SISTEMA INTELIGENTE DE ESTACIONAMENTO COM IDENTIFICAÇÃO E MONITORAMENTO AUTOMATIZADO

Autores: Andrew Alves de Oliveira, Anthony Felipe Martins de Moraes, Breno Kauã Rodrigues, Hélio Lourenço Esperidião Ferreira.

Fundação Vale do Paraíba de Ensino/Colégio Técnico "Antônio Teixeira Fernandes", Avenida Paraibuna, 75, Centro – 12245- 020 - São José dos Campos-SP, Brasil, andrewalvesoliveira15@gmail.com, anthonyfelipemartins797@gmail.com, brekaua19@gmail.com, helioesperidiao@gmail.com.

Resumo

O acelerado crescimento populacional nos últimos anos contribuiu para o aumento da frota de veículos no Brasil e no mundo, levando a sérios problemas na mobilidade urbana, principalmente com relação à procura de locais dedicados ao estacionamento. A visualização em tempo real do estado de ocupação de vagas nesses locais ajuda a diminuir o tráfego desnecessário e auxilia no controle dos estacionamentos. Assim sendo, o presente projeto tem como objetivo desenvolver um sistema automatizado para gerenciamento de estacionamentos, integrando um sistema físico baseado em Internet das Coisas (IoT) e um sistema web. O sistema permite monitorar, em tempo real, a situação das vagas no estacionamento, possibilitando visualizar o estado de cada vaga e realizar reservas por meio da plataforma. Além disso, foram implementados sistemas de autenticação para usuários e administradores, sendo que o administrador tem acesso ao histórico de movimentação do local, podendo disponibilizar ou bloquear vagas para manutenção quando necessário.

Palavras-chave: Gerenciamento de estacionamentos. Sistema físico. Internet das Coisas. Sistema web.

Curso: Técnico em eletrônica

Introdução

O crescimento populacional acelerado em áreas metropolitanas vem causando problemas de mobilidade urbana e grandes prejuízos econômicos globais, evidenciando limitações nos sistemas de gestão tradicionais (MELLADO, 2021). Nesse cenário, a falta de um sistema automatizado para estacionamentos e de informações em tempo real dificulta a localização de vagas, aumenta o tráfego desnecessário e prejudica o controle dos estacionamentos. Dessa forma, a utilização de tecnologias automatizadas mostra-se necessária para melhorar a gestão e o monitoramento desses locais (BALFAQIH et al., 2021).

A automação de processos utiliza tecnologias e sistemas capazes de executar tarefas com o mínimo de intervenção humana, possibilitando maior eficiência e precisão. Nesse contexto, sistemas embarcados conseguem integrar sensores, unidades de processamento e mecanismos de atuação em uma única solução tecnológica, promovendo o monitoramento e o controle de diferentes variáveis (LEE; SESHIA, 2017). A integração desses dispositivos com a Internet das Coisas (IoT) permite coletar, processar e compartilhar dados por meio de redes de comunicação, ampliando as possibilidades de monitoramento e controle de ambientes (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

Os sistemas inteligentes de estacionamento, conhecidos como *Smart Parking Systems*, utilizam tecnologias de detecção, comunicação e processamento de dados para identificar a ocupação e a disponibilidade de vagas, auxiliando os motoristas na procura de vagas disponíveis (LIN; RIVANO; LE MOUËL, 2017). Esses sistemas conseguem integrar sensores e redes de comunicação para fornecer informações sobre as vagas, além de oferecer funcionalidades como a orientação de motoristas e reservas, promovendo um gerenciamento mais eficaz dos estacionamentos (KOTB et al., 2017).

Este projeto tem o objetivo de desenvolver um sistema automatizado voltado a estacionamentos. O presente projeto busca auxiliar no controle e gestão de estacionamentos, integrando um sistema web que permite que os usuários visualizem os dados em tempo real e que os gestores de estacionamentos

consigam monitorar e gerir o local com mais facilidade. A arquitetura do sistema web utilizará o banco de dados SQLite além de outras linguagens de programação.

