

# Smart Mobility

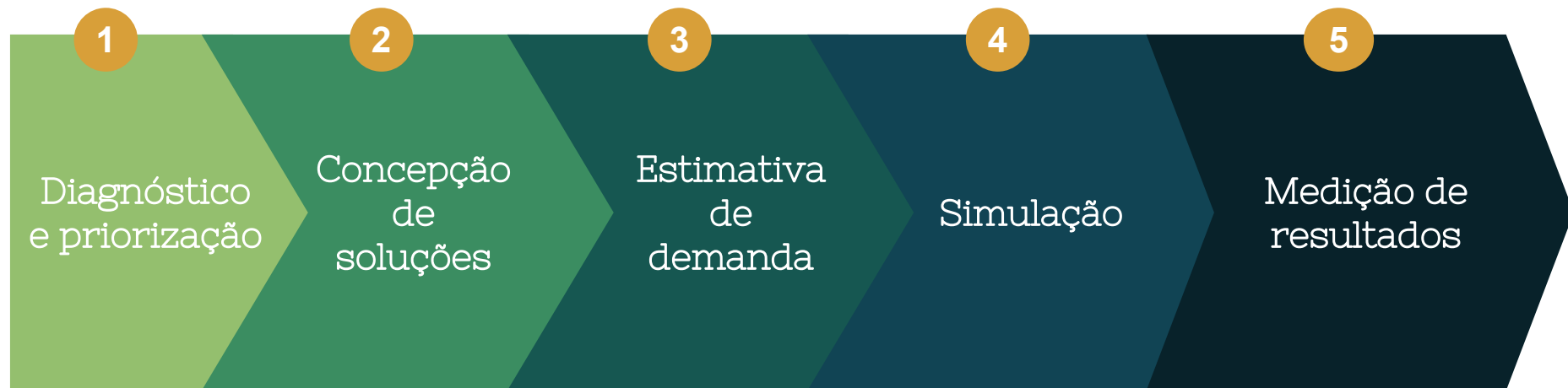
Tecnologia aplicada à gestão de mobilidade

A large, stylized blue number '0' is centered on a dark blue background. The background is divided into horizontal bands of different shades of blue and green.

**Por que  
estamos  
usando dados?**



## Metodologia Smart Mobility



# Metodologia Smart Mobility

1

**Diagnóstico e  
priorização**

Quais ruas deverão sofrer intervenção primeiro?

2

**Concepção de  
soluções**

Que intervenções podem ser feitas nessa rua?

3

**Estimativa de  
demanda**

Qual o volume de tráfego nessas vias?

4

**Simulação**

Como o trânsito irá responder a esta intervenção?

5

**Medição de  
resultados**

Como o trânsito realmente respondeu à intervenção?

# Metodologia Smart Mobility

1

**Diagnóstico e  
priorização**

Quais ruas deverão sofrer intervenção primeiro?



2

**Concepção de  
soluções**

Que intervenções podem ser feitas nessa rua?

3

**Estimativa de  
demanda**

Qual o volume de tráfego nessas vias?



4

**Simulação**

Como o trânsito irá responder a esta intervenção?



5

**Medição de  
resultados**

Como o trânsito realmente respondeu à intervenção?



1

**Quais dados?**

## Fontes de Dados



### Waze

- Engarrafamentos em toda a cidade
- Tamanho da fila (m)
- Velocidade da fila (km/h)
- Atraso gerado pela fila (s)



### Radares

- Fluxo (veículos/hora)
- A cada 15 minutos
- 100 pontos espalhados na cidade



### Geo/SEPUD

- +2000 ruas
- +16000 trechos
- Utilizado para gestão geográfica municipal



### OpenStreetMaps

- Repositório de informações cartográficas open-source



- Dados em Tempo Real;
- Parcerias com Municípios em todo o mundo (600+)
- Fórum global para compartilhamento de soluções
- Programa iniciado em Outubro/2014 (estamos todos aprendendo juntos!)



# +2.495.208

Minutos de engarrafamentos registrados desde  
Setembro/2017



**+1.839.000 km**

De filas armazenadas no banco de dados



**2.194 ruas**

Abrangidas pelos dados



**A cada 2 min**

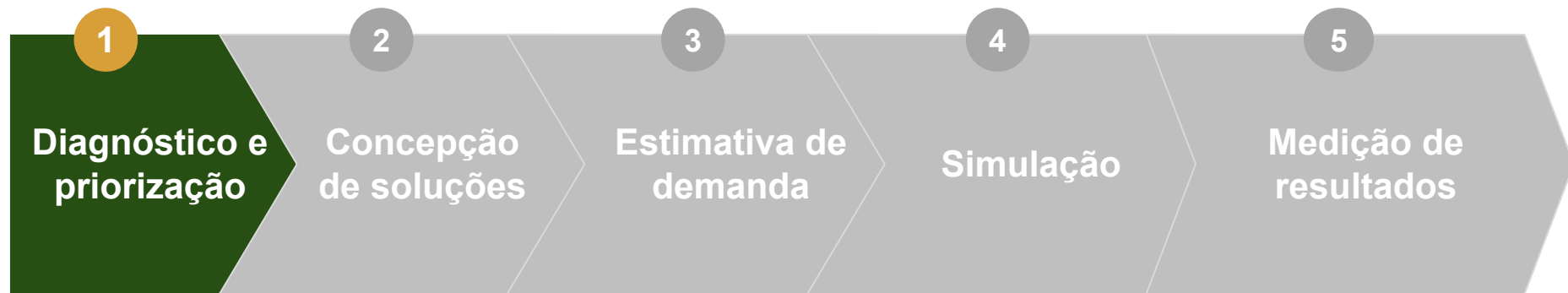
Novos dados são armazenados

2

**Como estamos  
usando os  
dados?**



## Metodologia Smart Mobility



Quais ruas deverão sofrer intervenção primeiro?

