**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 AOS TIPOS DE DIA E HORÁRIOS 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](#_Toc120443856)

[1.1. Contextualização 4](#_Toc120443857)

[1.2. O problema proposto 5](#_Toc120443858)

[1.3. Objetivos 6](#_Toc120443859)

[2. Coleta de Dados 7](#_Toc120443860)

[2.1. B 7](#_Toc120443861)

[2.2. Base Tipos de Dia e Horário 12](#_Toc120443862)

[2.3. Base de Dados Climáticos 13](#_Toc120443863)

[3. Processamento e Tratamento de Dados 16](#_Toc120443864)

[4. Análise e Exploração dos Dados 22](#_Toc120443865)

[5. Criação de Modelos de Machine Learning 23](#_Toc120443866)

[6. Interpretação dos Resultados 24](#_Toc120443867)

[7. Apresentação dos Resultados 25](#_Toc120443868)

[8. Links 26](#_Toc120443869)

[REFERÊNCIAS 27](#_Toc120443870)

[APÊNDICE 28](#_Toc120443871)

# 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, onde essa base foi gerada em código e a única informação externa agregada 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.

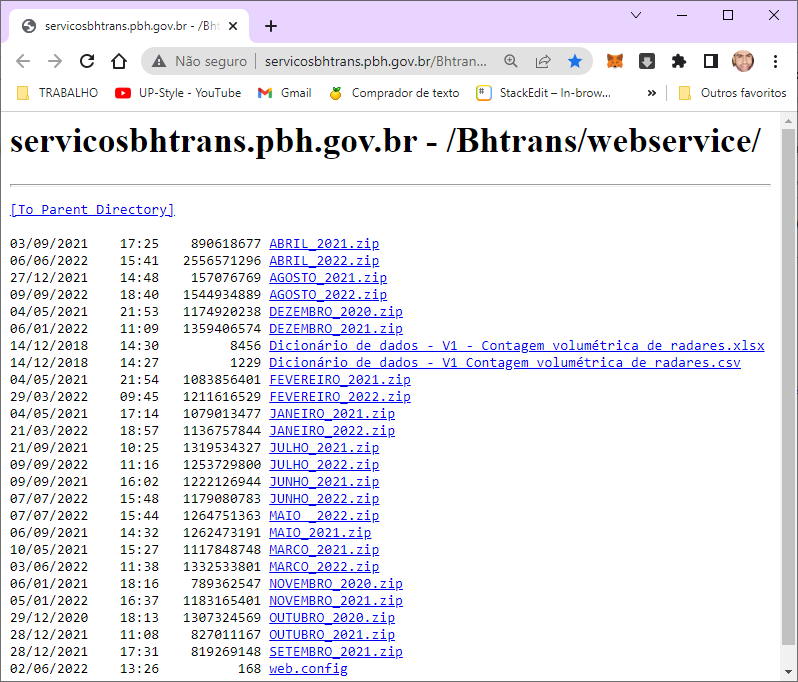
As três bases que deram origem a base de dados final com todos os dados coletados e gerados, possuem registros orientados ao horário da observação, portanto foi criado uma coluna chamada “DATA\_HORA\_COMPARADOR”, que tem como objetivo servir de referência para a união das três bases de dados, também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

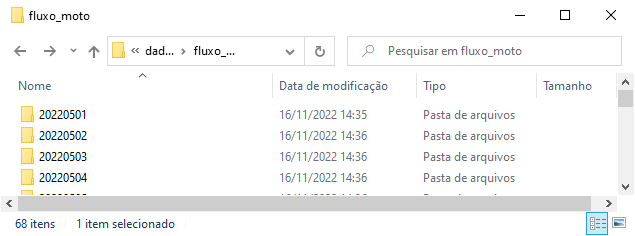
Para trabalhar na base da contagem volumétrica de radares na cidade de Belo Horizonte, foi necessário acessar o endereço onde estão disponíveis os dados e fazer o download do meses escolhidos para o estudo proposto neste trabalho. Logo, foi encontrada a página exposta na Figura 1.

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



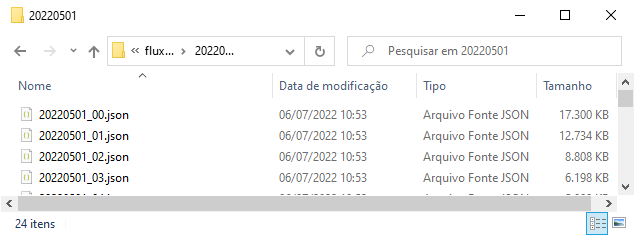
Como os meses selecionados foram maio e junho de 2022, os arquivos contendo os arquivos JSONs foram baixados e ao descompactar, percebeu-se que os dados estavam organizados por dia, como mostra a Figura 2.

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



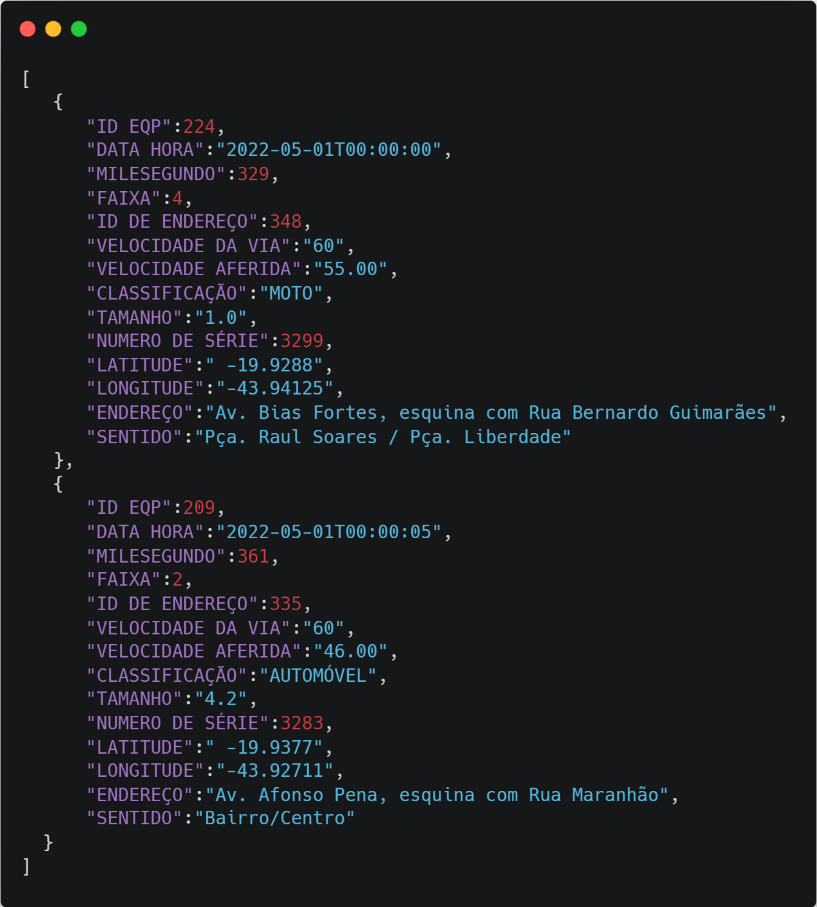
Ao acessar uma das pastas, relativa a um dia específico, observou-se um arquivo JSON para cada hora do respectivo dia, como mostra na Figura 3.

**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 *dataset* (*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.

