



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS ARAPIRACA
CURSO DE BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**JOSÉ HENRIQUE SOUSA LEANDRO
BRUNO SERGIO OLIVEIRA ALMEIDA**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA IOT PARA MONITORAMENTO DE VAGAS
EM ESTACIONAMENTOS**

ARAPIRACA, AL

2023

JOSÉ HENRIQUE SOUSA LEANDRO
BRUNO SERGIO OLIVEIRA ALMEIDA

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA IOT PARA MONITORAMENTO DE VAGAS EM
ESTACIONAMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, *campus* Arapiraca, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Renata Imaculada Soares Pereira

ARAPIRACA, AL

2023



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Arapiraca

L437d

Leandro, José Henrique Sousa.

Desenvolvimento de sistema IoT para monitorar vagas em estacionamentos / José Henrique Sousa Leandro, Bruno Sérgio Oliveira Almeida. – 2023.

1 PDF: il., color., (1 arquivo : 2,7 MB).

Arquivo digital no formato PDF do trabalho acadêmico com 32 folhas.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Renata Imaculada Soares Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação, Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca*, Arapiraca, 2022.

1. Internet das coisas. 2. Monitoramento remoto. 3. Estacionamento inteligente. I. Almeida, Bruno Sérgio Oliveira. II. Título.

CDD: 004.678


JOSÉ HENRIQUE SOUSA LEANDRO
BRUNO SERGIO OLIVEIRA ALMEIDA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA IOT PARA MONITORAMENTO DE VAGAS
EM ESTACIONAMENTOS**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em: 15 / 12 / 2023 .


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **RENATA IMACULADA SOARES PEREIRA**
Data: 15/12/2023 19:30:35-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Renata Imaculada Soares Pereira (Orientadora)
Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO ANTONIO GUIMARAES TENORIO**
Data: 16/12/2023 07:48:38-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. MSc. Fernando Antonio Guimarães Tenório
Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Documento assinado digitalmente
 **SANDRO CESAR SILVEIRA JUCA**
Data: 16/12/2023 10:50:53-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Sandro César Silveira Jucá
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todas as oportunidades me concedidas e bênçãos até aqui. Aos professores, em especial a Profa. Renata Pereira, por nos orientar e esclarecer, unindo inteligência, sabedoria e carisma em todos os questionamentos durante todo o trabalho. A minha família por todo investimento e incentivo durante a juventude nos meus estudos. A minha namorada por estar sempre do meu lado.

Bruno Sérgio Oliveira Almeida

Agradecer a Deus por fazer com que tivéssemos capacidade para trabalhar neste projeto. A minha família, em especial aos meus pais que estiveram comigo nos momentos mais difíceis. A minha orientadora que viabilizou esse trabalho através da sua incrível competência e inteligência. Por fim, mas o mais importante, a Deus por fazer tudo isso possível.

José Henrique Sousa Leandro

RESUMO

O objetivo deste trabalho é trazer informações sobre uma solução digital para organizar um estacionamento fechado, com o intuito de desenvolver uma aplicação que facilite o processo de estacionamento de um veículo, utilizando a Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), entre outras ferramentas tecnológicas. O sistema IoT proposto permite monitorar a disponibilidade de vagas em um estacionamento para o cliente, trazendo praticidade na hora de procurá-las, promovendo segurança para o usuário, já que ele consegue ver se o veículo ainda está estacionado ou não, e credibilidade para a contratante do aplicativo, por oferecer todos esses serviços. Utilizando conhecimentos em linguagem de programação para o desenvolvimento do sistema e da *Application Programming Interface* (API), o sistema embarcado comunica-se com um banco de dados, traduzindo-as para que o objetivo principal do sistema seja alcançado, sendo assim, cada informação passada por essas tecnologias deve ser tratada com cuidado, pois está sob a responsabilidade do sistema passar a informação precisa para o usuário. Por fim, o sistema IoT baseado em ESP32 e que monitora as vagas através de sensores ultrassônicos, apresenta através de um aplicativo, se as vagas em estacionamentos estão disponíveis ou não e qual a localização destas.

Palavras-chave: monitoramento remoto; internet das coisas; estacionamento inteligente.

ABSTRACT

The objective of this work is to bring information about a digital solution to organize a closed parking lot, with the aim of developing an application that facilitates the process of parking a vehicle, using the Internet of Things (IoT), among other technological tools. The proposed IoT system allows the customer to monitor the availability of parking spaces in a parking lot, bringing convenience when searching for them, promoting security for the user, as he can see whether the vehicle is still parked or not, and credibility for the application contractor, for offering all these services. Using knowledge in programming language to develop the system and the Application Programming Interface (API), the embedded system communicates with a database, translating them so that the main objective of the system is achieved, thus, each piece of information passed through these technologies must be treated with care, as it is the system's responsibility to pass on accurate information to the user. Finally, the IoT system based on ESP32 and which monitors parking spaces using ultrasonic sensors, displays, through an application, whether parking spaces are available or not and their location.

Keywords: remote monitoring; internet of things; smart parking.

