Case de Avaliação Técnica - Cumbuca

Melissa Pereira

03/2023

1. Transcrição DNA → RNA

Ao analisar o problema proposto, constatamos que cada nucleotídeo presente em uma cadeia de DNA possui um nucleotídeo correspondente em uma transcrição para RNA. A partir disto, é possível mapear cada caractere de DNA e substituí-lo pelo seu correspondente RNA.

In [ ]:

```python
def dna_transcription(dna: str) -> str:
    """
    Calcula a transcrição de um DNA (ácido desoxirribonucleico) para RNA (ácido ribonucleico).

    :param dna: Cadeia de nucleotídeos de um DNA.
    :return: A transcrição para uma cadeia de RNA.
    """
    rna_transcription = {'G': 'C', 'C': 'G', 'T': 'A', 'A': 'U'}
    rna = ''

    if not isinstance(dna, str):
        raise TypeError("O tipo da variável 'DNA' é restrito a strings.")

    try:
        for nucleotide in dna:
            rna += rna_transcription[nucleotide]
    except KeyError as k:
        raise KeyError(f"Durante a transcrição do DNA, a presença do nucleotídeo {k.args[0]} não é válida.")
    return rna
```

Para averiguar as possibilidades de erros e acertos contidos no código, podemos executar o teste unitário descrito abaixo:

In [ ]:

```python
import unittest

class TestDNATranscription(unittest.TestCase):
    def test_invalid_inputs(self):
        with self.assertRaises(TypeError):
            dna_transcription(123)
        with self.assertRaises(KeyError):
            dna_transcription('AUCGT')
        with self.assertRaises(KeyError):
            dna_transcription('\\')

    def test_valid_inputs(self):
        self.assertEqual(dna_transcription('GGCTA'), 'CCGAU')
        self.assertEqual(dna_transcription('ACTGATA'), 'UGACUAU')
        self.assertEqual(dna_transcription(''), '')


unittest.main(argv=[''], exit=False)
```

```
..
----------------------------------------------------------------------
Ran 2 tests in 0.006s

OK
```

Out[ ]:

```
<unittest.main.TestProgram at 0x214ac36f790>
```

2. Momentos Estatísticos

Podemos entender o k-ésimo momento amostral e o momento central como duas medidas estatísticas comumente utilizadas para descrever as propriedades de uma distribuição de dados. Sendo:

- O k-ésimo momento amostral uma medida que descreve a tendência central de uma distribuição de dados e pode ser definido como a média aritmética das potências k para cada observação na amostra.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^k$$

- E o momento central uma medida que descreve a forma da distribuição em relação à sua média simples. O k-ésimo momento central é calculado a partir dos desvios em relação à média elevados à k-ésima potência. Onde a média $\overline{x}$ é o primeiro momento amostral (k=1), equivalente à uma média aritmética simples das amostras.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^k$$

In [ ]:

```python
import statistics

def statistical_moments(samples: list[float], k: int, central: bool) -> float:
    """
    Calcula o momento amostral ou momento central de ordem k de uma lista de amostras.

    :param samples: Lista de amostras.
    :param k: K-ésimo momento a ser calculado.
    :param central: Indica se o momento central deve ser calculado (True) ou não (False).
    :return: O valor do momento amostral ou momento central de ordem k.
    """
    if not samples:
        raise ValueError("A lista de amostras não pode ser vazia.")

    moment, central_moment = 0.0, 0.0

    mean = statistics.mean(samples)  # primeiro momento amostral

    for sample in samples:
        moment += sample ** k
        central_moment += (sample - mean) ** k

    moment /= len(samples)
    central_moment /= len(samples)

    return central_moment if central else moment
```

Para verificar a assertividade dos cálculos no código, podemos executar o teste unitário descrito abaixo:

In [ ]:

```python
class TestStatisticalMoments(unittest.TestCase):
    def test_invalid_inputs(self):
        with self.assertRaises(ValueError):
            statistical_moments([], k=1, central=False)

    def test_moments(self):
        self.assertEqual(statistical_moments([1, 2, 3], k=1, central=False), 2)
        self.assertEqual(statistical_moments([1, 2, 3, 4], k=2, central=False), 7.5)

    def test_central_moments(self):
        self.assertEqual(statistical_moments([1, 2, 3, 4], k=1, central=True), 0)
        self.assertEqual(statistical_moments([1, 2, 3, 4], k=2, central=True), 1.25)


unittest.main(argv=[''], exit=False)
```

```
.....
----------------------------------------------------------------------
Ran 5 tests in 0.007s

OK
```

