**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

**Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência de Dados e Big Data**

**João Ricardo Côre Dutra**

**ANÁLISE DO FLUXO DE MOTOCICLETAS QUANTO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS AO TIPO DE DIA E HORÁRIO NA AV. AFONSO PENA ESQUINA COM A RUA MARANHÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte

2023

**João Ricardo Côre Dutra**

**ANÁLISE DO FLUXO DE MOTOCICLETAS QUANTO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS AO TIPO DE DIA E HORÁRIO NA AV. AFONSO PENA ESQUINA COM A RUA MARANHÃO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ciência de Dados e Big Data como requisito parcial à obtenção do título de especialista.

Belo Horizonte

2023**SUMÁRIO**

Contents

[1. Introdução 4](#_Toc120002672)

[1.1. Contextualização 4](#_Toc120002673)

[1.2. O problema proposto 5](#_Toc120002674)

[1.3. Objetivos 6](#_Toc120002675)

[2. Coleta de Dados 7](#_Toc120002676)

[3. Processamento/Tratamento de Dados 8](#_Toc120002677)

[4. Análise e Exploração dos Dados 9](#_Toc120002678)

[5. Criação de Modelos de Machine Learning 10](#_Toc120002679)

[6. Interpretação dos Resultados 11](#_Toc120002680)

[7. Apresentação dos Resultados 12](#_Toc120002681)

[8. Links 13](#_Toc120002682)

[REFERÊNCIAS 14](#_Toc120002683)

[APÊNDICE 15](#_Toc120002684)

# Introdução

## Contextualização

Viver em sociedade é uma característica de muitos animais, assim como os demais primatas organizam seus grupos a fim de potencializar a sua capacidade de sobrevivência e melhorar sua qualidade de vida, o ser humano desde muito tempo vive em grupos de diversos tipos e tamanhos com o mesmo objetivo.

O homem moderno já surgiu vivendo em sociedade, herança dos seus ancestrais. Viver em células organizadas onde cada indivíduo desempenha um papel especifico para contribuir de forma benéfica para os outros membros do grupo faz o ser humano potencializar a sua capacidade de dominar a natureza em benefício próprio.

As cidades é um dos exemplos de células sociais mais complexas em que o homem se organiza e vive. Dentro delas os cidadãos se organizam de forma a contribuir de diferentes maneiras em benefício próprio e para o coletivo, melhorando assim a qualidade de vida de todos. Entretanto, essa forma de se organizar pode gerar alguns malefícios para a vida humana.

Durante o século XX, pode-se observar um alto crescimento das cidades. Dois dos fatores que mais contribuíram para esse crescimento foi a queda de mortalidade proporcionada pelas inovações tecnológicas e também o êxodo rural principalmente nos países em desenvolvimento. Esse alto crescimento fez aparecer diversas metrópoles pelo mundo e no Brasil não foi diferente.

Durante a história do mundo pode-se observar diversas mazelas oriundas da formação e crescimento das cidades e formação de metrópoles. A pandemia da peste bubônica por exemplo se fundamenta na falta de higiene das cidades do século XIV. Alguns vírus que vieram acometer os humanos oriundos de grandes criações de aves e suínos também é outro exemplo, já que grandes criações animais são necessárias para alimentar muitas pessoas que não necessariamente trabalham na produção de alimentos.

Apesar de grandes metrópoles terem um papel fundamental no desenvolvimento de um país, viver em cidades muito grandes sem um planejamento urbano adequado pode causar diversos problemas, como o aumento da poluição do ar, problemas quanto ao transito de pessoas e cargas por haver altos fluxos de veículos, fazendo gastar mais tempo que o necessário para se deslocar-se de um ponto a outro, também o aumento da violência por conta dos bolsões de pobrezas oriundos de uma má gestão social e muitos outros.

## O problema proposto

Muitas das vezes, o crescimento de uma cidade traz problemas para a sociedade urbana por falta de planejamento. Estudar e entender a intensidade de fluxo de veículos em uma cidade pode trazer diversos benefícios para o município que o faz, possibilitando uma melhor estruturação das vias públicas e do trânsito, gerando economia de tempo, de recursos e cuidado com o meio ambiente, portanto melhorando a vida dos cidadãos que ali residem.

