

---

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTELIGENTE DE SENSOR DE ESTACIONAMENTO PARA OTIMIZAÇÃO DE VAGAS EM SHOPPINGS

---

JUNIOR, João Eduardo Nalin<sup>1</sup>

ANTONELLO, Sergio Luis<sup>2</sup>

Centro Universitário Hermínio Ometto – FHO, Araras – SP, Brasil

---

### Resumo

*Com o passar dos anos a crescente movimentação das cidades e o aumento no número de veículos, tornou-se um desafio para a procura de vagas, principalmente em shoppings que onde a procura é maior. De acordo com a Associação Brasileira de Shopping Centers (Abrasce), em 2023 o Brasil teve uma movimentação de cerca de 500 milhões de pessoas mensalmente. Só os estacionamentos locais somaram mais de 1,2 milhões de vagas para veículos. E esse número continua crescendo.. Para agilizar o tempo de procura, o projeto irá desenvolver um sistema inteligente de sensor de estacionamento, com intuito de otimizar a ocupação por vagas. O principal objetivo, é fazer a otimização de tempo e procura até o local disponível. A metodologia inclui a utilização de Arduinos para monitoramento em tempo real das vagas, integrados a uma API e um banco de dados que leva as informações até a URL que informará o cliente final sobre onde estacionar. Testes serão realizados para avaliar a precisão e a confiabilidade do sistema, garantindo seu funcionamento adequado em ambientes reais. Como resultado, espera-se um sistema que propicie diminuição no tempo necessário para encontrar vagas e um uso mais eficiente do estacionamento. Esse estudo contribuirá para a modernização da gestão de estacionamentos em shoppings, proporcionando maior conforto aos clientes e eficiência operacional para os estabelecimentos.*

Palavras chave: Estacionamento Inteligentes, Monitoramento em tempo real, Sensores de estacionamento.

---

<sup>1</sup>FHO|UNIARARAS. Aluno do Curso de Sistemas de Informação, João Eduardo Nalin Junior, joao.nalin@alunos.fho.edu.br

<sup>2</sup>FHO|UNIARARAS. Professor do Curso de Sistemas de Informação, Sérgio Luis Antonello, antonello@fho.edu.br

## **1. Introdução**

### **1.1 Contextualização**

O surgimento dos shoppings centers cresceram exponencialmente desde o seu surgimento. Originados nos Estados Unidos, os shoppings começaram a crescer no Brasil a meados de 1960, com a intenção de concentrar, em um só lugar, lojas, serviços, alimentação, e lazer proporcionando conforto e segurança ao consumidor.

Com o passar dos anos, os shopping centers passaram de simples centros comerciais, para uma grande rede de lojas, satisfazendo amplamente a necessidade da população. Transformaram-se em espaços de lazer, diversão e centros comerciais. Consequentemente, a dificuldade na administração desses empreendimentos também ficou maior, demandando soluções mais tecnológicas e eficazes.

Um dos desafios que os shoppings centers enfrentam envolve a experiência do consumidor em seus estacionamentos em procura de vagas. A dificuldade em localizar vagas disponíveis, sobretudo durante os horários de maior movimentação, compromete a satisfação dos clientes e pode influenciar de maneira negativa, deixando assim os clientes insatisfeitos, aumentando o fluxo de visitantes e o desempenho das lojas. Além do mais, o período utilizado na busca por uma vaga resulta em maior consumo de combustível.

Com isso, foram criados os estacionamentos inteligentes, uma tecnologia destinada à otimização de vagas e a melhoria da experiência do usuário. A implementação dessas tecnologias inteligentes nos estacionamentos traz uma tendência à expansão entre os shoppings centers que almejam inovação e aprimoramento na experiência do consumidor.

### **1.2 Tema de Pesquisa**

O projeto investiga a eficácia de sensores em estacionamentos para o gerenciamento de shoppings proporcionando agilidade na procura de vagas.