Out[ ]:

```
<unittest.main.TestProgram at 0x214ad135a30>
```

3. Processando e Explorando Dados em um Banco Relacional

Com o uso da biblioteca *nyclfights13*, que contém informações sobre os voos que passaram pela cidade de Nova Iorque em 2013, foi possível responder às perguntas apresentadas na seção 3 do desafio. Antes do desenvolvimento das soluções, os dados precisaram ser manipulados e limpos para que os resultados fossem precisos e condizentes com as expectativas.

Além disso, apesar do banco de dados não seguir a estrutura convencional de um RDS, já que se apresenta através de *Python Pandas.DataFrames*, a lógica para o desenvolvimento das soluções foi criada em cima de uma estrutura em **ANSI-SQL**. Com isso, o raciocínio pôde ser facilmente replicado em um código em *Python* com base em estruturas de dataframes.

O desenvolvimento das questões em ANSI-SQL pode ser encontrado no arquivo "*ansi_sql_sec3_solutions*".

In [ ]:

```python
import datetime
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from nycflights13 import flights, airports, planes, airlines
```

In [ ]:

```python
# criando uma variável que indique o atraso total de um vôo (partida + desembarque)
flights['total_delay'] = flights['dep_delay'] + flights['arr_delay']
flights['total_delay'].fillna(0, inplace=True)

# tirando o timestamp das horas
flights['time_hour'] = pd.to_datetime(flights['time_hour']).dt.date
```

In [ ]:

```python
def format_time(timestamp: float) -> str:
    """
    Formata para o padrão HH:MM um tempo dado que é apresentado como
    HHMM, HMM, HM em formato de ponto flutuante (Float).

    :param timestamp: Um tempo (Float) nos formatos HHMM, HMM, HM.
    :return: Um tempo formatado no padrão HH:MM.
    """
    if timestamp == 0:
        return datetime.time(0, 0).strftime('%H:%M')
    elif timestamp < 100:
        time_str = '0' + str(int(float(timestamp)))
    else:
        time_str = str(int(float(timestamp)))

    if len(time_str) == 4:
        if time_str[:2] == '24':
            time_obj = datetime.time(0, int(time_str[2:]))
        else:
            time_obj = datetime.time(int(time_str[:2]), int(time_str[2:]))
    elif len(time_str) == 3:
        time_obj = datetime.time(int(time_str[:1]), int(time_str[2:]))
    else:
        time_obj = datetime.time(int(time_str[:1]), int(time_str[1:]))

    return time_obj.strftime('%H:%M')
```

In [ ]:

```python
# formata para o padrão de tempo HH:MM, o tempo de chegada ao aeroporto de destino.
flights['arr_time'].fillna(0, inplace=True)
flights['arr_time'] = flights['arr_time'].apply(format_time)
flights['arr_hour'] = pd.to_datetime(flights['arr_time']).dt.hour  # nova coluna para armazenar as horas de chegada ao aeroporto.
```

3.1. Média e Desvio Padrão Móveis dos Atrasos

In [ ]:

```python
# função auxiliar para manter o objetivo de programação funcional
def generate_date_interval(start_date: str, end_date: str) -> list:
    """
    Gera uma lista de datas contidas num intervalo, seguindo o formato: YYYY-MM.

    :param start_date: Data inicial do intervalo.
    :param end_date: Data final do intervalo.
    :return: uma lista de datas contidas no intervalo.
    """
    date = pd.date_range(start_date, end_date, freq='MS')

    return pd.to_datetime(date, format="%Y-%m")
```

