

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo







INCT
InterSCity



Eduardo
Zambom
Santana,
Higor Amario e
Haydee Svab
(IME-USP)

julho/2020

Introdução

-  Pedalar é o modo de transporte mais energético-eficiente em uma cidade
-  Benefícios individuais: físicos e mentais
-  Benefícios para a cidade: tráfego, poluição sonora
-  Benefícios para o meio ambiente: poluição do ar e pegada de carbono

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

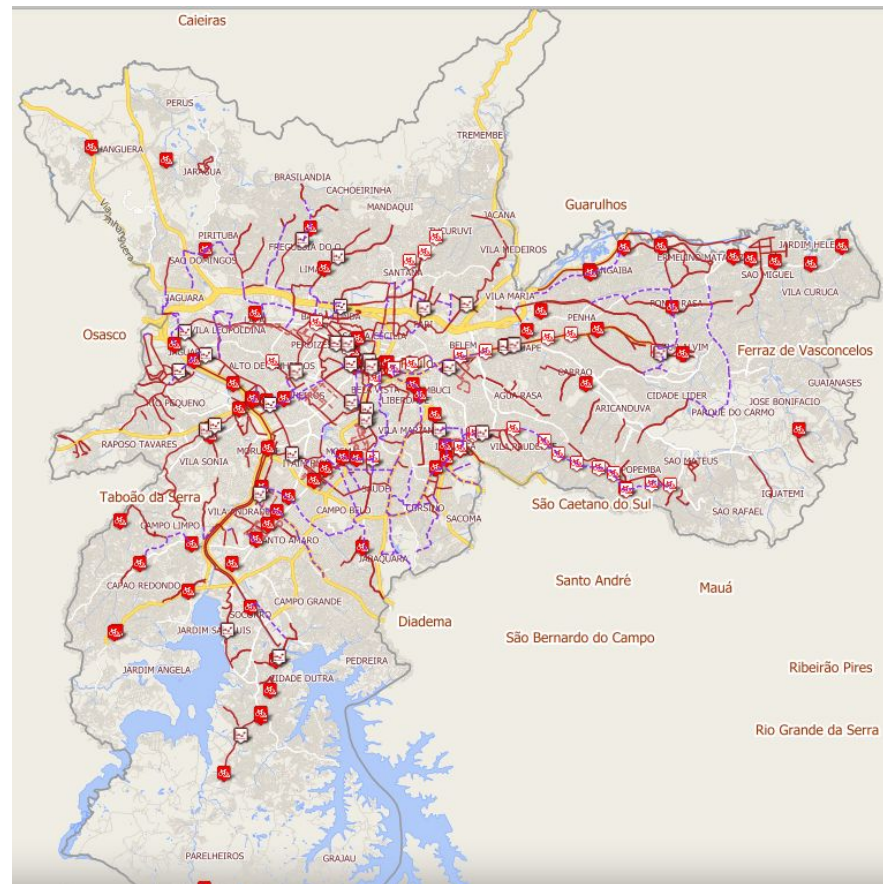
As viagens de bicicleta vêm aumentando ao longo dos anos:

 Políticas públicas

 Infraestrutura cicloviária:

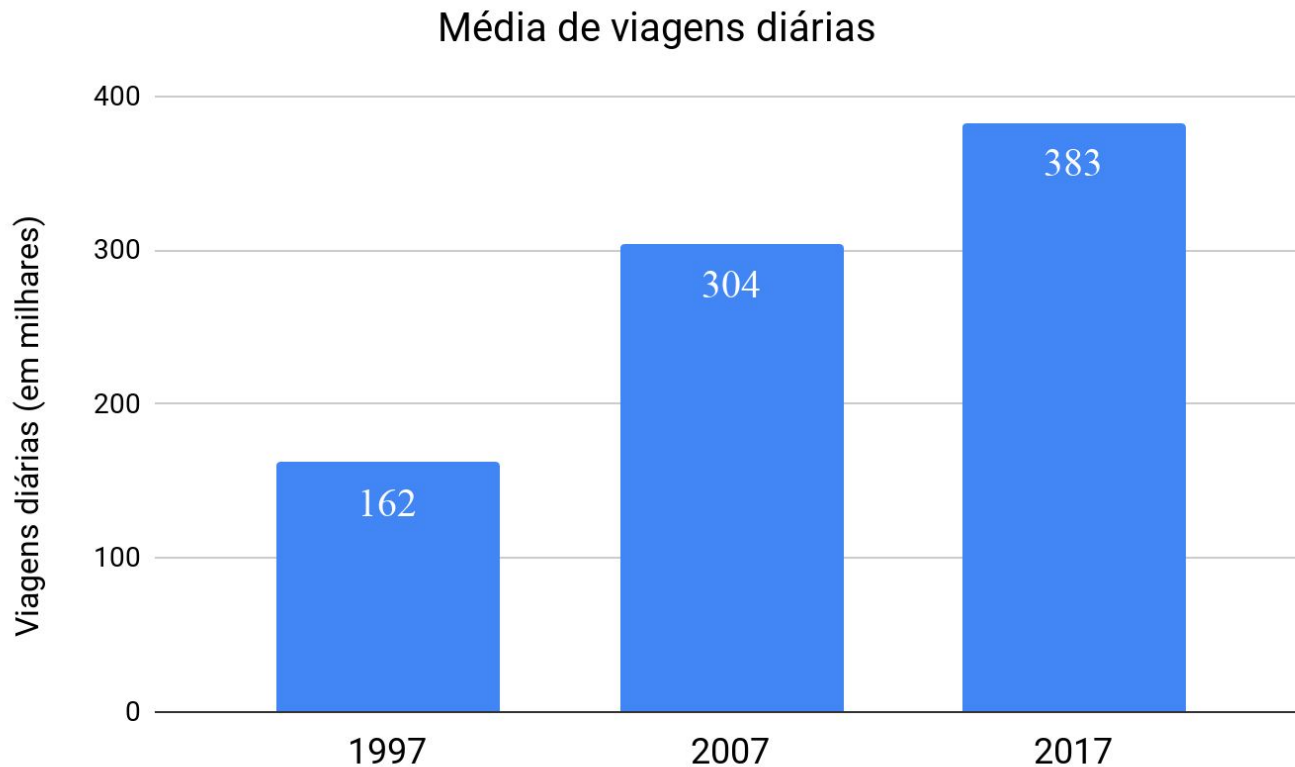
- 504 km
- 75 bicicletários

 Sistemas de bicicletas compartilhadas



Fonte: GeoSampa

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo



Fonte: Pesquisas Origem Destino da Região Metropolitana de São Paulo

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