## **O que se entende por uma via crítica?**

**Lentidão do engarrafamento?**

**Frequência de engarrafamentos?**

**Duração do engarrafamento?**

## O que se entender por uma via crítica?

**Probabilidade**

**x**

**Criticidade**

**Frequência de engarrafamentos?**

**Lentidão do engarrafamento?**

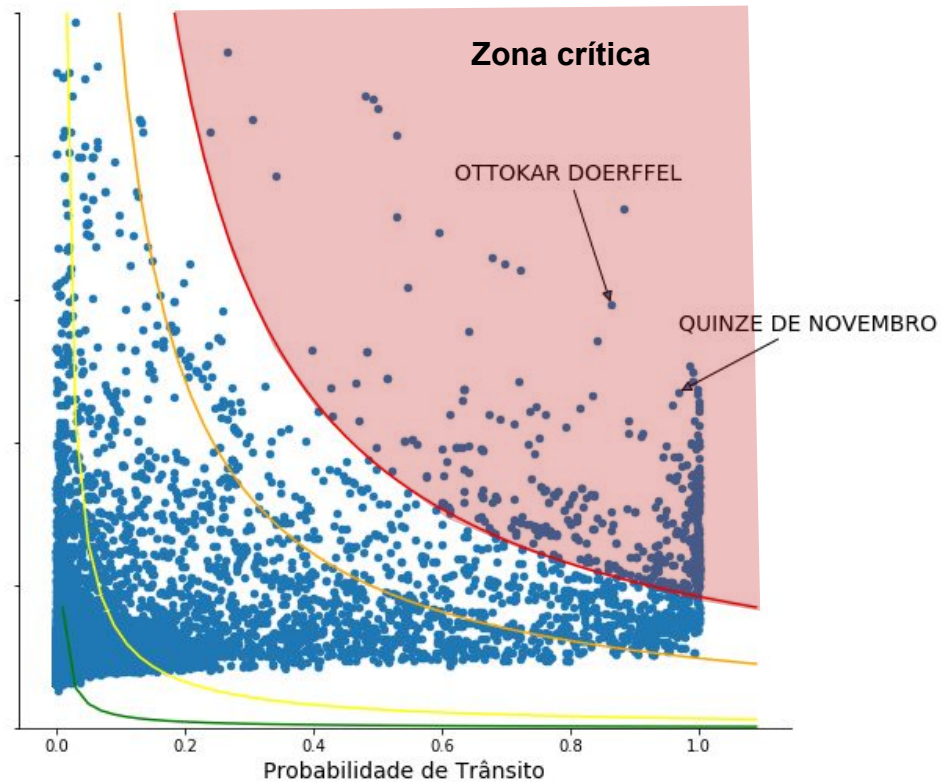
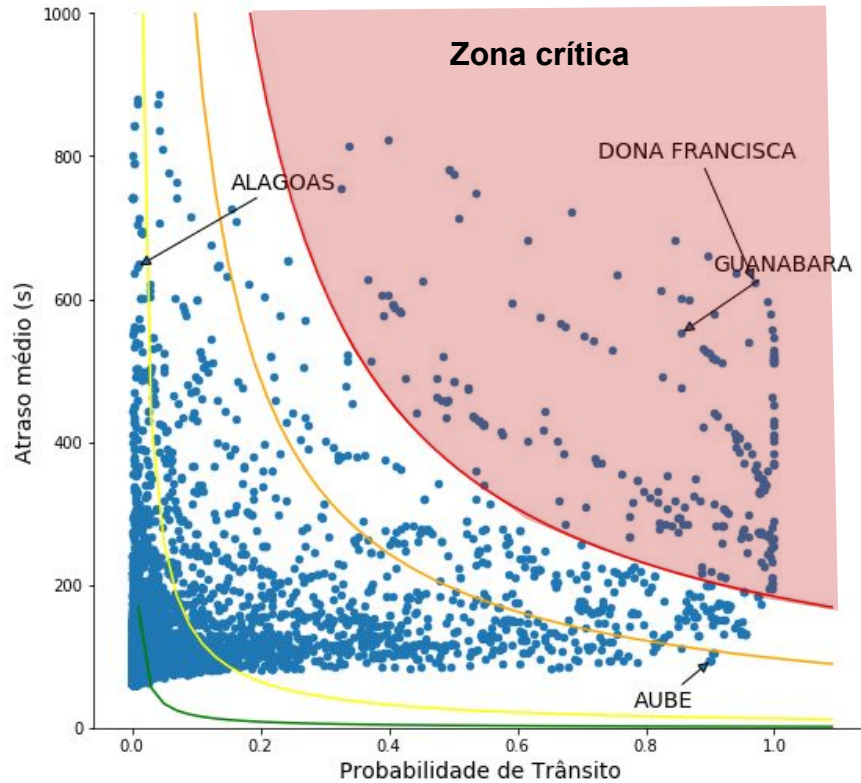
**Duração do engarrafamento?**

## Probabilidade de trânsito vs Atraso médio

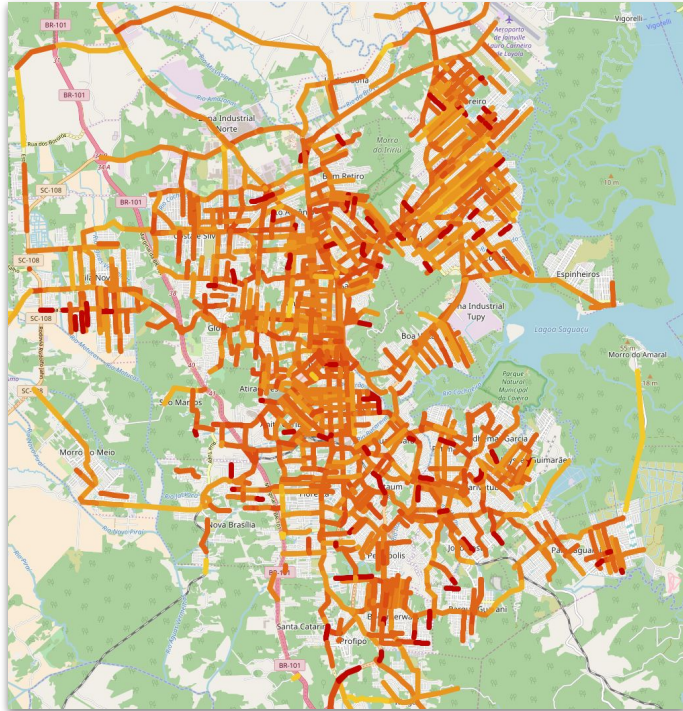


Manhã

Tarde



# Data wrangling





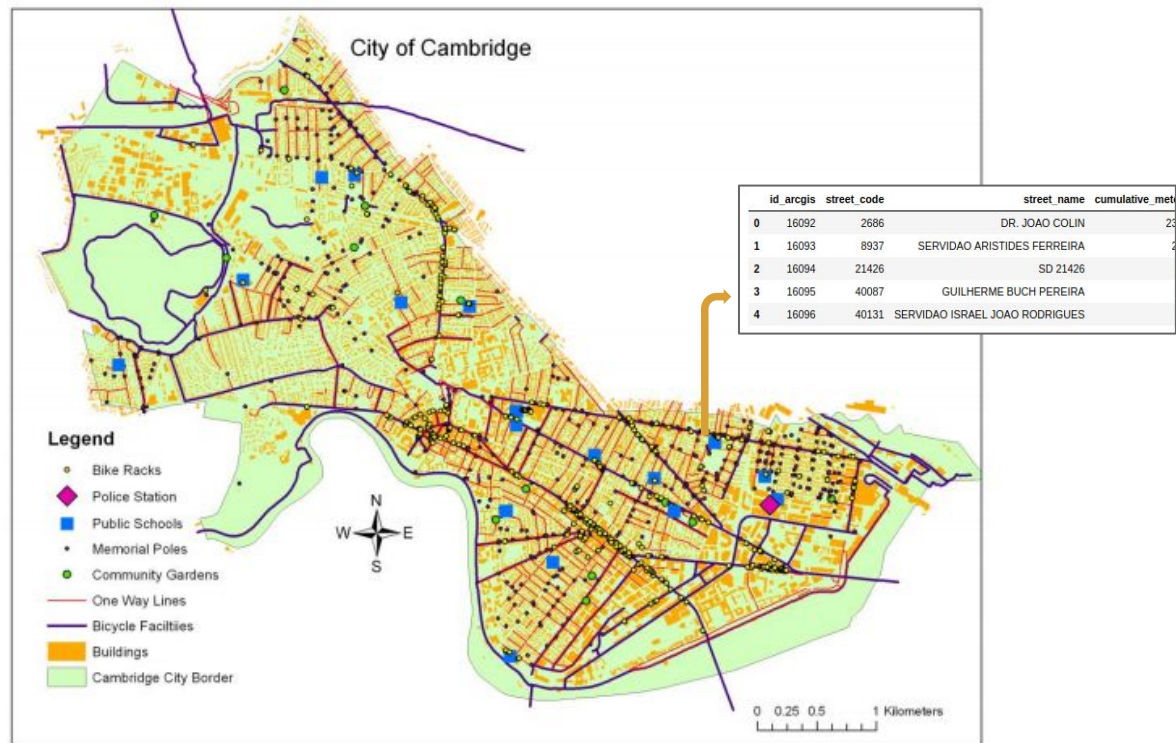
# Introdução a GIS

●  
Point

—  
Line

—  
PolyLine

—  
Polygon



# The Stack

Python

`[{'x': -48.854705, 'y': -26.302192}, {'x': -48...`

Shapely



Pandas

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

GeoPandas

Spatial Joins

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

join

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

contains

is contained

intersects

=

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



## Waze

| datetime            | rua                     | fila (m) | vel. (km/h) | atraso (s) |
|---------------------|-------------------------|----------|-------------|------------|
| 2018-07-13 23:59:00 | R. Otto Boehm           | 805      | 18.93       | 70         |
| 2018-07-13 23:59:00 | Tv. Maria Brito da Maia | 180      | 5.23        | 78         |
| 2018-07-13 23:59:00 | R. Timbó                | 454      | 12.03       | 74         |
| 2018-07-13 23:59:00 | SC-418                  | 3835     | 43.25       | 152        |