Intuitivamente, pressupõe-se que o fluxo de alguns tipos de veículos podem variar em função de alguns fatores, como por exemplo o fluxo de caminhões pode ser maior em dias úteis quando comparados à finais de semana e feriados, assim como o fluxo de motocicletas também pode variar de acordo com o dia, horário e possivelmente condições climáticas. Prever e entender o comportamento do fluxo de veículos em um determinado ponto de uma cidade se mostra de extrema importância para melhor gestão de recursos, melhoria da qualidade de vida de uma população, tomadas de decisões quanto ao planejamento urbano, cuidado com o meio ambiente e muitos outros motivos.

Atualmente, a prefeitura da cidade de Belo Horizonte, disponibiliza através do portal BHTrans (<https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans> acessado em 22 de novembro de 2022) diversos dados relacionados ao transito na cidade, dentre esses dados existe a contagem volumétrica de radares (<https://dados.pbh.gov.br/dataset/contagens-volumetricas-de-radares> acessado em 22 de novembro de 2022) onde estão presentes os registros de cada veículo que passou em frente aos radares de trânsitos espalhados pela cidade. Nessa massa de dados estão presentes informações de data, horário, tipo de veículo e localização.

O fluxo de motocicletas em uma cidade impacta diretamente na qualidade e na segurança do transito como um todo e também esse fluxo pode ser bastante volátil em função de muitos fatores externos, logo, optou-se por medir o fluxo de motocicletas na Av. Afonso Pena, equina com a Rua Maranhão nos meses de maio e junho de 2022 a fim de conseguir entender como alguns fatores externos o influenciam. A Av. Afonso pena foi escolhida por ser conhecidamente uma avenida bastante movimentada na cidade de Belo Horizonte, portanto, proporcionando uma quantidade significativa de dados a serem analisados. Os fatores escolhidos para serem estudados como influenciadores na intensidade de fluxo de motocicletas foram os tipos de dia (dia útil, final de semana e feriado), horários e condições climáticas (temperatura e precipitação).

# **Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo propor e avaliar a influência fatores externos que podem afetar a intensidade de fluxo de motocicletas na Av. Afonso Pena, equina com a rua Maranhão em Belo Horizonte.

O estudo consistiu em calcular a frequência de cruzamento de motocicletas em cada horário de cada dia no intervalo do dia 01 de maio de 2022 até o dia 30 de Junho de 2022 e depois classificar cada registro, se estava acima da média ou abaixo da média da frequência com relação a todos os registros.

Os fatores escolhidos como possíveis influenciadores na frequência de cruzamentos de motocicletas no ponto estudado foram:

1. Tipo de dia. Onde pode ser sábado, domingo, feriado ou dia útil. Esse fator foi escolhido pois nos dias úteis as atividades econômicas e sociais ocorrem com maior intensidade, podendo influenciar na frequência da quantidade de motocicletas que cruzam por hora o ponto de estudo.
2. Hora. A hora em que a dada frequência calculada é um possível fator de influência, pois existem horários ao longo das 24h de um dia em que as pessoas saem de casa para trabalhar ou para lazer. Também há os horários de funcionamento das atividades comerciais e econômicas, o que pode influenciar na maior quantidade de pessoas e transporte de cargas utilizando as vias públicas para se locomoverem.
3. Temperatura Ambiente: A temperatura pode ser um fator que influencia na decisão de uma pessoa utilizar ou não uma motocicleta, onde em dias muito quentes ou muito frios, pode acontecer de optarem por outro tipo de transporte.
4. Precipitação: Assim como a temperatura, a precipitação também pode ser um fator que influencia na decisão da utilização de uma motocicleta para transporte ou outro tipo de veículo.

Os quatro fatores apresentados foram classificados em dois grupos: o primeiro é o de fatores climáticos, compreendendo dados de precipitação e temperatura ambiente, o segundo grupo com os dados de tipos de dias e horários, compreendendo o tipo de dia em que a medição da frequência está sendo feita e o respectivo horário.

Por fim, este trabalho procurou verificar o quanto e como esses grupos influenciou no aumento ou diminuição do fluxo de motocicletas no ponto estudado.

1. Coleta de Dados

Os dados utilizados neste trabalho tiveram origem em três fontes. A primeira foi a base de contagem volumétrica de radares fornecida pela prefeitura de Belo Horizonte através do portal da BHTrans. A segunda foi o tipo de dia e horário, onde essa base foi gerada em código e a única informação externa agragada foi o dia do feriado de *Corpus Christ*. A terceira base, que são os dados climáticos, apesar de ter sido construída no próprio código, as informações de temperatura ambiente e precipitação vieram da *api* *open meteo* (<https://open-meteo.com/> acessado em 22 de novembro de 2022).