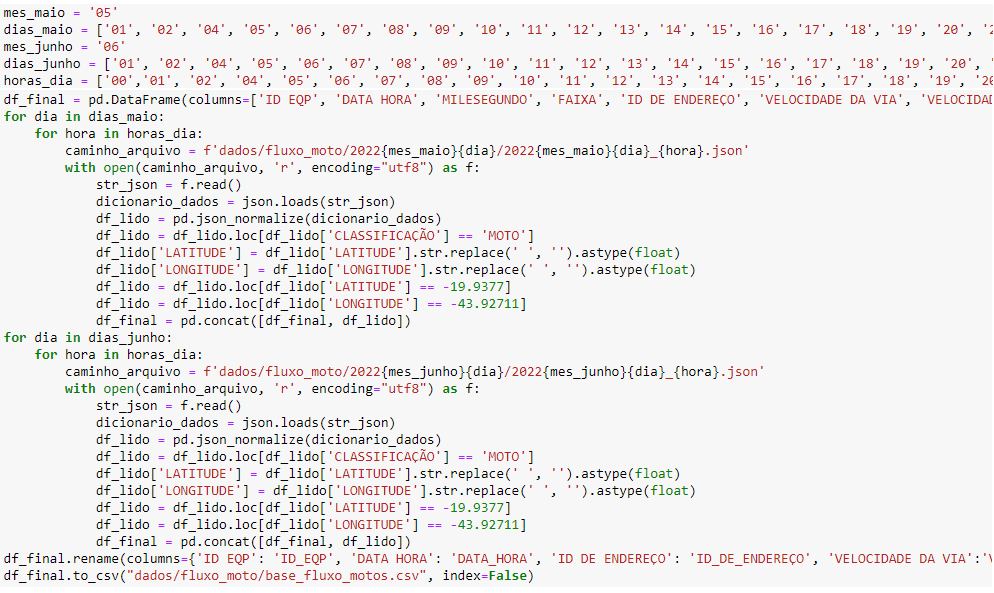
**Figura 4 – Estrutura do arquivo JSON**



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 *dataset*. O código em Python que leu todos os arquivos JSON no diretório citado e converteu em um *Padas DataFrame* está exposto na Figura 5.

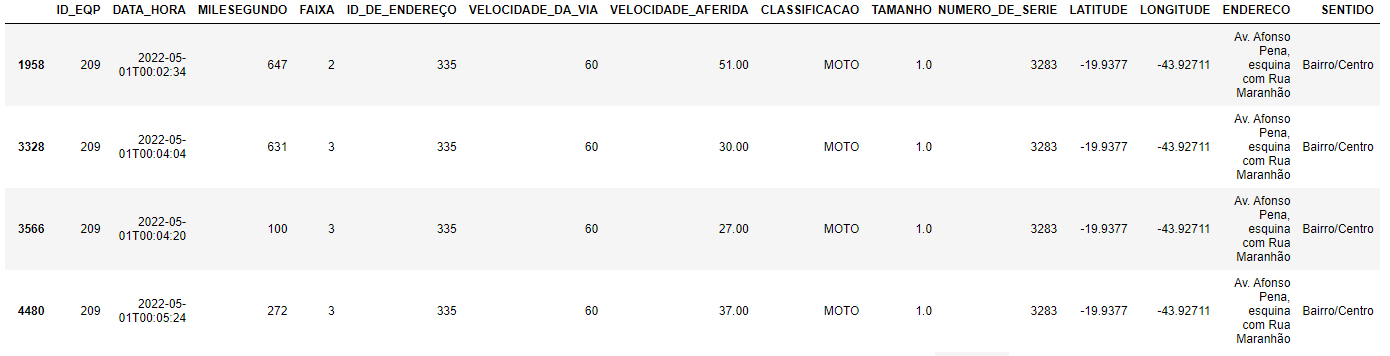
**Figura 5 – Código de leitura dos arquivos JSONs**



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 *dataset* local e depois concatenado com um *dataset* de nome 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 |

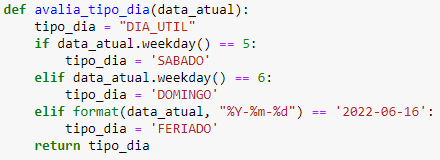
* 1. Base Tipos de Dia e Horário

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.

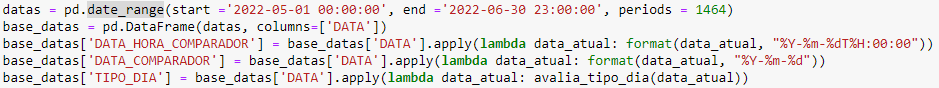
Essa base foi gerada majoritariamente por código, onde a única informação externa foi o dia do feria do *Corpus Christi*, quanto a avaliação de dia útil ou final de semana, essa foi feita utilizando a função *weekday* embutida nos objetos de data e hora que foram gerados.

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**



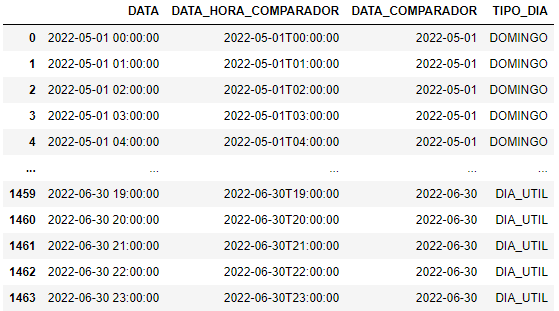
**Figura 8 – Código para gerar o dataset de tipos de dia e horários**



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.

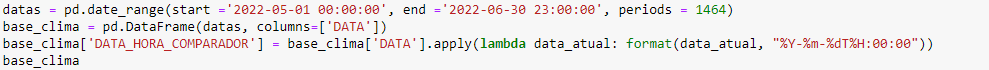
**Tabela 2 – Colunas do dataset da contagem volumétrica de radares**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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:

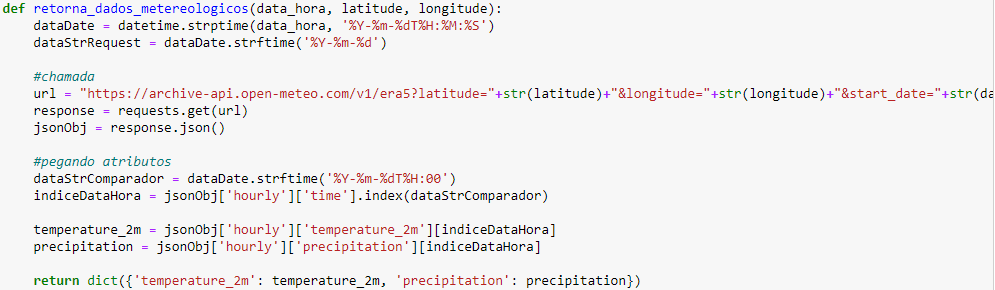
**Figura 10 – Código para gerar o dataset com dados de tipos de dia e horários**



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.

