

**CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL**

**CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**FELIPE ALVARENGA TEIXEIRA  
HEITOR JOEL DE LIMA**

**ELTA  
Gerenciamento Automático de Estacionamento com IoT**

**ESPÍRITO SANTO DO PINHAL  
2023**

**CENTRO REGIONAL UNIVERSITÁRIO DE ESP. SANTO DO PINHAL**

**CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**FELIPE ALVARENGA TEIXEIRA  
HEITOR JOEL DE LIMA**

**ELTA  
Gerenciamento Automático de Estacionamento com IoT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Engenharia da Computação do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal à Banca Examinadora sob orientação do Prof.Me. Jean Antonie de Almeida Vieira.

**ESPÍRITO SANTO DO PINHAL  
2023**

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**Autor:** Felipe Alvarenga Teixeira

**Autor:** Heitor Joel de Lima

**Título:** ELTA – Gerenciamento de Estacionamento Automático com IoT.

**Avaliação:** 9,01(nove e um décimo)

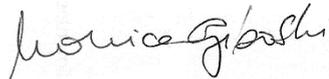
## Banca Examinadora



---

**Prof. Me. Jean A. A. Vieira**

**Orientador**



---

**Profa. Dra. Mônica Luri Giboshi**

**Membro**



---

**Prof. Dr. José Tarcísio Franco de Camargo**

**Membro**

Espírito Santo do Pinhal, 22 de novembro de 2023

## **Dedicatória**

Dedicamos este trabalho à nossa família, amigos e orientadores, cujo apoio incondicional e orientação foram fundamentais ao longo desta jornada acadêmica. Agradecemos por acreditarem em nós e por nos motivarem a alcançar nossos objetivos, tornando este TCC possível.

## **Agradecimentos**

Gostaríamos de expressar nossos mais sinceros agradecimentos àqueles que contribuíram de maneira significativa para a realização deste trabalho. Em especial, agradecemos a Jean Antonie de Almeida Vieira, Patrícia Aparecida Zibordi Aceti e Mônica Giboshi por sua orientação valiosa, apoio incansável e valiosas contribuições ao nosso projeto. Suas visões e insights foram essenciais para o sucesso deste trabalho, e estamos profundamente gratos por sua dedicação e generosidade ao compartilhar seu conhecimento conosco.

## Epígrafe

O conhecimento é a única riqueza que não pode ser roubada nem perdida, e que cresce quando compartilhado. - Louis Nizer

# ELTA – Gerenciamento Automático de Estacionamento com IoT

Lima, Heitor (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UniPinhal)  
heitorlima054@gmail.com

Teixeira, Felipe (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UniPinhal) felipealvarengateixeira@gmail.com

Vieira, Jean (Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UniPinhal)  
Prof.jean@Unipinhal.edu.br

## Resumo

*A crescente demanda por estacionamentos devido ao aumento significativo de veículos em circulação tem provocado desafios na gestão urbana. Este estudo aborda a relevância da gestão eficiente de estacionamentos em grandes cidades, destacando os impactos negativos da escassez de vagas, congestionamentos e a necessidade de soluções inovadoras. A implementação de um sistema de gerenciamento automático de estacionamentos, utilizando Internet das Coisas (IoT), é a solução proposta. Este sistema emprega sensores para identificar vagas ocupadas e livres, transmitindo dados em tempo real para um servidor em nuvem acessível aos usuários. O objetivo central é aprimorar a experiência do usuário, fornecendo informações precisas sobre a disponibilidade de vagas e otimizando a gestão do espaço de estacionamento. O projeto baseia-se na utilização de um microcontrolador ESP32 e sensores ultrassônicos para coletar dados sobre a ocupação das vagas. A linguagem de programação JavaScript, juntamente com os frameworks Nest e Next, é empregada para a construção da interface web e do aplicativo do lado do servidor. Este sistema oferece informações claras aos usuários, indicando vagas ocupadas e livres por meio de um display instalado no estacionamento. Os testes e pesquisas realizados demonstram a precisão na identificação das vagas ocupadas e disponíveis, bem como a estabilidade na transmissão de dados para o servidor em nuvem. Essa abordagem promete reduzir significativamente o tempo gasto na procura por vagas e melhorar a eficiência na gestão dos estacionamentos urbanos. Em conclusão, o sistema de gestão automática de estacionamentos por meio da IoT oferece uma solução viável para os desafios enfrentados nas cidades devido ao aumento do número de veículos em circulação. Além de melhorar a experiência do usuário, a eficiência desse sistema contribui para práticas urbanas mais sustentáveis e favoráveis ao meio ambiente, reduzindo as emissões de poluentes e melhorando a mobilidade nas áreas urbanas.*

