

# ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA UTILIZANDO DADOS DE VIAGENS DE BICICLETA

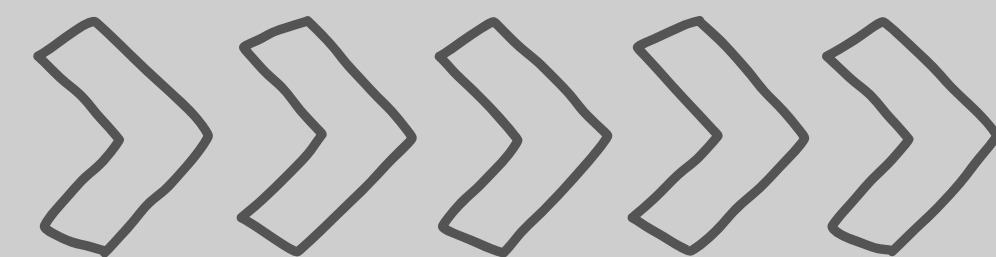


UNESP – Bauru

Bacharelado em Ciência da Computação

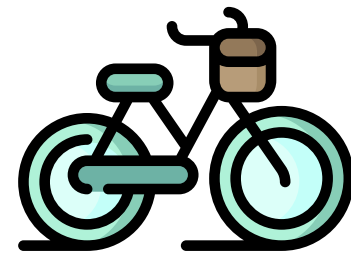
Luca Melo Munekata – RA: 211025135

Orientador: Prof. Dr. Higor Amario de Souza



# INTRODUÇÃO

# Introdução



## Mobilidade urbana ativa

- Ganho de relevância
- Impacto no **planejamento urbano** (GERIKE et al., 2020)
- Trânsito, poluição, saúde, qualidade de vida (SARAGIOTTO, 2020)



## Aplicativos de monitoramento

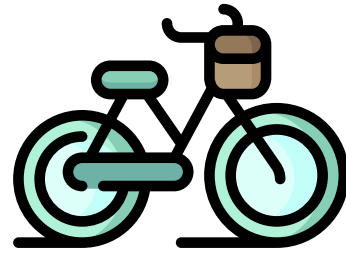
- Popularização de dispositivos móveis
- **Remodelamento da experiência** de locomoção
- Interação com outros usuários



## Grande volume de dados

- Viagens geram **grande quantidade de dados**
- Dados podem ser utilizados para realizar análises

# Problemática



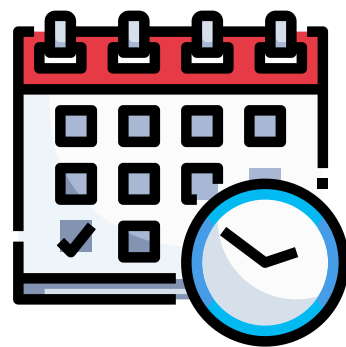
## Incentivos para o aumento de ciclistas

- Empecilhos para serem justificados
- Limitações na infraestrutura cicloviária
- Segurança na cidade



## Dados para implementação de Políticas Públicas

- **Políticas Públicas Baseadas em Evidências** (PPBEs)
- Uso de pesquisa, avaliação, análise e métodos científicos para auxiliar o processo de tomada de decisão (LUM; KOPER, 2024)



## Disponibilidade de dados

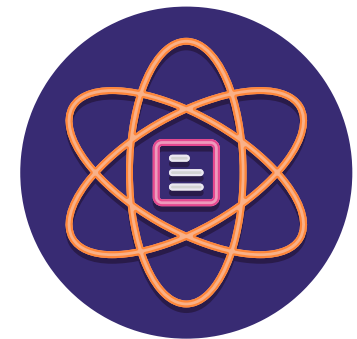
- **Frequência de atualização de dados**
- Pesquisas demandam muito tempo (OD17)
- Possibilidade de resultados em menores intervalos

# Justificativa



## Relevância dos dados para o estudo da mobilidade

- **Volume, variedade, variabilidade**
- Necessidade de tratamento, processamento, integração, visualização (TORRE-BASTIDA et al., 2018)



## Ciência de Dados

- Realização das tarefas de maneira rápida e eficiente
- Reconhecimento de **padrões** e **tendências**
- **Geolocalização** de dados



## Desenvolvimento da ferramenta

- Possibilidade de análises gerais e específicas
- **Órgãos públicos** também possuem acesso aos dados
- Atualizações frequentes

# Objetivos

## Geral

Desenvolver uma ferramenta capaz de produzir análises de mobilidade entre ciclistas usuários do aplicativo de dados de viagens de bicicleta na cidade de São Paulo, com potencial para colaborar com a implantação de políticas públicas para mobilidade ativa.

## Específicos

Analisar e identificar e locais com **maior e menor circulação** de ciclistas.

**Caracterização** de usuários do aplicativo de dados de viagens de bicicleta e suas atividades.

Observar **particularidades** na mobilidade ativa urbana, em **diferentes granularidades** espaciais.

Identificar locais nos quais a **melhoria da infraestrutura urbana** pode beneficiar a prática do ciclismo.

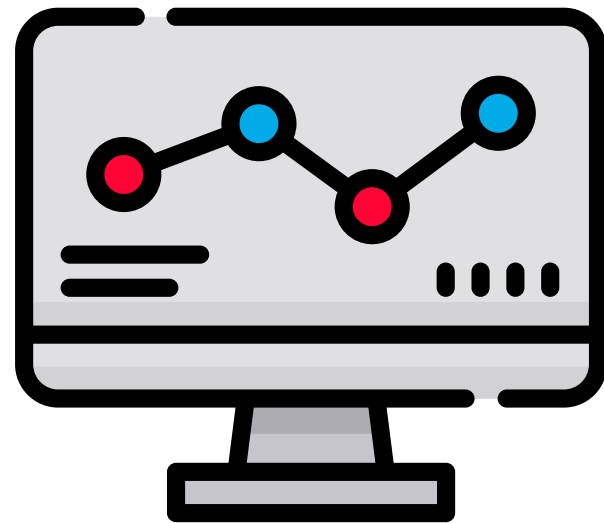
**Comparar padrões de deslocamento** atuais com pesquisas anteriores realizadas na cidade.





# **METODOLOGIA**

# Métodos de Pesquisa



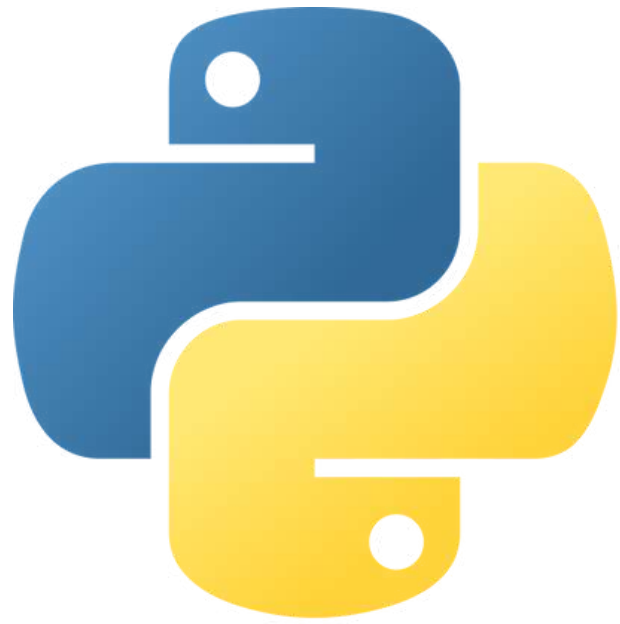
**Estatística Descritiva**



**Análise Geoespacial**



# Tecnologias e Ferramentas



**Python**



**Jupyter Notebooks**



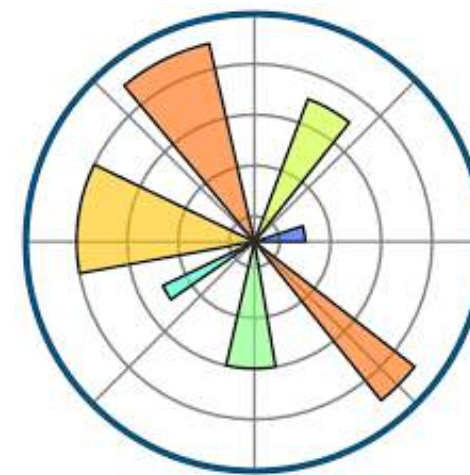
**Pandas**



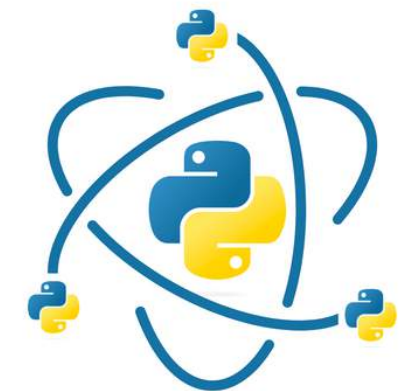
**Geopandas**



**Folium**

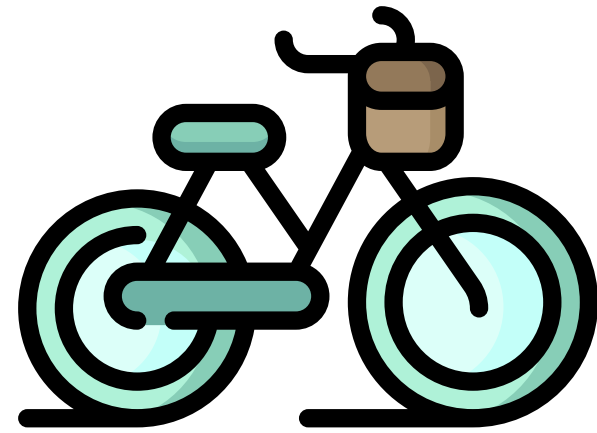


**Matplotlib**



**Ipywidgets**

# Bases de dados



**Viagens de  
Ciclistas**



**Limites  
Administrativos**



**Infraestrutura  
Cicloviária**



**Origem e  
Destino**

**PESQUISA  
ORIGEM  
DESTINO  
2017**   
50 ANOS



**Dados  
Populacionais**

# Tratamento de dados

- Identificação e tratamento de valores discrepantes

1. Intervalo / Amplitude Interquartil

- $IIQ = Q3 - Q1$

2. Definição dos limites superior e inferior

- $LS = Q3 + 1,5 * IIQ$

- $LI = Q1 - 1,5 * IIQ$

IIQ: 2.915

Limite Inferior: -0.1125

Limite Superior: 11.5475

% de Outliers: 1.5237%

Média dos valores válidos: 5.580371021315769

# Tratamento de dados

- **Manipulação/Remoção de Colunas**

- 1. **Manipulação de colunas**

- **Granularidade temporal**: horária => mensal
    - **Sentido das viagens**
    - **Soma de colunas correspondentes**

- 2. **Remoção de colunas**

- **Colunas desnecessárias ou irrelevantes**

- 3. **Ganho de armazenamento e tempo**

- **Cerca de 43% de redução de armazenamento**
    - **Cerca de 60% de redução nos tempos de leitura**

# Desenvolvimento das Análises

## Análises das características



### Manipulação de dados tabulares

- Características das viagens
  - Total e tipo de viagens
  - Período do dia
- Características dos usuários
  - Gênero
  - Idade



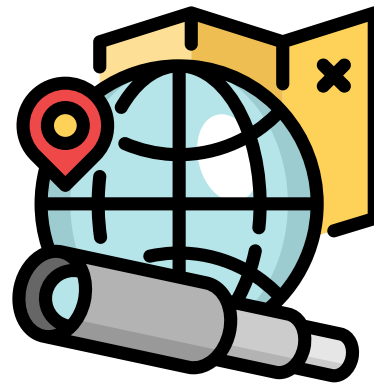
### Visualização

- Gráficos de setores
- Gráficos de série temporal
- Matrizes de Correlação de Pearson

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

# Desenvolvimento das Análises

## Análises Geoespaciais



### Manipulação de dados geolocalizados

- Distribuição das viagens
  - Localidades mais populares
  - Concentração de viagens X Infraestrutura cicloviária
  - Aplicação de filtros
- Divisão em sub-regiões administrativas
  - Zonas OD / Distritos / Subprefeituras
  - Especificidade nas análises