LISTA DE FIGURAS

- [Figura 1 - ESP32 implementado no projeto](#)
- [Figura 2 - Sensor ultrassônico HC-SR04 implementado no projeto](#)
- [Figura 3 - Circuito utilizado no protótipo](#)
- [Figura 4 - Representação do circuito do protótipo](#)
- [Figura 5 - Vista superior do protótipo](#)
- [Figura 6 - Vista inferior do protótipo](#)
- [Figura 8 - Ambiente de testes montado](#)
- [Figura 9 - Teste do protótipo com duas vagas ocupadas](#)
- [Figura 10 - Tela inicial do aplicativo](#)
- [Figura 11 - Tela inicial do aplicativo com filtros sendo utilizados](#)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1.1	Objetivo Geral.....	11
2.1.2	Objetivos Específicos.....	11
3	METODOLOGIA.....	12
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	14
5	RESULTADOS.....	20
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
6.1	SEGURANÇA.....	22
6.2	VANTAGEM COMPETITIVA.....	22
6.3	CONFORTO.....	23
6.4	AUXÍLIO NA GESTÃO.....	23
7	PROJETOS FUTUROS.....	24
7.1	SITE.....	24
7.2	TRÁFEGO E PLANEJAMENTO URBANO.....	24
7.3	PAGAMENTOS PELO APLICATIVO.....	25
7.4	GAMIFICAÇÃO E PROGRAMA DE RECOMPENSA.....	25
7.5	BUSINESS INTELLIGENCE.....	25
	REFERÊNCIAS.....	27
	APÊNDICES.....	28

1 INTRODUÇÃO

As vagas de estacionamentos são uma forma de tentar maximizar a quantidade de veículos em um espaço de tamanho diverso. Contudo, com o aumento da quantidade de pessoas que possuem veículos, está se tornando cada vez mais complicado essa organização de forma efetiva. Além disso, em eventos, um show por exemplo, onde a quantidade de pessoas aumentam, conseqüentemente aumenta os veículos e a dor de cabeça ao estacionar. Por isso, com o avanço da tecnologia, há ferramentas que podem trazer uma experiência melhor para essas pessoas nesse processo.

Segundo Madakam (2015), a IoT vem trazendo gradativamente um mar de mudanças tecnológicas em nosso dia a dia, o que por sua vez ajuda a tornar nossa vida mais simples e confortável. Diante disso, essas ferramentas se tornam uma ótima oportunidade de criação de soluções que facilitem as vidas das pessoas na área de mobilidade urbana. Além disso, nos últimos anos, houve um grande aumento no desenvolvimento de aplicações que auxiliassem na mobilidade urbana como os diversos aplicativos de mobilidade urbana existentes, que criam trajetos que tornam a mobilidade cada vez mais flexível e eficiente, trazendo conforto e praticidade para os usuários que utilizam estes serviços. Contudo, no estado de Alagoas, não há uma solução que mostre através de um sistema para o cliente as vagas disponíveis, para melhor gestão de espaço desses veículos. No Partage Arapiraca Shopping, por exemplo, o gerenciamento do estacionamento é feito através do sistema Indigo, que oferece soluções digitais para estacionamentos, mas o usuário não consegue visualizar vagas disponíveis.

Seguindo essa lógica, através da Internet das Coisas, é possível criar um produto que não só capture o último estado do veículo estacionado, mas que o transmita através de pontos de conexão com a rede, abrindo um leque de possibilidades de implementações. Ademais, além da proposta inicial, que é o monitoramento da vaga de estacionamento, esses dados adquiridos através dos sensores permitem o armazenamento em banco como o para a execução de um processo de *Business Intelligence*. Portanto, a IoT torna viável a implantação da ideia e vantajoso para os usuários que usufruirão do produto.

Apesar desse grande número de inovações, ainda falta uma solução que ajude as pessoas de forma efetiva no processo de estacionamento. Oliveira Neto, Antonio Ferreira de

(2019) afirma que apesar do grande número de tecnologias desenvolvidas passíveis de utilização para o aprimoramento dos sistemas de estacionamento inteligente, ainda existem obstáculos a serem superados no desenvolvimento de sistemas complexos e que possam gerar produtos com maior qualidade e confiabilidade para os usuários, a custos viáveis. Portanto, é necessário a implementação de tecnologias que facilitem a organização de um grande número de veículos em um espaço reduzido.

Neste contexto, o presente trabalho visa idealizar uma aplicação que mapeie e organize um estacionamento fechado como, por exemplo, em um shopping para que o usuário possa obter a informação de que a vaga desejada está ocupada ou não diretamente no seu celular. Apesar de já existir algumas aplicações que já fazem essa funcionalidade em ambiente abertos, não há aplicativos que façam de forma eficiente essa organização por conta da falta de GPS.

Por exemplo, a empresa Decibel (2023) desenvolve e produz equipamentos em segurança perimetral, controles de acesso, telecomunicações, sinalização, entre outras. Diante disso, esta oferece o serviço de implantação de um sistema que monitore e gere relatórios de vagas de estacionamentos. Contudo, o diferencial deste projeto é que dá a liberdade ao usuário de acessar as informações da vaga a qualquer lugar pelo aplicativo, enquanto o sistema da Decibel usa uma aplicação que fica fixo em um computador. Portanto, apesar de já existir ideias de projeto bem formadas sobre este assunto, há atributos nesta proposta que fazem com que se diferencie dos outros.

Os resultados esperados deste trabalho resultarão na compreensão da necessidade de investimentos tecnológicos na área de organização urbana e na revisão das aplicações já existentes. Além disso, gerar “*insights*” sobre possíveis soluções para este mesmo problema. Podemos ainda utilizar os dados obtidos a partir do uso do sistema, que nos traz inúmeros benefícios para o planejamento urbano, melhorando a gestão de tráfego.

2 OBJETIVOS

Neste tópico serão abordados e comentados os objetivos do trabalho, detalhando-se onde se quer chegar durante o desenvolvimento do mesmo.