**palavras-chave:** estacionamento, gestão, sensor ultrassônico, sustentabilidade.

## Abstract

*The increasing demand for parking spaces due to a significant rise in the number of vehicles in circulation has posed challenges in urban management. This study addresses the significance of efficient parking management in large cities, emphasizing the negative impacts of parking shortages, congestion, and the need for innovative solutions. The implementation of an automated parking management system using the Internet of Things (IoT) is the proposed solution. This system utilizes sensors to identify occupied and vacant parking spaces, transmitting real-time data to a cloud server accessible to users. The primary goal is to enhance the user experience by providing accurate information on parking space availability and optimizing parking*

*area management. The project is based on the use of an ESP32 microcontroller and ultrasonic sensors to gather data on parking space occupancy. JavaScript programming language, alongside Nest and Next frameworks, is employed to build the web interface and server-side application. This system provides clear information to users, indicating occupied and vacant spaces through a display installed in the parking area. Tests and research conducted demonstrate precision in identifying occupied and available spaces, along with stability in data transmission to the cloud server. This approach promises a significant reduction in time spent searching for parking spaces and an improvement in urban parking management efficiency. In conclusion, the automated parking management system via IoT offers a feasible solution to challenges faced in cities due to the surge in vehicle numbers. Apart from enhancing the user experience, the system's efficiency contributes to more sustainable urban practices, favoring the environment by reducing pollutant emissions and enhancing mobility in urban areas.*

**keywords:** *parking, management, ultrasonic sensor, sustainability.*

## **1. Introdução**

A gestão de estacionamentos continua sendo um tópico relevante nos tempos atuais, devido ao crescente número de veículos em circulação. Conforme afirmado por Albuquerque (2023), um repórter da Agência Brasil, "A produção de veículos aumentou 5,4% em 2022, atingindo 2,37 milhões de unidades, em comparação com 2,24 milhões produzidos no mesmo período de 2021." A gestão de estacionamentos em grandes cidades apresenta um desafio para os proprietários, devido à escassez de espaços disponíveis, o que gera transtornos para os usuários, resultando em congestionamentos e potencialmente prejudicando a economia local.

Um sistema automático de gerenciamento de estacionamentos, utilizando a Internet das Coisas (IoT), surge como uma solução cada vez mais adotada para atender às necessidades dos usuários e aprimorar a eficiência na administração de estacionamentos. Essa tecnologia envolve o uso de sensores para detectar vagas ocupadas e vagas livres, transmitindo esses dados para um servidor na nuvem, acessível aos usuários em tempo real.

Dessa forma, o principal objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema automatizado de gestão de estacionamentos utilizando a tecnologia IoT, com o intuito de aprimorar a administração de estacionamentos, melhorar a experiência do usuário e fornecer informações relacionadas aos estacionamentos para a administração.

A implementação desse sistema de gestão de estacionamento baseado em IoT traz implicações significativas no âmbito técnico e científico. Essa aplicação prática da IoT impulsiona avanços nesse campo, promovendo o desenvolvimento de

tecnologias associadas, como sensores inteligentes e processamento de dados em nuvem. Além disso, a integração de diversos componentes, como servidores na nuvem e aplicativos móveis, apresenta o desafio de estabelecer padrões e protocolos de comunicação, contribuindo para a interoperabilidade entre sistemas semelhantes. A coleta e análise de dados em tempo real facilitadas por esse sistema abrem caminho para pesquisas científicas sobre mobilidade urbana e otimização do uso do espaço, fomentando a inovação na infraestrutura urbana e impulsionando o progresso tecnológico. Além disso, o impacto desse projeto ressoa no âmbito socioeconômico, onde o sistema poderia aprimorar significativamente a gestão de estacionamentos em grandes cidades, reduzindo o tempo de busca por vagas e, conseqüentemente, melhorando o fluxo de trânsito e a economia local.

