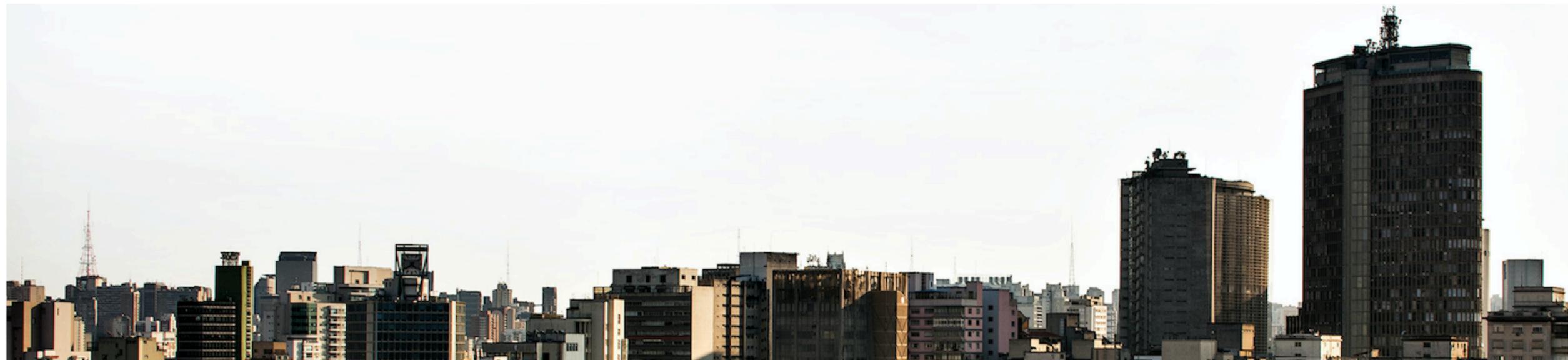


# A Ciência pode melhorar a vida nas cidades

## Mobilidade Urbana com Bicicletas



Prof. Fabio Kon  
Department of Computer Science  
University of São Paulo, Brazil

INCT Future Internet for Smart Cities  
[interscity.org](http://interscity.org)



# Políticas públicas urbanas

---

Na maioria das vezes

- Elaboradas sem nenhuma base científica

Em alguns casos:

- Baseadas em métodos e tecnologias do século 20

# Políticas Públicas Baseadas em Evidências

---

1. **Crie e colete evidências científicas** rigorosas sobre o que funciona, incluindo **custos e benefícios**.
2. **Monitore** a execução de programas e use análise científica de impacto do programa para **medir sua eficácia**.
3. **Use as evidências** científicas para **melhorar** os programas, aumentar a escala do que funciona e **cancelar** os programas que não funcionam.
4. Incentive a inovação e **teste** novas abordagens

# Colaborações no Projeto InterSCity

---

- 35 professores de Ciência da Computação +
- Arquitetos, Urbanistas, Economistas, Profissionais de Saúde, Engenheiros de Transporte
- Prefeituras (colaboração ainda fraca mas crescente)
- Empresas de mobilidade

# Projeto InterSCity

~80 pessoas trabalhando:

---

- USP, PUC-Rio, Scipopolis, UFABC, UFG, UFMA, UFMS, UFRJ, Unicamp, FGV, Unifesp
- FAPESP / CNPq / CAPES (2017 to 2023)
- **InterSCity.org**
- Open Source software
- Open Datasets

## **BikeScience:** colaboração IME-USP e MIT

---

- Uso de bicicletas para transporte urbano está crescendo
  - > 18 milhões de bicicletas compartilhadas
- Uso de bicicletas apresenta inúmeras vantagens:
  - para a cidade
  - para o planeta
  - para o usuário
- Mas ainda é muito pouco utilizado

# Potencial para crescimento das bicicletas

---

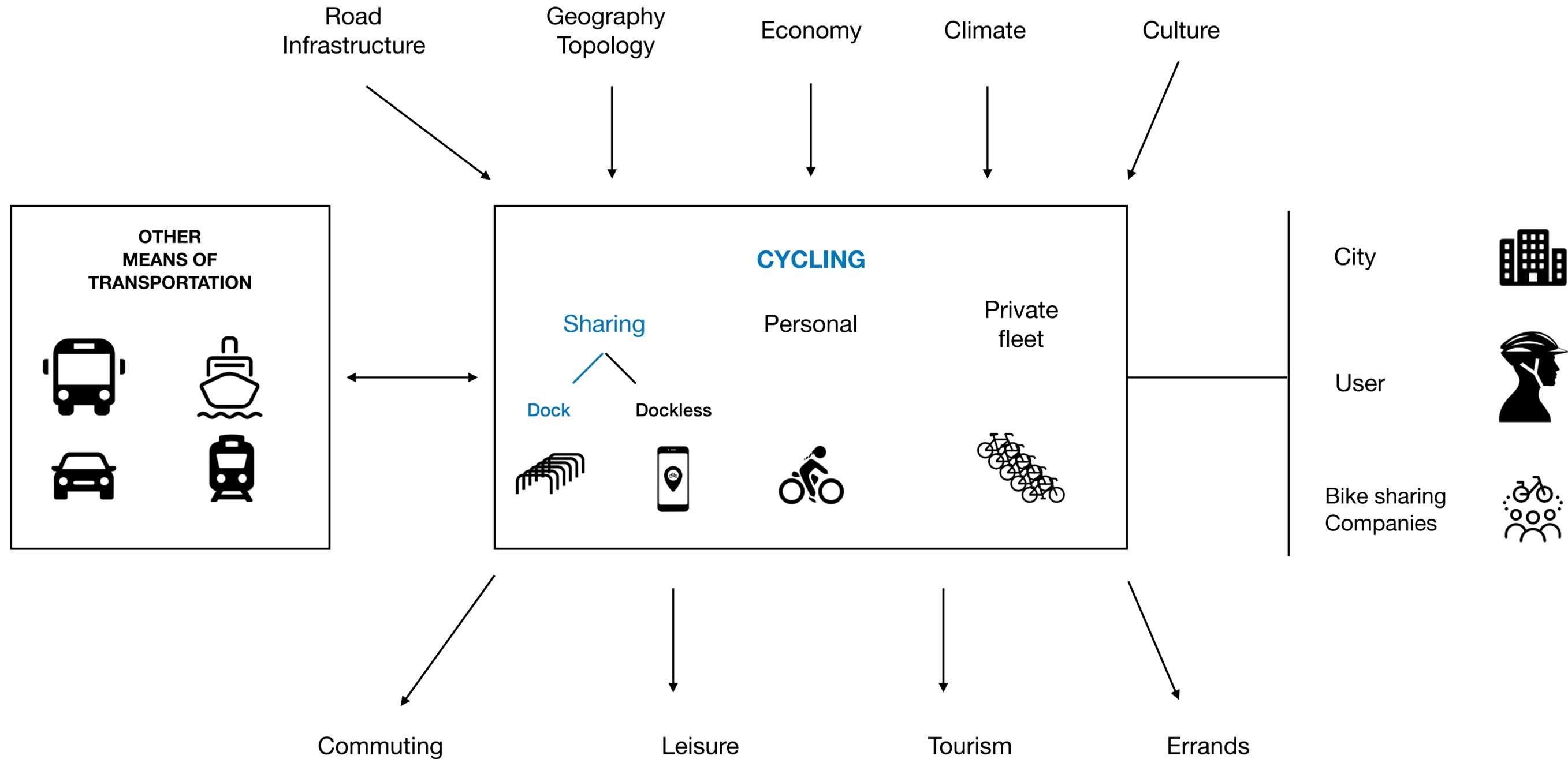
- **Nos EUA** ([nhts.ornl.gov/vehicle-trips](https://nhts.ornl.gov/vehicle-trips))
  - 35% das viagens < 2 milhas
  - Metade das viagens < 3 milhas
  - Mas apenas 1% das viagens são em bicicletas
- **Em Londres**
  - > 1/3 das viagens seria mais rápida de bicicleta do que de transporte público

# Potencial para crescimento das bicicletas

---

- **Na Dinamarca** (<http://www.cycling-embassy.dk/facts-about-cycling-in-denmark/>)
  - 53% mulheres vs. 47% homens
  - Na capital, quase metade das pessoas vão ao trabalho de bicicleta
  - Economia de 1 euro por Km rodado de bicicleta ao invés de carro
    - 215 milhões de euros a menos com saúde por ano.
- Em **São Paulo** (fonte: OD do Metrô)
  - 0.6% das viagens em 2007 / 0.8% das viagens em 2017
  - Crescimento de 30% de 2007 a 2017
  - Provavelmente, crescimento bem maior de 2017 a 2019

# Como podemos promover a bicicleta como um meio de transporte sério?



# Bike Data Science

---

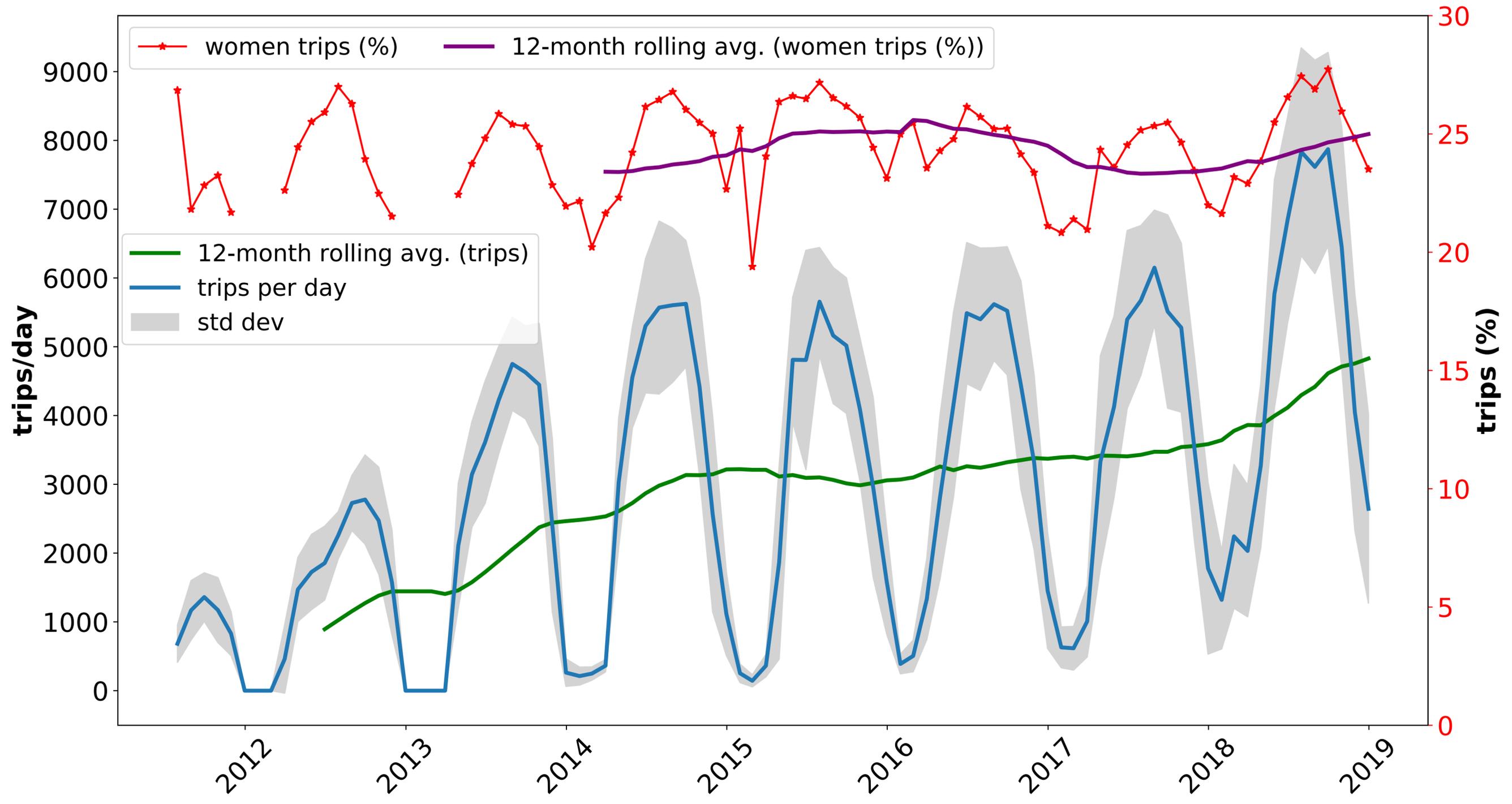
- Análise de milhões de viagens de bicicletas em 20 cidades
  - Começando com Grande Boston e São Paulo
  - Com docas vs. sem docas
- Grande Boston:
  - 8.5 milhões de viagens desde 2011