2.1.1 Objetivo Geral

Apresentar, através de um protótipo, uma solução viável para a falta de organização em ambientes de estacionamentos com a criação de um projeto utilizando tecnologias de IoT e de desenvolvimento de software para construção de uma ferramenta que auxilie na organização e monitoramento de vagas de estacionamentos.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Otimizar os processos de estacionamento de veículos em vagas;
- Trazer vantagem competitiva através do conforto ao cliente de estabelecimentos;
- Avaliar as possibilidades de inserção da ideia do projeto no mercado;
- Trazer segurança aos donos de veículos

3 METODOLOGIA

A experiência pessoal dos usuários é importante para alcançar a solução mais eficaz para diversos problemas. Diante disso, fez-se uma análise com pessoas próximas da experiência delas em estacionar um veículo pessoal em um estacionamento fechado como um shopping. Procurou-se buscar as facilidades e, principalmente, as dificuldades que esse processo pode gerar. Assim, é possível pensar em uma solução que se adeque à necessidade das pessoas que usam esse serviço.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa de campo para validar se o projeto realmente sanaria a dor do usuário. Por não ser um nicho de usuários, esta validação pode ser feita com qualquer pessoa que tenha veículo e necessite usar os serviços de um estacionamento. Por fim, os dados obtidos serão tratados e analisados para posteriormente construir os requisitos funcionais e não funcionais.

Após isso, uma reunião de planejamento foi realizada para analisar pontos que serão executados no decorrer do projeto. Seguindo esta lógica, nesta reunião foram discutidos pontos importantes como: quais “*frameworks*” de projeto implementar, quais tecnologias usar, datas para realização de teste, data de entrega, etc. Por fim, após planejado, foi implementado o planejamento definido, sempre revisando o que foi e será feito para garantir a qualidade do projeto.

É importante que a solução também seja vista na prática. Para isso, após essa fase de planejamento, deu-se início ao processo de desenvolvimento de um protótipo que desse a oportunidade de validar a nossa ideia. Com ele pronto, conseguimos aplicar, testar e avaliar os resultados para corrigir falhas e pensar em futuras melhorias.

Em geral, o projeto terá as mesmas dificuldades e facilidades de um projeto de software. Entretanto, pode enfrentar outros tipos de problemas como, por exemplo, dificuldade para achar algum serviço de estacionamento que o disponibiliza para testes e esteja disposto a investir. Portanto, é um projeto viável por conta do seu baixo custo e facilidade de implantação, mas as vantagens terão que ser bem vendidas e explicadas para o público alvo.

Segundo Harold Kerzner (2013 pag. 3): ” O gerenciamento de projetos busca o melhor uso dos recursos existentes fazendo o trabalho fluir horizontal e verticalmente.” Seguindo esta lógica, com base nos requisitos analisados, foram feitas diversas reuniões para

ser debatido como o projeto seria implementado e as possibilidades futuras que seriam abertas. De acordo com os assuntos debatidos nessas reuniões, traçou-se o objetivo de desenvolver um protótipo que simulasse fielmente a proposta da ideia e que pudesse ser testado na prática. Por fim, todo esse processo e os resultados finais são avaliados e registrados através deste documento.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

A elaboração de protótipos é uma etapa crucial no ciclo de desenvolvimento, permitindo a visualização tangível de conceitos abstratos, a avaliação de funcionalidades, e a identificação de ajustes necessários antes da implementação definitiva. Diante disso, este tópico visa apresentar os componentes e seus respectivos papéis na construção do protótipo.

A “Internet das Coisas” refere-se ao uso de sensores, agentes e tecnologia de comunicação de dados incorporados em objetos físicos que permitem que esses objetos sejam rastreados, coordenados ou controlados em uma rede de dados ou na Internet. Existem três etapas nas aplicações de Internet das Coisas: captura de dados do objeto (por exemplo, dados de localização simples ou informações mais complexas), agregando essas informações em uma rede de dados e agindo nessa informação, tomando ação imediata ou coletando dados ao longo do tempo para projetar melhorias de processo. A Internet das coisas pode ser usada para criar valor de várias maneiras. Além de melhorar a produtividade nas operações atuais, a Internet das Coisas pode permitir novos tipos de produtos e serviços e novas estratégias: os sensores remotos, por exemplo, possibilitam modelos de preço e pagamento como o do Zipcar (MANYIKA et al., 2013, p. 52).

Primeiramente, é necessário definir a plataforma embarcada a ser utilizada no projeto. Para isso, foi selecionado o ESP32 (Figura 1), uma plataforma de desenvolvimento da empresa Espressif Systems e amplamente difundida entre os projetos de prototipagem e automação. Essa plataforma se difere das demais por apresentar, entre diversos outros periféricos, os módulos de Wi-Fi e Bluetooth já embarcados. Esses módulos, aliados à capacidade de processamento, ao baixo consumo de energia e às diversas funcionalidades oferecidas pelo ESP32, têm sido responsáveis por fazer dela uma referência quando observada no desenvolvimento de projetos que utilizam conexão à Internet (ESPRESSIF, 2023).

Figura 1 - ESP32 implementado no projeto



Fonte: Saravati¹, *s.d.*

Além disso, foi necessário o uso de sensores ultrassônicos que fazem o monitoramento da vaga. Esses sensores emitem um pulso ultrassônico que ricocheteia no objeto e volta novamente para o sensor, calculando a distância através do tempo desse processo. Existem vários tipos de sensores ultrassônicos no mercado, mas foi escolhido o modelo HC-SR04 (Figura 2) devido ao custo-benefício, fácil acesso no mercado brasileiro e fácil programação utilizando o ESP32.

