

# Ferramenta de Análise, Visualização e Previsão de Acidentes de Trânsito no Município de Porto Alegre

Fábio de Azevedo Gomes  
Orientadora: Profa. Dra. Renata Galante

Porto Alegre, 10 de Outubro de 2022

# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Introdução

- 895.189 veículos circulando as ruas de Porto Alegre em 2022
- Média de 130 mil acidentes de trânsito por ano entre 2011 e 2019
- Entender a causa desses acidentes
- Reduzir o risco ao sair de casa todo dia

# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Objetivo

- Desenvolver uma ferramenta aberta para estudo de  
accidentalidade
  - Manutenção de registros históricos
  - Visualização geográfica de acidentes
  - Previsão de acidentes de trânsito futuros
  - Sugestão de rotas entre pontos da cidade
- Base de desenvolvimento para trabalhos futuros sobre o tópico
- Avaliação da sugestão de caminhos através da qualidade  
visual dos caminhos
- Avaliação das previsões da rede através de *Binary  
Cross-Entropy*

# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Trabalhos relacionados - Estudos científicos

Foco	Aljaban (2021)	Yuan et al. (2018)	Este Trabalho
Identificação das principais causas	X		
Proposição de possíveis soluções	X	X	
Predição de novas ocorrências		X	X
Viabilidade de uma ferramenta acessível ao usuário			X

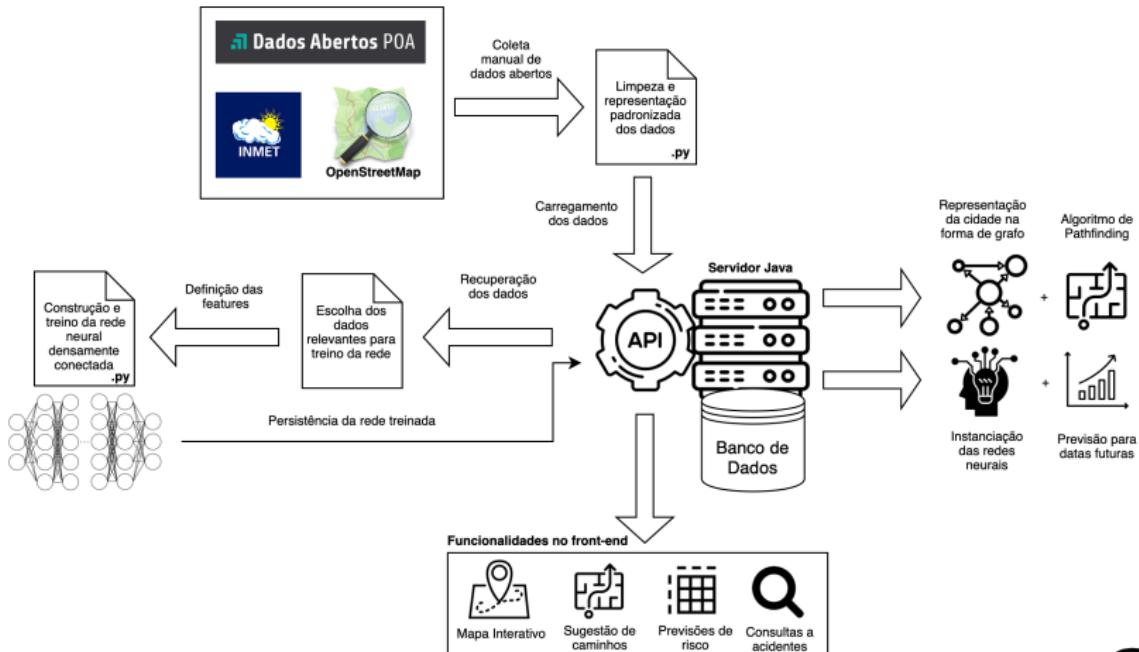
# Trabalhos relacionados - Aplicações comerciais

Funcionalidade	Crash Map UK	Waze	Este Trabalho
Estatísticas	X	X	X
Dados detalhados sobre acidentes individuais	X		X
Visualização no Mapa	X	X	X
Sugestão de rotas		X	X
Predição de ocorrências			X

# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
  - Fontes e representação dos dados
  - Consulta e visualização
  - Sugestão de caminhos
  - Previsão de acidentes
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Visão geral



