

CURSO: Tecnologia em Ciência de Dados

SEMESTRE: 2

COMPONENTE CURRICULAR / TEMA: Projeto Aplicado 1 / Entrega do Documento Final

NOME COMPLETO DOS ALUNOS / TIA / POLO DE APOIO PRESENCIAL :

Isabel de Fátima Batanete Ramos - TIA: 22520309 - Polo: Santana

Ricardo Pardono - TIA: 22517189 - Polo: Brás

Tiago Riuji Ueda - TIA: 22515607 - Polo: Higienópolis

Vanessa Hacklauer de Aguiar - TIA: 22504461 – Polo: Santana

NOME DO PROFESSOR: Leonardo Massayuki Takuno

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
TECNOLOGIA EM CIÊNCIA DE DADOS

ISABEL DE FÁTIMA BATANETE RAMOS

RICARDO PARDONO

TIAGO RIUJI UEDA

VANESSA HACKLAUER DE AGUIAR

**“ ANÁLISE DE DADOS SOBRE A DEGRADAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA
BRASILEIRA”**

São Paulo

2023

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desmatamento na Amazônia	7
Figura 2 – Cabeçalho do primeiro Dataset	9
Figura 3 – Cabeçalho do primeiro Dataset após renomear duas colunas	10
Figura 4 – Os focos de incêndios na Amazônia	14
Figura 5 - Cabeçalho do segundo Dataset	15

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Área total desmatada por ano na Amazônia	11
Gráfico 2 - Área total desmatada por estado	12
Gráfico 3 - Área amazônica desmatada anualmente por estado - 2004 a 2019	12
Gráfico 4 - Total de focos de incêndios por estado	16
Gráfico 5 - Total de focos de incêndios detectados por ano Amazônia	17
Gráfico 6 - Média de focos de incêndios por mês	18
Gráfico 7 - Total de área desmatada e total de incêndios em cada estado de 2004 a 2019	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	4
3. O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA	5
4. OS FOCOS DE INCÊNDIOS NA AMAZÔNIA	12
5. COMPARANDO AS ÁREAS DESMATADAS COM OS FOCOS DE INCÊNDIOS	17
6. CONCLUSÕES	19

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é considerada a maior floresta tropical do mundo e apresenta uma vasta biodiversidade. Ela corresponde a 53% das florestas tropicais que ainda existem no mundo, e por isso sua conservação é debatida em âmbito internacional por conta de sua importância ecológica.

A maior parte da floresta está contida no Brasil, com 60% da floresta tropical, seguido pelo Peru com 13%, Colômbia com 10% e com quantidades menores na Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. A área total é de 5.500.000 quilômetros quadrados (2.123.562 milhas quadradas).

A região oferece benefícios importantes para as comunidades que vivem perto e longe da floresta. Quase 500 comunidades indígenas podem ser encontradas dentro da floresta. É um ecossistema altamente biodiverso, lar de inúmeras espécies de plantas e animais. A floresta tropical pode criar seu próprio clima e influenciar climas em todo o mundo. Infelizmente, o frágil ecossistema enfrenta a constante ameaça de desmatamento e incêndios (por causas naturais ou antrópicas).

A Floresta Amazônica Brasileira abrange os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Muitos problemas ambientais afetam a Floresta Amazônica. Dentre os principais problemas ambientais podemos citar: o desmatamento, as queimadas, a criação de pastos, a disputa de terras, os assentamentos humanos, a caça e pesca ilegal.

Embora o desmatamento esteja acontecendo em todo o mundo hoje, é uma questão especialmente crítica na floresta amazônica, como a única grande floresta ainda existente no mundo. Lá, as espécies de plantas e animais que abrigam vêm desaparecendo em ritmo alarmante.

Este estudo tem como objetivo realizar uma análise exploratória de dados para extrair informações úteis que possam nos elucidar a respeito do processo de degradação da Floresta Amazônica Brasileira, tendo como fonte dois datasets públicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibilizados no site www.kaggle.com.

2. OBJETIVO

Para o presente estudo foram analisados os datasets públicos disponíveis na base de dados do site www.kaggle.com. Os dados disponíveis nesta base foram originalmente extraídos do Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), que é um projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esse projeto monitora o desmatamento por corte raso na Amazônia Legal. Neste estudo foram utilizados dois datasets que contém os seguintes dados: áreas desmatadas por Km² e por estado da Amazônia Brasileira, e número de queimadas por mês, ano e estado brasileiro. O objetivo do estudo é realizar uma análise exploratória de dados para investigar sobre o processo de degradação da Floresta Amazônica Brasileira ocorrido durante o ano de 1999 até o ano de 2019. É importante observar que com o Monitoramento por Satélite aliado a Análise Exploratória de Dados, torna-se possível quantificar os desmates de áreas com vegetação nativa e dessa forma, ter embasamento para as ações de fiscalização, controle e combate aos desmatamentos ilegais.