### **1.3 Motivações e Justificativas**

As soluções disponíveis que fazem o gerenciamento de vagas de estacionamento não atendem totalmente as funcionalidades requisitadas. Existem aplicativos e softwares que resolvem uma parte dos problemas, porém não mostram todas as funcionalidades possíveis, causando stress e irritação nos motoristas. Os softwares atuais existentes apresentam apenas indicação de presença do carro sobre as vagas, não existindo um aplicativo ou programa que mostre antes mesmo de chegar a vaga, obrigando o usuário a achar uma vaga, fazendo com que os motoristas precisem andar pelo estacionamento, o que, com o desenvolvimento e implantação no shopping, não precisaria passar por tudo isso, uma vez que se pode ver antes os locais exatos que estão livres. Quanto aos sensores para estacionar o carro na vaga, existe apenas o sistema instalado no carro, obrigando o motorista a ter um carro com esse sistema já instalado ou então, tendo que o instalar, o que demanda gastos, ou até mesmo indo na vaga procurar se há disponível. Com o sensor instalado na vaga, não importa se o carro tem ou não o sensor no carro, ele conseguirá utilizar o mesmo de forma a estacionar de forma segura e correta.

### **1.4 Objetivos**

### 1.4.1 Objetivos Gerais

Implementar um sistema inteligente de estacionamento de vagas para shoppings.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos desse projeto, envolve o desenvolvimento de um sistema inteligente de estacionamento, utilizando sensores conectados a um microcontrolador (Arduino) para identificar, em tempo real, a ocupação de vagas.

Com os dados informados pelo arduino, pretende-se enviá-lo a uma API capaz de receber as informações, processar e enviar ao banco de dados (MySQL), atualizando o mesmo todo o momento e transmitidos para os sensores, garantindo a comunicação eficiente entre o dispositivo físico e a interface final do cliente. Além disso, será desenvolvida uma interface web simples, elaborada em linguagem C# com o front-end em ASP.NET, com o intuito de disponibilizar aos usuários as informações atualizadas sobre a disponibilidade de vagas de maneira clara e em tempo real, além do acesso fornecido a administração do shopping, tendo o controle e visualização da funcionalidade do sistema.

O projeto também visa à realização de testes de integração entre os diferentes componentes como sensores, API, banco de dados e interface, a fim de validar o funcionamento completo do sistema. Por fim, busca-se avaliar a viabilidade da aplicação dessa proposta em estacionamentos de shopping centers, considerando fatores como escalabilidade, fluxo de veículos e usabilidade da ferramenta pela população.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Fundamentação Teórica e Técnica

#### Fundamentação Teórica e Técnica

Com o grande crescimento de pessoas no mundo, a movimentação das cidades e consequentemente os veículos também cresceram, gerando mais lazer para a população, os shoppings não ficaram fora disso, precisando ainda mais da parte do estacionamento adequado e amplo para seus clientes.

A busca pelas vagas disponíveis gera um grande impacto no fluxo, perda de tempo e insatisfação dos clientes. O projeto se fundamenta na aplicação de tecnologias atuais, principalmente ligadas à automação e à computação embarcada, para criar uma solução que ajude a gerenciar vagas de estacionamento de forma mais inteligente. Como menciona Júnior et al. (2020), quando sensores são usados junto com microcontroladores, é possível ter um controle eficiente das vagas, com informações em tempo real.

A proposta fundamenta-se no uso de sensores físicos, especialmente os ultrassônicos, acoplados a microcontroladores como o Arduino. Esses sensores serão responsáveis por identificar se há ou não um carro estacionado em cada vaga. De acordo com Oliveira (2021), sensores ultrassônicos são uma alternativa eficaz e com bom custo-benefício para esse tipo de monitoramento em áreas urbanas. A ideia é posicioná-los em locais estratégicos para acompanhar, de forma contínua, a ocupação do estacionamento.

