

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<sup>a</sup>. Patricia Pranke

Pró-Reitora de Graduação: Prof<sup>a</sup>. Cíntia Inês Boll

Diretora do Instituto de Informática: Prof<sup>a</sup>. 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<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X por não ter vírus de macro...

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                       | <b>7</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>RESUMO .....</b>                                 | <b>9</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                               | <b>10</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                           | <b>11</b> |
| <b>2 VISÃO GERAL DOS DADOS.....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>2.1 O programa DBQueimadas .....</b>             | <b>12</b> |
| <b>2.2 Garimpando os dados.....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>2.3 Estrutura dos dados.....</b>                 | <b>13</b> |
| 2.3.1 Carregando os dados para o Python.....        | 13        |
| <b>2.4 Os Satélites.....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>2.5 O que os dados gritam .....</b>              | <b>16</b> |
| <b>3 APROFUNDANDO A ANÁLISE DOS DADOS.....</b>      | <b>18</b> |
| <b>3.1 Densidade e Centrografia .....</b>           | <b>18</b> |
| <b>3.2 Validade dos dados.....</b>                  | <b>18</b> |
| <b>3.3 Padronizando os dados por satélite .....</b> | <b>18</b> |
| <b>4 CORRELAÇÕES.....</b>                           | <b>19</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                             | <b>20</b> |

## **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 2.1 | Relação do montante dos dados por satélite ..... | 16 |
| Figura 2.2 | Amostragem por tempo de cada satélite .....      | 17 |

## **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  $\text{\LaTeX}$  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.  $\text{\LaTeX}$ . ABNT. UFRGS.

## Using L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X to Prepare Documents at II/UFRGS

### ABSTRACT

This document is an example on how to prepare documents at II/UFRGS using the L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 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<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. ABNT. UFRGS.

## **1 INTRODUÇÃO**

P1. Introducao aos dados

P2.

## 2 VISÃO GERAL DOS DADOS

Neste capítulo constam algumas informações importantes sobre os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que serão cruciais para compreensão dos próximos capítulos.

### 2.1 O programa DBQueimadas

O DBQueimadas, Banco de Dados de Queimadas <[www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas](http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas)>, 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, proveniente de vários satélites. 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). [P1. Falamos sobre o programa]

P2. Ressaltamos a importancia dos dados abertos para a sociedade

### 2.2 Garimpando os dados

Uma parte importante do processo foi coletar os dados do DBQueimadas. Para exportar os dados, é necessário preencher os campos de data inicial, data final e um endereço de e-mail, o intervalo de tempo não pode exceder 366 dias. 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 com o 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 métricas 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 DB-

Queimadas, localizada em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/exportacaobdq/> exportar, passando no parâmetro da URL os filtros aplicados, 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 o servidor 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 uma ótima 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 dado de forma automatizada. [P5. Processo de baixar os dados para o computador]

## 2.3 Estrutura dos dados

De acordo com o (INPE, 2023), as colunas estão definidas na Tabela 2.1. [P1. Significado geral de cada coluna]

P2. Falar sobre a flag risco de fogo e uma ideia de como é calculada

### 2.3.1 Carregando os dados para o Python

P1. Aqui pode deve ter código em python

P2. Dar uma noção da quantidade de dados

## 2.4 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]

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)                             |
| Municipio    | 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)

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, NPP-375, AQUA\_M, TERRA\_M, MSG-03, METOP-B e METOP-C. [P1. Falar sobre os principais]