# **BikeScience:** a Tecnologia

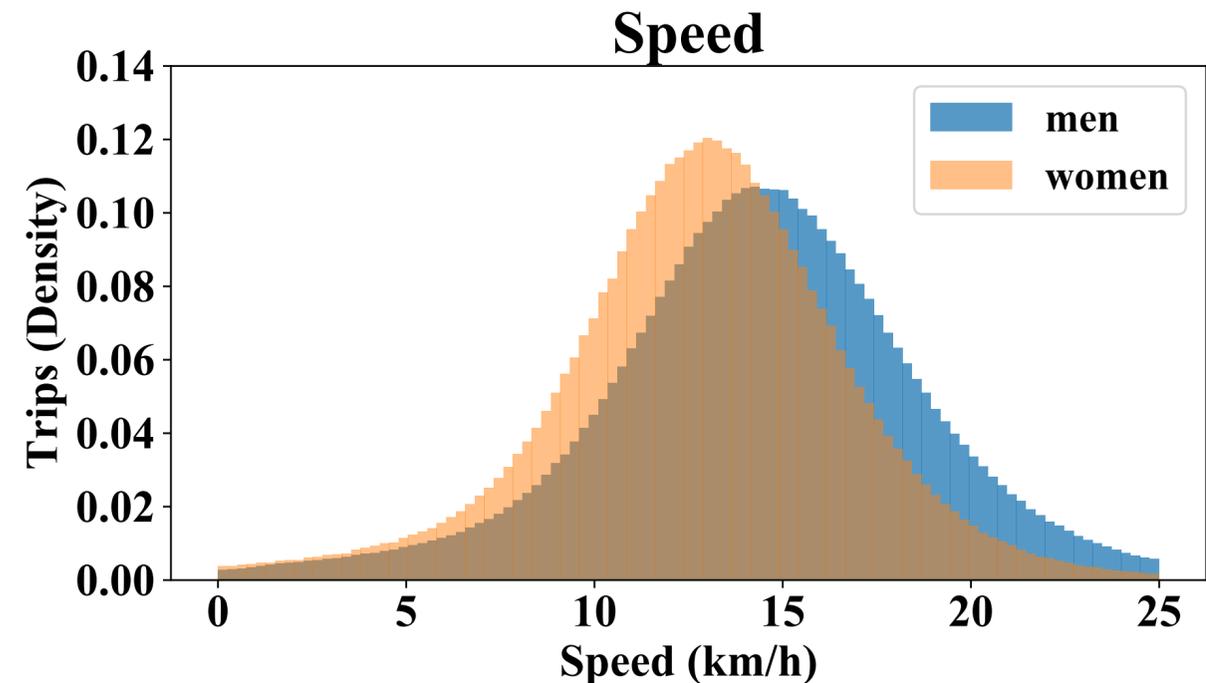
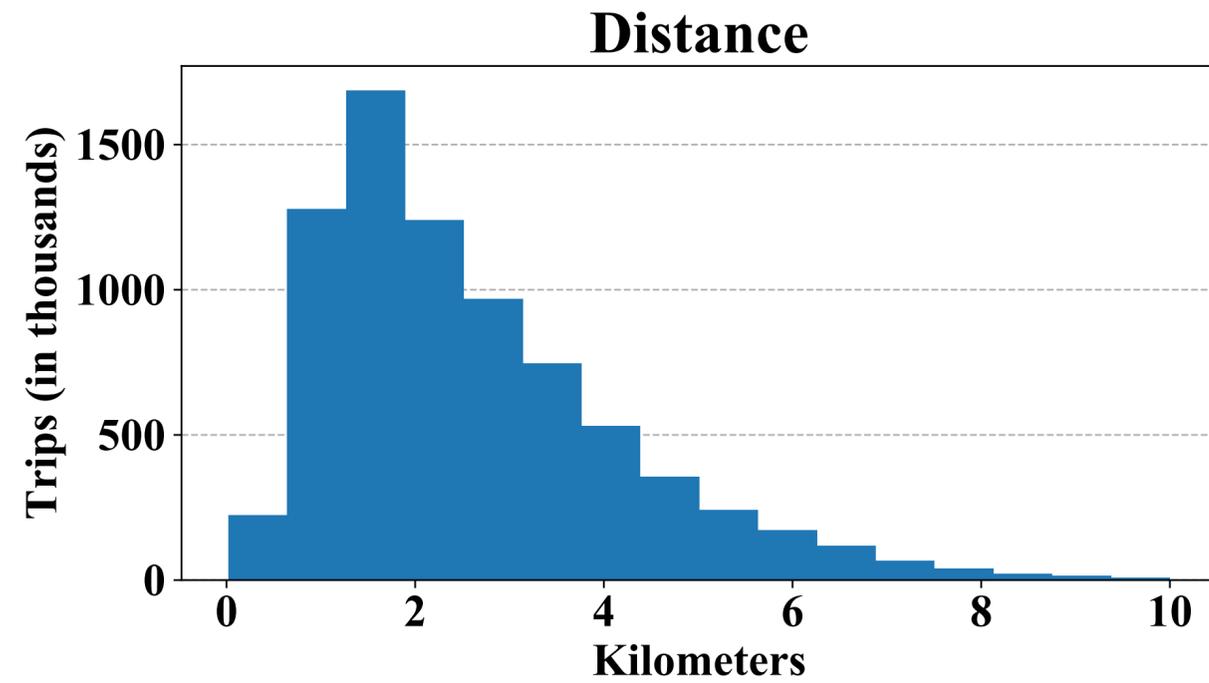
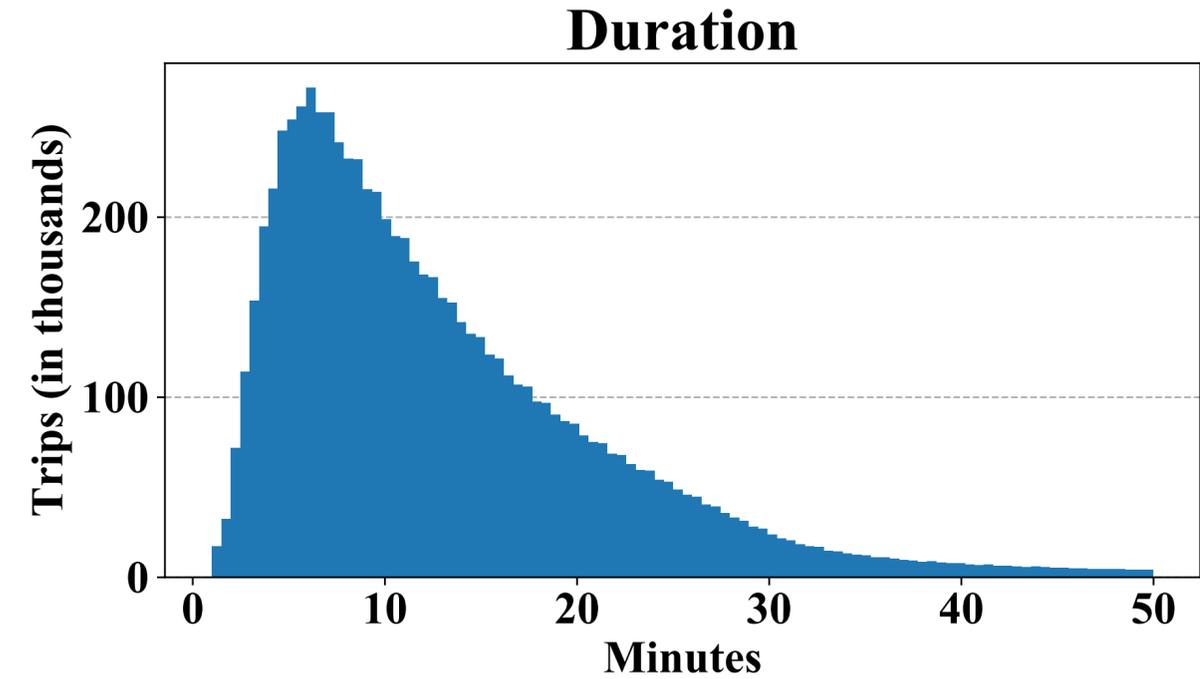
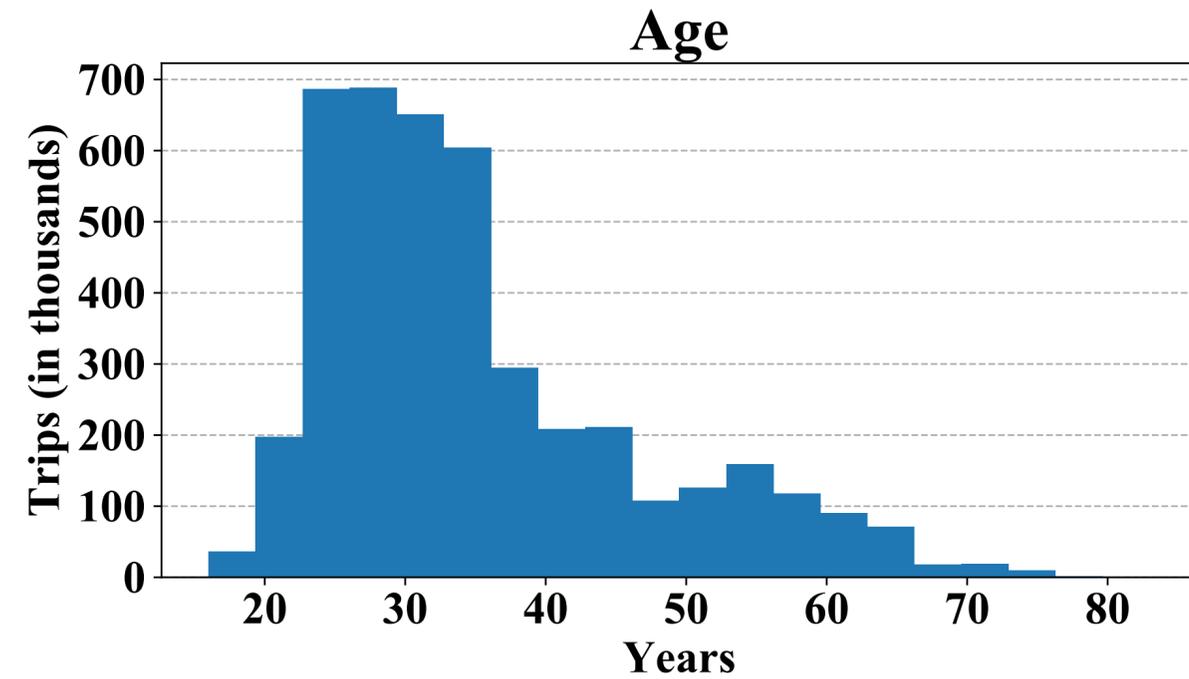
---

- Python
- Jupyter Notebooks
- Pandas, SciPy, Geopandas
- Leaflet (mapas interativos em JavaScript)
- scikit-learn (aprendizado de máquina)
- Software Livre disponível em  
**<http://gitlab.com/AbstractFlows/bike-science>**

