

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOSÉ HENRIQUE DA SILVA BRAZ

**Uma análise dos dados de queimada do
INPE no Brasil (preliminar)**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Lucas M. Schnorr

Porto Alegre
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos André Bulhões

Vice-Reitora: Prof^a. Patricia Pranke

Pró-Reitora de Graduação: Prof^a. Cíntia Inês Boll

Diretora do Instituto de Informática: Prof^a. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Marcelo Walter

Bibliotecário-chefe do Instituto de Informática: Alexsander Borges Ribeiro

*“If I have seen farther than others,
it is because I stood on the shoulders of giants.”*

— SIR ISAAC NEWTON

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao L^AT_EX por não ter vírus de macro...

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 O monitoramentos das queimadas no Brasil.....	13
2.2 Os Satélites.....	14
2.3 Detecção dos focos de queimadas	16
3 TRABALHOS RELACIONADOS	18
4 METODOLOGIA	19
4.1 Coleta e carregamento dos dados	19
4.2 Proposta de processamento	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 ANÁLISE DOS DADOS (IGNORAR).....	23
6.1 Uma visão geral.....	23
6.2 O que os dados gritam (padrões e tendências)	23
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação)
CSV	Comma Separated Values (valores separados por vírgulas).
GMT	Greenwich Mean Time
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
URL	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)
NOAA	National Oceanic and Atmosphere Administration
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Emissões de gases do efeito estufa per capita de 1990 até 2020 (tCO ₂ e/capita)	12
Figura 2.1	Órbita dos satélites no dia 10 de agosto de 2022.....	17
Figura 4.1	Cores escolhidas para cada satélite.....	21
Figura 6.1	Relação do montante dos dados por satélite	24
Figura 6.2	Amostragem por tempo de cada satélite.....	24
Figura 6.3	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Significado de cada coluna dos dados de queimada do INPE	14
Tabela 2.2	Características dos satélites usados pelo INPE	15

RESUMO

Este documento é um exemplo de como formatar documentos para o Instituto de Informática da UFRGS usando as classes \LaTeX disponibilizadas pelo UTUG. Ao mesmo tempo, pode servir de consulta para comandos mais genéricos. *O texto do resumo não deve conter mais do que 500 palavras.*

Palavras-chave: Formatação eletrônica de documentos. \LaTeX . ABNT. UFRGS.

Using L^AT_EX to Prepare Documents at II/UFRGS

ABSTRACT

This document is an example on how to prepare documents at II/UFRGS using the L^AT_EX classes provided by the UTUG. At the same time, it may serve as a guide for general-purpose commands. *The text in the abstract should not contain more than 500 words.*

Keywords: Electronic document preparation. L^AT_EX. ABNT. UFRGS.

1 INTRODUÇÃO

O fogo é uma tecnologia que está presente há milênios no território que hoje é o Brasil, desde queimadas controladas pelo povo indígena Kayapó no cerrado para plantio ou caça, até incêndios iniciados por combustão espontânea em períodos de seca no sul da Amazônia. O uso do fogo pelos indígenas era controlado, levando em conta o clima atual e a vegetação a ser queimada, e restrito apenas a um período do ano, com o intuito de reduzir pragas e ajudar nas plantações (LEONEL, 2000). [P0. O que é uma queimada/fogo]

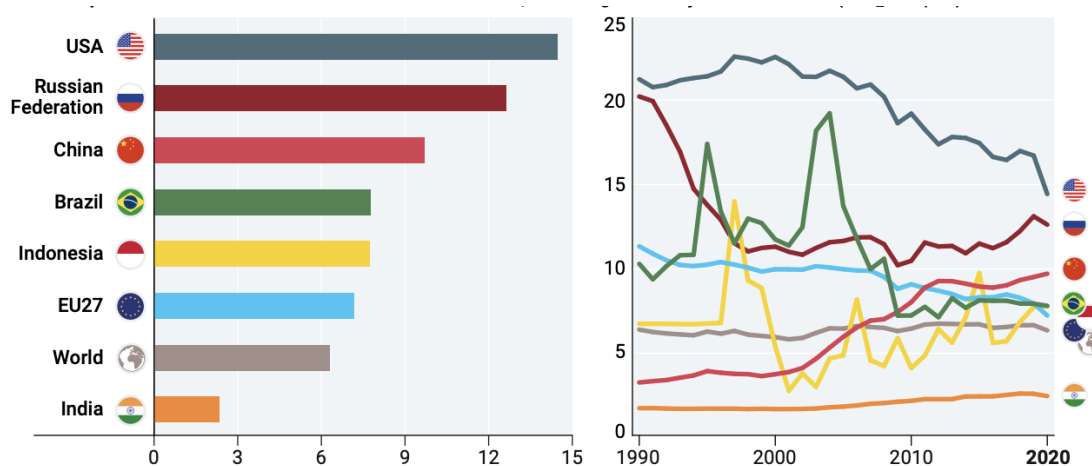
Hoje as queimadas que mais chamam atenção estão diretamente ligadas ao processo de desmatamento e manejo de áreas agrícolas para o cultivo da monocultura de soja. O fogo também é a prática mais barata e rápida para limpar áreas inteiras para a pecuária bovina. Commodities agrícolas e carne bovina movem a economia do Brasil, que é o maior exportador desses produtos, e aumentam a pressão para o desmatamento de novas áreas na Amazônia (FUCHS, 2020). [P1. As queimadas hoje]