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

Tabela 2.2 – Características dos satélites usados pelo INPE

| Nome    | Sensor   | Resolução esp. | Órbita  | Lançamento | Passagem       |
|---------|----------|----------------|---------|------------|----------------|
| NPP-375 | VIIRS    | 375m           | Polar   | 2011       | 5h / 17h       |
| NOAA-20 | VIIRS    | 375m           | Polar   | 2017       | 5h / 17h       |
| NOAA-19 | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2009       | 5h / 17h       |
| NOAA-18 | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2005       |                |
| NOAA-17 | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2002       |                |
| NOAA-16 | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2000       |                |
| NOAA-15 | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 1998       | 8h / 20h       |
| NOAA-14 | AVHRR    | 1100m          | Polar   | 1994       |                |
| NOAA-12 | AVHRR    | 1100m          | Polar   | 1991       | 5h / 17h       |
| TERRA   | MODIS    | 250 a 1000m    | Polar   | 1999       | 2h / 14h       |
| AQUA    | MODIS    | 250 a 1000m    | Polar   | 2002       | 5h / 17h       |
| METOP-C | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2018       |                |
| METOP-B | AVHRR-3  | 1100m          | Polar   | 2012       |                |
| TRMM    | VIRS     | 2000m          | Polar   | 1997       |                |
| GOES-16 | ABI      | 2000m          | Geoest. | 2016       | a cada 3 horas |
| GOES-13 | GOES I-M | 4000m          | Geoest. | 2006       | a cada 3 horas |
| GOES-12 | GOES I-M | 4000m          | Geoest. | 2001       | a cada 3 horas |
| GOES-10 | GOES I-M | 4000m          | Geoest. | 1997       | a cada 3 horas |
| GOES-08 | GOES I-M | 4000m          | Geoest. | 1994       | a cada 3 horas |
| MSG-03  | SEVIRI   | 3000m          | Geoest. | 2012       |                |
| MSG-02  | SEVIRI   | 3000m          | Geoest. | 2005       |                |

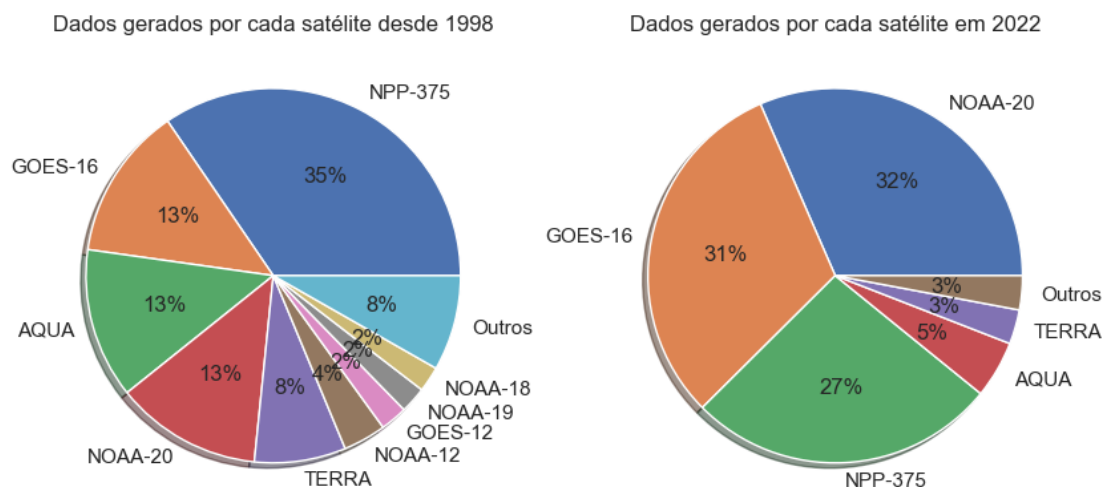
Fonte: O Autor com base em Embrapa Territorial (2023)

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 NPP-375 será o novo balizador (INPE, 2023). [P3. Satellite de referencia]

Nos dados disponibilizados pelo INPE são usadas nomenclaturas especiais para alguns satélites. Para os satélites 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 NPP-375, 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 é possível simplificar os dados relacionados

Figura 2.1 – Relação do montante dos dados por satélite



Fonte: O Autor

aos satélites de forma a facilitar a análise, caindo de 32 para 22 valores possíveis de satélites. [P4. Explicar equivalências entre os satélites]

Voltando para os dados, é possível perceber a partir da figura 2.1 cinco satélites que mais identificaram possíveis focos, são eles: NPP-375, GOES-16, AQUA, NOAA-16 e TERRA. Todos eles se mantêm ativos atualmente e com quantidades de coleta significativas em 2022. AQUA e TERRA são os mais antigos, mas possuem um sensor obsoleto. O GOES-16 é um satélite geoestacionário, conhecido por gerar dados mais frequentes, mas sua posição distante da terra inviabiliza a detecção de queimadas pequenas. NPP-375 e NOAA-20 possuem um sensor que detecta 10 vezes mais focos que sensor MODIS, NPP-375 tem mais dados que o NOAA-20 por estar em atividade a mais tempo. [P5. Mostrar gráficos da quantidade de coletas por satélites]