# Boston bike-sharing evolution

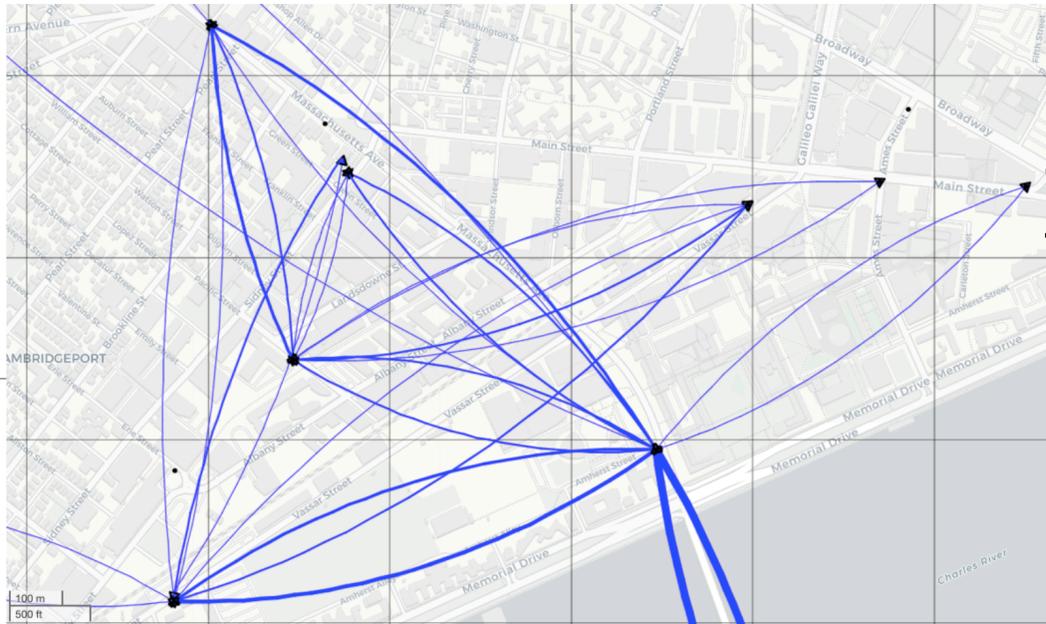


# Descriptive Statistics

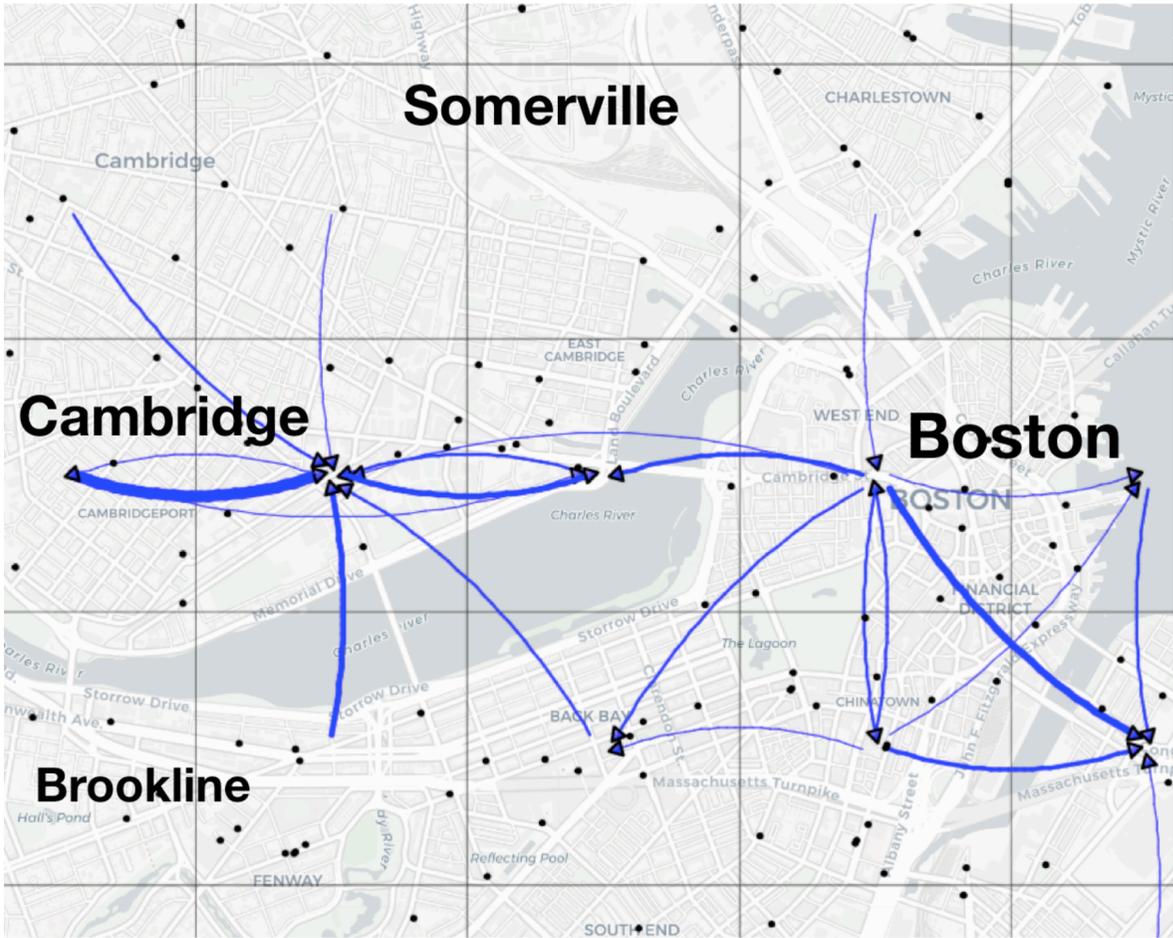




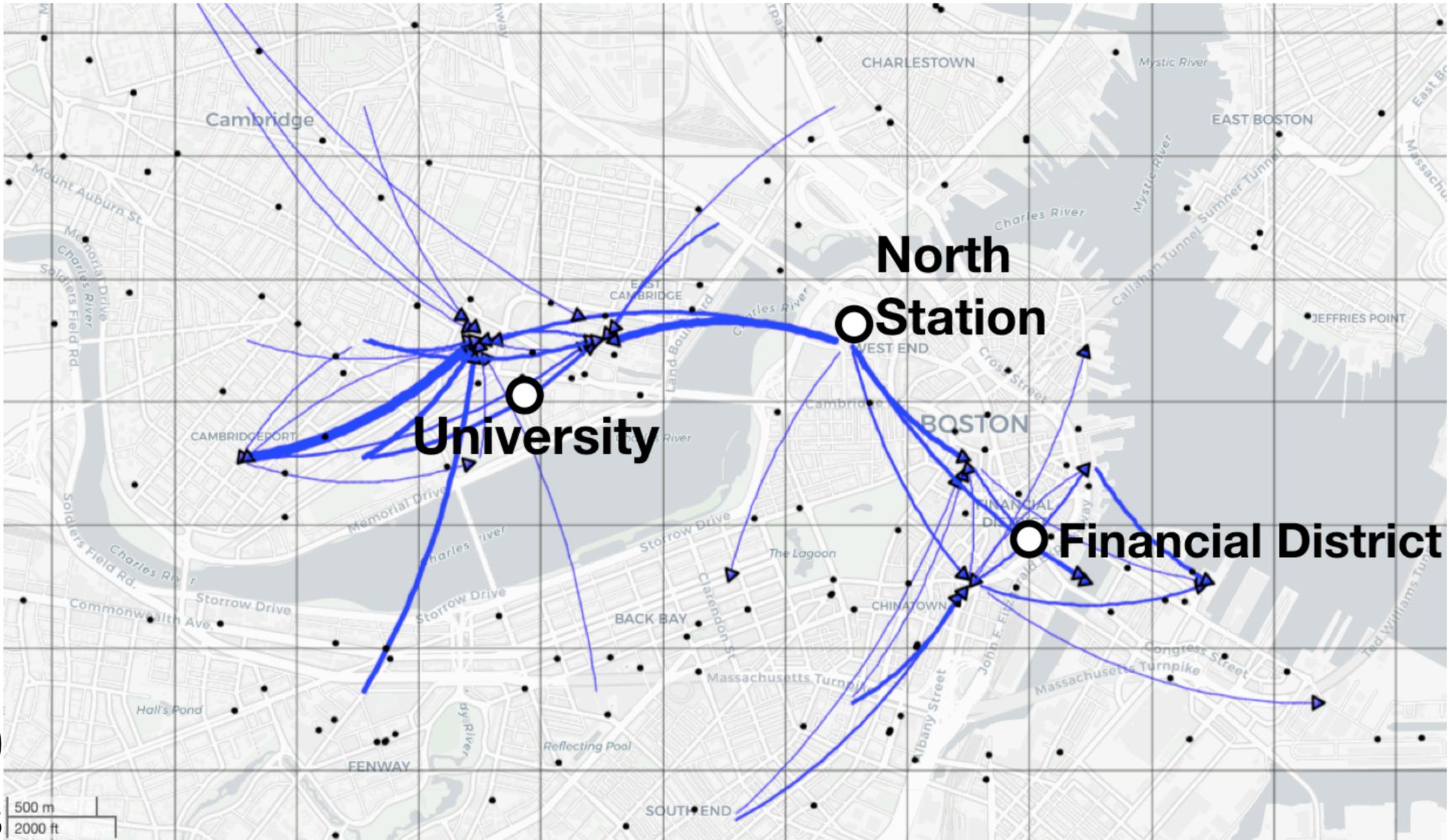
# Diferentes níveis de detalhe



40x40  
zona turística no  
final de semana



10x10  
fluxos interurbanos

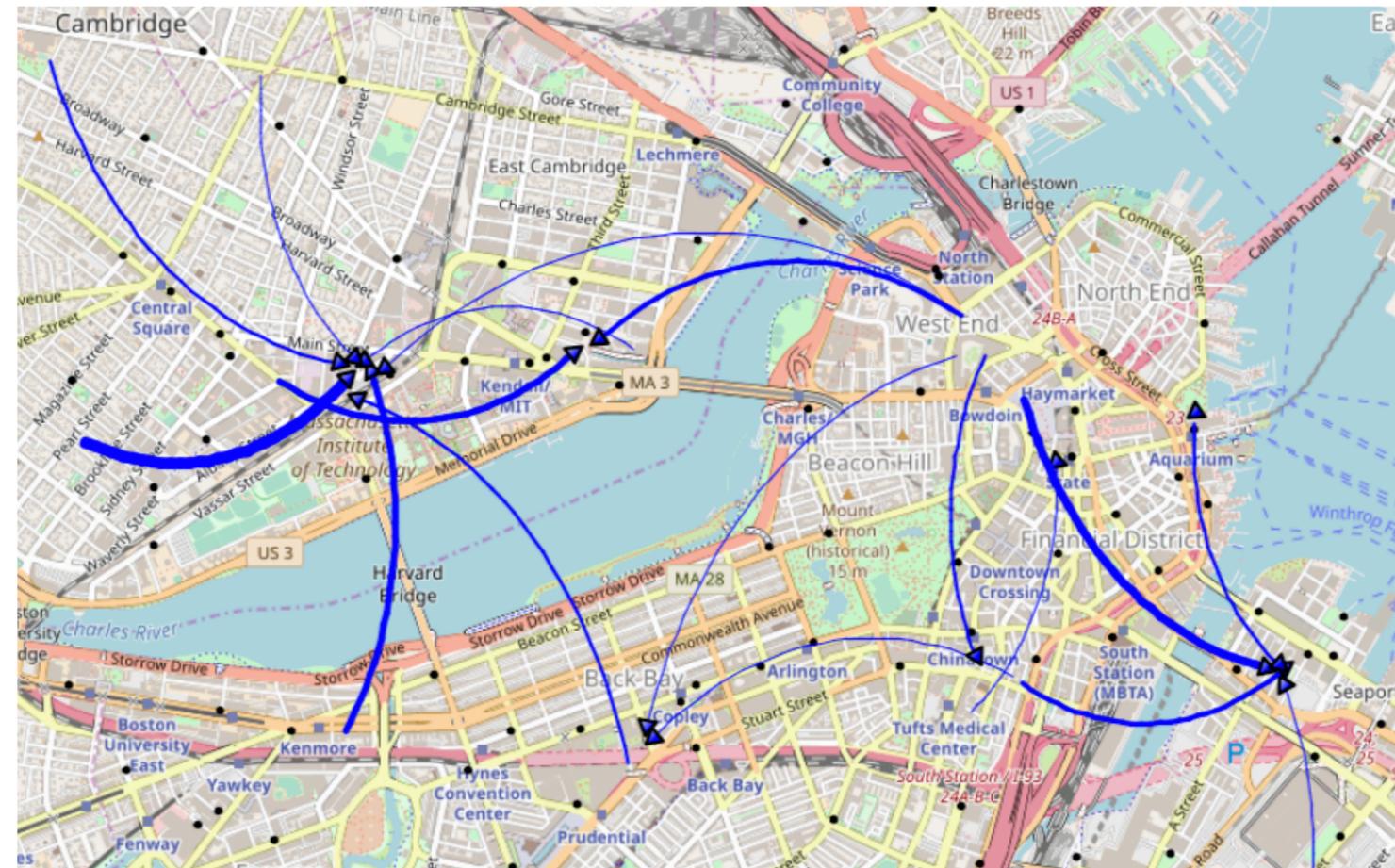


20x20  
fluxos inter-bairros

# Apoio a políticas públicas

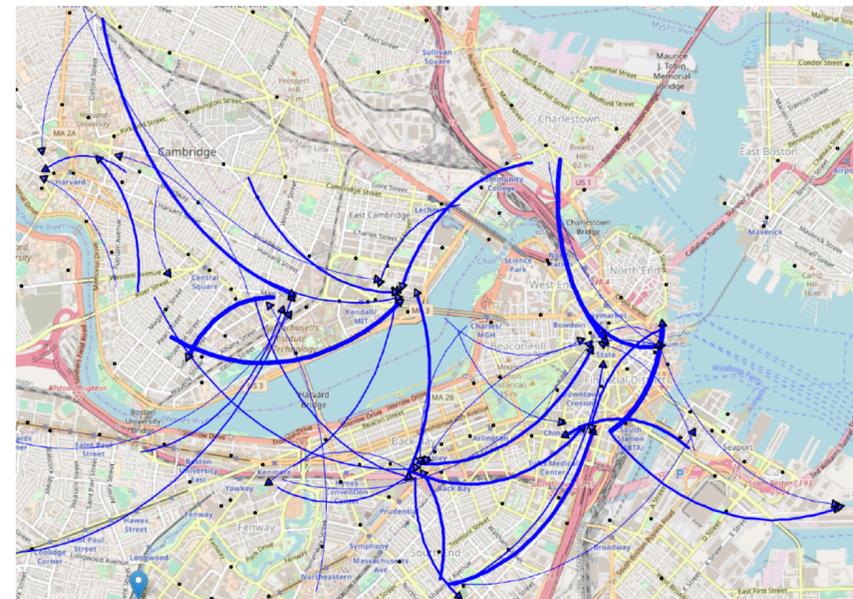
## Popularidade de fluxos e infraestrutura cicloviária