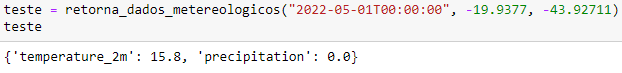
Para buscar as informações na API *open meteo*, foi criada a função “*retorna\_dados\_metereologicos*” que é mostrada na Figura 11:

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



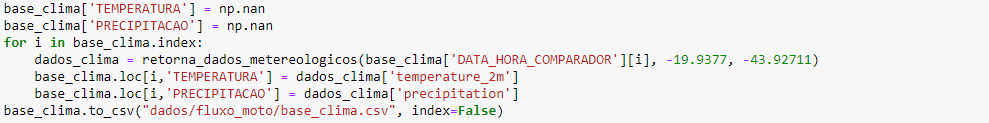
A função da figura 11 recebe os dados de latitude, longitude e data e hora e retorna um dicionário da linguagem Python contendo a temperatura em graus célsius à 2m do solo e a precipitação em milimetros de acordo com os dados informados inicialmente. Na Figura 12 pode ser visto um exemplo da função “*retorna\_dados\_metereologicos*”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

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



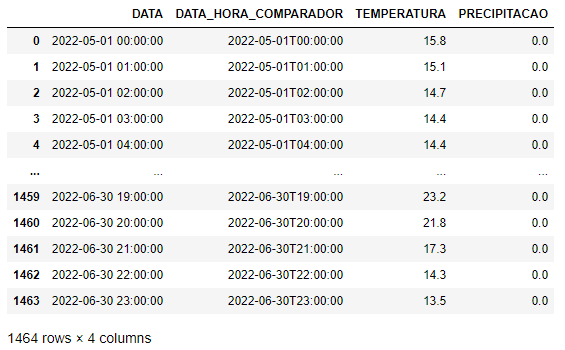
De posse da função “*retorna\_dados\_metereologicos*”, o dataset de dados climáticos foi enriquecido com as informações de temperatura e precipitação e por fim, salvo em um arquivo CSV para posterior leitura, o que pode ser verificado no código da Figura 13.

**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.

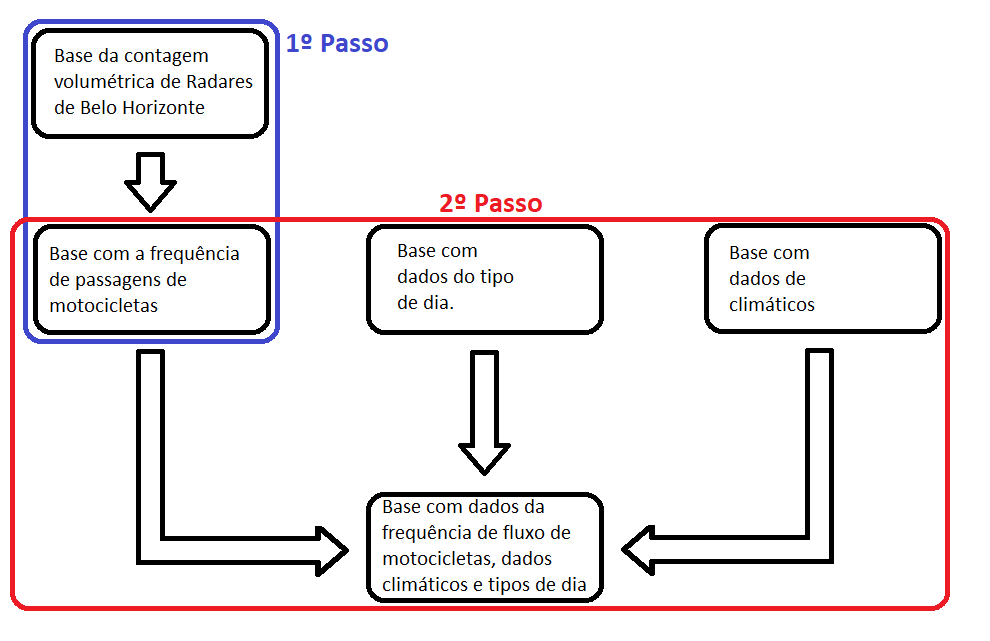
**Tabela 3 – Colunas do dataset da contagem volumétrica de radares**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 |

# Processamento e Tratamento de Dados

O processamento dos dados foi feito em duas grandes etapas, a primeira foi a transformação da base de contagem volumétrica de radares da cidade de Belo Horizonte em uma base de frequência de cruzamentos de motocicletas no ponto de estudo por dia e horário. A segunda transformação foi a união dos dados de frequência, de dados climáticos e tipos de dia e horários, gerando a base final. A Figura 15 ilustra esse processo.

**Figura 15 – Transformação e concatenação dos dados**

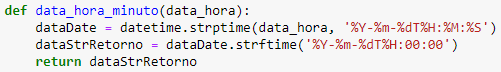
****

* 1. **Gerando Base de Frequência de Fluxo de Motocicletas por Hora**

A base de frequência de cruzamento de motocicletas foi gerada a partir dos registros da contagem volumétricas dos radares, claro, olhando sempre para o mesmo radar da Av. Afonso Pena, esquina com a Rua Maranhão. A base de registro volumétrico foi salva em uma arquivo CSV após os dados serem convertidos de JSON para um *dataset* e então, neste momento, ser recuperada do arquivo e processada.

A contagem foi feita por hora, ou seja, contabilizou-se a quantidade de motocicletas que cruzaram o radar estudado na Av. Afonso Pena por hora e foi registrado esse dado na coluna “FREQUENCIA”. A estratégia para tal feito foi zerar as informações de minutos e segundos, deixando apenas as informações de hora. Isso foi feito utilizando a função “*data\_hora\_minuto*” exposta na Figura 16 e gerando uma nova coluna chamada “HORA\_PASSAGEM\_MOTO” a partir da coluna “DATA\_HORA”.

**Figura 16 – Função para zerar os dados de minutos e segundos**



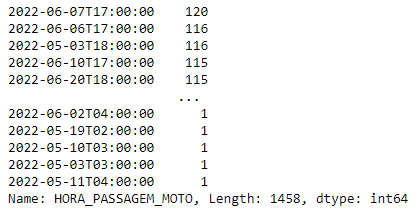
Para calcular a frequência simples de cruzamento motocicletas por hora utilizou-se da função “value\_counts” no *array* contido na coluna “HORA\_PASSAGEM\_MOTO” para contar quantos registro repetidos de uma mesma data e hora existem, chegando em um tabela de frequência. O código utilizado para gerar os dados de frequência simples pode ser visto na Figura 17.

**Figura 17 – Código para gerar os dados de frequência simples**

****

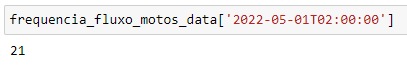
Logo o código da figura 17 gerou um *Pandas Series[[1]](#footnote-1)* que pode ser vista na Figura 18, onde os dados do array são as frequências simples e seus respectivos índices as datas e horas em que ocorreu a determinada frequência de passagem de motos no ponto de estudo.

**Figura 18 – Pandas Series contendo os dados de frequência simples do cruzamento de motocicletas**

****

Para acessar um dado do *Pandas Series* basta fazer como no código da Figura 19, onde deste caso está sendo acessado a frequência de cruzamento de motocicletas exatamente no dia 01 de maio de 2022 às 2h da manhã, logo retornando o valor 21, assim significando que na data e horário informados cruzaram 21 motocicletas no ponto da Av. Afonso Pena estudado.

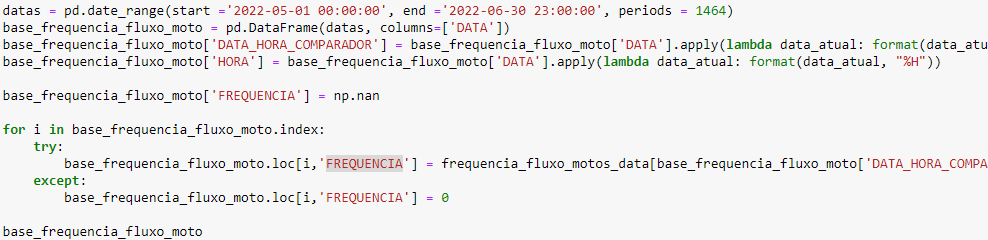
**Figura 19 – Acessando um único dado de frequência de cruzamento de motocicletas**



Após ter as frequências simples calculadas, um *dataset* base de nome “base\_frequencia\_fluxo\_moto” foi criado já com os registros de data e hora, tanto no formato  *date* (coluna “DATA”), quanto no formato texto (coluna “DATA\_HORA\_COMPARADOR”). Depois do *dataset* base gerado com as datas e horas, então criou-se a coluna “FREQUENCIA”. Esta coluna foi populada utilizando a coluna “DATA\_HORA\_COMPARADOR” como índice do *Pandas Series* de frequências simples, para os casos onde não eram encontrados dados de frequência, utilizou-se zero, pois o método “*value\_counts*” conta apenas registros existentes, logo a data e hora que não existem na base de contagem volumétrica significa que não houve passagem de motocicletas na frente do radar.

