

USO DE DADOS ABERTOS COMO ESTRATÉGIA DE APOIO A TOMADA DE DECISÕES NO COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BIOMA PANTANAL DO MATO GROSSO DO SUL

**Samara Hurtado Ramos,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
samara.hurtado@ufms.br**

**Bárbara Regina Gonçalves da Silva Barros,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
barbara.barros@ufms.br**

**Emanuel A. de A. F. da Fonseca,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
emanuel_adrian@ufms.br**

RESUMO

Percebe-se a importância da ocupação territorial do bioma Pantanal que influencia o setor econômico, turístico e ambiental do MS e como a incidência de queimadas não controladas pode prejudicar o desenvolvimento econômico sustentável, a preservação da fauna e flora local e a qualidade de vida das pessoas que vivem próximas às regiões mais afetadas. Assim, a pesquisa teve o objetivo de demonstrar como os dados abertos, disponibilizados nas plataformas digitais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), podem ser utilizados como estratégia de apoio na tomada de decisões mediante a áreas de risco para incêndios florestais no Pantanal de Mato Grosso do Sul. A metodologia utilizada baseou-se em pesquisa exploratória, visando a busca de material bibliográfico e pesquisas nas plataformas de dados abertos do INPE. Foi possível concluir, que os dados abertos do INPE podem contribuir com a fomentação de pesquisas relacionadas às queimadas nos biomas brasileiros, além de poder auxiliar órgãos fiscalizadores a acompanhar as ocorrências de focos de incêndio. Os dados também podem identificar tendências, o que contribui no apoio à tomada de decisão em períodos críticos como a estiagem.

Palavras-chave: dados abertos; incêndios florestais; pesquisa exploratória; análise de dados.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso do Sul (MS), de acordo com o IBGE (2004), tem o território composto por 3 biomas: Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, os quais abrangem um percentual de área ocupada de 61%, 14% e 25% respectivamente. Ainda de acordo com o levantamento, o Pantanal reúne exemplares de quase toda a fauna brasileira. Conforme (SOUZA et al. 2006, p.1), “O Pantanal Mato-Grossense é considerado a maior planície alagada contínua do mundo, com 140.000km² em território brasileiro, localizados nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul”, ademais, ainda conforme o IBGE (2019), o bioma Pantanal abrange 1,8% do território nacional, o que reforça a preocupação acerca de sua preservação.

Nos últimos anos, os incêndios florestais têm causado grande preocupação para a sociedade e órgãos públicos, em decorrência dos danos ambientais causados pela queima irregular ocasionada pelo homem ou até mesmo por incêndios naturais recorrentes em períodos de estiagem. A ocorrência das queimadas fora de controle tem como consequência a devastação da flora e fauna, além de causar danos materiais e danos à saúde de pessoas que vivem próximas às regiões de mata.

Percebe-se que vários biomas¹ do Brasil acabam sofrendo com o desmatamento e a poluição causados pelas queimadas não controladas. Muitas vezes a rápida propagação das chamas pela mata, acaba dificultando o trabalho de equipes de combate, como bombeiros, brigadistas e forças armadas. Além da extensão de área atingida, que pode inviabilizar o combate completo das chamas. Assim, a ação dos grupos de combate envolve o estudo estratégico de área atingida, para agir de forma rápida em locais que oferecem alto risco, como locais próximos à cidade, reservas indígenas e em áreas de proteção ambiental.

Atualmente, a tecnologia tem-se tornado grande aliada para a proteção ambiental, com o uso de satélites, câmeras de monitoramento, drones e sistemas de informação de coleta de dados e previsão de focos de incêndio. Um exemplo são os sistemas de monitoramento do programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os quais têm o intuito de prever focos, avaliar riscos, monitorar queimas controladas, condições meteorológicas e espalhamento das chamas.

¹ “Grande comunidade de plantas e animais que, equilibrada e estável, está adaptada às condições climáticas ou ecológicas de uma determinada região, sendo geralmente definida pelo tipo principal de vegetação”. (BIOMA, 2022)

Desta forma, a pesquisa tem o objetivo de demonstrar as possibilidades de uso dos dados, obtidos nas bases digitais do INPE, principal órgão envolvido no acompanhamento das queimadas no Brasil, em sistemas de monitoramento, deixando-os favoráveis à tomada de decisões perante a ocorrência de incêndios florestais em áreas de risco, por meio de estudos de caso.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Durante a pesquisa buscou-se compreender os conceitos de queima controlada e incêndios florestais, os sistemas de monitoramento que são utilizados para acompanhar fenômenos meteorológicos e ambientais, além de buscar o conhecimento sobre a análise de dados e como esta pode ser utilizada nas tomadas de decisões.