Tier 4: 18 flows → 1% of flows

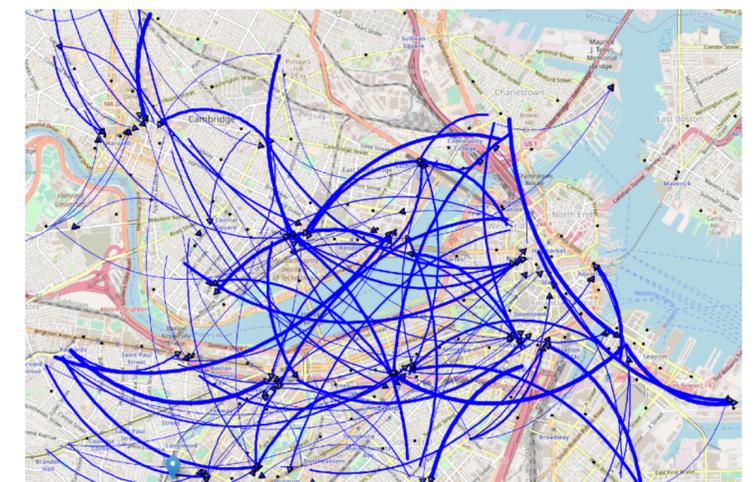


Total: 1629 different flows

Tier 3: 46 flows → 3% of flows



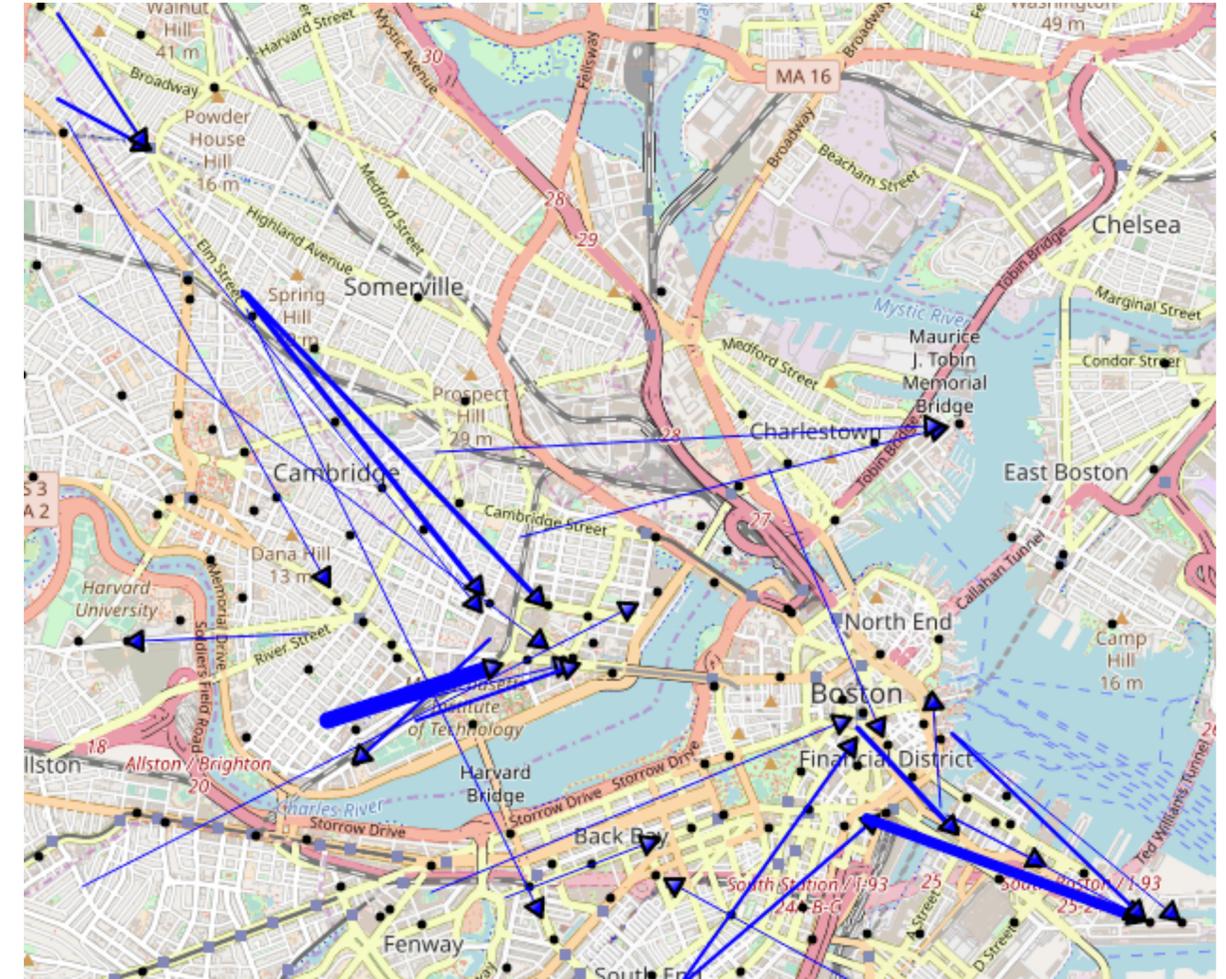
Tier 2: 119 flows → 7% of flows



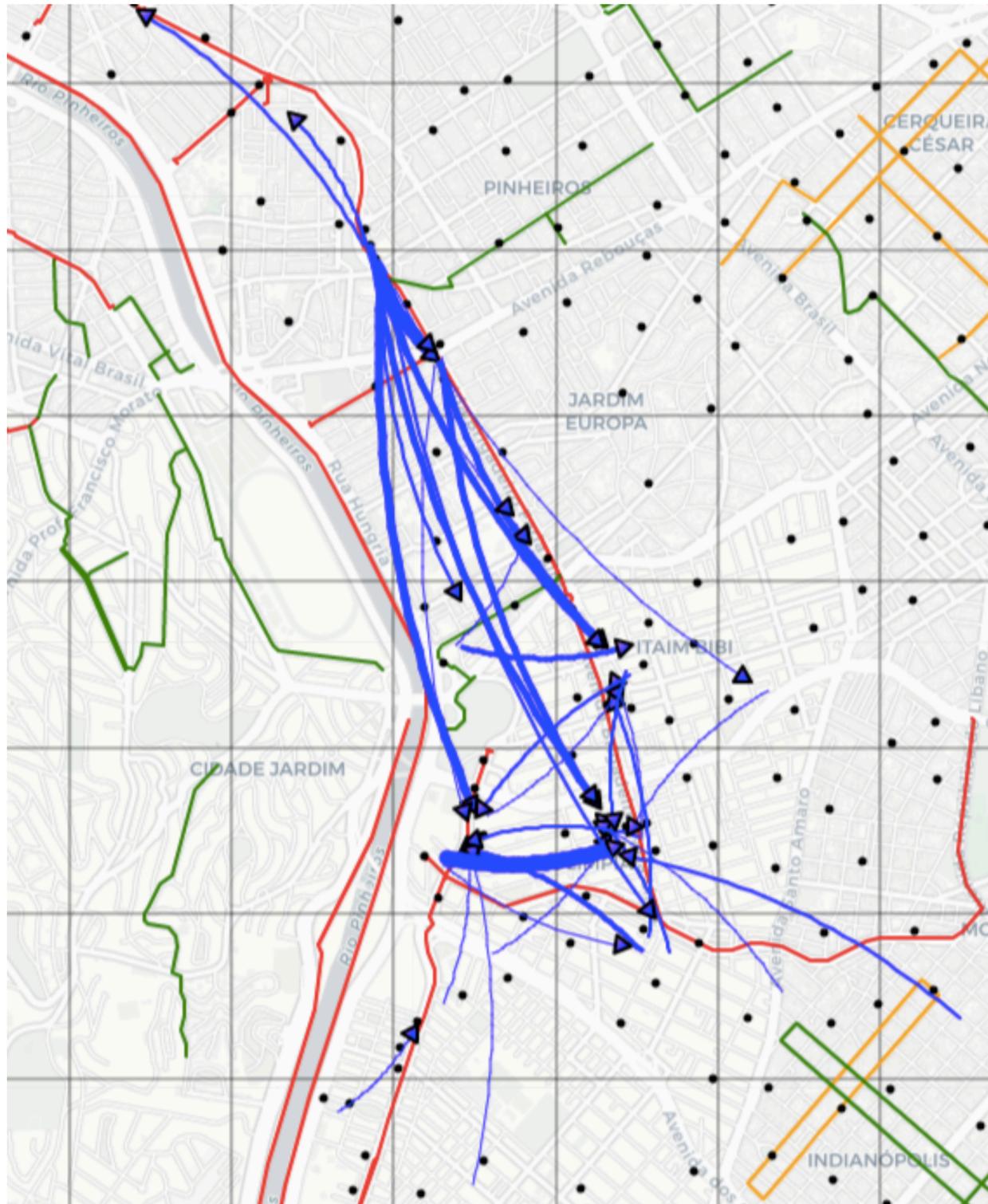
Tier 1: 1446 flows - 89% of flows

# Apoio a políticas públicas: Perfil dos rapidinhos (>20Km/h)

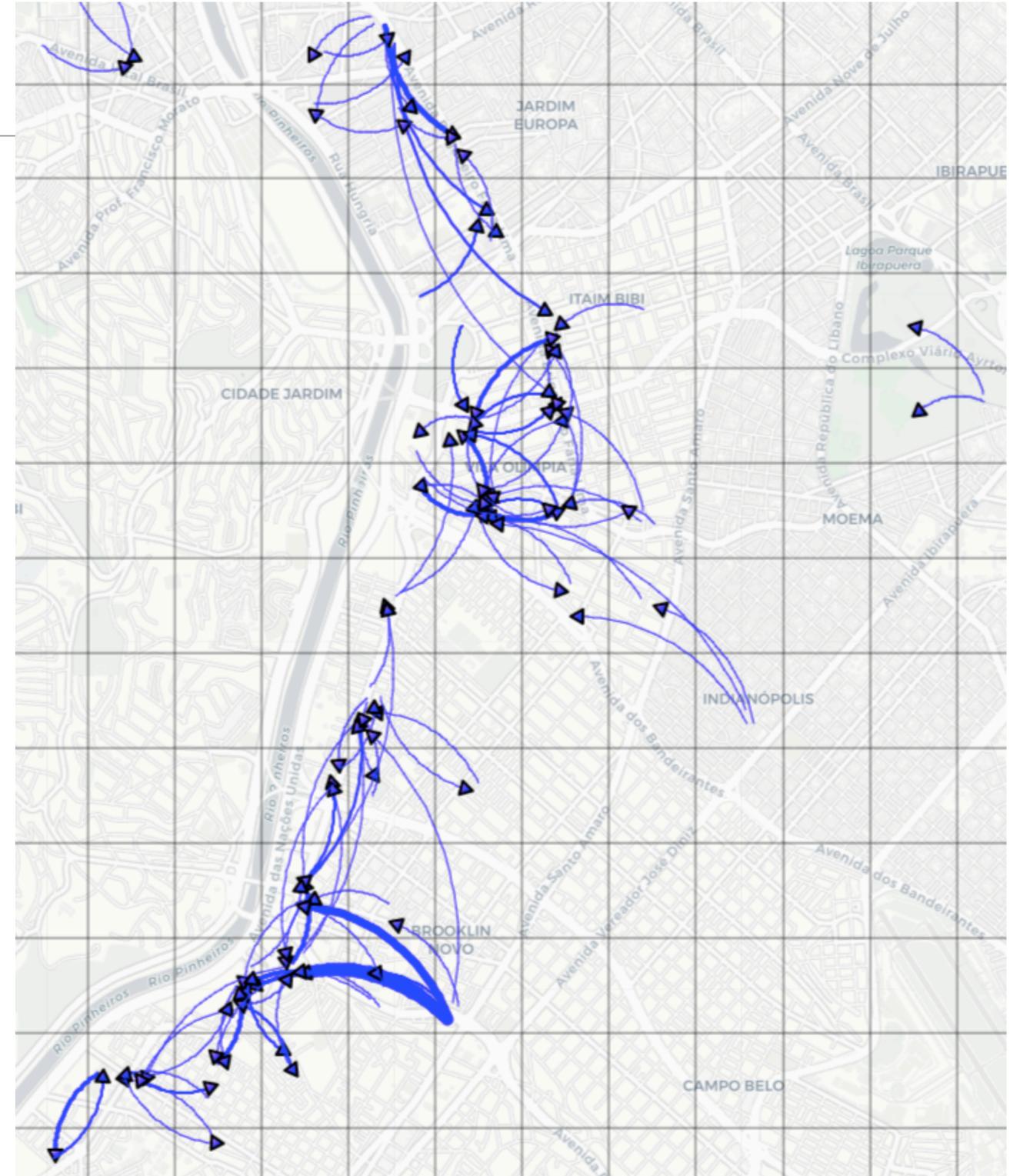
- 4.5% das viagens
- 90% homens / 10% mulheres
- 50% entre 18 e 30 anos
- Estão presentes em todas as idades...
  - Mas em percentual maior entre 25 e 30 anos
- Comprimento dessas viagens é 20% maior
  - talvez vão rápido pois têm distâncias maiores a percorrer
- Duração é metade da média (talvez querem chegar lá rápido)
- Assinante (normalmente morador) tem 5 vezes mais chance de ser um desses do que um cliente isolado (normalmente um turista)