Figura 2 - Sensor ultrassônico HC-SR04 implementado no projeto



Fonte: Autocore Robótica², *s.d.*

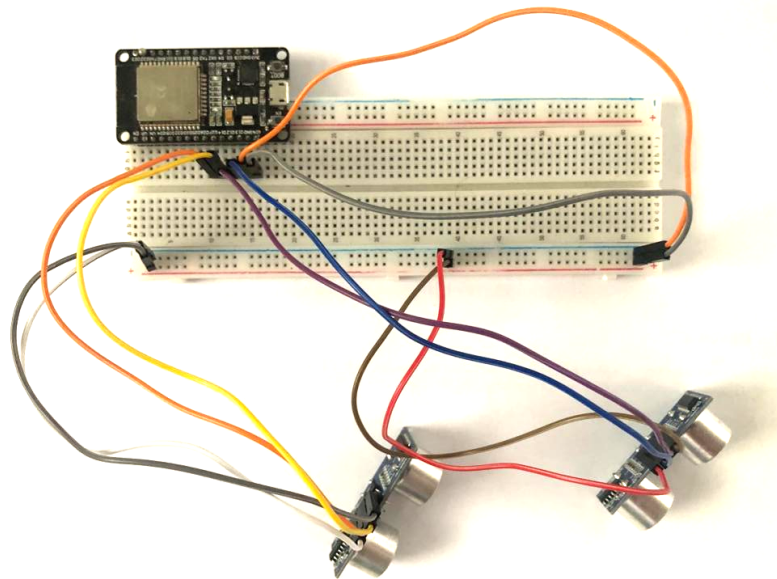
Para que o ESP32 consiga fazer o orquestramento dos componentes que estão ligados a ele, precisou-se desenvolver um código que desse comandos para que todas as etapas da coletas dos dados fluíssem corretamente (Apêndice I). O código basicamente dispara pulsos ultrassônicos através do sensor e captura a duração dos mesmos, assim, sendo possível calcular a distância entre os sensores e o objeto mais próximo. Após isso, esses dados são enviados para a API que está rodando em um computador ou servidor através de um cabo USB.

¹ Disponível em: <https://www.saravati.com.br/placa-esp32-wifi-bluetooth-devkit-v1-30-pinos.htm>.

² Disponível em: <https://www.autocorerobotica.com.br/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04>.

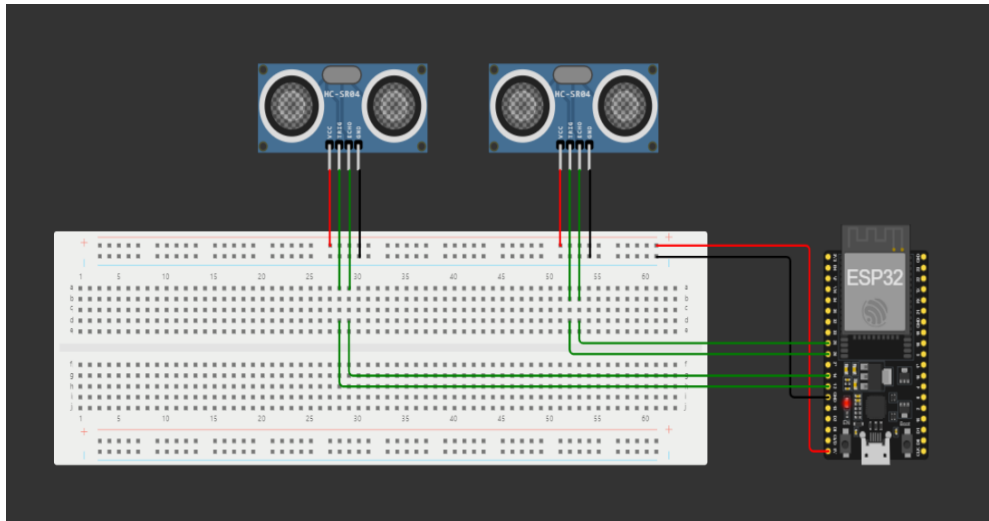
Com os componentes apresentados anteriormente, montou-se circuitos eletrônicos (Figura 3 e 4) que fazem a conexão entre o microcontrolador e os sensores. Por fim, foi finalizado o protótipo (Figuras 5 e 6), cujo funcionamento final apresenta as funcionalidades de capturar estados e transmitir esses dados em tempo real através de uma conexão websocket com as aplicações conectadas, por exemplo a aplicação desenvolvida juntamente com o protótipo.

Figura 3 - Circuito utilizado no protótipo



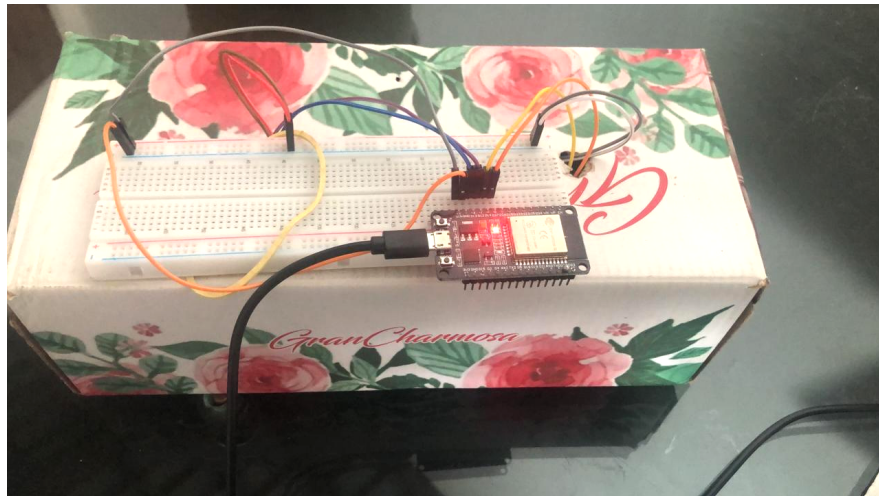
Fonte: Autores.

Figura 4 - Representação do circuito do protótipo



Fonte: Autores.

Figura 5 - Vista superior do protótipo



Fonte: Autores.