2.1 QUEIMADAS NO PANTANAL E O USO DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO

As queimadas feitas com o intuito de limpar terras, preparar para plantios, entre outras práticas por meio de queima controlada são permitidas no Brasil, conforme a Lei 12.651/2012 e o decreto Nº 2.661/1998, art 2, do Código Florestal, mediante autorização prévia e demais orientações descritas. (BRASIL, 1998). É possível a suspensão temporária do decreto em períodos críticos, como períodos de seca. O uso de fogo para plantios e limpeza de áreas rurais e fazendas, é comumente utilizado na região, no entanto, também ocorrem incêndios acidentais e até mesmo queimadas criminosas.

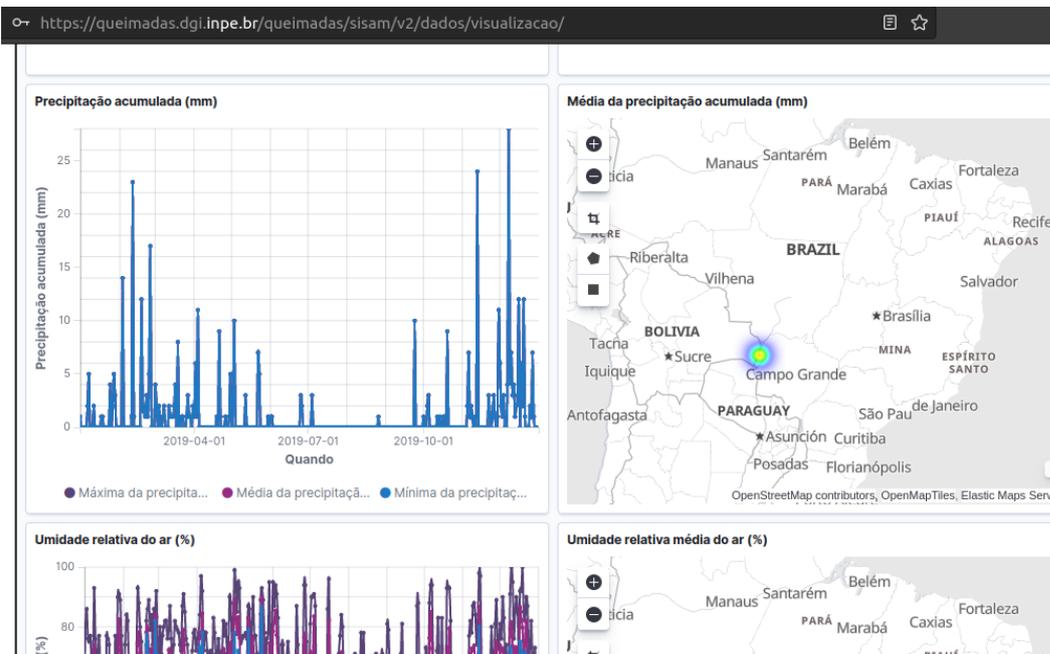
De acordo com Soriano, Daniel e Santos (2015, p. 810), “A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas”, assim relaciona-se com variáveis meteorológicas. Desta forma, o uso de sistemas de monitoramento torna-se indispensável em regiões mais atingidas, como os biomas Pantanal e Amazônia, que sofrem constantemente com as queimadas anuais nos períodos secos.

Os sistemas computacionais de monitoramento funcionam de maneira integrada, em que os dados são coletados a partir de satélites, câmeras e sensores. Estes dados são utilizados para obter informações, através de análises estatísticas dos dados.

O Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde (SISAM), é um exemplo de sistema de monitoramento, pertencente ao Ministério da Saúde, sendo utilizado para analisar dados pontuais e espaciais sobre os efeitos de queimadas e variações climáticas sobre a saúde

humana (INPE, 2022c). O sistema acompanha variáveis como velocidade do vento, umidade relativa do ar, concentrações de partículas inaláveis, assim tornando possível determinar a qualidade do ar.

Figura 1: SISAM, dados abertos.



Fonte: INPE(2022c)

O INPE iniciou oficialmente o Programa Queimadas em 1988, com o objetivo de aumentar o monitoramento na Amazônia, a partir do surgimento de novas tecnologias e satélites para obter acesso a dados em tempo real, o sistema vem sendo aprimorado continuamente. (INPE, 2018). O SISAM também é atendido pelo Programa Queimadas, assim combinando a base de dados meteorológicos, monitoramento de focos de queimadas, estimativas das emissões de queimadas, emissões urbanas e industriais. (INPE, 2018). Por meio dos dados obtidos é possível realizar análise de dados, que consiste em “um processo complexo que envolve retrocessos entre dados pouco concretos e conceitos abstratos, entre raciocínio indutivo e dedutivo, entre descrição e interpretação”. (TEIXEIRA, 2003, p. 192).