O Brasil ocupa a quarta posição no ranking de nações que mais emitem gases de efeito estufa por habitantes, segundo dados da United Nations Environment Programme (UNEP) de 2022. De acordo com o estudo, o valor absoluto se manteve estável desde 2010, e atingiu seu pico por volta dos anos de 2003 a 2004. Assim como a Indonésia, o que melhor explica a alta posição do Brasil neste ranking são as queimadas e o desmatamento da vegetação nativa. Olhando para os municípios do país, dos dez que mais poluem, oito deles estão localizados no bioma da amazônia e não possuem atividades industriais que justificariam esse valor. [P2. queimadas e efeito estufa no Brasil]

Este trabalho se dedica a estudar e apresentar de forma concisa os dados de focos de queimadas disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O principal objetivo é tornar fácil o entendimento desses dados gerados a partir de imagens de satélites, sem a necessidade de um conhecimento prévio das técnicas de ciência de dados e sensoriamento remoto. O escopo de tempo das análises é limitado ao início de 1998, ano que iniciou a base aberta de queimadas, até o final de 2022. [P3. O que é o trabalho em si]

Os dados analisados neste trabalho foram obtidos a partir do DBQueimadas, Banco de Dados de Queimadas <www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>, que é um sistema desenvolvido pelo INPE e acessível de forma aberta por meio da web. Conta com mais de 300 milhões de pontos coletados desde o ano de 1998, provenientes de vários satélites (SETZER; MORELLI; SOUZA, 2019). Ao disponibilizar os dados das queimadas o ins-

Figura 1.1 – Emissões de gases do efeito estufa per capita de 1990 até 2020 (tCO₂e/capita)



Fonte: Emissions Gap Report 2022: The Closing Window

tituto possibilita que a sociedade retribua com pesquisas e fomenta novas abordagens ao problema das queimadas no Brasil, como é o caso deste trabalho. [P4. Fonte dos dados usados]

Durante o decorrer do documento são apresentadas diversas figuras, a maioria de construção do próprio autor, a fim de instigar a intuição do leitor para o tópico que está sendo abordado. De início, será abordado questões mais teóricas envolvendo características dos satélites, suas produções de imagens e como são usadas para detectar um foco ativo de queimada. Após isso, [P5. Estrutura do documento]

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são apresentados alguns conceitos importantes para o entendimento de todo o trabalho. Para começar, serão formalizadas definições relacionadas às queimadas e como elas são monitoradas no Brasil. Na sequência, será feito uma sumariação dos principais satélites usados pelo INPE e suas características. Por fim, é dada uma visão geral de como as imagens brutas geradas pelos satélites são usadas para detecção de focos ativos.

2.1 O monitoramento das queimadas no Brasil

[P0. definir uma queimada, focos detectados e área queimada]

[P0. Diferença entre foco detectado e área queimada]

[P1. Falar um pouco do INPE e suas divisões]

Dentro do site é possível gerar mapas, tabelas, gráficos e exportar os dados sobre as queimadas no Brasil aplicando diferentes filtros. Todo o programa foi desenvolvido com ferramentas abertas, muitas delas criadas pelo próprio time de tecnologia da informação do INPE (SETZER; MORELLI; SOUZA, 2019). [P2. Falamos sobre o programa DBQueimadas]

O Banco de Dados de Queimadas é um excelente caso de como os dados abertos podem ajudar a sociedade. Além do DBQueimadas, o INPE também disponibiliza para visualização e download, por meio da Divisão de Geração de Imagens (DGI) <www.dgi.inpe.br/catalogo/>, algumas imagens inteiras geradas pelos satélites que o próprio DGI captura e processa. [P3. importância dos dados abertos para a sociedade]