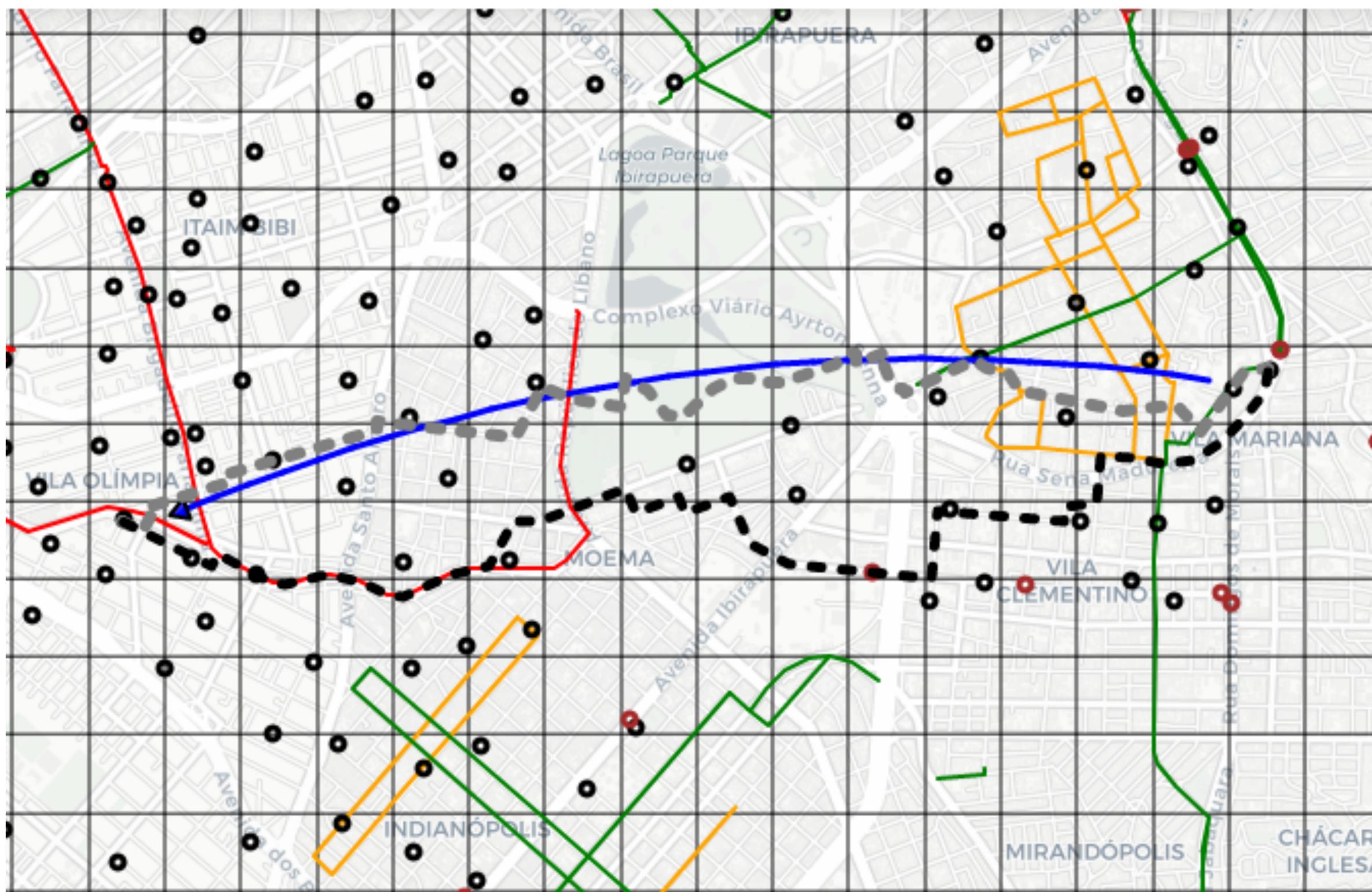
# Trabalho em andamento: São Paulo



Com Docas

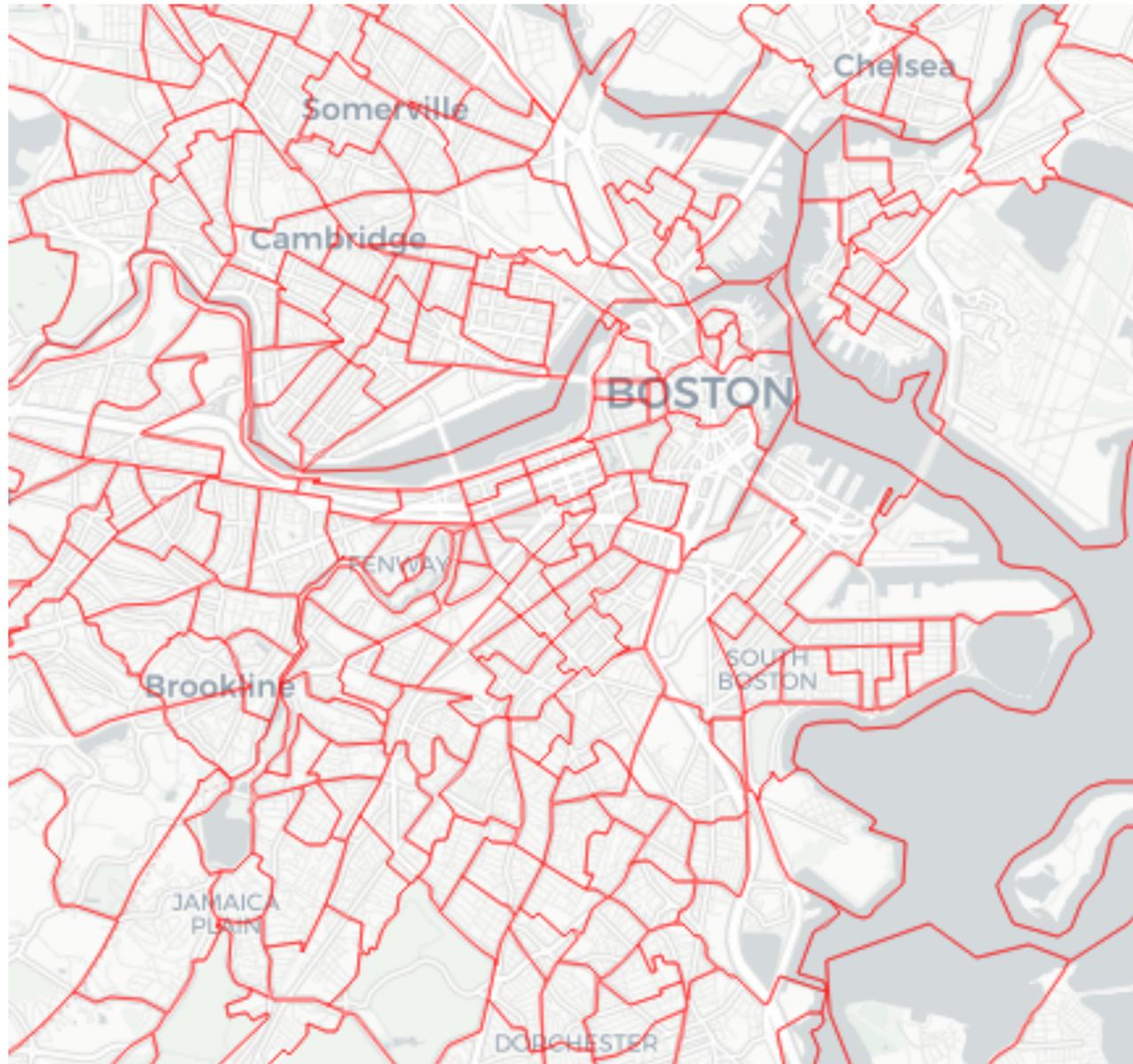


Sem Docas 18

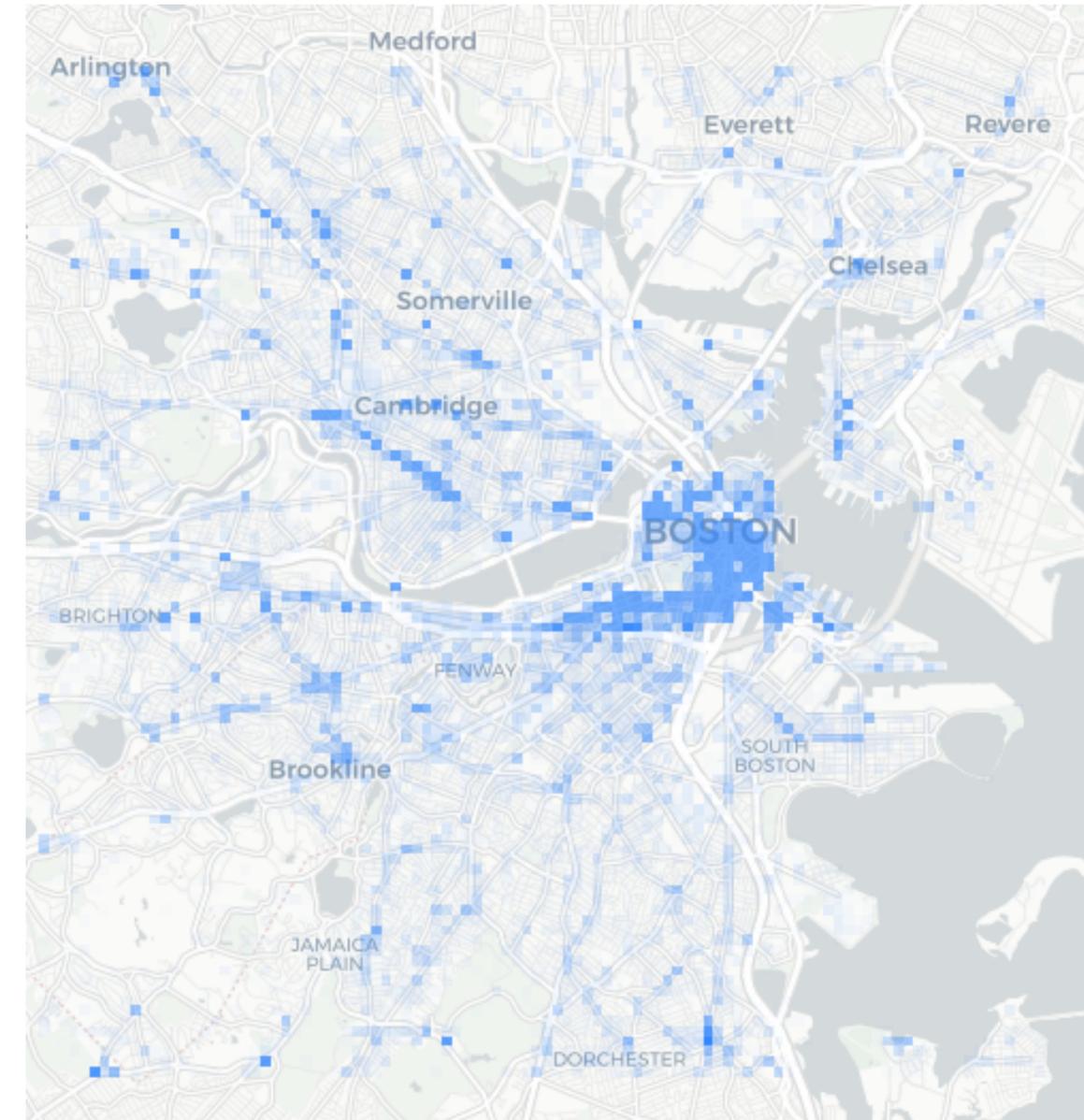


Sugestões de rotas vs.  
infraestrutura cicloviária

# Trabalho em Andamento: Previsão de fluxos com Aprendizado de Máquina



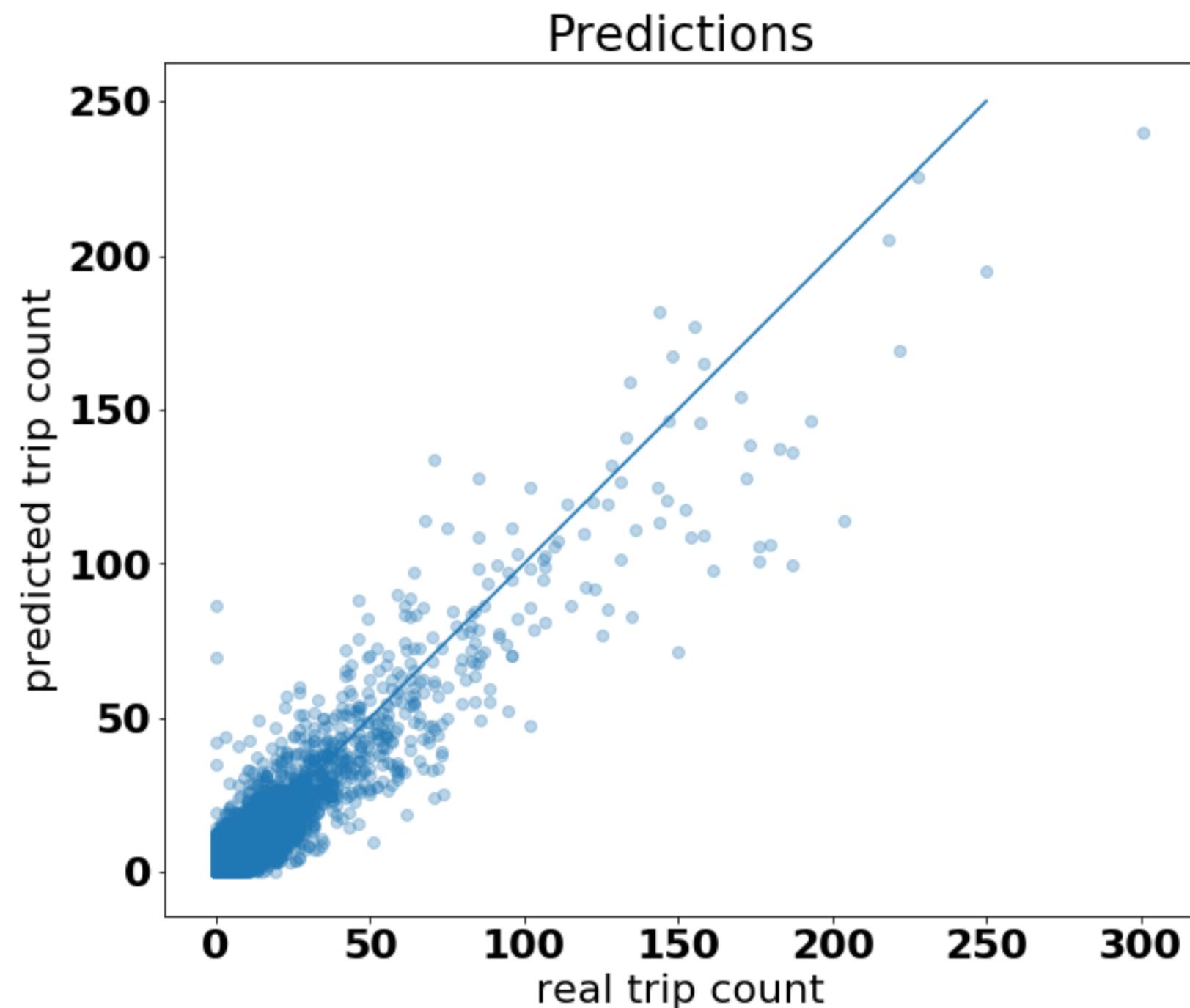
**Fontes de Dados: Censo - socioeconômico**



**Pontos de Interesse**

(lojas, escolas, universidades, empresas, parques, etc.)

# Predição com algoritmo de Florestas Aleatórias

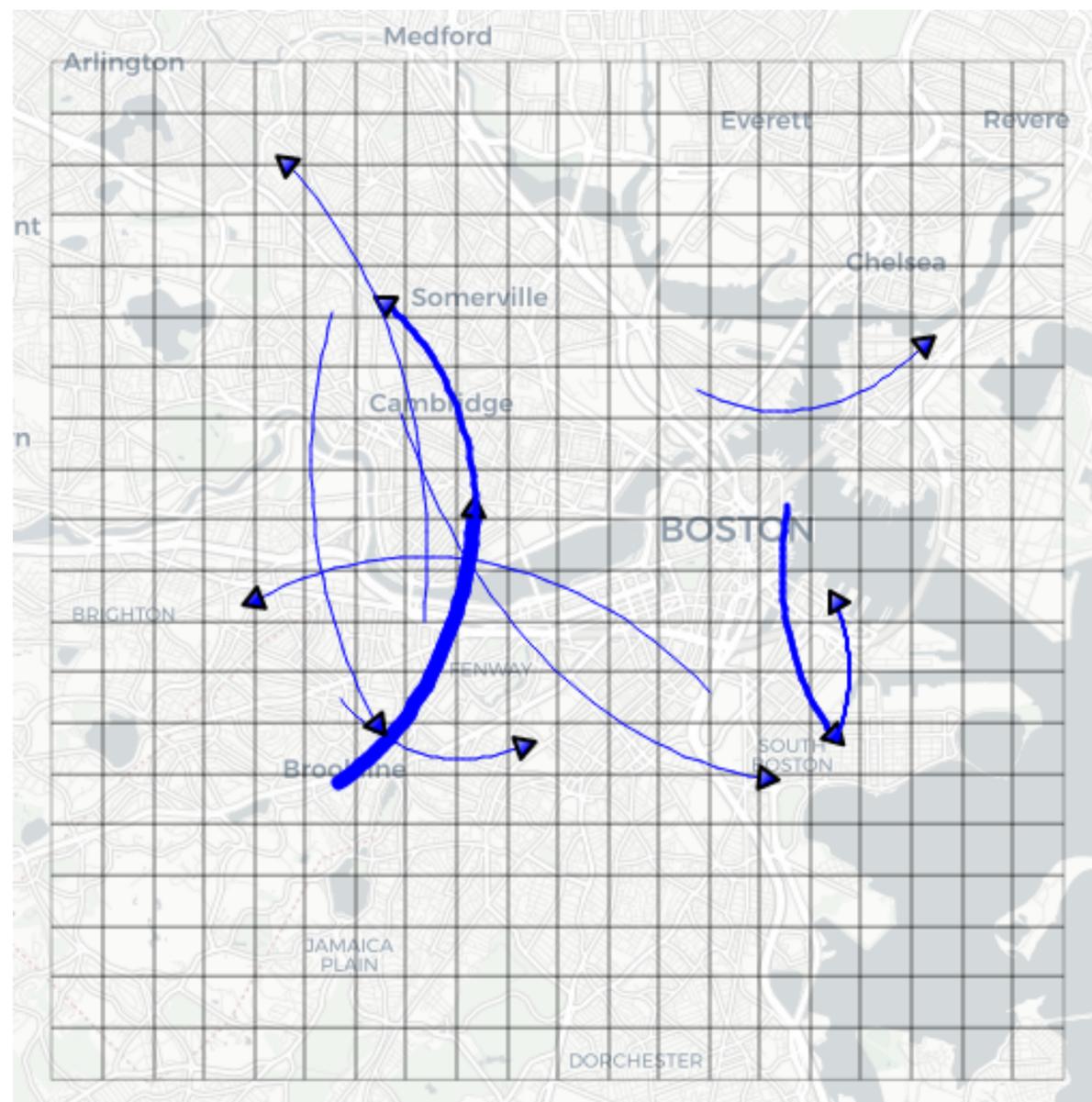


Test set:  
63375 flows

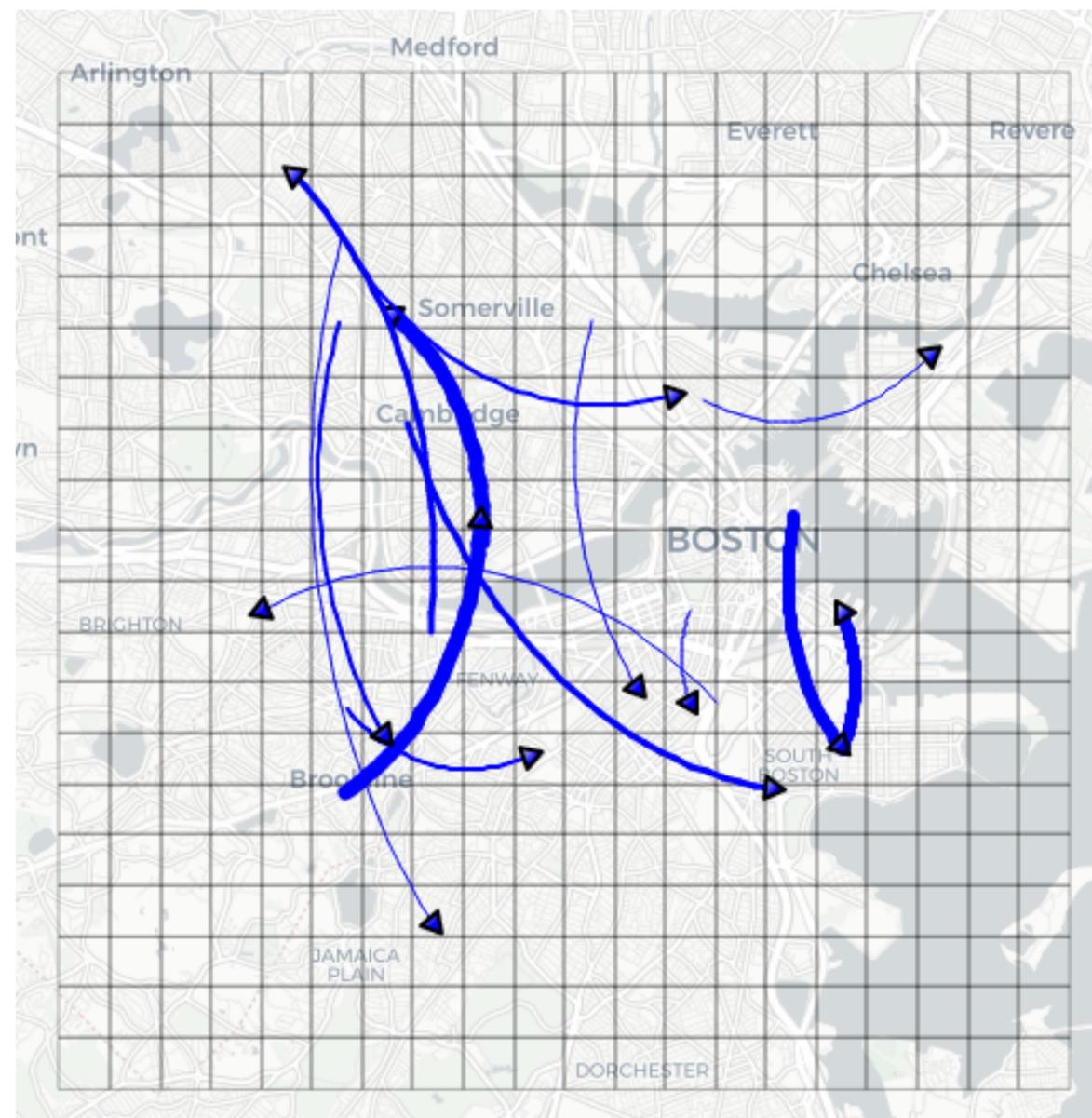
**Absolute error**  
*(trip counts)*

mean	0.561305
std	2.318873
min	0.000000
25%	0.000000
50%	0.000000
75%	0.220000
max	89.820000

# Morning flows, test set for march 2019



Real



Predicted

A wide-angle photograph of a city skyline at sunset. The sky is a mix of light blue and orange, with the sun low on the horizon. The buildings are silhouetted against the sky, with some windows glowing from interior lights. The foreground is dark, suggesting a rooftop or elevated position.