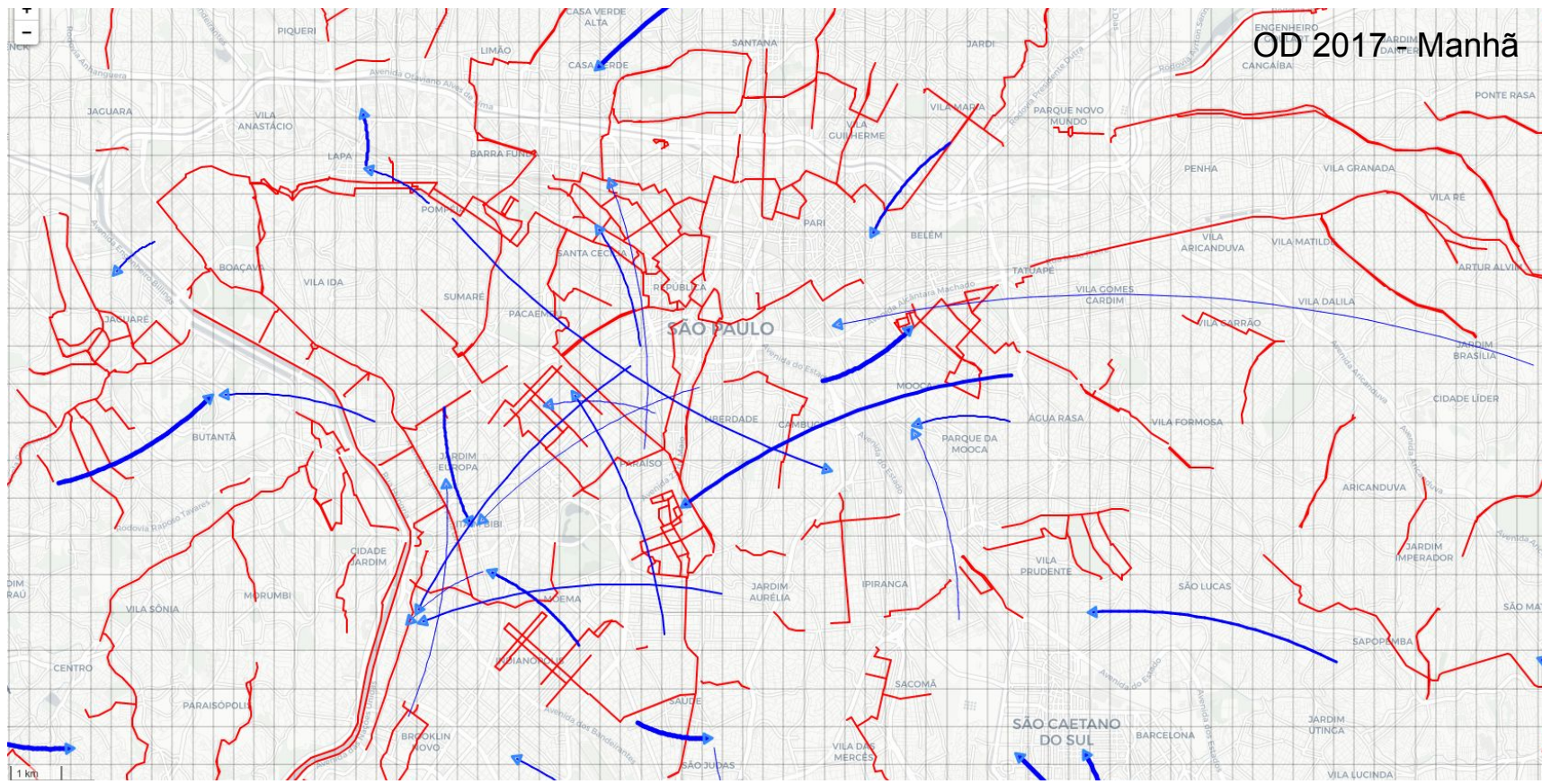


Fonte: Pesquisa Origem Destino 2017 da Região Metropolitana de São Paulo

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo



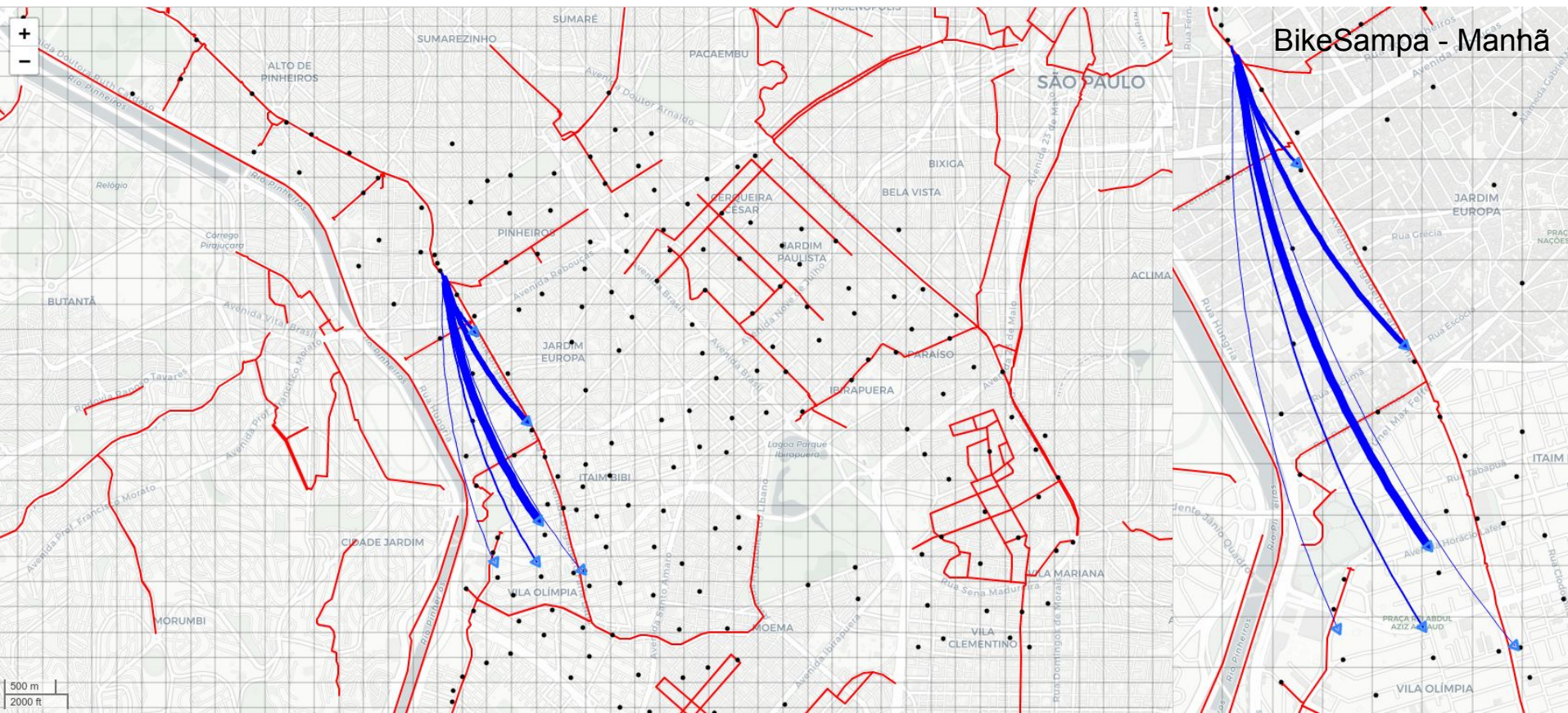
BikeScience: gitlab.com/intercity/bike-science



Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo



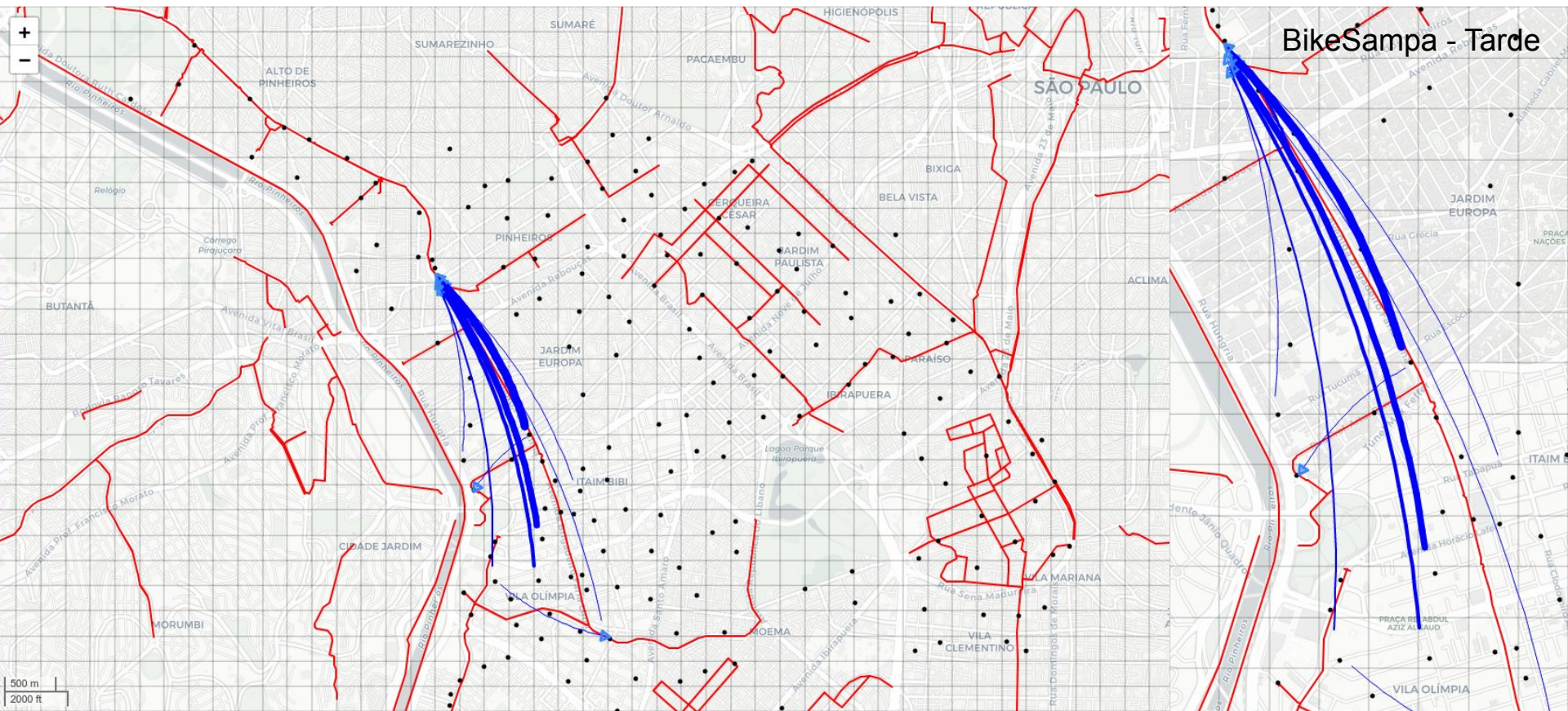
BikeScience: gitlab.com/intercity/bike-science



Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo



BikeScience: gitlab.com/intercity/bike-science



[MODELO] Infra-estrutura


 Quantidade de nós do modelo: ~50 mil


 Quantidade de links do modelo: ~120 mil

 Ciclovias e ciclofaixas: GeoSampa

[MODELO] Altitude

 Dados obtidos por API: <https://openrouteservice.org/>


 Cada ID do nó no mapa (xml):
latitude, longitude, altitude

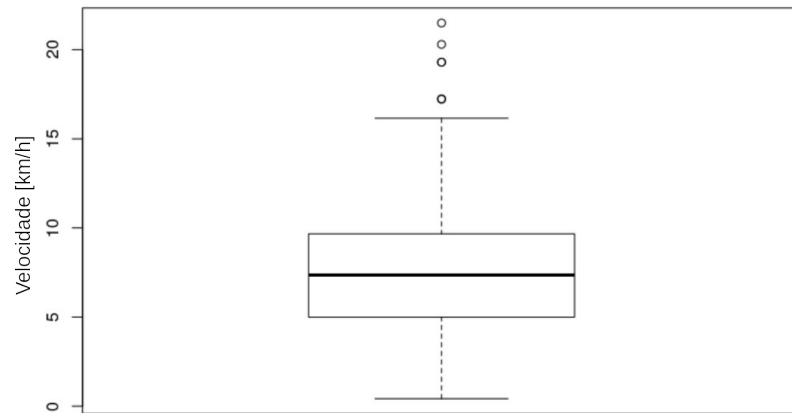
 Definidos trechos em declive/active:
- 2%
- Influência na velocidade do agente



[MODELO] Velocidade

 Cálculo de fatores multiplicadores:
f (inclinação, infraestrutura cicloviária)


 Eliminação de outliers:
foram excluídos valores
inferiores ao LI e
superiores ao LS do boxplot




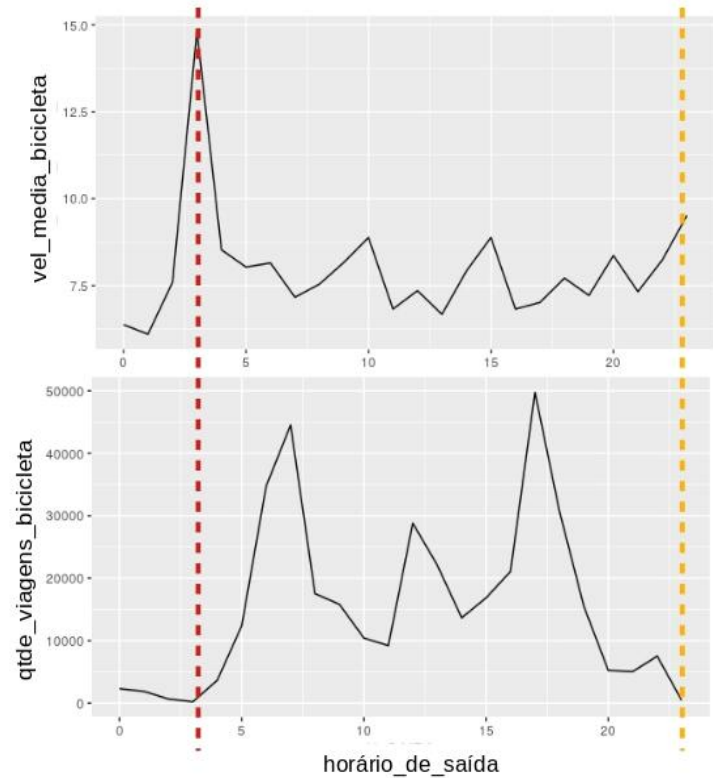
Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

[MODELO] Velocidade

 Cálculo de fatores multiplicadores:
f (inclinação, infraestrutura cicloviária)


 Eliminação de outliers:
foram excluídos valores
inferiores ao LI e
superiores ao LS do boxplot


 Flutuação horária descartada:
amostra de viagens de bicicleta é pequena
.: 1.279 observações representando ~ 380 mil viagens