3. O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

O desmatamento na Amazônia acarreta problemas em escala local, regional e global, pois a floresta é abrigo de milhões de espécies, entre animais e plantas, além de desempenhar papel importante nas condições atmosféricas da região Norte do Brasil e no clima mundial. No segundo caso, isso acontece porque a floresta é uma grande reserva de carbono que conseguia, até pouco tempo, reter o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e auxiliar no controle do clima.

Entre as principais causas do desmatamento da Amazônia, podem-se destacar:

- impunidade a crimes ambientais;
- retrocessos em políticas ambientais;
- atividade pecuária;
- projetos de extração de madeira;
- mineração;
- estímulo à grilagem de terras públicas;
- retomada de grandes obras.

Figura 1 – Desmatamento na Amazônia



O PRODES, ou Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite, é um projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que monitora o desmatamento por corte raso na Amazônia Legal e produz desde 1988 as taxas anuais de desmatamento na região. Os valores são estimados a partir dos incrementos de desmatamento identificados em cada imagem de satélite que cobre a área estudada. O projeto é financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e conta com a colaboração do Ministério do Meio Ambiente e do IBAMA.

O objetivo do estudo é realizar uma análise exploratória de dados para investigar sobre o processo de degradação da Floresta Amazônica Brasileira ocorrido durante o ano de 1999 até o ano de 2019. É importante observar que com o Monitoramento por Satélite aliado a Análise Exploratória de Dados, torna-se possível quantificar os desmates de áreas com vegetação nativa e dessa forma, ter embasamento para as ações de fiscalização, controle e combate aos desmatamentos ilegais.

Os datasets utilizados para o estudo foram extraídos do site www.kaggle.com em 15/03/2023. Os dados são públicos, não sensíveis e foram postados por Mariana Boger Netto. Podem ser acessados utilizando o link: <https://www.kaggle.com/mbogernetto/brazilian-amazon-rainforest-degradation>.

Deste conjunto de dados foram extraídos dois arquivos:

1. **'def_area_2004_2019'**: área de desmatamento (km²) por ano e estado, de 2004 a 2019. Os dados são públicos e foram originalmente extraídos do INPE. Programa: PRODES (Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite).
2. **'inpe_brazilian_amazon_fires_1999_2019'**: quantidade de focos de incêndios na Amazônia brasileira por estado, mês e ano, de 1999 a 2019. Programa: BDQ (Banco de Dados de Queimadas). Os dados originais são públicos e foram extraídos do INPE. Metodologia: detecta focos de incêndio por meio de imagens de satélite, atualizadas a cada 3 horas.

Para este capítulo sobre o desmatamento na Amazônia, começaremos a análise exploratória investigando o primeiro dataset. Os dados referem-se a área de desmatamento (km²) por ano e estado, de 2004 a 2019.

Todos os scripts dos capítulos podem ser acessados pelo link do repositório do grupo no Github:

<https://github.com/RickPardono/An-lise-de-dados-sobre-a-degrada-o-da-Floresta-Amaz-nica-Brasileira>

O Dataset '**def_area_2004_2019**' apresenta as seguintes características:

Metadados:

- Formato do arquivo: CSV;
- Número de linhas: 16;
- Número de colunas: 11.

Features:

- **Ano/Estados:** ano de ocorrência;
- **AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR, TO:** Estados da Amazônia legal;
- **AMZ LEGAL:** Soma de todos os estados;
- **Valores:** área devastada em quilômetros quadrados (km²).

Figura 2 – Cabeçalho do primeiro Dataset

	Ano/Estados	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO	AMZ LEGAL
0	2004	728	1232	46	755	11814	8870	3858	311	158	27772
1	2005	592	775	33	922	7145	5899	3244	133	271	19014
2	2006	398	788	30	674	4333	5659	2049	231	124	14286
3	2007	184	610	39	631	2678	5526	1611	309	63	11651
4	2008	254	604	100	1271	3258	5607	1136	574	107	12911

Para a análise exploratória deste capítulo importamos as bibliotecas Matplotlib e Pandas, utilizando o comando a seguir:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
%matplotlib inline
```

Fizemos então o upload do arquivo e selecionamos o diretório local onde o arquivo se encontra, para carregar no notebook do Colab e fazer a leitura com o seguinte comando:

```
def_amazon_data = pd.read_csv('/content/def_area_2004_2019.csv')
```

A coluna “Ano/Estados” foi renomeada como “Ano” e a coluna “AMZ LEGAL” foi renomeada como “Total”, para melhor compreensão das variáveis.

Figura 3 – Cabeçalho do primeiro Dataset após renomear duas colunas

	Ano	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO	Total
0	2004	728	1232	46	755	11814	8870	3858	311	158	27772
1	2005	592	775	33	922	7145	5899	3244	133	271	19014
2	2006	398	788	30	674	4333	5659	2049	231	124	14286
3	2007	184	610	39	631	2678	5526	1611	309	63	11651
4	2008	254	604	100	1271	3258	5607	1136	574	107	12911

Foi verificado que o Dataset não apresenta valores nulos ao utilizar o comando:

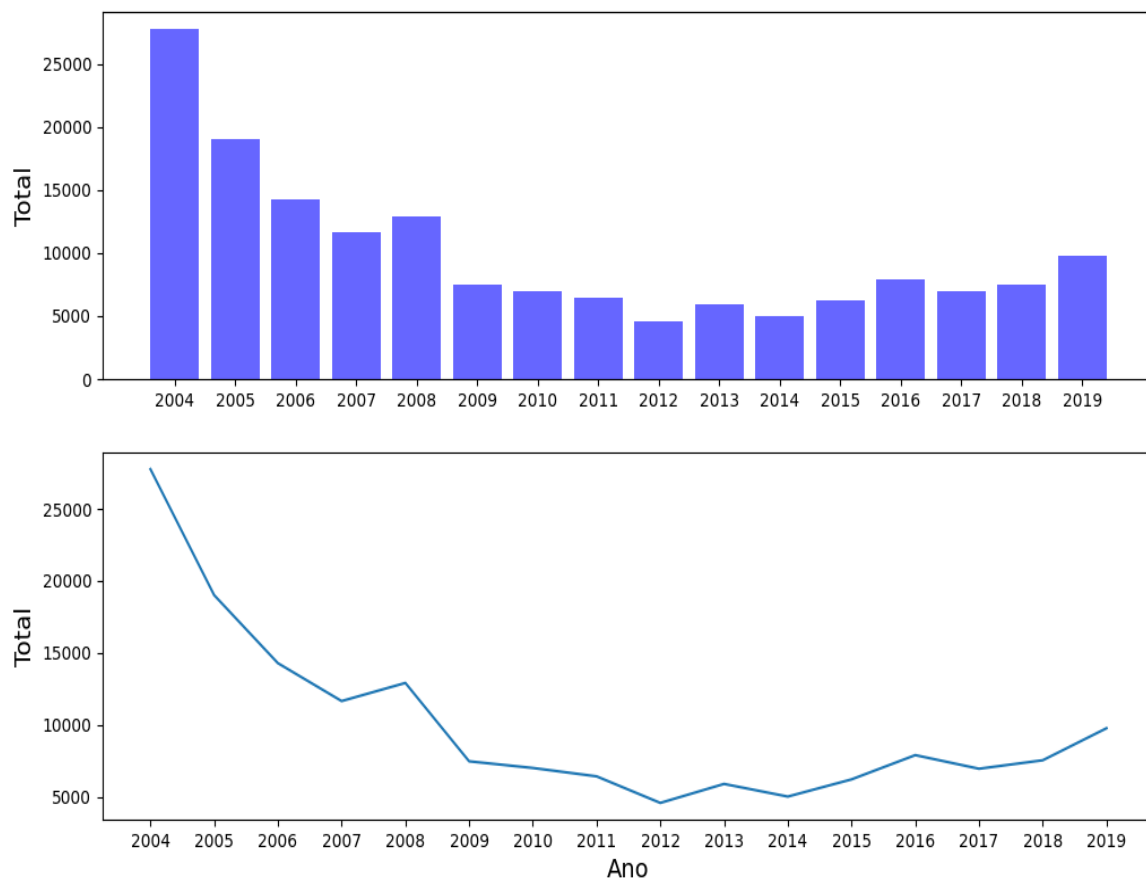
```
def_amazon_data.isnull().sum()
```

Procuramos responder as seguintes perguntas através do Dataset:

- O desmatamento na Amazônia está aumentando?
- Qual é o total de área desmatada por estado?
- Qual estado foi mais afetado e qual foi menos afetado?
- Como está a série histórica de desmatamentos por quilômetro quadrado nos estados?

Para respondermos essas perguntas plotamos 3 gráficos e comentamos suas respectivas análises a seguir:

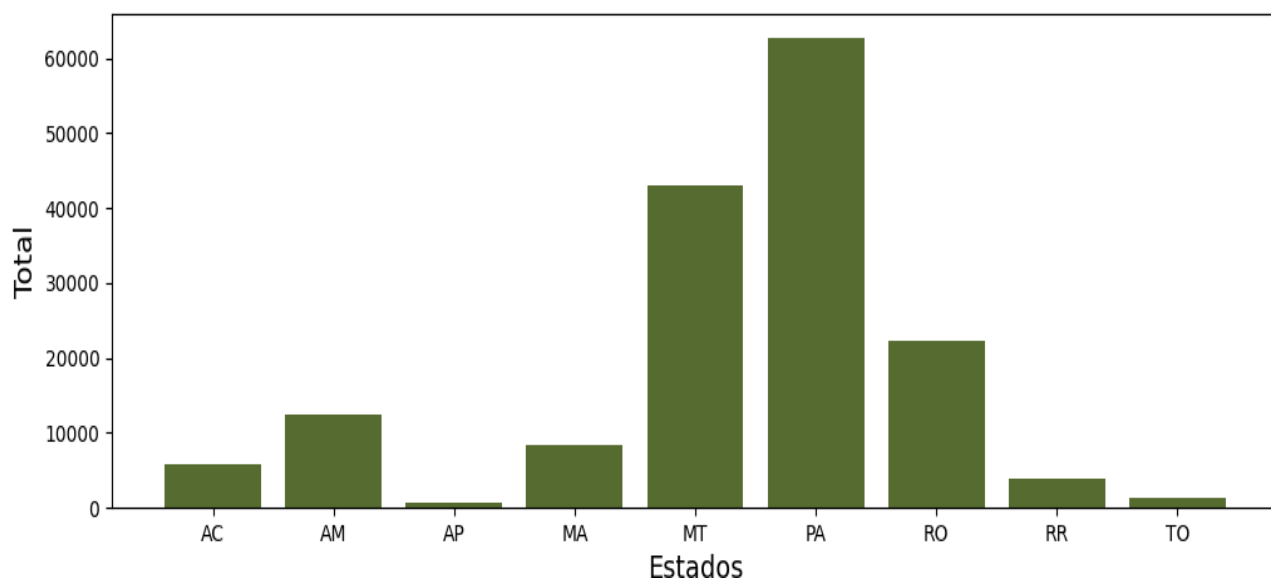
Gráfico 1 - Área total desmatada por ano na Amazônia



Em 2004 tivemos um dos maiores registros de desmatamentos da floresta amazônica na história com 27.772 km² de área total desmatada, seguido por 2005 com 19.014 km². Após isso os números diminuem e parecem estabilizar, ficando abaixo dos 8 mil km² de desmatamento de 2009 a 2018. Em 2019, porém, esse número chegou a 10 mil km² novamente, o que não acontecia desde 2008.

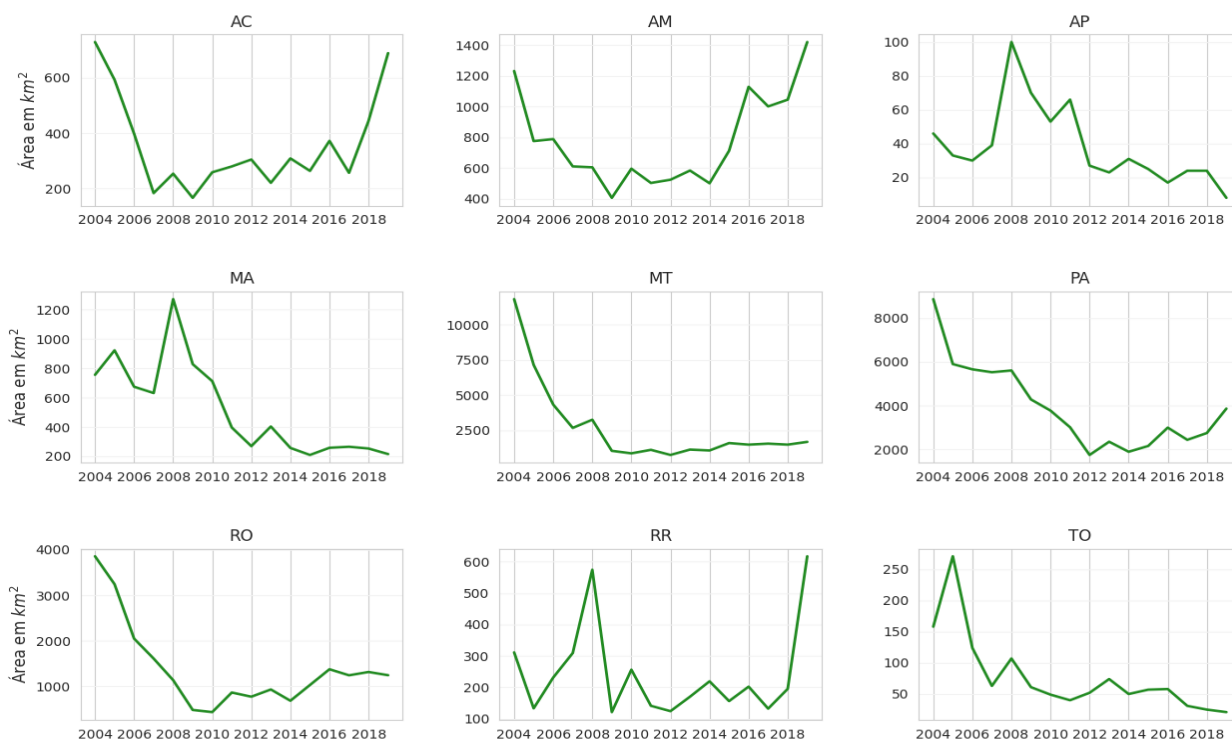
Analisando a série histórica podemos afirmar que ocorreu uma queda significativa no número de áreas desmatadas no Brasil no período avaliado.

Gráfico 2 - Área total desmatada por estado