A base de contagem volumétrica de radares serviu para gerar a base de frequência de cruzamentos por hora de motocicletas na Av. Afonso Pena, equina com a rua Maranhão, que posteriormente serviu para gerar a base final com todos os dados.

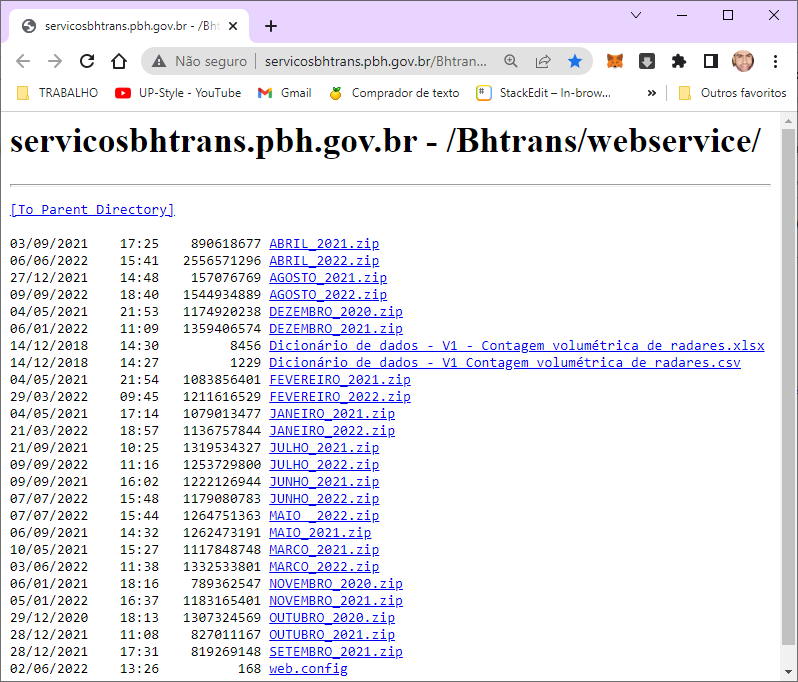
As três bases que deram origem a base de dados final com todos os dados coletados e gerados, possuem registros orientados ao horário da observação, portanto foi criado uma coluna chamada “DATA\_HORA\_COMPARADOR”, que tem como objetivo servir de referência para a união das três bases de dados, também funcionando como uma chave primária, já que não existem mais de um registro para a mesma data e horário.

* 1. B**ase de Contagem Volumétrica de Radares**

A base de contagem volumétrica de radares foi obtida na plataforma de dados do site da prefeitura de Belo Horizonte (<https://dados.pbh.gov.br/dataset/contagens-volumetricas-de-radares> acessado em 22 de novembro de 2022) onde os dados estão em arquivos de extensão ZIP, contendo cada um vários arquivos em formato JSON, um para cada dia do respectivo mês.

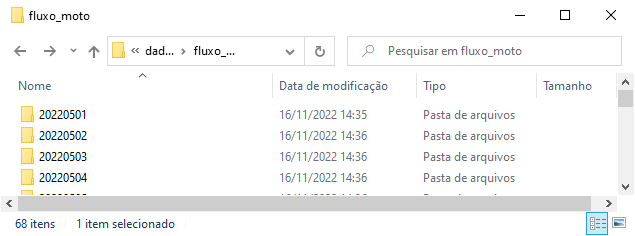
Para trabalhar na base da contagem volumétrica de radares na cidade de Belo Horizonte, foi necessário acessar o endereço onde estão disponíveis os dados e fazer o download do meses escolhidos para o estudo proposto neste trabalho. Logo, foi encontrada a página exposta na Figura 1.

**Figura 1 – Fonte de dados da base de contagem volumétrica de radares**



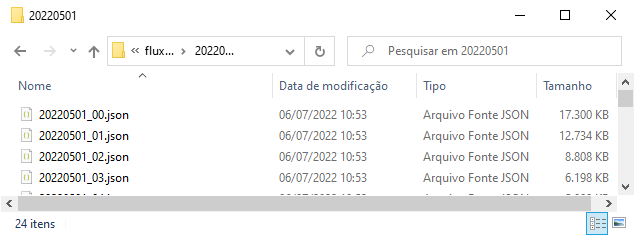
Como os meses selecionados foram maio e junho de 2022, os arquivos contendo os arquivos JSONs foram baixados e ao descompactar, percebeu-se que os dados estavam organizados por dia, como mostra a Figura 2.

