ano, segundo Sipam. Todahora, 22 de setembro de 2022. Disponível em: <<https://todahora.com/verao-amazonico-provoca-altas-temperaturas-na-capital-e-interior-do-am-2/>>. Acesso em: 10 de nov. 2023.
- BASTOS, Athena. Análise de dados: uma ferramenta para criar melhores estratégias de negócio. Alura, 13 de março de 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/empresas/artigos/analise-de-dados>. Acesso em 31 de out. 2023.
- ANDREAE, M. O., ROSENFELD, D., ARTAXO, P. COSTA, A. A., FRANK, G. P. LONGO, K. M., SILVA-DIAS, M. A. F. Smoking rain clouds over the Amazon. Science 303, p.1337-1342, 2007.
- ARBEX, M. A., CANÇADO, J. E. D., PEREIRA, L. A. A., BRAGA, A. L. F., SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. Jornal Brasileiro de Pneumologia, v.30, n.2, 2004.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. História. 29 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historia>. Acesso em 15 de out. de 2023.
- Brasil. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 14 mai. 2016.
- CARRERO, Gabriel Cardoso; ALVES, C. S. Queimadas e incêndios na Amazônia: impactos ambientais e socioeconômicos, prevenção e combate. ALMEIDA, MCS; MAY, PH Gestão e governança local para a Amazônia sustentável: notas técnicas–2. Rio de Janeiro: IBAM, p. 157-165, 2016.
- CALDAS, Tainara Pereira. Acesso à energia e o Brasil que ainda vive no escuro: as lacunas dos programas de governo. 2022.
- CASTILLO, Ricardo; BERTOLLO, Mait. Mobilidade geográfica como direito social: uma discussão sobre o acesso à internet no campo brasileiro. Revista da ANPEGE, 2022.

- COSTA, Bibiana Salvador Cabral da. Uso da energia radiativa do fogo para estimativa do coeficiente de consumo de biomassa por queima de vegetação campestre. 2012.
- DA COSTA, Felipe Azevedo et al. A EFICIÊNCIA DAS AÇÕES REALIZADAS NO COMBATE ÀS QUEIMADAS NO AMAZONAS E SUA CORRELAÇÃO COM INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: PERÍODO DE 2015 A 2022. Revista Contemporânea, v. 3, n. 5, p. 4604-4638, 2023.
- DEPPE, Flavio et al. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no estado do Paraná. Floresta, v. 34, n. 2, 2004.
- DICIONÁRIO AMBIENTAL: O que faz o Ministério do Meio Ambiente. Apoia ((o))eco, 15 de junho de 2014. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28419-o-que-faz-o-ministerio-do-meio-ambiente/>. Acesso em: 18 mai. 2023.
- EBAC. Power BI: o que é, para o que é usado e como funciona?. 02 de outubro de 2023. Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-power-bi>. Acesso em 05 de out. de 2023.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. Revista Megadiversidade, v.1, n.1. INPA, 2005.
- FISCH, Gilberto; MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. Acta amazônica, v. 28, p. 101-101, 1998.
- GONTIJO, Gustavo Antomar Batista et al. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba/PR. Anais. São Jose dos Campos: INPE, 2011.
- GUIARRARA, Paloma. Desmatamento na Amazônia, Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/desmatamento-da-amazonia.htm>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- Hierarquias e atuações dos órgãos ambientais brasileiros. tera. 28 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/hierarquias-e-atuacoes-dos-orgaos-ambientais-brasileiros>. Acesso em: 16 de mai. 2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/panorama>>. Acessado em 28 de mai. de 2023.
- JOHNS, J.S., BARRETO, P., UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. Forest Eco & Manag. 89:59-77, 1996.
- KRIGER, Daniel. O que é Python, para eu serve e por que aprender?. 08 de julho de 2022. Disponível em: <<https://kenzie.com.br/blog/o-que-e-python/>>. Acesso em: 19 out. 2023.
- LEONEL, Mauro. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. Estudos Avançados, v. 14, p. 231-250, 2000.