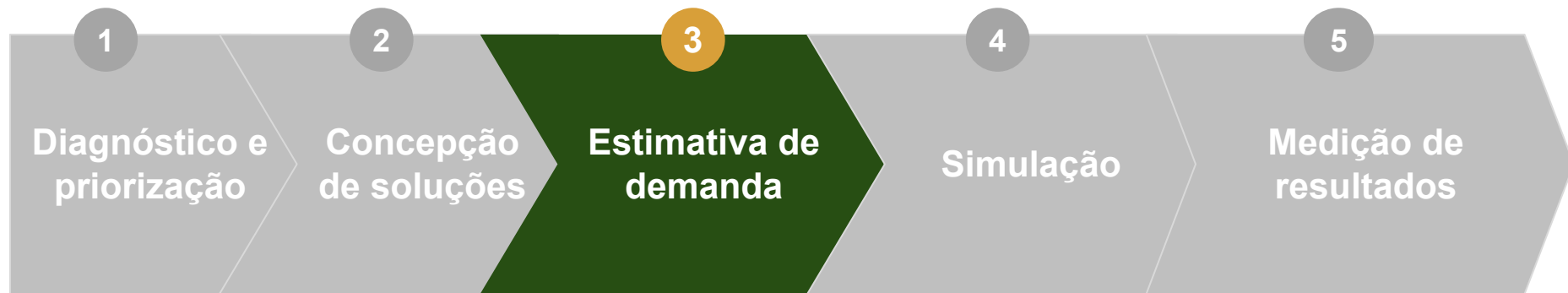
## SIMGeo

| Trecho | Rua                      | Comprimento | wkt             |
|--------|--------------------------|-------------|-----------------|
| 16092  | DR. JOAO COLIN           | 2335        | MULTILINESTRING |
| 16093  | S. ARISTIDES FERREIRA    | 231         | MULTILINESTRING |
| 16095  | GUILHERME BUCH PEREIRA   | 61          | MULTILINESTRING |
| 16096  | S. ISRAEL JOAO RODRIGUES | 84          | MULTILINESTRING |

| Rank | ID do Trecho | Rua                    | Sentido N/S | Sentido L/O | Período | Probabilidade de Transito | Velocidade Media (km/h) | Fila media (m) | Atraso medio (s) |
|------|--------------|------------------------|-------------|-------------|---------|---------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
| 1    | 17229        | GOVERNADOR MARIO COVAS | Oeste       | Norte       | Tarde   | 70.48%                    | 10.73                   | 5142           | 1587             |
| 2    | 29176        | DONA FRANCISCA         | Oeste       | Norte       | Manha   | 94.10%                    | 7.99                    | 1411           | 641              |
| 3    | 32019        | OTTOKAR DOERFFEL       | East        | Norte       | Manha   | 90.78%                    | 8.26                    | 1514           | 590              |
| 4    | 19730        | GUANABARA              | Oeste       | Norte       | Manha   | 87.81%                    | 7.59                    | 1159           | 539              |
| 5    | 25565        | QUINZE DE NOVEMBRO     | Oeste       | Sul         | Tarde   | 97.74%                    | 9.51                    | 1451           | 482              |
| 6    | 31786        | CEL. PROCOPIO GOMES    | Leste       | Sul         | Tarde   | 84.08%                    | 8.03                    | 1220           | 469              |
| 7    | 25076        | ANITA GARIBALDI        | Leste       | Norte       | Tarde   | 99.72%                    | 11.88                   | 1702           | 393              |



## Metodologia Smart Mobility



Qual o volume de tráfego na via de interesse?

# Estimativa de Demanda

## Matriz Origem-Destino

| Carros/<br>hora | Ilustrativo |           |           |
|-----------------|-------------|-----------|-----------|
|                 | Destin. A   | Destin. B | Destin. C |
| Origem A        | 150         | 80        | ...       |
| Origem B        | 75          | 35        | ...       |
| Origem C        | 90          | 110       | ...       |
| ...             | ...         | ...       | ...       |

# Modelo Matriz OD



MODELO MATEMÁTICO  
BASEADO EM DADOS EM  
TEMPO REAL

## Matriz Origem-Destino

Ilustrativo

| Carros/<br>hora | Destin. A | Destin. B | ... |
|-----------------|-----------|-----------|-----|
| Origem A        | 150       | 80        | ... |
| Origem B        | 75        | 35        | ... |
| ...             | ...       | ...       | ... |

# Modelo Matriz OD



MODELO MATEMÁTICO  
BASEADO EM DADOS EM  
TEMPO REAL

**Matriz Origem-Destino  
CALIBRADA**

Ilustrativo

| Carros/<br>hora | Destin. A | Destin. B | ... |
|-----------------|-----------|-----------|-----|
| Origem A        | 150       | 80        | ... |
| Origem B        | 75        | 35        | ... |
| ...             | ...       | ...       | ... |



# Simulação

## Modelo de Matriz Origem-Destino

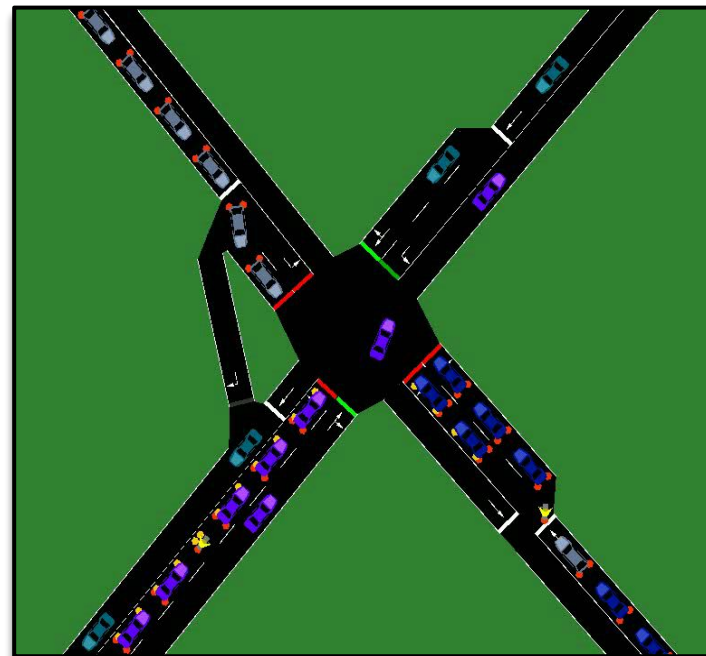
Ilustrativo

| Carros/<br>hora | Destin. A | Destin. B | ... |
|-----------------|-----------|-----------|-----|
| Origem A        | 150       | 80        | ... |
| Origem B        | 75        | 35        | ... |
| ...             | ...       | ...       | ... |

SUMO



(software open-source  
de simulação de  
tráfego)





