



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Kauann Jacome de Oliveira

Título: MVP de uma *Vending Machine* com IOT

PAU DOS FERROS

2024

Kauann Jacome de Oliveira

Título: MVP de uma *Vending Machine* com IOT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do Título de Engenheiro de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

om oliveira, kauann jacome de. MVP de uma Vending Machine com IOT / kauann jacome de oliveira. - 2024. 59 f. : il.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Computação, 2024.

1. Vending Machine. 2. Internet das Coisas. 3. Microcontroladore. 4. Banco de dados em nuvem. 5. Interatividade. I. Segundo, Francisco Carlos Gurgel da Silva , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a). Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Kauann Jacome de Oliveira

Título: MVP de uma *Vending Machine* com IOT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos para obtenção do Título de Engenheiro de Computação.

Defendida em: 19 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA
Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO CARLOS GURGEL DA SILVA SEGUNDO
Data: 26/04/2024 15:52:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo, Prof. Dr. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente
 CECILIO MARTINS DE SOUSA NETO
Data: 26/04/2024 06:28:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cecílio Martins de Sousa Neto, Prof. Dr. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente
 PEDRO THIAGO VALERIO DE SOUZA
Data: 26/04/2024 14:08:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pedro Thiago Valério de Souza, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao meu pai, Francisco Antonio de Oliveira, cujo amor, apoio e sabedoria foram os pilares da minha jornada. A sua dedicação incondicional foi a luz que guiou meus passos em cada desafio enfrentado.

Agradeço à minha mãe, Calina Ligia Jácome de Oliveira, por ser a essência da bondade e do cuidado em minha vida. Seu exemplo de força e perseverança é a inspiração que me motiva a buscar sempre o melhor de mim.

Agradeço à minha avó Gercina Gomes de Melo, cuja presença e ensinamentos foram cruciais para a formação do meu caráter e valores. Sua sabedoria e amor são tesouros que carrego comigo.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo, por sua orientação precisa, paciência e dedicação. Seu compromisso com a excelência e sua capacidade de inspirar são fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Agradeço à banca examinadora por sua atenção, contribuições valiosas e por desafiarem meu pensamento, possibilitando meu crescimento intelectual e profissional.

Agradeço a todos os meus amigos, cujo apoio, companheirismo e momentos compartilhados são pilares da minha felicidade e sucesso. Cada um de vocês tem um papel especial em minha jornada, e sou grato por terem cruzado o meu caminho. Um agradecimento especial para Lorano, Matheus e Bruna Oliveira, cuja presença foi especialmente significativa.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Deus por todas as bênçãos, oportunidades e desafios apresentados em minha vida. Sua presença constante é a base da minha fé e o farol que ilumina meu caminho. Agradeço por cada bênção recebida, pelas lições aprendidas nos momentos de dificuldade e pelas alegrias compartilhadas nos instantes de felicidade. Deus, em Sua infinita bondade, ilumina meus caminhos, inspira minhas ações e conforta meu coração nas horas de incerteza.

"Nosso maior ponto fraco reside em desistir. O caminho mais certo de sucesso é sempre tentar apenas mais uma vez."

Thomas Edison

RESUMO

Este trabalho propõe um *Minimum Viable Product* (MVP) de máquina de vendas (*vending machine*), explorando a integração de tecnologias modernas para melhorar a experiência do usuário e a eficiência operacional. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica, identificando avanços tecnológicos relevantes e examinando estudos de caso bem-sucedidos. A pesquisa destaca a evolução histórica e a aplicação de microcontroladores e plataformas como Firebase e React.js para criar uma solução estimulante que responde às demandas contemporâneas de conectividade e interatividade. No desenvolvimento do protótipo MVP é detalhado, desde a concepção até a implementação, enfatizando a integração do hardware com software avançado para funcionalidades em tempo real e gerenciamento de dados. O protótipo foi confeccionado e testado. Como trabalhos futuros, há necessidade de aprimoramento do protótipo com base no *feedback* recebido, com relação a expandir as funcionalidades e assegurar a escalabilidade do sistema para atender a um mercado mais amplo, mantendo o compromisso com a inovação e a relevância tecnológica.

Palavras-chave: internet das coisas; banco de dados em nuvem; microcontroladores; interatividade.

ABSTRACT

This paper proposes a Minimum Viable Product (MVP) for a vending machine, exploring the integration of modern technologies to enhance user experience and operational efficiency. A literature review was conducted, identifying relevant technological advancements and examining successful case studies. The research highlights the historical evolution of the application of microcontrollers and platforms such as Firebase and React.js to create an exciting solution that meets contemporary demands for connectivity and interactivity. The development of the MVP prototype is detailed, from conception to implementation, emphasizing the integration of hardware with advanced software for real-time functionalities and data management. The prototype was fabricated and tested. For future work, there is a need to enhance the prototype based on the feedback received, aiming to expand functionalities and ensure the system's scalability to serve a broader market while maintaining a commitment to innovation and technological relevance.

Keywords: internet of things; vending machine; cloud database; microcontrollers; interactivity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Primeira máquina de vendas automática	20
Figura 2- Restaurante auto serviço	21
Figura 3 microcontrolador	22
Figura 4- Pinagem da ESP32 Dev Kit V1	23
Figura 5 logo React	27
Figura 6 Logo typescript	29
Figura 7 Logo firebase	30
Figura 8 modelagem do protótipo.....	34
Figura 9 Módulo Rele 4 Canais	35
Figura 10 Ilustração do bouncing	36
Figura 11 moedeiro	37
Figura 12 fluxograma.....	39
Figura 13 Conexão dos dispositivos	40
Figura 14 Montagem da placa de circuito com conectores e fios	41
Figura 15 Protótipo montado	42
Figura 16 Lista de componentes e custos	42
Figura 17 Integração com firebase.....	43
Figura 18 Tela de Login	47
Figura 19 Dashboard resumido.....	47
Figura 20 Dashboard completo.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tabela de detalhes do esp32.....	24
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MVP	<i>Minimum Viable Product</i> (Mínimo Produto Viável)
IoT	Internet das Coisas
CPU	Unidade Central de Processamento
ESP32	Modelo específico de microcontrolador
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i> (Entrada/Saída de Propósito Geral)
SDK	<i>Software Development Kit</i> (Kit de Desenvolvimento de Software)
UX	<i>User Experience</i> (Experiência do Usuário)
PWA	<i>Progressive Web Apps</i> (Aplicações Web Progressivas)
BaaS	<i>Backend as a Service</i> (Backend como Serviço)
Wi-Fi	<i>Wireless-Fidelity</i>
ESP8266	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Trabalhos Relacionados	15
1.2 METODOLOGIA.....	17
1.3 Objetivo geral.....	18
1.4 Objetivos específicos	18
1.5 Descrição dos Capítulos posteriores.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1. Evolução histórica.....	19
2.2. Micro controladores	22
2.3. ESP32.....	23
2.4. Programação (troca o nome da seção)	25
2.4.1. experiência do usuário	26
2.5. React	27
2.5.1. Componentes e JSX	27
2.5.2. Estado e Ciclo de Vida.....	28
2.5.3. Reusabilidade de Componentes.....	28
2.5.4. Integração com TypeScript	29
2.6. Firebase	30
2.6.1. Firebase Realtime Database	31
2.6.2. Autenticação com Firebase	32
2.6.3. Firebase e IoT	32
3. RESULTADO E DISCUSSÕES	33
3.1. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO.....	33
3.1.1. Modelagem.....	33
3.1.2. Seleção de Materiais	34