A análise de dados torna-se de suma importância para a tomada de decisões de equipes envolvidas no apoio e proteção ambiental. De forma geral, o programa Queimadas do INPE, realiza um trabalho rico em dados significativos, que podem auxiliar as regiões brasileiras que sofrem com o desmatamento causado pelas queimadas, com o consumo de dados de satélites de referência, oferecendo esse conteúdo de forma livre.

O *MODIS* (sigla em inglês para Espectrorradiômetro de imagem com resolução moderada) é uma tecnologia utilizada a bordo dos satélites Terra (EOS AM-1) e Aqua, (DIAS, 2019), além do uso de outros sensores, a tecnologia é utilizada na detecção de focos de incêndio pelo INPE e NASA (sigla em inglês para Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), na obtenção de dados, possibilitando a análise de tendências em diversas regiões de floresta.

2.2 ANÁLISE DE DADOS E TOMADA DE DECISÃO

As tecnologias utilizadas no monitoramento de florestas são chamadas geotecnologias, que segundo Rosa (2017, p. 277) é um “conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica”, por meio desse conjunto é possível extrair os dados para os passos de análise da problemática em questão. Os dados podem aparecer de diversas formas, como imagens, texto e valores e a qualidade da análise depende também da qualidade dos dados coletados. Rosa (2017, p. 277) afirma que:

A qualidade dos dados coletados direta ou indiretamente vai determinar a qualidade do resultado final do trabalho. A qualidade dos dados pode ser avaliada quer pela sua precisão quer pela sua exatidão. A precisão dos dados corresponde ao nível de detalhe dos dados. A exatidão corresponde ao grau de aproximação dos valores relativamente à realidade.

A análise dos dados pode ser feita utilizando técnicas estatísticas e visualização dos dados, como utilizado no campo da ciência de dados que, de acordo com Rautenberg e Do Carmo (2019), pode ser entendida como um conceito, na qual softwares são empregados para transformar os dados em informação, assim resultando no apoio a tomada de decisão.

Atualmente o uso de linguagens de programação tem sido essencial para diversas áreas de pesquisa, como o processamento de dados geográficos, meteorológicos, estudos estatísticos e desenvolvimento de diversos softwares para resolução de problemas diversos. O Python é uma linguagem interpretada, o que dispensa a vinculação e compilação, facilitando a experimentação com recursos da linguagem (VAN ROSSUM, 1995). Atualmente, a linguagem de programação Python² vem sendo amplamente utilizada, por conter diversas bibliotecas aplicadas a diferentes campos de atuação, como desenvolvimento de aplicativos e ciência de dados.

² Informações sobre a linguagem, disponível em: <https://www.python.org/>

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi iniciada utilizando uma metodologia exploratória, com o intuito de reunir informações sobre o uso e possibilidades de uso dos dados abertos do INPE, para organizações e a sociedade. Foram feitas experiências de coleta de dados utilizando a linguagem de programação Python, demonstrando a ampla faixa de aplicações que podem usufruir dos dados relacionados ao bioma Pantanal, assim descrevendo de forma objetiva a importância da análise dos dados no apoio a tomadas de decisão. Conforme Wainer (2007, p. 29), a pesquisa exploratória “busca descrever de forma “objetiva” e direta “eventos” e “fatos” de interesse”.

Durante os experimentos, a utilização da linguagem de programação Python, permitiu o uso de bibliotecas conhecidas da linguagem como a biblioteca Pandas³, utilizada na manipulação de *Data Frames*, estruturas que organizam os dados de forma tabular, em linhas e colunas.

3.1 BDQUEIMADAS

O BDQueimadas é um sistema do Programa queimadas do INPE, que reúne dados abertos coletados de satélites e foi utilizado na pesquisa, exportando os dados do bioma Pantanal de Mato Grosso do Sul, no período de 1 ano.

Figura 2: BDQueimadas, tabela de atributos

The screenshot shows the BDQueimadas web interface. At the top, there are logos for INPE, Ministério do Meio Ambiente, and PATRIA AMADA BRASIL. Below the logos is a 'FILTROS' section with various dropdown menus and search boxes for filtering data by continent, country, state, municipality, date, and satellite. Below the filters is a 'TABELA DE ATRIBUTOS' section displaying a table of data records.