### Visualização

- Técnicas de mapeamento
- Mapas coropléticos
- Arestas e Hexágonos



# RESULTADOS





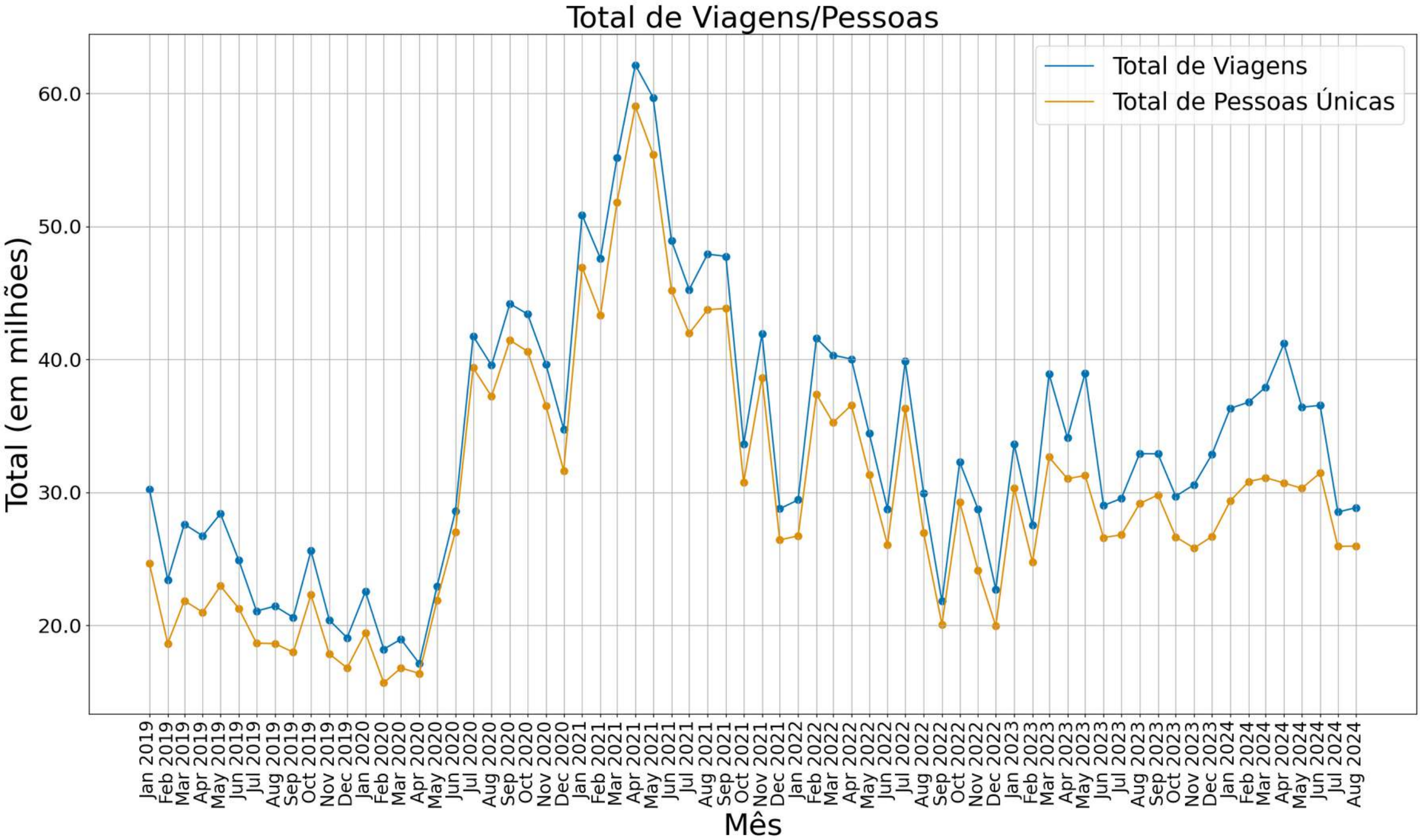


# **RESULTADOS**

**Análises das Características**

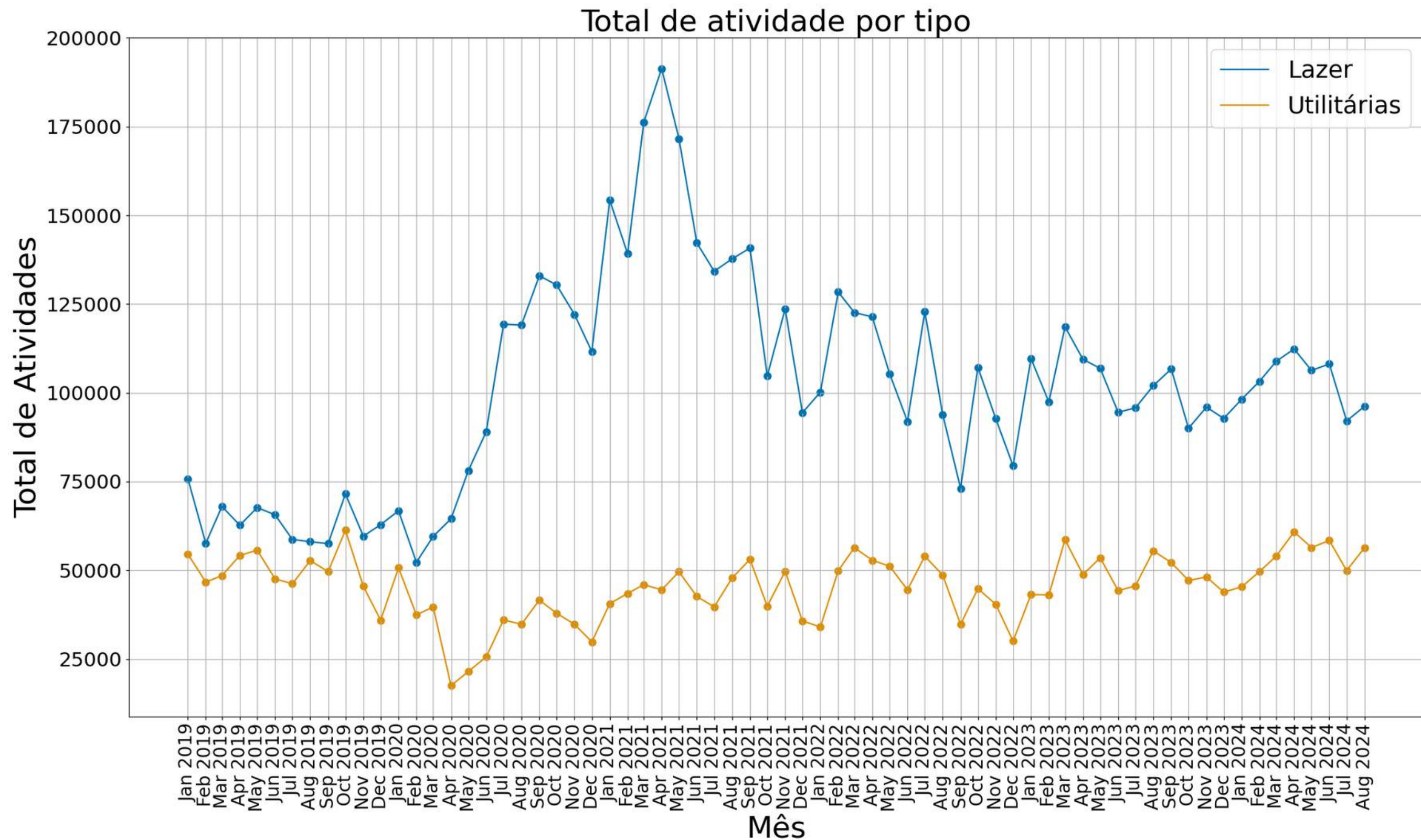
Análise das Características

# Visão Geral



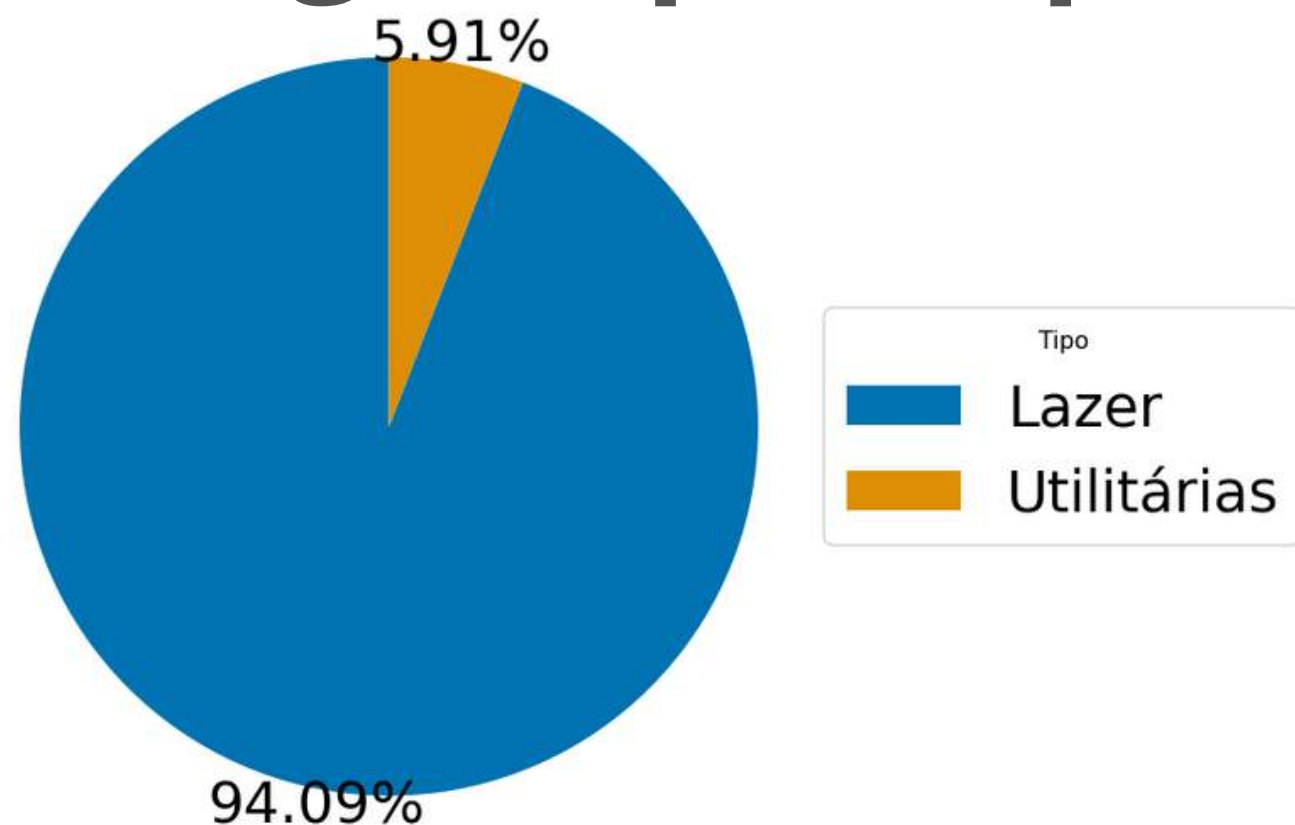


# Tipo de Atividades

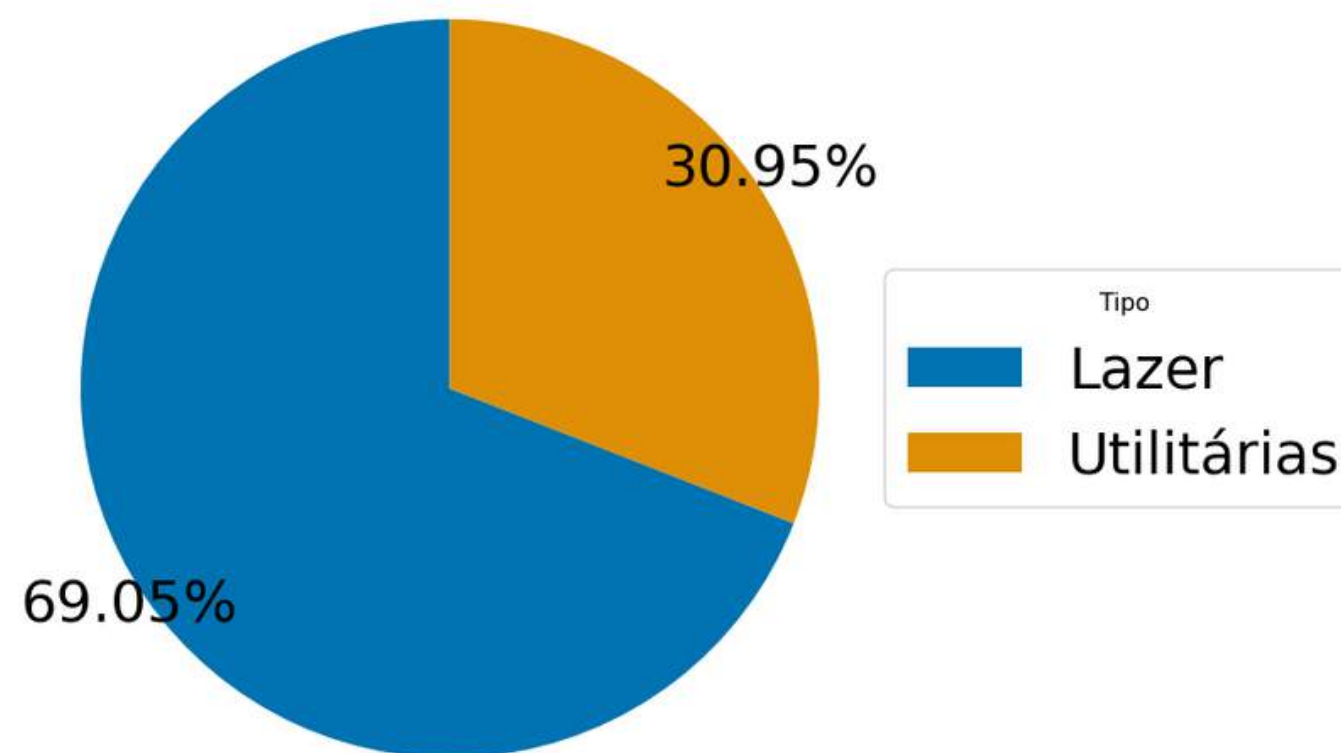