Figura 6 - Vista inferior do protótipo



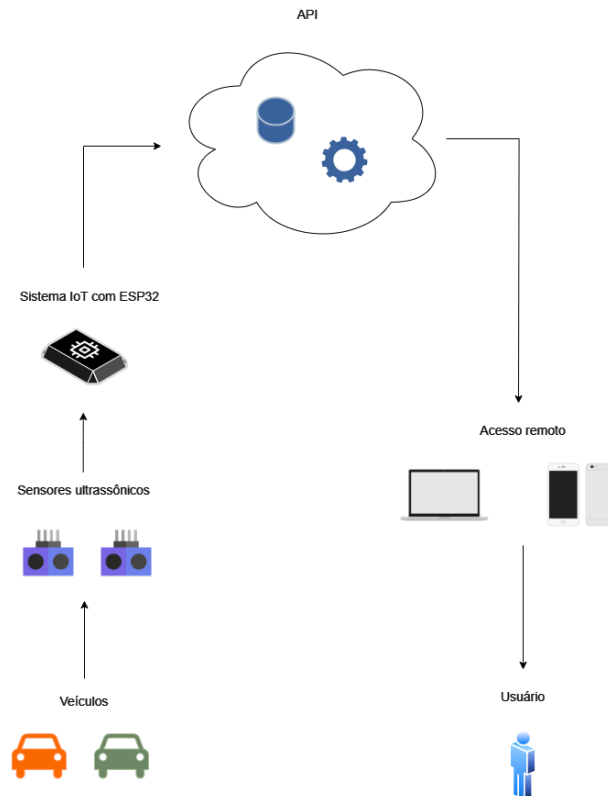
Fonte: Autores.

Contudo, esses dados não podem ser armazenados diretamente no banco, pois os sensores não têm interface direta com ele. Para solucionar isso, foi necessário a criação de uma API que fizesse a comunicação entre os dados oriundos dos sensores e outras aplicações. Diante disso, foi construído um código onde realiza uma conexão Websocket (Apêndice II), que faz com que as requisições sejam feitas em tempo real mutuamente, para se conectar com outras aplicações interessadas, atualmente somente o aplicativo. Ademais, foi implementado um código que as requisições do Esp 32 fossem mandadas diretamente para a API (Apêndice III), facilitando a prototipagem do projeto.

Para o desenvolvimento da *Application Programming Interface* (API), utilizou-se o Node Js por conta da sua escalabilidade e suporte a eventos assíncronos, funcionalidade que oferece o suporte às requisições com tempos de respostas distintos. A escalabilidade é uma consideração crítica ao projetar sistemas, especialmente em ambientes modernos onde a demanda pode variar significativamente, como por exemplo, temos que considerar o conceito de Arquitetura Distribuída: Projetar o sistema para distribuir a carga entre vários componentes, como servidores, para que eles possam trabalhar em paralelo. Além disso, utiliza-se o Javascript, uma linguagem eficiente, fácil de aprender e rápido desenvolvimento. Assim, garantindo que os dados pudessem ser acessados por outras interfaces, além de viabilizar a implementação de outras funcionalidades com um banco de dados para salvar os dados dos estados.

O usuário precisa visualizar em tempo real o estado do estacionamento para que ele possa escolher qual a melhor vaga para ele. Para isso, foi desenvolvido um aplicativo que recebe os dados vindo da API e mostra na tela do usuário todos os dados necessários de forma visual. Optou-se por criá-lo em React Native por conta da sua rapidez de desenvolvimento e portabilidade para diversas plataformas. O aplicativo atenderá a necessidade tanto dos usuários comuns, aqueles que frequentam o estabelecimento, tanto para os gestores que vão ter um panorama de como está a situação do estacionamento. Por fim, foi finalizada a implementação da arquitetura técnica do sistema (Figura 7).

Figura 7 - Arquitetura do projeto

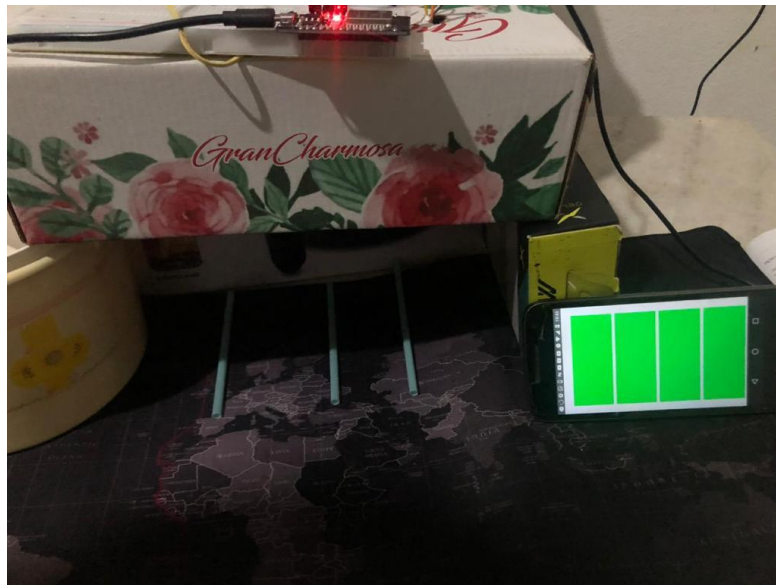


Fonte: Autores.

5 RESULTADOS

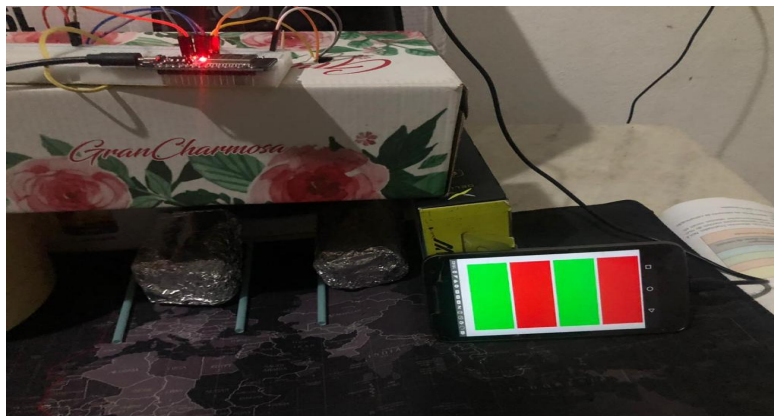
Após o trabalho aplicado neste projeto, foi possível a criação de um protótipo funcional e testável. A ideia central pode ser analisada e validada de forma mais eficiente. Ademais, o protótipo mostrou-se bastante eficiente, cumprindo a proposta inicial de analisar e facilitar o processo de estacionamento de veículos em vagas de estacionamentos por usuários comuns. Com os testes realizados (Figuras 8 e 9), abrem-se possibilidades de apresentar a ideia para interessados e uma possível negociação do projeto.