Para obter as imagens brutas dos satélites são necessárias antenas especiais que ficam em centros de recepção de dados. Com esse propósito, a DGI possui duas Estações de Recepção e Gravação (ERG) - a primeira em Cachoeira Paulista (SP) e uma mais recente em Cuiabá (MT). Na estação de SP, é feito o processamento de mais de 200 imagens de diversos satélites todos os dias, extraído os dados de focos ativos de queimadas que alimentam o DBQueimadas. (Divisão de Geração de Imagens, 2023) [P4. Papel do DGI]

É em posse dessas imagens brutas que o INPE aplica algoritmos de detecção de focos de queimadas. No caso da detecção ser positiva, a posição exata (latitude e longitude) e a hora que a imagem foi gerada são adicionadas aos dados como uma nova linha e disponibilizados pelo DBQueimadas. O INPE ainda coloca junto com as coordenadas

da detecção mais alguns dados como risco de fogo, poder do fogo, precipitação e dados referentes a região do foco. A lista completa das colunas pode ser vista na Tabela 2.1 (INPE, 2023). [P5. O que é uma observação nos dados]

Tabela 2.1 – Significado de cada coluna dos dados de queimada do INPE

Atributo	Tipo	Descrição
Id	string	Identificador único registrado no banco
Latitude	double	Graus decimais da latitude do centro do pixel de fogo ativo (valores de 90.0000 até -90.0000)
Longitude	double	Graus decimais da longitude do centro do pixel de fogo ativo (valores de 180.0000 até -180.0000)
DataHora	string	Data a hora da passagem do satélite no fuso horário de Greenwich (GMT)
Município	string	Nome do município, de acordo com os dados do IBGE 2000
Estado	string	Nome do estado
País	string	Nome do país
Bioma	string	Nome do bioma brasileiro, de acordo com dados do IBGE 2004 (para outros países o campo fica vazio)
Precipitação	double	Valor a precipitação do dia até o horário da medida (-999 para valores inválidos)
DiasSCh	integer	Dias sem chuva até a data da medida (-999 para valores inválidos)
RiscoFog	double	Valor do risco de fogo previsto naquele dia (-999 para valores inválidos)
FRP	double	Fire Radiative Power, MW (megawatts)

Fonte: O Autor com base em INPE (2023)

[P7. Como é feito o calculo de área queimada pelo INPE]

2.2 Os Satélites

O INPE atualmente processa dados de vários satélites com características distintas entre si. Estão presentes nos dados desde satélites geoestacionários, como o GOES-12, que está a 29.400 km de distância da superfície (SETZER; YOSHIDA, 2004), até satélites com órbitas polares, entre 700 a 900 km de altura. [P0. Visao geral dos satelites]

Abaixo segue um resumo dos satélites usados pelos INPE desde o início da série histórica até final de 2022 (Embrapa Territorial, 2023). Os que estão em funcionamento pleno atualmente são: NOAA-20, NOAA-19, NOAA-18, GOES-16, Suomi NPP, AQUA, TERRA, MSG-03, METOP-B e METOP-C. [P1. Falar sobre os principais]

Cada satélite pode ter um sensor imageador, que gera imagens, com característi-

Tabela 2.2 – Características dos satélites usados pelo INPE

Nome	Sensor	Resolução esp.	Órbita	Lançamento	Passagem
METOP-C	AVHRR-3	1100m	Polar	2018	21h
NOAA-20	VIIRS	500m	Polar	2017	2h / 14h
METOP-B	AVHRR-3	1100m	Polar	2012	21h
Suomi NPP	VIIRS	500m	Polar	2011	2h / 14h
NOAA-19	AVHRR-3	1100m	Polar	2009	2h / 14h
NOAA-18	AVHRR-3	1100m	Polar	2005	Variadas
AQUA	MODIS	1000m	Polar	2002	2h / 14h
NOAA-17	AVHRR-3	1100m	Polar	2002	21h
NOAA-16	AVHRR-3	1100m	Polar	2000	Variadas
TERRA	MODIS	1000m	Polar	1999	11h / 23h
NOAA-15	AVHRR-3	1100m	Polar	1998	5h / 17h
TRMM	VIRS	2000m	Polar	1997	Variadas
NOAA-14	AVHRR	1100m	Polar	1994	21h
NOAA-12	AVHRR	1100m	Polar	1991	2h / 15h
GOES-16	ABI	2000m	Geoest.	2016	Não se aplica
MSG-03	SEVIRI	3000m	Geoest.	2012	Não se aplica
GOES-13	GOES I-M	4000m	Geoest.	2006	Não se aplica
MSG-02	SEVIRI	3000m	Geoest.	2005	Não se aplica
GOES-12	GOES I-M	4000m	Geoest.	2001	Não se aplica
GOES-10	GOES I-M	4000m	Geoest.	1997	Não se aplica
GOES-08	GOES I-M	4000m	Geoest.	1994	Não se aplica