**Figura 2 – Pastas com os dados organizados por dia**



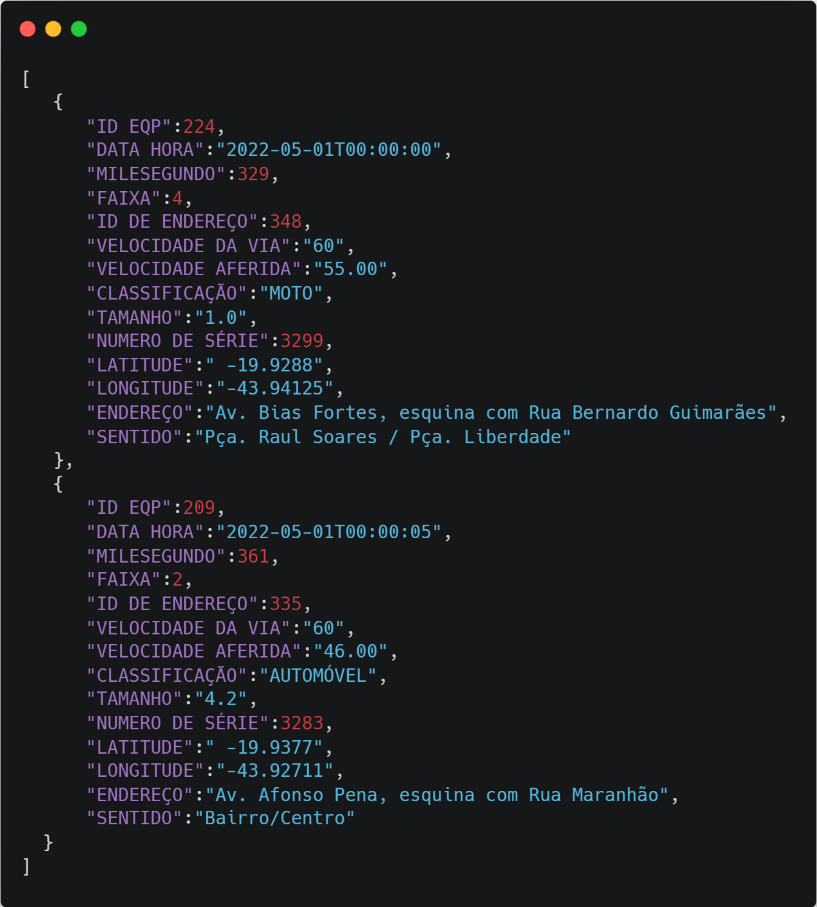
Ao acessar uma das pastas, relativa a um dia específico, observou-se um arquivo JSON para cada hora do respectivo dia, como mostra na Figura 3.

**Figura 3 – Arquivos JSON contendo as informações de cada veículo que cruzou cada radar de transito dentro da cidade de Belo Horizonte**



Por fim, para entender de que forma deve-se implementar o código em *Python* a fim de ler e converter esses dados para um *Pandas DataFrame*, logo foi aberto alguns dos arquivos e percebeu-se que cada arquivo JSON tem a estrutura de acordo com a apresentada na Figura 4.

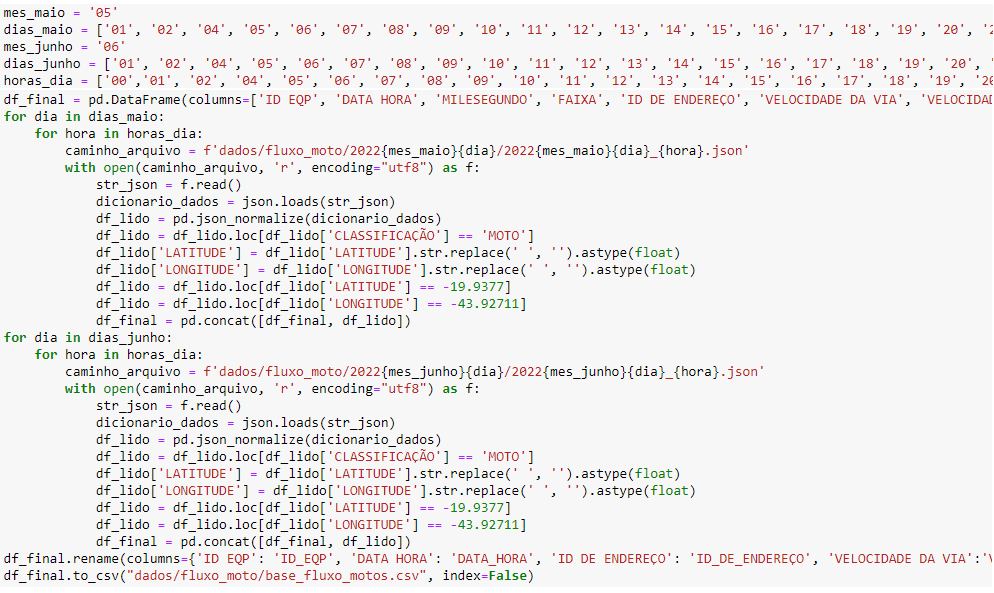
**Figura 4 – Estrutura do arquivo JSON**