Neste contexto, o objetivo deste projeto é desenvolver um sistema inovador e eficiente para a gestão de estacionamentos, utilizando a mais recente tecnologia IoT para enfrentar os desafios urgentes enfrentados em cenários de estacionamento urbano.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1 Importância da pesquisa na gestão de estacionamentos em áreas urbanas**

A pesquisa proposta é de extrema importância, pois aborda um problema atual e relevante, que é a gestão de estacionamentos em grandes cidades. O aumento no número de veículos em circulação tem causado uma crescente demanda por vagas de estacionamento, o que pode gerar transtornos para os usuários e afetar negativamente a economia local.

### **2.2 Desafios e impactos do aumento da frota de veículos**

Segundo Lobão e Aguchiku (2015, p. 6),

Em São Paulo o crescimento da frota de veículos foi impressionante, dobrando em apenas dez anos. Esse aumento de veículos deixa claro que há uma briga crescente por espaços nos 17 mil km de vias da cidade e por espaços de estacionamento. O avanço da frota tem impacto direto nos congestionamentos e na questão da busca por locais de parada.

De acordo com a visão de Chang (2022), os desafios relacionados à gestão de estacionamentos em grandes cidades são graves e crescentes, devido ao aumento no número de veículos em circulação. Dentre esses desafios, destaca-se a saturação dos estacionamentos, que resulta em congestionamentos e transtornos para os

usuários, além do impacto ambiental causado pela acumulação de contaminantes que podem ser descarregados no corpo de água em dias de chuva. Com o objetivo de enfrentar esses desafios, sistemas inteligentes de estacionamento vêm sendo amplamente utilizados para melhorar a qualidade de vida das pessoas, prevendo-se um aumento contínuo do uso desses sistemas.

### **2.3 Relevância da disponibilidade de vagas e soluções alternativas**

A disponibilidade de vagas de estacionamento em áreas urbanas é um desafio cada vez mais relevante, considerando o aumento contínuo da frota de veículos. De acordo com o estudo realizado por Shoup (2005), aproximadamente 30% do tráfego nas cidades é atribuído a motoristas que estão procurando vagas para estacionar. Essa busca por vagas não apenas contribui para o congestionamento do tráfego, mas também resulta em um maior consumo de combustível e emissões de gases poluentes. Nesse contexto, a construção de estacionamentos verticais se apresenta como uma solução promissora, permitindo o aproveitamento eficiente do espaço e proporcionando uma gestão mais inteligente dos estacionamentos.

## **3. Materiais e Métodos**

### **3.1 Etapas e materiais utilizados no projeto**

Para a execução do projeto foram seguidos alguns passos e utilizados os seguintes materiais para a parte prática: um microcontrolador ESP32 e um sensor ultrassônico.

A linguagem de programação utilizada é o JavaScript, com os frameworks Nest (Backend) e Next (Frontend), além do Arduino IDE em C e C++.

Foi construída uma maquete em escala reduzida para a captação de informações através do uso do ESP32 e do sensor ultrassônico. As informações coletadas são a presença ou ausência de um veículo em uma vaga específica, que são contabilizadas em um banco de dados e, em seguida, enviadas para o software que sinalizará se a vaga está ocupada ou livre.

### **3.2 Tecnologias e funcionamento do sistema de gerenciamento**

O sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JavaScript. Para criar a interface web, será utilizado o framework Next.js, enquanto o framework Nest.js foi empregado para construir a aplicação do lado do servidor.

Para coletar os dados dos sensores ultrassônicos e se comunicar com o backend, foi criado um software utilizando o ambiente de desenvolvimento do Arduino IDE e as linguagens de programação C e C++.

O projeto utilizou sensores ultrassônicos e um Esp32 (microcontrolador – Wifi e Bluetooth) para identificar as vagas ocupadas e disponíveis, transmitindo essas informações para um servidor em nuvem. Os sensores ultrassônicos são amplamente utilizados para detectar a presença de veículos em estacionamentos, fornecendo uma solução precisa e confiável. O microcontrolador Esp32, com suas capacidades de conectividade Wi-Fi e Bluetooth, permite a comunicação entre os sensores e o servidor em nuvem. O servidor em nuvem é responsável por gerenciar as informações das vagas e disponibilizá-las para os usuários em tempo real. Essas informações são então exibidas em um display de controle instalado no estacionamento, onde as vagas disponíveis são indicadas em verde e as vagas ocupadas em vermelho.