# Rede de Tráfego GIS



OpenStreetMaps

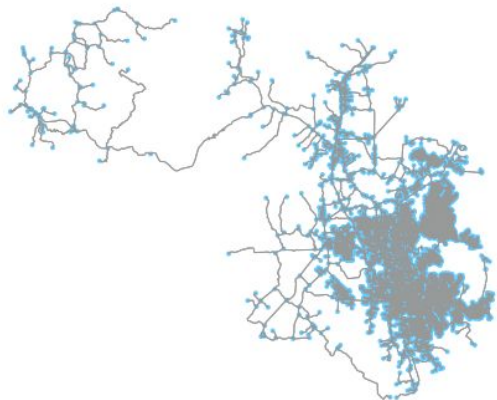


OSMnx

Rede de tráfego bruta

GeoDataFrames

Rede de tráfego limpa



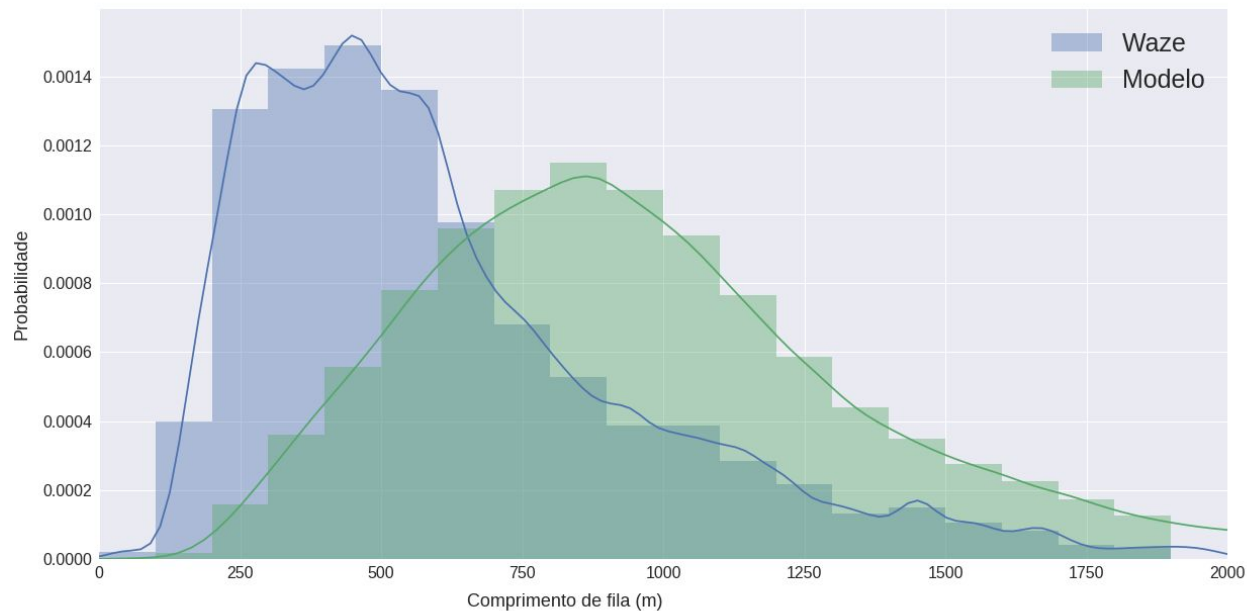
|  |  |     |  |  |
|--|--|-----|--|--|
|  |  | Nós |  |  |
|  |  |     |  |  |
|  |  |     |  |  |

|  |  |       |  |  |
|--|--|-------|--|--|
|  |  | Arcos |  |  |
|  |  |       |  |  |
|  |  |       |  |  |



# Calibração do modelo

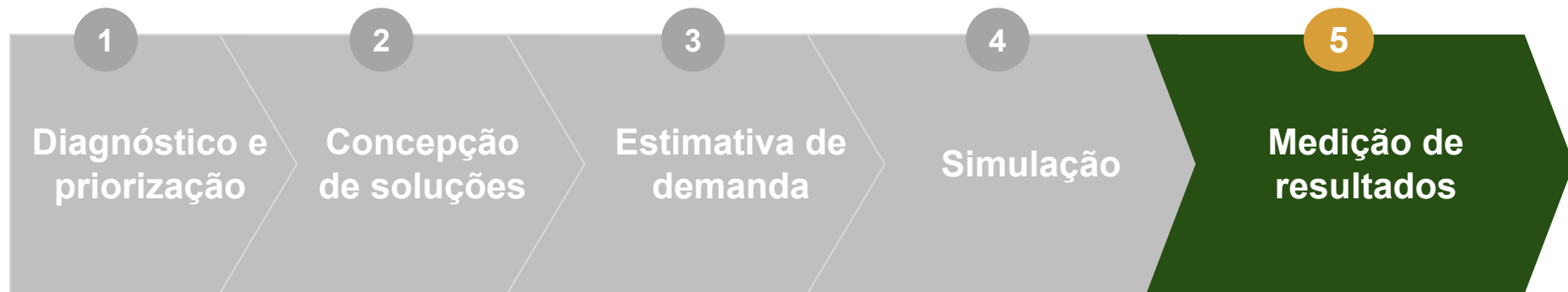
Distribuição de Comprimentos de Fila - Waze vs Modelo



Dados do Waze  
serão usados para  
**calibrar o modelo.**



## Metodologia Smart Mobility

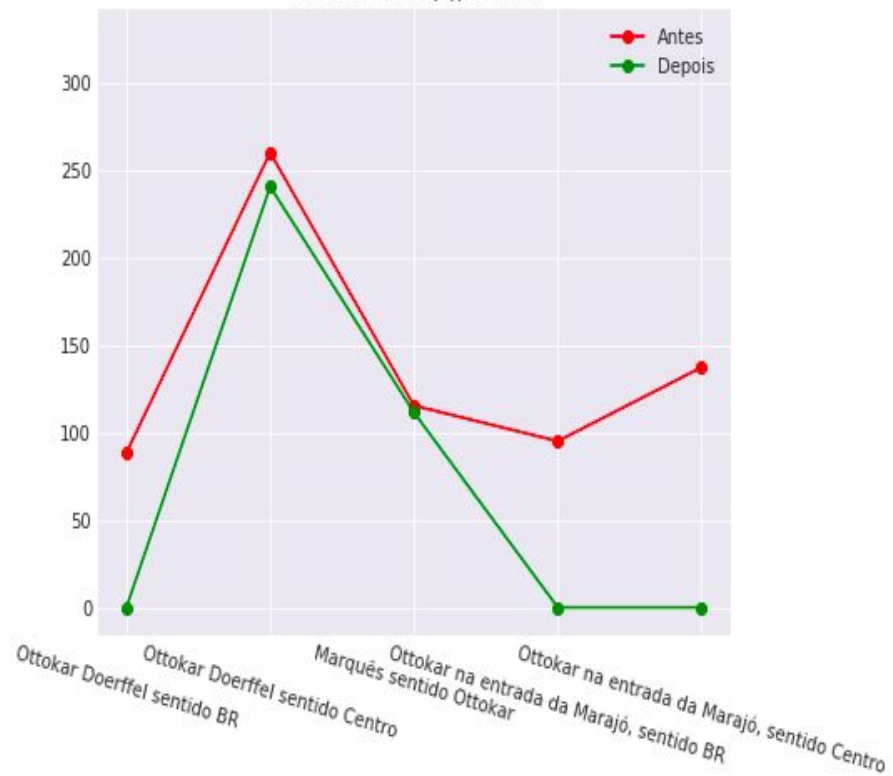


Como o trânsito realmente respondeu à intervenção?