Como pode ser visto na Figura 4, o arquivo JSON é um grande *array* de objetos contendo os dados de cada registro de cruzamento de todos os tipos veículos e em todos os pontos de radares de transito.

Já sabendo como se organiza os dados de registros dos radares de transito, as pastas contendo o registro de cada dia referentes aos meses de maio e junho de 2022 foram colocadas em um único diretório e foi construído um código em *Python* para fazer uma leitura dinâmica de cada registro e posteriormente organizando todos os dados lidos em um *Pandas DataFrame*. O código em Python que leu todos os arquivos JSON no diretório citado e converteu em um *Padas DataFrame* está exposto na Figura 5.

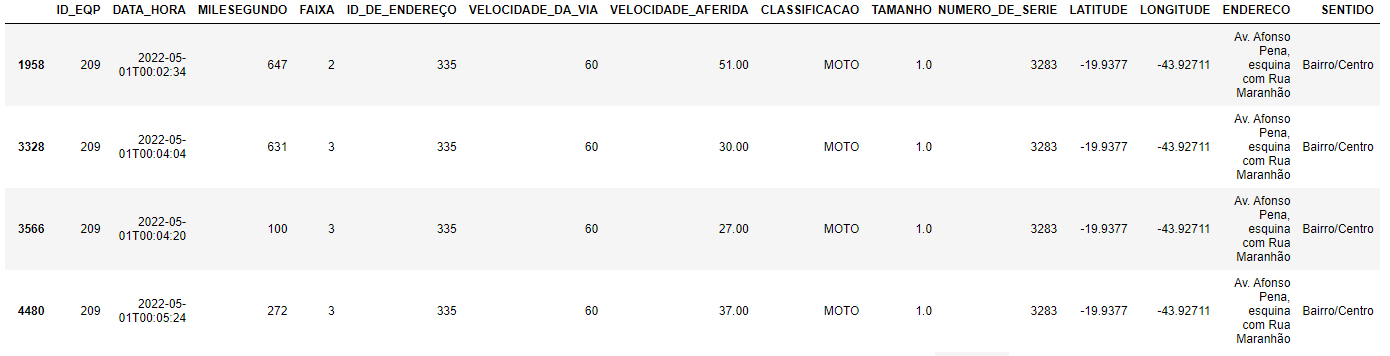
**Figura 5 – Código de leitura dos arquivos JSONs**



O código da Figura 5 começa criando *arrays* de dias e horas a para facilitar a construção do caminho de leitura de cada arquivo JSON, já que no total são 1464 arquivos para serem lidos. É feita uma leitura para cada mês com a finalidade de simplificar a complexidade do código, já que os meses de maior e junho possuem quantidade diferentes de dias.

Durante a leitura de cada mês, os dados são recuperados, filtrados por tipo de veículo e localização (selecionando apenas motocicletas no ponto de estudo, latitude -19.9377 e -43.92711), convertidos em um *Pandas DataFrame* local e depois concatenado com um *Pandas DataFrame* (df\_final) que foi criado para acumular os dados lidos. Por fim o resultado, que pode ser visto na Figura 6, é salvo em um arquivo de extensão CSV, facilitando a posterior recuperação das informações.

**Figura 6 – Dataset obtido da leitura dos arquivos JSONs da contagem volumétrica de radares**



O significado de cada coluna do *dataset* da contagem volumétrica de radares da cidade de Belo Horizonte pode ser visto na Tabela 1.

