

**Arthur Segura Ortiz Novello**  
**Luca Ezellner Miraglia**  
**Lucas Marques de Araujo**

**Inteligência para Transporte Público**

São Caetano do Sul  
2020

**Arthur Segura Ortiz Novello**  
**Luca Ezellner Miraglia**  
**Lucas Marques de Araujo**

**Inteligência para Transporte Público**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia como requisito parcial para a obtenção de título de Engenheiro de Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Computação

Orientador Tiago Sanches da Silva

Novello, Arthur Segura

Inteligência para Transporte Público / Arthur Segura Ortiz Novello , Luca Ezellner  
Miraglia , Lucas Marques de Araujo . - São Caetano do Sul: CEUN-IMT, 2020.  
25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Engenharia Mauá do Centro  
Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2020.

Orientador: Prof. Me. Tiago Sanches da Silva

1. xxxxxxxx. 2. xxxxxxxx. 3. xxxxxxxx. 4. xxxxxxxx. I. Miraglia, Luca Ezellner. II.  
Araujo, Lucas Marques. III. Instituto Mauá de Tecnologia. Escola de Engenharia Mauá.  
IV. Título.

**Arthur Segura Ortiz Novello**  
**Luca Ezellner Miraglia**  
**Lucas Marques de Araujo**

**Inteligência para Transporte Público**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção de título de Engenheiro de Computação pela Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia.

Área de Concentração: Engenharia de Computação

Banca examinadora:

Prof. Me. Tiago Sanches da Silva  
Orientador

Prof. Me. Murilo Zanini de Carvalho  
Avaliador

Prof. Dr. Sergio Ribeiro Augusto  
Avaliador

São Caetano do Sul, 29 de Abril de 2020.

*Aos nossos pais, irmãos e irmãs, amigos e colegas de formação.*

## Agradecimentos

XXXXyyy

XXXXXX

XXXXXX

XXXXXX

XXXXXX

“XX”  
("XX")  
XX

## Resumo

XXXXXXXXXXXXXXXX

**Palavras-chaves:** xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx.



## Abstract

XXXXX

**Key-words:** xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx. xxxxxxxx.

## **Lista de ilustrações**

Figura 1 – Diagrama de blocos da solução . . . . .	21
--	----

## **Lista de tabelas**

### **Lista de abreviaturas e siglas**

API	<i>Application Programming Interface</i>
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IA	Inteligência Artificial
OpenCV	<i>Open Source Computer Vision</i>
YOLO	<i>You Only Look Once</i>

## Lista de símbolos

$\Omega$	Impedância
----------	------------

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Transporte público . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Panorama econômico . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Definição do problema . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.5</b>	<b>Mercados . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>1.6</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>1.7</b>	<b>Contribuições do trabalho . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>1.8</b>	<b>Oportunidades . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>1.9</b>	<b>Questão central da pesquisa . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>1.10</b>	<b>Impactos sociais . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Assunto 1 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.1.1</b>	<b>SubAssunto 1 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Assunto 2 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1</b>	<b>SubAssunto 2 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Assunto 3 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1</b>	<b>SubAssunto 3 . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Assunto 4 . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1</b>	<b>SubAssunto 4 . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Modelo da solução . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Diagrama da solução . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Python . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Pandas . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Numpy . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>OpenCV . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>3.6</b>	<b>Redes Neurais . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>3.7</b>	<b>YOLO . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>3.8</b>	<b>Django . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>3.9</b>	<b>Power BI . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Equações . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Códigos Fonte de Programação . . . . .</b>	<b>23</b>

<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES . . . . .</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>25</b>

## **1 Introdução**

Este capítulo apresenta conceitos iniciais do projeto, tais como justificativa, objetivos, panorama econômico, questão central da pesquisa e impactos sociais.

### **1.1 Justificativa**

O presente trabalho tem por motivação a grande quantidade de cidadãos de Santo André que apresentam adversidades quando se trata da utilização dos ônibus da cidade, como o elevado tempo de espera e as altas taxas de ocupação interna, que lideram as reclamações do Reclame Aqui. Além disso, a inexistência de um processo inteligente e automatizado que auxilie os gestores da SA-Trans no ajuste das frotas de ônibus justificam esse projeto.

### **1.2 Transporte público**

O transporte público caracteriza-se como uma opção amplamente utilizada por pessoas a fim de garantirem suas necessidades de locomoção. Por possuir um preço mais acessível e muitas vezes ser mais rápido e prático, 65% da população das capitais do Brasil utiliza essa forma de transporte, como aponta um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

### **1.3 Panorama econômico**

Foi direcionado o valor de R\$ 707 milhões no ano de 2019 pela União para a área de mobilidade urbana e trânsito, como indica a Lei Orçamentária Anual (LOA nº 13.808/2019). Desse montante, especificamente para o transporte público coletivo, foram separados apenas R\$ 348 milhões, uma fatia de 0,01% do orçamento total.

De acordo com uma estimativa do BNDES, em 2015, seria necessário investir mais de R\$ 234 bilhões em transporte público para resolver os problemas da área nas principais regiões metropolitanas do país, portanto, caso mantido o nível de investimento atual, levaria mais de 600 anos para atingir o montante proposto pelo BNDES.