Metodologia

Este projeto consiste no desenvolvimento de um sistema aplicável, de natureza experimental, cujo objetivo é desenvolver um sistema inteligente para gerenciamento de estacionamentos utilizando tecnologias voltadas para Internet das Coisas (IoT). O desenvolvimento foi dividido em etapas envolvendo a implementação do hardware, do sistema web, da comunicação entre os dispositivos e dos testes de funcionamento.

O módulo de hardware foi desenvolvido utilizando o microcontrolador ESP32, escolhido pela sua conectividade com o Wi-Fi e adequação para aplicações IoT (Espressif Systems, 2023). Para a identificação da ocupação das vagas foram empregados sensores ultrassônicos HC-SR04, responsáveis pela medição da distância entre o sensor e o veículo. Ademais, foram utilizados LEDs como indicadores visuais das vagas, servomotores para simular as cancelas e displays LCD e OLED para apresentar informações referentes à disponibilidade do estacionamento.

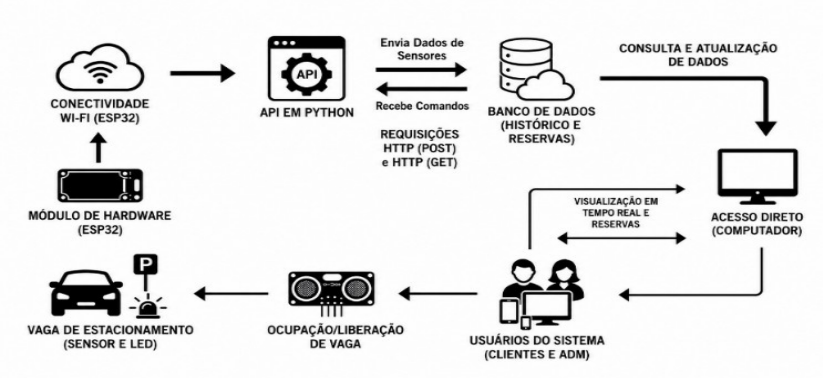
O sistema de comunicação foi implementado utilizando requisições HTTP. O ESP32 realiza o envio periódico das informações coletadas pelos sensores por meio de requisições do tipo POST para uma API desenvolvida em Python. Python é uma linguagem de programação conhecida por sua sintaxe simples e pela ampla disponibilidade de ferramentas e bibliotecas, sendo utilizada em aplicações web, automação e processamento de dados. Esse modelo possibilita a integração entre dispositivos físicos e aplicações web por meio do protocolo HTTP, amplamente utilizado em arquiteturas de cliente-servidor (KANSAS STATE UNIVERSITY, [s.d.]).

A interface web foi desenvolvida utilizando HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*) e JavaScript, tecnologias que são amplamente utilizadas em aplicações web por possibilitarem o desenvolvimento de interfaces responsivas e interativas (KANSAS STATE UNIVERSITY, [s.d.]). A aplicação disponibiliza funcionalidades para visualização das vagas em tempo real, realização de reservas, consulta ao histórico de utilização e gerenciamento administrativo.

Após a integração do sistema embarcado e do sistema web, foram realizados testes funcionais para verificar a comunicação entre o ESP32, a API, o banco de dados e a interface web. Os testes consistiram na simulação da ocupação e liberação das vagas e verificação das informações apresentadas ao usuário.

Para representar a integração entre o sistema físico e o sistema web, foi desenvolvido um diagrama apresentado na Figura 1. Os dados referentes ao estado de ocupação das vagas são coletados e processados pelo módulo de hardware (ESP32), que os envia por meio da conexão via Wi-Fi para uma API em Python. A API atua como uma intermediária entre o sistema físico, o banco de dados e a aplicação web, proporcionando o armazenamento e a visualização das informações referentes à ocupação de vagas, às reservas e ao histórico de movimentação do estacionamento. Além disso, o protocolo de comunicação HTTP possibilita que o sistema web envie comandos ao hardware, permitindo a atualização do estado das vagas e acionamento das funções do sistema.