# Contato

**Éderson Cássio Lacerda**

**Prof. Fabio Kon**

**Dr. Higor Amario de Souza**

**IME/USP**

[kon@ime.usp.br](mailto:kon@ime.usp.br)

visite:

**[interscity.org](http://interscity.org)**

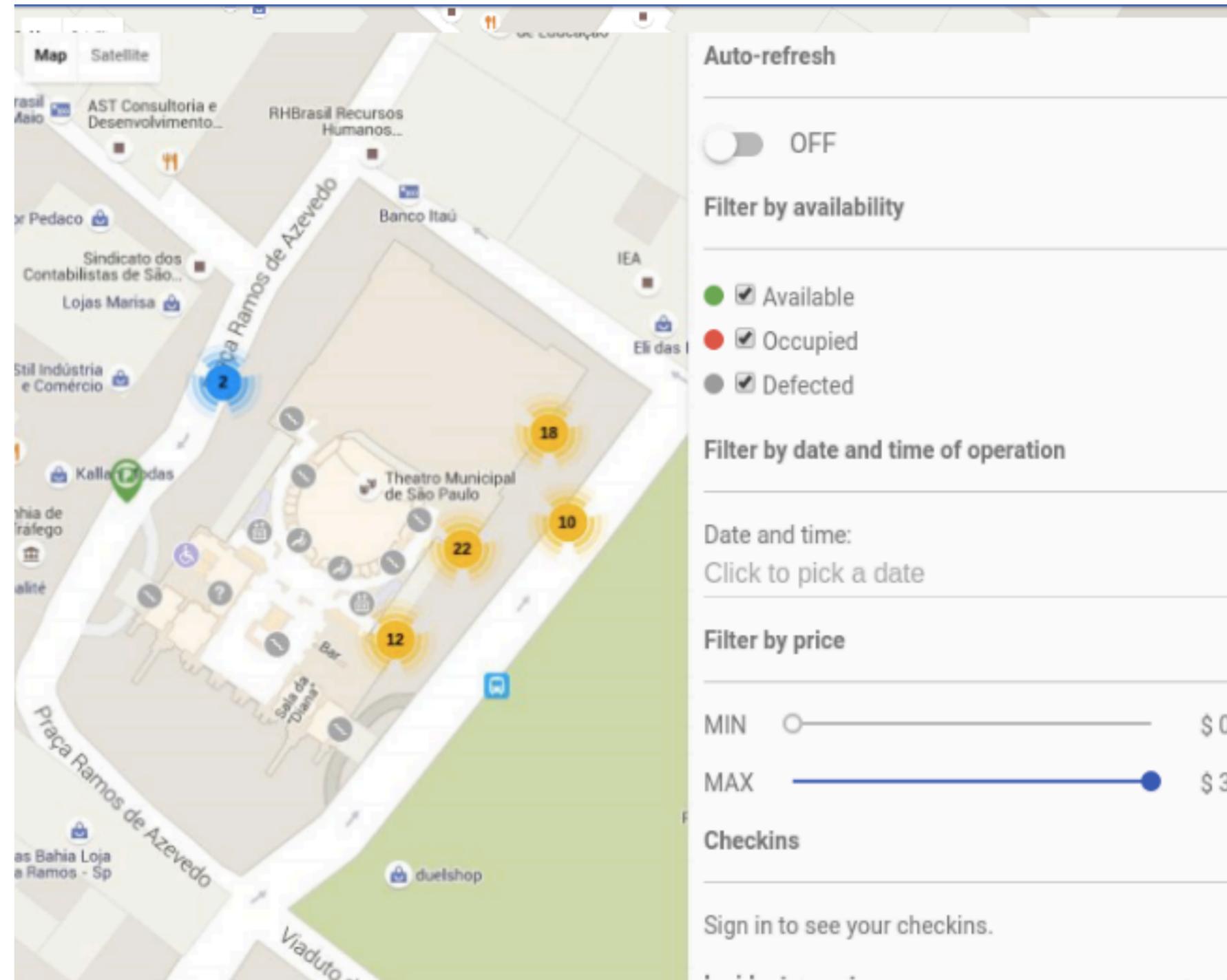
---

# Exemplos de uso da plataforma

## Smart Parking APP

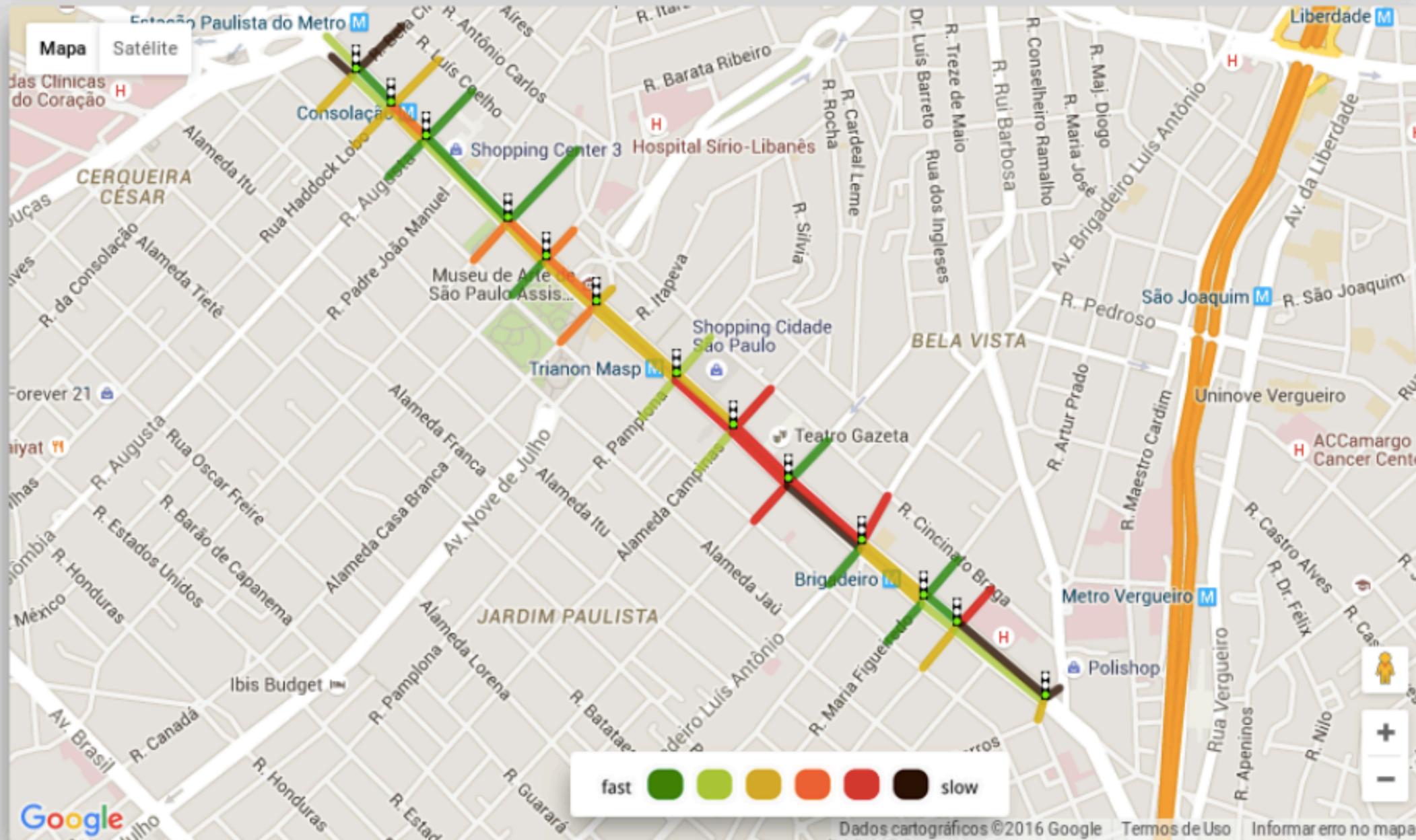
single-page app that helps users in the hard task of finding available parking spots around the city.

It used the platform services to access simulated data.