### **3.3 Pesquisa, testes e desenvolvimento de software**

Para a execução desse projeto, foi necessário realizar uma pesquisa sobre as tecnologias disponíveis para o gerenciamento automático de estacionamentos, com foco na utilização de sensores ultrassônicos e microcontroladores e na transmissão de dados para servidores em nuvem. Segundo Li et al. (2021), a utilização de sensores ultrassônicos e microcontroladores tem se mostrado uma abordagem eficaz e escalável para o monitoramento de vagas de estacionamento. A transmissão de dados para servidores em nuvem permite a disponibilização das informações em tempo real e o acesso remoto aos dados do estacionamento.

Foram realizados testes com os sensores para avaliar a precisão na identificação das vagas ocupadas e disponíveis, bem como a estabilidade na transmissão de dados para o servidor. De acordo com os estudos de Kim et al. (2020) e Wang et al. (2021), testes práticos são essenciais para garantir a confiabilidade e a precisão dos sensores ultrassônicos, bem como a robustez da transmissão de dados para o servidor em nuvem.

Além disso, foi desenvolvido um software para gerenciamento das informações das vagas, com interface amigável e de fácil utilização pelos usuários. Segundo Jones et al. (2023), a criação de um software intuitivo e de fácil utilização é fundamental para garantir uma experiência positiva aos usuários e facilitar a reserva

de vagas. Esse software permite a visualização das vagas disponíveis e ocupadas, bem como a reserva de vagas pelos usuários. Também fornecerá informações sobre a quantidade de vagas utilizadas e não utilizadas ao longo de uma semana, mês ou ano.

#### **4. Resultados**

O projeto de pesquisa resultou no desenvolvimento de um sistema de gerenciamento automático de estacionamentos utilizando a Internet das Coisas.

Após a conclusão do projeto, o sistema de gerenciamento de estacionamento automático que detecta com muita precisão as vagas livres e reservadas e faz uma transmissão estável de dados para o servidor em nuvem. O sistema permite uma gestão mais eficiente dos lugares de estacionamento, oferece aos utilizadores uma melhor experiência de utilização e reduz o tempo de procura de lugares livres.

Levando em consideração a eficiência e sustentabilidade, em que demonstra sucesso no alcance do objetivo proposto. O destaque é a alta precisão na identificação das vagas disponíveis e ocupadas, aliada a uma transmissão de dados estável para o servidor na nuvem. Essa conquista culmina em um sistema que proporciona uma gestão mais eficaz dos estacionamentos, aprimorando a experiência dos usuários e reduzindo consideravelmente o tempo necessário para encontrar vagas disponíveis.

Esses resultados têm um impacto significativo no avanço da gestão de estacionamentos e na melhoria da experiência do usuário. O sistema desenvolvido representa uma solução para os desafios enfrentados na gestão urbana de estacionamentos, ao mesmo tempo em que responde às demandas atuais por eficiência, sustentabilidade e maior conveniência para os usuários.

##### **4.1 Tela de login**

Para a tela de login (Figura 1), foi programado algo simples, onde é necessário preencher dois campos, Usuário e Senha, onde deve-se colocar os dados para acessar o sistema, onde o usuário/adm terá acesso a várias opções dentro do programa.