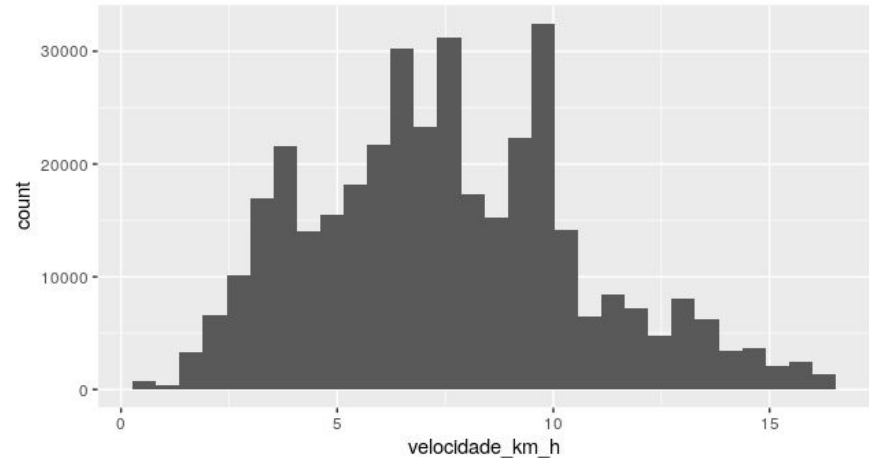


[MODELO] Velocidade

 Distribuição Gama Generalizada

 Velocidade média = 7,44 km/h c/
desvio padrão = 3,204148 km/h
[dados reais de operação de bike-sharing]

 Implementação da distribuição gama generalizada no simulador não é trivial
∴ geração de arquivo externo de input para modelo
com 400 mil valores de velocidade



Histograma de velocidades das viagens de bicicletas

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

[MODELO] → [InterSCSimulator]



Para cada agente “bicicleta”:
sorteio de uma "personal speed"
distribuição gama [OD2017]
velocidade média [bike-sharing]
atualização de quantidade de bikes no link



Bike é considerada na ocupação total da via:
1 carro = 5 bikes, 1 ônibus = 3 carros



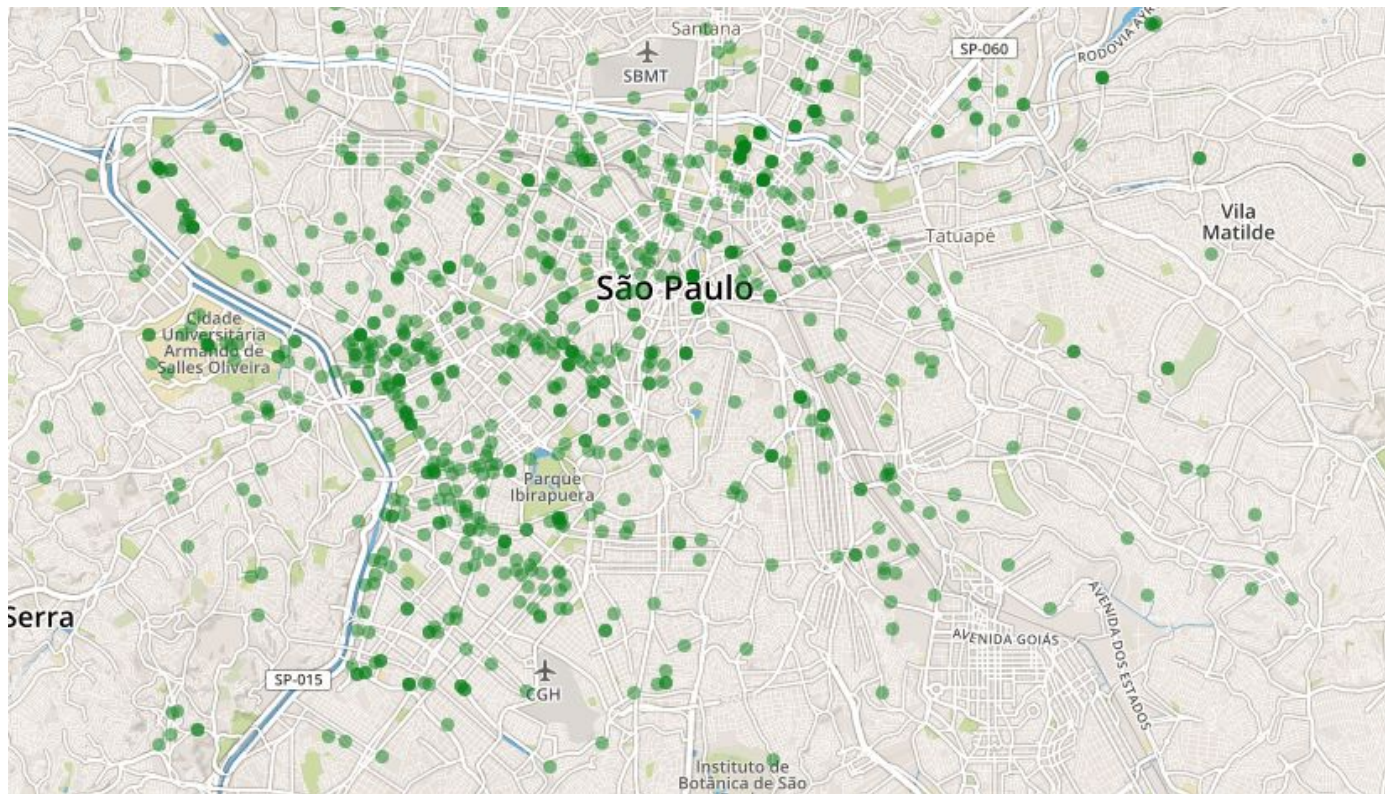
Em cada link agente define sua velocidade:
f (inclinação, infraestrutura cicloviária)

```
Plane and IsCycleway ->  
    PersonalSpeed * 1.4651;  
Plane and IsCyclelane ->  
    PersonalSpeed * 0.5524;  
Plane and IsMixedTraffic ->  
    PersonalSpeed * 1.5;  
Climb and (IsCycleway or IsCyclelane) ->  
    PersonalSpeed * 0.3827;  
Climb and IsMixedTraffic ->  
    PersonalSpeed * 0.8027;  
Descent and (IsCycleway or IsCyclelane) ->  
    PersonalSpeed * 1.4532;  
Descent and IsMixedTraffic ->  
    PersonalSpeed * 1.1217;  
.
```