# Tipo de Viagens/Atividades

## Viagens por Tipo

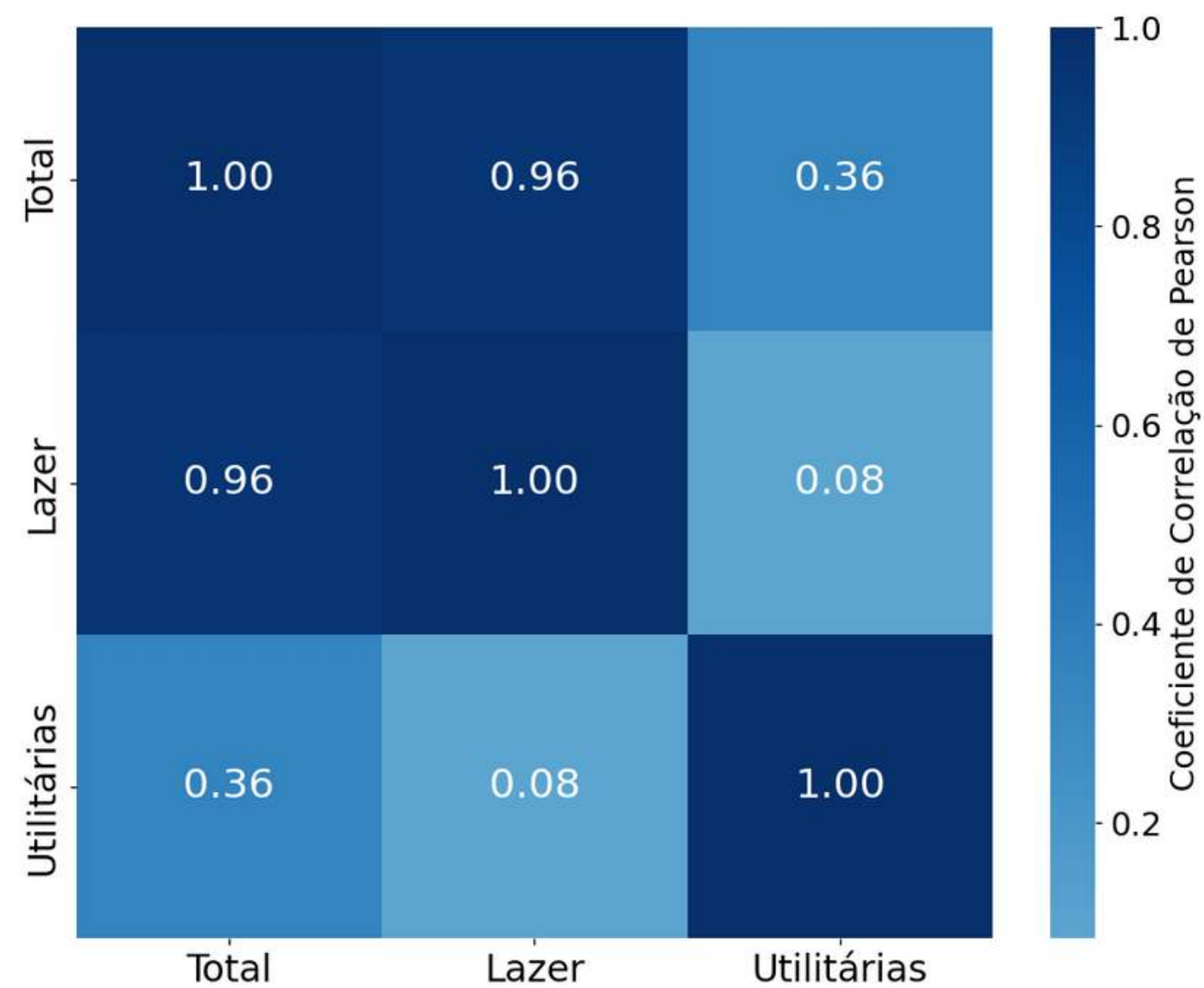


## Atividades por Tipo



# Análise das Características

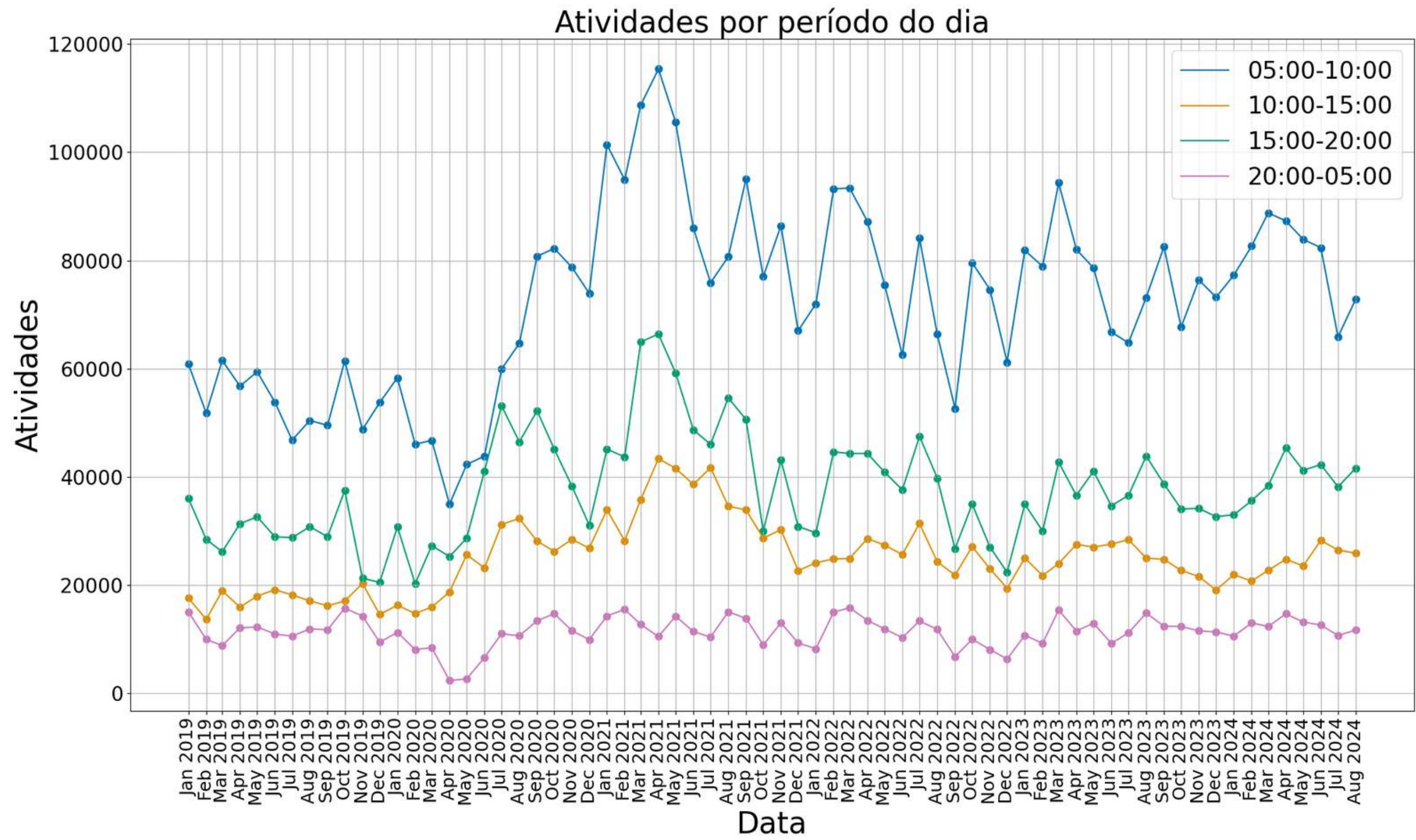
## Tipo de Atividades



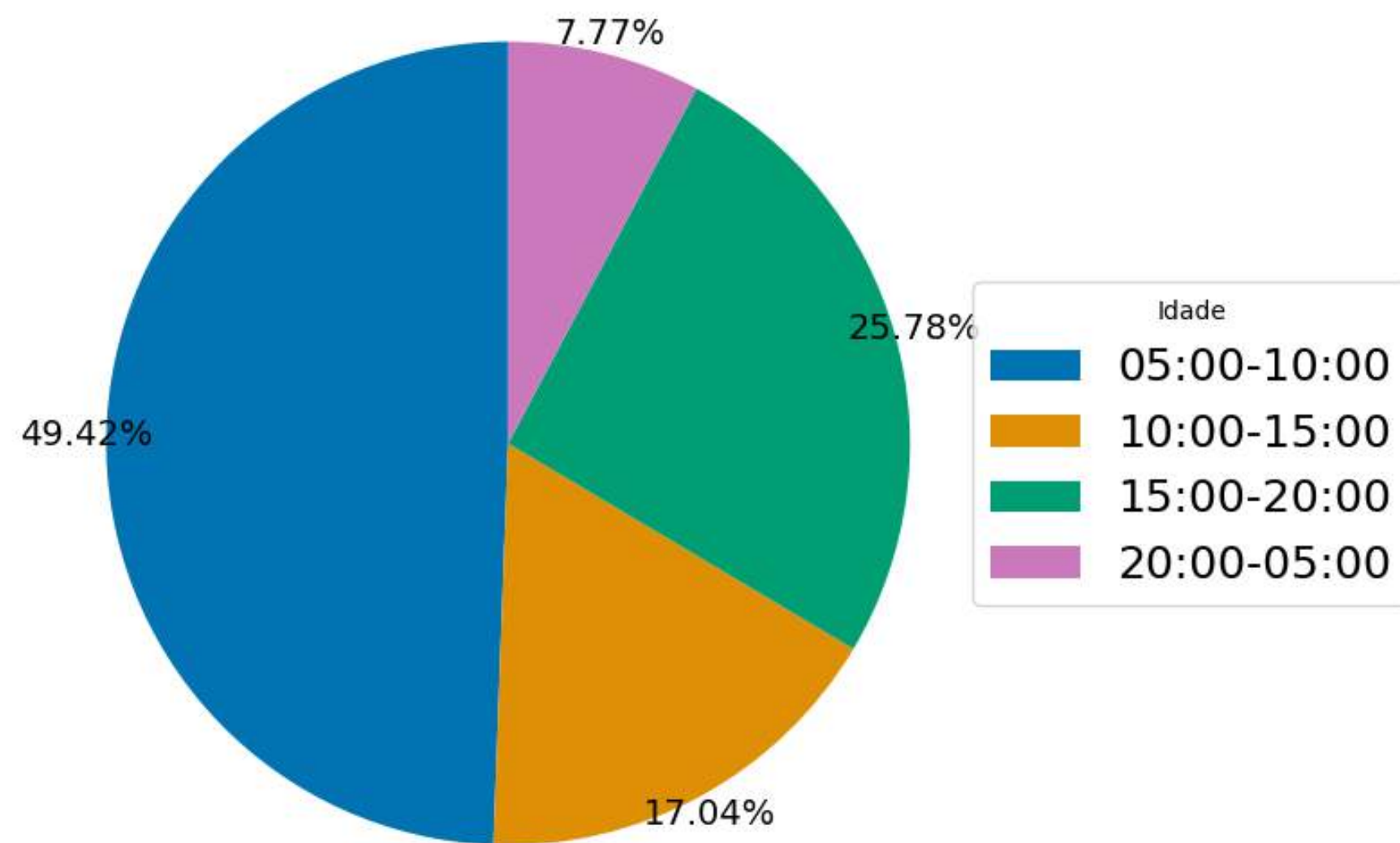


Análise das Características

# Período do dia



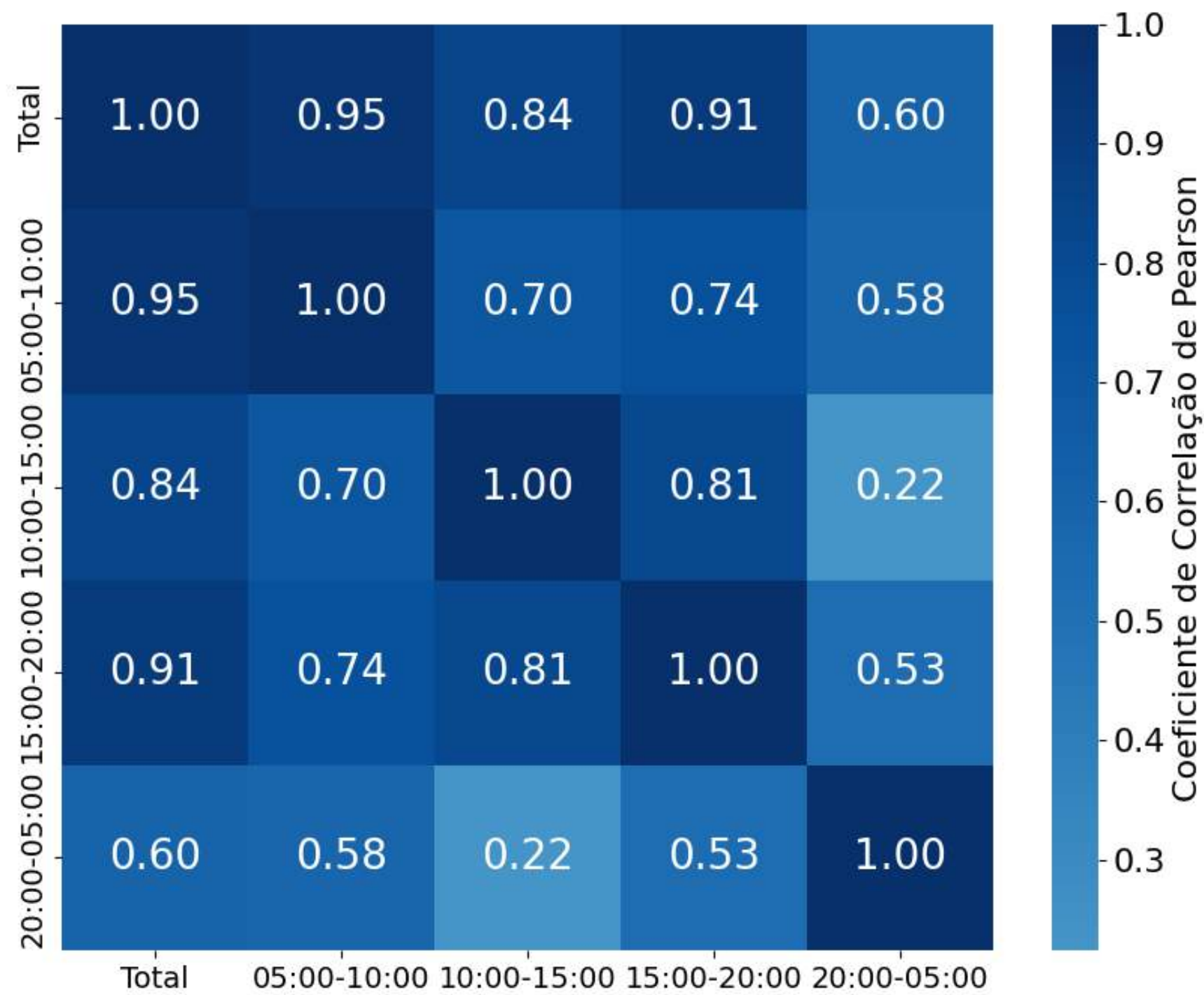
# Período do dia





Análise das Características

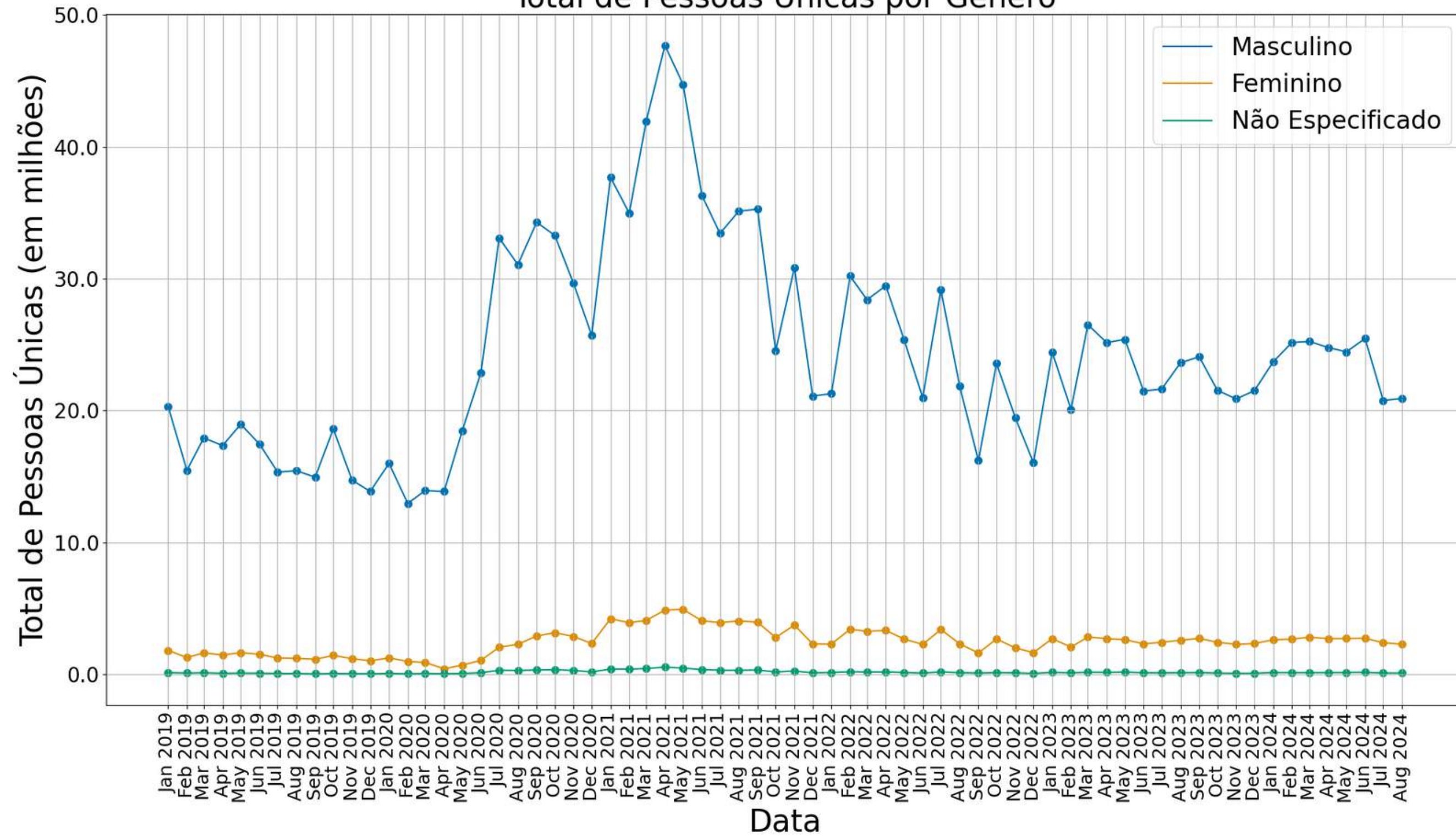