# Exemplos de uso da plataforma

## Smart Traffic Lights



### controls

enable

- traffic lights
- traffic data

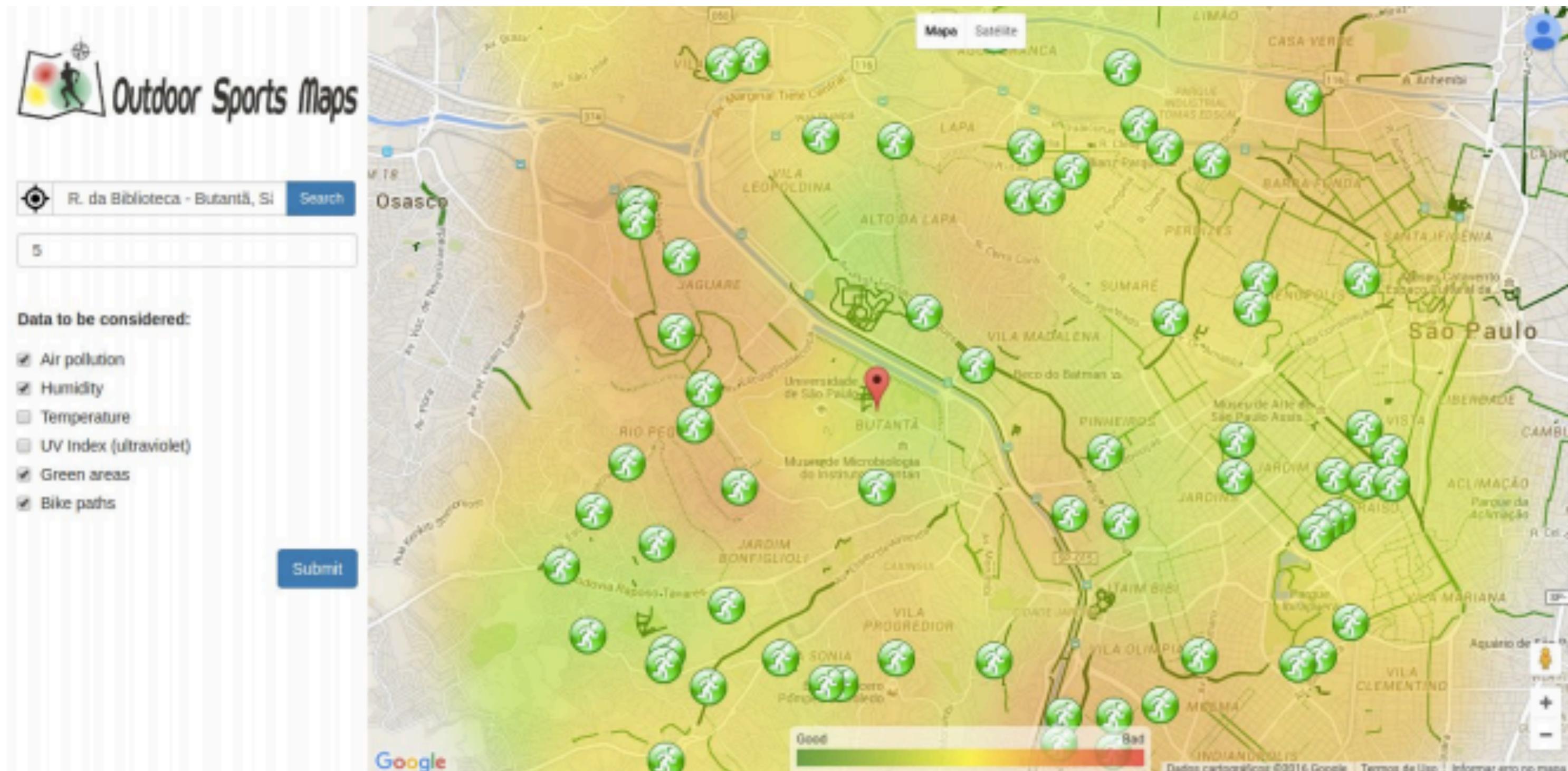
show

- traffic speed
- number of vehicles

time

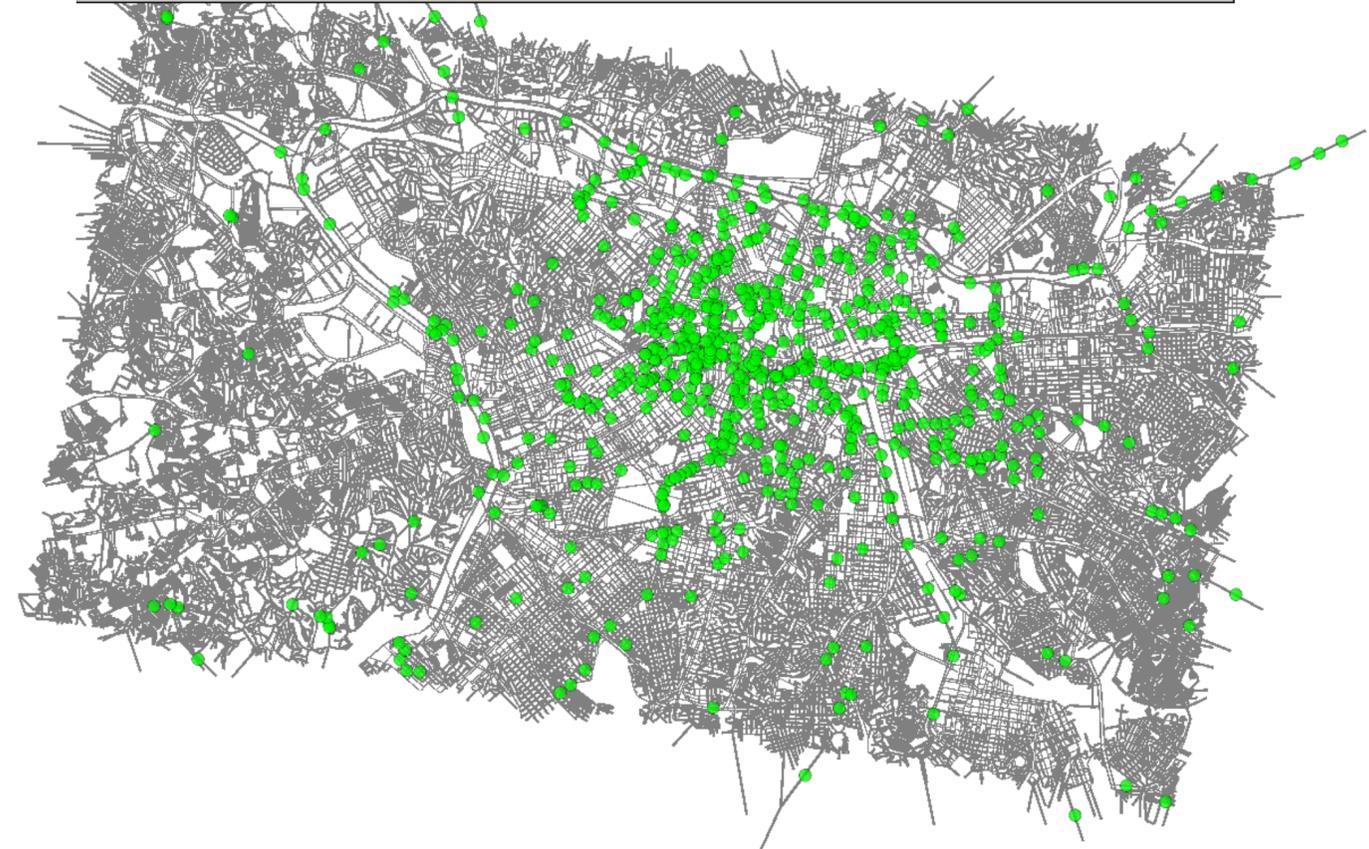
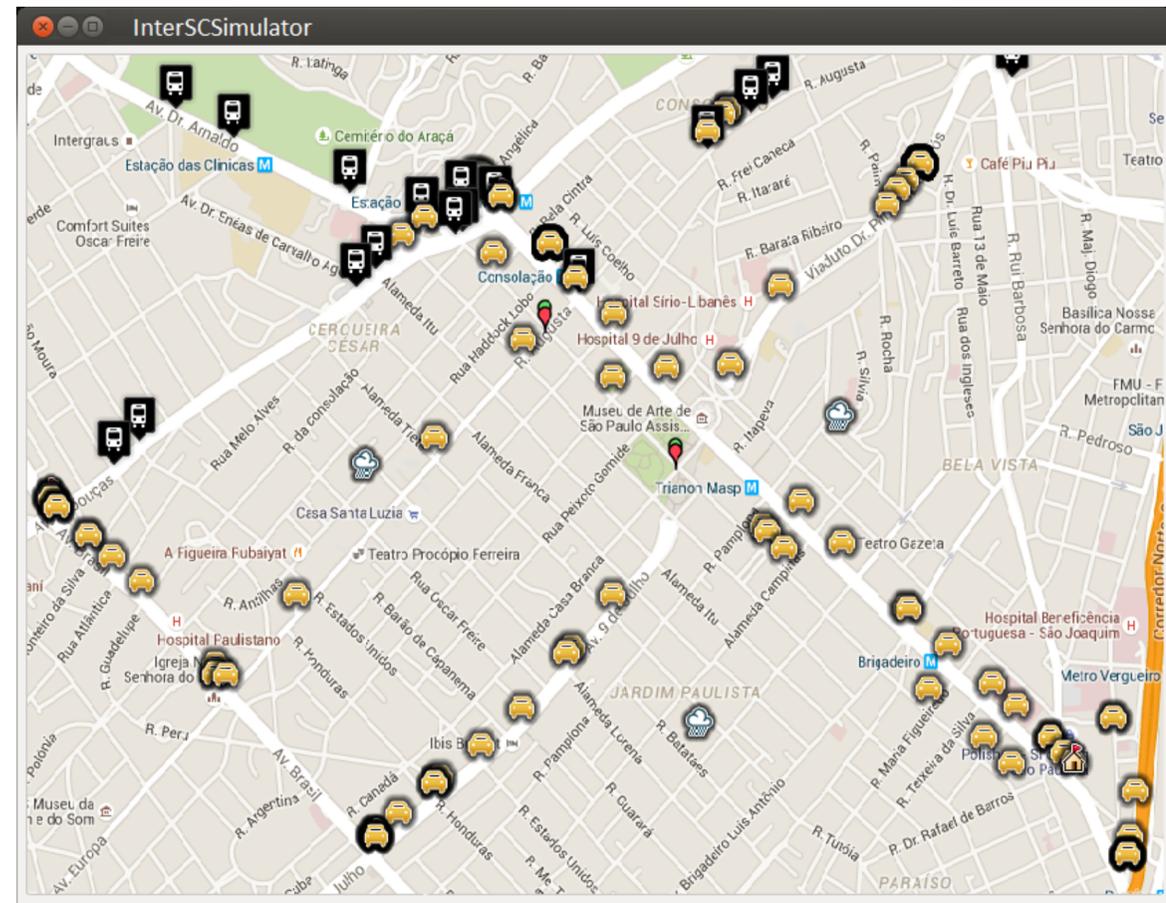


# Outdoor Sports Map

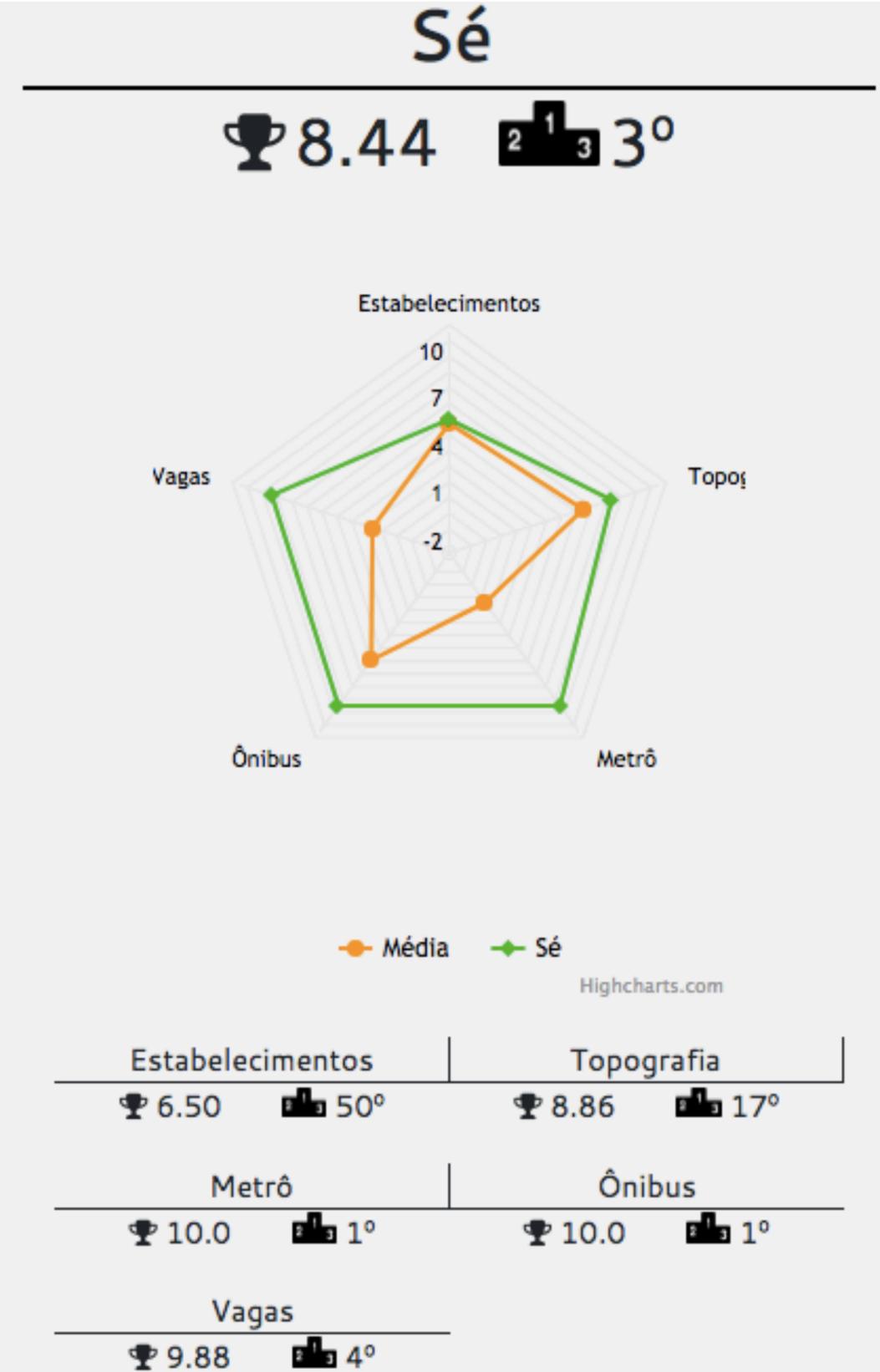
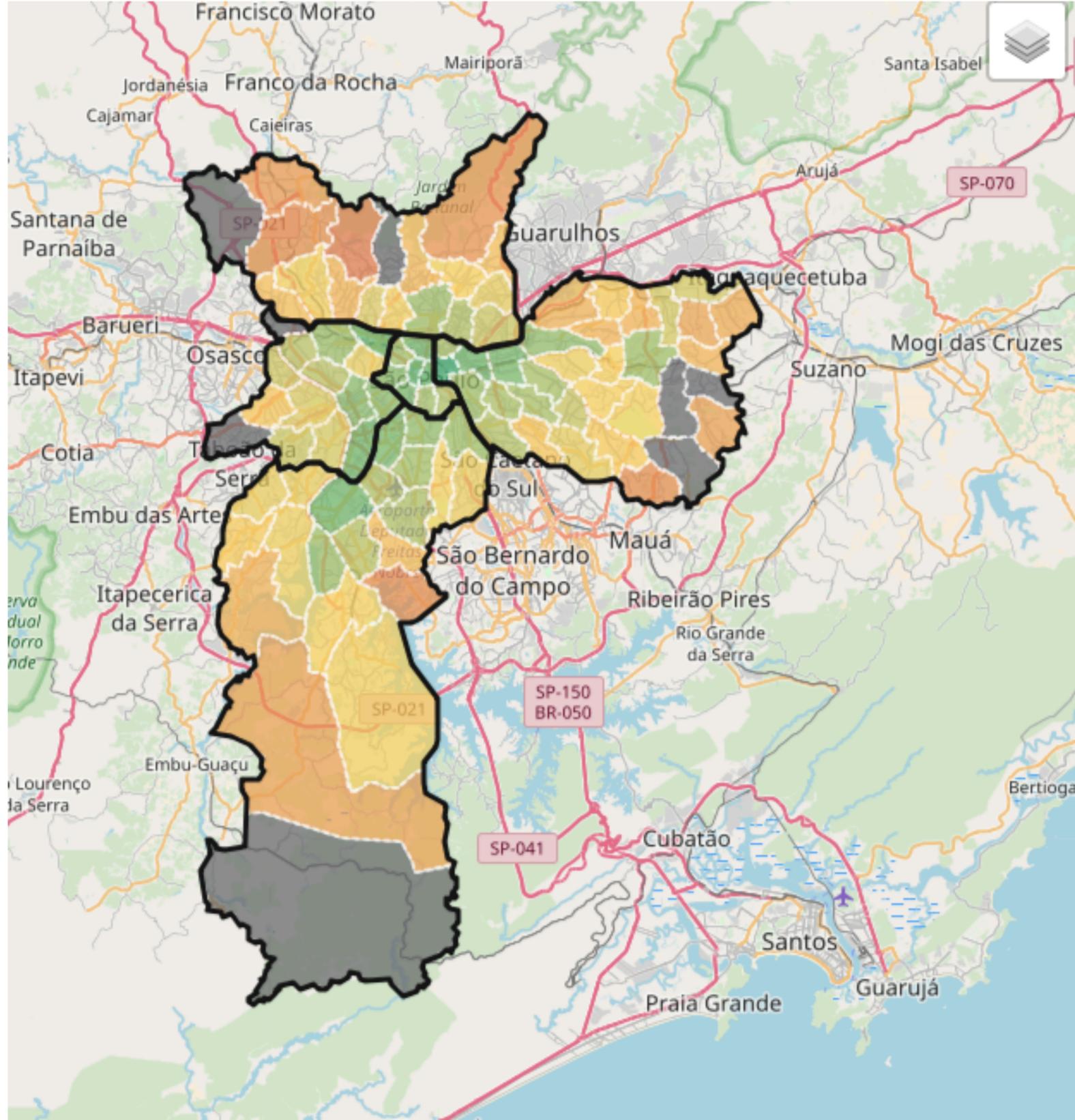


## 2 - InterSCimulator

- Erlang-based large-scale simulator for Smart Cities
- Simulations with 17 million agents in super-real-time
- Multimodal transportation
  - cars, pedestrians, buses, subway, (bicycles).
  - Impact analysis of changes in the transportation infrastructure and associated costs.
  - Population from Paraisópolis favela (slum) in SP.