Figura 8 - Ambiente de testes montado



Fonte: Autores.

Figura 9 - Teste do protótipo com duas vagas ocupadas



Fonte: Autores

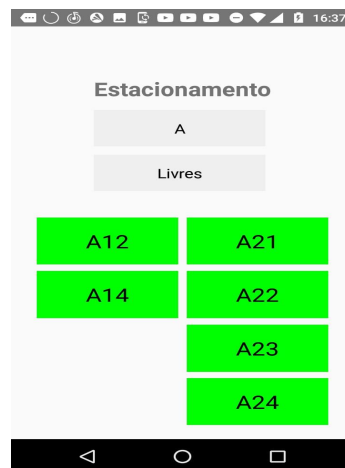
Além do protótipo, foi desenvolvido um aplicativo (Figuras 10 e 11) para consumir os dados oriundos do protótipo e apresentá-los para o usuário de uma forma visual. Para isso, há uma tela onde mostra quais as vagas ocupadas e disponíveis no estacionamento de referência. Cada vaga possui uma sequência, que é composta por uma letra e dois números, a letra significa qual o andar ou área, o segundo número mostra qual a coluna de vagas e o último número mostra a linha que aquela vaga é. Para facilitar o uso do usuário, existe o filtro de andar, que faz com que o usuário consiga ver vagas em estacionamento de vários andares ou áreas, e de status que faz a filtragem das vagas, mostrando todas, apenas as ocupadas ou somente as livres.

Figura 10 - Tela inicial do aplicativo



Fonte: Autores.

Figura 11 - Tela inicial do aplicativo com filtros sendo utilizados



Fonte: Autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a intenção inicial deste trabalho, que consiste no desenvolvimento de uma solução para auxiliar os clientes a terem mais conforto no processo de estacionamento de seus veículos, o trabalho alcançou os objetivos traçados inicialmente. Através desta pesquisa, conclui-se que a ideia apresentada nesta pesquisa é implementável levando em consideração a falta de inovação tecnológica em estacionamento de estabelecimentos atualmente.

Este projeto possibilitou o desenvolvimento de um sistema completo que ajudou a testar a ideia na prática. Através dele, é possível analisar melhor a implantação no mundo real e melhorar a visualização da ideia para pessoas externas. Contudo, ainda falta uma elaboração mais detalhada e fiel do protótipo na intenção de fundamentar mais a ideia.

Vale destacar alguns pontos importantes que podem agregar aos usuários do sistema criado neste projeto:

6.1 SEGURANÇA

Este projeto pode ajudar na segurança, pois a demora para estacionar pode gerar alguns riscos para as pessoas. Por exemplo, em um estacionamento aberto e sem um controle de segurança por parte do estabelecimento está à mercê de assaltantes ou pessoas que podem trazer riscos para os clientes. Apesar de isso ser um ponto negativo do estabelecimento, o sistema de monitoramento de vagas consegue auxiliar um pouco nesta questão, sendo muito útil principalmente à noite para que os usuários possam preencher e liberar as vagas com segurança.

6.2 VANTAGEM COMPETITIVA

Uma empresa precisa se diferenciar nos seus produtos ou serviços para conseguir se destacar entre a concorrência. A implantação desse projeto traria um conforto maior para os seus clientes na hora de estacionar, trazendo um atrativo a mais para o seu estabelecimento. Assim, a organização se destacaria no mercado por sua forma diferente de auxiliar o cliente a estacionar, enquanto seus concorrentes ainda estariam utilizando o modelo usual.

6.3 CONFORTO

A tecnologia vem trazendo cada vez mais conforto em diversas áreas da vida. Através dela, tarefas repetitivas e monótonas são automatizadas, deixando os recursos humanos que seriam reservados para essas tarefas livres para focar em coisas mais estratégicas. Sem contar o “boom” da inteligência artificial, onde as máquinas estão ajudando diretamente na tomada de decisão e em tarefas mais complexas.

Seguindo esta lógica, este sistema oferece um conforto aos clientes, evitando burocracias e facilitando tarefas. Através do monitoramento e exibição em tempo real das vagas, o usuário consegue se planejar antes de sair de casa, escolhendo o horário ideal para ele ou até mesmo mudando de horário. Após estacionar e enquanto estiver utilizando os serviços do estabelecimento, consegue-se acompanhar em tempo real como está a situação do seu veículo, evitando esforço de ir conferir manualmente. Portanto, além de resolver problemas complexos, a tecnologia pode garantir conforto para os clientes, que acaba gerando vantagem competitiva para a organização.

6.4 AUXÍLIO NA GESTÃO

Apesar de o cuidado com o cliente ser um dos fatores primordiais para a evolução de uma organização, oferecer ferramentas modernas e eficientes para seus colaboradores também é algo de extrema importância. Além de todos os benefícios citados para o usuário, também existem vantagens para as pessoas que estão gerenciando o estacionamento. Através do sistema, o gestor pode acompanhar em tempo real a situação de todas as vagas, garantindo que ele tenha uma visão panorâmica do estacionamento. Assim, o gestor consegue abranger o monitoramento das vagas facilmente e tomar decisões baseadas nos dados do sistema.