# Fontes e volume de dados

- Acidentes
  - DataPOA - <http://www.datapoa.com.br/>
  - 66.445 registros
  - 2017 até 2022
- Dados meteorológicos
  - INMET - <https://portal.inmet.gov.br/>
  - 6.048 registros
  - 2017 até 2022
- Dados geográficos
  - OpenStreetMaps - <https://www.openstreetmap.org>
  - 76.319 ruas
  - 28.700 interseções

# Representação dos dados - Acidentes

```
{  
    externalId: string,  
    address: {  
        street1: string,  
        street2: string,  
        region: RegionEnum,  
        location: {  
            longitude: float,  
            latitude: float  
        }  
    },  
    date: {  
        date: ISODate,  
        weekday: int,  
        hour: ISODate,  
        time_of_day: Long  
    },  
    fatality: {  
        deaths: int,  
        light_injuries: int,  
        serious_injuries: int  
    },  
    involvedEntities: [ VehicleEnum... ],  
    type: TypeEnum,  
    climate: {  
        visibility: float,  
        relative_humidity_percentage: float,  
        precipitation_mm: float,  
        wind_speed_ms: float,  
        air_temp_celsius: float  
    }  
}
```

# Representação dos dados - Clima

```
{  
    dateTime: {  
        date: ISODate,  
        weekday: int,  
        hour: ISODate,  
        time_of_day: Long  
    },  
    visibility: float,  
    relativeHumidityPercentage: float,  
    precipitationMm: float,  
    windSpeedMs: float,  
    airTempCelsius: float,  
    location: { longitude: float, latitude: float }  
}
```

# Representação dos dados - Mapa

```
{  
    externalId: string,  
    directionalId: string,  
    name: string,  
    length: float,  
    sourceIntersectionId: string,  
    destinationIntersectionId: string,  
    location: { longitude: float, latitude: float },  
}  
  
{  
    externalId: string,  
    incomingStreetIds: [ string... ],  
    outgoingStreetIds: [ string... ],  
    location: { longitude: float, latitude: float },  
}
```

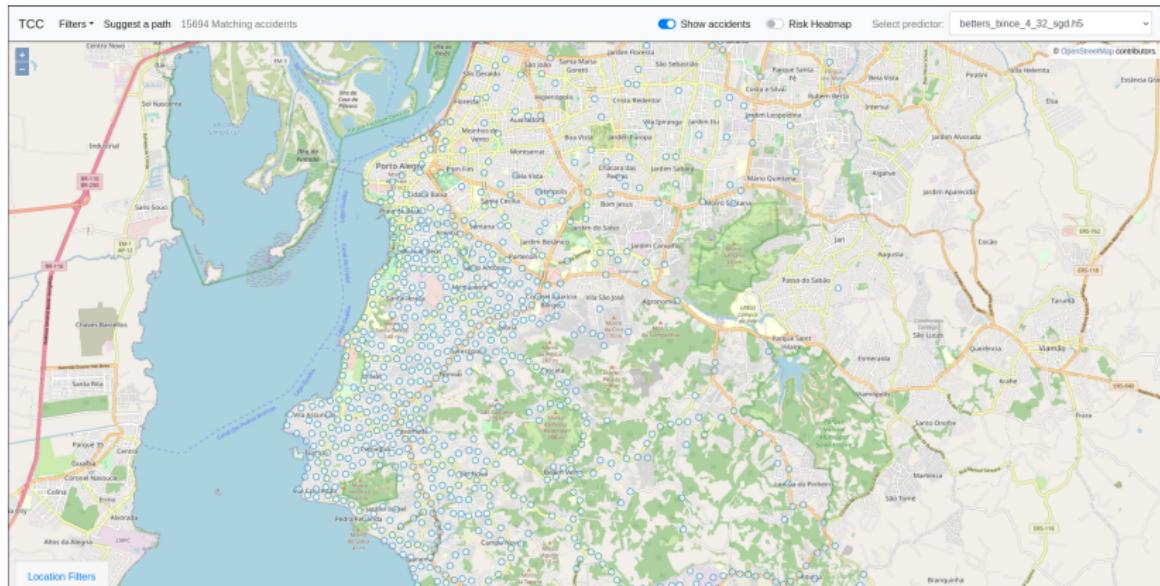
# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
  - Fontes e representação dos dados
  - Consulta e visualização
  - Sugestão de caminhos
  - Previsão de acidentes
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Mecanismos de consulta

- Metáfora de filtros
- Utilizada tanto pelo usuário quanto pelo *back-end*
- Quatro categorias de filtros
  - Acidentes
  - Clima
  - Localização
  - Tempo
- Consultas básicas construídas através da concatenação (*and*) dos filtros selecionados