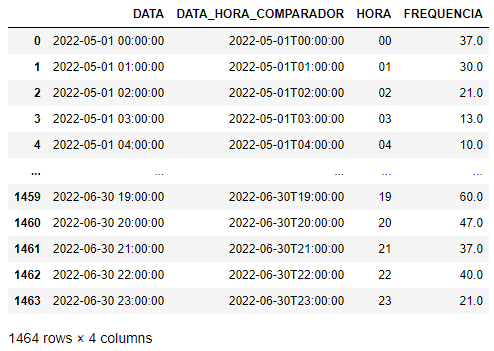
Todo o código para fazer a etapa do processamento dos dados descrita no parágrafo anterior pode ser visto na Figura 20.

**Figura 20 – Código de criação do dataset base\_frequencia\_fluxo\_moto**



Ao fim da execução do código da figura 19 o *dataset* pode ser visto na Figura 21, onde o campo “HORA” é apenas a informação de qual hora, independente de data, se refere o registro de frequência e o campo “FREQUENCIA” é a frequência simples do cruzamento de motocicletas no ponto de estudo.

**Figura 21 – Dataset base\_frequencia\_fluxo\_moto**



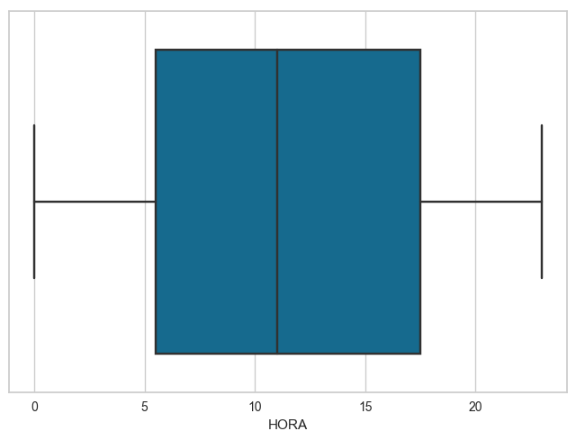
O *dataset* “*base\_frequencia\_fluxo\_moto*” possui o total de 1464 registros e nenhum pode ser considerado registro duplicados, pois os dados de data e hora das colunas geradoras do *dataset* em questão são únicos, ou seja, não existe mais de uma linha para um mesmo registros de data e hora. Já o valor de 1464 registros se justifica pois o período de tempo de estudo possui exatamente 1464 horas.

* + 1. **Limpando e Transformando a Base de Frequência de Fluxo de Motocicletas**

Como neste trabalho optou-se por utilizar algoritmos de *Machine Learning* de classificação, a frequência por ser um dado numérico e não uma classe teve se ser padronizada como uma classe. Então optou-se por criar a classe “ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA”. Onde para as frequências acima da média aritmética foi dado o valor 1 e abaixo o valor 0.

O processo de limpeza e transformação dos dados dessa base se iniciou buscando *outliers* através de gráficos boxplot (diagramas de caixa). Primeiramente foi analisada a coluna “HORA” onde gerou-se o gráfico boxplot presente na Figura 22, podendo ser visto que não há outliers.

**Figura 22 – Boxplot dos dados da coluna HORA**



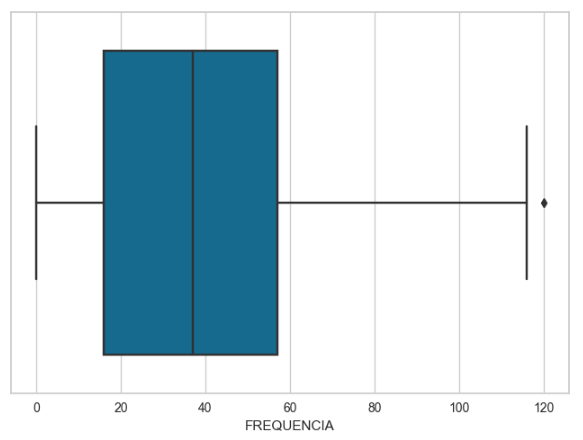
O mesmo foi feito para a coluna “FREQUENCIA”, lembrando que essa coluna contém os dados da classe alvo deste estudo.

Ao observar o *boxplot* na Figura 23 pode ser visto que estão presentes valores de frequência zero, sendo o limite inferior, valores de 116 como limite superior e um *outlier* com o valor de 120.

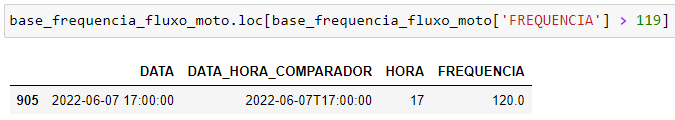
Para tratar o *outlier*, decidiu-se excluir o registro, já que de acordo com a Figura 23, existe apenas 1 registro como *outlier* de frequência e em um universo de 1464 registros, 1 registro representa apenas 0.07% de toda a amostra.

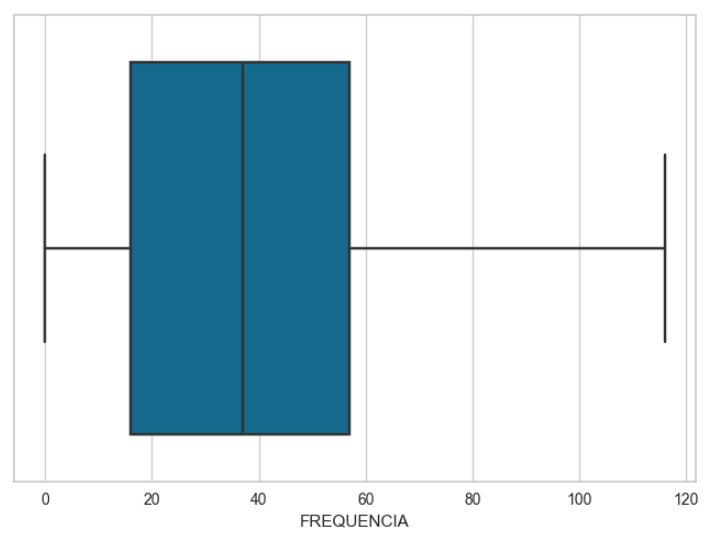
Após a exclusão do *outlier* percebe-se no gráfico *boxplot* da Figura 24 que não existem mais valores discrepantes quanto aos dados de frequência do cruzamento de motocicletas no ponto de estudo.

**Figura 22 – Boxplot dos dados da coluna FREQUENCIA**



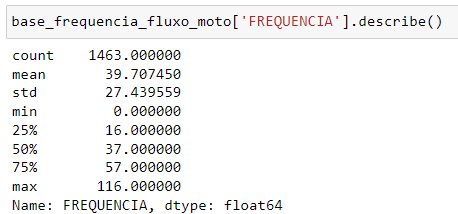
**Figura 23 – Visualização do outlier de frequência**



**Figura 24 – Boxplot dos dados da coluna FREQUENCIA sem outliers**

Ao utilizar o código da Figura 25 pode ser visto algumas informações do *dataset* de frequência de cruzamento de motocicletas por hora no ponto de estudo.