O Pará é o estado que teve o maior desmatamento no período de 2004 a 2019 com 62.778 km², seguido por Mato Grosso com 43.065 km² e Rondônia com 22.279 km². O Amapá é o estado menos afetado pelo desmatamento com 616 km².

Gráfico 3 - Área amazônica desmatada anualmente por estado - 2004 a 2019



O ano de 2004 foi ruim para a floresta Amazônica, com níveis elevados de áreas desmatadas em todos os estados.

De 2004 até 2019, a série histórica mostra decréscimo acentuado de áreas desmatadas nos estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins.

Os estados do Acre, Amazonas e Roraima, apesar de apresentarem no passado e em períodos distintos queda acentuada dos desmatamentos, mostraram-se como Outliers, apresentando crescimento acentuado dos desmatamentos iniciando a partir dos últimos anos da série e atingindo níveis muito altos em 2019.

O estado que apresentou o maior valor de área desmatada por Km² em um ano segundo a série histórica, foi o estado do Mato Grosso, que ultrapassou a marca dos 10 mil Km² de área desmatada no ano de 2004.

4. OS FOCOS DE INCÊNDIOS NA AMAZÔNIA

Todo ano, a Amazônia registra casos de queimadas e incêndios florestais, com intensa liberação de fumaça e emissão de gases do efeito estufa. O que pouca gente sabe é que o fogo não é natural no bioma.

Existem três tipos de fogo na Amazônia:

- 1. Fogo de manejo agropecuário:** empregado por produtores rurais grandes, médios e pequenos, inclusive por populações tradicionais, para limpar o terreno de pragas e renovar o solo. Acontece principalmente em áreas de pastagem e é sempre intencional;
- 2. Fogo de desmatamento recente:** queimar a vegetação derrubada é mais barato do que retirá-la com tratores; além disso, as cinzas ajudam a nutrir o solo amazônico para o plantio de pasto, por exemplo. É sempre intencional;