3.1.3.	Módulo Rele 4 Canais.....	35
3.1.4.	Botões	35
3.1.5.	Moedeiro	36
3.1.6.	Fluxograma do código contido no esp32	37
3.1.7.	Prototipagem de hardware.....	39
3.1.8.	Montagem do hardware	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1.1.	Custos do Projeto.....	42
4.2.	Desenvolvimento do hardware e aplicação <i>web</i>	43
4.2.1.	Integração e Funcionalidade do ESP32 com IoT	43
4.2.2.	Implementação e Testes do Firebase	44
4.2.3.	Desenvolvimento Front-end com React.....	45
4.2.4.	Componentes de Autenticação	45
4.2.5.	Componentes de Gerenciamento de Produtos.....	46
4.3.	Resultados do Protótipo MVP	48
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
5.1.	Problemas e Soluções:	49
5.2.	Lições Aprendidas:	50
5.3.	Etapas Futuras:	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O cenário contemporâneo, marcado por intensas mudanças e pela rápida evolução tecnológica, impõe desafios singulares ao modo como conduzimos nossas vidas. A busca incessante por praticidade e eficiência coloca a gestão do tempo como um dos maiores dilemas enfrentados por uma sociedade cada vez mais acelerada. Nesse contexto, as máquinas de vendas automáticas (*vending machines*) surgem como uma resposta inovadora, oferecendo facilidade e rapidez na aquisição de produtos essenciais, disponíveis vinte quatro horas por dia, sete dias por semana (Costa, 2015).

Este projeto propõe a introdução de *vending machines* no câmpus que disponibilizam artigos essenciais para o cotidiano estudantil, como lápis e borrachas. A escolha desses produtos é motivada pela constante demanda desses itens essenciais, que são frequentemente utilizados e, por vezes, esquecidos ou perdidos pelos alunos, causando inconvenientes durante as atividades acadêmicas

De acordo com Higuchi (2007) no contexto do varejo, essas máquinas emergem como um componente crucial nesta transformação tendo uma longa história de evolução desde a sua primeira concepção em 215 a.C , estas máquinas agora são vistas não apenas como pontos de venda automatizados, mas como interfaces de varejo inteligentes e adaptativas. A automação, reflete um esforço contínuo para otimizar a eficiência, reduzir desperdícios e melhorar a experiência do consumidor, alinhando-se às demandas de uma sociedade cada vez mais orientada pela tecnologia.

No Brasil, o mercado vem crescendo substancialmente, refletindo um aumento na aceitação desta tecnologia moderna de distribuição automática e uma oportunidade de negócio promissora para diversos setores. Dados da Associação Brasileira de Vending Machines indicam um faturamento anual de R\$ 500 milhões, com um crescimento constante de 10% ao ano. Este cenário positivo sugere que o Brasil ainda possui um grande potencial de expansão se comparado a países desenvolvidos, onde a densidade de maquinas é significativamente maior. (Rodrigues, 2021)

Este trabalho busca explorar o potencial de inovação e aprimoramento desses equipamentos, desempenhando um papel crucial na oferta de produtos e serviços de forma automatizada. Contudo, é inegável a necessidade de aprimoramentos desses dispositivos para melhor atender às expectativas dos consumidores, otimizando a experiência de compra e a gestão dos estoques. (Surek *et al.*, 2016)

Ao longo deste trabalho, será conduzido um levantamento bibliográfico para compreender a evolução das máquinas de vendas automática, identificar as tecnologias mais relevantes e explorar cases de sucesso. Nesse contexto, este trabalho propõe explorar e desenvolver um *Minimum Viable Product* (MVP) para uma *vending machine* visando criar um protótipo funcional que incorpora as características essenciais do produto final, permitindo testes e validações antes da implementação completa com sistema projetado para oferecer controle completo e intuitivo sobre operações como estoque, vendas e manutenção, assegurando que administradores possam otimizar a eficiência operacional e financeira destas máquinas. .

1.1 Trabalhos Relacionados

A história e a evolução das *vending machines* são meticulosamente documentadas por Bellis (2019), que oferece uma visão cronológica desde a invenção dessas máquinas até as tendências contemporâneas. Este panorama histórico é vital para entender como se adaptaram as necessidades e tecnologias de cada época, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de novas soluções nesse setor.

Em uma análise mais focada no mercado brasileiro, Surek *et al.* (2016) investigam a adoção e a adaptação desse equipamento no Brasil, destacando o crescimento do setor e identificando oportunidades específicas para inovação no contexto local. Este estudo é crucial para compreender o potencial e se adaptar e prosperar em mercados diversos, como o brasileiro.

A complexidade técnica e os processos de fabricação são detalhados pelo Higuchi (2007), que descreve as etapas de produção e os componentes essenciais desses equipamentos. Essa informação técnica fornece insights valiosos sobre os desafios e considerações na construção, que é fundamental para o desenvolvimento de um novo protótipo.

Gratão (2022) traz um exemplo concreto de inovação no setor, discutindo uma franquia nos EUA que se expandiu para o Brasil, oferecendo produtos inusitados como carne para churrasco. Esse caso ilustra a flexibilidade desse mercado e a capacidade de inovar em termos de produtos oferecidos.

No campo da tecnologia aplicada, segundo Alam (2024) a implementação da Internet das Coisas (IoT), conforme explorado no artigo, demonstra a eficácia da integração de microcontroladores ATmega 2560 e módulos Wi-Fi ESP8266 em dispositivos comerciais. Essa inovação tecnológica permite uma coleta de dados sofisticada, facilitando uma gestão de estoque avançada e a análise precisa das preferências dos usuários. Através de aplicações móveis, as interações dos usuários são digitalizadas, promovendo uma experiência aprimorada

com segurança e conveniência, enquanto a transmissão de dados em tempo real aprimora a eficiência operacional e a resposta às demandas do mercado.