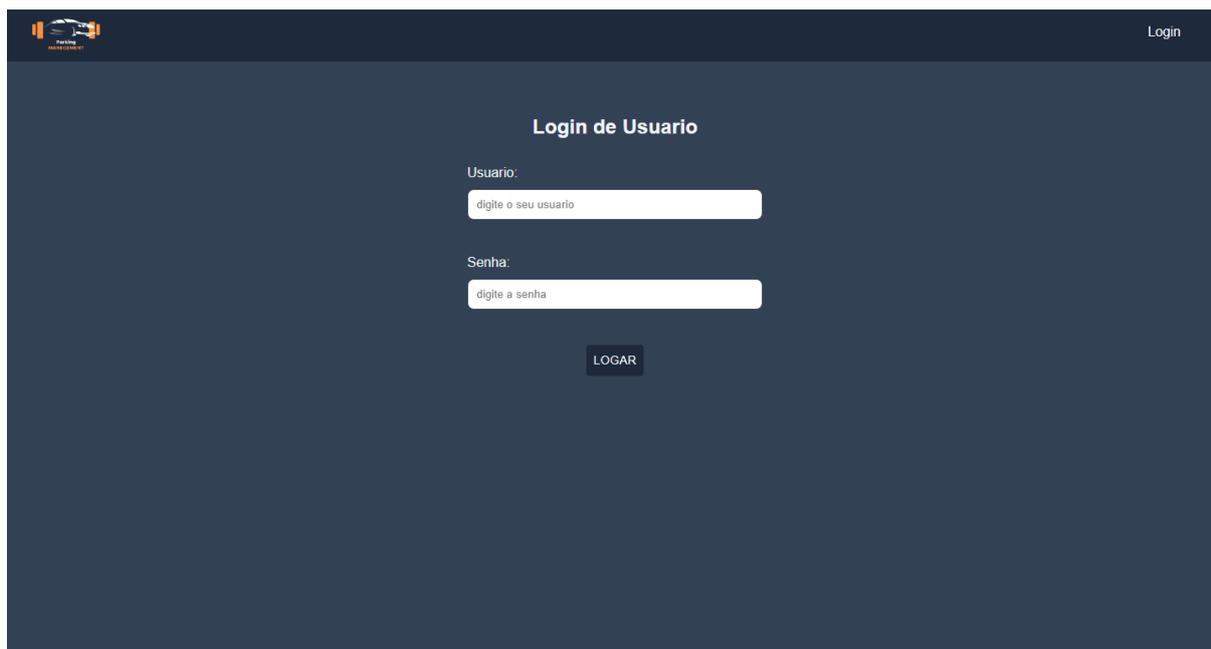


Figura 1: Tela de Login. Fonte: De autoria própria

#### 4.2 Tela de vagas ocupadas e livres

Após o login do usuário/adm, a tela inicial exibirá as vagas (Figura 2), permitindo a manipulação das vagas ocupadas e livres do sistema.