Fonte: O Autor com base em Embrapa Territorial (2023)

cas distintas. Neles são captados imagens não só no comprimento de onda da luz visível (de 400nm a 700nm), mas também no infravermelho (de 780nm a 1mm). Suas medições são divididas em canais, que variam em resolução espacial e espectral (intervalo de comprimento de onda). Geralmente o primeiro canal é dedicado à luz visível, entre o laranja e o vermelho, e com a maior resolução espacial possível para o sensor. Os outros canais utilizam diferentes intervalos do infravermelho e luz visível. [P2. visão geral dos sensores e porque geram dados diferentes]

Com todas essas diferenças entre os satélites foi necessário estabelecer um satélite base, que ficou conhecido como Satélite de Referência. Ele é usado para estabelecer uma série temporal e permitir análise de tendência durante vários anos dos focos detectados para diferentes regiões. Este balizador precisa cobrir a área do país de forma satisfatória, ou seja, sua órbita não deve distorcer os dados no geral. Além disso, resoluções dos sensores muito baixas, maiores de 1 km, tornam a análise dos focos pouca precisa. [P3. Satellite de referencia]

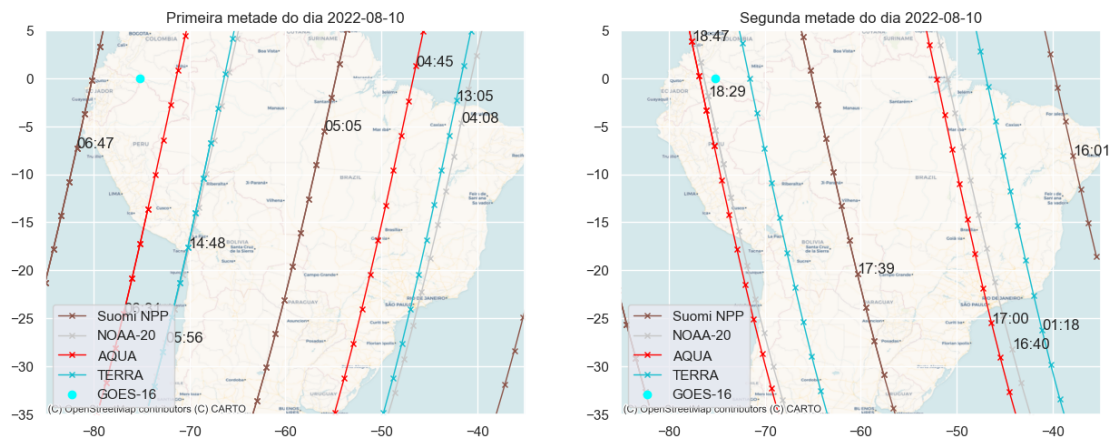
De 01/junho/1998 a 03/julho/2002 o satélite de referência utilizado foi o NOAA-12 com passagem no final da tarde. Depois desse período passou-se a utilizar o AQUA com passagem à tarde (chamado nos dados de AQUA_M-T). O satélite AQUA já ultrapassou a data prevista de encerrar o funcionamento em muitos anos e será descontinuado em breve, quando isso acontecer o satélite Suomi NPP será o novo balizador (INPE, 2023). [P3. Satellite de referencia]

Para finalizar, podemos observar na Figura 2.1 a passagem dos satélites no dia 10 de agosto de 2022, gerada a partir de dados do <<https://celestrak.org/>>. Os satélites podem levar vários dias para passar no mesmo local devido a características de sua órbita e podemos ter uma estimativa razoavelmente precisa de sua trajetória ao longo do tempo. Também é possível ver o satélite geoestacionário GOES-16, no norte do Perú, representado com um ponto no gráfico.