Na interação com o sistema, o React com sua abordagem baseada em componentes, proporciona uma metodologia sólida e expansível para o desenvolvimento de aplicações. Essa estratégia destaca-se especialmente no contexto das *Progressive Web Apps* (PWA), em que a flexibilidade e progressividade são essenciais. A implementação não só realça a funcionalidade e a interatividade dessas aplicações, mas também intensifica o engajamento do usuário, oferecendo experiências digitais de superior qualidade e maior envolvimento. Além disso, um elemento crucial na arquitetura é o ciclo de vida dos componentes, uma faceta que os desenvolvedores devem dominar para maximizar o potencial da ferramenta. Entender esse ciclo permite aos desenvolvedores gerir de forma precisa o comportamento de cada componente, desde sua criação até sua eliminação. Pontes, (2018).

Andrade (2018) ressalta o papel crucial da computação em nuvem na engenharia de aplicações, introduzindo detalhadamente o conceito de *Backend as a Service* (BaaS). Essa tecnologia é enaltecida como uma solução inovadora que permite aos desenvolvedores simplificar a complexidade inerente ao *backend*, concentrando-se primordialmente na lógica empresarial e na interatividade com o usuário. Tal enfoque harmoniza-se perfeitamente com o objetivo de maximizar a eficiência durante o ciclo de desenvolvimento de aplicações. O BaaS se destaca como um pilar fundamental nesse processo, disponibilizando um leque de funcionalidades críticas — incluindo a gestão de dados, a autenticação de usuários e a integração de serviços diversos — que catalisam significativamente tanto o desenvolvimento quanto a execução de iniciativas inovadoras no âmbito da Internet das Coisas (IoT).

O Firebase é apresentado por Andrade (2018) como uma plataforma exemplar de BaaS, destacando-se pela sua capacidade de oferecer uma ampla gama de serviços essenciais para o desenvolvimento de aplicações. Ele proporciona funcionalidades críticas como autenticação de usuários, gerenciamento de banco de dados em tempo real, armazenamento e hospedagem de aplicações. O uso do Firebase facilita a gestão de dados e a comunicação entre o *backend* e o *frontend*, permitindo aos desenvolvedores concentrarem-se na inovação e na entrega de valor ao usuário final, alinhando-se assim com os princípios de eficiência e eficácia no desenvolvimento de aplicações. As funcionalidades oferecidas permitem a criação de interfaces e funcionalidades ricas e responsivas para os usuários. O NoSQL e JSON são destacados por sua flexibilidade e eficiência no gerenciamento de dados, enquanto *frameworks* como angular e ferramentas como Apache Cordova e Ionic são essenciais para o desenvolvimento de aplicações *web* e móveis interativos. A integração dessas tecnologias facilita o desenvolvimento

de aplicações robustas e escaláveis, capazes de atender às necessidades específicas de um projeto de IoT.

A experiência do usuário é um aspecto crucial no design. Ela é abordada por Nielsen e Norman (2000), oferecendo uma base teórica sobre a importância do *design* centrado no usuário. Costa (2015) e Kerschbaumer (2018) fornecem *insights* adicionais sobre os aspectos técnicos que afetam a usabilidade e a funcionalidade das *vending machines*.

Estes trabalhos, abrangendo desde o contexto histórico até as inovações tecnológicas e práticas de desenvolvimento, fornecem uma rica fonte de conhecimento e inspiração para o projeto, orientando a integração de novas tecnologias e a aplicação de princípios de design centrados no usuário para criar uma solução avançada e adaptada às necessidades atuais do mercado.

1.2 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa com o objetivo de projetar, desenvolver um do mínimo produto viável de máquinas automáticas de vendas (*vending machine*) seguirá uma abordagem estruturada e iterativa, visando atender aos objetivos propostos. O processo será dividido em etapas distintas, cada uma com suas atividades específicas.

Uma extensa pesquisa será conduzida para identificar as tecnologias mais adequadas à implementação dessa máquina. Considerou-se soluções para automação, sistemas de pagamento eletrônico, sensores de estoque, e interfaces interativas. A avaliação crítica dessas tecnologias orientará as decisões de design e desenvolvimento

O levantamento bibliográfico preliminar representa uma extensão do estudo exploratório, aprofundando-se na definição do tema. Nesta fase, o foco transcende a mera identificação de máquinas semelhantes àquela desenvolvida no presente trabalho ou a análise do potencial mercadológico.

A elaboração do plano provisório de assunto compreende a estruturação preliminar dos itens e subitens do trabalho. Nesta etapa, ainda não estão completamente delineados todos os elementos necessários para a pesquisa, e o plano definitivo emergirá após as fases de busca de fontes e leitura do material.

A etapa subsequente concentra-se na organização lógica do trabalho, visando alinhar os autores quanto às diretrizes e estilo de escrita. Essa harmonização é crucial para garantir que o texto resulte em uma narrativa fluida e compreensível para leitores externos.

Com base nos requisitos levantados e nas tecnologias selecionadas, será elaborada a arquitetura do sistema. Esta etapa incluirá a definição das funcionalidades essenciais, o layout da interface do usuário e a integração das tecnologias escolhidas. A ênfase será dada à usabilidade, segurança e eficiência operacional.

Serão realizados testes de usabilidade envolvendo usuários reais. Esses testes permitirão avaliar a aceitação, identificar pontos de melhoria na experiência do usuário e validar as decisões de design. Os resultados desses testes orientarão ajustes e refinamentos no protótipo.

1.3 Objetivo geral

O objetivo principal deste projeto é implementar uma solução eficiente para a disponibilização de materiais de escrita essenciais no câmpus,

1.4 Objetivos específicos

- Oferecer acesso conveniente a lápis e borrachas para estudantes e professores.
- Minimizar as interrupções nas atividades educacionais devido à falta de materiais básicos.
- Avaliar a aceitação e a praticidade da máquina automáticas de vendas e pelos usuários do câmpus

Descrição dos Capítulos posteriores

No Capítulo 2- é apresentada a evolução histórica das máquinas de venda automática, destacando os avanços tecnológicos e a adaptação das máquinas às necessidades e tendências de mercado ao longo do tempo.

No Capítulo 3- é apresentado o desenvolvimento do Minimum Viable Product, incluindo design, implementação tecnológica e testes iniciais, focando nas soluções aplicadas para otimizar a funcionalidade e a interatividade das máquinas.

No Capítulo 4 -é apresentada a análise dos resultados obtidos com o protótipo MVP, discutindo a eficácia, a aceitação pelo usuário e as implicações práticas do protótipo desenvolvido.