**Tabela 1 – Colunas do dataset da contagem volumétrica de radares**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome da Coluna** | **Descrição** | **Tipo** |
| ID\_EQP | Chave de identificação única do equipamento (radar de transito) | Inteiro |
| DATA\_HORA | Data e hora em que foi feito o registro do cruzamento de veículo pelo equipamento | Data e Hora |
| MILESEGUNDO | Milissegundo em que o registro foi feito | Inteiro |
| FAIXA | Faixa da avenida em que o registro foi feito | Inteiro |
| ID\_DE\_ENDERCO | Chave única que identifica o endereço | Inteiro |
|  |  |  |
| VELOCIDADE\_DA\_VIA | Velocidade máxima permitida na via de registro | Inteiro |
| VELOCIDADE\_AFERIDA | Velocidade do veículo aferida durante o registro do cruzamento pelo equipamento | Decimal |
| CLASSIFICACAO | Classificação do tipo de veículo, podendo ser MOTO, CAMINHÃO / ÔNIBUS e AUTOMÓVEL | Texto |
| TAMANHO | Comprimento aproximado do veículo em metros | Decimal |
| NUMERO\_DE\_SERIE | Número de série o equipamento | Inteiro |
| LATITUDE | Latitude onde se localiza o equipamento | Decimal |
| LONGITUDE | Longitude onde se localiza o equipamento | Decimal |
| ENDERECO | Endereço onde se localiza o equipamento | Texto |
| SENTIDO | Sentido de fluxo do veículo registrado pelo equipamento | Texto |

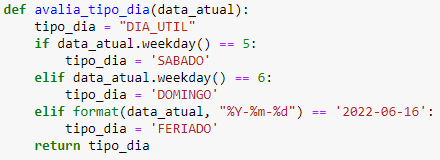
* 1. Base Tipos de Dia e Horário

A base de dados com os tipos de dias e horários tem como objetivo trazer as informações de quais dias são úteis, sábados, domingos, feriados e as respectivas horas em que ocorreu o registro de cruzamento de motocicleta. Por exemplo, se existem dois registros, onde um ocorreu no dia 22 de maio de 2022 às 14:23 e ou no dia 22 de maio de 2022 às 14:36, ambos registros são consideradas ocorrências dentro das 14h do dia 22 de maio de 2022.

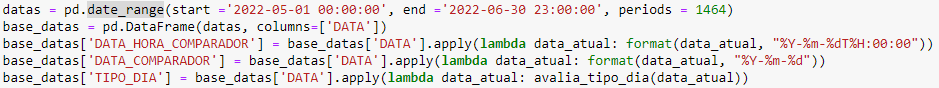
Essa base foi gerada majoritariamente por código, onde a única informação externa foi o dia do feria do *Corpus Christi*, quanto a avaliação de dia útil ou final de semana, essa foi feita utilizando a função *weekday* embutida nos objetos de data e hora que foram gerados.

Para gerar a base de tipos e dia e horário, primeiramente foi criada a função da Figura 7 onde essa recebe um parâmetro de data e retorno o tipo de dia, podendo ser (“DIA\_UTIL”, “SÁBADO”, “DOMINGO”, “FERIADO”). Logo após, utilizando a biblioteca *Pandas*, foi gerado um *dataset* contendo todos os dias e horários entre o dia 01 de maio de 2022 às 00:00h e 30 de junto de 2022 às 23:00, podendo ser visto na Figura 8.

**Figura 7 – Função para avaliar o tipo de dia**



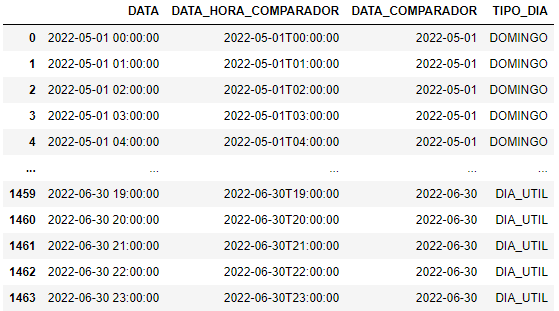
**Figura 8 – Código para gerar o dataset de tipos de dia e horários**



No código da figura 8, além de ter sido gerado o *dataset* com os dias e horários, foi também foi gerada a coluna “DATA\_HORA\_COMPARADOR” com a finalidade de auxiliar a união de todas as bases geradas ao longo da coleta dos dados.

Por fim, a coluna “TIPO\_DIA” foi preenchida utilizando a função *weekday* a partir da coluna “DATA\_ATUAL”. Ao final de todo o processo de confecção do *dataset* de tipos de dia e horários, Figura 9, o mesmo foi salvo em um arquivo CSV para facilitar a sua recuperação para o código posteriormente.

**Figura 9 – Dataset com dados de tipos de dia e horários**



Para descrever as colunas do *dataset* da figura 9, foi criada a Tabela 2 com os respetivos nomes das colunas, descrição e tipo.