### **1.4 Definição do problema**

Tendo em vista o baixo investimento frente a demanda, é esperado que o transporte público gere um elevado nível de insatisfação em seus usuários, o que o IPEA demonstrou em



outra pesquisa realizada em 2011 e 2012, na qual o transporte público foi avaliado por mais de 60% do público como "péssimo ou ruim".

Para entender a situação em que se encontra o transporte, o primeiro passo é olhar como o país se urbanizou. No último século, o Brasil passou por um intenso processo de industrialização, o que gerou um forte êxodo rural e principalmente uma migração da população do Nordeste para o Sul e Sudeste, onde se concentrou a produção industrial do país.

Esse crescimento populacional nas metrópoles foi acompanhado por uma grande valorização dos terrenos e moradias nas áreas centrais das cidades. Com isso é observado um efeito de gentrificação, afastando a classe trabalhadora para regiões mais periféricas, longe de onde se concentra a maior parte da oferta de emprego, o que gerou uma, demanda por transporte, crescente até os dias atuais. Tendo em vista esse cenário, a população começou a consumir cada vez mais carros populares, que contam com incentivo do governo para serem produzidos. Com isso, o que se vê nos ambientes urbanos são ruas congestionadas e ônibus lotados.

## 1.5 Mercados

A situação não é diferente em Santo André, onde os ônibus destacam-se como o principal meio de transporte coletivo fornecido pelo município, contando com cerca de cinco milhões de passageiros por mês segundo dados da SA-Trans. Em seguida, o transporte ferroviário, mais especificamente as estações Celso Daniel, Prefeito Saladino e Utinga da linha 10 Turquesa da CPTM, ligando a cidade a São Paulo, somam cerca de um milhão e oitocentos mil usuários em Fevereiro de 2020, segundo dados fornecidos pela CPTM, que administra a linha.

Hoje, a cidade captura em tempo real e armazena vários dados relacionados ao transporte público. Desde a velocidade dos carros, ocorrências, horários de chegadas e partidas, informação de bilhetagem, entre outros. Porém, nem o município, nem a SA-Trans usam essas informações, o que possibilita que esse trabalho sirva de fundamento para uma informatização do transporte público local, e que permita melhorias no setor que não seriam possíveis apenas com as técnicas utilizadas atualmente.

## 1.6 Objetivos

Tendo em vista o cenário apresentado, pretende-se criar um dashboard para centralizar informações e agilizar a tomada de decisão, tendo como base dados coletados durante os trajetos de ônibus, informações extraídas de APIs públicas e imagens de câmeras instaladas nos veículos. A ferramenta irá apoiar os gestores da SA-Trans no controle do fluxo de tráfego, analisando a disponibilidade de veículos e sugerindo uma inclusão ou remoção de carros em cada linha monitorada.

Além disso, o dashboard será atualizado em tempo real, exibindo gráficos e indicadores de maneira sucinta, com a possibilidade de aplicação de filtros nas consultas. Considerando o volume de passageiros para um determinado dia e horário somados a dados externos, a ferramenta irá utilizar algoritmos de inteligência artificial para identificar padrões históricos e prever futuras demandas nas frotas de ônibus, facilitando o controle do serviço e auxiliando no dia a dia do transporte urbano na cidade.

## **1.7 Contribuições do trabalho**

Este trabalho tem como contribuição a melhoria na tomada de decisões da administradora de ônibus (SA-Trans) onde será possível, de forma centralizada, a visualização de dados e gráficos por meio de um dashboard. Além disso, pode-se citar como contribuição a diminuição do tempo de espera e ocupação dos transportes, resultando em uma melhor qualidade de vida para a população de Santo André.

## **1.8 Oportunidades**

O parque tecnológico faz parte do desenvolvimento da prefeitura de Santo André e tem como missão promover a inovação e potencializar as estruturas já existentes na cidade e região. O objetivo é estimular a extensão tecnológica e atuar nas oportunidades econômicas do ABC. Desta forma, nós, membros do projeto, temos como oportunidade através deste, participar como contribuintes no parque tecnológico da cidade.

## **1.9 Questão central da pesquisa**

Os benefícios esperados com esse trabalho de conclusão de curso são proporcionar uma melhor qualidade locomotiva dos ônibus de Santo André e proporcionar uma melhor gestão aos envolvidos da SA-Trans, otimizando e inovando a forma de ver os dados.

## **1.10 Impactos sociais**

O transporte público, mais especificamente, os ônibus, podem causar estresse. A sensação pode estar relacionada a um fator estressante, como às condições do transporte, o desconforto de estar entre muitas pessoas e o elevado tempo de espera.

Com os dados disponíveis e as aplicações de IA implementadas nas câmeras dos veículos de cada linha, os gestores e responsáveis poderão ver a situação de lotação e do tempo de espera através do dashboard. Numa situação crítica, eles poderão solicitar um aumento da frota e reduzir o desconforto de andar em um veículo com excesso de pessoas além de reduzir o tempo de

espera. Essas ações impactam diretamente na saúde das pessoas reduzindo o estresse gerado pelos transportes.