Figura 1 – Integração do hardware e softwares utilizados no sistema.



Fonte: Autores, 2026.

Resultados

As principais funcionalidades do sistema foram implementadas com sucesso. Os sensores responsáveis pela leitura de vagas estão se comunicando corretamente com a aplicação web, sendo possível visualizar o estado de ocupação de cada vaga e as reservas feitas pelo usuário, atualizando as informações coletadas a cada dois segundos, através do intervalo determinado no desenvolvimento no software do sistema. A tela inicial do site, apresentada na Figura 2, demonstra a interface simples e intuitiva para os usuários.

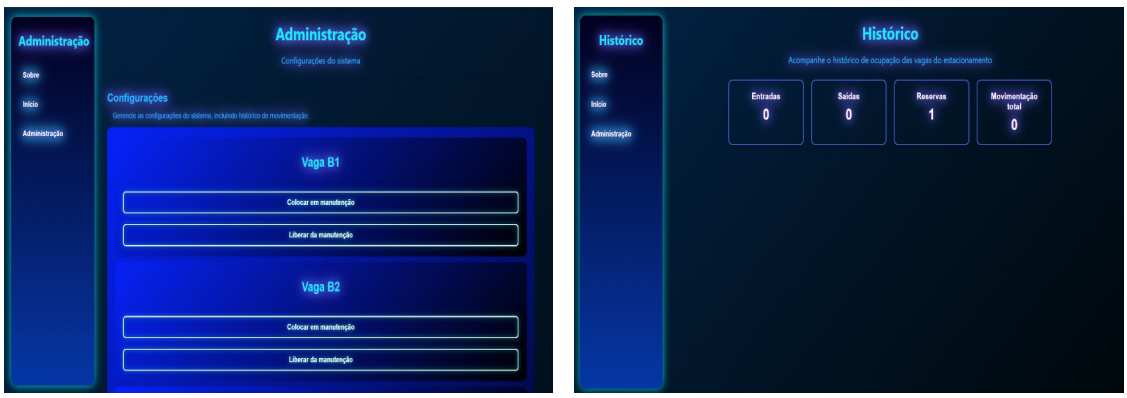
Figura 2 – Interface inicial do sistema.



Fonte: Autores, 2026.

Além da página inicial, foi implementada uma aba dedicada para a gestão do sistema, ilustrada na Figura 3. Nessa interface é possível dedicar a vaga para a manutenção e liberá-la quando for necessário e ter acesso ao histórico de movimentação do sistema. A página de histórico foi integrada junto à aba de administração, permitindo melhor organização da página do administrador, ademais, na página de histórico, atualmente, é possível visualizar as reservas e, futuramente, ter acesso às entradas e saídas do estacionamento.