Data / Hora	Satélite	País	Estado	Município	Bioma	N. Dias Sem Chuva	Precipitação	Risco Fogo	Latitude	Longitude	Área Industrial	FRP
2022-06-02T14:34:38.000Z	GOES-16	Brasil	PIAUÍ	RIBEIRO GONÇALVES	Cerrado				-7.79	-45.29		

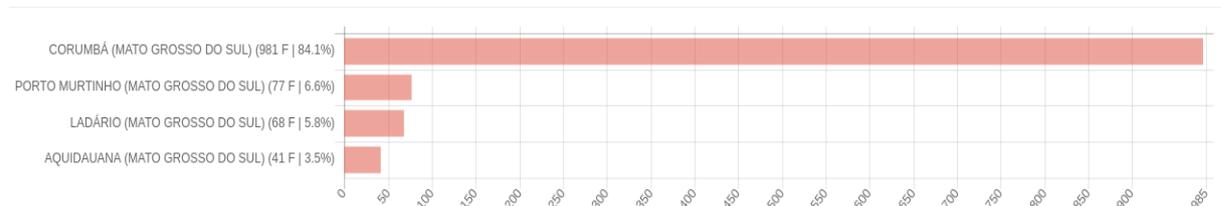
Fonte: INPE(2022a)

³ Documentação da biblioteca disponível em: <https://pandas.pydata.org/docs/>

Na Figura 2, é possível visualizar os atributos disponíveis no sistema, que envolvem dados meteorológicos e de localização, bem como o risco de fogo, que é calculado por meio dos algoritmos do INPE. O atributo FRP é sigla para *Fire Radiative Power* e indica o poder radioativo do fogo. No sistema, é possível selecionar a região, o bioma, os satélites e o intervalo de tempo desejado para exportar os dados que são entregues via e-mail, no formato csv, um arquivo que caracteriza-se em separar os dados em linhas e colunas, as colunas são delimitadas com o uso do ponto e vírgula.

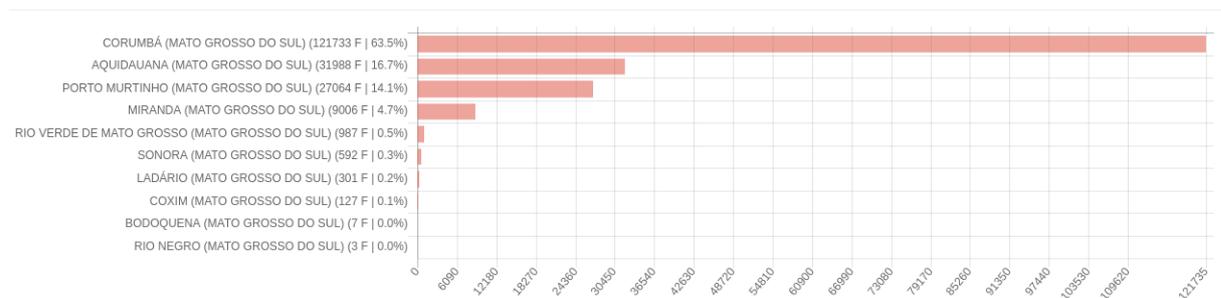
Para realizar a pesquisa também foi escolhido o município de Corumbá, que de acordo com o gráfico de focos, observou-se um maior número de focos registrados nos períodos de 01/05/2020 a 01/05/2022, a pesquisa foi realizada no BDQueimadas aplicando o filtro apenas para o bioma Pantanal, nos períodos especificados.

Figura 3: Focos por município de 01/05/2020 a 01/05/2021



Fonte: INPE (2022a)

Figura 4: Focos por município de 01/05/2021 a 01/05/2022



Fonte: INPE (2022a)

Detalhes sobre os atributos disponibilizados no BDQueimadas e demais sistemas pertencentes ao Programa Queimadas, podem ser encontrados na página Perguntas Frequentes⁴, que também foi consultada durante o desenvolvimento da pesquisa.

⁴ Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>

3.2 DADOS ABERTOS - PROGRAMA QUEIMADAS

O INPE também disponibiliza outras formas de obter dados relacionados às queimadas, por meio da API (*Application Programming Interface*), além dos arquivos em formato csv e json, que são atualizados diariamente.

Figura 5: Dados Abertos



Fonte: INPE(2022b)

Além dos arquivos disponibilizados, também é possível visualizar os focos de queimadas por meio do KML (*Keyhole Markup Language*) do programa queimadas, que pode ser utilizado fazendo a importação do link disponibilizado no site, ou o uso do arquivo de extensão kml, diretamente no aplicativo do *Google Earth*, assim possibilitando a visualização dos focos de queimadas que ocorreram nas últimas 48 horas da busca.