# Período do dia



# Análise das Características

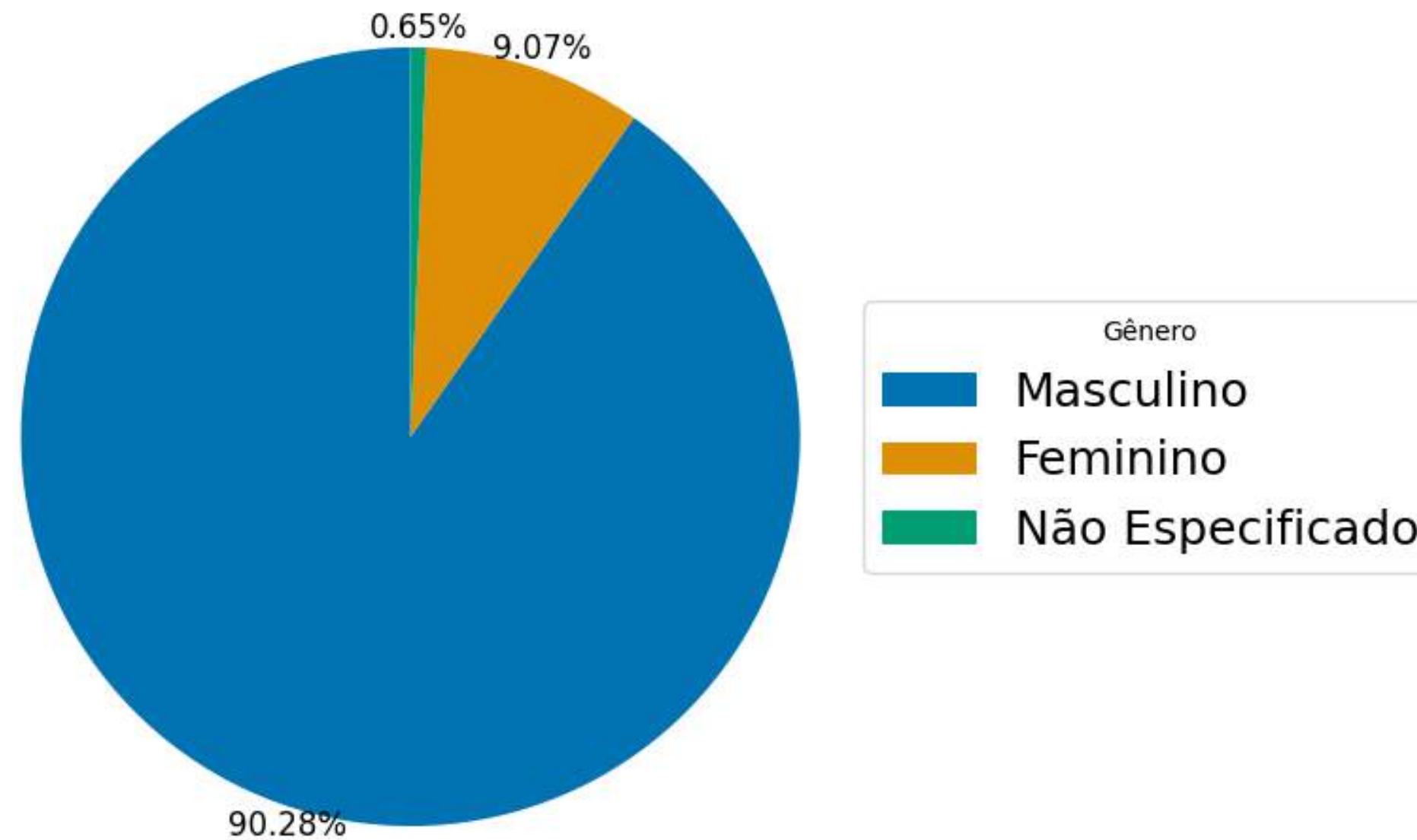
# Gênero

Total de Pessoas Únicas por Gênero



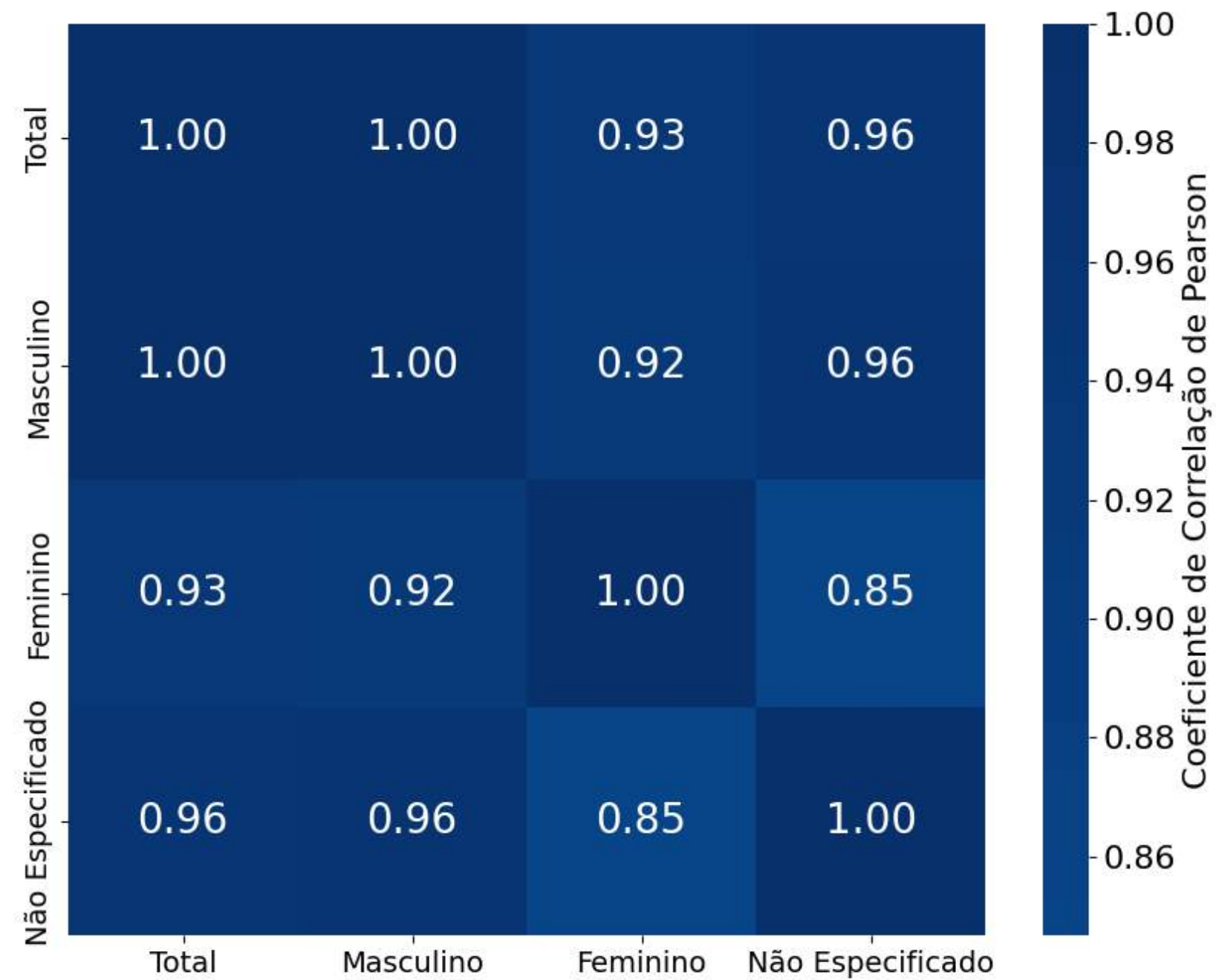
## Análise das Características

# Gênero



# Análise das Características

# Gênero

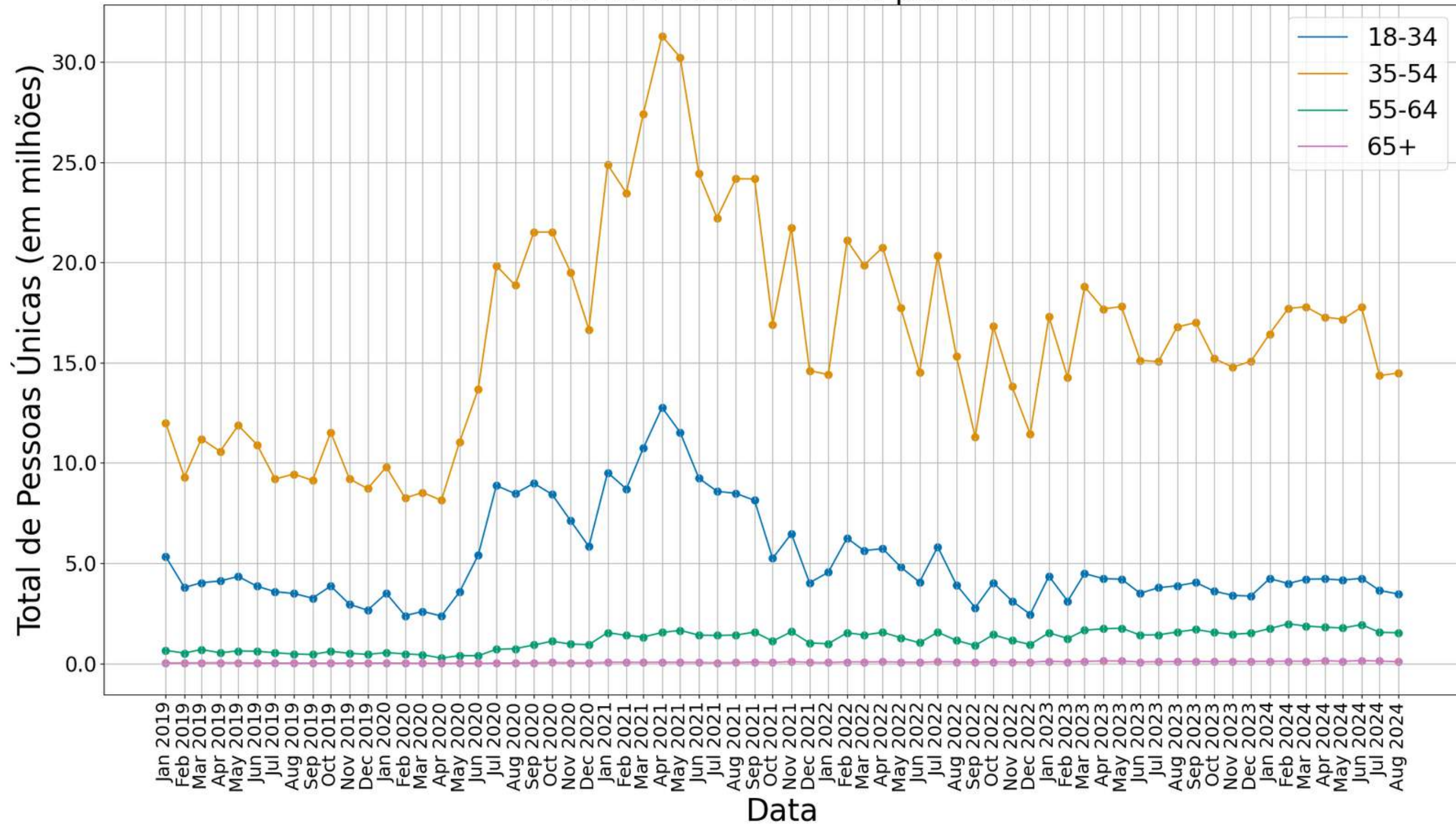




# Análise das Características

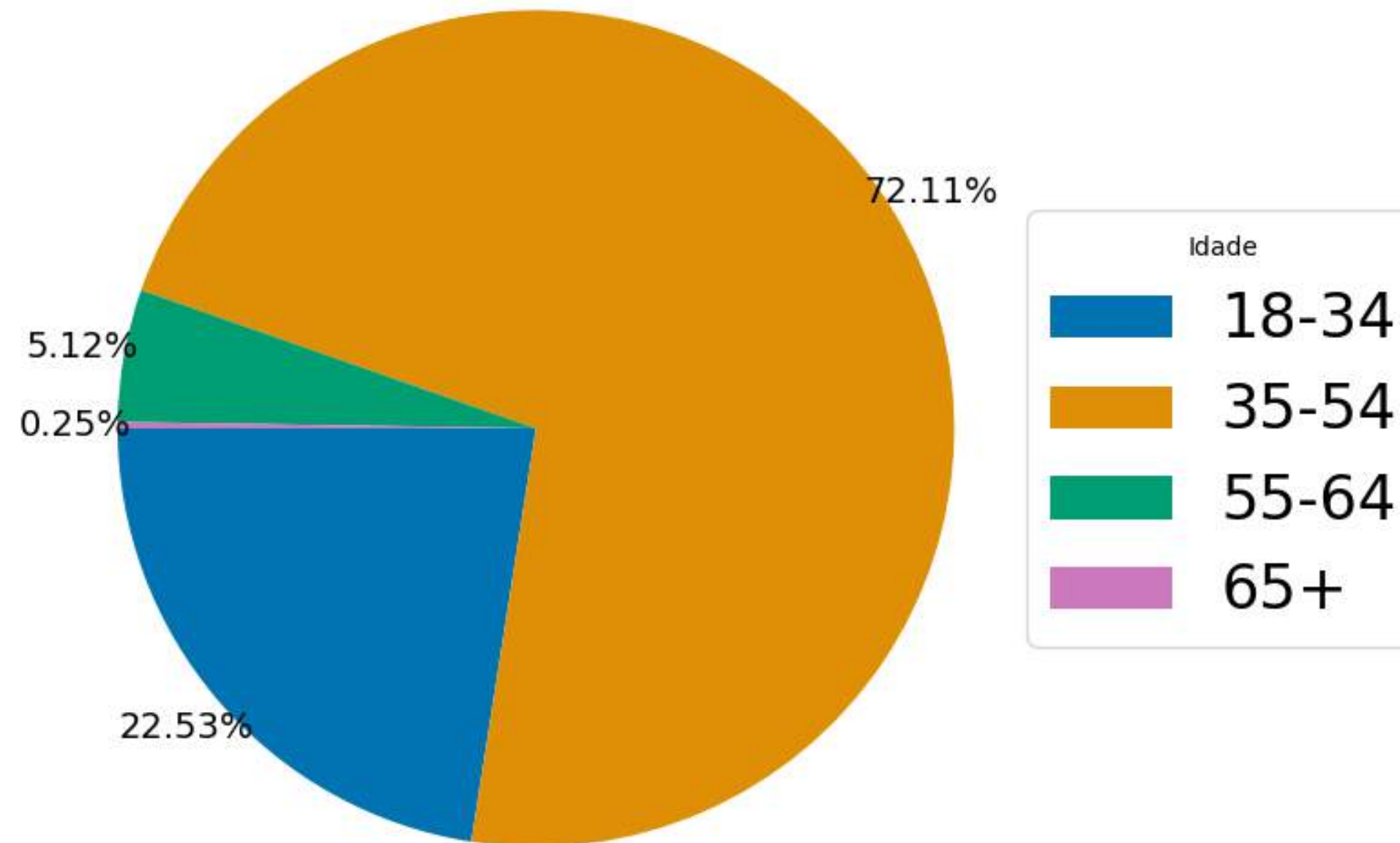
# Faixa Etária

Total de Pessoas Únicas por Idade