# Visualização de acidentes



# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
  - Fontes e representação dos dados
  - Consulta e visualização
  - Sugestão de caminhos
  - Previsão de acidentes
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Representação da cidade



- Cidade como um grafo
- Ruas são arestas
- Interseções são nodos
- Grafo carregado em memória em partes
- Para execução do algoritmo, carrega apenas a região atual

# Algoritmo de busca de caminhos

- Algoritmo A\*
- Cada aresta tem um peso
  - O peso foi definido em função do comprimento das ruas
- Resulta na melhor solução com heurística admissível
  - Calculada de acordo com a fórmula de Haversine

$$d = 2R \arcsin \sqrt{\sin^2 \frac{\Delta\varphi}{2} + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \frac{\Delta\lambda}{2}} \quad (1)$$

# Considerando o risco

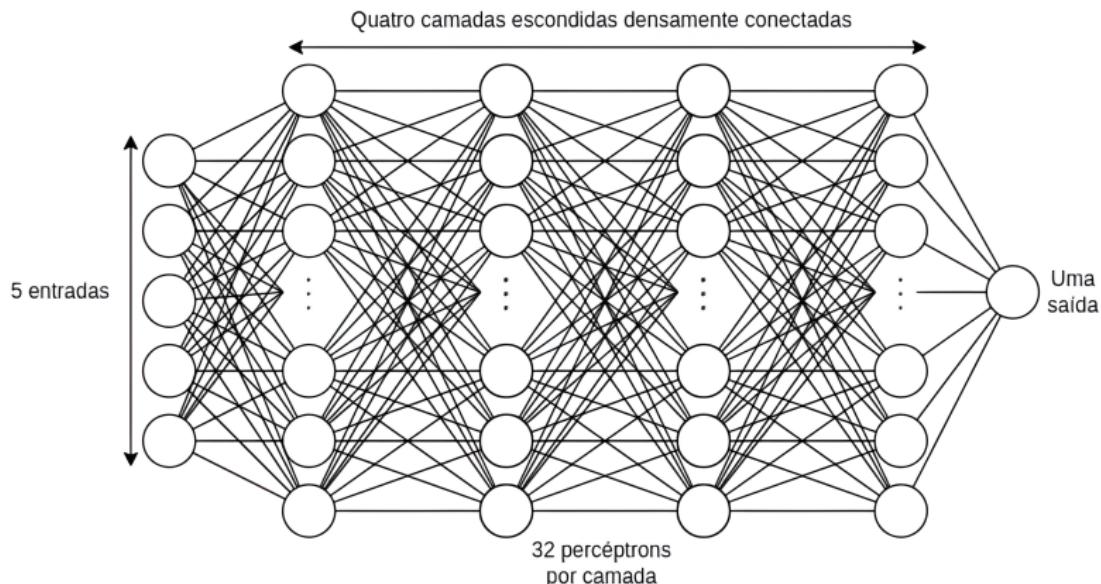
- O risco previsto para cada região afeta o peso das arestas
- Segue fórmula não-contínua
- Penalizar com maior força mais regiões com maior risco

$$W_{risk} = \begin{cases} l * (1.0 + (r * 1.0)), & \text{if } 0 < r \leq 0.3 \\ l * (1.0 + (r * 3.0)), & \text{if } 0.3 < r \leq 0.6 \\ l * (1.0 + (r * 10.0)), & \text{if } 0.6 < r \leq 1.0 \end{cases} \quad (2)$$