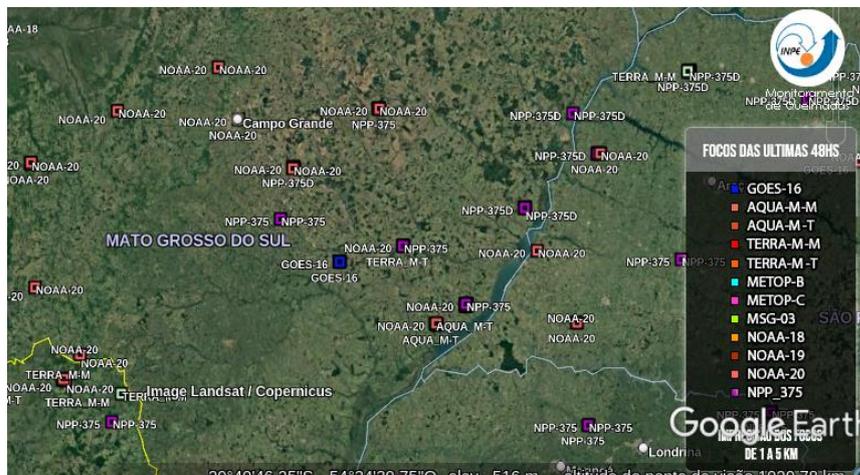
3.3 GOOGLE EARTH PRO

O *software* Google Earth Pro, também foi utilizado durante a aplicação das possibilidades de uso dos dados abertos do INPE, por ser uma ferramenta que permite a visualização de pontos específicos em todo o globo terrestre, além de permitir o uso do KML disponibilizado na página de dados abertos do INPE, assim foi possível importar e visualizar os focos de fogo detectados pelos satélites, bem como localizar regiões específicas em que as experimentações foram realizadas durante a fase de análise de dados.

Os procedimentos para o uso dos dados via KML no Google Earth podem ser

consultados nas instruções de uso disponibilizadas na página Instruções Google Earth⁵.

Figura 6: Google Earth - Focos identificados INPE



Fonte: Captura de tela - Google Earth Pro

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

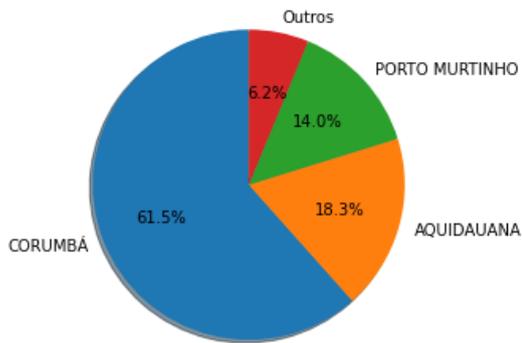
Para a exportação do arquivo csv do BDQueimadas, foram selecionadas o bioma Pantanal, em todo o território do Mato Grosso do Sul, no período de 01/05/2021 a 01/05/2022, para realizar as experiências de análise de dados sobre as queimadas, de modo a demonstrar, como o uso dos dados abertos obtidos por sistemas de monitoramento podem auxiliar na tomada de decisões. Além disso, também foram utilizados outros dados disponibilizados no sistema do INPE, para fins de demonstrar o histórico de queimadas no bioma Pantanal, esses dados foram obtidos também por meio de arquivo csv disponibilizado pelo programa Queimadas.

4.1 ANÁLISE DE DADOS CORUMBÁ MS

Durante o período de maio de 2021 e maio de 2022, ocorreram aproximadamente 74013 focos de fogo, registrados pelo satélite GOES-16, de acordo com a busca no BDQueimadas, INPE(2022a), cerca de 61,5% desses focos ocorreram em Corumbá. O gráfico abaixo mostra as proporções dos 3 municípios que registraram mais focos de queimadas durante o período, do total de focos registrados, 45549 foram em Corumbá, 13514 em Aquidauana e 10354 em Porto Murtinho.

⁵ informações em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/videoaulas>

Figura 7: Gráfico de pizza, porcentagem dos focos registrados.



Fonte: De autoria própria

É importante ressaltar que os municípios, detêm de áreas territoriais diferentes, a geração do gráfico da figura 7, considerou a porcentagem de registros de focos em cada município, a partir do total de focos registrados pelo satélite GOES-16. De acordo com o IBGE(2021), Corumbá possui uma área territorial de 64.438,363 km², enquanto Porto Murtinho e Aquidauana, possuem áreas de 17.505,200 km² e 17.087,021 km² respectivamente.