- 3. Incêndios florestais:** é o fogo que pega a floresta viva, espalhando-se rapidamente pelas folhas secas depositadas no solo. Pode ser acidental, quando escapa de uma queimada próxima, ou intencional, quando colocado propositalmente com a intenção de degradar a floresta.

Figura 4: Os focos de incêndios na Amazônia



O monitoramento de queimadas através de imagens de satélites é realizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) desde 1998, e tem como propósito apoiar ações de gestão ambiental e controlar o desmatamento, queimadas e incêndios florestais. É indispensável em um país como o Brasil, com dimensões continentais e muitas regiões remotas, sem meios intensivos de acompanhamento. O Banco de Dados de Queimadas é um componente do Programa Queimadas do INPE e permite análises espaciais e temporais de focos de queimadas na floresta amazônica brasileira.

Neste capítulo analisaremos o segundo Dataset que se refere a quantidade de focos de incêndios na Amazônia brasileira por estado, mês e ano, de 1999 a 2019.

O Dataset 'inpe_brazilian_amazon_fires_1999_2019' apresenta as seguintes características:

Metadados:

- Formato do arquivo: CSV;
- Número de linhas: 2104;
- Número de colunas: 6.

Features:

- **year:** Ano de ocorrência;
- **month:** Mês de ocorrência;
- **state:** Estado da ocorrência;
- **latitude:** Latitude média de todas as ocorrências neste mês, ano e estado;
- **longitude:** Longitude média de todas as ocorrências neste mês, ano e estado;
- **firespots:** Número de focos de incêndios florestais.

Figura 5 - Cabeçalho do segundo Dataset

	year	month	state	latitude	longitude	firespots
0	1999	1	AMAZONAS	-2.371113	-59.899933	3
1	1999	1	MARANHAO	-2.257395	-45.487831	36
2	1999	1	MATO GROSSO	-12.660633	-55.057989	18
3	1999	1	PARA	-2.474820	-48.546967	87
4	1999	1	RONDONIA	-12.861700	-60.513100	1

Para a análise exploratória deste capítulo importamos as bibliotecas Seaborn, Matplotlib e Pandas, utilizando o comando a seguir:

```
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
%matplotlib inline
```

Fizemos então o upload do arquivo e selecionamos o diretório local onde o arquivo se encontra, para carregar no notebook do Colab e fazer a leitura com o seguinte comando:

```
amazon_fires = pd.read_csv('/content/inpe_brazilian_amazon_fires_1999_2019.csv')
```

Foi verificado que o dataset não apresenta valores nulos ao utilizar o comando:

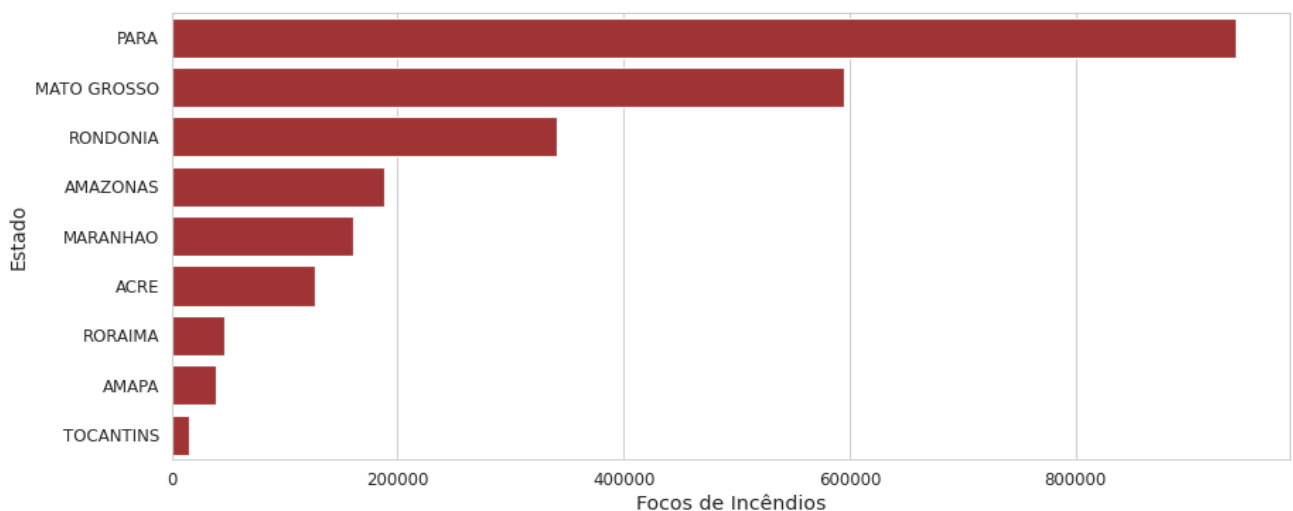
```
amazon_fires.isnull().sum()
```

Procuramos responder as seguintes perguntas através do dataset:

- Qual estado apresenta o maior número de focos de incêndios?
- Qual estado apresenta o menor número de focos de incêndios?
- Como está a série histórica de focos de incêndios detectados na Amazônia?
- Qual é a média de focos de incêndios por mês?

Para respondermos essas perguntas plotamos 3 gráficos e comentamos suas respectivas análises a seguir:

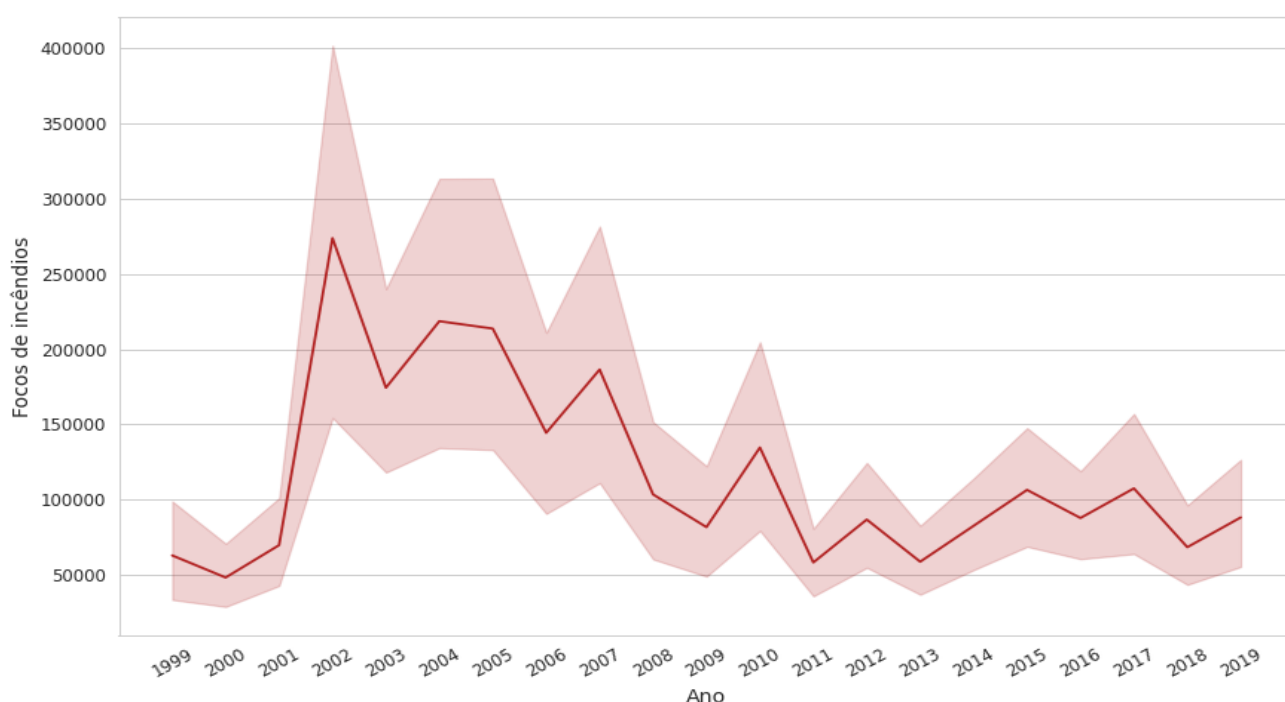
Gráfico 4 - Total de focos de incêndios por estado



Os estados mais afetados pelos incêndios assemelham-se com os gráficos dos desmatamentos no qual o Pará segue em primeiro lugar como estado mais afetado pelos incêndios com um número alarmante de 942.283 focos de incêndios, seguido pelo Mato Grosso com 595.378 e Rondônia com 340.517. O estado menos afetado pelos incêndios é o Tocantins com 16.254 focos.

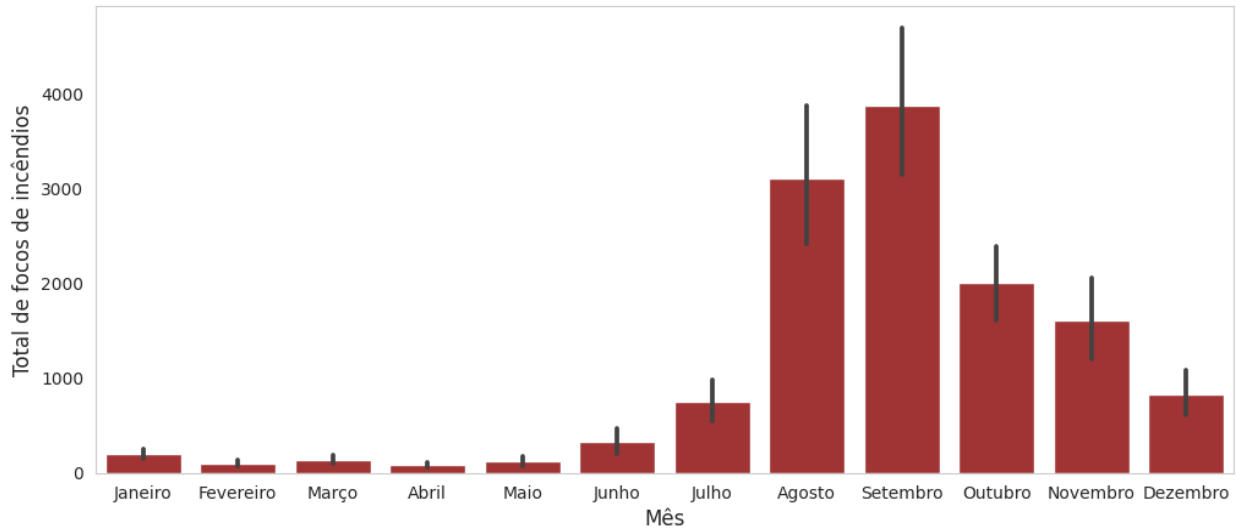
Os estados do Pará e Mato Grosso juntos tem 62.60% da quantidade total de focos de incêndios.