**Figura 25 – Boxplot dos dados da coluna FREQUENCIA sem outliers**



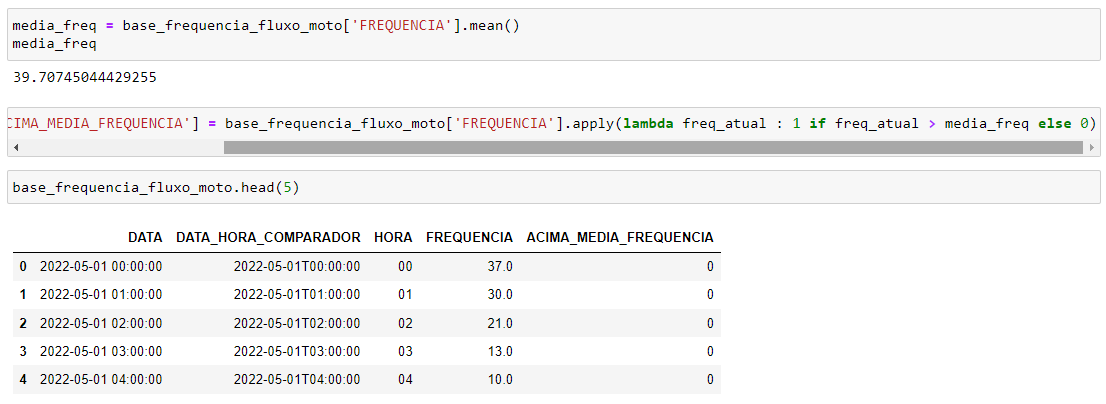
Os dados presentes na figura 25 representam exatamente o que está expresso no *boxplot* da figura 24. A média geral das frequências de cruzamentos de motocicletas por hora no ponto estudado ficou em 39.7 aproximadamente, o limite inferior em 0 e o superior em 116, o primeiro quartil em 16 e o terceiro quartil em 57 cruzamentos pro hora.

Como já mencionado que serão utilizados algoritmos de *Machine Learning* classificação para estudar o quanto alguns fatores externos influenciam num alto fluxo ou baixo fluxo de motocicletas no ponto de estudo, foi necessário transformar o dado numérico discreto da frequência simples de cruzamentos de motocicletas por hora em um dado categórico. Resolveu-se criar uma coluna de nome “ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA” que indicar se o registro encontra-se acima ou abaixo da média das frequências registradas.

Para construir tal coluna com os dados utilizou-se da codificação da Figura 26, onde primeiro foi calculada a média da frequência, depois iterou-se sob a coluna “FRQUENCIA” aplicando uma função que retorna 0 caso o valor da frequência seja menor que a média previamente calculada e 1 caso o valor seja maior que a média. Após esse processo, pode-se observar o *dataset* com a nova coluna de dados.

Por fim, esse *dataset* foi salvo em um arquivo de extensão CSV, de nome “base\_frequencia\_moto.csv” com a intenção de facilitar a recuperação dessas informações posteriormente.

**Figura 26 – Criação da coluna ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA**

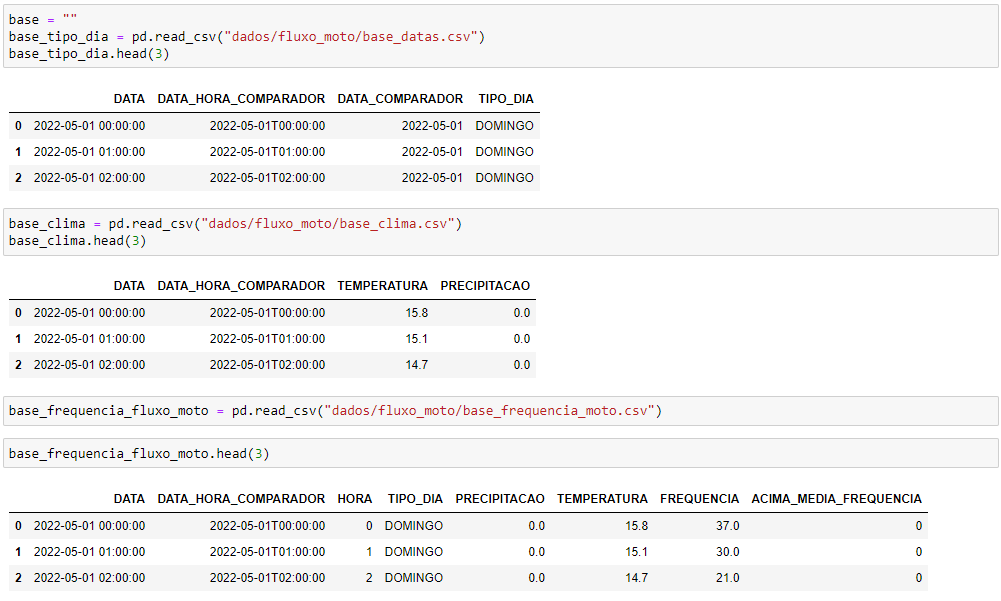


* 1. **Mesclando as Bases de Frequência de Fluxo, de Clima e de Dias**

Nesta etapa do trabalho será feito o último passo indicado na figura 15, onde os *datasets* de frequência, de dados climáticos e de dados de tipo de dia serão unidos. Para tal tarefa foi tomado o cuidado de criar a coluna “DATA\_HORA\_COMPARADOR” nos três *datasets*, assim facilitando a junção dos dados. Essa coluna contém as informações de data e hora e como essas informações não se repetem em nenhum *dataset por serem inseridos de maneira controlada via código*, essa coluna pode ser vista como uma espécie de chave primária e estrangeira, correlacionando os três *datasets* de forma bem simples.

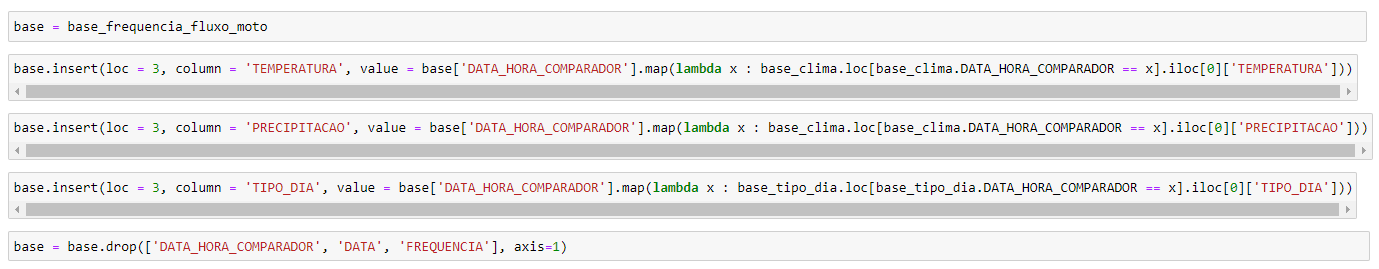
Para realizar a tarefa de unir as três base de dados, essas foram recuperadas dos arquivos CSV previamente salvos como mostra na Figura 27.