A partir da área territorial dos municípios, foi possível calcular a quantidade de focos por quilômetro quadrado (km²), para melhor entendimento dessas ocorrências.

Tabela 1: Focos/km² nos municípios citados

Município	Área km ²	Focos registrados	Foco/km ²
Aquidauana	17.087,021	13514	0,79
Corumbá	64.438,363	45549	0,70
Porto Murtinho	17.505,200	10354	0,59

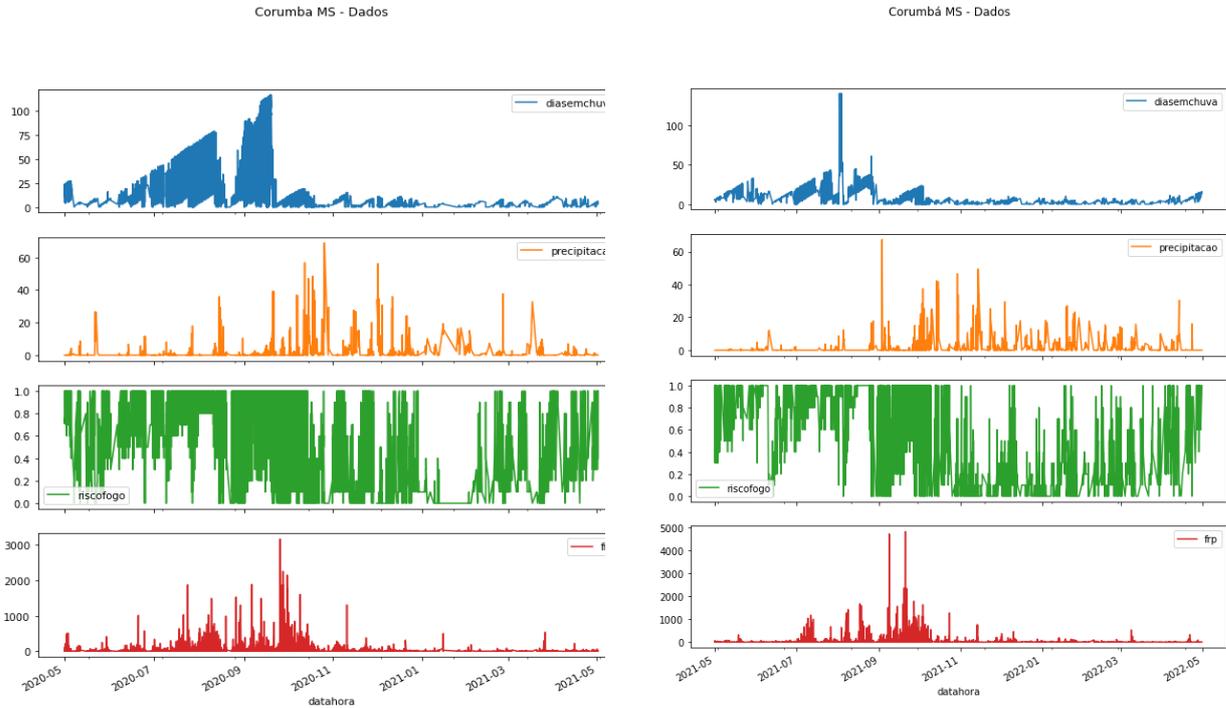
Fonte: De autoria própria

Além disso, os satélites registram os focos de fogo, independentemente de como foi causado, assim deve-se considerar que ao analisar os dados abertos, não é possível classificar a natureza do foco registrado apenas por gráficos de proporção, sendo necessário uma análise técnica por meio de imagens de satélites e observações sobre a extensão do foco.

Observou-se nos gráficos de séries temporais, que entre os meses de julho e novembro de 2020 e 2021 houve um maior tempo sem chuva, além de picos maiores nas variáveis relacionadas ao risco de fogo. O período de estiagem na região geralmente começa em meados

do mês de Julho, assim é possível observar um aumento nos focos de incêndios nesses períodos, que podem ser focos observados decorrentes de queimadas controladas, causadas naturalmente ou de forma criminosa.