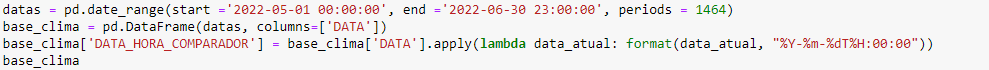
**Tabela 2 – Colunas do dataset da contagem volumétrica de radares**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome da Coluna** | **Descrição** | **Tipo** |
| DATA | Coluna com os registros de data e hora no formato data. | Data |
| DATA\_HORA\_COMPARADOR | Coluna com registro de data e hora em formato *string* padronizado para facilitar posterior união de bases | Texto |
| DATA\_COMPARADOR | Coluna com registro de data em formato *string* padronizado para facilitar posterior união de bases | Texto |
| TIPO\_DIA | Coluna com informação do tipo de dia, podendo ser “DIA\_UTIL”, “SABADO”, “DOMINGO” e “FERIAQDO” | Texto |

* 1. Base de Dados Climáticos

A base de dados climáticos foi obtida através da API *open meteo* (https://open-meteo.com/ acessado em 22 de novembro de 2022) utilizando as informações de latitude, longitude, data e hora de um *dataset* gerado como base, contendo todos os dias e horários do intervalo observado. O código da Figura 10 mostra como o *dataset* foi criado:

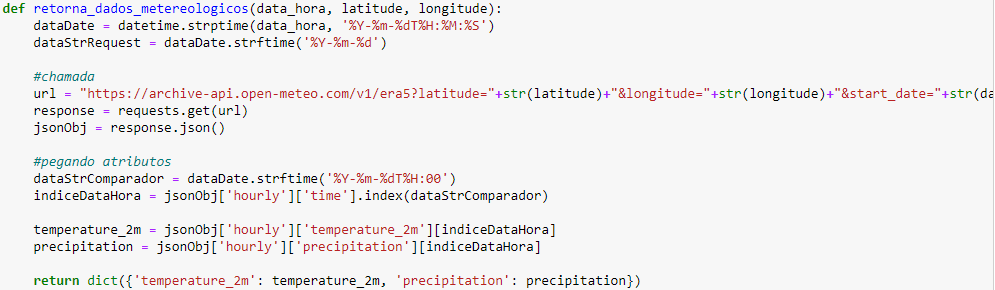
**Figura 10 – Código para gerar o dataset com dados de tipos de dia e horários**



De acordo com o código apresentado na figura 10, inicialmente foi gerado um *dataset* com todas as datas e horas do período observado e depois foi enriquecidos com as colunas contendo os dados de temperatura e precipitação.

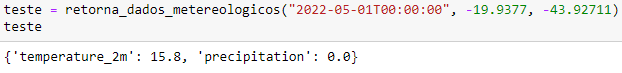
Para buscar as informações na API *open meteo*, foi criada a função “*retorna\_dados\_metereologicos*” que é mostrada na Figura 11:

**Figura 11 – Função para busca dos dados climáticos na API open meteo**



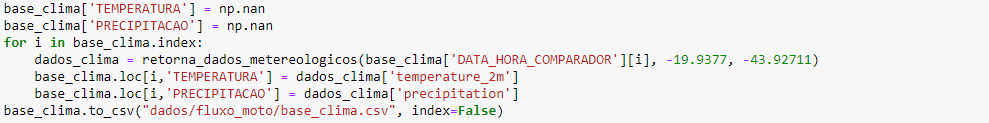
A função da figura 11 recebe os dados de latitude, longitude e data e hora e retorna um dicionário da linguagem Python contendo a temperatura em graus célsius à 2m do solo e a precipitação em milimetros de acordo com os dados informados inicialmente. Na Figura 12 pode ser visto um exemplo da função “*retorna\_dados\_metereologicos*” sendo utilizada:

**Figura 12 – Função para busca dos dados climáticos na API open meteo**



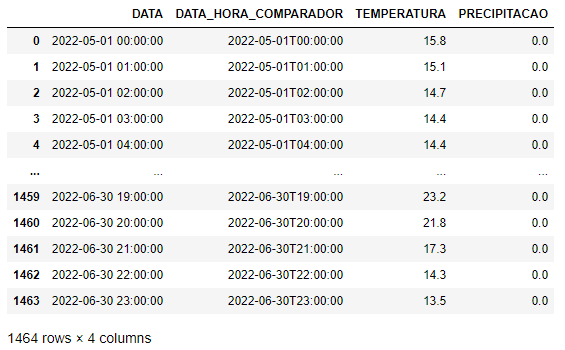
De posse da função “*retorna\_dados\_metereologicos*”, o dataset de dados climáticos foi enriquecido com as informações de temperatura e precipitação e por fim, salvo em um arquivo CSV para posterior leitura, o que pode ser verificado no código da Figura 13.