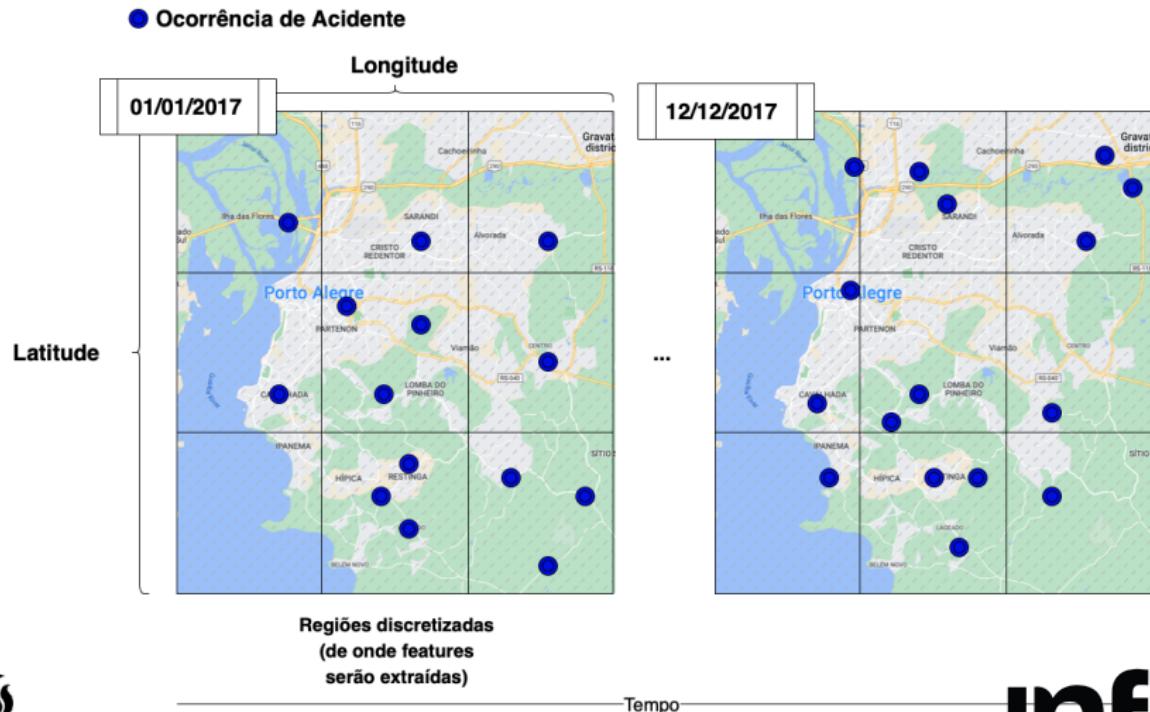
# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
  - Fontes e representação dos dados
  - Consulta e visualização
  - Sugestão de caminhos
  - Previsão de acidentes
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Arquitetura da rede



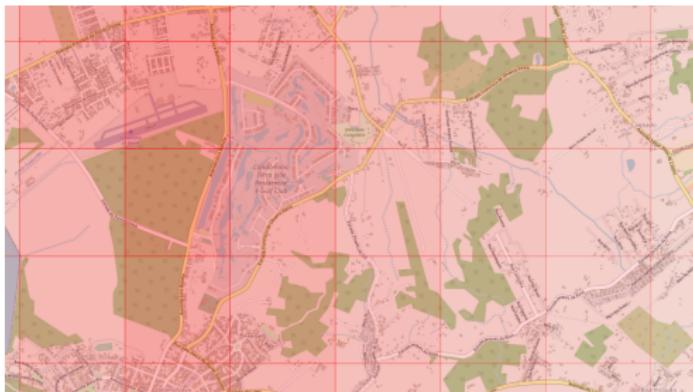
# Discretização dos dados



## *Features de entrada*

- $F_{lat}$  - Latitude do centro da região
- $F_{lon}$  - Longitude do centro da região
- $F_v$  - Visibilidade estimada (Porcentagem)
- $F_p$  - Precipitação
- $F_w$  - Dia da semana

- Rede procura prever o **índice de risco** de uma região
    - Valor entre 0 e 1, ou 0% e 100%
    - Representa a probabilidade estimada de ocorrência de acidente
    - Para aquela região
    - Para aquelas características climáticas
    - Para aquele dia



# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

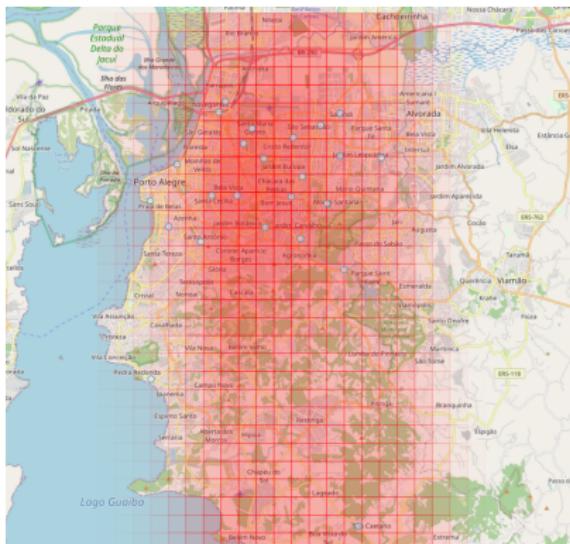
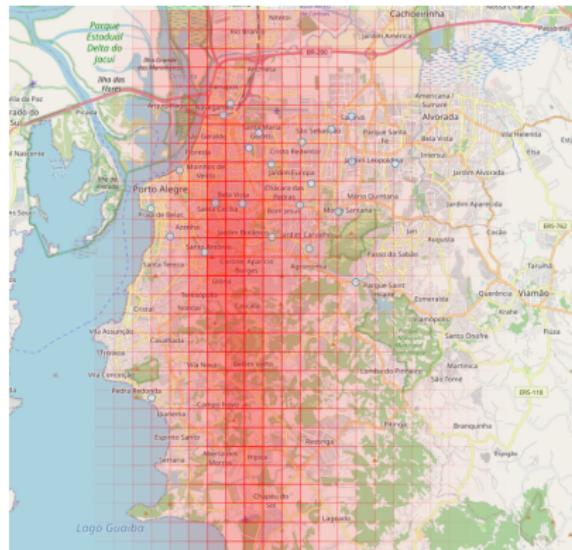
# Sumário