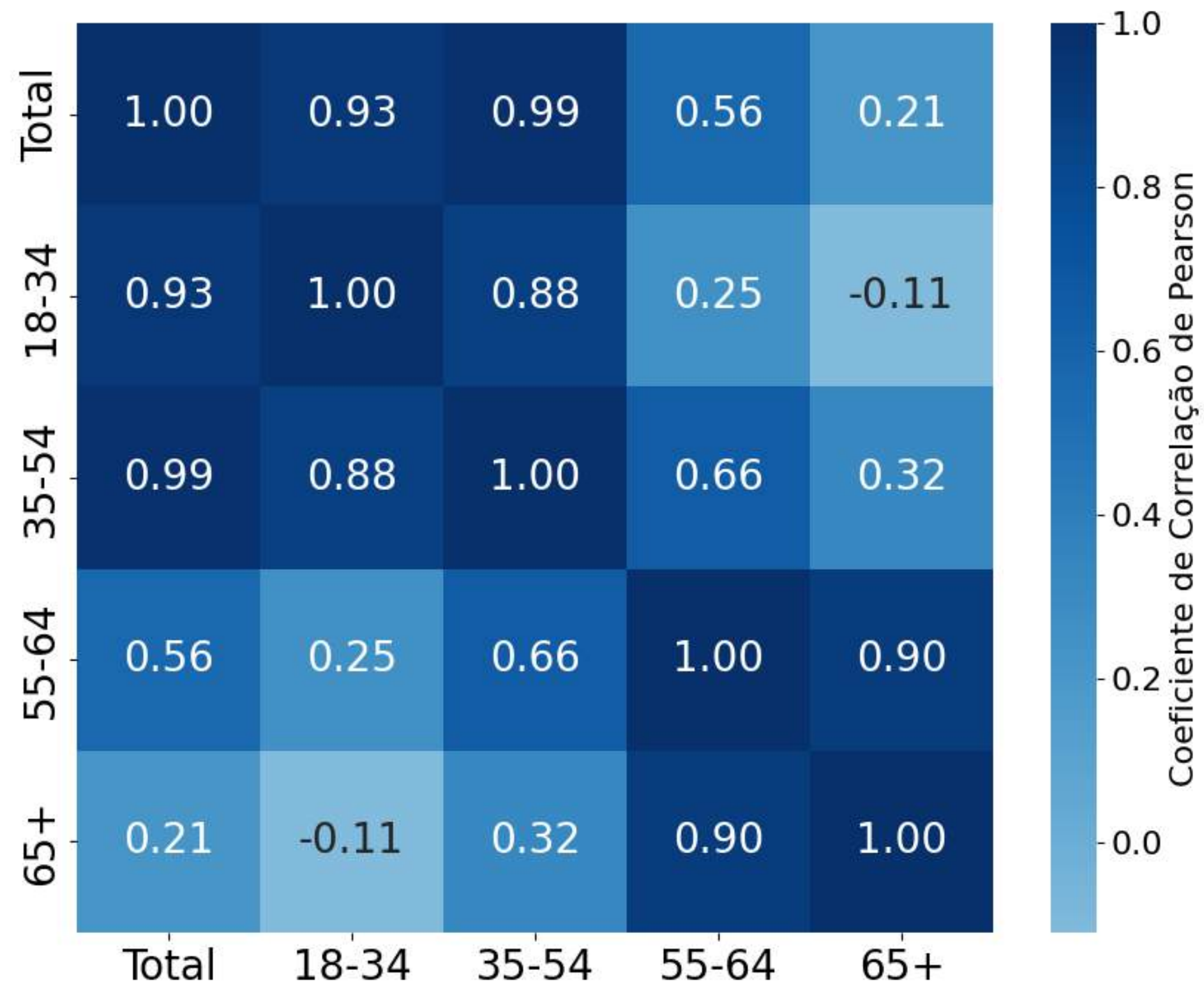
## Análise das Características

# Faixa Etária



# Análise das Características

## Faixa Etária



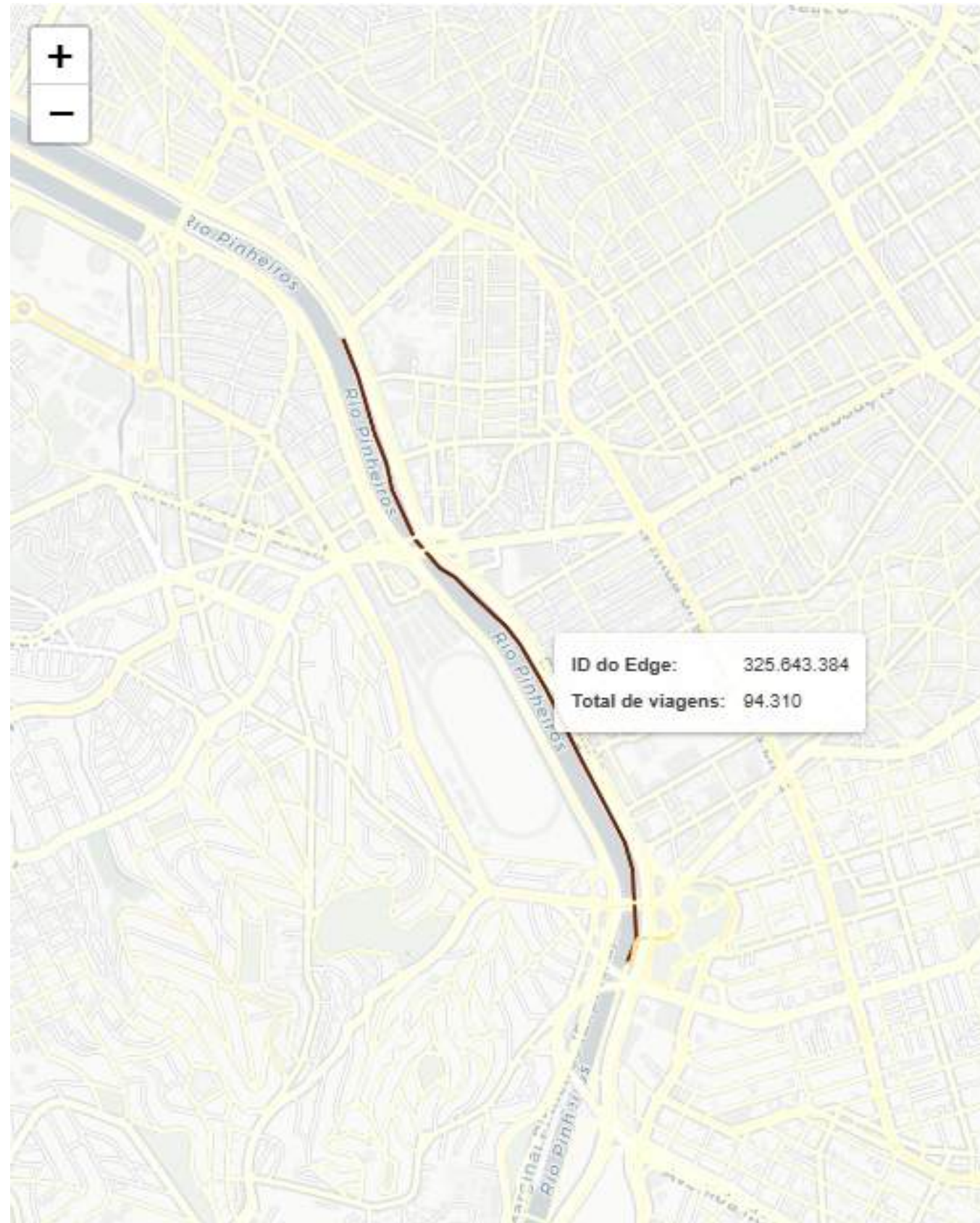




# **RESULTADOS**

**Análises Geoespaciais**

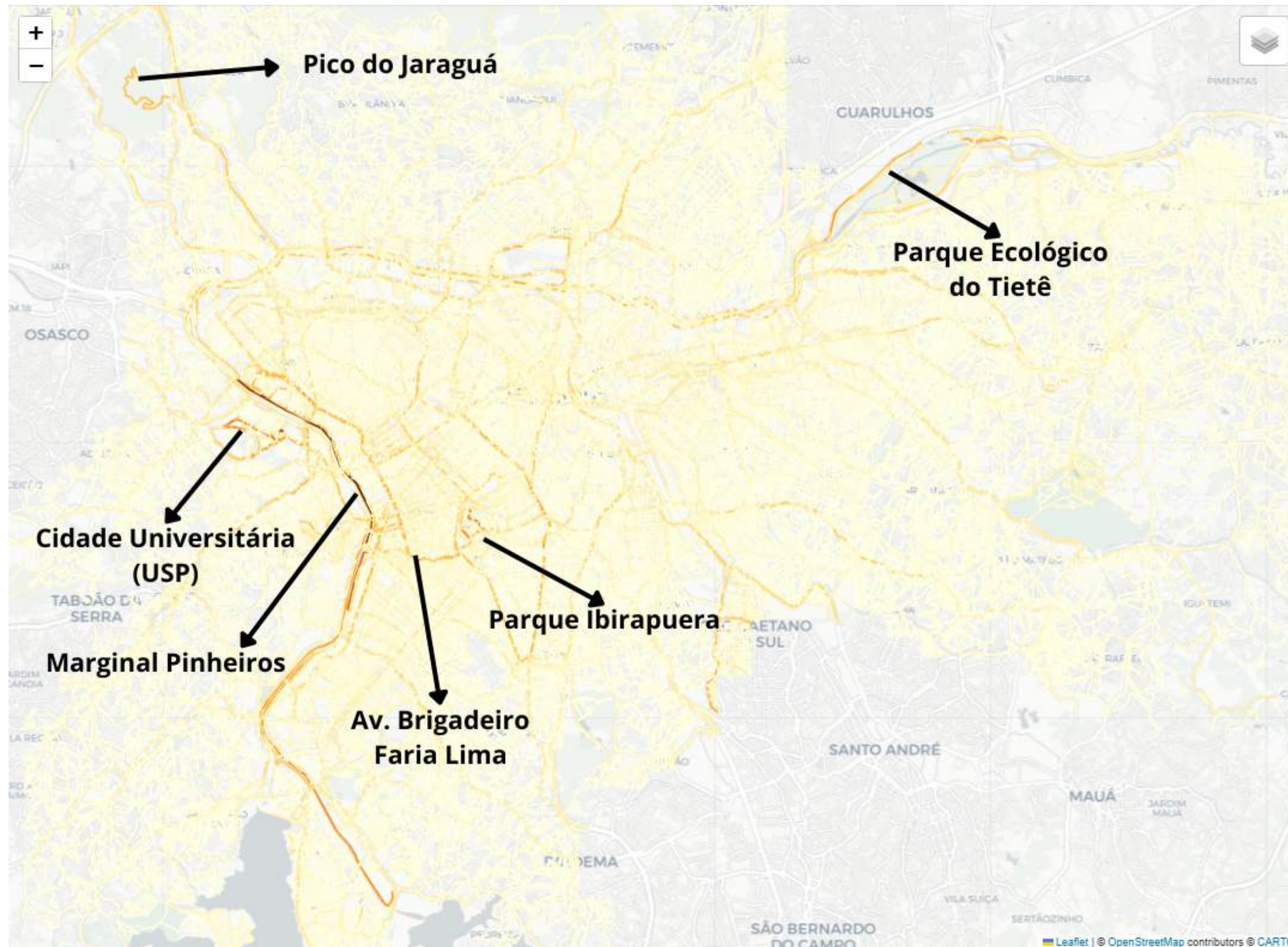
# Distribuição de viagens



- Concentração extrema de viagens na Marginal Pinheiros.
- Problema:
  - **Visualização comprometida** em outras regiões