Contudo, apesar de ser implementável, é importante obter mais dados reais para analisar se o investimento no mercado atual é válido. Para isso, é preciso procurar pessoas que estão no meio e extrair os requisitos funcionais e não funcionais de acordo com as dores deles. Com base nisso, será possível fazer uma análise mais fidedigna para saber se vale a pena investir financeiramente nessa ideia e acumular informações para estruturação de um futuro planejamento com base na implantação em um estacionamento real.

7 PROJETOS FUTUROS

Há pontos nesse projeto que não foram possíveis serem trabalhados, mas estão abertos a trabalhos futuros.

7.1 SITE

Foi escolhido o desenvolvimento de um aplicativo mobile como forma de o usuário visualizar as vagas de estacionamentos. Apesar de o celular ser algo praticamente indispensável atualmente, gera alguns problemas como o trabalho de ter que acessar a uma loja de aplicativos para instalar e não ser algo escalável, que possa ser implantado em diversos ambientes. Diante disso, precisa-se de uma forma de visualização mais fácil para o usuário, onde ele consiga acessar de qualquer lugar com as condições mínimas necessárias. Para isso, almeja-se o desenvolvimento de uma aplicação web onde os dados fiquem concentrados e possam ser acessados com a menor burocracia possível.

7.2 TRÁFEGO E PLANEJAMENTO URBANO

O conceito de “cidade inteligente” (CI) se trata de uma cidade onde utiliza as tecnologias para melhorar e amparar seu desenvolvimento com dados que podem ser convertidos em projetos. Esse é um sonho que já vem sendo discutido há muito tempo, mas com o avanço das tecnologias cada vez mais frequente, esse sonho está cada vez mais perto de virar realidade. É um conceito muito amplo, mas que quando trazemos para este projeto, podemos citar como exemplo o uso de sensores de Internet das Coisas (IoT) descritos neste trabalho para monitorar o tráfego nas principais ruas. Assim, incentivando a alta demanda de mobilidade urbana, criando vias e transportes alternativos para melhorar as condições de vida das pessoas.

Seguindo esta ideia, futuramente há a possibilidade de ampliar a integração deste projeto com ideias já consolidadas no mercado. Por exemplo, há a possibilidade de usar os dados disponíveis em API de aplicativos de mobilidade urbana para que construa uma forma de o usuário ver qual a frequência de viagens para o local de interesse dele naquele momento, dando uma estimativa de carros que estarão temporariamente naquele local que utilizam esta plataforma. Portanto, há a oportunidade de auxiliar a implantação do conceito de cidade inteligente, utilizando-o para o bem estar do usuário.

7.3 PAGAMENTOS PELO APLICATIVO

Oferecer conforto e comodidade para seus clientes são fatores cruciais para a evolução do empreendimento. Contudo, em diversos estacionamentos, há um processo burocrático para realização do pagamento por uso da vaga, onde é preciso guardar um bilhete ao decorrer de todo tempo que o cliente está no estabelecimento e devolvê-lo quando for sair. É necessário oferecer uma forma mais fácil de pagamento para trazer satisfação ao cliente, logo, trazer vantagem competitiva.

Aproveitando a implantação de formas de pagamentos ágeis como o PIX e o aumento da preferência do pagamento pela internet, abre a possibilidade de melhorar o processo de pagamento de um estacionamento. Por exemplo, um QR Code ser gerado ao sair da vaga ou o valor já ser debitado automaticamente do cartão do usuário. Além disso, caso o gestor do estabelecimento queira, é possível implantar o sistema de reserva de vagas, onde o pagamento acontece antecipadamente e a vaga fica reservada. Portanto, além da funcionalidade primária, o sistema pode oferecer opções secundárias para trazer bem-estar para os usuários.

7.4 GAMIFICAÇÃO E PROGRAMA DE RECOMPENSA

A gamificação vem sendo utilizada cada vez mais no desenvolvimento de software por sua forma divertida, agradável e atrativa de exibir as funcionalidades. Além desses benefícios, implementar esse design traria o instinto de competitividade, com a disponibilização de um ranking com os usuários que fizeram mais pontos. Juntamente com isso, pode ser utilizado o sistema de recompensas onde os usuários ganharão descontos e isenções de acordo com as condições estabelecidas pelo estabelecimento. Trazendo uma forma adicional de atrair e manter clientes.

7.5 BUSINESS INTELLIGENCE

Segundo a Microsoft, “O BI (*business intelligence*) revela *insights* para a tomada de decisões estratégicas. As ferramentas de business intelligence analisam dados históricos e atuais e apresentam as descobertas em formatos visuais intuitivos.” O processo de *Business Intelligence* é algo essencial para qualquer organização atualmente, onde os dados são coletados, tratados e exibidos para auxiliar no planejamento e na tomada de decisão. Contudo, muitas empresas ainda não dão importância a esse processo, fazendo com que percam as

vantagens que poderiam ser obtidas. Diante disso, precisa-se de uma solução que ajude essas organizações a alterar culturalmente seus processos.

Com os dados das vagas sendo salvos em um banco de dados, abre a possibilidade da implementação do *Business Intelligence* do estacionamento. Através desses dados, consegue-se obter informações valiosas como quantos veículos usaram o estacionamento durante um certo período de tempo ou qual área do estacionamento é mais usada. Com isso, o gestor consegue ter uma visão panorâmica do estacionamento e tomar decisões com uma fonte confiável.