Essas informações serão captadas pelo microcontrolador e, em seguida, enviadas para uma aplicação através de uma API. Essa interface faz uma ligação entre o sistema físico e um banco de dados, onde tudo será registrado e atualizado constantemente. Segundo Cavamura e Mitsuhashi (2014), conectar sensores a um banco de dados é o que torna possível fornecer dados precisos para os usuários sobre as vagas livres.

Esses dados atualizados serão então apresentados em uma URL (Uniform Resource

Locator), que pode ser acessada pelo celular ou via navegadores, permitindo que os motoristas vejam, em tempo real, onde estão as vagas disponíveis. Segundo Almeida (2022), esse tipo de solução vem se tornando cada vez mais comum, pois dá mais autonomia e agilidade para quem está procurando lugar para estacionar.

Além disso, o projeto prevê a realização de testes em ambiente controlado para avaliar se o sistema funciona bem, é preciso e aguenta as condições esperadas. Mendes (2020) reforça que essa etapa é fundamental, principalmente quando se trata de sistemas baseados em IoT (Internet of Things) voltados para estacionamentos. Caso tudo transcorra conforme o estipulado, a solução poderá ser aplicada em um cenário real. Para facilitar o processo de estacionar, a ideia é modernizar a gestão desses espaços, com foco em inovação, praticidade e um passo a mais rumo às chamadas cidades inteligentes.

## 2.2 Trabalhos Relacionados

Por meio de estudos, está sendo realizado melhoria dos estacionamentos e a administração das vagas, deixando os estacionamentos mais tecnológicos. Os sistemas de estacionamento inteligentes vêm se tornando cada vez mais frequentes em cidades inteligentes, adicionando sensores, câmeras e aplicativos móveis para otimizar a localização de vagas e o controle das vagas de veículos.

Um dos trabalhos mais destacados é a pesquisa realizada por Silva et al. (2018), que sugere a implementação de um sistema de sensores infravermelhos posicionados em vagas de estacionamento individuais, com a finalidade de identificar a presença de veículos em tempo real. As informações são encaminhadas para uma central que realiza o processamento e apresenta os dados em painéis eletrônicos, possibilitando que os motoristas, ao acessar o estacionamento, identifiquem onde existem vagas disponíveis. Apesar de ser eficiente, esse sistema foi idealizado para espaços ao ar livre, como estacionamentos de instituições de ensino ou áreas urbanas, não considerando as especificidades do ambiente de shoppings.

Um outro projeto significativo é aquele desenvolvido por Oliveira e Santos (2020), que conceberam um protótipo de estacionamento inteligente, empregando microcontroladores e sensores ultrassônicos interligados por meio da Internet das Coisas (IoT). A pesquisa evidencia a viabilidade de criar uma solução econômica utilizando Arduino e ESP8266, conectada a um aplicativo que notifica o usuário, em tempo real, sobre a disponibilidade de vagas. Embora a proposta apresente viabilidade técnica, a análise não explora em profundidade questões como a escalabilidade do sistema, a compatibilidade com sistemas de gestão de shoppings ou a dinâmica do usuário em ambientes internos.

Adicionalmente, estudos como o de Ferreira et al. (2021) investigam a aplicação de visão computacional e câmeras de monitoramento para identificar automaticamente vagas ocupadas ou disponíveis, eliminando a necessidade de sensores físicos em cada espaço. Esta abordagem apresenta relevância pela diminuição do hardware, contudo requer uma maior capacidade de processamento e uma robustez do sistema, além de ser suscetível a condições de iluminação, o que pode restringir sua aplicação em estacionamentos subterrâneos ou com pouca luminosidade.