**Figura 27 – Recuperação dos três datasets dos respectivos arquivos**



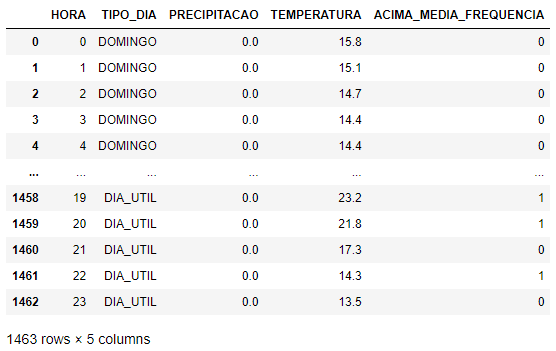
Para unir os três *datasets*, o primeiro passo foi atribuir o *dataset* de fluxos de motocicletas à uma variável chamada “*base*” e depois as colunas com os dados de temperatura, precipitação e tipo de dia foram mapeadas para o *dataset* “*base*”, como mostra na Figura 28.

**Figura 28 – Código de união dos três datasets**



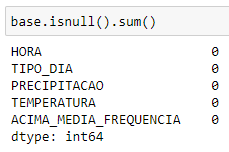
Ao final da execução do código da figura 28 gerou-se o *dataset* exibido conforme a Figura 29.

**Figura 29 – Dataset resultante com todos os dados do estudo**

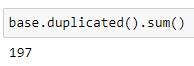


Ao final do processo de unificação dos dados, obteve-se um *dataset* com 1463 registros, onde nenhum dado nulo foi encontrado, como mostra a Figura 30, porém como mostra a Figura 31, observou-se que existem 197 registros duplicados, onde optou-se por remover esses registros, já que não existem mais referência de datas neles e os mesmos podem tonar os modelos de *Machine Learning* mais propensos ao fenômeno de *overfiting*.

**Figura 30 – Dados nulos no dataset resultante**

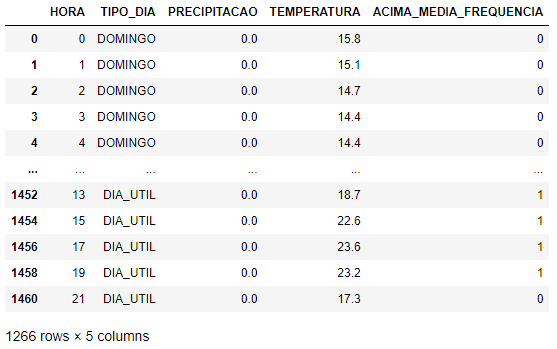
****

**Figura 31 – Dados duplicados no dataset resultante**

****

Após apagar os registros duplicados no *dataset* resultante, foi gerado o *dataset* final mostrado na Figura 32, onde o mesmo possui 1266 registros e 5 colunas de dados, sendo elas: “HORA”, “TIPO\_DIA”, “PRECIPITACAO”, “TEMPERATURA” e “ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA”. Por fim esse *dataset* foi salvo em um arquivo CSV de nome “*base\_fluxo\_motos\_tratada.csv*” para facilitar posterior recuperação.

**Figura 32 – Dataset final**



A partir do *dataset* da figura 32 foi feita a exploração dos dados e análises dos mesmos a fim de extrair informações e entender como esses dados correlacionam-se entre si, assim sendo possível perceber como influenciam na ocorrência de um fluxo de motocicletas acima ou abaixo da média no ponto de estudo.

# Análise e Exploração dos Dados

Nesta seção primeiramente procurou-se analisar as colunas individualmente a fim de entender os dados disponíveis em cada coluna do *dataset* bem como os seus balanceamentos. Por fim, foram feitas algumas correlações entre as colunas procurando possíveis padrões de influência de duas ou mais colunas na classe alvo “ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA”.

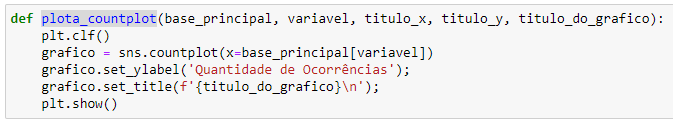
* 1. **Visualização e Análise dos Dados por Coluna**

Esta é uma análise mais simples com relação a que será apresentada na próxima seção, pois analisar as colunas de um *dataset* separadamente não possibilita a obtenção de muitos insights quanto à análise da correlação entre as colunas e a classe alvo, porém essa análise se faz necessária para perceber a base que está sendo estudada e se há alguma anomalia que possa atrapalhar os estudos posteriormente.

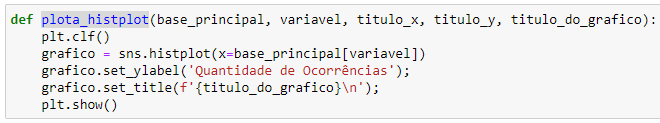
Cada coluna do *dataset* presente na figura 32 foi exibida em forma de gráficos a fim de mostrar de maneira resumida o perfil de cada campo da base, dessa forma é possível entender a dimensão das informações e se trata-se de dados desbalanceados ou balanceados, podendo avaliar assim uma possível influência negativa como por exemplo um *overfiting* nos algoritmos de *Machine Learning*.

Para desenhar os gráficos foram construídas duas funções: “*plota\_countplot*”, Figura 33 e “*plota\_histplot*”, Figura 34. Essas funções tem como finalidade formatar alguns dos gráficos que serão exibidos, não sendo utilizadas em todas as construções gráficas posteriores.

**Figura 33 – Função plota\_countplot**

****

**Figura 34 – Função plota\_histplot**

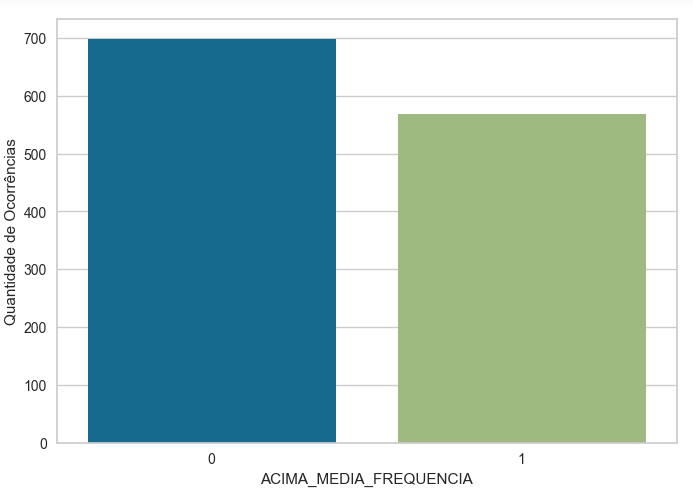


* + 1. **Coluna ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA**

Como o objetivo deste trabalho é analisar o que influencia na frequência de cruzamentos de motocicletas no ponto de estudo na cidade de Belo Horizonte, a primeira coluna analisada foi a “ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA”. Essa é uma variável categórica nominal e representa se houve uma frequência de cruzamento de motocicletas maior ou menor que a média de cruzamentos por hora no ponto estudado.

Esta é a variável alvo do estudo e de acordo com o gráfico mostrado na Figura 35, está levemente desbalanceada, contando com 750 registros abaixo da média e 603 acima da média.