No Capítulo 5- são apresentadas as conclusões do estudo, onde uma análise geral dos resultados é realizada, e são feitas recomendações para pesquisas futuras e possíveis aprimoramentos nas máquinas de venda automática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda a evolução das máquinas de venda automática, destacando a transição de simples mecanismos a sistemas complexos integrados com avançadas tecnologias de microcontroladores, como o ESP32. Explorando-se a história desses dispositivos desde as inovações de Heron de Alexandria até sua modernização no Japão pós-guerra e expansão no mercado brasileiro, enfatizando como adaptações tecnológicas, como a programação em React.js e o uso de plataformas como Firebase.

2.1 Evolução histórica

De acordo com Higuchi (2007), a história das máquinas de vendas automáticas remonta a 215 a.C. em Alexandria, uma cidade que era um renomado centro de inovação e conhecimento naquela época. O exemplo mais antigo dessas máquinas é atribuído a Heron de Alexandria, que inventou uma máquina que pode ser considerada a primeira máquina de venda automática da história, dispensava uma quantidade controlada de água benta. O mecanismo era relativamente simples, mas inovador para a época.

Na máquina Heron de Alexandria, ao inserir uma moeda, ela ativa um sistema de alavancas que liberava uma quantidade medida de água benta. Ela representava um passo significativo no desenvolvimento de mecanismos automatizados e no conceito de automação de vendas. Embora as máquinas tenham evoluído imensamente desde então, o princípio básico de fornecer bens ou serviços automaticamente em resposta a um pagamento inserido permanece o mesmo como indica Higuchi (2007). A Figura 1 ilustra a primeira máquina de vendas automáticas proposto por Heron de Alexandria.

Figura 1- Primeira máquina de vendas automática



Fonte: Higuchi,(2007)

Segundo o estudo realizado por Higuchi (2007), o pós-guerra no Japão marcou uma era de inovação significativa para as máquinas de venda automática, refletindo a resiliência e o espírito inovador do país. Elas se diversificaram além das bebidas, oferecendo uma vasta gama de produtos e serviços e se tornando um elemento onipresente na vida cotidiana japonesa, continuando a evoluir, adaptando-se às novas tendências e mantendo seu papel como ícones da sociedade japonesa.

No início da década de 1880, Londres, Inglaterra, testemunhou a introdução das primeiras máquinas de venda automática operadas por moedas. Esses dispositivos começaram a proliferar em locais como estações ferroviárias e agências de correios, onde eram utilizados principalmente para a venda de envelopes, cartões postais e papel de carta. Em 1887, surgiu a Sweetmeat Automatic Delivery Co., pioneira na operação dessas máquinas. Já em 1902, na Filadélfia, Pensilvânia, foi inaugurado o Horn & Hardart, um restaurante inovador totalmente automatizado, operado por moedas. A Figura 2, como referido por Bellis em 2019, ilustra este conceito de serviço automático.

Figura 2- Restaurante autosserviço



Disponível em: <https://www.quora.com/How-close-are-we-to-completely-automated-fast-food-restaurants>

O mercado brasileiro mostra-se promissor para a expansão de sistemas automatizados de vendas. Desafios logísticos e questões de segurança e conectividade são evidentes no Brasil, mas também representam oportunidades a serem superadas. Dado o perfil impulsivo do consumidor brasileiro e sua tendência a fazer compras por impulso, esses sistemas estão bem-posicionados para se alinhar com os hábitos locais de consumo. Adaptar-se a esses comportamentos, combinado com estratégias inovadoras, pode ser a chave para liberar o potencial total desse setor em crescimento. O futuro parece promissor, indicando que um entendimento profundo das preferências dos consumidores e a exploração de nichos de mercado inexplorados serão fatores impulsionadores de um crescimento significativo nos próximos anos. (Surek *et al.*, 2016)

As vending machines vão além de simples dispositivos de dispensa, oferecendo serviços diversificados como recarga de celulares, Wi-Fi gratuito e impressão via USB. Integradas com tecnologias utilizando o protocolo IEEE 802.11 e as redes móveis celulares, elas coletam dados para gestão inteligente de estoque e planejamento de reabastecimento. O controle dessas se dá através de um sistema que coordena suas operações e múltiplos métodos de pagamento, incluindo transações sem dinheiro, facilitando a experiência do usuário. Essa evolução reflete o aproveitamento de avanços tecnológicos e estratégias de engajamento do consumidor, alinhando-se com as tendências globais de digitalização e inovação em sistemas ciber-físicos e na internet, visando otimizar o desempenho e a interatividade desses dispositivos (Gratão, 2022).

2.2 Micro controladores

Os micro controladores desempenham um papel crucial no campo dos sistemas embarcados, sendo utilizado em uma ampla variedade de dispositivos eletrônicos. Estes componentes compactos integram em um único *chip* uma unidade central de processamento Central Processing Unit (CPU), memória, periféricos de entrada e saída, além de interfaces de comunicação como pode ser observado na Figura 3 microcontrolador. Sua versatilidade os torna ideais para aplicações que requerem controle dedicado e eficiente, encontrando aplicações em setores como automação residencial, dispositivos médicos, sistemas automotivos e, relevante para este estudo, em máquinas de venda automática. Destacam-se pela sua capacidade de executar tarefas específicas de maneira autônoma, permitindo a construção de sistemas embarcados eficientes e de baixo custo. Sua arquitetura integrada simplifica a implementação de funções específicas, tornando-os fundamentais para o desenvolvimento de sistemas dedicados, como o controle de sensores e atuadores em máquinas de venda automática (Kerschbaumer, 2018).

Figura 3 microcontrolador



Fonte: Autoria própria, (2023)

A eficiência no consumo de energia é uma característica distintiva dos microcontroladores, garantindo um funcionamento otimizado e adaptado a ambientes onde recursos energéticos são limitados. A sua presença é notável em sistemas de baixa potência que requerem operação contínua, como os encontrados em dispositivos portáteis e em máquinas autônomas de venda. A escolha do microcontrolador adequado para uma aplicação específica é crucial. A variedade de modelos disponíveis no mercado, cada um com características distintas, exige uma análise cuidadosa para atender aos requisitos específicos do sistema embarcado. Questões como arquitetura, capacidade de processamento, tamanho de memória e periféricos integrados desempenham um papel fundamental nesse processo de seleção (Kerschbaumer, 2018).