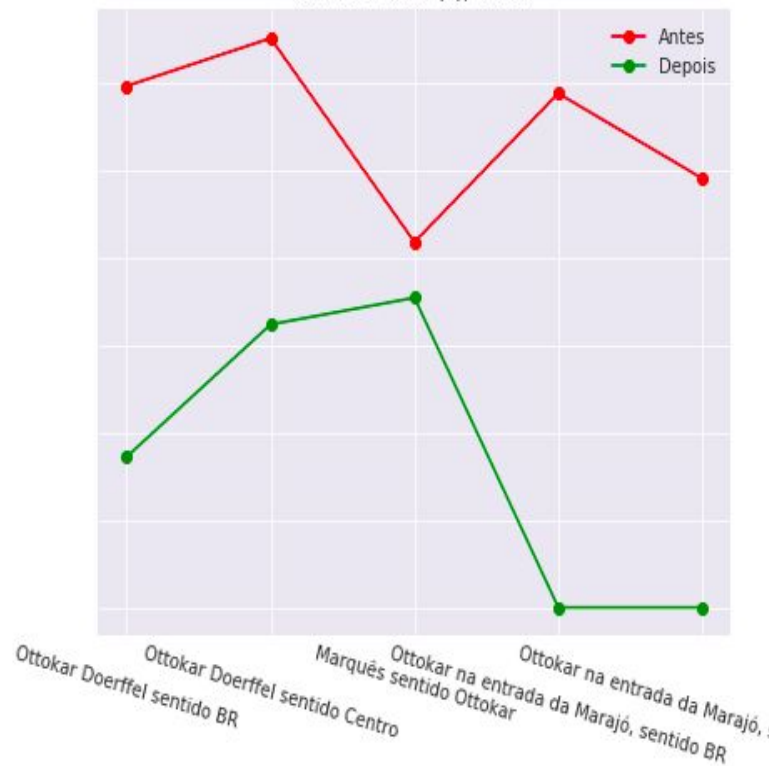
# Monitoramento de intervenções

Variação de Atraso médio (s) após a intervenção

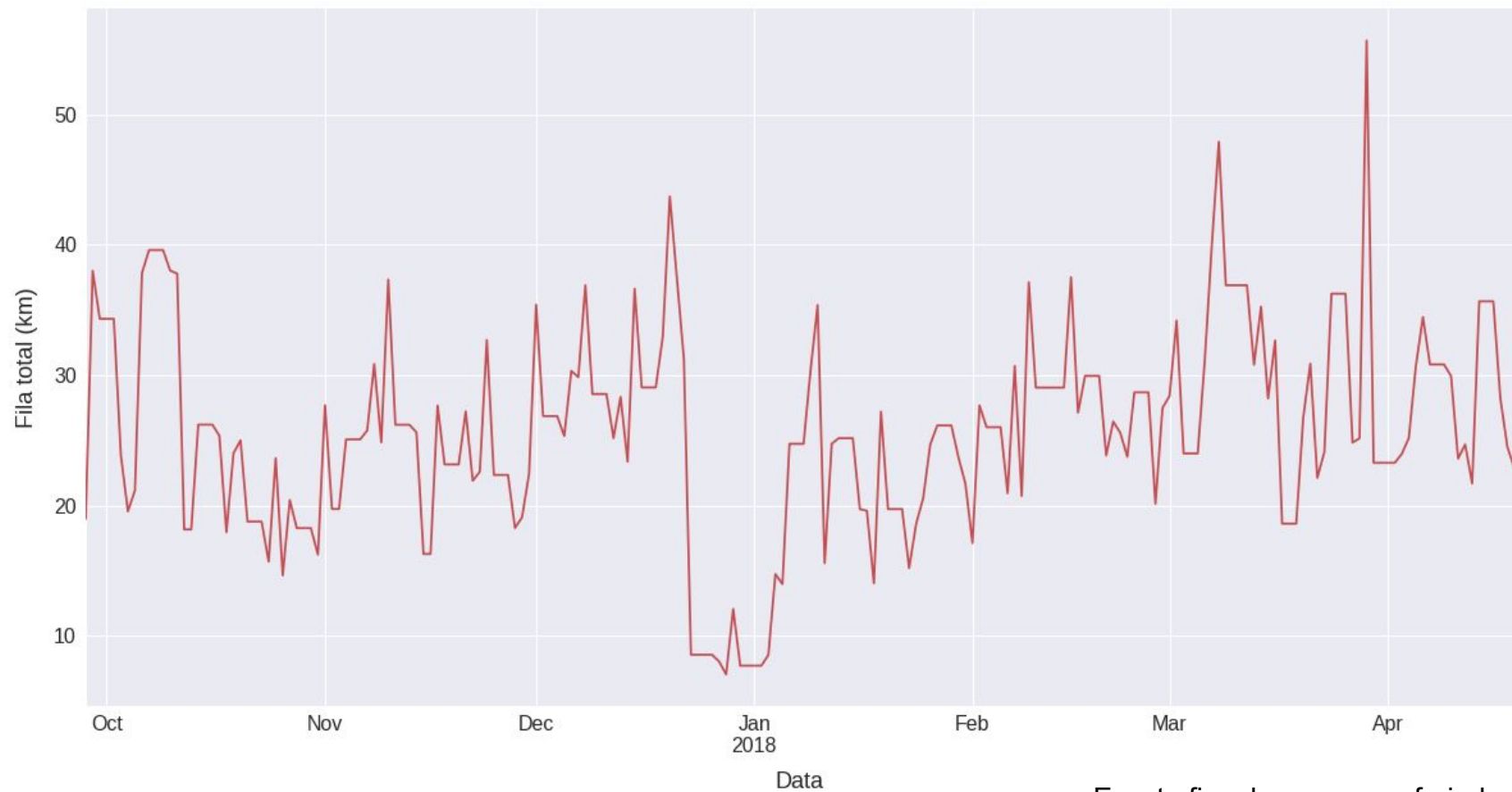
Atraso médio (s), Manhã



Atraso médio (s), Tarde



## Pico de filas por dia em Joinville



Exceto fins de semana e feriados

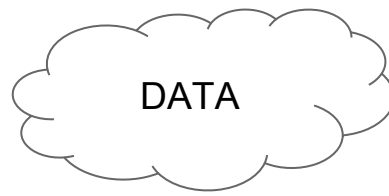
## Pico de filas por dia em Joinville



Exceto fins de semana e feriados

3

# **Big Data Cloud Infrastructure**



Waze CCP  
Processor

Armazenamento  