**Figura 13 – Carregamento das informações climáticas**

****

Depois de executado o código da figura 13, o mesmo gerou o *dataset* “*base\_clima*” que pode ser visto na Figura 14.

**Figura 14 – Carregamento das informações climáticas**



A Tabela 3 contém as informações das colunas presentes nesse *dataset* apresentado na figura 14.

**Tabela 3 – Colunas do dataset da contagem volumétrica de radares**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome da Coluna** | **Descrição** | **Tipo** |
| DATA | Coluna com os registros de data e hora no formato data. | Data |
| DATA\_HORA\_COMPARADOR | Coluna com registro de data e hora em formato *string* padronizado para facilitar posterior união de bases | Texto |
| TEMPERATURA | Temperatura à 2m do solo medidas em graus célsius. | Decimal |
| PRECIPITAÇÂO | Dado de precipitação em milímetros | Decimal |

# 3. Processamento/Tratamento de Dados

Nessa seção você deve deixar registrado todo o processamento e tratamento feitos sobre os dados obtidos. É importante que você informe a quantidade de registros obtidos, a quantidade de registros duplicados ou com informações ausentes, que tratamento você deu para cada problema encontrado em seus datasets, etc. Você deve descrever cada passo de forma minuciosa, de forma que outra pessoa consiga reproduzir o seu processamento/tratamento de forma precisa. Justifique as decisões tomadas no tratamento dos dados. Por exemplo: para os valores ausentes para o campo X eu decidi preenchê-los utilizando o cálculo da média aritmética pelo motivo ..., e então justifique sua decisão.

# 4. Análise e Exploração dos Dados

Nessa seção você deve mostrar como foi realizada a análise e exploração dos dados do seu trabalho. Mostre as hipóteses levantadas durante essa etapa e os padrões e *insights* identificados.

# 5. Criação de Modelos de Machine Learning

Conforme o documento de instruções para o TCC, essa etapa é obrigatória. Nessa seção você irá descrever as ferramentas e algoritmos utilizados. Se você utilizou o Knime, coloque aqui um print dos seus modelos e a descrição detalhada do workflow de cada modelo. Caso você tenha escrito scripts em Python ou R, por exemplo, coloque aqui apenas os trechos do código que você considera extremamente importantes para entendimento do seu trabalho. Explique as *features* utilizadas, faça a comparação entre diferentes algoritmos/modelos, justifique a escolha por determinado modelo, os parâmetros utilizados, etc. Por fim, salienta-se que embora você possa utilizar o KNIME para testar protótipos do seu modelo de ML, encorajamos você a fazer seus modelos em Python ou R.

# 6. Interpretação dos Resultados

Nessa seção você deve interpretar os resultados obtidos na análise e exploração de dados e também interpretar os resultados da aplicação dos algoritmos de Machine Learning, descobrindo insights importantes para responder o problema proposto.

# 7. Apresentação dos Resultados

Nessa seção você deve apresentar os resultados obtidos. Apresente gráficos, *dashboards*, conte a sua história de forma bastante criativa. Aqui você pode utilizar os modelos de Canvas propostos por Dourard (clique [aqui](https://www.louisdorard.com/machine-learning-canvas)) ou por Vasandani (clique [aqui](https://towardsdatascience.com/a-data-science-workflow-canvas-to-kickstart-your-projects-db62556be4d0)).



# 8. Links

Aqui você deve disponibilizar os links para o vídeo com sua apresentação de 5 minutos e para o repositório contendo os dados utilizados no projeto, scripts criados, etc.

Link para o vídeo: youtube.com/...

Link para o repositório: github.com/...

# 

# REFERÊNCIAS

BHTrans, **Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte**, 2022. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans. Acesso em: 21 nov. 2022.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

SOBRENOME DO AUTOR, Nome do autor. **Título do livro ou artigo.** Cidade: Editora, ano.

# APÊNDICE

**Programação/Scripts**

Cole aqui seus scripts em Python e/ou R.

**Gráficos**

Cole aqui workflows (KNIME), gráficos e figuras que você tenha gerado e não colocou no texto principal.

**Tabelas**

Cole aqui tabelas de dados que você tenha gerado e não colocou no texto principal.