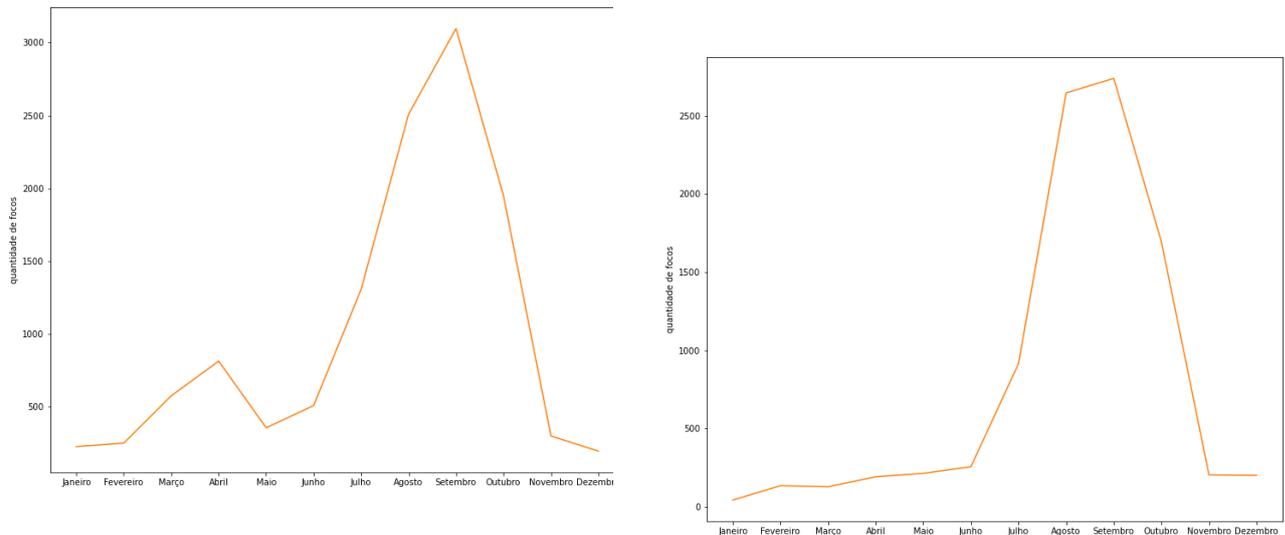
Figura 8: Gráficos de séries temporais dos períodos de 01/05/2020 a 01/05/2022



Fonte: De autoria própria

Durante a análise dos dados históricos de focos ativos registrados por satélites disponíveis no Programa queimadas, também foi observado um aumento na ocorrência de focos entre os meses de julho e novembro nos anos de 2020 e 2021, como mostram os gráficos na figura 7, considerando o bioma Pantanal do MS em todos os municípios:

Figura 9: Gráficos com registro de focos ativos em 2020 e 2021 respectivamente



Fonte: De autoria própria

Além de observar a acentuação de focos de incêndio a partir de julho, também foi possível identificar regiões mais afetadas dentro do município corumbaense, após a separação dos dados para estudar especificamente o período com mais focos, por meio de consultas no *Dataframe* com a biblioteca Pandas do Python, além disso os dados foram selecionados pelos registros com o número de dias sem chuva maior que a média no período de julho a novembro.

Figura 10: Consultas de média de dias sem chuva no *Dataframe*

```
df_corumba['diasemchuva'].mean()
9.84021221369691

df_corumba_perodo = df_corumba.query('datahora >= "2021/07/01" and datahora <= "2021/11/01"')

df_corumba_perodo['diasemchuva'].mean()
10.342698764649985
```

Fonte: De autoria própria

Foi possível perceber que a média de dias sem chuva no período geral é um pouco menor que a média de dias sem chuva nos períodos de 01/07/2021 a 01/11/2021, assim com a média aproximada de 10, foi feita uma consulta ordenada, em que as proximidades do distrito de Nhecolândia apresentaram um intervalo acentuado de dias sem chuva e grau elevado de risco de fogo de acordo com os dados, no período dos registros.

Figura 11: Três primeiros registros na consulta ordenada pelo número de dias sem chuvas de 01/07/2021 a 01/11/2021.

datahora	satelite	pais	estado	municipio	bioma	diasemchuva	precipitacao	riscofogo	latitude	longitude	frp
2021/08/03 04:51:00	NPP-375D	Brasil	MATO GROSSO DO SUL	CORUMBA	Pantanal	140	0.0	1.0	-19.12266	-56.88562	1.0
2021/08/02 05:08:00	NPP-375D	Brasil	MATO GROSSO DO SUL	CORUMBA	Pantanal	140	0.0	0.9	-19.12094	-56.88711	2.6
2021/08/02 05:08:00	NPP-375D	Brasil	MATO GROSSO DO SUL	CORUMBA	Pantanal	140	0.0	1.0	-19.11465	-56.88208	0.9

