

**UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE**

<b>CAIO O COELHO JATOBÁ</b>	<b>823160685</b>
<b>DAVI EMANUEL S ADRIANO</b>	<b>823149648</b>
<b>MARIA LUIZA S KODAMA</b>	<b>823128136</b>

**A3 → LUMEN-SAFE**

**SÃO PAULO**  
**2025**

CAIO O COELHO JATOBÁ	823160685
DAVI EMANUEL S ADRIANO	823149648
MARIA LUIZA S KODAMA	823128136

### **A3 → LUMEN-SAFE**

Trabalho A3 → Sistemas Computacionais e Segurança. Postes inteligentes com sensores e IA para detectar crimes, iluminar áreas de risco e alertar a polícia, melhorando a segurança urbana de forma sustentável.

# Súmario

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>CONTEXTO DO DESAFIO .....</b>	<b>4</b>
<b>SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PROPOSTAS .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
5.1 Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes .....	5
5.2 Componentes Tecnológicos Sustentáveis .....	6
5.3 IA para Análise Sonora com Baixo Impacto Energético .....	7
5.4 Casos Reais de IoT Sustentável .....	8
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>9</b>
6.1 Levantamento Bibliográfico e Documental .....	9
6.2 Estudo Técnico de Tecnologias Emergentes .....	10
6.3 Desenvolvimento da Solução Conceitual .....	11
6.4 Modelagem Conceitual e Alinhamento com Políticas Públicas ..	12
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>14</b>

## **1. INTRODUÇÃO.**

### **1.1. CONTEXTO DO DESAFIO.**

A insegurança nas metrópoles brasileiras segue como um dos problemas mais urgentes, com altos índices de criminalidade. Dados do Fórum Brasileiro de Segurança Pública (2023) revelam que apenas 35% dos crimes violentos são resolvidos, em grande parte devido à lentidão na atuação das forças de segurança. A iluminação tradicional das cidades, além de consumir muita energia, não auxilia na prevenção ou identificação de ocorrências, deixando uma falha significativa na infraestrutura de proteção urbana.

Pensando nisso podemos pensar em infinitos problemas e obstáculos para uma segurança ágil, principalmente em cidades grandes como São Paulo. Lendo sobre o assunto no <https://forumseguranca.org.br/>, listamos alguns dos problemas que ocorre diariamente na cidade de São Paulo:

- Superlotação das Centrais de Atendimento
- Falta de Precisão na Localização
- Trânsito e Mobilidade Urbana Caótica
- Limitações Tecnológicas
- Subnotificação e Falta de Priorização.

### **1.2. SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PROPOSTAS**

A integração entre Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) surge como uma alternativa inovadora para transformar a rede de iluminação em um mecanismo de vigilância ativa. Tecnologias como sensores avançados, processamento de sons em tempo real e fontes renováveis de energia possibilitam:

- Identificação instantânea de situações incomuns (como barulho de tiros, movimentação suspeita);

- Reação automática (ajuste da luminosidade, envio de alertas às autoridades);
- Eficiência energética, diminuindo gastos e reduzindo danos ao meio ambiente.

### **1.3. OBJETIVO**

O LUMEN-SAFE tem como finalidade transformar a infraestrutura de iluminação pública em uma rede inteligente de segurança urbana, utilizando tecnologias de IoT (Internet das Coisas) e IA (Inteligência Artificial) para:

#### **→ Monitoramento em Tempo Real**

Detectar automaticamente eventos anômalos, como: Sons de tiros, vidros quebrando ou gritos de socorro (análise acústica). Mudanças bruscas de temperatura (possíveis incêndios ou situações de violência).