Os satélites polares passam duas vezes por dia no Brasil, [P6. Mostrar gráficos que indicam as horas das coletas]

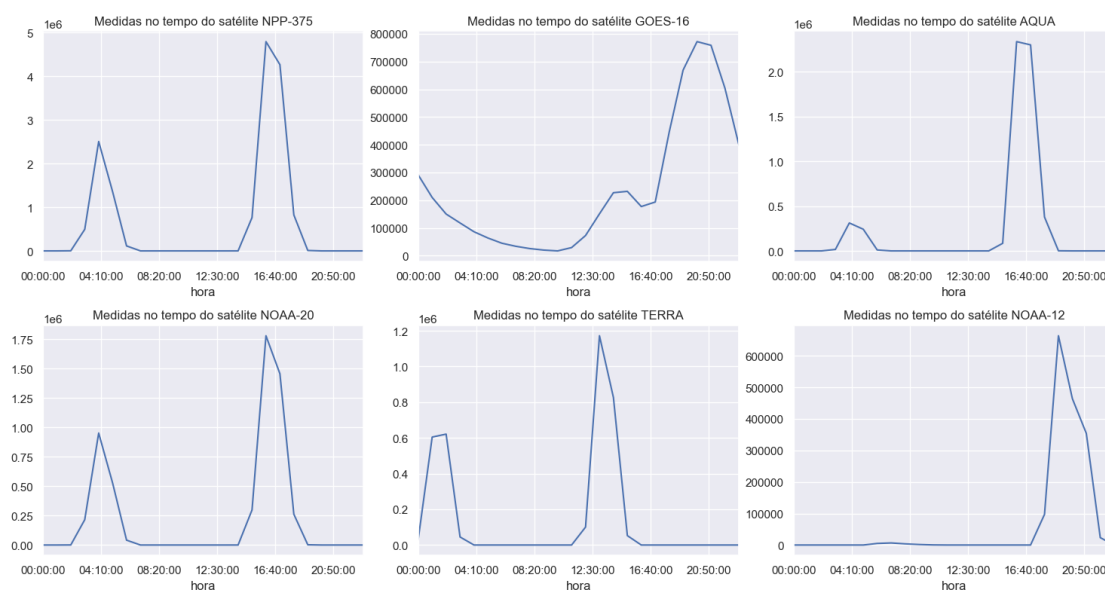
## 2.5 O que os dados gritam

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)



Figura 2.2 – Amostragem por tempo de cada satélite



Fonte: O Autor

### **3 APROFUNDANDO A ANÁLISE DOS DADOS**

aqui a gente mostra que é válido usar esses dados para análises aprofundadas

#### **3.1 Densidade e Centrografia**

P1. Verificar densidade e centrografia: tendências, dispersão, extensão

#### **3.2 Validade dos dados**

Precisamos verificar que os dados seguem algum padrão para ser possível usar eles para tomadas de decisões (garantir que não é aleatório) (REY; ARRIBAS-BEL; WOLF, 2020, Point Pattern Analysis)

#### **3.3 Padronizando os dados por satélite**

P1. Verificar relação entre dados dos diferentes satélites (se possível) e talvez restringir a análise apenas ao satélite de referencia se for identificado que são basicamente equivalentes

#### **4 CORRELAÇÕES**

P1. Levantar variáveis que podem influenciar nas queimadas

P2. Variáveis humanas: influencia da agricultura, pecuária, urbanização, áreas de preservação, reservas indígenas

P3. Variáveis naturais: Clima, ondas solares, períodos de chuvas/secas

## REFERÊNCIAS

Embrapa Territorial. **Satélites de Monitoramento**. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/>>. Acesso em: 28 de jan. 2023.

INPE. **Programa Queimadas Perguntas frequentes**. 2023. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 23 de jan. 2023.

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.

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. **Detecção de Queimadas nas Imagens do Satélite Geoestacionário GOES-12**. 2004. Disponível em: <[https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/documentos/relat\\_goes12\\_3\\_4.htm](https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/documentos/relat_goes12_3_4.htm)>. Acesso em: 1 de fev. 2023.