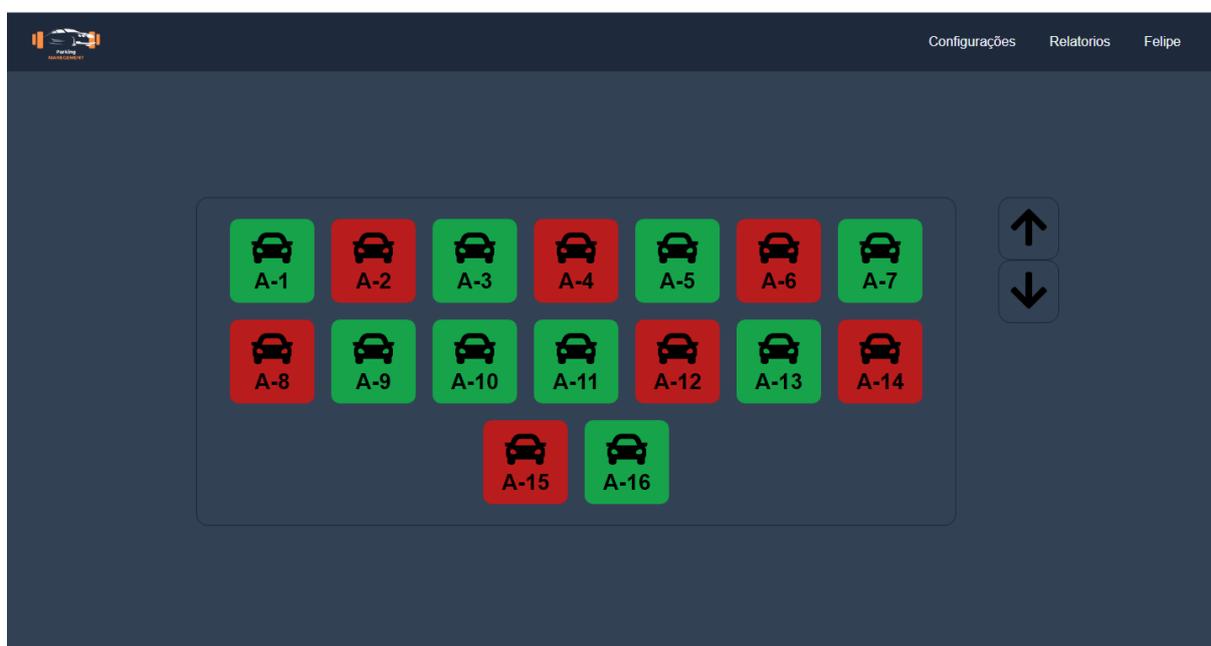


Figura 2: Tela de vagas ocupadas e livres. Fonte: De autoria própria

#### 4.3 Tela de ativação/desativação de vagas

Os usuários acessam a tela de ativação/desativação de vagas (Figura 3), permitindo ativar, desativar e editar livremente as vagas do estacionamento conforme necessário.

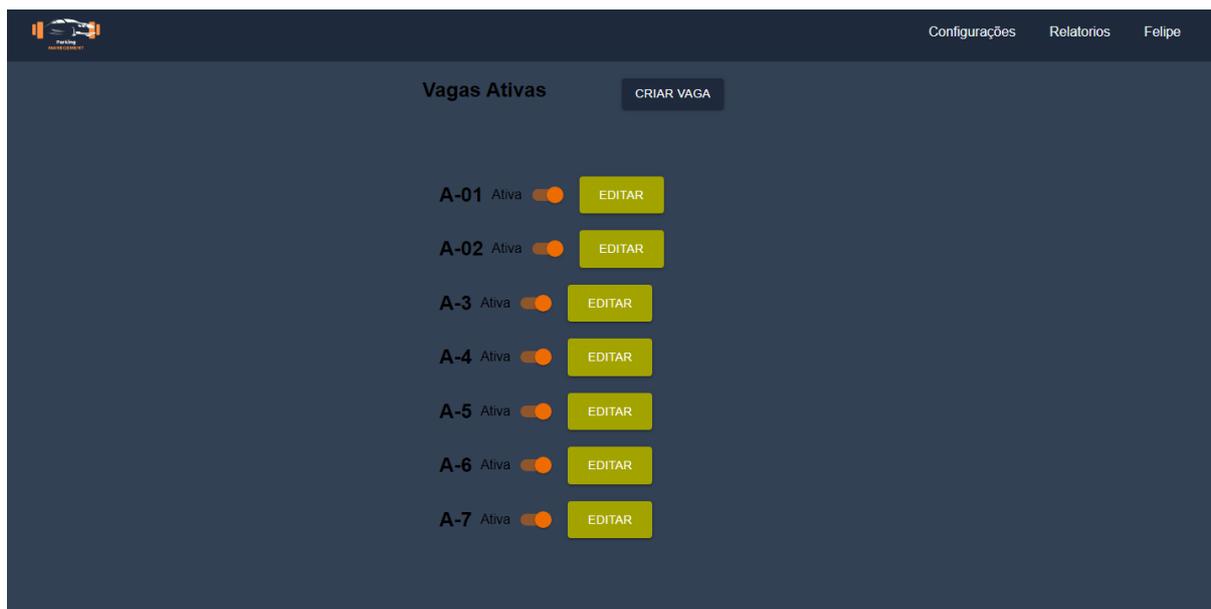


Figura 3: Tela de ativação/desativação de vagas. Fonte: De autoria própria

#### 4.4 Tela de criar vagas

Através do botão "criar vaga", os usuários podem adicionar vagas (Figura 4), ajustando a quantidade necessária para otimizar o estacionamento onde o sistema está sendo utilizado.