- Soluções:
  - Aplicação de **escala de raiz cúbica** para visualização geral
  - **Visualização reduzida** para sub-regiões administrativas



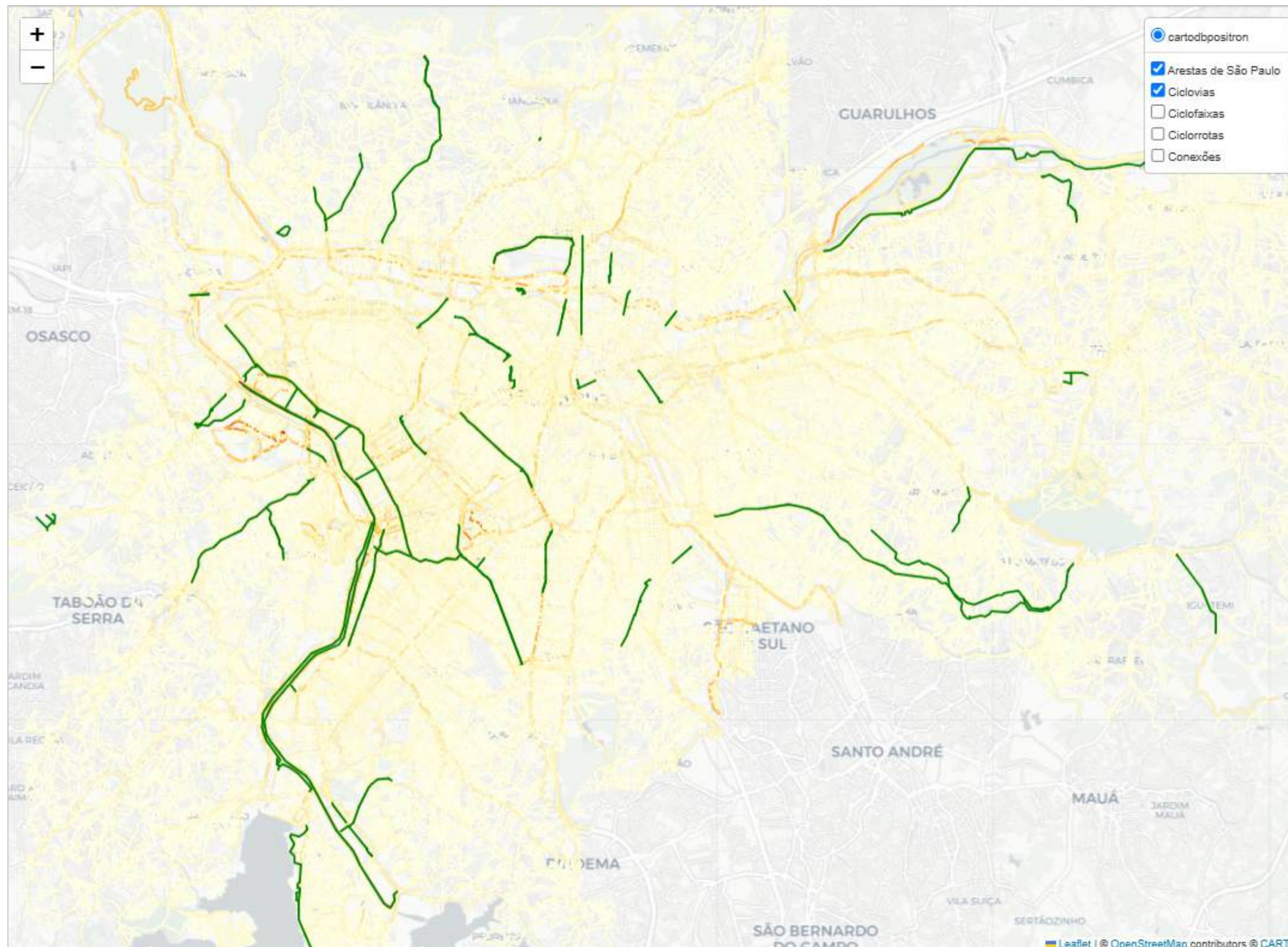
# Distribuição de viagens



- Identificação de outras localidades populares:
  - Cidade Universitária (USP)
  - Parque Ibirapuera
  - Av. Brigadeiro Faria Lima
  - Parque Ecológico do Tietê
  - Pico do Jaraguá