2.3 Detecção dos focos de queimadas

O algoritmo para identificação de focos ativos é específico para cada tipo de sensor. No geral, eles usam diferentes canais dos sensores dos satélites, entre a luz visível e o infravermelho, e podem ter comportamentos distintos dependendo se a imagem foi gerada à noite ou de dia. Podem também usar limiares dinâmicos, de acordo com a região do planeta, que são calculados com base em uma espécie de média das temperaturas

Figura 2.1 – Órbita dos satélites no dia 10 de agosto de 2022



Fonte: O Autor

nas regiões próximas ao longo dos dias. Além disso, é comum a aplicação de máscaras para eliminar regiões submersas, costeiras, deserticas e que estavam nubladas na hora da passagem. [P2. Visão geral dos algoritmos para detecção]

Para o caso dos satélites TERRA e AQUA, que têm o sensor MODIS, o instituto mantinha seu próprio método de detecção, que produzia dados de maior confiabilidade (INPE, 2023). A partir de 2017 o INPE migrou toda a base de dados para o "Collection 6", algoritmo aplicado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), marcando o início da chamada Base 2 de queimadas. Anteriormente, a NASA empregava o Collection 5, que gerava falsos positivos em clareiras florestais e falsos negativos para grandes queimadas obscurecidas por fumaça densa. (SCHROEDER et al., 2008). [P3. Algoritmo empregado pelo INPE]

O collection 6 (GIGLIO; SCHROEDER; JUSTICE, 2016)

Para detectar áreas queimadas, o instituto atualmente usa o produto AQ1km, desenvolvido em parceria com o Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais (LASA) (ÁREA..., 2023) que ainda está em fase Provisória (ainda pode sofrer mudanças e não foi validada completamente). O produto é aplicados nos dados do sensor MODIS e, desta forma, usa os satélites AQUA e TERRA de forma concomitante (LIBONATI et al., 2015). Uma vez que o AQUA foi lançado apenas em 2002, o produto só pode ser usados para dados a partir de 2003.

O AQ1km (LIBONATI et al., 2015)

3 TRABALHOS RELACIONADOS

[P1. falar sobre como os trabalhos relacionados podem ajudar a entender os dados]

4 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa se dividiu em X etapas: Coleta e carregamento dos dados

4.1 Coleta e carregamento dos dados

Uma parte importante do processo foi coletar os dados do site DBQueimadas. Para exportar os dados utilizando o navegador de internet, é necessário preencher um formulário os campos de data inicial, data final e um endereço de e-mail. O intervalo de tempo não pode exceder um ano. Também é possível aplicar filtros ainda mais detalhados como: continente, país, estado, município, satélite, bioma e unidades de conservação/terras indígenas. Após clicar em "Exportar", uma mensagem é enviada para o e-mail informado no formulário contendo link de download dos dados requisitados. O arquivo disponibilizado é um CSV compactado como um zip. [P1. Contextualizar como é a exportação de dados]

Apesar de ser um site com boas métrica e usabilidades, seria praticamente inviável baixar todos os dados do Brasil de forma manual. Nesse sentido, foi necessário entender quais eventos são disparados quando solicitamos os dados pelo site a fim de automatizar o processo de download. [P2. Motivar a abordagem automatizada]

Foi identificado que na verdade o site faz uma requisição GET para a API do DBQueimadas, localizada em <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/exportacaobdq/exportar>>, passando nos parâmetros da URL os filtros informados pelo usuário, codificados em JSON. Além dos filtros, também é necessário informar o e-mail e o formato de arquivo desejado. Um exemplo de uso dessa API, por meio de uma invocação CURL, pode ser encontrado no ?? [P3. Explicar como a api funciona]

A fim de automatizar o processo, foi desenvolvido um script em Python que solicita os dados referentes a 30 dias, totalizando 300 requisições de 1998 até 2022. Com o intuito de não sobrecarregar os servidores do INPE, foi adicionada uma espera de um minuto a cada requisição. [P4. Falar sobre os scripts de coleta dos dados]

Para o processo ser concluído, ainda seria necessário fazer o download do arquivo por meio do link enviado por e-mail. Lançou-se mão do Google Scripts, uma ferramenta que possibilita escrever programas simples, em uma linguagem parecida com JavaScript, e tem integração com os serviços do Google (como o Gmail). A partir dessa ferramenta foi possível extrair o link de cada mensagem e finalmente salvar o arquivo de forma automa-

tizada. [P5. Processo de baixar os dados para o computador]

Todos esse processo de investigação e recuperação dos dados levou cerca de uma semana. Todos os arquivos baixados ocupam pouco mais de 4 Gigabytes de armazenamento em disco e somados tem exatamente 43.782.758 linhas. Ao final, eles foram recompactados em um único zip (450 Megabytes) e estão disponíveis em <<https://bit.ly/3IgHIXH>> para download de forma independente aos servidores do INPE. [P6. Conclusão do processo]

Também lançou-se mão dos dados públicos territoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o intuito de gerar gráficos delimitados em municípios, unidades federativas e biomas. Todos os arquivos baixados estão em formato Shapefile, responsável por armazenar dados vetoriais geográficos. A biblioteca GeoPandas consegue ler e gerar gráficos a partir do Shapefile. [P7. Dados territoriais]