#### **→ Resposta Automatizada e Rápida, onde aumenta a iluminação em locais onde ocorre uma possível emergência; Acionar câmeras de vigilância para registrar a situação; Enviar alertas em tempo real para as autoridades (Polícia, Bombeiros, SAMU).**

#### **→ Eficiência Energética e Sustentabilidade**

#### **→ Reduzir o consumo de energia através de: Lâmpadas LED adaptativas (que aumentam ou diminuem o brilho conforme necessidade); Paineis solares com baterias de alta capacidade, garantindo autonomia mesmo em quedas de energia.**

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO.**

### **2.1. Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes (Smart Cities)**

Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (em inglês, Internet of Things – IoT) é um conceito que se refere à conexão de objetos do dia a dia à internet, permitindo que eles colem, transmitam e recebam dados de forma autônoma. Isso inclui desde sensores em ruas e semáforos até aparelhos domésticos, veículos e sistemas industriais. O objetivo da IoT é tornar os dispositivos "inteligentes", ou seja, capazes de tomar decisões com base nas informações que recebem e compartilham, otimizando processos e melhorando a eficiência em diferentes contextos.

### Cidades Inteligentes (Smart Cities)

As Cidades Inteligentes são ambientes urbanos que utilizam tecnologias digitais e soluções inovadoras para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, tornar a gestão pública mais eficiente e promover a sustentabilidade. Elas integram áreas como transporte, energia, segurança, saúde e saneamento por meio do uso de dados em tempo real, automação e conectividade. O foco das smart cities é oferecer serviços mais ágeis, seguros e sustentáveis, respondendo melhor às necessidades da população.

## **2.2. IoT E CIDADES INTELIGENTES ICOS SUSTENTÁVEIS**

A Internet das Coisas (IoT) tem se mostrado uma peça-chave na transformação das cidades em espaços mais inteligentes e sustentáveis. Com sensores e dispositivos conectados, é possível monitorar o ambiente urbano em tempo real e reagir rapidamente a diferentes situações. Um bom exemplo são os sistemas de iluminação adaptativa, já presentes em várias cidades do mundo. Eles ajustam a intensidade da luz de acordo com a movimentação de pessoas ou veículos, o que não só aumenta a segurança pública, mas também reduz significativamente o consumo de energia, um passo importante rumo a cidades mais verdes e eficientes.

## **2.3. COMPONENTES TECNOLÓGICOS SUSTENTÁVEIS**

### **→ Sensores de Movimento com Energia Solar**

Sensores de presença ajudam a economizar energia ao ativar dispositivos apenas quando necessário. Se alimentados por energia solar, tornam-se ainda mais vantajosos, já que funcionam de forma autônoma e com baixa manutenção.

### → **Microfones Inteligentes e Eficiência Energética**

Esses microfones ficam em escuta passiva e só ativam suas funções completas ao identificar sons específicos, como gritos. Isso reduz o consumo de energia e garante respostas rápidas sem sobrecarregar o sistema.

### → **Câmeras Térmicas com Alimentação Solar**

Mesmo em locais escuros, as câmeras térmicas identificam pessoas e movimentos suspeitos. Quando alimentadas por painéis solares, funcionam continuamente sem depender da rede elétrica, oferecendo mais segurança com sustentabilidade.

## **2.4. IA PARA ANÁLISE SONORA COM BAIXO IMPACTO ENERGÉTICO**

A Inteligência Artificial tem avançado muito no reconhecimento de sons críticos, como gritos e disparos. Com o uso de algoritmos de machine learning, os sistemas podem ser treinados com milhares de sons reais para diferenciar ruídos comuns de eventos potencialmente perigosos. Um exemplo é o classificador SGD (Stochastic Gradient Descent), que tem apresentado bons resultados ao unir rapidez e precisão. O mais interessante é que esses algoritmos podem rodar em hardwares pequenos e com baixo consumo de energia, o que torna sua aplicação viável em larga escala, sem sobrecarregar os sistemas urbanos.