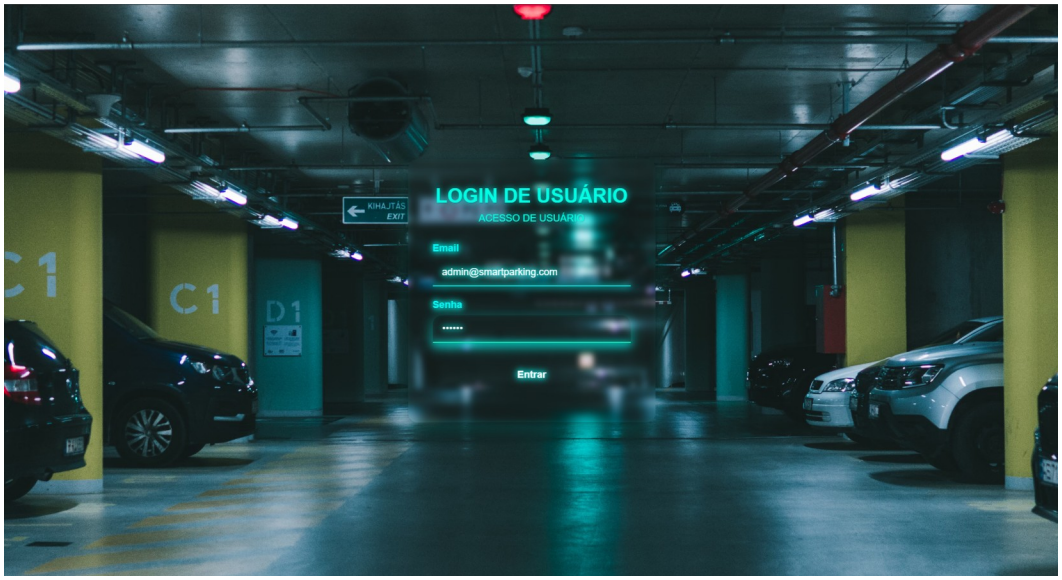
Figura 3 – Interface de administração e interface de histórico de movimentação.



Fonte: Autores, 2026.

A tela de login, apresentada na Figura 4, mostra uma interface moderna e atrativa para o usuário, tendo em vista garantir a melhor experiência de interação do usuário com a interface web. Nessa tela é possível acessar o site como administrador ou como usuário comum, com cada tipo de cliente tendo suas permissões de acesso para determinadas partes do site.

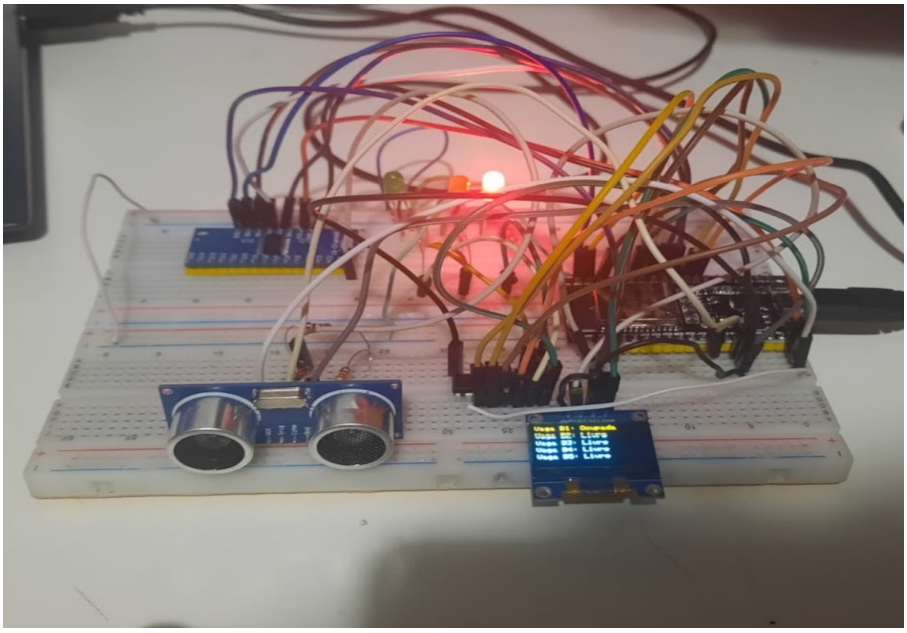
Figura 4 – Interface de login de usuário.



Fonte: Autores, 2026.

A Figura 5 corresponde ao circuito eletrônico em uma placa de ensaio para fins de testes do sistema. Nos testes, foi desenvolvido um circuito eletrônico para cada uma das vagas, testando a comunicação dos sensores e outros dispositivos com a aplicação web do sistema proposto.

Figura 5 – Circuito de testes do projeto.



Fonte: Autores, 2026.