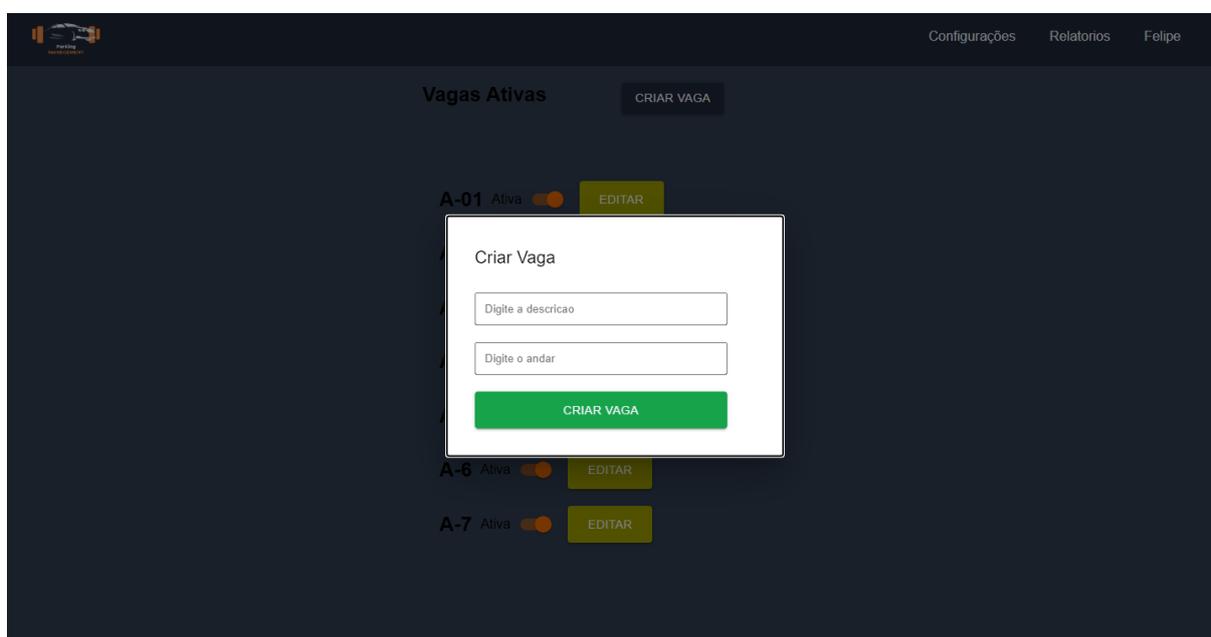


Figura 4: Tela de criar vagas. Fonte: De autoria própria

#### 4.5 Tela do relatório de entradas e saídas de veículos

Os usuários têm acesso ao campo de relatórios (Figura 5), detalhando entradas/saídas de veículos e oferecendo a opção de exportar o relatório para um arquivo Excel.

<input type="checkbox"/>	Id	Descri...	Hora de Saída	Hora de Entrada	Vaga ID
<input type="checkbox"/>	1	A-02	09/09/2023 19:57:56	09/09/2023 19:57:56	2
<input type="checkbox"/>	2	A-01	10/09/2023 21:32:34	10/09/2023 21:32:34	1
<input type="checkbox"/>	3	A-02	10/09/2023 21:32:36	10/09/2023 21:32:36	2
<input type="checkbox"/>	4	A-01	10/09/2023 21:32:38	10/09/2023 21:32:38	1
<input type="checkbox"/>	5	A-02	10/09/2023 21:32:44	10/09/2023 21:32:44	2

Rows per page: 5 1-5 of 693

Figura 5: Tela do relatório de entradas e saídas de veículos. Fonte: De autoria própria

#### 4.6 Maquete em escala reduzida

A representação visual do projeto (Figura 6) exibe um estacionamento de três andares com sensores ultrassônicos no último andar, detectando a presença ou ausência de carros em cada vaga.