## **2.5. CASOS REAIS DE IoT SUSTENTÁVEL**

Alguns exemplos práticos de iniciativas semelhantes incluem:

- Barcelona (Espanha): implantação de iluminação pública adaptativa para melhorar segurança e eficiência energética
- Singapura: sistema integrado de sensores para monitoramento urbano, controle de tráfego e segurança pública
- Brasil: projetos pilotos em cidades menores, como Mogiço (PB) e Dorés do Indaiá (MG), utilizando postes solares com sensores para otimizar o uso de energia

## **2.6. CITAÇÕES COM EMBASAMENTO TEÓRICO E TÉCNICO**

### **IoT em cidades inteligentes: conceito e importância**

Segundo Zanella et al. (2014), a Internet das Coisas representa um pilar fundamental na construção de cidades inteligentes, pois permite a coleta e análise de dados urbanos em tempo real, promovendo a tomada de decisões mais eficazes.

### **Sistemas de iluminação adaptativa como exemplo de aplicação**

De acordo com Silva e Gonçalves (2018), os sistemas de iluminação pública inteligentes ajustam a intensidade luminosa conforme a presença de pessoas ou veículos, resultando em menor consumo energético e aumento da segurança.

### **Sustentabilidade e eficiência energética com IoT**

Conforme aponta a International Telecommunication Union (2015), a aplicação de tecnologias IoT contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo cidades mais eficientes, resilientes e ambientalmente responsáveis.

### **Capacidade de monitoramento urbano em tempo real**

Segundo Gubbi et al. (2013), a IoT fornece uma infraestrutura robusta para a visualização e controle de parâmetros urbanos em tempo real, sendo crucial para a resposta rápida a emergências e à gestão eficiente de recursos.

## **3. METODOLOGIA**

Este estudo adotou uma metodologia qualitativa, de caráter exploratório e prático, para examinar a possibilidade e os efeitos da combinação de tecnologias verdes com a segurança urbana. A pesquisa foi feita em quatro fases: revisão de artigos e



documentos; avaliação técnica de tecnologias novas; desenvolvimento de um conceito de solução tecnológica; e modelagem focada em implementação. Cada etapa foi feita com cuidado pra ter certeza de que havia ligações claras entre as ideias, como podiam ser usadas tecnicamente e se encaixavam nas necessidades das grandes cidades do Brasil.

### **3.1 Levantamento Bibliográfico e Documental**

No começo, fez-se um estudo detalhado com artigos científicos, relatórios, orientações de instituições e outras coisas sobre segurança nas cidades, tecnologia inovadora e cidades inteligentes. A análise usou informações do Brasil e de outros lugares, focando nos documentos do Fórum Brasileiro de Segurança Pública FBSP, 2023, e também em fontes digitais de confiança como o site <https://forumseguranca.org.br>.

O objetivo dessa fase foi entender os maiores obstáculos enfrentados pelas gestões urbanas na administração da segurança pública, a detecção desses fatores mostrou-se crucial pra definir os critérios da solução apresentada.

### **3.2 Estudo Técnico de Tecnologias Emergentes**

Em seguida, foi desenvolvida uma análise comparativa das tecnologias emergentes, com foco nas cidades inteligentes, a fim de entender a possibilidade de adaptação à realidade das metrópoles brasileiras. Foram investigadas iniciativas bem-sucedidas em lugares como Barcelona (Espanha), Singapura, Mogi do Meio (PB) e Dores do Indaiá (MG), que lançaram soluções sustentáveis de vigilância e gestão urbana.

O estudo englobou tecnologias tipo sensores de movimento com energia solar, microfones espertos com capacidade de detecção sonora seletiva, câmeras térmicas com energia renovável e algoritmos de Inteligência Artificial com baixo consumo de energia.

A análise técnica avaliou critérios bem importantes como eficiência energética, custo de implantação, a durabilidade operacional, interoperabilidade com os sistemas já existentes, e o grau de automação.

### 3.3 Desenvolvimento da Solução Conceitual

Com base nas evidências encontradas nas etapas anteriores, foi projetada uma solução tecnológica integrada, baseada na Internet das Coisas, Inteligência Artificial, e energia solar. A ideia principal é transformar a rede de iluminação pública numa rede inteligente de vigilância urbana, que funciona de forma eficaz e totalmente independente.