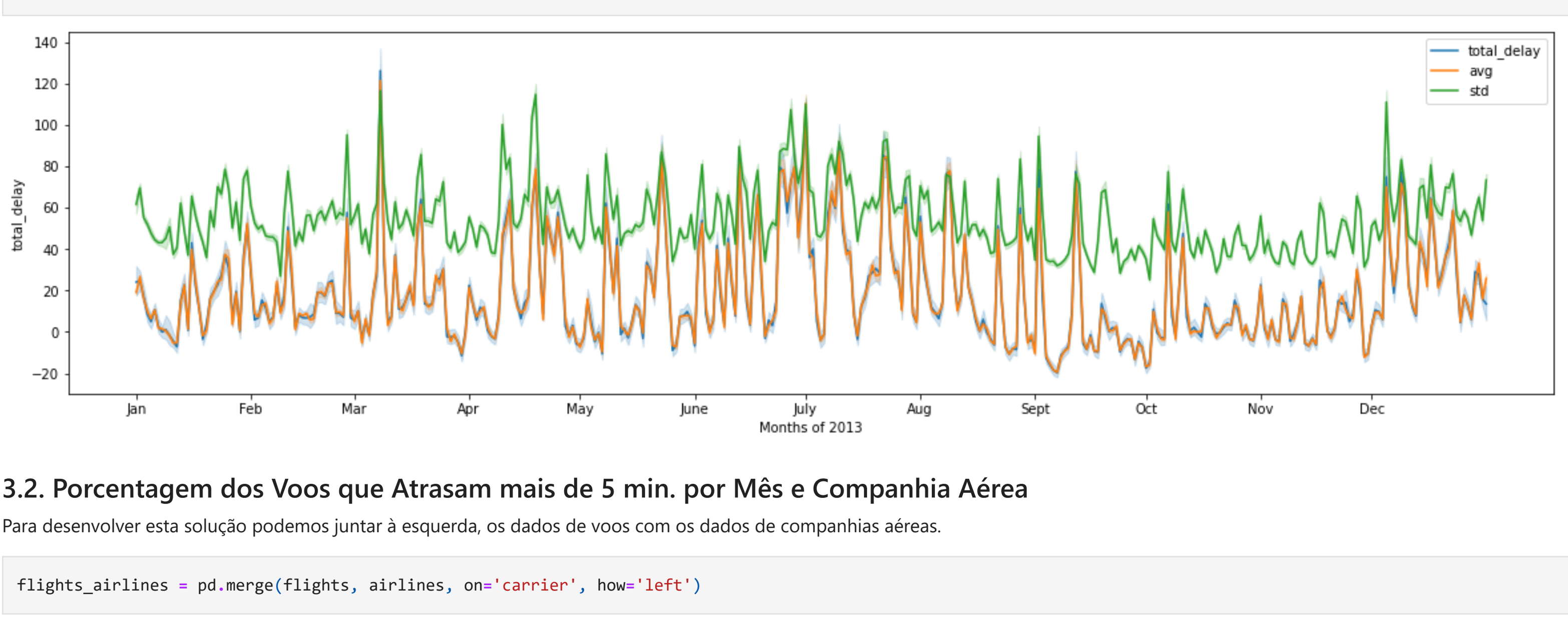
In [ ]:

```python
def rolling_avg_std(df: pd.DataFrame, time_column: str, column: str, period: int):
    """
    Plota um gráfico com o valor real, a média móvel e desvio padrão móvel em uma série temporal dado uma coluna escolhida.

    :param df: Dados que contém as informações de tempo e coluna para os cálculos.
    :param time_column: Nome da coluna que possui as informações de tempo.
    :param column: Nome da coluna a ser calculada a média e desvio padrão.
    :param period: Tamanho da janela móvel.
    :return: Um gráfico com as informações de valor real, média móvel e desvio padrão móvel.
    """
    df[f'{period}day_rolling_avg'] = df[column].rolling(window=period).mean()
    df[f'{period}day_rolling_std'] = df[column].rolling(window=period).std()

    plt.figure(figsize=(20, 5))
    sns.lineplot(x = time_column,
                 y = column,
                 data = df,
                 label = column)
    sns.lineplot(x = time_column,
                 y = f'{period}day_rolling_avg',
                 data = df,
                 label = 'avg')
    sns.lineplot(x = time_column,
                 y = f'{period}day_rolling_std',
                 data = df,
                 label = 'std')

    plt.xlabel(f'Months of 2013')
    pos = generate_date_interval(f'2013-01-01', f'2013-12-01')
    lab = ['Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'June', 'July', 'Aug', 'Sept', 'Oct', 'Nov', 'Dec']

    plt.xticks(pos, lab)
    plt.ylabel(column)

    plt.legend()
    plt.show()
```

Com as funções acima e as colunas do dataframe ['time_hour'] e ['total_delay'] indicando, respectivamente, a data de decolagem e o atraso total dos voos *(partida + desembarque)*, podemos plotar um gráfico de série temporal comparando os valores reais, a média móvel e o desvio padrão móvel na janela de 30 dias.