## **2 Revisão bibliográfica**

Este capítulo detalha toda revisão literária aplicada ao projeto, abordando assim conceitos teóricos, tecnologias e contexto histórico.

### **2.1 Assunto 1**

XXXXXX

XXXXXX

#### **2.1.1 SubAssunto 1**

XXXXXX

XXXXXX

### **2.2 Assunto 2**

XXXXXX

XXXXXX

#### **2.2.1 SubAssunto 2**

XXXXXX

XXXXXX

### **2.3 Assunto 3**

XXXXXX

XXXXXX

#### **2.3.1 SubAssunto 3**

XXXXXX

XXXXXX

## **2.4 Assunto 4**

XXXXXX

XXXXXX

### **2.4.1 SubAssunto 4**

XXXXXX

XXXXXX

### 3 Metodologia

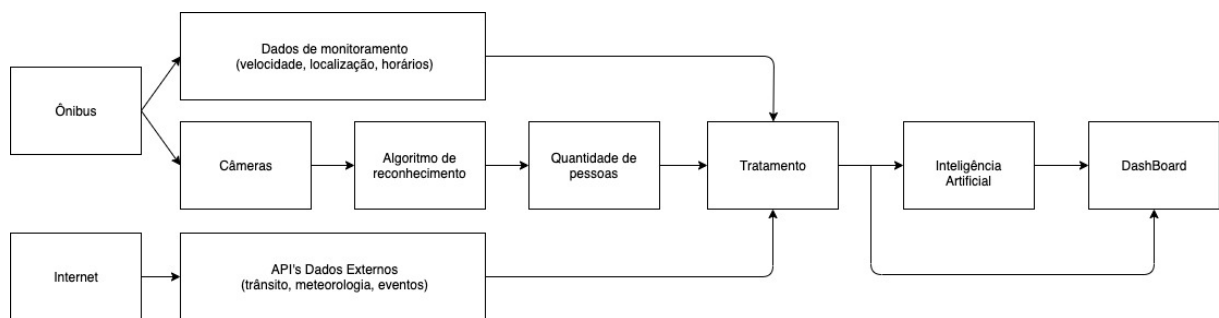
Este capítulo aborda os materiais e métodos utilizados no projeto, contendo maiores detalhes sobre algoritmos, tecnologias e estratégias empregadas na solução.

#### 3.1 Modelo da solução

A fim de solucionar o problema identificado, foram definidos métodos e estratégias com o objetivo de criar um fluxo de trabalho. A Figura 1 fornece um diagrama ilustrativo e simplificado da solução proposta.

##### 3.1.1 Diagrama da solução

Figura 1 – Diagrama de blocos da solução



Fonte: Arquivo dos autores (2020)

#### 3.2 Python

Linguagem de programação de alto nível lançada em 1991. Atualmente possui um modelo de desenvolvimento open source e gerenciado pela Python Software Foundation. A linguagem prioriza a legibilidade de código e possui poderosos recursos advindos de suas bibliotecas padrão combinados com bibliotecas de terceiros.

#### 3.3 Pandas

Biblioteca desenvolvida em Python que possui estruturas de dados que facilitam e agilizam a manipulação e análise de dados.

### 3.4 Numpy

Biblioteca desenvolvida em Python criada para facilitar o desenvolvimento de aplicações com fins matemáticos e complexidade computacional avançada. Possui suporte para vetores e matrizes multidimensionais e diversas funções matemáticas para interação com essas estruturas.

### 3.5 OpenCV

Se trata de uma iniciativa open source que teve sua primeira versão lançada nos anos 2000 e continua em expansão até os dias atuais. Atualmente, suporta uma ampla variedade de algoritmos relacionados a Visão Computacional e Machine Learning, além de estar disponível em diversas linguagens de programação como C++, Python, Java e diferentes plataformas como Windows, Linux, OS X, Android e IOS.

### 3.6 Redes Neurais

Sistemas de computação que tem como objetivo reconhecer e classificar padrões em dados brutos. Tais sistemas buscam agir como o sistema nervoso humano, aprendendo e melhorando continuamente.

### 3.7 YOLO

Método para detecção e classificação de objetos em uma imagem combinando OpenCV e redes neurais. Se tornou popular pela sua grande eficiência e agilidade quando comparado com outros frameworks desenvolvidos anteriormente.

### 3.8 Django

Framework de alto nível, gratuito e open source desenvolvido em Python para programação de aplicações web. Apoia o desenvolvimento rápido e limpo, possuindo muitas ferramentas e métodos previamente construídos para facilitar e apoiar o desenvolvedor na criação das aplicações.

### 3.9 Power BI

Serviço de análise de negócios lançado em 2015 pela Microsoft. Permite a criação e compartilhamento de dashboards para a visualização de dados de forma interativa, além de possuir integração com outras ferramentas, como o Microsoft Excel.

## **4 Resultados Obtidos**

XXXXX

XXXXX

### **4.1 Equações**

XXXXX

### **4.2 Códigos Fonte de Programação**

XXXXX



## 5 Conclusões

XXXXX

XXXXX

## Referências