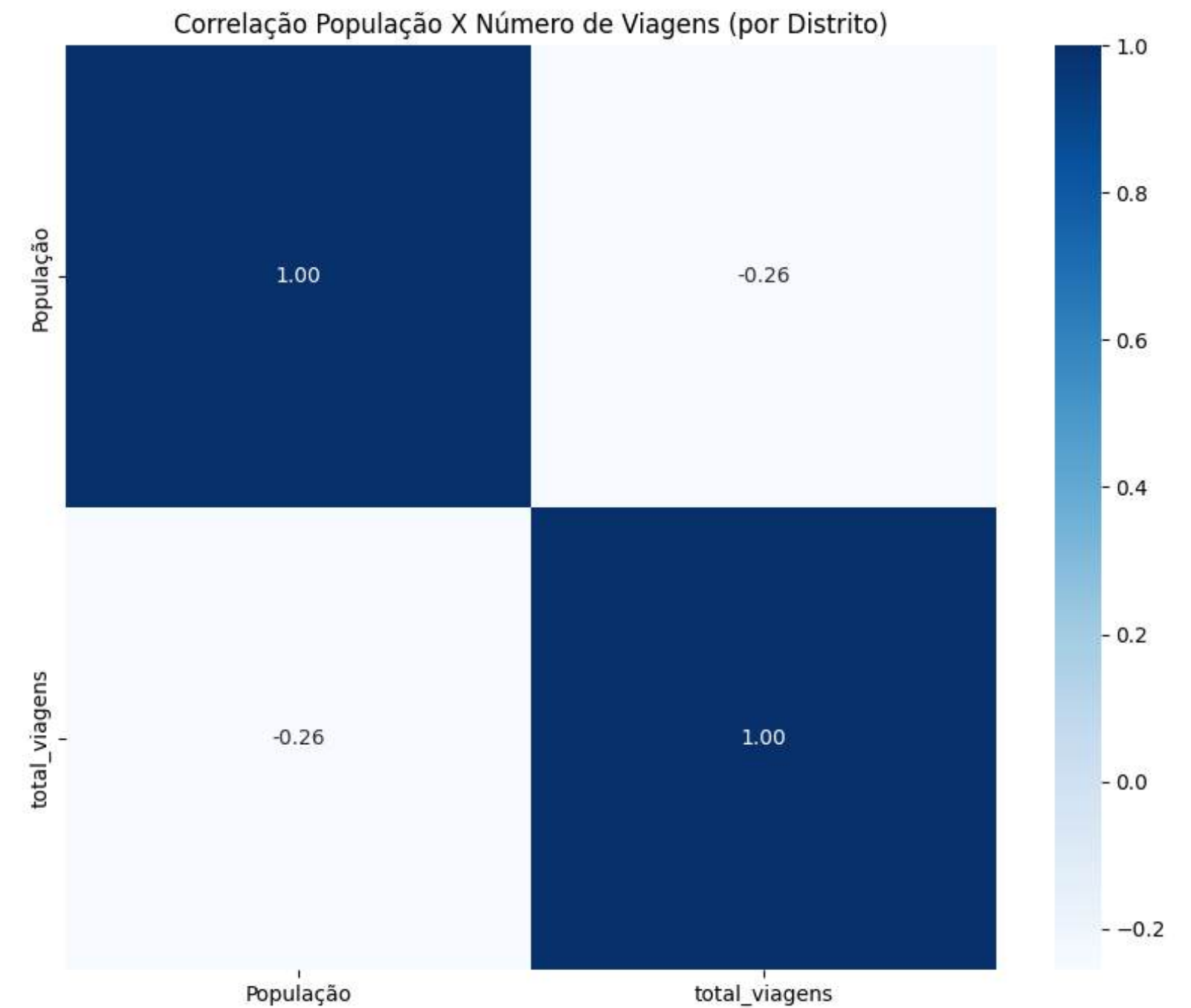
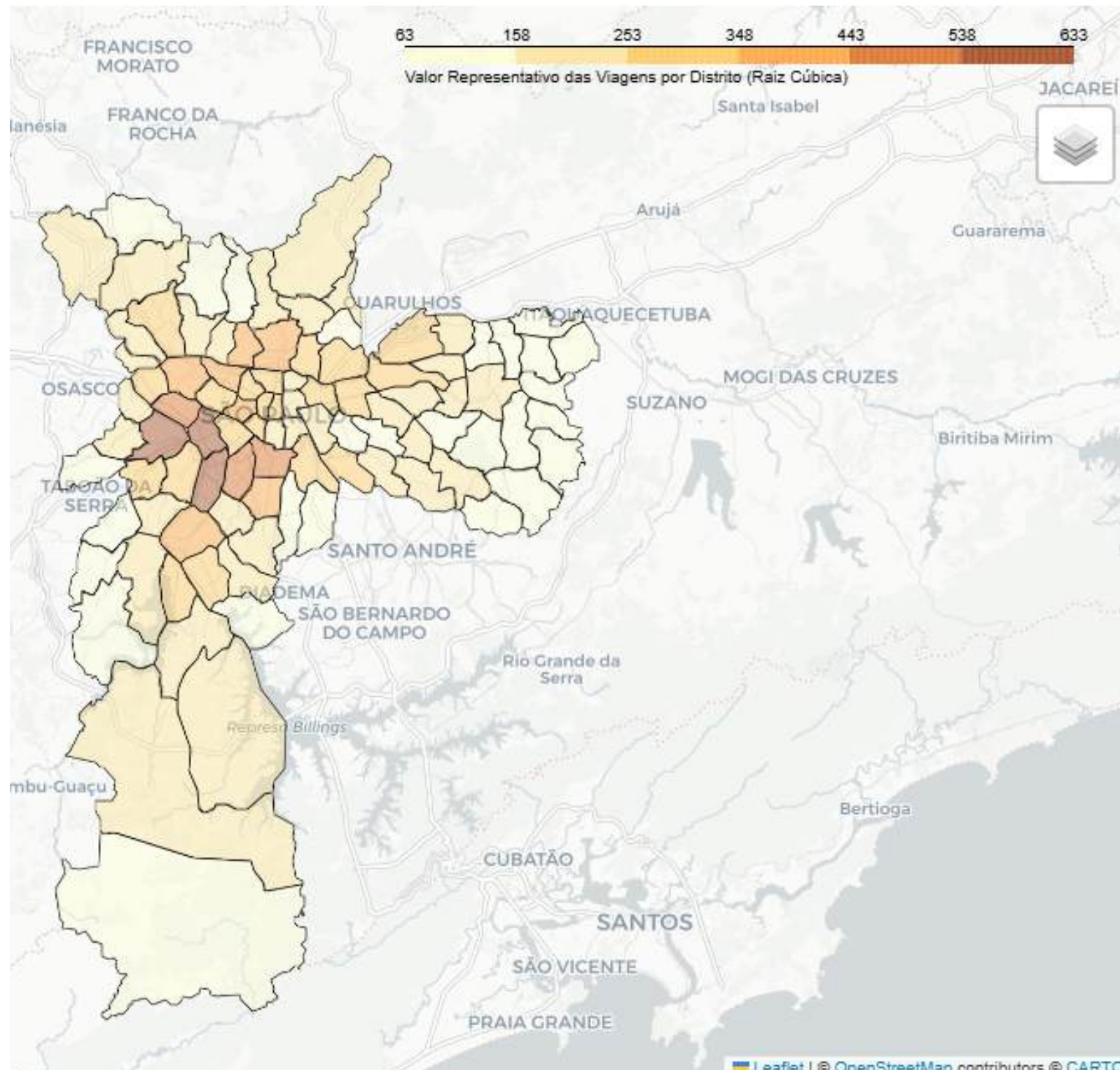


# Viagens X Infraestrutura Cicloviária



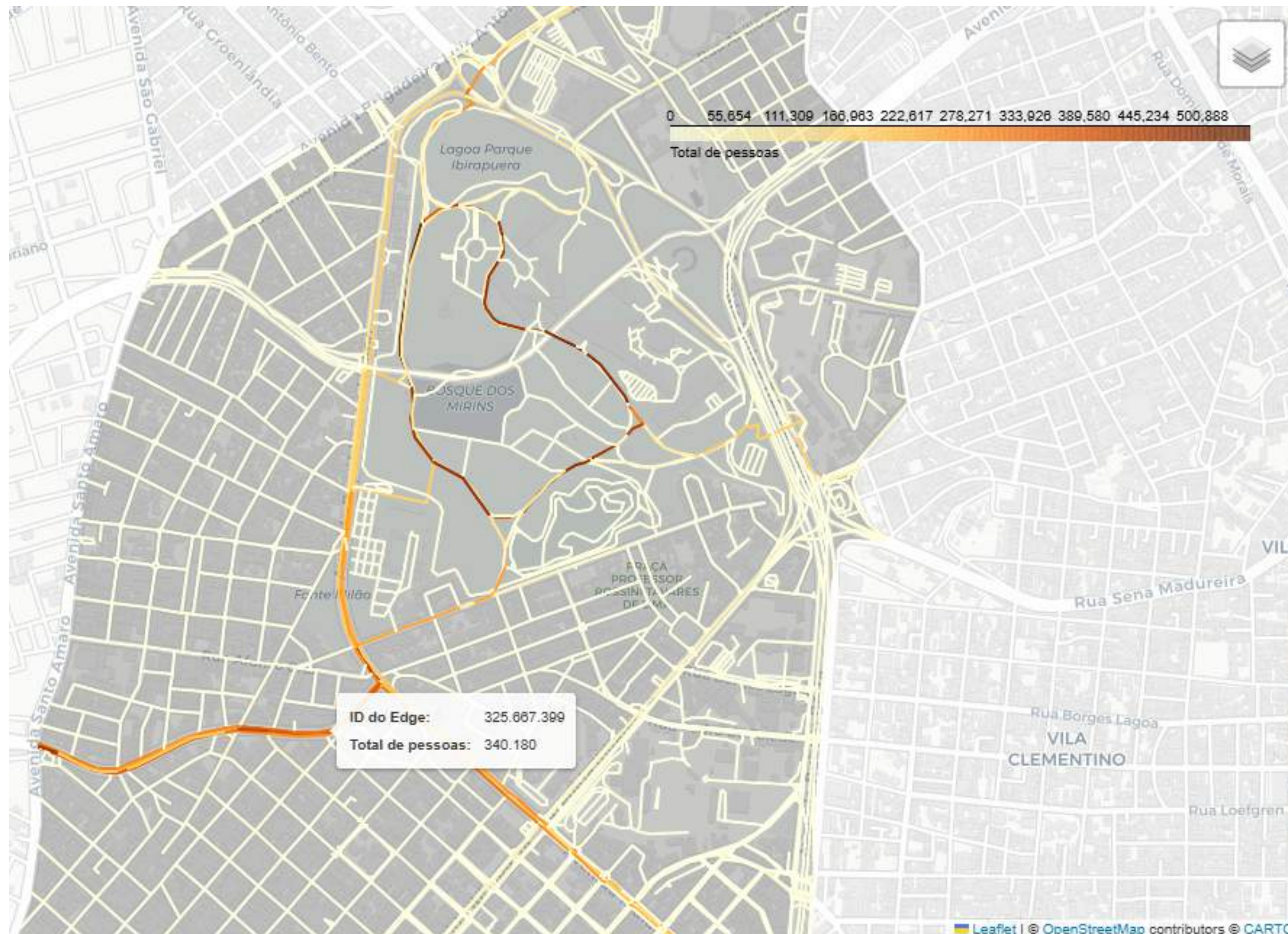


# Viagens X População





# Distrito de Moema



Dados disponíveis: 01/2019 à 08/2024

Início do período 01 2019

Fim do período 08 2024

Selecionar período

Obtendo dados...

Dados de 01/2019 a 08/2024 obtidos.

Granularidade:

- ☐ Geral
- ☐ Zonas
- ☒ Distritos
- ☐ Subprefeituras

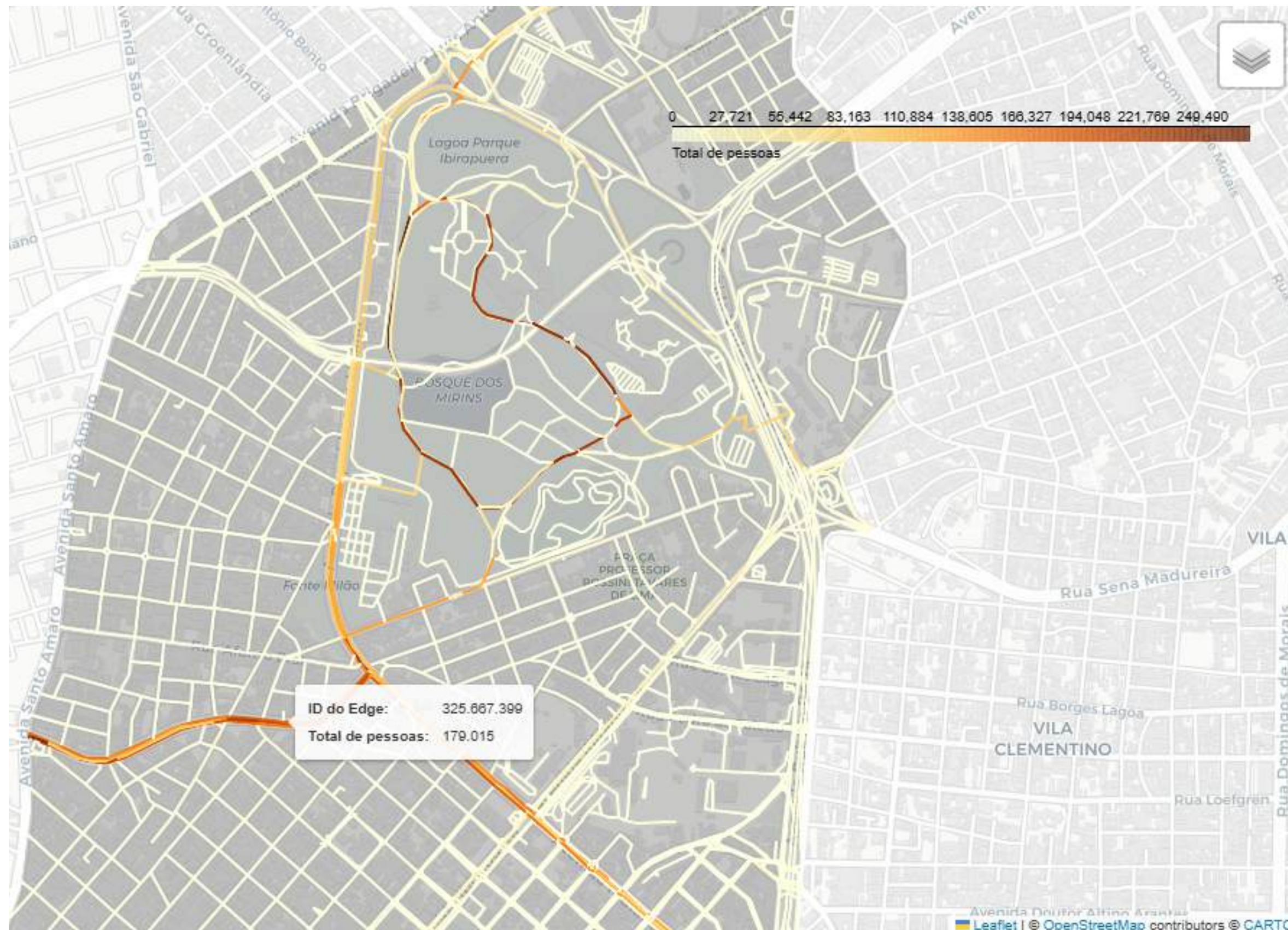
Filtrar por:

- ☒ Nenhum
- ☐ Idade
- ☐ Gênero

Distritos: Moema



# Distrito de Moema (entre 35-54 anos)



Dados disponíveis: 01/2019 à 08/2024

Início do período	01	▼	2019	▼
Fim do período	08	▼	2024	▼

Selecionar período

Obtendo dados...