In [ ]:

```python
rolling_avg_std(flights, time_column='time_hour', column='total_delay', period=30)
```



3.2. Porcentagem dos Voos que Atrasam mais de 5 min. por Mês e Companhia Aérea

Para desenvolver esta solução podemos juntar à esquerda, os dados de voos com os dados de companhias aéreas.

In [ ]:

```python
flights_airlines = pd.merge(flights, airlines, on='carrier', how='left')
```

Agrupando esta união pelo mês do voo e nome das companhias aéreas, para calcular o número de voos e o total de atrasos para cada agrupamento.

In [ ]:

```python
result = flights_airlines.groupby(['month', 'name'], sort=False).agg(
    flights=('flight', 'count'),
    delayed_mt_5=('total_delay', lambda x: (x > 5).sum())
)

# Cálculo do percentual de voos com atraso acima de 5 minutos agrupados por mês e companhia aérea
result['percentage_delays'] = (result['delayed_mt_5'] / result['flights']) * 100
result = result.reset_index()
```

Com isso, obtemos os valores percentuais em uma tabela apresentada abaixo:

In [ ]:

```python
result
```

Out[ ]:

	month	name	flights	delayed_mt_5	percentage_delays
0	1	United Air Lines Inc.	4637	1729.0	37.287039
1	1	American Airlines Inc.	2794	841.0	30.100215
2	1	JetBlue Airways	4427	1610.0	36.367743
3	1	Delta Air Lines Inc.	3690	805.0	21.815718
4	1	ExpressJet Airlines Inc.	4171	2085.0	49.988012
...	...	...	...	...	...
180	9	Endeavor Air Inc.	1540	342.0	22.207792
181	9	Hawaiian Airlines Inc.	25	1.0	4.000000
182	9	Frontier Airlines Inc.	58	21.0	36.206897
183	9	Mesa Airlines Inc.	42	13.0	30.952381
184	9	SkyWest Airlines Inc.	20	1.0	5.000000

185 rows × 5 columns

Para obter o pior mês do ano, considerando portanto que isso signifique possuir o maior atraso, da empresa *Delta Air Lines Inc.*, podemos executar:

In [ ]:

```python
max_idx = result.loc[result['name'] == 'Delta Air Lines Inc.', 'percentage_delays'].idxmax()
# result.loc[max_idx, 'month']  # para obter apenas o mês
result.iloc[max_idx]  # obtém toda a linha referente ao pior mês
```

Out[ ]:

```
month                                  7
name                 Delta Air Lines Inc.
flights                             4251
delayed_mt_5                      1751.0
percentage_delays              41.190308
Name: 143, dtype: object
```

3.3. Quantidade de Aviões Distintos e Voos Realizados por Fabricante

De forma semelhante à lógica da sessão acima, podemos juntar à esquerda, os dados de voos com os dados de aviões. Agrupando esta união pelo fabricante e calculando o número de aviões distintos e o total de vôos para cada agrupamento.

In [ ]:

```python
flights_planes = pd.merge(flights, planes, on='tailnum', how='left')

result = flights_planes.groupby(['manufacturer']).agg(
    planes=('tailnum', lambda x: x.nunique()),
    flights=('flight', 'count')
).reset_index()
```

Com isso, obtemos os valores mostrados na tabela apresentada abaixo:

In [ ]:

```python
result
```

Out[ ]:

	manufacturer	planes	flights
0	AGUSTA SPA	1	32
1	AIRBUS	336	47302
2	AIRBUS INDUSTRIE	400	40891
3	AMERICAN AIRCRAFT INC	2	42
4	AVIAT AIRCRAFT INC	1	18
5	AVIONS MARCEL DASSAULT	1	4
6	BARKER JACK L	1	252
7	BEECH	2	47
8	BELL	2	65
9	BOEING	1630	82912
10	BOMBARDIER INC	368	28272
11	CANADAIR	9	1594
12	CANADAIR LTD	1	103
13	CESSNA	9	658
14	CIRRUS DESIGN CORP	1	291
15	DEHAVILLAND	1	63
16	DOUGLAS	1	22
17	EMBRAER	299	66068
18	FRIEDEMANN JON	1	63
19	GULFSTREAM AEROSPACE	2	499
20	HURLEY JAMES LARRY	1	17
21	JOHN G HESS	1	3
22	KILDALL GARY	1	51
23	LAMBERT RICHARD	1	54
24	LEARJET INC	1	19
25	LEBLANC GLENN T	1	40
26	MARZ BARRY	1	44
27	MCDONNELL DOUGLAS	120	3998
28	MCDONNELL DOUGLAS AIRCRAFT CO	103	8932
29	MCDONNELL DOUGLAS CORPORATION	14	1259
30	PAIR MIKE E	1	25
31	PIPER	5	162
32	ROBINSON HELICOPTER CO	1	286
33	SIKORSKY	1	27
34	STEWART MACO	2	55

