



PTC3101 - Engenho e Arte do Controle Automático

---

# Aplicação de Inteligência Artificial em Smart Cities

---

**Alunos:**

Giovanni Abeni dos Santos      N°USP: 9837121  
Fernando José de Almeida Zaine      N°USP: 8932428  
Lucas Neto Nakadaira      N°USP: 9350244

**Professor:**

Felipe Pait

# Tópicos

- I. Introdução e motivação
- II. Definição de *Smart Cities*
- III. Coleta de dados
- IV. Aplicações técnicas

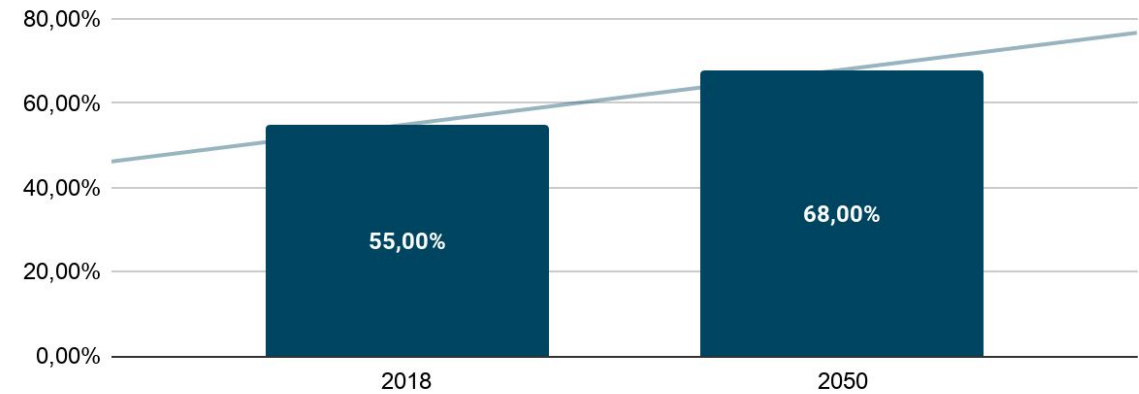
- V. Desvantagens técnicas
- VI. Aspecto financeiro
- VII. Aspecto socio-ambiental
- VIII. Proposta

# Introdução e motivação

## Por que Smart Cities?

- Aulas iniciais do curso despertaram interesse
  - IoT
  - Inteligência Artificial
  - Redes Neurais
- Equipe com bases complementares
  - Fernando - PTC + Produção
  - Giovanni - PCS + Gestão de TI
  - Lucas - PTC + Controle Avançado
- Interesse em temas com desafios de gestão
- 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

## Urbanização Mundial - Projeção ONU (2018)



## The Cities With The Worst Traffic Congestion

Percentage of extra travel time due to congestion in 2018\*



\* 0% = uncongested free flow of traffic



@StatistaCharts Source: TomTom Traffic Index



# Definição

- Não há um consenso de definição formal
  - Há abordagens mais técnicas e outras abordagens mais voltadas à negócios.
- Para nosso tema de interesse:
  - *Smart Cities* são cidades que usufruem de coletas de **grandes volumes de dados** a fim de processá-los para facilitar o **monitoramento**, o **gerenciamento** e a **otimização** de **serviços** e **recursos** da cidade, especialmente de maneira **automatizada**.
- Alguns exemplos:
  - Auto gerenciamento de sistemas de tráfego e transporte
  - Geração e distribuição de energia
  - Redes de abastecimento de água
  - Detecção de crimes
  - entre outros...

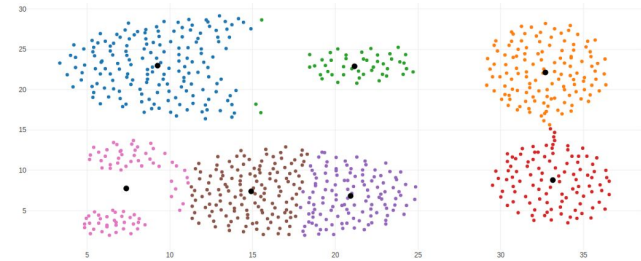
# Coleta de dados

- I. Dados provenientes de smartphones (operadoras, aplicativos)
- II. Tecnologia de detecção de movimento em semáforos (detecção por microondas, magnética, ultra sônica, radiação infravermelha)
- III. Botoeiras
- IV. Câmeras de detecção de movimento



# Aplicações técnicas

- K-means (clusterização)
- Correlação meteorologia x tráfego de bicicletas [1]
  - BN, NB, J48, KNN
- NVIDIA Metropolis (Liverpool) [2]