de arquivos



Banco de dados

Notebooks

Raspagem de  
Dados

Servidor WEB



HashiCorp

Terraform



# AWS CLOUD

## Lambda

Executa funções sem servidor

## CloudWatch

Trigger periódico para Lambda

## SNS

Envia mensagens em resposta a eventos

## SQS

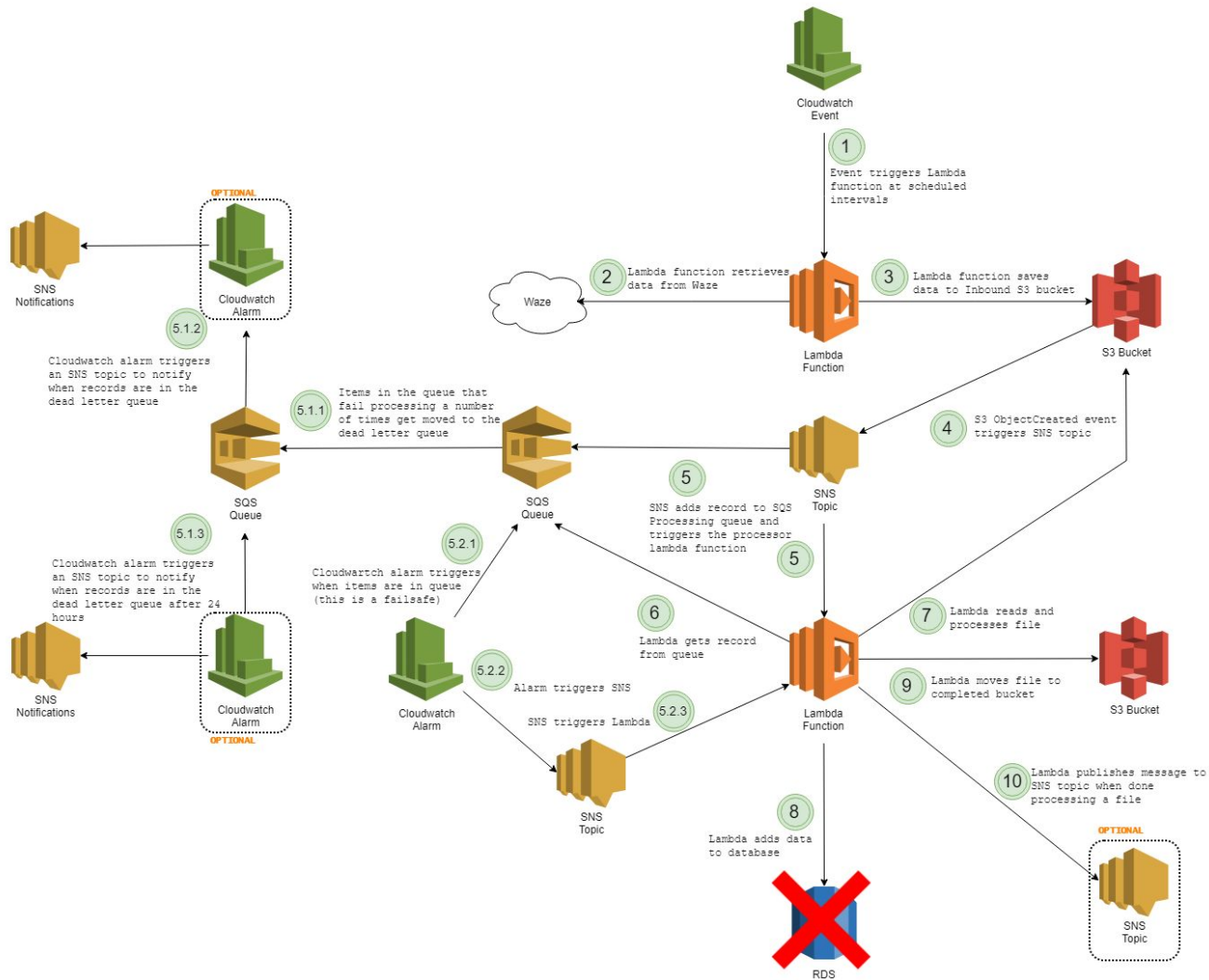
Serviço de filas de mensagens

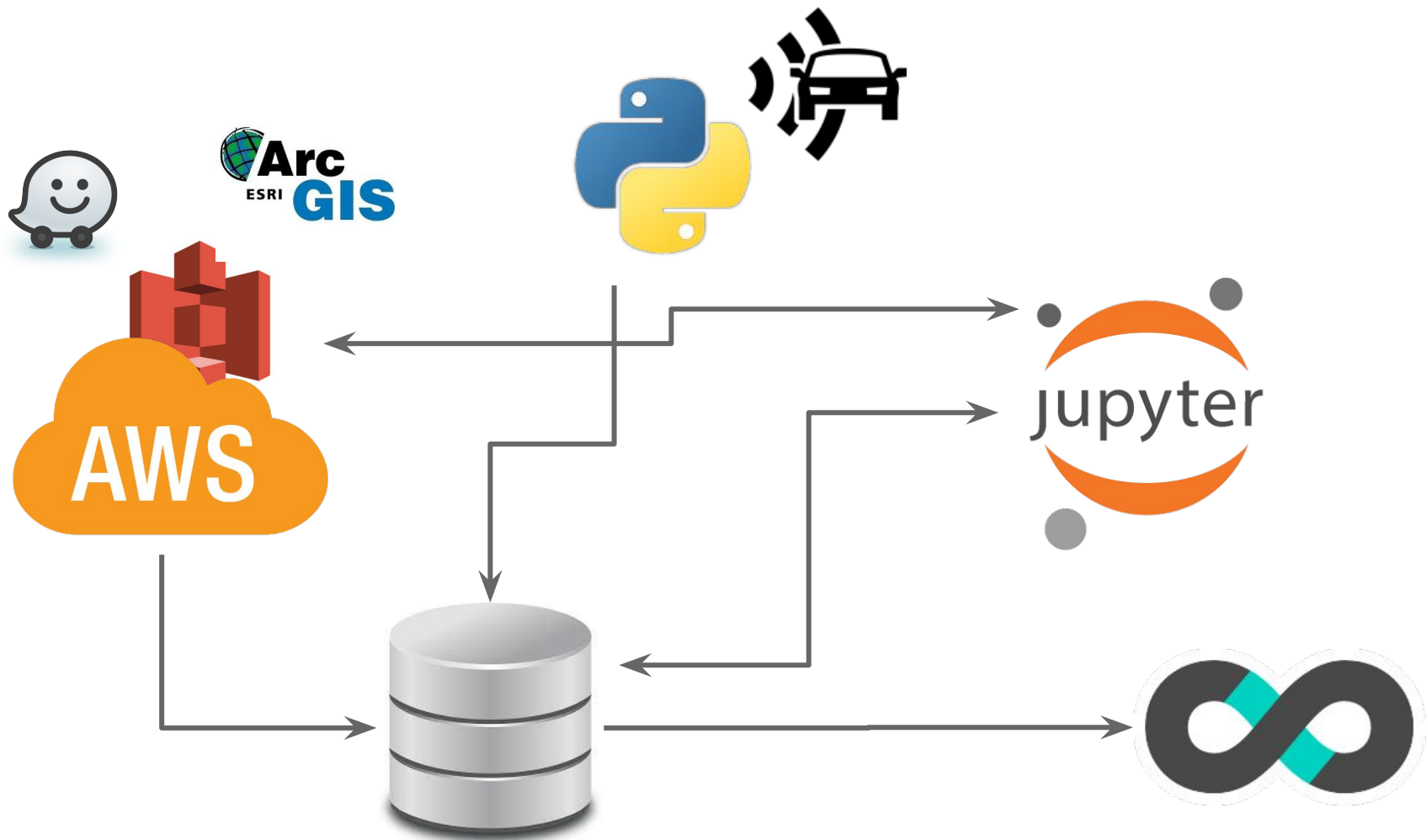
## S3

Armazenagem de arquivos:

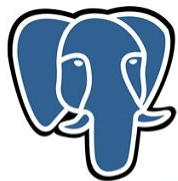
- Waze (json)
- Radares (csv)
- GeoSpatial (kml)