REFERÊNCIAS

- ESPRESSIF. ESP32 Wi-Fi & Bluetooth MCU. **Espressif Systems**. 2023. Disponível em <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- DECIBEL, Sistema de Controle de Vagas Para Estacionamentos. Decibel, 2023. Disponível em: <https://www.decibel.com.br/index.php>. Acesso em: 03 dez. 2023.
- MICROSOFT, O que é Business Intelligence?. Microsoft, 2023. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/what-is-business-intelligence/>. Acesso em: 16 dez. 2023.
- Kerzner, Harold "**Gerenciamento de Projetos**: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle". São Paulo - Brasil: Blucher, 2021.
- Madakam, Somayya; Ramaswamy, R ; Tripathi, Siddharth. "**Internet of Things (IoT): A Literature Review**". Disponível em: "https://www.scirp.org/html/56616_56616.htm". Acesso em: 08 nov. 2023.
- INDIGO NEO, Por que estacionar com a Indigo?. Indigo, 2023. Disponível em: <https://www.indigoneo.com.br/pt>. Acesso em: 16 dez. 2023.
- PARTAGE ARAPIRACA, Deixe seu carro com a gente e aproveite melhor o seu passeio. Partage Arapiraca, 2023. Disponível em: <https://www.partagearapiraca.com.br/estacionamento>. Acesso em: 16 dez. 2023.
- Manyika, James; Chui, Michael ; Bughin, Jacques; Dobbs, Richard; Bisson, Peter; Marrs, Alex. **Disruptive technologies**: Advances that will transform life, business, and the global economy.2013. Disponível em : [Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy | McKinsey](#). Acesso em: 16 dez. 2023.
- Neto, A. F. O.; Lepikson, Dr.Eng., Oliveira Júnior, Mário Augusto Santana de; Mendes, Rafael Barbosa (2019) "Sistema de Estacionamento Inteligente para Ambiente Coberto: Uma Abordagem Baseada na Internet Das Coisas", p. 388-395 . In: Anais do V Simpósio Internacional de Inovação e Tecnologia. São Paulo: Blucher, DOI 10.5151/siintec2019-49.

APÊNDICES

APÊNDICE A - CÓDIGO EXECUTADO NO ESP32

```
1. #include <Arduino.h>
2. #include <WiFi.h>
3. #include <Wire.h>
4. #include <WiFiClient.h>
5.
6. #define ultrasonic1_trigger_pin 14
7. #define ultrasonic1_echo_pin 27
8.
9. #define ultrasonic2_trigger_pin 12
10. #define ultrasonic2_echo_pin 13
11.
12.
13. #define limit_distance 10
14.
15. #define socket_host "10.0.0.104"
16. const uint16_t socket_port = 3000;
17.
18.
19. const char* wifi_host = "Leandro";
20. const char* wifi_password = "miguelleandro";
21.
22. WiFiClient client;
23. void setup() {
24.     Serial.begin(9600);
25.
26.
27.     delay(100);
28.     Serial.println("Connecting start");
29.
30.     pinMode(ultrasonic1_trigger_pin, OUTPUT);
31.     pinMode(ultrasonic1_echo_pin, INPUT);
32.     pinMode(ultrasonic2_trigger_pin, OUTPUT);
33.     pinMode(ultrasonic2_echo_pin, INPUT);
34.
35. }
36.
37. float getDistance(int triggerPin, int echoPin){
38.     digitalWrite(triggerPin, LOW);
39.     delayMicroseconds(2);
40.     digitalWrite(triggerPin, HIGH);
41.     delayMicroseconds(10);
42.     digitalWrite(triggerPin, LOW);
43.
44.     float duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
45.     float distance = duration / 58.2;
46.
47.     return distance;
48. }
49.
```

```
50.
51.
52. String generateJsonString(String sensor, float distance){
53.
54.
55.   return "{\"sensor\":\""+sensor+"\", \"distance\":" +distance+"}";
56. }
57.
58.
59. void loop() {
60.
61.
62.
63.   float distanceUltrasonic1 = getDistance(ultrasonic1_trigger_pin, ultrasonic1_echo_pin);
64.   float distanceUltrasonic2 = getDistance(ultrasonic2_trigger_pin, ultrasonic2_echo_pin);
65.
66.   Serial.write(generateJsonString("A0",distanceUltrasonic1).c_str());
67.
68.   delay(1000);
69.
70.   Serial.write(generateJsonString("A1",distanceUltrasonic2).c_str());
71.
72.   delay(1000);
73.
74.
75. }
```

APÊNDICE B - CÓDIGO WEBSOCKET

```
1. const {Server} = require("socket.io");
2. const serial = require("./serial");
3. module.exports = (server) => {
4.   const io = new Server(server, {
5.     cors: {
6.       cors: {
7.         origin: "http://localhost:3000"
8.       }
9.     }
10.  })
11.
12.  io.on("connection", (socket) => {
13.    console.log("Connected")
14.    serial(io)
15.  })
16. }
```

APÊNDICE C - CÓDIGO DE LEITURA E ENVIO DOS DADOS ORIUNDOS DO ESP32

```
1. const {SerialPort, ReadlineParser} = require('serialport')
2.
3. module.exports = (io) => {
4.   const serialPort = new SerialPort({
5.     path: "/dev/ttyUSB0",
6.     baudRate: 9600,
7.     autoOpen: false,
8.     databits: 8,
9.     parity: 'none',
10.    stopBits: 1,
11.    flowControl: false
12.
13.  });
14.
15.  serialPort.open(function (error) {
16.    if (error) {
17.      console.log("failed to open: " + error);
18.    } else {
19.      console.log("serial port opened");
20.
21.      let json = ""
22.      serialPort.on("data", function (data) {
23.        data = data.toString("utf-8");
24.
25.        json+= data
26.        if(data ==="}"){
27.          io.sockets.emit("slot-update", json);
28.          json = ""
29.        }
30.
31.      });
32.
33.      serialPort.on("error", function (data) {
34.        console.log("Error: " + data);
35.      });
36.    }
37.  });
38. }
```