Cálculo da velocidade
usando fatores: declividade
e infraestrutura cicloviária

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

Mapa e viagens simuladas



Viagens

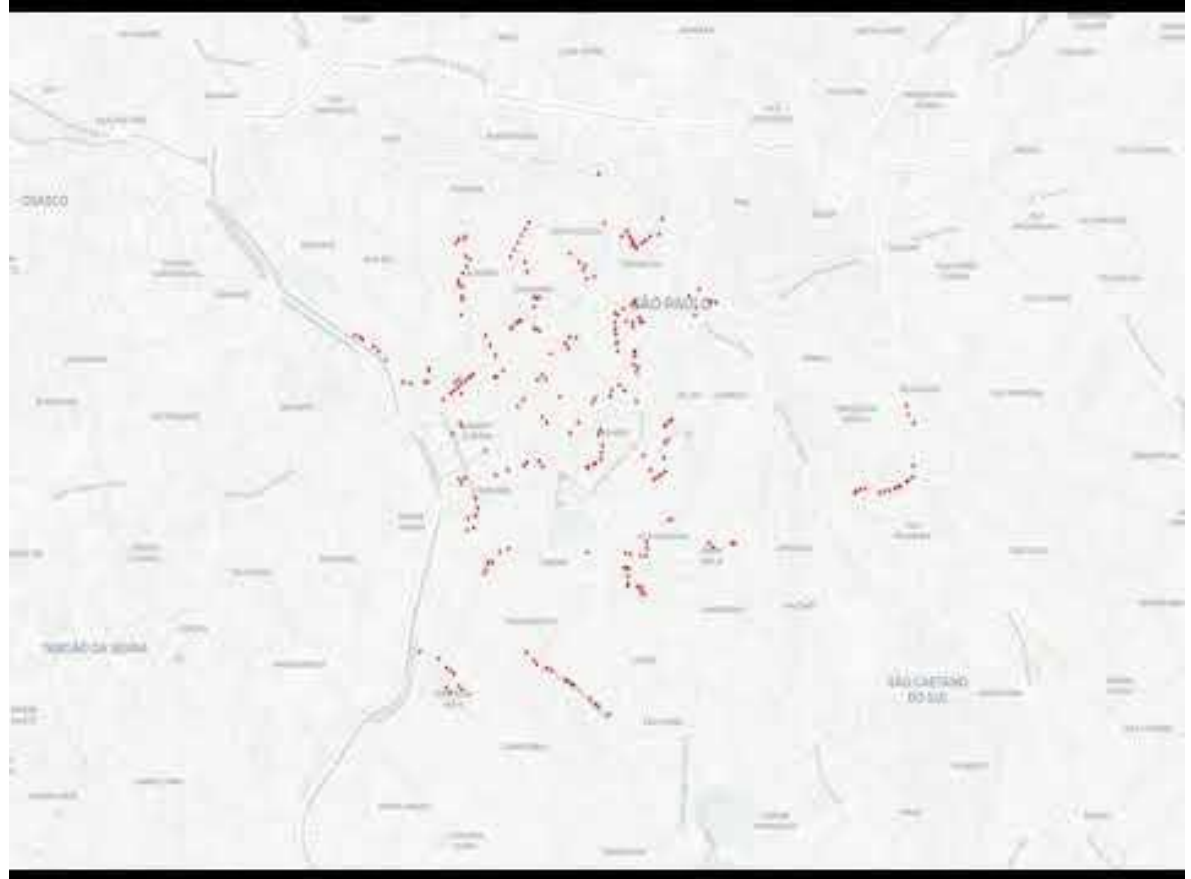
 933 registros na OD → 837 na simulação (~90%)