## NEOGRID CLOUD (VPS)



PostgreSQL

- Radars
- Alerts, Jams, Irregularities
- Jupyter



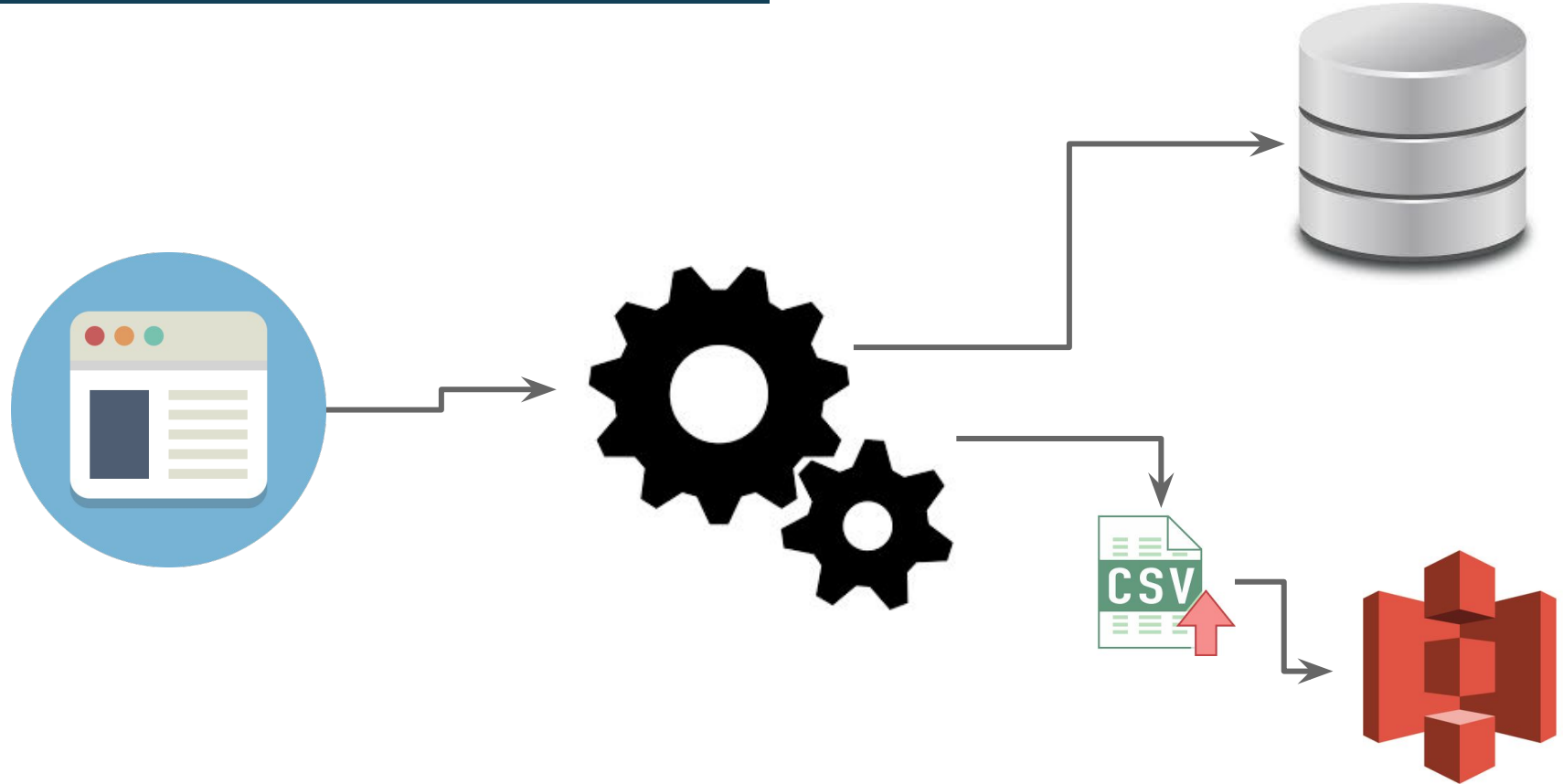
ANACONDA

- Projetos Específicos
- Análise de Dados



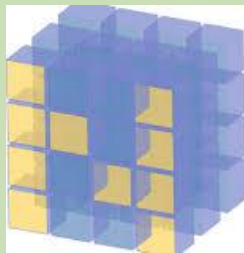
- Dashboards Internos
- Indicadores da Cidade

# Web Scrapping



# JUPYTER

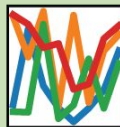
SQLAlchemy



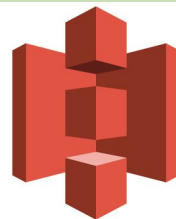
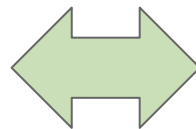
NumPy

pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$



matplotlib



Files

Running












Clusters

Select items to perform actions on them.

Upload

New ▾



| <input type="checkbox"/> 0 ▾ / projetos / smartmobility / notebooks / reports |   |   | Name ▾  | Last Modified | File size |
|---|---|---|---------|---------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> ..   |   |   |         | seconds ago   |           |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201802-GabrielBogo_Flow_Predictive_Model.ipynb                |         | a month ago   | 152 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201803-GabrielBogo-Optimization_CensusSectorsAllocation.ipynb | Running | 17 hours ago  | 61.4 kB   |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201803-GabrielBogo-Radar_data_cleaning.ipynb                  |         | a month ago   | 220 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201804-GabrielBogo_BuildTrafficNetwork.ipynb                  | Running | a month ago   | 306 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201804_GabrielBogo_AccidentsDataCleaning.ipynb                |         | a month ago   | 14.3 kB   |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201806_GabrielBogo_MonitorInterventions_Da.Francisca.ipynb    | Running | 2 days ago    | 405 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201806_GabrielBogo_MonitorInterventions_OttokarDoerffel.ipynb | Running | an hour ago   | 560 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201806_GabrielBogo_TrafficProbabilities.ipynb                 | Running | a day ago     | 370 kB    |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201807-GabrielBogo_TestWazeDataNewInfra.ipynb                 |         | 8 days ago    | 7.29 kB   |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201807-RodrigoXavier_Radars.ipynb                             | Running | a day ago     | 684 B     |
| <input type="checkbox"/>  |  | 201803-GabrielBogo-Optimization_CensusSectorsAllocation.py    |         | a month ago   | 7.39 kB   |