Para toda a análise dos dados foi utilizado algumas das ferramentas que integram o ecossistema Python para Data Science: NumPy, Pandas, Matplotlib. Além disso, algumas bibliotecas específicas para análise de dados geográficos: GeoPandas, Pysal, Xarray. Para a construção das visualizações e organização do código se optou pelo uso do Jupyter Notebook devido a reprodutibilidade das execuções. Todos os artefatos gerados podem ser obtidos em <<https://github.com/josebraz/INPE-Queimadas>> sobre a licença MIT. [P0. Visão das ferramentas utilizadas]

Os 300 arquivos das queimadas foram carregados para o Pandas e depois concatenados em uma única estrutura de DataFrame. Houve a necessidade de converter o timezone das datas (que eram em UTC) para o timezone de Brasília, a fim de gerar gráficos de mais fácil entendimento para brasileiros. As colunas de texto foram convertidas para categorias, espécies de enumerações no Pandas, reduzindo o espaço ocupado de memória, uma vez que muitos valores acabavam se repetindo na mesma coluna. [P1. pré processamentos dos dados]

Como parte do pré-processamento dos dados, foi identificado regras de nomenclaturas especiais para alguns satélites. Para o AQUA (AQUA_M-T e AQUA_M-M) e TERRA (TERRA_M-T e TERRA_M-M), a primeira letra M representa o sensor MODIS e a última letra indica em que período do dia foi a passagem do satélite, sendo M para Manhã e T para Tarde. Outros satélites como Suomi NPP, NOAA-19, NOAA-18, NOAA-16, NOAA-15 e NOAA-12 também podem apresentar a última letra do nome sendo D para Diurno. A partir do entendimento dessa regra de nomenclatura, foi possível criar uma nova coluna que informa o nome simplificado dos satélites, a fim de facilitar algumas

Figura 4.1 – Cores escolhidas para cada satélite



Fonte: O Autor

análises. Em comparação com a coluna original dos satélites, que tinha 32 valores possíveis, a nova coluna contém apenas 22 valores possíveis. [P2. Explicar equivalências entre os satélites]

A partir da coluna de nomes de satélites simplificada foi possível atribuir cores únicas para cada um (Figura 4.1), de forma a padronizar os gráficos e facilitar o entendimento.

4.2 Proposta de processamento de área queimada

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6 ANÁLISE DOS DADOS (IGNORAR)

Neste capítulo, será feito uma análise dos dados de forma mais profunda, a fim de identificar padrões e formas de entendê-los usando ferramentas de visualização de dados.

6.1 Uma visão geral

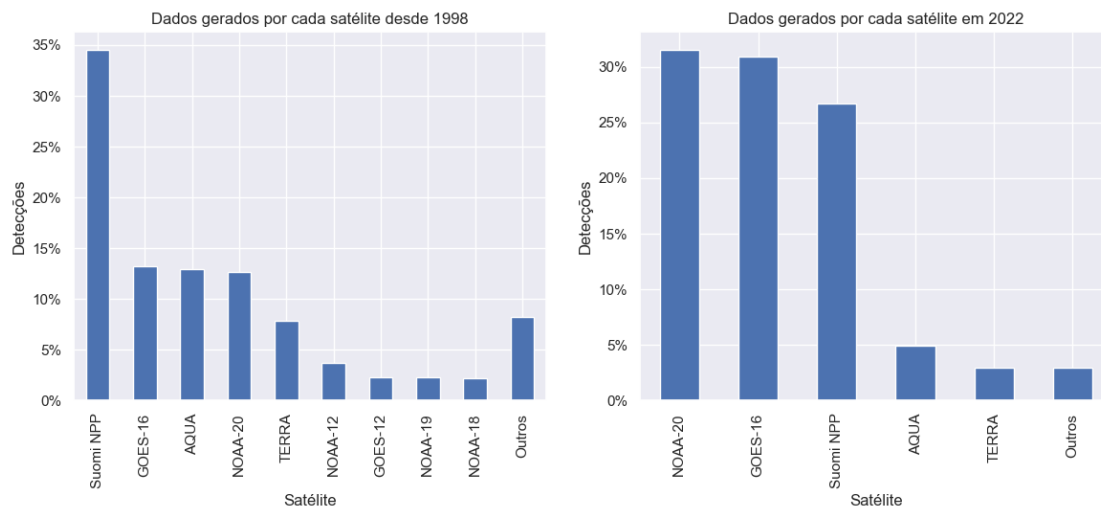
Com relação aos satélites, é possível perceber a partir da Figura 6.1 cinco satélites que mais identificaram focos de queimada, são eles: Suomi NPP, GOES-16, AQUA, NOAA-16 e TERRA. Todos eles estão ativos atualmente e com quantidades de coleta significativas em 2022. AQUA e TERRA são os mais antigos e possuem um sensor obsoleto. O GOES-16 é um satélite geoestacionário, conhecido por gerar dados de forma mais frequente, geralmente detecta apenas queimadas maiores devido a sua posição distante da Terra. Suomi NPP e NOAA-20 possuem um sensor que detecta 10 vezes mais focos que o sensor MODIS. Por estar em atividade a mais tempo, o Suomi NPP gerou mais dados que o NOAA-20. [P5. Mostrar gráficos da quantidade de coletas por satélites]