Para obter a fabricante com menos voos realizados, podemos executar:

In [ ]:

```python
min_idx = result['flights'].idxmin()
# result.loc[min_idx, 'manufacturer']  # para obter apenas o nome da fabricante

result.iloc[min_idx]  # obtém toda a linha referente à fabricante
```

Out[ ]:

```
manufacturer    JOHN G HESS
planes                    1
flights                   3
Name: 21, dtype: object
```

3.4. Empresa que mais Realizou Voos com Aviões da *Airbus*

Novamente juntamos à esquerda, os dados de voos com os dados de aviões e companhias áreas. Desta vez filtrando apenas os dados relativos à fabricante *Airbus* e por fim, calculando o total de voos realizados para que seja possível filtrar pela companhia área que mais realizou os voos com esta fabricante.

In [ ]:

```python
flights_planes_airl = flights_planes.merge(airlines, on='carrier', how='left')
airbus_only = flights_planes_airl.loc[flights_planes_airl['manufacturer'] == 'AIRBUS']  # filtrando para aviões apenas da airbus

result = airbus_only.groupby(['name'])['flight'].count()  # calculando o total de voos realizados
result.loc[result == result.max()]  # exibindo apenas empresa que mais realizou voos da fabricante
```

Out[ ]:

```
name
JetBlue Airways    29596
Name: flight, dtype: int64
```

3.5. Quantidade de Voos que os Aeroportos receberam entre 18h00 e 22h00 no dia 03-Março

In [ ]:

```python
# variáveis globais para definição do intervalo de horas e data
HOUR_INTERVAL= [18, 22]  # sendo [hora inicial, final]
DATE = [3, 3]  # sendo [dia, mês]
```

Definindo que, receber um voo é proporcional ao local do desembarque, podemos desenvolver uma solução.
Ajustamos o nome da variável *dest*, referente ao aeroporto de desembarque do voo, para *faa*, para que seja possível juntarmos à esquerda, os dados de voos com os dados de aeroportos. Filtramos os dados para o intervalo de horas e data escolhidos e, calculamos o total de voos desembarcados em cada aeroporto.

In [ ]:

```python
flights = flights.copy()
flights.rename(columns={'dest': 'faa'}, inplace=True)
flights_airports = pd.merge(flights, airports, on='faa', how='left')

airports_range = flights_airports.loc[(flights_airports['day'] == DATE[0]) &
                                      (flights_airports['month'] == DATE[1]) &
                                      (flights_airports['arr_hour'].between(HOUR_INTERVAL[0], HOUR_INTERVAL[1]))]

airports_range = airports_range.groupby(['name'])['flight'].count()
```

Chegando ao resultado:

In [ ]:

```python
airports_range
```

Out[ ]:

```
name
Akron Canton Regional Airport    1
Albany Intl                      1
Austin Bergstrom Intl            3
Baltimore Washington Intl        2
Birmingham Intl                  1
                                ..
Tulsa Intl                       1
Washington Dulles Intl           5
Will Rogers World                1
William P Hobby                  1
Yeager                           1
Name: flight, Length: 73, dtype: int64
```

4. Bibliografia

Os conceitos aplicados na seção 2. têm base em informações contidas nas seguintes fontes bibliográficas:

- CAMBIO, L. F. Estatística Descritiva: Conceitos Básicos. Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, 2021. Disponível em: http://leg.ufpr.br/~lucambio/CE050/20211S/Cap02.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.
- OLIVEIRA, M. M. de; PEREIRA, M. A. Estatística Descritiva. Escola de Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. Disponível em: https://www.est.ufmg.br/~marcosop/est031/aulas/Capitulo_7_1.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.
- HOFFMANN, L. S. M. Estimação de Parâmetros. Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: https://www.ime.usp.br/~ligiahr/MAE0229/aula_estimacao1_2parte.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.