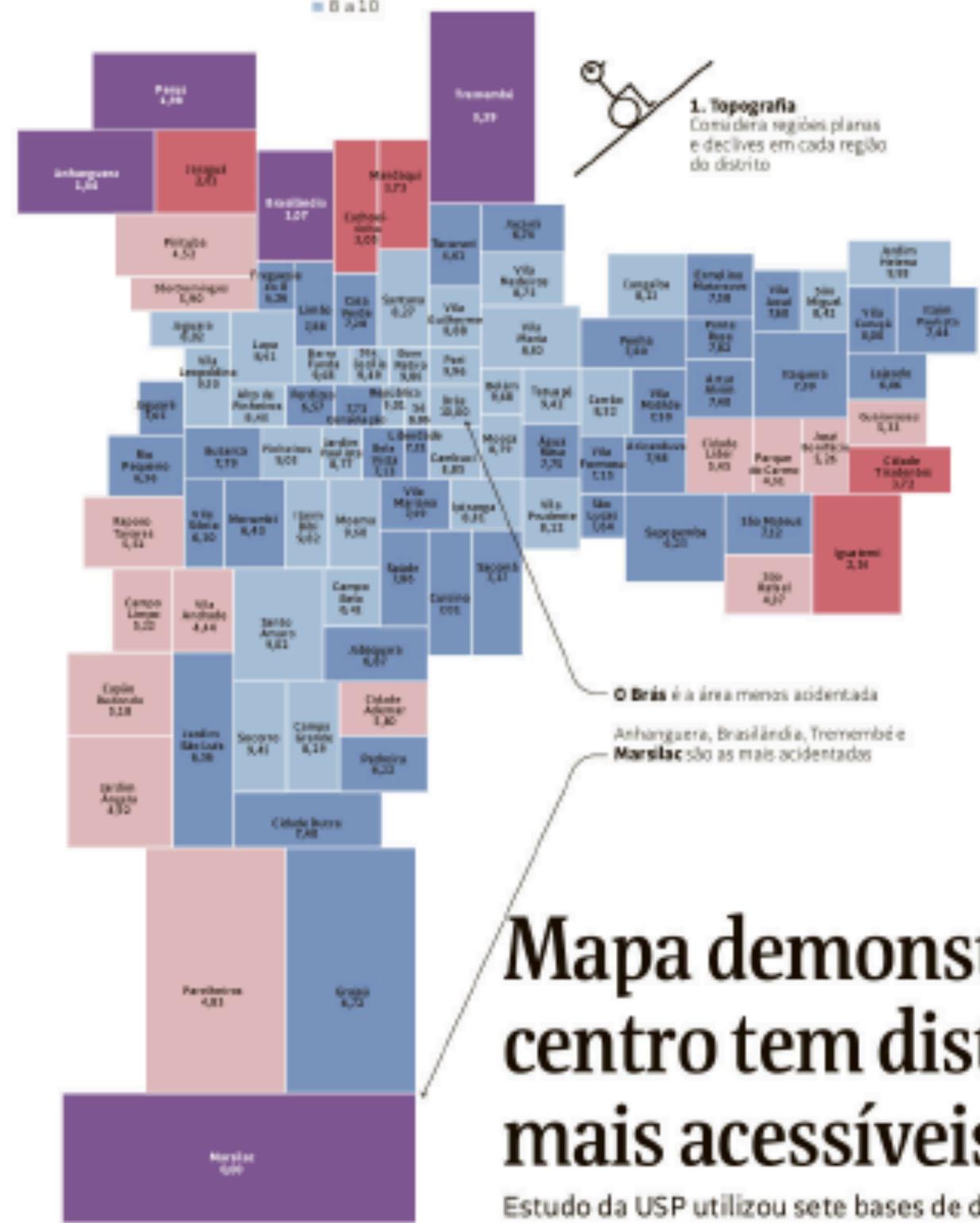
# Accessibility Ranking



**Estudo mostra o nível de acessibilidade por região em São Paulo**

Cada distrito recebeu uma nota de 0 a 10 em cinco indicadores, as periferias tiveram os piores índices

- 0 a 2
- 2 a 4
- 4 a 6
- 6 a 8
- 8 a 10

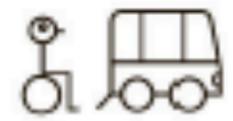


**1. Topografia**  
Considera regiões planas e declives em cada região do distrito

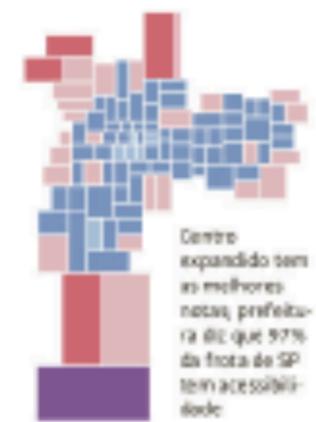
O Brás é a área menos acidentada  
Anhangabaú, Brasilândia, Tremembé e Marília são as mais acidentadas

# Mapa demonstra que centro tem distritos mais acessíveis de SP

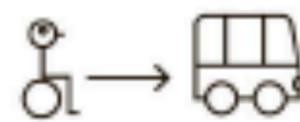
Estudo da USP utilizou sete bases de dados para montar ranking de mobilidade; periferia fica com piores posições



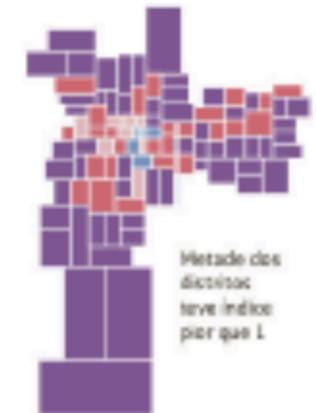
**2. Ônibus acessíveis**  
Considera o percentual de ônibus acessíveis nas linhas que cruzam o distrito



Centro expandido tem as melhores notas; prefeitura diz que 97% da frota de SP tem acessibilidade



**3. Distância até o transporte**  
Considera o deslocamento médio até as estações de metrô e trem



Metade dos distritos teve índice pior que 1



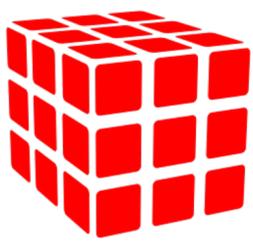
**4. Vagas de estacionamento**  
Considera vagas de rua para idosos e cadeirantes em relação à área do distrito

- Quem pode ser prejudicado pela falta de acessibilidade**
- > 674 mil pessoas com deficiência motora vivem em São Paulo (2010)
  - > 50% dos moradores da cidade têm excesso de peso (2015)
  - > 20% da população paulista não será idosa em 2030
  - > 577 mil bebês (portanto crianças de colo) nasceram no município entre jan.15 e dez.17



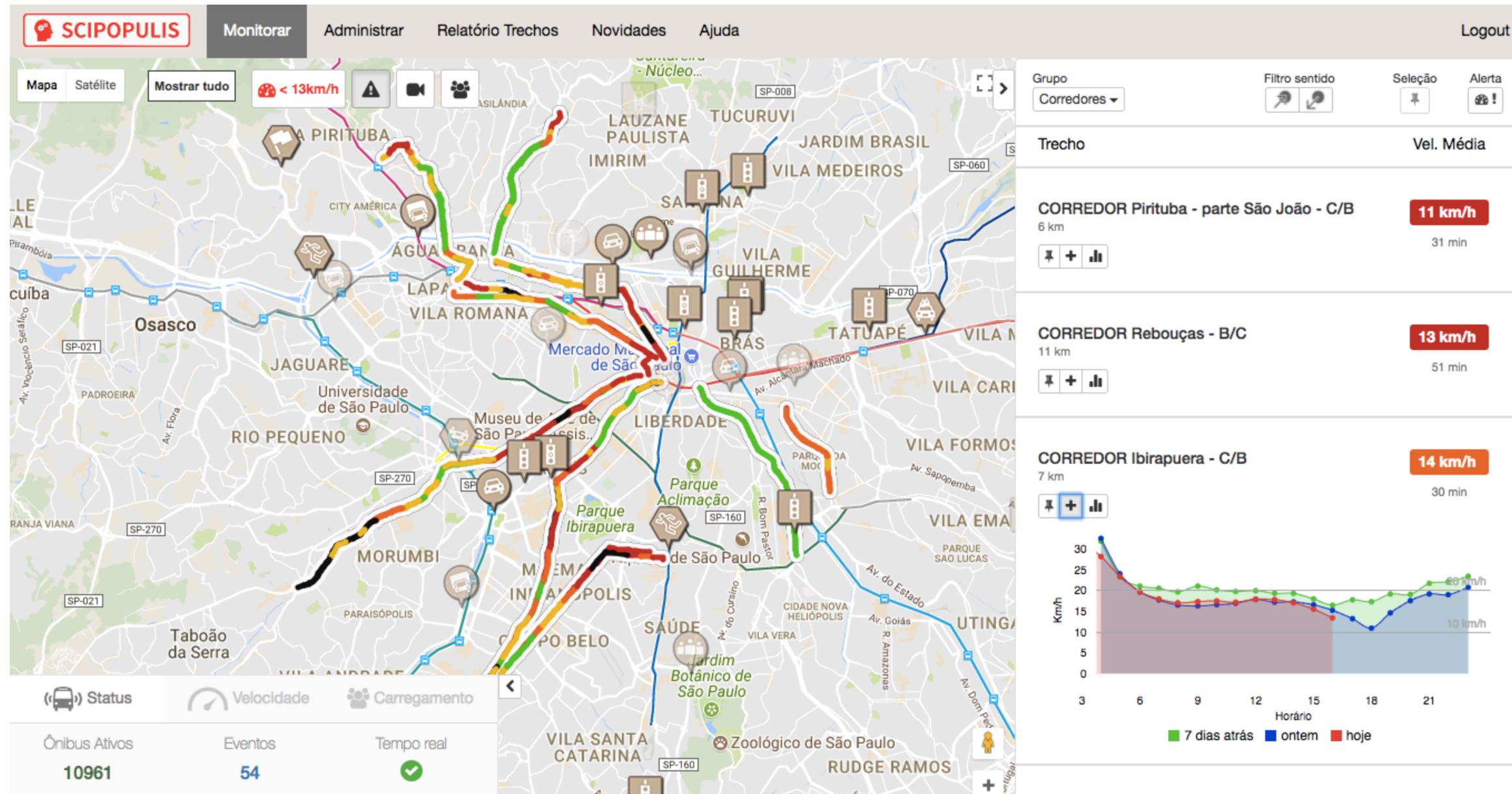
Jairo Marques e Fábio Takahashi

...ora com nota dez pelas condições de terreno. O bairro tem poucos degraus e o ambiente é muito grande. As travessias de rua também são problemáticas. É comum de um...

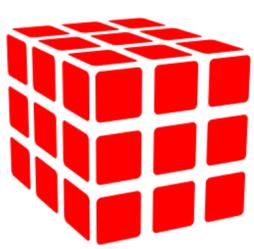


# REAL TIME DASHBOARD

(for system operators)

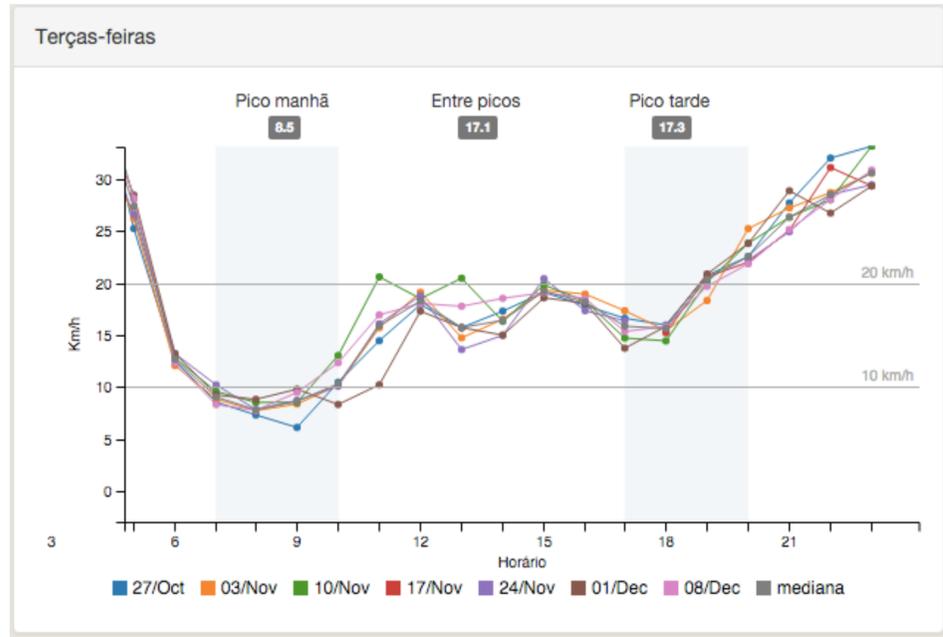


- In use by the São Paulo secretary of transportation
- in test at: Rio de Janeiro, Curitiba, Santiago (Chile), Brasilia, etc.

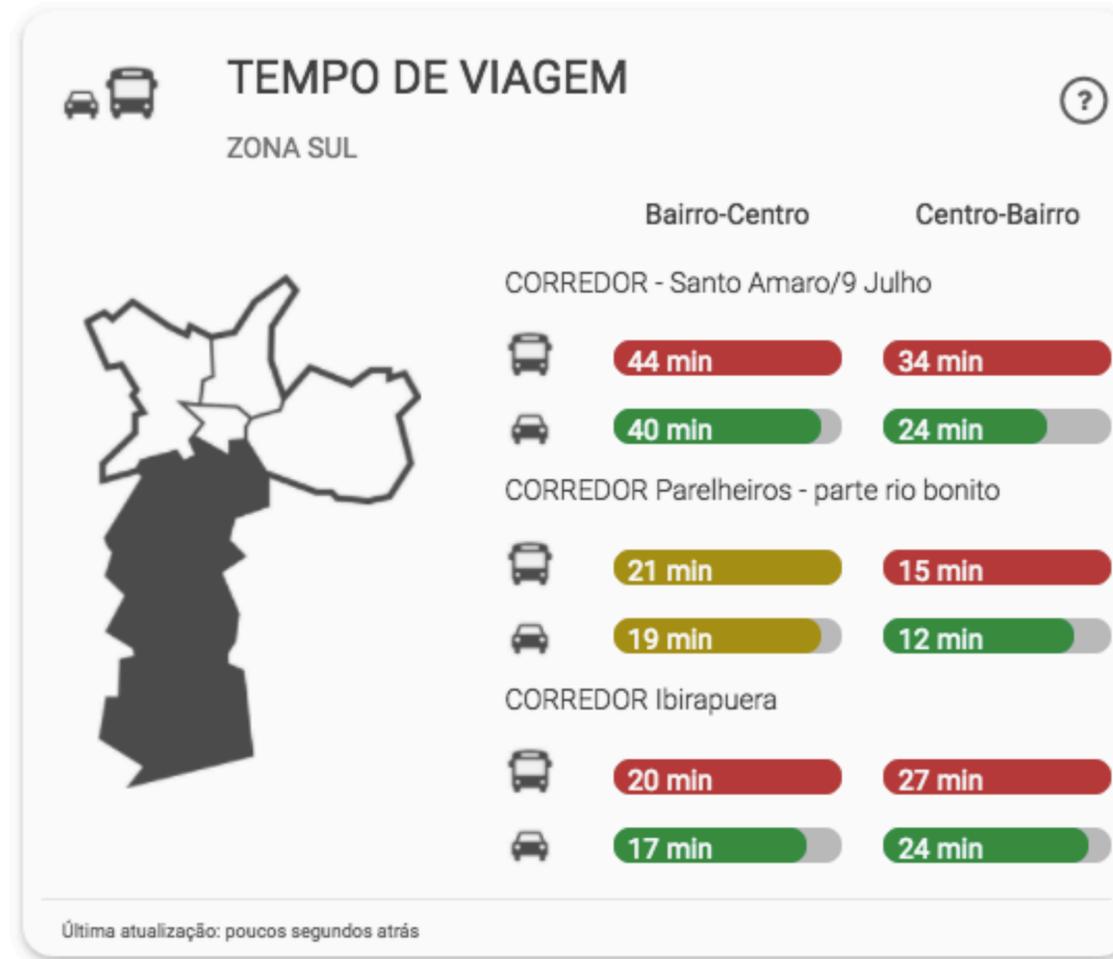


# DATA ANALYSIS and visualization

## Historical data



## Comparing bus x auto



## Headway discrepancy per bus stop