Gráfico 5 - Total de focos de incêndios detectados por ano na Amazônia



No gráfico acima vemos a soma total de incêndios na Floresta Amazônica do ano de 1999 até dezembro de 2019. O número de focos de incêndio na Amazônia teve um pico muito importante em 2002, e após este ano, houve um decréscimo contínuo e importante até o ano de 2011. De 2011 a 2019, um pequeno aumento no número de focos de incêndio pode ser verificado.

Gráfico 6 - Média de focos de incêndios por mês



O gráfico acima mostra a média de focos de incêndio na Amazônia detectados pelo INPE para cada mês no intervalo de 1999 a 2019. A faixa de confiança é de 95%. O gráfico mostra que o segundo semestre do ano, em média, é o mais afetado pelos focos de incêndio, sendo os 3 meses mais afetados respectivamente setembro com quase 4 mil focos em média, agosto com pouco mais de 3 mil focos e outubro com 2 mil focos.

5. COMPARANDO AS ÁREAS DESMATADAS COM OS FOCOS DE INCÊNDIOS

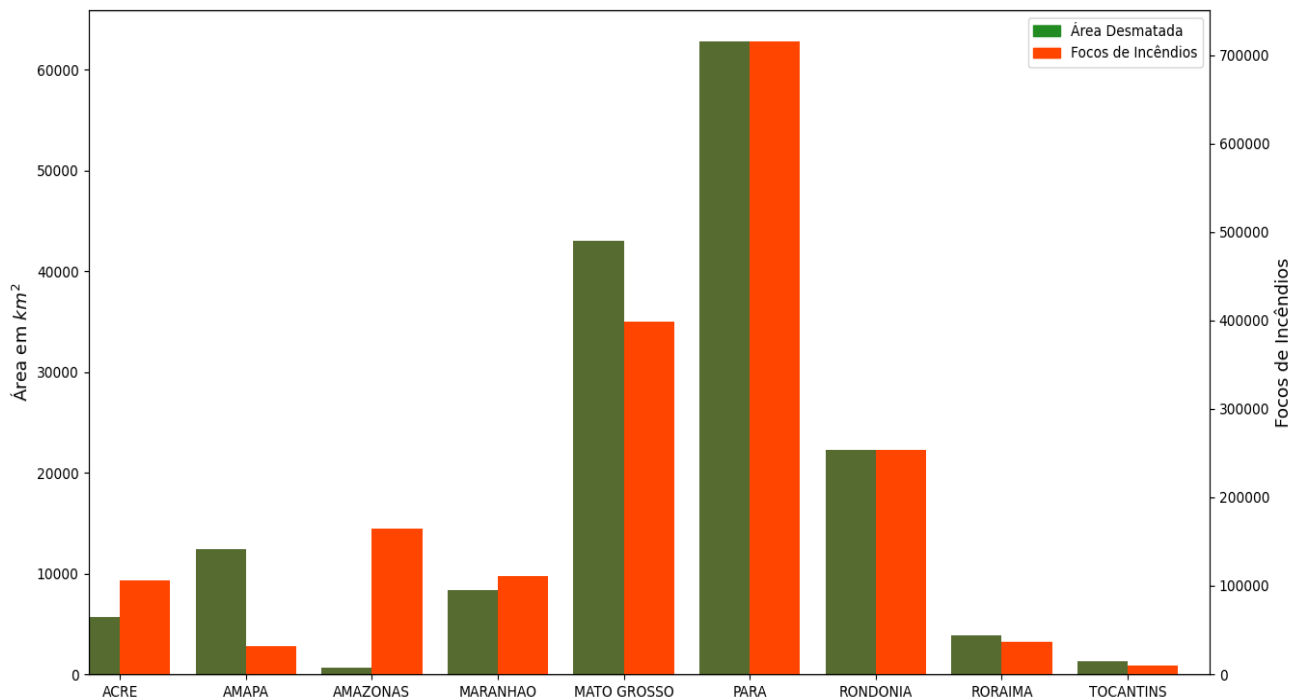
Neste capítulo analisaremos os dois Datasets dos capítulos anteriores (`'def_amazon_data'` e `'amazon_fires'`), para verificar se há uma correlação entre o total de áreas desmatadas e o total de focos de incêndios nos estados da Floresta Amazônica, durante o período de 2004 a 2019.

Para a análise exploratória deste capítulo importamos as bibliotecas Matplotlib, Pandas e Numpy utilizando o comando a seguir:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
import numpy as np
%matplotlib inline
```