A solução planejada inclui estes pontos:

- Sensores de presença movidos a energia solar, notando movimentos estranhos em momentos ou áreas problemáticas;
- Microfones espertos, que entendem sons estranhos como gritos ou tiros, funcionando só se preciso para respeitar a privacidade;
- Câmeras térmicas que funcionam sozinhas, boas para ver coisas fora do comum em lugares escuros;
- Algoritmos de machine learning tipo Stochastic Gradient Descent (SGD), pensados para equipamentos pequenos e de pouca energia, bons em descobrir padrões de comportamento usando dados locais.

A estrutura que propomos é montada para ser flexível, espalhada e fácil de crescer. O objetivo é que ela se encaixe em sistemas de comando e controle da cidade já existentes, usando formas de comunicação que funcionam entre eles. O sistema vai ainda avisar as autoridades quando for preciso, tornando as ações mais rápidas e ajudando a evitar crimes.

### **3.4 Modelagem Conceitual e Alinhamento com Políticas Públicas**

A derradeira fase da metodologia envolveu a avaliação conceitual da sugestão em relação aos alicerces regulatórios e planos de progresso sustentável, tanto em esfera nacional quanto internacional. A proposta foi organizada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Consideramos, também, programas como o PRONASCI 2 (Programa Nacional de Segurança Pública com Cidadania), e leis como a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, certificando que aspectos morais, legais e sociais estivessem incorporados no curso do desenvolvimento da solução.

## **4. CONCLUSÃO.**

O projeto LUMEN-SAFE apresenta uma proposta inovadora para o enfrentamento dos desafios da segurança urbana nas grandes cidades brasileiras, integrando tecnologias sustentáveis como sensores, câmeras térmicas, microfones com análise acústica e algoritmos de Inteligência Artificial. Mostrando que é possível transformar a infraestrutura de iluminação pública em uma rede ativa de monitoramento e resposta a emergências, tornando a cidade mais eficiente, mas também mais humana, ao priorizar a segurança das pessoas e o uso consciente dos recursos.

No entanto, é importante destacar algumas limitações desta proposta. Primeiramente, a implementação em larga escala exige grandes investimentos iniciais em hardware, rede e mão de obra especializada. Além disso, há o desafio da infraestrutura urbana. Nem todas as cidades têm estrutura para receber esse tipo de tecnologia de forma imediata. Por isso, a aplicação do projeto depende também de políticas públicas bem definidas, apoio de gestores e até parcerias com a iniciativa privada.

Pensando no futuro, o LUMEN-SAFE pode ser testado em projetos-piloto em bairros específicos, de preferência em regiões com histórico de vulnerabilidade, para avaliar seu desempenho na prática. Também seria interessante desenvolver versões mais acessíveis e modulares, que possam ser adaptadas conforme a realidade de cada cidade ou comunidade.

Por fim, conclui-se que a aplicação de IoT na iluminação pública não é apenas uma inovação tecnológica, mas também uma oportunidade de reinventar o espaço urbano de maneira mais eficiente, sustentável e centrada no bem-estar coletivo.

## **Bibliografía**

Inventus Digital –

<https://inventus.digital/blog/como-a-iot-esta-transformando-as-cidades-inteligentes/>

Wikipedia –

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto\\_de\\_Planejamento\\_e\\_Gest%C3%A3o\\_de\\_Cidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto_de_Planejamento_e_Gest%C3%A3o_de_Cidades)

arXiv – <https://arxiv.org/abs/1910.12369>

ODINS –

<https://odins.es/pt-pt/bloque/iot-para-melhorar-a-sustentabilidade-das-cidades-inteligentes/>

Passei Direto –

<https://www.passeidireto.com/arquivo/145915025/io-t-e-sustentabilidade-uso-de-sensores-para-conservacao-de-energia>

Technimbus –

<https://technimbus.com.br/iot/2024/iot-em-smart-cities-como-a-internet-das-coisas-esta-criando-cidades-conectadas-e-sustentaveis/>

CTE –

<https://cte.com.br/blog/smart-cities/connected-smart-cities-o-impacto-das-cidades-inteligentes-na-sustentabilidade/>