

# Analise de tecnologias de Monitoramento de Tráfego em Tempo Real para Cidades Inteligentes

Lucas Shin-Iti Aoki<sup>1</sup>, Rodolfo Miranda de Barros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Computação – Universidade Estadual de Londrina (UEL)  
Caixa Postal 10.011 – CEP 86057-970 – Londrina – PR – Brasil

lucaslaoki@gmail.com, rodolfo@uel.br

**Abstract.** *Urban growth and increased use of automotive vehicles result in constant traffic jams, negatively affecting urban mobility and quality of life. This study investigates emerging technologies used for real-time traffic monitoring in the context of smart cities, with an emphasis on the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and data analysis, exploring theoretical concepts and analyzing existing use cases to evaluate the effectiveness of these technologies in urban traffic management. It covers the principles of smart cities, the application of IoT for data transfer, and the use of AI for analysis and optimization of vehicle flow. The study includes a literature review, comparisons of different approaches, and an assessment of the challenges and opportunities in implementing these technologies. It concludes with the importance of implementing urban mobility management projects and smart cities in general.*

**Resumo.** *O crescimento urbano e o aumento no uso de veículos automotivos resultam em congestionamentos constantes, afetando negativamente a mobilidade urbana e a qualidade de vida. Este estudo investiga as tecnologias emergentes utilizadas para o monitoramento de tráfego em tempo real no contexto de cidades inteligentes, com ênfase em Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e análise de dados, explorando conceitos teóricos e analisando casos de uso existentes para avaliar a eficácia dessas tecnologias na gestão de tráfego urbano. São abordados os princípios das cidades inteligentes, a aplicação de IoT para transferência de dados, e o uso de IA para análise e otimização do fluxo de veículos. O estudo inclui uma revisão da literatura, comparações de diferentes abordagens e uma avaliação dos desafios e oportunidades na implementação dessas tecnologias. Conclui-se a importância de implementação projetos de gestão de mobilidade urbana e cidades inteligentes no geral.*

## 1. Introdução

O constante crescimento urbano, tanto em população quanto em área efetiva, ocasionou um aumento significativo no uso de meios de transporte, e dentre diversas opções, os veículos automotivos são de longe o mais utilizados pela população. Esse fenômeno resulta em congestionamentos constantes, impactando negativamente a mobilidade urbana e a qualidade de vida dos cidadãos. O tempo gasto em congestionamentos não apenas afeta a produtividade individual, mas também contribui para problemas ambientais devido ao aumento da emissão de gases poluentes.

A problemática do trânsito congestionado se agrava com o tempo, uma vez que a infraestrutura urbana muitas vezes não acompanha o ritmo de crescimento da frota

de veículos. A ineficiência no gerenciamento do tráfego urbano resulta em perdas econômicas substanciais, além de elevar os níveis de estresse e reduzir o tempo disponível para atividades pessoais e profissionais. Neste contexto, o desenvolvimento de soluções computacionais para monitoramento de tráfego em tempo real surge como uma necessidade. A aplicação de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e análise de dados pode proporcionar uma visão abrangente e em tempo real das condições de tráfego, permitindo intervenções sutis e eficientes.

O conceito de cidades inteligentes abrange o uso das tecnologias modernas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, tornando as operações urbanas mais eficientes e sustentáveis. Uma cidade inteligente visa integrar infraestrutura, serviços e gestão urbana de maneira inteligente e interconectada, abordando desafios como mobilidade, energia, saúde, segurança e governança. A utilização de soluções tecnológicas avançadas facilita um monitoramento contínuo e resposta ágil, promovendo um ambiente mais agradável e sustentável. A implementação de um sistema de monitoramento de tráfego em tempo real, contribuimos diretamente para os objetivos das cidades inteligentes, pois a redução dos congestionamentos não apenas melhora a fluidez do trânsito, mas também diminui a emissão de poluentes, promove a sustentabilidade ambiental. Dessa forma, este projeto busca analisar as mudanças positivas em direção a uma cidade inteligente, onde a tecnologia é aliada na solução de problemas cotidianos e na promoção de um ambiente urbano mais eficiente e harmonioso.

## **2. Fundamentação Teórico-Methodológica e Estado da Arte**

Para estudar um sistema de tráfego em tempo real, é necessário antes entender os conceitos teóricos e tecnologias úteis para tornar possível e facilitar o processo de criação e implementação dos mesmos. Alguns modelos de cidade inteligente já abrangem tecnologias como Internet das Coisas (*IoT*)[2] e Inteligência Artificial (*IA*) e análise de *Big Data*[1]. Esta seção explora os conceitos relacionados e procura ligar seu uso para as soluções propostas.