Para respondermos essa pergunta sobre a correlação entre o total de áreas desmatadas e o total de focos de incêndios nos estados da Floresta Amazônica plotamos o seguinte gráfico e comentamos sua respectiva análise a seguir:

Gráfico 7 - Total de área desmatada e total de incêndios em cada estado de 2004 a 2019



No gráfico de barras acima podemos observar uma correlação positiva entre o total de áreas desmatadas e o total de focos de incêndios nos estados do Acre, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, indicando que a principal causa da degradação da Floresta Amazônica são os focos de incêndios. Somente os estados do Amapá e Amazonas não apresentam essa correlação.

6. RESULTADOS

Analisando a série histórica podemos afirmar que ocorreu uma queda significativa no número de áreas desmatadas no Brasil no período de 2004 a 2019.

O Pará é o estado que teve o maior desmatamento no período de 2004 a 2019, seguido por Mato Grosso e Rondônia. O Amapá é o estado menos afetado pelo desmatamento.

O ano de 2004 foi o ano onde a Floresta Amazônica Brasileira sofreu o maior desmatamento na série histórica analisada.

Os estados do Acre, Amazonas e Roraima, apesar de apresentarem no passado e em períodos distintos queda acentuada dos desmatamentos, mostraram-se como Outliers, apresentando crescimento acentuado dos desmatamentos iniciando a partir dos últimos anos da série e atingindo níveis muito altos em 2019.

O estado que apresentou o maior valor de área desmatada por Km² em um ano segundo a série histórica, foi o estado do Mato Grosso, que ultrapassou a marca dos 10 mil Km² de área desmatada no ano de 2004.

Os estados mais afetados pelos incêndios assemelham-se com os gráficos dos desmatamentos, no qual o Pará segue em primeiro como estado mais afetado pelos incêndios com um número alarmante de casos (acima dos 900.000), seguido pelo Mato Grosso e Rondônia. O estado menos afetado pelos incêndios é o Tocantins.

Os estados do Pará e Mato Grosso juntos tem o dobro da quantidade de focos de incêndios do que os outros estados juntos.

O número de focos de incêndio na Amazônia teve um pico muito importante em 2002, e após este ano, houve um decréscimo contínuo e importante até o ano de 2011. De 2011 a 2019, ocorreu um pequeno aumento no número de focos de incêndio.

O segundo semestre do ano, em média, é o mais afetado pelos focos de incêndio, sendo os 3 meses mais afetados respectivamente setembro, agosto e outubro.

Foi observado uma correlação positiva entre o total de áreas desmatadas e o total de focos de incêndios nos estados do Acre, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, indicando que a principal causa da degradação da Floresta Amazônica são os focos de incêndios. Somente os estados do Amapá e Amazonas não apresentam essa correlação.