Dados de 01/2019 a 08/2024 obtidos.

Granularidade:

- ☐ Geral
- ☐ Zonas
- ☒ Distritos
- ☐ Subprefeituras

Filtrar por:

- ☐ Nenhum
- ☒ Idade
- ☐ Gênero

Idade:

- ☐ Qualquer
- ☐ 18-34
- ☒ 35-54
- ☐ 55-64
- ☐ 65+

Distritos: Moema ▼



# Subprefeitura do Butantã (em 2019)



Dados disponíveis: 01/2019 à 08/2024

Início do período	01	▼	2019	▼
Fim do período	12	▼	2019	▼

Selecionar período

Obtendo dados...

Dados de 01/2019 a 12/2019 obtidos.

Granularidade:

- ☐ Geral
- ☐ Zonas
- ☐ Distritos
- ☒ Subprefeituras

Subprefeituras

Butantã ▼

Filtrar por:

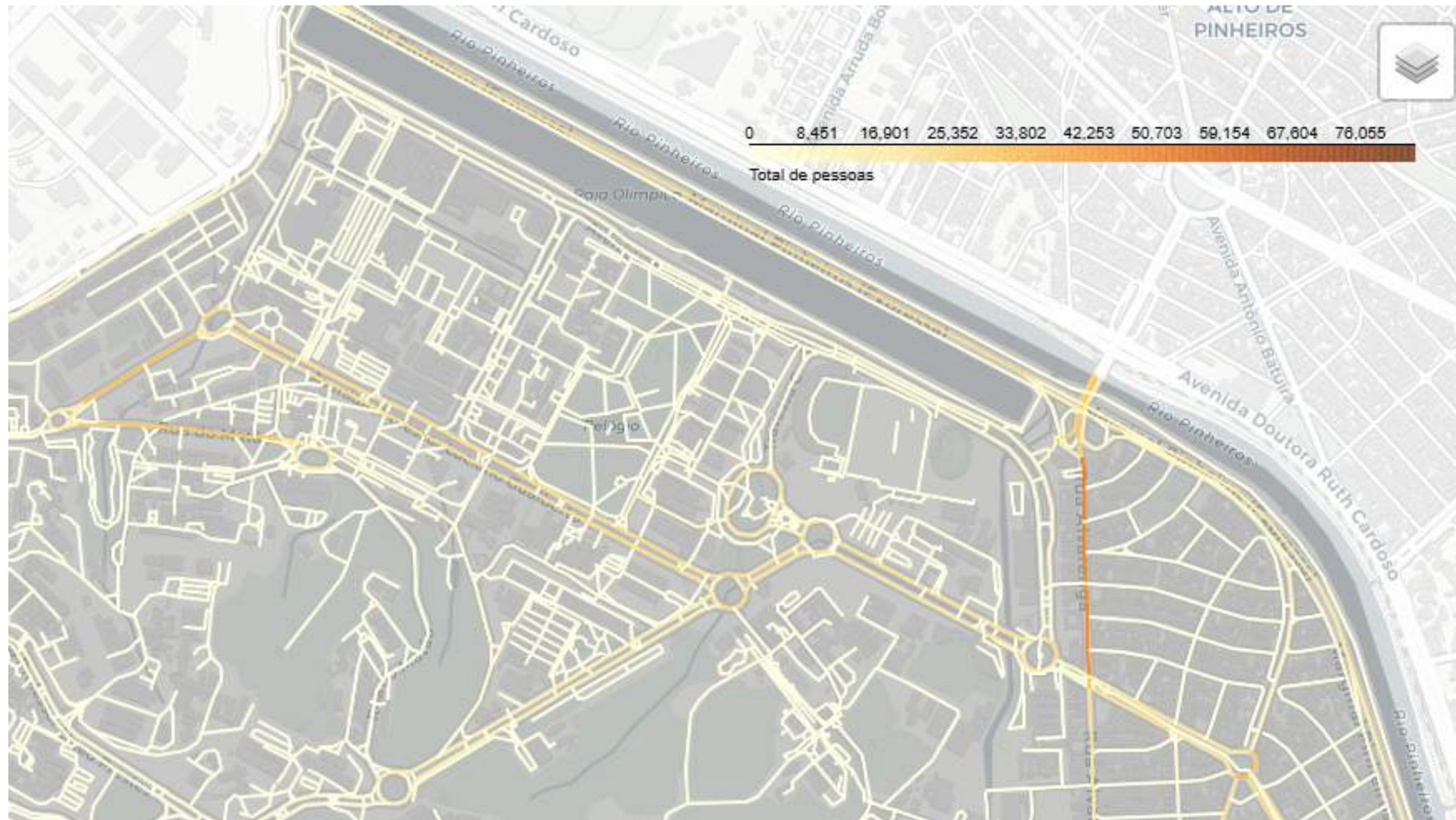
- ☐ Nenhum
- ☐ Idade
- ☒ Gênero

Gênero:

- ☐ Qualquer
- ☐ Feminino
- ☒ Masculino
- ☐ Não especificado



# Subprefeitura do Butantã (em 2020)



Dados disponíveis: 01/2019 à 08/2024

Início do período 01 2020

Fim do período 12 2020

Selecionar período

Obtendo dados...

Dados de 01/2020 a 12/2020 obtidos.

Granularidade:

- ☐ Geral
- ☐ Zonas
- ☐ Distritos
- ☒ Subprefeituras

Subprefeituras Butantã

Filtrar por:

- ☐ Nenhum
- ☐ Idade
- ☒ Gênero

Gênero:

- ☐ Qualquer
- ☐ Feminino
- ☒ Masculino
- ☐ Não especificado



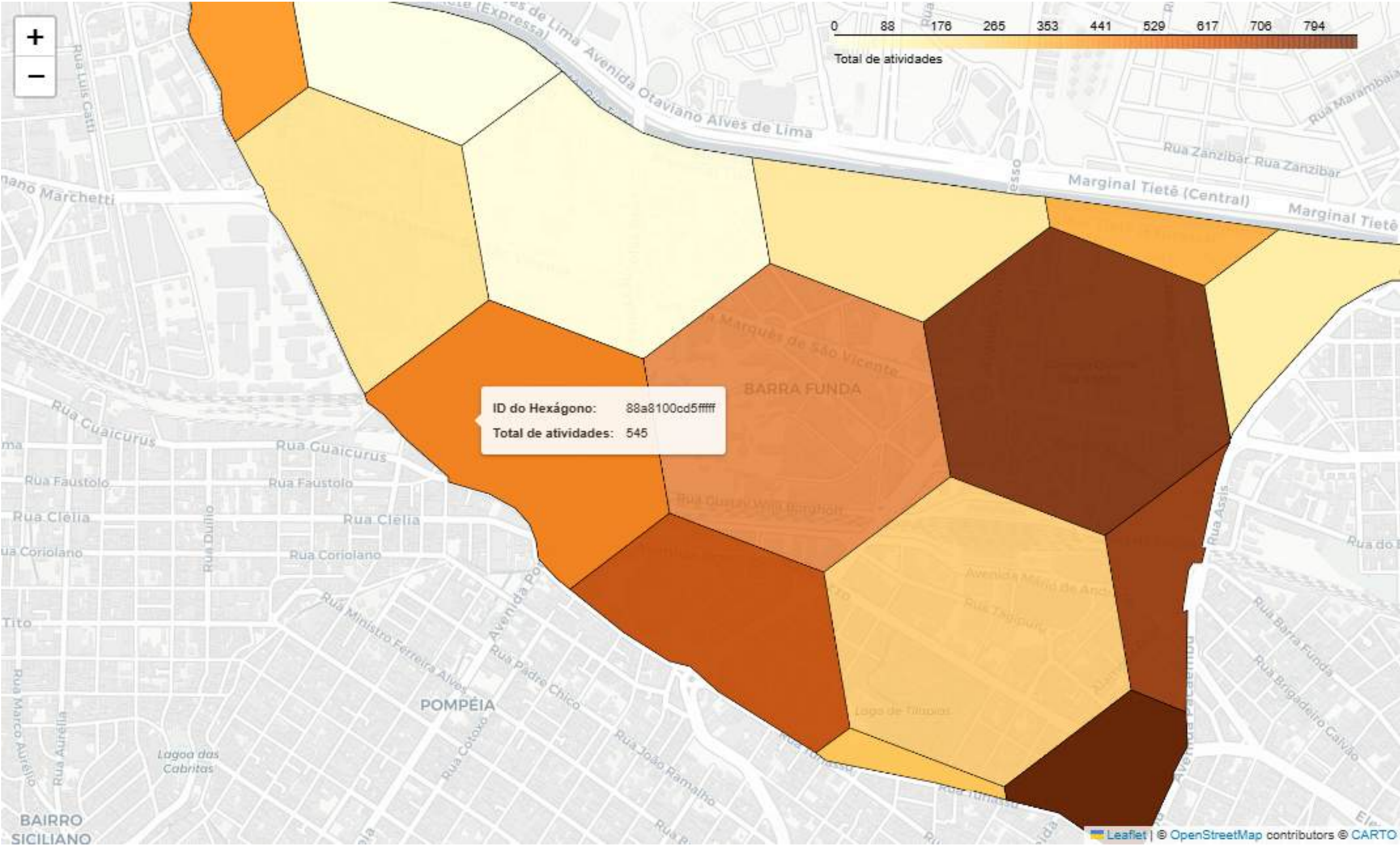
# Distrito da Barra Funda (entre 05:00 e 10:00)



Distritos: Barra Funda ▼



# Distrito da Barra Funda(entre 15:00 e 20:00)



Dados disponíveis: 01/2019 à 08/2024

Início do período 01 2024

Fim do período 08 2024

Selecionar período

Obtendo dados...  
Dados de 01/2024 a 08/2024 obtidos.

- Granularidade:
- ☐ Geral
  - ☐ Zonas
  - ☒ Distritos
  - ☐ Subprefeituras

- Tipo:
- ☒ Origens
  - ☐ Destinos

Distritos: Barra Funda

- Período do dia:
- ☐ Qualquer
  - ☐ 05:00-10:00
  - ☐ 10:00-15:00
  - ☒ 15:00-20:00
  - ☐ 20:00-05:00



# **CONSIDERAÇÕES FINAIS**



# Considerações Finais

- **Contribuições:**

- A ferramenta se mostrou capaz de produzir **análises relevantes** para o estudo da mobilidade ativa.
- Outras instituições e indivíduos com acesso aos dados podem utilizá-la para os próprios estudos.
- Permite analisar o **comportamento e perfil** das viagens e dos ciclistas.
- Possibilita **especificação** nas análises.
- Disponibilidade de dados em **intervalos de tempo menores**.

# Considerações Finais

- Limitações:
  - **Caráter recreativo** das viagens.
  - Pouco robusta e questões de performance.
- Trabalhos Futuros:
  - **Aprofundar o relacionamento** entre as análises desenvolvidas e pesquisas já realizadas.
  - Análises para **implementação** de infraestrutura cicloviária em regiões específicas.
  - Integração das análises com outras bases de dados e parâmetros (**segurança, tráfego, etc.**).

# Referências

GERIKE, R.; NAZELLE, A. de; WITTWER, R.; PARKIN, J. Special issue “walking and cycling for better transport, health and the environment”. *Transportation research Part A: Policy and practice*, v. 123, p. 1–6, 2019.

HARKOT, M. K. A bicicleta e as mulheres: mobilidade ativa, gênero e desigualdades socioterritoriais em São Paulo. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2018.

LUM, C.; KOPER, C. S. Evidence-based policing. In: BRUINSMA, G.; WEISBURD, D. (Ed.). *Encyclopedia of Criminology and Criminal Justice*. Nova Iorque: Springer New York, 2014. p. 1426-1437.

SARAGIOTTO, D. Mobilidade ativa como meio de transporte em São Paulo. São Paulo: [s.n.], 2020. Mobilidade.

TORRE-BASTIDA, A. I.; SER, J. del; LAÑA, I.; ILARDIA, M.; BILBAO, M. N.; CAMPOS-CORDOBÉS, S. Big data for transportation and mobility: recent advances, trends and challenges. *IET Intelligent Transport Systems*, v. 12, n. 8, p. 742–755, 2018.

**OBRIGADO!**