2.3 ESP32

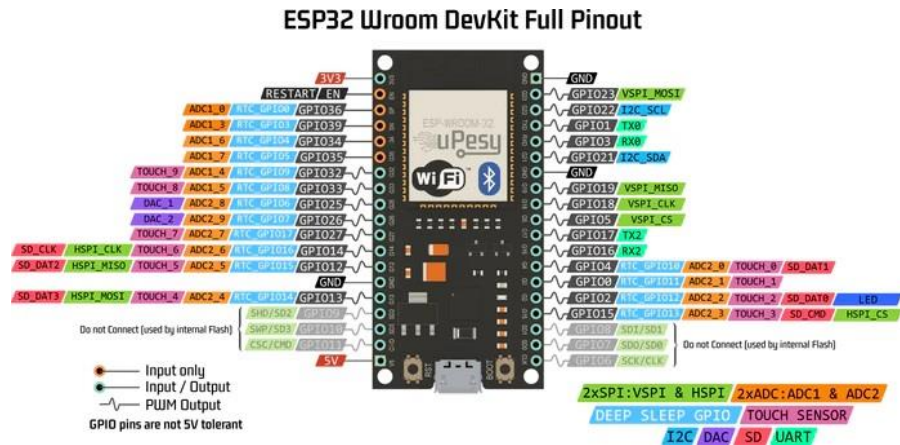
De acordo com Santos 2024 O microcontrolador ESP32, desenvolvido pela Espressif Systems, destaca-se no mercado tecnológico desde sua introdução em 2016, sendo reconhecido por sua robustez e funcionalidades avançadas. Este dispositivo tem sido amplamente valorizado por suas características de velocidade de processamento, acessibilidade e, notavelmente, sua conectividade, com ênfase em sua compatibilidade com redes Wi-Fi.

Entre as especificações técnicas do ESP32, destacam-se sua tensão de operação de 3.3 V, 520 Kb de memória RAM, a presença de 34 GPIOs e 7 entradas conversoras analógico/digital, enfatizando sua superioridade em relação a dispositivos como o Arduino (Santos, 2024)

No estudo desenvolvido por Hercog et al. (2023), o ESP32 é destacado como um microcontrolador fundamental em projetos de Internet das Coisas (IoT), evidenciando sua relevância em diversos setores, incluindo o educacional. Este microcontrolador se distingue por sua conectividade integrada, desempenho de processamento e eficiência energética, características essenciais para a implementação efetiva de soluções em IoT. Além disso, a vasta gama de pinos de entrada/saída e a robusta comunidade de suporte fortalecem seu papel como uma ferramenta educativa e de desenvolvimento (Hercog et al., 2023).

No entanto, apesar de suas vantagens, o ESP32 apresenta limitações, como restrições de memória e desafios na gestão de energia, que podem impactar seu uso em aplicações mais exigentes. A complexidade inerente ao dispositivo pode representar uma curva de aprendizado para novatos, enquanto a confiabilidade em ambientes industriais ou críticos pode exigir avaliações adicionais (Hercog et al., 2023). A Figura 4 mostra a pinagem da ESP32 Dev kit V1.

Figura 4- Pinagem da ESP32 Dev Kit V1



Fonte: <https://www.upesy.com/blogs/tutorials/esp32-pinout-reference-gpio-pins-ultimate-guide#>

Na Tabela 1, destacam-se as especificações do microcontrolador ESP32, que evidenciam sua superioridade em termos de conectividade e capacidades de processamento. Com dois módulos de comunicação sem fio integrados, Wi-Fi e Bluetooth, o ESP32 oferece uma plataforma versátil para o desenvolvimento de projetos em Internet das Coisas (IoT). Suas amplas funcionalidades e extensa gama de pinos GPIO, embora requeiram atenção às suas especificidades, como os pinos dedicados à memória flash e os pinos de strapping, fazem do ESP32 uma escolha robusta e eficaz para aplicações avançadas e inovadoras no campo da tecnologia. (Santos, 2019).

Tabela 1 - Tabela de detalhes do esp32

Especificações Detalhes	Detalhes
Tensão	3.3 V
Memória RAM	520 Kb
Processador	32 bits
GPIOs	34
Entradas conversoras Analógico/Digital	7

Fonte: Santos,(2019)

A programação do ESP32 destaca-se pela sua flexibilidade e acessibilidade, sendo possível através de diversas plataformas de desenvolvimento, com destaque para a utilização do C/C++ no *Software Development Kit* (SDK) da Espressif ou no amplamente reconhecido

Arduino IDE. A conectividade sem fio embutida no ESP32 permite uma programação remota eficiente, aproveitando funcionalidades como o Wi-Fi, o que amplia significativamente as possibilidades de aplicação deste micro controlador em projetos inovadores. Considerando esses aspectos, o ESP32 se mostra uma opção viável e eficaz para o desenvolvimento de projetos de automação residencial que demandam baixo custo e alta conectividade, oferecendo uma integração robusta e versátil com os componentes do sistema. (Hercog et al., 2023).

2.4 Programação (troca o nome da seção)

O destaque na eficiência operacional não apenas visa otimizar o abastecimento e a manutenção das máquinas, mas também promove uma gestão mais sustentável e econômica. Ao minimizar desperdícios, reduzir custos logísticos e melhorar a previsão de demanda, a telemetria emerge como uma ferramenta estratégica para operadores que buscam maximizar seus recursos. Além disso, a ênfase nos pagamentos sem dinheiro não só alinha as máquinas de venda automática com as tendências globais, mas também responde à crescente preferência do consumidor por transações rápidas, seguras e sem contato físico. Isso não apenas contribui para a conveniência do cliente, mas também abre novas oportunidades de negócios. A visão de uma "Internet das máquinas de venda automática" transcende a conectividade básica, sugerindo uma transformação mais profunda na interação entre máquinas e consumidores. Essa integração mais ampla não apenas melhora a acessibilidade aos produtos, mas também cria um ambiente onde as máquinas podem aprender com os padrões de consumo, antecipando as necessidades dos usuários e oferecendo uma experiência personalizada. (Silva.t, 2023)

A disparidade entre os mercados desenvolvidos e o japonês destaca a complexidade da adoção global, enfatizando a importância de abordagens adaptativas. O Brasil, com sua diversidade cultural e econômica, requer estratégias específicas para ganhar aceitação e, finalmente, impulsionar a adoção massiva da telemetria em máquinas de venda automática. Este é um caminho que exige colaboração entre empresas, reguladores e a comunidade, buscando alinhar interesses e superar desafios de maneira holística. (Silva.t, 2023)

A integração eficiente de sensores e atuadores em máquinas de venda automática desempenha um papel vital na automação e na otimização operacional desses dispositivos.

Segundo Lee e Kim (2014), sensores desempenham um papel crucial na coleta de dados relevantes para o funcionamento da máquina. Sensores de presença podem ser utilizados para detectar a chegada de usuários, desencadeando a ativação dos componentes da máquina

somente quando necessário. Além disso, sensores de luz e câmeras podem ser implementados para monitorar a disponibilidade de produtos e otimizar o abastecimento.