**SUPERSET**



**“Business Intelligence Web Application”**





SOURCE  
INPUT

ROLE MANAGER

DASHBOARD  
OUTPUT



PostgreSQL



redis



jupyter



OpenStreetMap

DECK.GL

## List Tables

Add Filter



x SQL Lab View

Not Equal to



Search



Table

Database

Changed By

Modified



radars.flows

Sepud

Sepud PMJ

6 days ago



radars.equipment\_files

Sepud

Sepud PMJ

6 days ago



radars.equipments

Sepud

Sepud PMJ

6 days ago



waze.jams

Sepud

Sepud PMJ

27 days ago



waze.coordinates

Sepud

Sepud PMJ

27 days ago



waze.alerts

Sepud

Sepud PMJ

27 days ago



waze.roads

Sepud

Sepud PMJ

27 days ago

Actions

Record Count: 7

## Filtro de Radars

Since

1 months ago

Until

∞

equipment

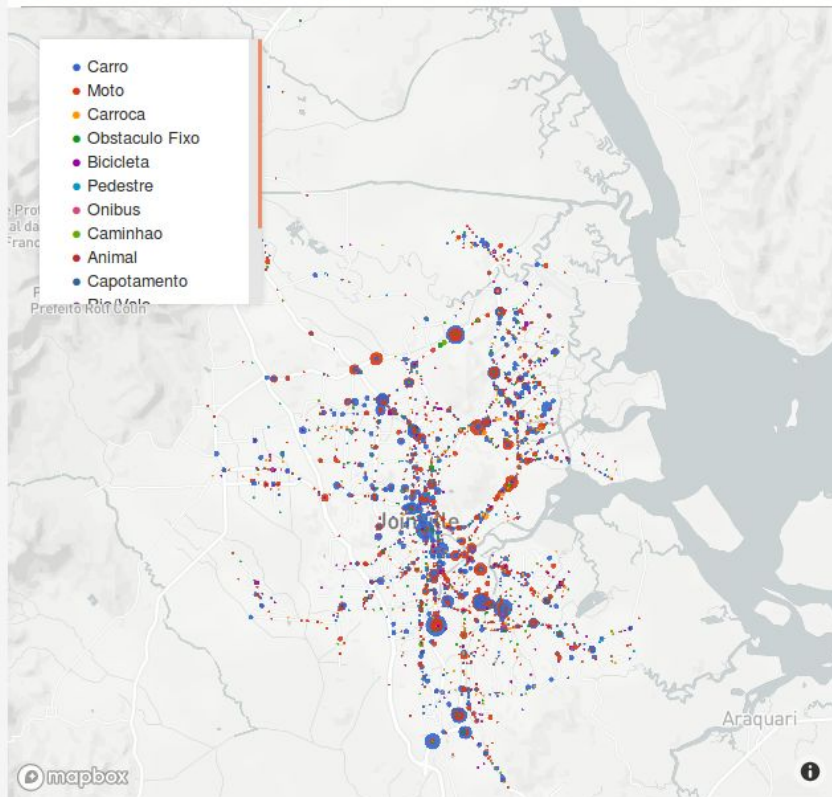
x FS650JOI x FS556JOI x FS564JOI

x ▼

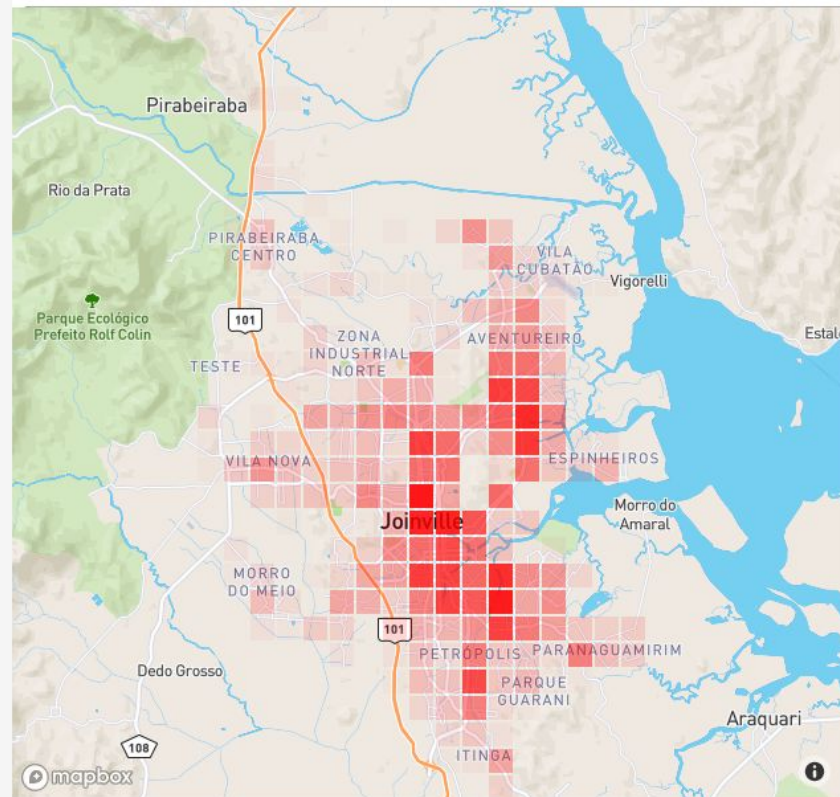
## Total de Automóveis por dia



## Dispersão de Acidentes no Mapa

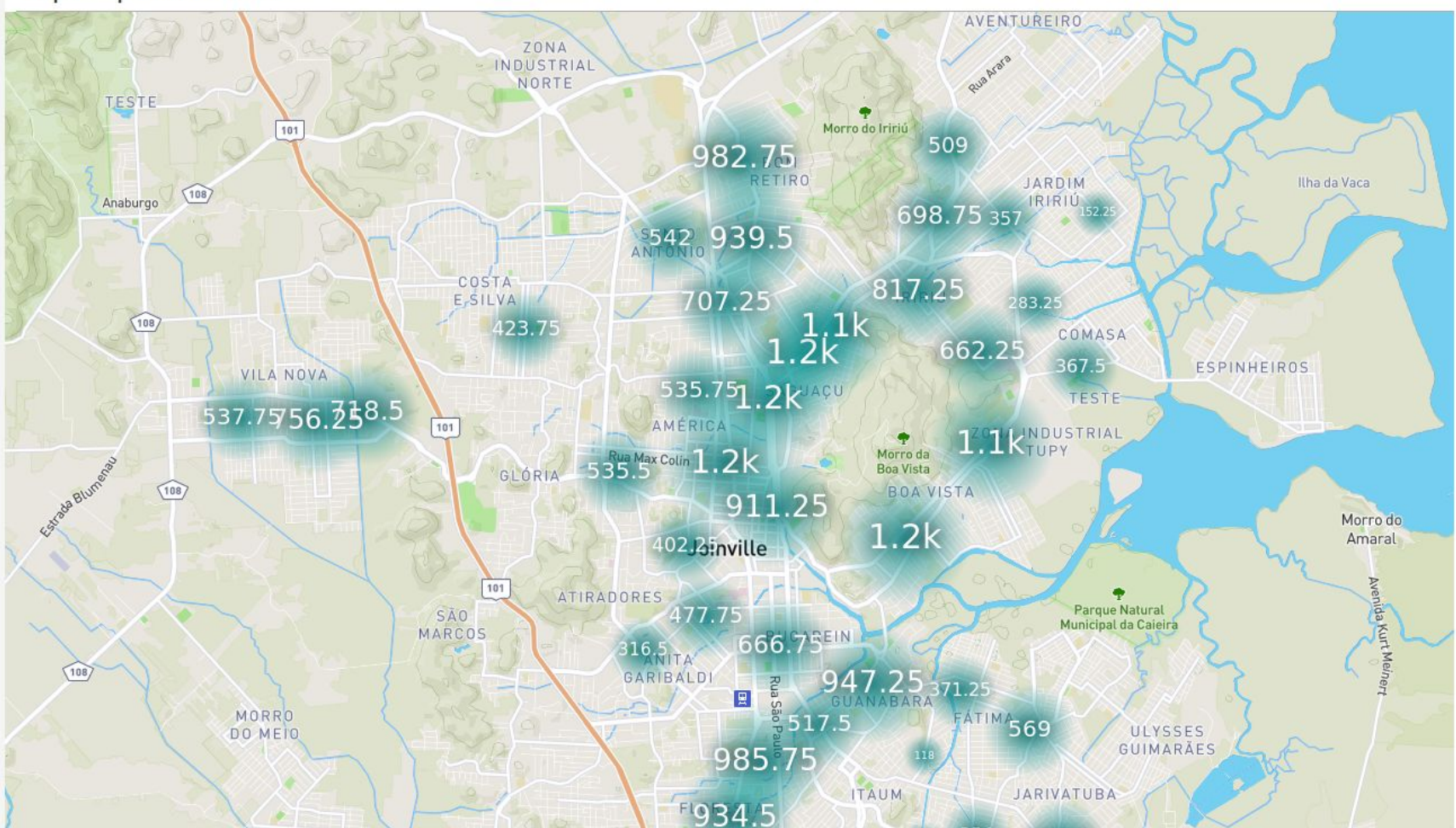


## Mapa de Calor dos Acidentes





## A map of Rio de Janeiro, Brazil, illustrating population density across various neighborhoods. The map uses a color gradient where darker shades of blue indicate higher population density. Major roads are shown as orange lines, and water bodies like Guanabara Bay are in light blue. Numerous neighborhood names are labeled, such as ZONA INDUSTRIAL NORTE, TESTE, VILA NOVA, GLÓRIA, AMÉRICA, JARDIM IRIRIÚ, COMASA, ESPINHEIROS, BOA VISTA, SÃO MARCOS, ATIRADORES, ANITA GARIBALDI, GUANABARA, FÁTIMA, ULYSSES GUIMARÃES, JARIVATUBA, ITAUM, MORRO DO MEIO, ANABURGO, and ILHA DA VACA. Numerical values representing population density are overlaid on many areas, ranging from 108 to 982.75. Some areas are also marked with '1.1k' or '1.2k'. The map shows a high concentration of people in the central urban area, particularly around the bay and in the northern part of the city.



4

**Futuro**

# Frentes de trabalho

## Segurança e Infraestrutura

- Garantir performance
- Segurança de acesso
- Gerenciar múltiplos usuários (JupyterHub?)

## Analytics

- Expandir e sofisticar análises
- Integrar novas fontes de dados

## Visualizações

- Publicar resultados à comunidade
- Gerar indicadores para uso interno

## Conhecimentos necessários

- AWS
- Linux
- Segurança WEB

- Python / R
- SQL
- Experiência com Data Analysis

- Python / Node.js
- HTML
- CSS
- Javascript
- Git
- SQL

## FORMAS DE COLABORAR



<https://github.com/joinvalle>



[smartmobilityjlle@gmail.com](mailto:smartmobilityjlle@gmail.com)



Secretaria de Planejamento Urbano e  
Desenvolvimento Sustentável

Obrigado