Saber em quais momentos os satélites passam também é importante para a análise. Os satélites polares passam duas vezes por dia no Brasil, variando o local exato da passagem de acordo com as características de sua órbita. Pela Figura 6.2 é possível observar esse comportamento empiricamente, em que as 5 primeiras linhas, que representam dados gerados por satélites polares, apresentam dois picos durante um período de 24 horas. Já para o caso dos geoestacionários (GOES-16), que ficam fixos em relação a uma posição na Terra, não se observou o mesmo padrão. [P6. Mostrar gráficos que indicam as horas das coletas]

6.2 O que os dados gritam (padrões e tendências)

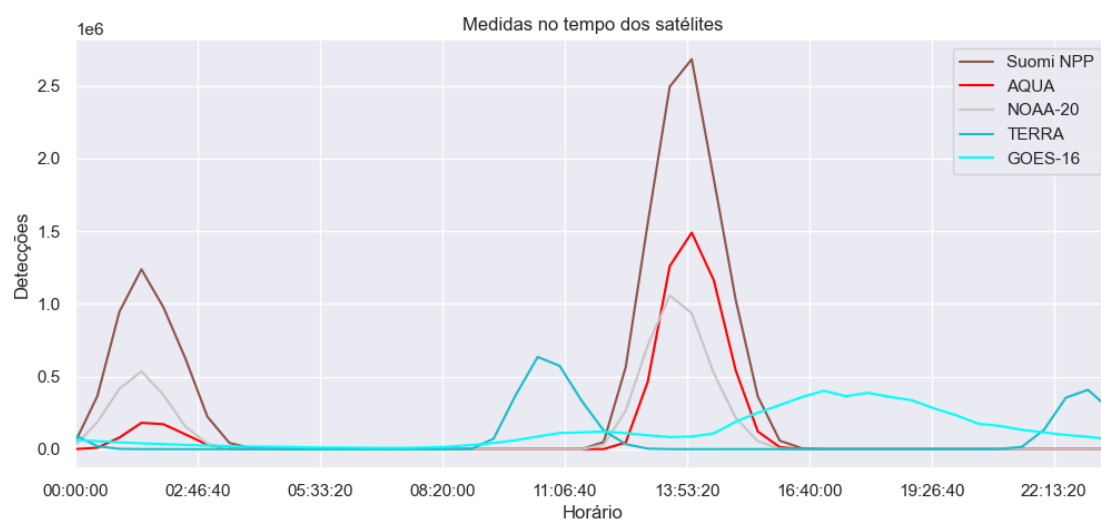
Este capítulo vai dar uma primeira olhada nos dados, tentando extrair as informações que mais chamam a atenção. É importante tomar um certo cuidado nessa análise geral, principalmente na escolha dos satélites. Se forem usados todos os satélites, provavelmente será contado um mesmo foco várias vezes, ou ainda, para um mesmo satélite polar, contar o mesmo foco nas duas passagens dele (de dia e a noite). Para evitar esse problema, será sempre usado o satélite AQUA com passagem a tarde (AQUA_M-T) que