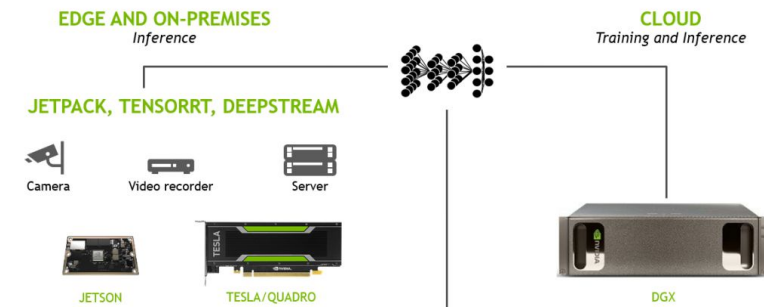


datasets	BN	NB	J48	IBK
Jan-12	98.9723	98.7653	100	95.462
Feb-12	99.9273	99.9123	100	96.727
Mar-12	99.939	99.923	100	98.088
Jul-12	99.307	99.187	100	96.5433
Aug-12	99.9177	99.8567	100	97.4433
Sep-12	99.813	99.7623	100	97.5537

Temperatura

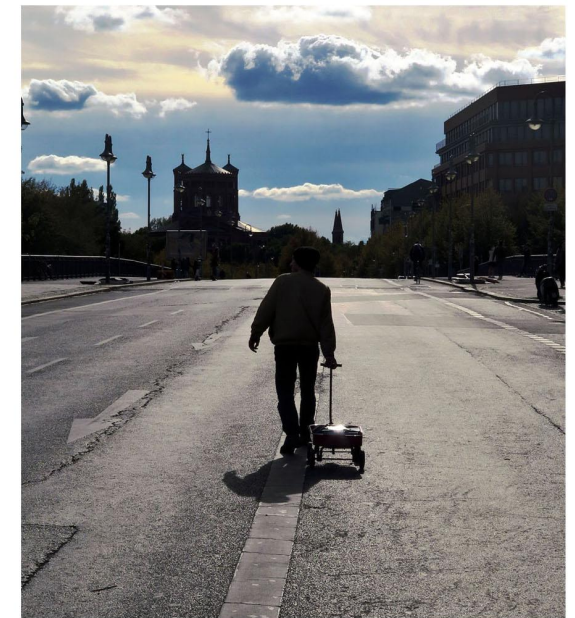
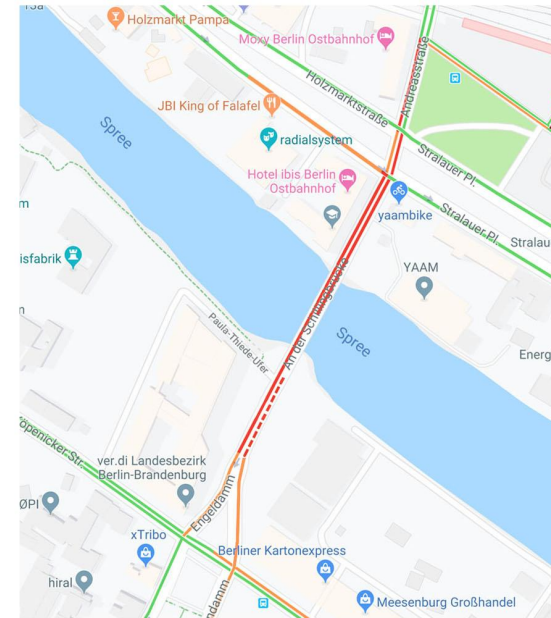
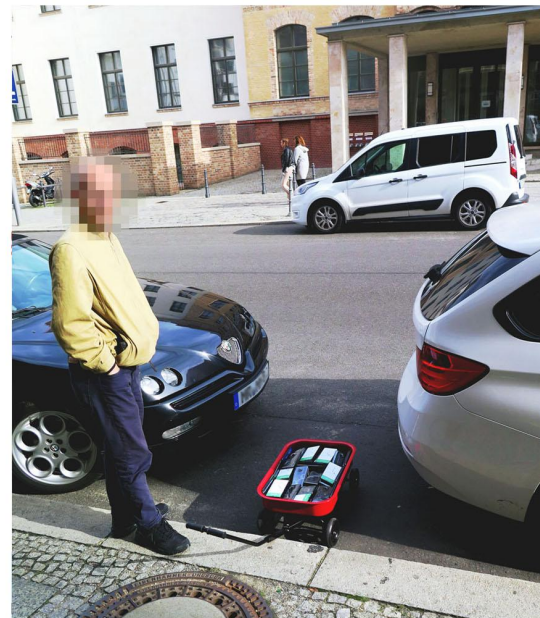
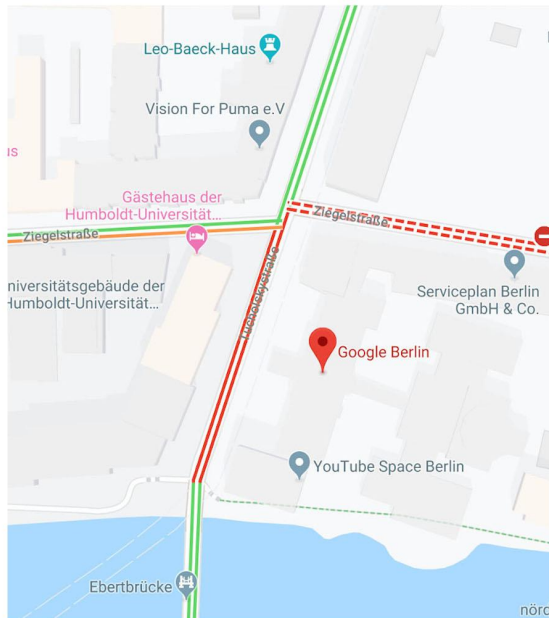
datasets	BN	NB	J48	IBK
Jan-12	100	100	100	100
Feb-12	100	100	100	99.9997
Mar-12	100	100	100	100
Jul-12	100	100	100	100
Aug-12	100	100	100	100
Sep-12	100	100	100	100