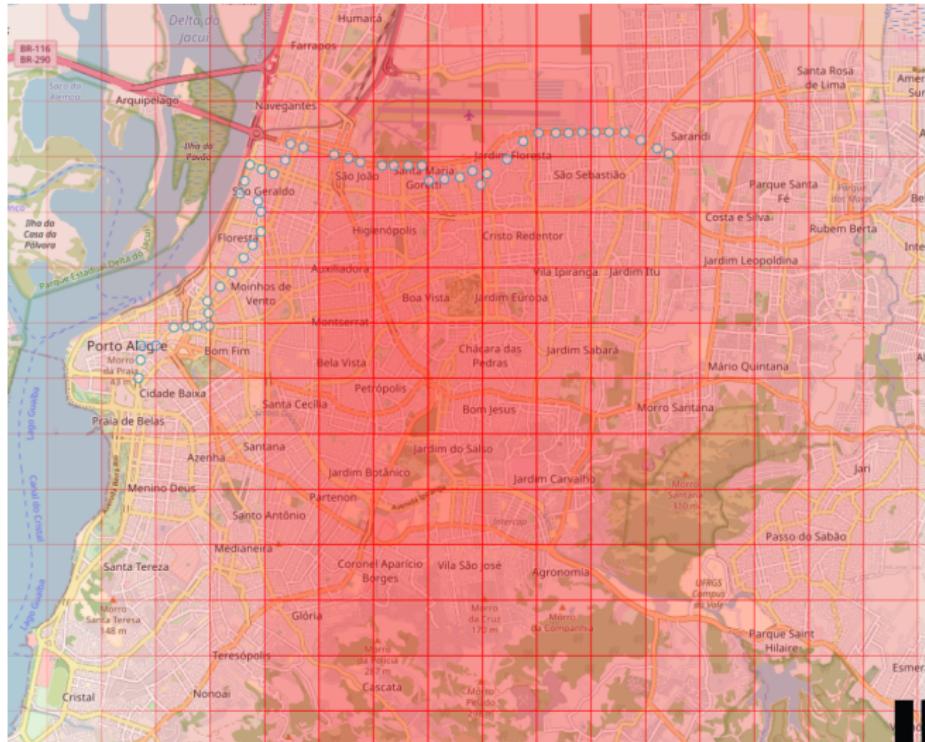
- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

## Análise dos resultados - Fatores de risco

- Características climáticas e temporais são as que mais influenciam o perigo no trânsito
  - Umidade relativa
  - Precipitação
  - Visibilidade
  - Hora do dia
  - Dia da semana
- Região centro-norte da cidade é a mais perigosa

Análise dos resultados - Qualidade de previsões





# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Conclusão

- Ferramenta de gerenciamento de registros de acidentes
- Visualização de acidentes e regiões de risco
- *Framework* para algoritmos de aprendizado de máquina e busca de caminhos
- Altamente flexível a extensões
- Base de código aberta para outros desenvolvimentos

# Sumário

- Introdução
- Objetivo
- Trabalhos relacionados
- Desenvolvimento e implementação
- Demonstração
- Análise dos resultados
- Conclusão
- Trabalhos futuros

# Trabalhos futuros

- Expansões dos domínios geográfico e temporal
- Expansão do conjunto de dados utilizados no treino da rede
- Treinamento de diferentes arquiteturas de redes
- Integração com sistemas de previsão do tempo
- Integração direta com fontes de dados de accidentalidade

# Obrigado!