**Figura 34 – Ocorrências da variável ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA**

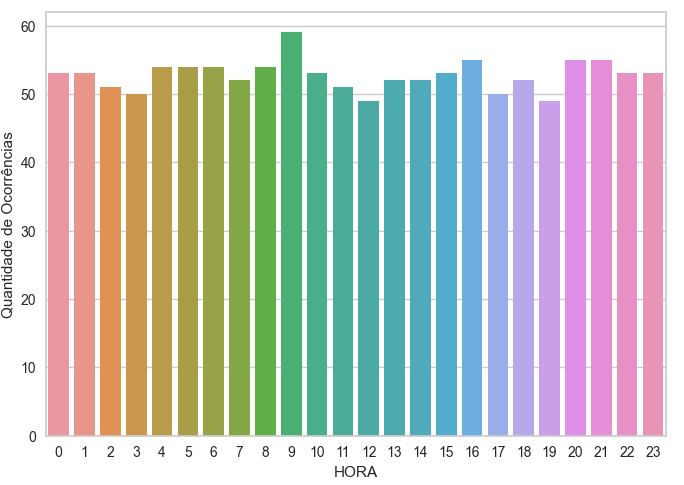


* + 1. **A Coluna HORA**

A coluna HORA representa uma variável numérica ordinal que é exatamente o valor inteiro da hora a qual se refere o registro de cruzamento de motocicletas em frente ao radar estudado. Os dados dessa coluna foi mostrado em um gráfico do tipo *countplot*, Figura 35, e percebe-se uma certa homogeneidade quando à quantidade de registros para cada horário.

Apesar do dados relativos à variável hora estarem bem equilibrados quanto ao balanceamento, os registros não apresentam a mesma quantidade para cada hora pois na etapa de limpeza dos dados foram eliminados os registros duplicados.

**Figura 35 – Ocorrências da variável HORA**

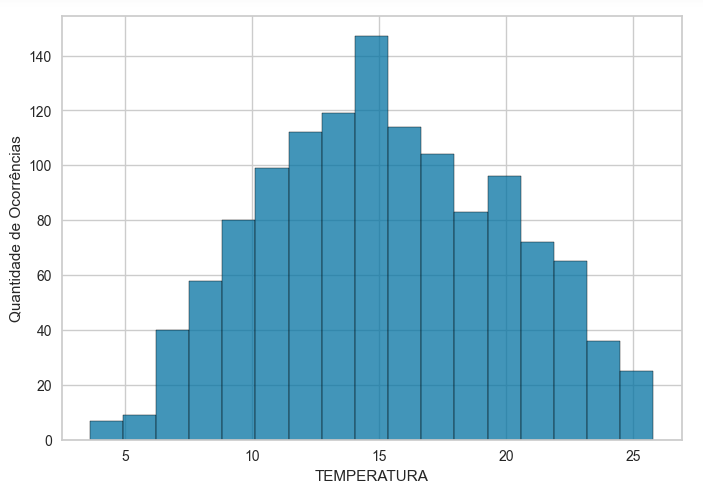
****

* + 1. **A Coluna TEMPERATURA**

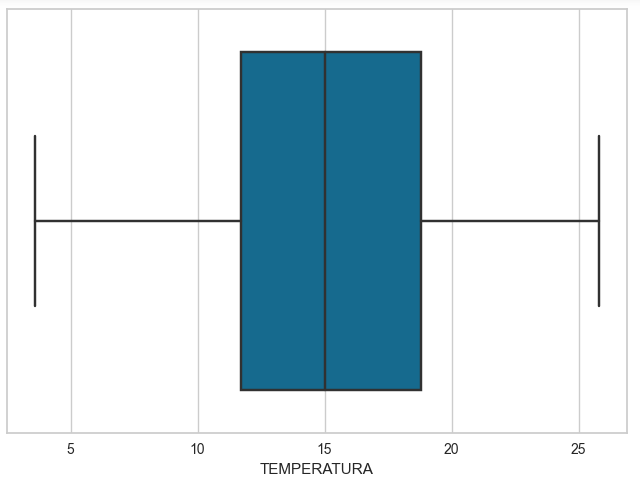
A coluna TEMPERATURA é uma variável numérica contínua e representa a temperatura na hora em que foi feita a medição da frequência de cruzamentos de motocicletas pelo ponto estudado. Para a análise da variável temperatura, construiu-se tanto um histograma, Figura 36, quanto um diagrama de caixas (*boxplot*), Figura 37, percebeu-se que não existem *outliers*.

Quanto à variável de temperatura, a mesma não se apresenta balanceada pois é uma variável continua e que varia ao longo das horas de um dia.

**Figura 36 – Ocorrências da variável TEMPERATURA**



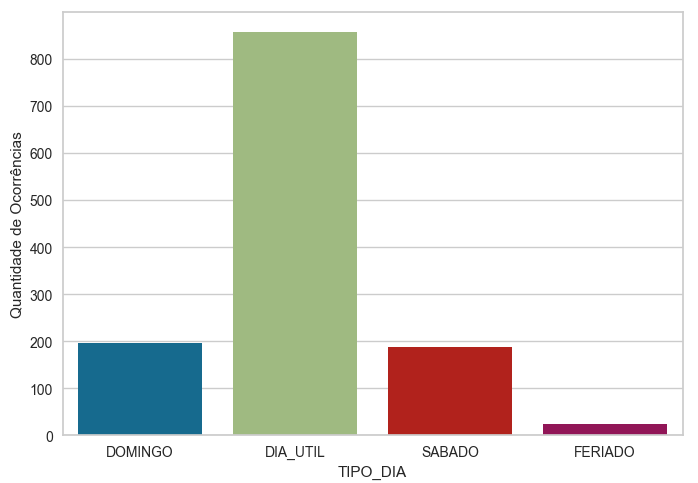
**Figura 37 – Boxplot da variável TEMPERATURA**

****

* + 1. **A Coluna TIPO\_DIA**

A coluna TIPO\_DIA é variável categórica nominal e classifica o dia da observação em dia útil, sábado, domingo ou feriado. De acordo com o gráfico de contagem de registros mostrado na Figura 38, pode-se perceber que a grande maioria dos registros foram durante dias úteis, o que já se espera pois foram observados todos os dias durantes os meses de maio e junho de 2022.

**Figura 38 – Ocorrências da variável TIPO\_DIA**



* 1. **Exploração dos Dados Correlacionando Colunas**

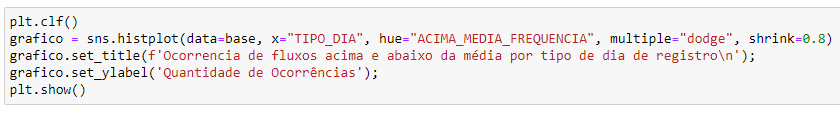
Para encontrar informações relacionadas ao tema do estudo nos dados da base apresentada na figura 32, se faz necessário correlacionar suas colunas e perceber como uma variável se comporta com a variação da outra, logo essa seção se dedica a correlacionar as colunas da base de dados desse estudo e obter pistas da influência das variáveis predecessoras na variável alvo.

* + 1. **Quantidade de Ocorrências da Variável ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA por TIPO\_DIA**

A primeira correlação feita foi da variável predecessora TIPO\_DIA e a variável alvo ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA, onde o objetivo foi explicitar a influência do tipo de dia na intensidade de fluxo de motocicletas no ponto estudado. Com a observação do gráfico construído abaixo percebe-se que apenas em dias úteis ocorrem frequências de fluxos acima da média maiores que as ocorrências de frequências abaixo da média.

Para construir um gráfico onde fosse possível correlacionar a quantidade de ocorrência de cada classe da variável alvo com relação ao tipo de dia, foi desenvolvido o código da Figura 39 que por sua vez gerou o gráfico da Figura 40.