Chuva



# Desvantagens técnicas

- I. IA e ML podem promover viés não intencional
  - Microsoft Tay Chatbot [3]
  - Simon Weckert - Google Maps Hacks [4]



## II. Utilização de dados privados (LGPD)

# Aspecto financeiro

	Custo Unitário (R\$)	Número de semáforos	Custo total
Implementação semáforos inteligentes	100,000.00	500 no período	50,000,000.00
Atualização semáforos	60,000.00	100 ao ano	6,000,000.00
Manutenção dos semáforos	10,000.00	6,400 ao ano	64,000,000.00
Taxa considerada (a.a.)	5%		

Fluxo de Caixa	Semáforos Inteligentes	Pagamento anual	Manutenção	Pagamento atípico por ganharam o contrato	Atualização de semáforos	Total	Valor presente
2021	-12,500,000.00	0.00	-64,000,000.00	150,000,000.00	0.00	73,500,000.00	73,500,000.00
2022	-12,500,000.00	60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-22,500,000.00	-21,428,571.43
2023	-12,500,000.00	60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-22,500,000.00	-20,408,163.27
2024	-12,500,000.00	60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-22,500,000.00	-19,436,345.97
2025		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-8,227,024.75
2026		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-7,835,261.66
2027		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-7,462,153.97
2028		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-7,106,813.30
2029		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-6,768,393.62
2030		60,000,000.00	-64,000,000.00		-6,000,000.00	-10,000,000.00	-6,446,089.16



# Aspectos sociais e ambientais

<b>Stakeholders</b>	<b>Impacto</b>
<b>Governo</b>	Fornece serviços de qualidade e maior segurança para os cidadãos
<b>Usuários do transporte público e privado</b>	Passam menos tempo no transporte e diminuem gastos com combustível, além de maior segurança no trânsito
<b>Pedestres</b>	Tem maior segurança ao atravessar a rua, e não precisam esperar longos períodos
<b>Empresas concessionária de ônibus</b>	Fornecem serviços de maior qualidade para os usuários, diminui a aglomeração de passageiros
<b>Meio ambiente</b>	Diminuição da poluição causada por trânsitos

Melhorando a circulação de veículos, não apenas diminuimos a poluição emitida e os desgastes os veículos, mas também o nível de estresse das pessoas.

A longo prazo, espera-se também que parte da população passe a utilizar transporte público ao invés do privado, pela agilidade e fluidez do trânsito.

# Implementação de novos semáforos, com foco em mix de tecnologias de menor e maior custo

- Licitação onde empresa privada ganha os direitos de atualizar os semáforos da cidade;
- Em vias com maior volume de veículos coloca-se **câmeras inteligentes e de caráter visual**, onde possa-se extrair informações além do fluxo de veículos
- Em regiões periféricas, as vias de maior fluxo podem continuar com semáforos com temporizador, desde que estejam adequados e funcionando corretamente, por exemplo laços detectores e equipamentos de microondas;
- Empresa ganhadora tem a possibilidade de ganhar pagamentos anuais do Estado com base em metas e podem vender as informações adquiridas respeitando a LGPD;
- Possibilidade de venda de prioridade em cruzamento para empresas de entrega, exemplo Amazon. Ambulâncias e carros policiais têm prioridade sem custos

# Outra possibilidade

- Empresa parceira teria prejuízos ao realizar a parceria com o estado;
  - Como forma de mitigar recomenda-se colocar no processo de parceria que a empresa possa realizar estudos de mercado com base nas informações que tenham com os semáforos, respeitando a LGPD;
  - Além dos pagamentos do governo, a empresa pode ganhar adicionais ou penalidades de até 15% do valor com base em metas como por exemplo: tempo de não funcionamento do semáforo, velocidade média da via e tamanho do trânsito;
  - Estudo de mestrado da Escola Politécnica indica que implementação de semáforos inteligentes em São Paulo traria uma redução de tempo gasto no trânsito em uma ordem de 30%

# Obrigado!



# Referências bibliográficas

[1] Jeannette Chin, Vic Callaghan, Ivan Lam. *Understanding and Personalising Smart City Services Using Machine Learning, the Internet-of-Things and Big Data*. 2017. URL:

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8001570>

[2] NVIDIA. *NVIDIA Metropolis*. URL:

<https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/intelligent-video-analytics-platform/>

[3] BBC. *Tay: Microsoft issues apology over racist chatbot fiasco*. 2016. URL:

<https://www.bbc.com/news/technology-35902104>

[4] Simon Weckert. *Google Maps Hacks*. 2020. URL:

<http://www.simonweckert.com/googlemapshacks.html>