Figura 6.1 – Relação do montante dos dados por satélite



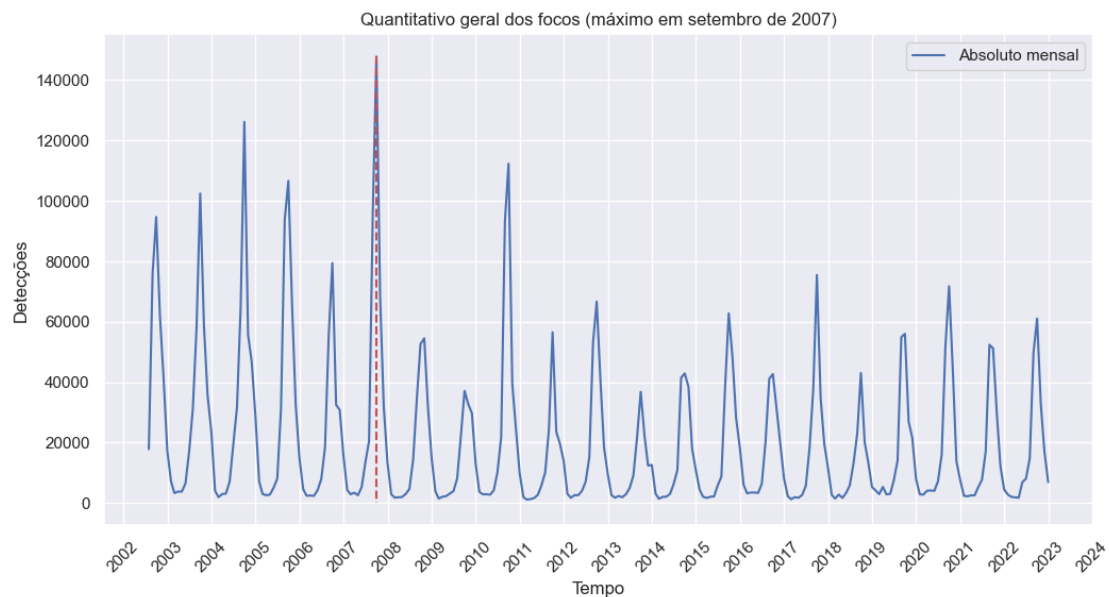
Fonte: O Autor

Figura 6.2 – Amostragem por tempo de cada satélite



Fonte: O Autor, agrupando os dados de queimadas

Figura 6.3



Fonte: O Autor, agrupando os dados de queimadas por tempo

é o satélite de referência.

A partir de uma análise quantitativa dos dados com relação ao tempo de cada medida, exposto na Figura 6.3, podemos identificar uma grande sazonalidade, sempre tendo picos entre os meses de agosto e setembro. Desde o início da série, o mês que mais teve focos detectados foi setembro de 2007.

P1. Fazer análise preliminar dos dados gerando alguns gráficos

P2. Gráficos geral do brasil com os focos de queimadas totais (REY; ARRIBAS-BEL; WOLF, 2020)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

- ÁREA queimada. 2023. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/aq1km/>>. Acesso em: 24 de abr. 2023.
- Divisão de Geração de Imagens. **Geração de imagens**. 2023. Disponível em: <<https://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 16 de fev. 2023.
- Embrapa Territorial. **Satélites de Monitoramento**. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/>>. Acesso em: 28 de jan. 2023.
- FUCHS, V. B. Chinese-driven frontier expansion in the amazon: four axes of pressure caused by the growing demand for soy trade. **Civitas - Revista de Ciências Sociais**, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, v. 20, n. Civitas, Rev. Ciênc. Soc., 2020 20(1), p. 16–31, Jan 2020. ISSN 1519-6089. Disponível em: <<https://doi.org/10.15448/1984-7289.2020.1.34656>>.
- GIGLIO, L.; SCHROEDER, W.; JUSTICE, C. O. The collection 6 modis active fire detection algorithm and fire products. **Remote Sensing of Environment**, v. 178, p. 31–41, 2016. ISSN 0034-4257. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425716300827>>.
- INPE. **Programa Queimadas Perguntas frequentes**. 2023. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 23 de jan. 2023.
- LEONEL, M. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, v. 14, n. Estud. av., 2000 14(40), p. 231–250, Sep 2000. ISSN 0103-4014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142000000300019>>.
- LIBONATI, R. et al. An algorithm for burned area detection in the brazilian cerrado using 4 μ m modis imagery. **Remote sensing**, v. 7, n. 11, p. 15782–15803, 2015.
- REY, S. J.; ARRIBAS-BEL, D.; WOLF, L. J. **Geographic Data Science with Python**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <<http://geographicdata.science/book/notebooks/>>. Acesso em: 5 de jan. 2023.
- SCHROEDER, W. et al. Validation of goes and modis active fire detection products using aster and etm+ data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 5, p. 2711–2726, 2008. ISSN 0034-4257. Earth Observations for Terrestrial Biodiversity and Ecosystems Special Issue. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425708000102>>.
- SETZER, A.; MORELLI, F.; SOUZA, J. C. O banco de dados de queimadas do inpe. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, p. 239–239, 2019.
- SETZER, A.; YOSHIDA, M. C. **Deteção de Queimadas nas Imagens do Satélite Geoestacionário GOES-12**. 2004. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/documentos/relat_goes12_3_4.htm>. Acesso em: 1 de fev. 2023.