### **2.1. Smart City**

As cidades inteligentes são um conceito emergente que integra tecnologia da informação e comunicação (TIC) na infraestrutura urbana para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e a eficiência dos serviços urbanos. De acordo com Nam e Pardo [4], uma cidade inteligente utiliza redes de sensores, sistemas de gerenciamento de dados e plataformas digitais para coletar e analisar informações em tempo real, facilitando a tomada de decisões. Estudos como de Gaur[3] exploram a arquitetura das cidades inteligentes e seus múltiplos níveis de implementação, fornecendo uma base teórica para o desenvolvimento de soluções tecnológicas avançadas.

### **2.2. Internet das Coisas**

A IoT é uma rede de dispositivos conectados que comunicam e compartilham dados entre si. Para o monitoramento de tráfego, a IoT permite a instalação de sensores ou câmeras em semáforos para coletar dados de trânsito em tempo real. O estudo de [8] oferece uma visão abrangente dos conceitos e aplicações da IoT, destacando sua relevância para a criação de cidades inteligentes, também demonstrando algumas soluções técnicas implementadas na cidade de Pádua na Itália.

### **2.3. Inteligência Artificial**

A IA será a principal ferramenta para a análise e interpretação dos dados de tráfego. Técnicas de aprendizado de máquina, como redes neurais e algoritmos genéticos, são utilizadas para prever padrões de trânsito e otimizar o controle de semáforos. A área mais importante da IA explorada neste projeto é reconhecimento de imagens, utilizado na coleta de dados em tempo real para alimentar o sistema de gerenciamento. Estudos como os de Sochor [6] exploram métodos de reconhecimento de imagem para aumentar o nível de detalhes, como dimensões, direção, sentido e velocidade do veículo analisado, sem sacrificar velocidade de processamento.

### **2.4. Estado da Arte**

Otimizar os problemas de congestionamento de tráfego não é um conceito novo. Desde o início da urbanização e da expansão das redes de transporte, engenheiros e planejadores urbanos têm buscado maneiras de melhorar o fluxo de tráfego e reduzir os congestionamentos. Soluções tradicionais, como a instalação de semáforos, a construção de novas vias e a implementação de sistemas de transporte público, têm sido amplamente utilizadas. No entanto, com o avanço da tecnologia, novas abordagens têm emergido, oferecendo soluções mais eficientes. Sistemas de gerenciamento como Semáforos inteligentes são pouco difundidos, e seu diferencial é o uso sensores, como detector de metais sinalizando a presença de veículos, que permitem ser reativos quanto a situação do trânsito. Porém, com poucas variáveis o sistema é incapaz de alterar significativamente um congestionamento.

## **3. Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um sistema de monitoramento de tráfego em tempo real para cidades inteligentes. Este sistema visa otimizar a gestão do tráfego urbano, contribuindo para a redução dos congestionamentos e melhorando a mobilidade urbana. De forma mais concreta, será desenvolvido um sistema que receberá uma simulação de congestionamento e será capaz de tomar decisões operacionais na sinalização semafórica .

- Analisar condições de tráfego;
- Estudar sistemas de controle de tráfego;
- Avaliar a integração de tecnologias avançadas na gestão urbana;
- identificar os desafios e barreiras
- Examinar o Impacto de diferentes propostas de soluções de mobilidade urbana;

## **4. Procedimentos metodológicos/Métodos e técnicas**

Para alcançar os objetivos propostos, será utilizado uma abordagem estruturada em várias etapas. Cada etapa será voltada em alcançar um objetivo principal para garantir uma linearidade de compreensão do sistema de monitoramento e controle de tráfego em tempo real. A seguir, são descritos os métodos e técnicas que serão aplicados:

### **4.1. Analisar condições de tráfego**

#### **4.1.1. Coleta/Escolha de conjunto de dados**

Será utilizados conjunto de dados relacionados a tráfego e congestionamento principalmente em grandes cidades, acima de 500 mil habitantes, onde o problema se manifesta de forma mais rápida e intensa.

## **4.2. Estudar sistemas de controle de tráfego**

### **4.2.1. Entender a arquitetura do sistema**

Nem todos os sistemas de tráfego são iguais em um nível arquitetônico, é necessário antes, compreender como a implementação de cada sistema pode influenciar no estudo de caso e conseqüentemente na abordagem tomada para solucionar o problema.

### **4.2.2. Revisão de algoritmos e introdução a IA**

Os sistemas semafóricos já utilizam algoritmos sequenciais simples, que são capazes de gerenciar o tráfego constantemente. Porém, estes algoritmos comumente não são flexíveis o suficiente para orquestrar um congestionamento de larga escala. Diferentes algoritmos, como de Olstam[5] e Younes [7], serão alvo de estudo para compreender a evolução e direcionamento do sistema.