Discussão

Os resultados obtidos sobre o funcionamento do projeto demonstram que o sistema automatizado apresenta funcionalidades semelhantes às soluções comerciais de Smart Parking já existentes, como o monitoramento de ocupação das vagas e a visualização das informações em tempo real. Um exemplo é a plataforma U-Admin, desenvolvida pela Urbiotica, que permite o gerenciamento de dispositivos, o monitoramento da utilização do estacionamento e a visualização do estado das vagas em tempo real. Além disso, a plataforma possui uma aplicação web e mobile destinadas a administradores, assim como o presente sistema proposto, porém, o presente projeto possui uma escala muito menor em comparação ao produto existente (URBIOTICA, [s. d.]).

Outro exemplo de aplicação desse sistema de estacionamento é a plataforma CleverPortal, desenvolvida pela Cleverciti, que possui funcionalidades como a disponibilização das informações sobre o estado de ocupação das vagas, gerenciamento centralizado e dados históricos. De forma semelhante, o sistema proposto permite a visualização do estado de ocupação das vagas por uma interface web, gerenciamento de reservas e atualização do histórico de utilização. Entretanto, enquanto o CleverPortal apresenta uma aplicação voltada para operações de maior escala, como mapas de calor, análise de receitas e gerenciamento de conformidade, o presente trabalho apresenta uma solução mais voltada a aplicações de baixa escala, enfatizando o desenvolvimento de um protótipo que utiliza dispositivos e materiais de menor complexidade, integrando sensores, microcontrolador, banco de dados, API e aplicação web. Portanto, os resultados demonstram que é possível, mesmo que em pequena escala, produzir funcionalidades e ferramentas cruciais para o funcionamento de um Smart Parking (CLEVERCITI, [s. d.]).

Conclusão

Com os resultados obtidos, é possível concluir que o desenvolvimento do sistema automatizado de estacionamento atende às expectativas acerca da detecção de vagas e visualização em tempo real pelo usuário. A criação do projeto, como descrito anteriormente, surge como uma solução para otimizar a gestão dos estacionamentos diante do aumento da frota de veículos nos últimos anos. Além disso, o sistema apresenta potencial para contribuir com a redução do tráfego desnecessário e, consequentemente, com a diminuição das emissões associadas à procura de vagas. Ademais, é necessário que os locais destinados a estacionamentos tenham a infraestrutura adequada para que seja possível a integração desse sistema.

Referências

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: a survey. Computer Networks, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010. DOI: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.

BALFAQIH, Mohammed; JABBAR, Waheb A.; KHAYYAT, Mashael; HASSAN, Rosilah. Design and development of smart parking system based on fog computing and Internet of Things. Electronics, v. 10, n. 24, p. 3184, 2021. DOI: 10.3390/electronics10243184.

CLEVERCITI. CleverPortal: Cleverciti's Next Gen Parking Intelligence Platform. [S. l.], [s.d.].

ESPRESSIF SYSTEMS. *ESP32 series datasheet*. [S. l.]: Espressif Systems, 2023.

KANSAS STATE UNIVERSITY. *Web Page Development: CC 120*. Manhattan: Kansas State University, [s.d.].

KOTB, Amir O.; SHEN, Yao-chun; HUANG, Yi. Smart parking guidance, monitoring and reservations: a review. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, v. 9, n. 2, p. 6–16, 2017. DOI: 10.1109/MITS.2017.2666586.

LEE, Edward Ashford; SESHIA, Sanjit Arunkumar. Introduction to embedded systems: a cyber-physical systems approach. 2. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.

LIN, Trista; RIVANO, Hervé; LE MOUËL, Frédéric. A survey of smart parking solutions. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, v. 18, n. 12, p. 3229–3253, 2017. DOI: 10.1109/TITS.2017.2685143.

URBIOTICA. Smart Parking U-Admin Platform. [S. l.], [s.d.].