 204 mil viagens → 160 mil na simulação (~80%)

 Duração média: 21 minutos [Mín 5; Máx 120]

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo

Animação

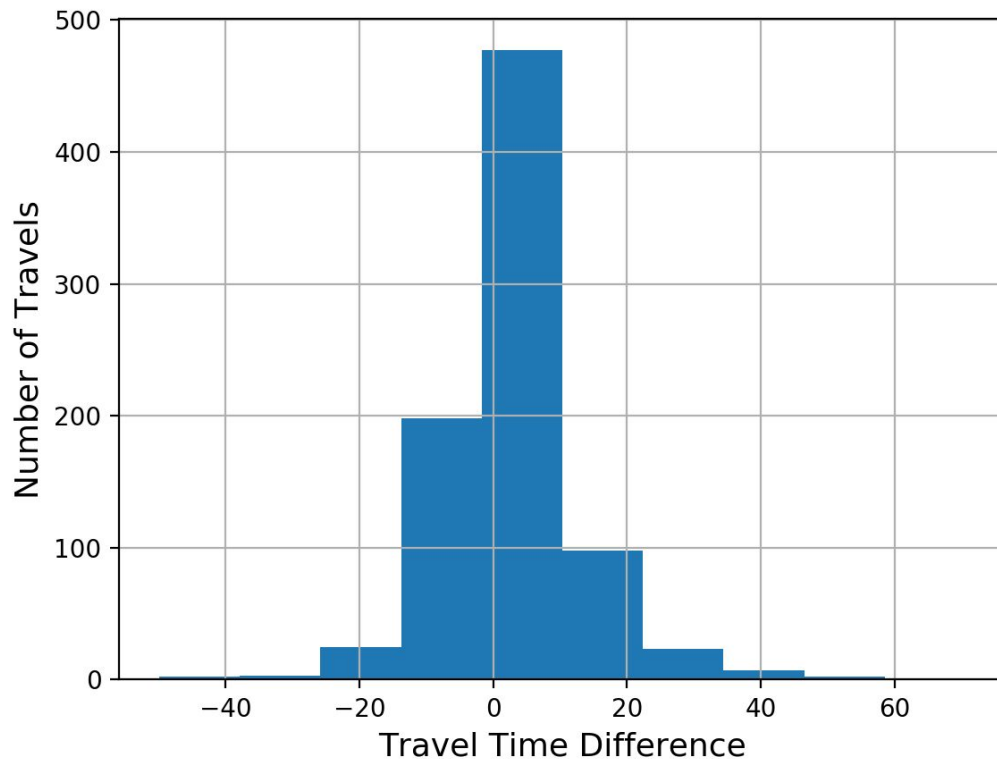


Por Tallys Martins





Resultados

Diferença de:

$0 \pm 10\text{min}$:
engloba **82%**
dos registros



Trabalhos Futuros

-  Implementação de um modelo de acidentes
-  Ampliação da área de cobertura do simulador
-  Calibrar agentes específicos de outros modos
-  Analisar conversão carro → bicicleta

Visualização e Simulação de Fluxos de Bicicletas em São Paulo



INCT
InterSCity

Contatos:

efzambom@ime.usp.br

hamario@ime.usp.br

hsvab@hsvab.eng.br