Fonte: De autoria própria

Figura 12: Nhecolândia, busca por coordenadas geográficas



Fonte: Google Earth Pro

A Nhecolândia é uma região localizada em Corumbá que fica entre os Rios Negro e Taquari, marcada pela presença de baías e salinas, além de ser uma das regiões mais expressivas na criação de gado (SOS Pantanal, 2019). Assim, percebe-se a importância da região para o desenvolvimento do MS, sendo uma área que necessita de estratégias para evitar o alastramento de incêndios, além de melhor monitoramento por órgãos responsáveis, a fim de acompanhar as queimadas controladas em períodos críticos, que geralmente ocorrem entre os meses de julho e novembro.

5 CONCLUSÕES

Por meio da pesquisa, foi possível experimentar o uso dos dados disponibilizados nas plataformas digitais do INPE, realizando análises exploratórias dos dados, criando gráficos e identificando informações importantes sobre o histórico de queimadas no bioma do Pantanal no MS, nos anos de 2020 e 2021, os dados foram facilmente acessados nas plataformas do programa Queimadas. Com os estudos de caso, percebeu-se um aumento na ocorrência de queimadas nos períodos de Julho a Novembro na região, possibilitando também visualizar por meio de gráficos a relação entre variáveis meteorológicas, como dias sem chuva e precipitação, além de entender a proporção de focos/km² de municípios que registraram mais focos.

O uso dos dados abertos do INPE, mostraram-se favoráveis para a realização de análises

estatísticas, o que pode ser indispensável no estudo estratégico sobre o impacto das queimadas na região do Pantanal sul-mato-grossense. Entende-se que as estratégias para mitigar a ocorrência de queimadas fora de controle, são de suma importância para os biomas do Brasil, considerando que a economia e o setor turístico da região do MS dependem do bioma Pantanal, sendo indispensável a sua preservação, por meio do desenvolvimento sustentável.

Assim, os dados disponibilizados de forma pública contribuem para fomentar as pesquisas, podendo auxiliar equipes de monitoramento, órgãos fiscalizadores das regiões do Pantanal e brigadistas, com o uso de visualização de focos registrados por satélites nas bases de dados abertos do programa Queimadas e a previsão de risco de fogo. Nota-se que os dados podem apoiar as decisões estratégicas em períodos críticos, a fim de minimizar os danos causados à biodiversidade local e a moradores que vivem próximos a áreas de risco.

REFERÊNCIAS

BIOMA. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/bioma/>>. Acesso em: 28/05/2022.

BRASIL. **Decreto nº 2661**, de 11 de julho de 1998. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, [1998]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2661.htm. Acesso em: 27 mai 2022.

DIAS, Alexandre Henrique Soares. **Uma Análise Exploratória de Dados sobre Incêndios Florestais no Brasil**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil; primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE. 2004;

IBGE. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil** : compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2019.

IBGE, **Cidades e Estados**. IBGE, 2021. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/>> Acesso em: 06 de set 2022.

INPE, **INPE aprimora sistema de monitoramento de queimadas na Amazônia**. INPE, 2018. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4814>. Acesso em: 29 de mai 2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **BDQueimadas**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 25 mai. 2022a

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Dados Abertos**. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/dados-abertos/#servico-de-mapas>>. Acesso em: 20 mai. 2022b

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SISAM - Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde**. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/dados/visualizacao/>>. Acesso em: 16 jul. 2022c.

RAUTENBERG, Sandro; DO CARMO, Paulo Ricardo Viviurka. Big data e ciência de dados: complementariedade conceitual no processo de tomada de decisão. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, v. 13, n. 1, p. 56-67, 2019.

ROSA, Roberto. Análise espacial em geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 01, p. 275-289, 2011.

SORIANO, Balbina Maria Araújo; DANIEL, Omar; SANTOS, Sandra Aparecida. Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal Sul-Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 809-816, 2015.

SOS Pantanal. **Microrregiões Pantaneiras**: Pantanal de Nhecolândia. Instituto SOS Pantanal, 2019. Disponível em: <<https://www.sospantanal.org.br/microrregioes-pantaneiras-pantanal-de-nhecolandia/>>. Acesso em: 04 set. 2022.

TEIXEIRA, Enise Barth. A análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em questão**, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003.

VAN ROSSUM, Guido; DRAKE JR, Fred L. **Python tutorial**. Amsterdam, The Netherlands: Centrum voor Wiskunde en Informatica, 1995.

WAINER, Jacques et al. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação. **Atualização em informática**, v. 1, n. 221-262, p. 32-33, 2007.