De acordo com Patel et al. (2018) atuadores, por outro lado, são essenciais para realizar ações físicas com base nas informações coletadas pelos sensores. Um exemplo prático é o atuador de dispensação, que libera os produtos selecionados pelo usuário, a eficiência desse processo é aprimorada quando atuadores de alta precisão e resposta rápida são utilizados, garantindo uma experiência do usuário suave e eficaz.

A constante evolução da tecnologia de sensoriamento, como discutido por Dargie e Poellabauer (2010), abre espaço para a implementação de sensores mais avançados, como RFID de longo alcance, sensores de peso e sensores de imagem para reconhecimento de produtos. Essas inovações contribuem para a precisão na detecção de itens e para uma gestão de inventário mais eficiente.

2.4.1 Experiência do usuário

A experiência do usuário (UX) desempenha um papel fundamental no sucesso e na aceitação de sistemas de *vending machine*. A revisão deste aspecto crucial destaca a importância de criar interfaces intuitivas e eficazes para proporcionar uma interação harmoniosa entre os usuários e as máquinas de venda automática (Norman, Nielsen, 2000).

Estudos como o de Norman e Nielsen (2000) ressaltam que a concepção de uma interface centrada no usuário é essencial para garantir uma experiência positiva. A disposição lógica dos itens na tela, a clareza das informações e a simplicidade na execução de transações são elementos que influenciam diretamente na satisfação do usuário. A aplicação de princípios de design responsivo e adaptativo é crucial para atender às diversas necessidades dos usuários.

A personalização da interface com base em variáveis como preferências culturais, idioma e requisitos de acessibilidade contribuem para a inclusão e uma experiência mais amigável. A implementação de *feedback* visual e auditivo também se destaca como uma estratégia eficaz. Sinais visuais claros, como luzes indicativas, e sons *feedback* durante a seleção de produtos e transações transmitem ao usuário informações cruciais sobre o status da operação, melhorando a compreensão e confiança no sistema. Avaliações contínuas da UX, incorporando *feedback* de usuários reais, são fundamentais para aprimorar constantemente a interface das *vending machines*. Ferramentas como pesquisas de satisfação do usuário, análises de dados de interação e testes de usabilidade são métodos eficazes para compreender as expectativas e necessidades dos usuários.

A integração de tecnologias inovadoras, como reconhecimento facial e pagamento biométrico, pode elevar ainda mais a experiência do usuário, proporcionando conveniência e segurança. No entanto, é crucial equilibrar a inovação com a familiaridade, garantindo que novas funcionalidades não prejudiquem a usabilidade para usuários menos familiarizados com tecnologias avançadas.

2.5 React

O React.js destaca-se como uma das bibliotecas JavaScript mais eficientes e poderosas para o desenvolvimento de interfaces de usuário interativas, especialmente devido à sua capacidade de modularizar a construção das aplicações web através de componentes reutilizáveis e independentes. Essa estratégia de componentização não só facilita a manutenção do código e promove a reutilização eficiente de componentes, mas também simplifica a colaboração em projetos grandes, onde diferentes equipes podem trabalhar em componentes distintos sem interferência. Meta (2024).

Figura 5 logo React



Fonte: Meta (2024)

2.5.1 Componentes e JSX

Dentro do ecossistema *React*, os componentes representam os blocos construtivos elementares que facilitam a modularização e a reutilização de código, promovendo uma abordagem declarativa para a definição da UI. Esses componentes podem ser categorizados em duas vertentes principais: os componentes de classe e os funcionais. Com a introdução e adoção dos Hooks no *React* 16.8, observa-se uma evolução significativa na maneira como os componentes funcionais são percebidos e utilizados, proporcionando uma alternativa mais concisa e moderna em relação aos tradicionais componentes de classe (Pontes, 2018).

O JSX, por sua vez, representa uma extensão sintática para *JavaScript*, que permite a integração HTML no código, facilitando assim a descrição da estrutura da UI de maneira intuitiva e legível. Essa sintaxe, ao combinar a marcação com a lógica de construção da interface, não somente aprimora a clareza e expressividade do código, mas também consolida a coesão entre a estrutura e o comportamento dos componentes (Pontes, 2018).

A transformação do JSX em código compreensível pelos navegadores é efetuada através de ferramentas de compilação como o Babel, que converte o JSX em chamadas `React.createElement`. Este processo de transpilação é integrado ao fluxo de desenvolvimento, garantindo que o código JSX seja adequadamente interpretado e executado em ambientes de navegador (Pontes, 2018)

2.5.2 Estado e Ciclo de Vida

O gerenciamento de estado é uma das características mais poderosas do React, permitindo que componentes mantenham e modifiquem seu estado interno ao longo do tempo. O uso de Hooks, introduzido no React 16.8, representa uma evolução significativa nesse gerenciamento, possibilitando o uso de estado e outros recursos do React em componentes funcionais sem a necessidade de classes. O `useState`, um dos Hooks fundamentais, facilita a criação e manipulação de estados dentro dos componentes funcionais, promovendo um código mais conciso e legível (Pontes, 2018).

O ciclo de vida de um componente em React define os vários estágios pelos quais um componente passa desde sua montagem no DOM até sua desmontagem. Em componentes de classe, o ciclo de vida é gerenciado por métodos específicos como `componentDidMount`, `componentDidUpdate`, e `componentWillUnmount`. Com a introdução dos Hooks, em particular o `useEffect`, é possível simular esses métodos em componentes funcionais, permitindo a execução de efeitos colaterais e a interação com o ciclo de vida de uma forma mais moderna e funcional (Pontes, 2018).

2.5.3 Reusabilidade de Componentes

A reusabilidade de componentes é um pilar na interface de aplicações, permitindo que desenvolvedores construam elementos de UI modulares que podem ser reutilizados em diversos contextos dentro da aplicação. Pontes 2018 destaca técnicas e práticas para desenhar componentes com interfaces bem definidas e isoladas, o que facilita sua reutilização sem efeitos colaterais, contribuindo para a manutenção e escalabilidade do código.

A obra também oferece exemplos práticos que ilustram como componentes podem ser projetados para serem reutilizáveis, demonstrando a aplicação desses conceitos em um contexto real de desenvolvimento. Esses exemplos fornecem insights valiosos sobre como estruturar o código de maneira que os componentes possam ser facilmente adaptados e reutilizados,

maximizando a eficiência do desenvolvimento e mantendo a consistência visual e funcional da aplicação (Pontes, 2018).

Ao adotar práticas de reusabilidade, os desenvolvedores podem significativamente reduzir a redundância no código, facilitar atualizações e melhorias, e promover uma base de código mais limpa e fácil de manter. Este subtopico do livro oferece uma orientação essencial para aproveitar ao máximo os benefícios da reusabilidade de componentes no desenvolvimento.