- LEMES, Murilo da Costa Ruv; REBOITA, Michelle Simões; TORRES, Roger Rodrigues. MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO RIO TIETÊ E SEUS IMPACTOS NA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE (TS). Revista Brasileira de Climatologia, v. 27, 2020.
- LOCAWEB. Jupyter Notebook: saiba o que é e como utilizar a ferramenta. 16 de junho de 2023. Disponível em: <<https://www.locaweb.com.br/blog/temas/codigo-aberto/jupyter-notebook-o-que-e/>>. Acesso em 20 de out. de 2023.
- MALILAY, J. 2006. A review of factors affecting the human health impacts of air pollutants from forest fires. Disponível em: <<http://65.182.2.246/docum/crid/Junio2006/CD1/pdf/eng/doc15785/doc15785-2f.pdf>>. Acesso em 26.mar.2016.
- MOKI. Diagrama de Dispersão: o que é, como interpretar e mais. 03 de maio de 2023. Disponível em: <<https://www.site.moki.com.br/post/diagrama-de-dispersao>>. Acesso em 20 de nov. de 2023.
- MENDONÇA, M.J.C., DIAZ, M.C.V., NEPSTAD, D., M OTTA, R.S., ALENCAR, A., GOMES, J.C, ORTIZ, R.A. The economic cost of the use of fire in the Amazon. Ecol. Econ. 49(1):89-105, 2004.
- NEPSTAD, D. C., STICKLER, C. M., SOARES-FILHO, B., MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. Phil. Trans. Royal Society, v.363, p.1737-1746, 2008.
- NEPSTAD, D. C.; MOREIRA; A. G.; ALENCAR, A. A. A floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia. Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999.
- PARIS, Carol. Quais são os órgãos ambientais e suas funções. Satc. 22 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://unisatc.com.br/quais-sao-os-orgaos-ambientais-e-suas-funcoes/>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- PEDRA, David. Análise de dados: uma ferramenta para criar melhores estratégias de negócio. Siteware, 19 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://www.siteware.com.br/processos/metodologia-analise-de-dados/>>. Acesso em 10 de nov. 2023.
- PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA. Bombeiros. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/cbm/sobre/historico/#:~:text=A%20hist%C3%B3ria%20do%20Corpo%20de,de%20Janeiro%2C%20ent%C3%A3o%20Distrito%20Federal>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- POSITIVO TECNOLOGIA. Processamento de dados: como fazer de maneira eficiente. 2023. Disponível em: <<https://www.meupositivo.com.br/panoramapositivo/processamento-de-dados/>>. Acesso em: 16 de out. 2023.

- ROSSETO, M. Júlia. Latitude e Longitude: o que é, exemplos e entenda na prática; QueroBolsa. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/geografia/latitude-e-longitude>. Acesso em 19 de set. de 2023.
- SANT'ANNA, C. de M.; FIEDLER, Nilton C.; MINETTE, Luciano J. Controle de incêndios florestais. Alegre, ES: Os Autores, 2007.
- SEDAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Ações de prevenção a queimadas e incêndios florestais são intensificadas pela Sedam em Rondônia. 13 de julho de 2023. Disponível em: <<https://rondonia.ro.gov.br/publicacao/acoes-de-prevencao-a-queimadas-e-incendios-florestais-sao-intensificadas-pela-sedam-em-rondonia/#:~:text=Para%20sensibilizar%20as%20pessoas%2C%20a,focos%20de%20inc%C3%AAndios%20ou%20queimadas.>>. Acessado em 27 de out. de 2023.
- SIMÕES, Ana Lucia Israel. Projeto de intervenção: queimadas urbanas. 2014.
- SISNAMA: conheça o sistema de órgãos públicos para a defesa do meio ambiente. Politize, 05 de março de 2021. Disponível em: <https://www.politize.com.br/sisnama-o-que-e/>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- Sobre o Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 12 de janeiro de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/sobre-o-ibama>. Acesso em 22 mai. 2023.
- VAN DER WERF, Guido R. et al. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009). Atmospheric chemistry and physics, v. 10, n. 23, p. 11707-11735, 2010.
- VASCONCELOS, S. S., FEARNSIDE, P. M., GRAÇA, P. M. L. A., DIAS, D. V., CORREIA, F. W. S. Variability of vegetation fires with rain and deforestation in Brazil's state of Amazonas. Remote Sensing of Environment, v.136, p. 199-299, 2013.