### **4.2.3. Simulações**

Algoritmos citados anteriormente serão testados e avaliados em ambiente virtual para quantizar sua eficácia, comparando-o com outros algoritmos estado-da-arte além dos sistemas de semáforos convencionais. Para isto, desenvolver um programa ou utilizar ferramentas populares já disponíveis, como o da empresa *AnyLogic*.

## **4.3. Avaliar a integração de tecnologias avançadas na gestão urbana**

A cidade inteligente utiliza Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para alcançar as metas de inovação e sustentabilidade. Então, será objeto de estudo tecnologias relacionadas ao TIC, dando ênfase em protocolos de comunicação entre sistemas distribuídos, no caso, a rede de semáforos das cidade inteligentes.

## **4.4. Avaliar o impacto das soluções propostas na mobilidade urbana**

### **4.4.1. Indicadores de desempenho**

Serão definidos indicadores de desempenho chave (*KPIs*) para medir a eficácia do sistema de monitoramento e controle de tráfego, tais como tempo de deslocamento e redução de congestionamentos.

### **4.4.2. Análise comparativa**

Será realizada uma análise comparativa entre as condições de tráfego antes e depois da implementação do sistema na cidade, utilizando métodos estatísticos e modelagem preditiva para avaliar os benefícios alcançados.

## **5. Cronograma de Execução**

Atividades:

1. Revisão bibliográfica sobre as tecnologias relacionadas ao tema (TIC, IoT e IA)
2. Analisar condições de tráfego;
3. Estudar sistemas de controle de tráfego;
4. Avaliar a integração de tecnologias avançadas na gestão urbana;
5. Examinar o Impacto de diferentes propostas de soluções de mobilidade urbana;
6. divulgação da eficiência das implementações de cada caso de estudo.

**Tabela 1. Cronograma de Execução**

	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
Atividade 1		•	•	•					
Atividade 2				•	•				
Atividade 3					•	•			
Atividade 4						•	•		
Atividade 5						•	•	•	
Atividade 6									•

## 6. Contribuições e/ou Resultados esperados

O projeto desenvolvido avalia o quão significativos foram as implementações de um melhor sistema de gerenciamento de tráfego em tempo real, permitindo entender a importância destes sistemas

### 6.1. Avanço na gestão de tráfego urbano

Espera-se que o estudo proporcione *insights* valiosos sobre a importância de implementação dos sistemas de tráfego. A capacidade de monitorar e analisar as condições de trânsito em tempo real permitirá uma resposta mais ágil e eficiente a incidentes e congestionamentos quando comparados ao método atual, resultando em uma fluidez maior do tráfego e na redução dos tempos de deslocamento para os cidadãos.

### 6.2. Familiarização com cidades inteligentes

A familiarização com o conceito de cidades inteligentes é essencial para promover a compreensão e a aceitação das tecnologias emergentes que estão revolucionando a gestão urbana. A melhoria da mobilidade urbana é apenas um dos objetivos das cidades inteligentes, e a implementação destes projetos torna o conceito de cidade inteligente mais visível e realista.

## 7. Espaço para assinaturas

Londrina, 29 de Julho de 2024.

---

Aluno

---

Orientador

## Referências

- [1] Zaheer Allam and Zaynah A Dhunny. On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 89:80–91, 2019.
- [2] Hamidreza Arasteh, Vahid Hosseinneshad, Vincenzo Loia, Aurelio Tommasetti, Orlando Troisi, Miadreza Shafie-khah, and Pierluigi Siano. Iot-based smart cities: A survey. In *2016 IEEE 16th international conference on environment and electrical engineering (EEEIC)*, pages 1–6. IEEE, 2016.
- [3] Aditya Gaur, Bryan Scotney, Gerard Parr, and Sally McClean. Smart city architecture and its applications based on iot. *Procedia computer science*, 52:1089–1094, 2015.
- [4] Taewoo Nam and Theresa A Pardo. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times*, pages 282–291, 2011.
- [5] Johan Olstam and Andreas Tapani. A review of guidelines for applying traffic simulation to level-of-service analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 16:771–780, 2011. 6th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service.
- [6] Jakub Sochor, Jakub Špaňhel, and Adam Herout. Boxcars: Improving fine-grained recognition of vehicles using 3-d bounding boxes in traffic surveillance. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 20(1):97–108, 2018.
- [7] Maram Bani Younes and Azzedine Boukerche. An efficient dynamic traffic light scheduling algorithm considering emergency vehicles for intelligent transportation systems. *Wireless Networks*, 24:2451–2463, 2018.
- [8] Andrea Zanella, Nicola Bui, Angelo Castellani, Lorenzo Vangelista, and Michele Zorzi. Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1):22–32, 2014.