Em relação a esses projetos, o presente trabalho sugere o desenvolvimento de um sistema inteligente de sensores de estacionamento, direcionado especificamente para o contexto de shopping centers. Este sistema leva em consideração fatores como o elevado fluxo de veículos, proporcionando uma interface intuitiva tanto para os usuários quanto para os administradores. O intuito é apresentar uma solução sólida, escalável e ajustável à realidade dos centros comerciais, promovendo a modernização da administração de vagas e a aprimoração da experiência do consumidor.

---

### 3. Metodologia

O desenvolvimento do projeto será realizado para interação entre o usuário, em uma página web, até o sensor que estará na vaga, tendo em vista o monitoramento e fornecimento, em tempo real, das informações sobre a ocupação das vagas em estacionamentos de shopping centers. O projeto contemplará as seguintes etapas:

#### 3.1. Sensores e Arduino

Cada vaga de estacionamento monitorado terá um sensor conectado a um Arduino. O sensor será responsável por identificar a presença de um automóvel, transmitindo um sinal ao Arduino. O Arduino realizará o reconhecimento da alteração no status da vaga (se está ocupada ou livre) por meio de uma configuração, transmitindo informações à API por meio de uma conexão.

#### 3.2 Interface de Programação de Aplicações (API) e Sistema de Gerenciamento de Dados

A aplicação da API será criada para receber os dados provenientes do Arduino, por meio da utilização de protocolos HTTP. Ela terá a responsabilidade de:

- Realizar a atualização das informações no banco de dados (MySQL).
- Preservar a situação vigente de cada vaga;
- Disponibilizar endpoints para a interface que permita consultar a situação das vagas.

#### 3.3 Interface Web desenvolvida em C#

A interface será desenvolvida por meio da linguagem C# em conjunto com o framework ASP.NET, apresentando ao usuário a quantidade de vagas disponíveis e ocupadas. A interface estará disponível por meio de uma URL e realizará a coleta de dados da API de forma periódica, a fim de exibir as informações atualizadas em tempo real. A representação visual poderá ser realizada por meio de cores, como por exemplo, verde para indicar vaga disponível e vermelho para vaga ocupada.

#### 3.4 Experimentos e Verificação

Após a finalização do desenvolvimento, serão executados testes em um ambiente controlado para validar o funcionamento integral do sistema. As avaliações abrangem:

- A acurácia dos dispositivos sensoriais na identificação de veículos.
- Interação entre Arduino e API.
- Atualização e coerência das informações no banco de dados.
- Apresentação adequada das oportunidades na interface.
- Apresentação de uma maquete.

### 4. Resultados

Com a criação e a aplicação do sistema inteligente de sensores para estacionamento, projeta-se obter os seguintes resultados:

#### Monitoramento em Tempo Real das Vagas

O sistema deverá ser apto a identificar com precisão a presença ou a ausência de automóveis em cada vaga supervisionada, atualizando essas informações em tempo real no banco de dados por meio da interação entre os sensores (Arduino) e a API.

#### Disponibilização das Informações via Interface Web

Por meio da interface web criada em C#, os usuários, sejam clientes ou administradores do shopping, terão a oportunidade de observar, de maneira clara e intuitiva, a situação atual

da ocupação do estacionamento, acessando os dados por intermédio de uma URL. A interface deve mostrar as vagas disponíveis e ocupadas, com atualizações automáticas.

#### **4.1 Conexão Eficaz entre Hardware e Software:**

É aguardada uma comunicação eficaz entre os sensores, o microcontrolador e a camada de software, composta pela API e pelo banco de dados, sem que haja perda ou atraso considerável na transmissão dos dados. A referida integração é fundamental para assegurar a confiabilidade do sistema.

#### **4.2 Simplicidade na Implementação e Capacidade de Escala:**

O protótipo elaborado deve exibir uma estrutura modular e de fácil replicação, possibilitando sua futura ampliação para um maior número de vagas ou diferentes níveis de estacionamento.

#### **4.3 Aprimoramento da Experiência do Consumidor:**

Dispondo de dados atualizados sobre a ocupação dos espaços de estacionamento deverá favorecer a diminuição do tempo gasto pelos motoristas na busca por vagas, aprimorando a experiência do consumidor no interior do shopping e elevando a eficiência operacional.