2.5.4 Integração com TypeScript

O TypeScript é um superset de JavaScript, foi desenvolvido pela Microsoft e lançado em 2012 com a intenção explícita de adicionar tipagem estática à linguagem JavaScript. Esta adição não é trivial; ela transforma a abordagem de desenvolvimento ao exigir que os desenvolvedores definam explicitamente o tipo de cada variável. Esse rigor ajuda a identificar e corrigir erros já na fase de desenvolvimento, antes mesmo que o código seja executado. Tal característica é particularmente valiosa para o desenvolvimento de aplicações grandes e complexas, onde a organização e manutenção do código são cruciais. (Adriano, 2021)

Figura 6 Logo typescript



Fonte : Adriano, 2021

A flexibilidade do JavaScript, embora seja uma das suas maiores vantagens, também apresenta desafios significativos, especialmente em projetos de grande escala. Essa flexibilidade pode, inadvertidamente, facilitar a introdução de bugs e erros no código. Aqui, o TypeScript se destaca ao mitigar esses problemas através de sua tipagem estática, que serve como uma camada adicional de verificação de erro durante o desenvolvimento. Ao capturar erros no início do processo de desenvolvimento, o TypeScript não só economiza tempo e recursos em testes e depuração mas também eleva a qualidade geral do *software* desenvolvido (Adriano, 2021).

2.6 Firebase

O firebase é uma plataforma desenvolvida pelo Google, destinada a facilitar o desenvolvimento de aplicativos *web* e móveis. Sua abordagem integrada oferece uma gama de ferramentas e serviços que visam simplificar, acelerar e aprimorar o processo de desenvolvimento e operação de aplicativos. A plataforma proporciona soluções robustas para problemas comuns de desenvolvimento, como autenticação de usuários, armazenamento de dados, comunicação em tempo real, análise de uso, e muito mais, permitindo aos desenvolvedores focar na criação de experiências de usuário envolventes e inovadoras. (SILVA, 2023)

Figura 7 Logo firebase



Fonte: GOOGLE, 2023

Desde a sua concepção, o Firebase tem evoluído significativamente, ampliando seu escopo e capacidade de atender às necessidades complexas do desenvolvimento de aplicativos modernos. Inicialmente focado em fornecer uma solução de sincronização e armazenamento de dados em tempo real, expandiu sua oferta para incluir uma série de serviços integrados que abordam diversas facetas do ciclo de vida do desenvolvimento de aplicativos. Esta evolução reflete o compromisso contínuo em fornecer uma plataforma holística que não apenas resolve desafios técnicos, mas também contribui para o sucesso estratégico dos aplicativos. (GOOGLE, 2023)

De acordo com Andrade (2018), o papel fundamental do Firebase no ecossistema de desenvolvimento de aplicativos, reforçando que essa plataforma oferece uma infraestrutura confiável e escalável que permite aos desenvolvedores inovar e responder rapidamente às mudanças do mercado. Ao eliminar a necessidade de gerenciar a infraestrutura de *backend*, possibilita que as equipes de desenvolvimento se concentrem em aprimorar a funcionalidade e a experiência do usuário, acelerando o tempo de lançamento no mercado e melhorando a qualidade dos aplicativos *web* e móveis.

O serviço de autenticação oferecido pelo Firebase simplifica o processo de gestão de usuários ao oferecer autenticação fácil e segura, suportando uma ampla gama de provedores de identidade e métodos de login, como e-mail e senha, autenticação por telefone, e *logins* via

Google, Facebook e mais. Essa funcionalidade é crucial para criar uma base de usuários segura e confiável, além de personalizar a experiência do usuário com base em seus perfis, Andrade (2018).

No firebase a hospedagem é projetada para ser rápida e segura, facilitando a implantação de aplicações *web* com uma configuração mínima. Este serviço de hospedagem é otimizado para sites modernos, suportando conteúdo dinâmico e estático com entrega eficiente e segurança robusta, além disso, oferece Funções em Nuvem, que permitem aos desenvolvedores escrever código *backend* personalizado que é executado em resposta a eventos acionados pela própria plataforma e por serviços do *Google Cloud*, proporcionando uma maneira escalável e gerenciada de integrar lógica complexa em suas aplicações, (GOOGLE, 2023).

2.6.1 Firebase Realtime Database

O Firebase Realtime Database é uma base de dados NoSQL oferecida pela plataforma, que permite o armazenamento e a sincronização de dados em tempo real entre os usuários de uma aplicação, funciona armazenando dados em formato JSON e sincronizando essas informações em tempo real para todos os clientes conectados. Quando qualquer dado é alterado, todos os usuários recebem essa atualização quase instantaneamente. Isso é realizado através de conexões WebSocket, que são mais eficientes que as tradicionais requisições HTTP, pois mantêm uma conexão persistente entre o cliente e o servidor, Andrade (2018).

Também de acordo com Andrade (2018), diferentemente dos bancos de dados tradicionais, que requerem polling ou verificações periódicas para atualizações, o Realtime Database proporciona uma abordagem mais dinâmica e interativa, ideal para aplicações que exigem resposta imediata a mudanças de dados. Além disso, sua estrutura baseada em JSON e a capacidade de integrar regras de segurança diretamente no banco de dados facilitam o desenvolvimento e a manutenção de aplicações seguras e escaláveis.

No contexto de aplicações IoT, a "Internet das Coisas" (IoT) e a troca de dados "em tempo real" são fundamentais para a comunicação e sincronização eficiente entre dispositivos e um servidor central. Essa interação imediata é crucial para o monitoramento, controle de dispositivos e agregação de dados, minimizando a latência nas comunicações e permitindo respostas rápidas essenciais para automação residencial, monitoramento de saúde e aplicações industriais IoT (Melo, 2024).

2.6.2 Autenticação com Firebase

O sistema de reconhecimento de identidade do usuário é crucial para a segurança e personalização das aplicações modernas. O Firebase Authentication suporta diversos métodos de login, incluindo autenticação baseada em e-mail e senha e integração com provedores de identidade federada, como Google, Facebook, Twitter e GitHub, entre outros . Proporcionando aos desenvolvedores um meio eficiente e seguro para gerenciar usuários. A autenticação baseada em e-mail e senha permite a criação e o gerenciamento de contas de usuário diretamente dentro do ambiente Firebase, enquanto a integração com provedores federados oferece uma experiência de login simplificada, utilizando as credenciais existentes dos usuários em outras plataformas, (GOOGLE, 2023).