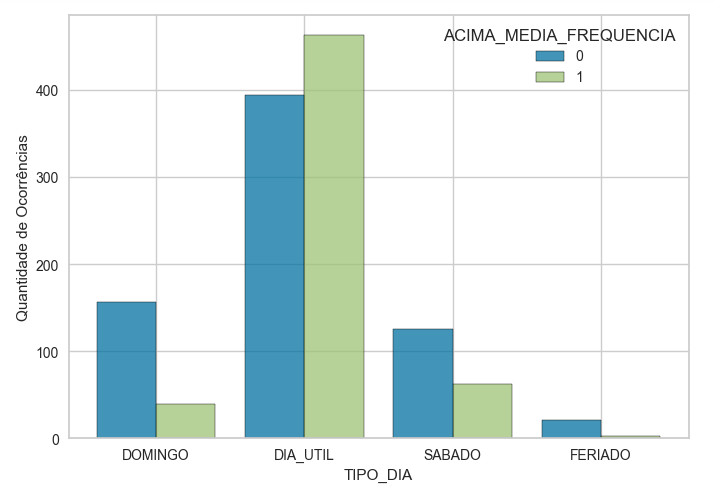
**Figura 39 – Código para correlacionar a classe alvo com a variável tipo de dia**



Onde no gráfico da figura 40 percebe-se que apenas em dias úteis ocorrem frequências de fluxos acima da média maiores que as ocorrências de frequências abaixo da média enquanto nos finais de semanas e feriados ocorre o oposto, onde ao longo dos dias ocorrem mais frequências abaixo da média que acima. Esse comportamento pode ser atribuído à atividades comerciais e o funcionamentos de diversos sistemas na cidade, onde são mais intensos em dias úteis.

Como de se esperar, a quantidade de ocorrências de frequências de cruzamento de motocicletas acima da média nos dias de sábado são maiores que nos dias de domingo, já que nos sábados tendem a funcionar algumas atividades em meio período.

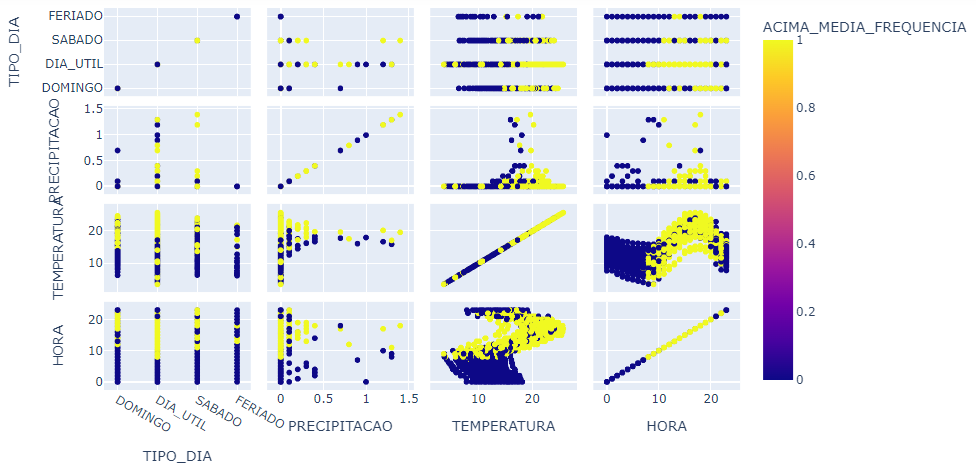
**Figura 40 – Gráfico de correlação da classe alvo com a variável tipo de dia**



* + 1. **Correlacionando Todas as Colunas com a Classe A**

Para observar em apenas um gráfico como as variáveis predecessoras influenciam na variável alvo (ACIMA\_MEDIA\_FREQUENCIA), foi construído um gráfico do tipo "*scatter\_matrix*" que pode ser visto na Figura 41.

**Figura 41 – Correlação de todas as colunas com a classe alvo**

****

No gráfico da figura 41 é possível observar que algumas variáveis influenciam mais no fato da frequência de cruzamento de motocicletas ficarem acima ou abaixo da média. O Tipo de dia quando comparado com a hora gera uma visualização gráfica bastante heterogênica quanto à variável alvo, é possível perceber tipos de dias e horários em que as frequências de cruzamentos de motocicletas ficam acima e abaixo da média. Por outro lado os dados climáticos não se mostram fontes de gráficos com bons contrastes, principalmente quando analisada somente a precipitação.

Como às variáveis predecessoras se originam das bases de dados climáticos e tipos de dia (que tem relação com horários), optou-se por fazer a mesma análise para suas respectivas variáveis, colocando-as em dois grupos, um de dados de horário e de tipo de dia e em outro grupo os dados climáticos.

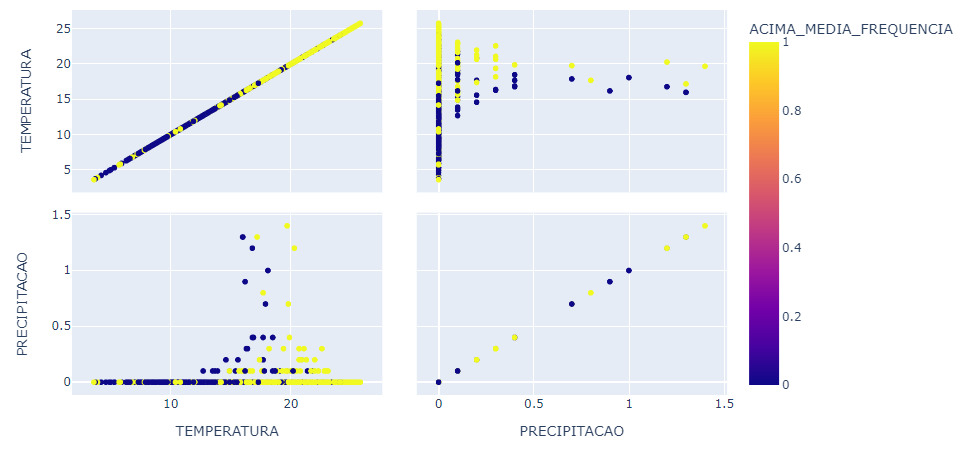
* + 1. **Exploração dos Dados Climáticos**

Para analisar apenas como os dados climáticos influenciam na variável alvo, um gráfico do tipo "*scatter\_matrix*" foi construído, Figura 42, onde pode-se observar que a variável de temperatura apresenta uma certa tendência a influenciar no fluxo de motocicletas, pois pode ser visto no gráfico um bom contraste entre as amostras acima da média e abaixo da média de frequência, portanto, mostrando que para temperaturas mais altas as frequências ficam acima da média e para temperaturas mais baixas, abaixo da média.

Os dados de precipitação por sua vez não mostram uma boa heterogeneidade quanto à variável alvo, mostrando que tanto para precipitações altas e baixas temos fluxos de motocicletas altos e baixos, o que leva a crer que independente da precipitação a maioria dos motociclistas não deixam de utilizar suas motocicletas.

Diante destas informações, pode-se observar que os dados de precipitação não tendem a influenciar de forma significativa na frequência de cruzamentos de motocicletas no ponto de estudo. Como os dados temperatura que tende a ser um fator menos influenciador no desconforto de um condutor de motocicletas consegue ainda ser melhor que a precipitação? Isso se deve ao fato da temperatura poder carregar as informações do horário, onde as madrugadas que tendem a ter menos fluxo de motocicletas também tendem a ser mais frias e os dias por volta do horário comercial, mais quentes. Assim se mostrando uma variável com certa influência na frequência de cruzamento de motocicletas quanto a sua média.

**Figura 42 – Correlação dos dados climáticos com a classe alvo**

****

* + 1. **Exploração dos Dados do Tipo de Dia e Horário**

(CONTINUAR DAQUI)

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.

1. Pandas Series é uma estrutura da biblioteca Pandas que contém um array unidimensional e possuindo índices de referência para os dados. [↑](#footnote-ref-1)