#### **4.4 Fundamento para Futuras Integrações Tecnológicas:**

Prevê-se que o sistema criado possa constituir uma fundamentação para aprimoramentos futuros, como a integração com aplicativos móveis, sistemas de pagamento automatizado, painel de LED indicativos na entrada do estacionamento e a coleta de dados estatísticos relativos à utilização das vagas.

### **5. Considerações Finais**

Ao longo deste trabalho, buscou-se mais do que apenas montar um sistema funcional. A proposta nasceu da observação de algo simples, mas que incomoda bastante: a dificuldade em encontrar uma vaga para estacionar em shoppings, especialmente em horários de pico. O que poderia ser apenas um pequeno atraso na rotina do cliente, muitas vezes vira um fator decisivo para ele desistir da visita.

A solução desenvolvida combina sensores, um microcontrolador e uma interface web simples, mas eficaz. O projeto foi desenvolvido para criar algo funcional, de fácil acesso e que pudesse ser expandido no futuro. O sistema identifica a presença de veículos nas vagas, envia as informações para um banco de dados por meio de uma API, e exibe essas informações em uma página web construída em C#.

Durante o desenvolvimento do projeto, além das técnicas e materiais, foi compreendido a forma que essa tecnologia se interage formando uma solução para um problema prático. O sistema necessitou de adaptações, testes e ajustes para sua melhor ampliação.

Apesar de se referir a um protótipo, os resultados se demonstraram satisfatórios, sendo possível uma expansão real, possibilitando demonstrar seu potencial para contribuir com a organização dos estacionamentos, o desperdício de tempo.

Portanto, conclui-se que a tecnologia pode ser uma grande aliada para a melhoria, tanto das cidades quanto de estacionamentos particulares, como o de shopping centers.



## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, C. R. (2022). ***Desenvolvimento de um aplicativo móvel para indicação de vagas de estacionamento em tempo real***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.
- CAVAMURA, H. F. M., & Mitsuhashi, M. K. (2014). ***Sistema de gerência de vagas de estacionamento***. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- FERREIRA, F. (2021). ***Sistema inteligente de gerenciamento e controle de vagas de estacionamento***. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria.
- JÚNIOR, G., JUNIOR, V., CEZÁRIO, A., & BORGES, J. (2020). ***Sistema de gerenciamento de um estacionamento inteligente utilizando sensores de efeito Hall***. Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação, 18(2).
- LEANDRO, J. H. S., & Almeida, B. S. O. (2023). ***Desenvolvimento de sistema IoT para monitorar vagas em estacionamentos***. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Alagoas.
- LIMA, D. H. de S. (2014). ***Um sistema oportunista para detecção de vagas de estacionamento utilizando placas inteligentes acopladas em câmeras de segurança***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas.
- MENDES, R. A. (2020). ***Sistema de monitoramento de vagas de estacionamento utilizando IoT***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- OLIVEIRA, T. S. de. (2021). ***Aplicação de sensores ultrassônicos para detecção de vagas em estacionamentos urbanos***. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual de Campinas.
- PAVIN, B., & SILVA, R. (2021). ***Solução de gerenciamento de estacionamento em vias urbanas em centros comerciais baseadas em machine learning***. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de São Paulo.
- PAZ, F. M. da. (2024). ***Sistema para gestão organizacional de vagas de estacionamento utilizando visão computacional***. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal do Espírito Santo.
- SARAIVA, D. V. de. (2015). ***Sistema de visão inteligente de baixo custo para parque de estacionamento***. Dissertação de Mestrado, Universidade do Algarve.
- SILVA, L. F. da. (2019). ***Estacionamento inteligente: um estudo sobre a implementação de sensores para identificação de vagas disponíveis***. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pernambuco.