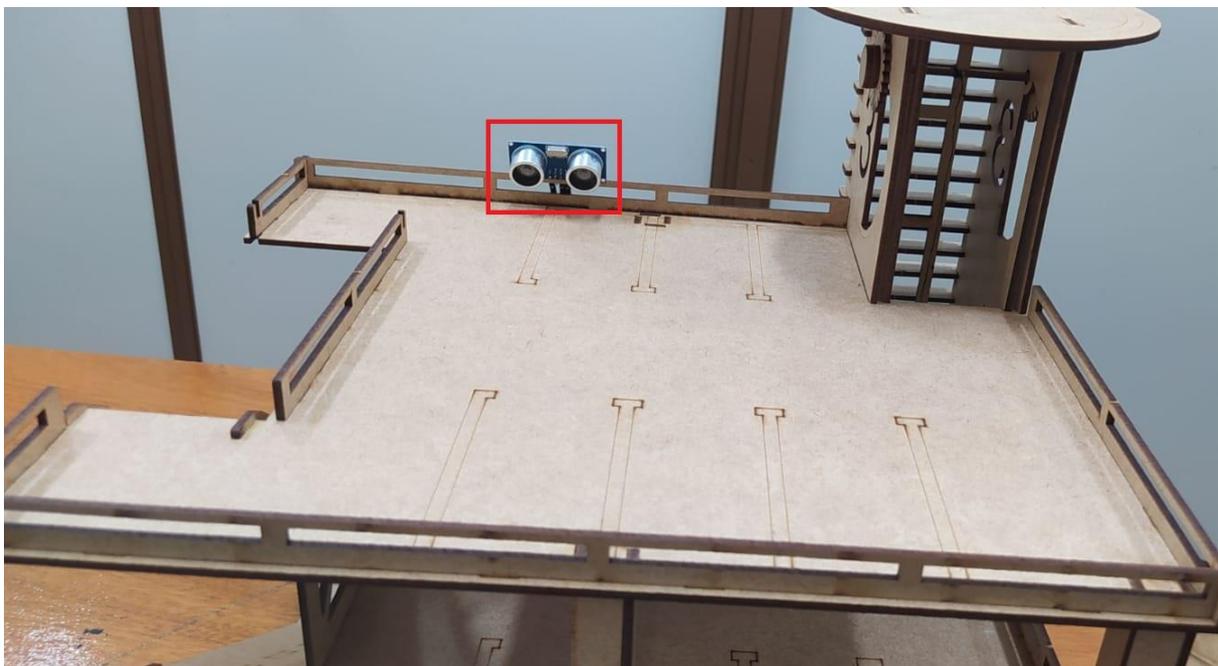


Figura 6: Maquete do estacionamento com os sensores instalados. Fonte: De autoria própria

## 5. Conclusão

O projeto de gestão automática de estacionamentos por meio da Internet das Coisas visou solucionar o desafio da escassez de vagas, congestionamentos e

impactos na mobilidade urbana, em decorrência do crescente número de veículos em circulação. Ao utilizar sensores para identificar vagas disponíveis e ocupadas e transmitir informações em tempo real para um servidor em nuvem, este sistema oferece uma solução eficaz, proporcionando aos usuários uma experiência melhorada e auxiliando na redução do tempo de busca por vagas.

Além de atender às necessidades práticas dos usuários, a implementação desse sistema traz avanços técnicos-científicos significativos, impulsionando pesquisas em tecnologia de sensoriamento e processamento de dados para aprimorar a mobilidade urbana. Adicionalmente, ao reduzir o tempo de busca por estacionamento, o projeto contribui para a redução das emissões de poluentes, promovendo práticas urbanas mais sustentáveis e favoráveis ao meio ambiente.

## 6. Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, F. **Produção de veículos aumenta 5,4% em 2022, diz Anfavea.** 2023. Disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-01/producao-de-veiculos-aumenta-54-em-2022-diz-anfavea#:~:text=Para%20o%20ano%20de%202023,aumento%20de%203%25%20a nte%202022>. Acesso em: 15 de maio de 2023

CHANG, Brian. **Sistema de estacionamento inteligente usando IoT.** 2022. Disponível em: <https://www.mokosmart.com/pt/smart-parking-system-using-iot>. Acesso em: 05 de maio de 2023

LI, M., et al. (2021). "The Smart Parking System using Ultrasonic Sensors and Microcontrollers." **Journal of Electrical Engineering and Automation**, 9(2), 73-84. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1076/1/012064/pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2023

LOBÃO, Fernanda Zironian; AGUCHIKU, Patricia Eiko. **Estacionamentos em grandes cidades: como enfrentar o problema usando como referência o SFPark – São Francisco.** 2015. Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2971350/mod\\_folder/content/0/PT%20-%20Estacionamentos%20em%20grandes%20cidades%20ITS%20SFPark.pdf?force\\_download=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2971350/mod_folder/content/0/PT%20-%20Estacionamentos%20em%20grandes%20cidades%20ITS%20SFPark.pdf?force_download=1). Acesso em: 07 de maio de 2023.

SHOUP, D. (2005). **The High Cost of Free Parking**. **APA Planners** Press. Disponível em: <http://shoup.bol.ucla.edu/PrefaceHighCostFreeParking.pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2023.

WANG, Q., et al. (2021). "Robustness Evaluation of Cloud-Based Data Transmission in Parking Management Systems." **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, 70(5), 4841-4852. Acesso em: 16 de maio de 2023.