Além disso, o Firebase Authentication se integra perfeitamente com outros serviços do Firebase, como o Realtime Database e o Cloud Storage, permitindo regras de acesso baseadas na autenticação do usuário. Isso facilita a criação de experiências de usuário personalizadas e seguras, onde os dados podem ser protegidos e acessados com base no status de autenticação do usuário . Andrade (2018).

2.6.3 Firebase e IoT

Além das vantagens mencionadas, firebase apresenta-se como uma plataforma robusta que pode ser integrada com dispositivos IoT para facilitar a coleta de dados, controle remoto e monitoramento em tempo real. Essa integração permite que os dispositivos IoT se conectem diretamente, enviando dados em tempo real para a nuvem, o que possibilita o monitoramento e a análise instantâneos desses dados. Essa característica é vital em aplicações IoT, onde a rapidez na transmissão e processamento de dados pode ser crucial para a tomada de decisões e para ações automatizadas. Com dispositivos IoT enviando dados continuamente para o Firebase, os desenvolvedores e usuários finais podem se beneficiar de um sistema de coleta de dados em tempo real, (Melo, 2024).

O Firebase também viabiliza o controle remoto de dispositivos IoT. Por exemplo, em uma casa inteligente, dispositivos como termostatos, luzes e câmeras podem ser controlados à distância por meio de um aplicativo móvel que interage com o Firebase. Isso não só traz conveniência para o usuário final, mas também abre possibilidades para a automação residencial avançada, onde os dispositivos podem ser programados para reagir a certos eventos ou dados em tempo real, (Melo, 2024).

A aplicabilidade do Firebase estende-se por diversos setores que se beneficiam da IoT. Na agricultura, por exemplo, o Firebase pode ser utilizado para monitorar as condições do solo e do clima, otimizando o uso de recursos e melhorando a produção. Na saúde, dispositivos de monitoramento de pacientes podem enviar dados diretamente para o Firebase, permitindo que profissionais da saúde acompanhem o estado dos pacientes em tempo real, mesmo à distância.

A integração do Firebase com soluções IoT oferece vantagens significativas, como a escalabilidade, que permite o gerenciamento de uma grande quantidade de dispositivos e fluxos de dados. A segurança é outro ponto forte, já que o Firebase fornece ferramentas robustas para a proteção dos dados. Além disso, a plataforma simplifica o desenvolvimento de aplicações IoT, reduzindo o tempo e o custo, e permitindo que os desenvolvedores se concentrem na inovação e na criação de valor, (Melo, 2024).

3 RESULTADO E DISCUSSÕES

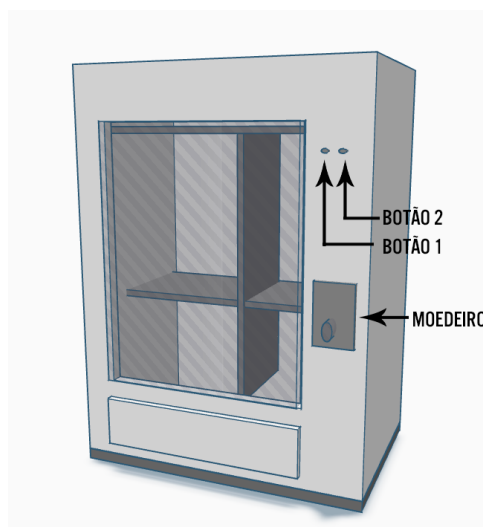
Este capítulo detalha meticulosamente a construção de um protótipo, começando com o planejamento e design em *Tinkercad*, passando pela escolha de materiais e integração de componentes eletrônicos, até o desenvolvimento do *hardware* e a aplicação *web*. Destacamos o uso do microcontrolador ESP32 e as tecnologias de software como *React* e *Firebase*, que juntas fornecem uma base robusta para funcionalidades avançadas e gestão de dados em tempo real. Através deste processo, exemplificamos como a integração de design inovador, escolha estratégica de materiais e tecnologias de ponta podem criar uma solução de *vending machine* que não só atende às necessidades operacionais modernas, mas também eleva a experiência do usuário final, demonstrando o potencial da IoT em sistemas automatizados de vendas.

3.1 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

3.1.1 Modelagem

Utilizando o *Tinkercad*, desenvolvemos um protótipo digital 3D do nosso dispositivo de dispensação automatizado, o que permitiu uma visualização detalhada e uma análise precisa de sua estrutura e funcionalidade.. Essa etapa de modelagem é fundamental, pois valida o conceito antes da transição para a prototipagem física, garantindo que o design atenda às necessidades operacionais e às expectativas dos usuários, além de estabelecer uma base sólida para futuras melhorias e desenvolvimento.

Figura 8 modelagem do protótipo



Fonte: Autoria própria, (2023)

3.1.2 Seleção de Materiais

A reconstrução do protótipo começou com um planejamento meticuloso, onde a estrutura foi projetada com dimensões específicas para otimizar o uso do espaço interno e garantir a eficiência operacional do dispositivo. As dimensões finais escolhidas foram 20 cm de altura, 30 cm de profundidade e 5 cm de largura. Essa configuração foi determinada após uma cuidadosa análise, que considerou a melhor disposição dos componentes eletrônicos e mecânicos dentro do protótipo.

Na montagem inicial, utilizou-se chapas de compensado, conhecidas por sua durabilidade e facilidade de trabalho. Estas chapas foram cortadas e montadas para formar a carcaça principal do protótipo. Cada nível dentro da estrutura foi projetado para suportar diferentes sistemas: um nível para o microcontrolador ESP32, que gerencia todas as funções eletrônicas e de comunicação do protótipo; um segundo nível para os componentes eletrônicos, incluindo a fonte de alimentação de 24V; e áreas adicionais para facilitar o acesso e a manutenção dos sistemas.

O *layout* interno foi estrategicamente organizado para garantir uma distribuição equilibrada de peso, essencial para a estabilidade e operacionalidade do protótipo. Este *design* considerado também facilita futuras expansões ou modificações, permitindo que atualizações e manutenções sejam realizadas de maneira eficiente e com mínimo impacto na funcionalidade geral do dispositivo.

3.1.3 Módulo Relé 4 Canais

O Módulo Relé 4 Canais desempenha um papel crucial na interface entre microcontroladores e dispositivos que operam com altas cargas. Neste contexto, ao integrar o módulo com um microcontrolador ESP, os pinos 23 e 22 são utilizados para enviar os comandos que ativam os relés. Por sua vez, esses relés permitem o controle de dispositivos mais robustos, como motores. No caso específico, o motor é alimentado através de um regulador de tensão CI 7812, que estabiliza a corrente em 12 volts, garantindo que o motor opere de maneira segura e eficiente. Essa configuração não apenas simplifica o processo de controle de cargas elétricas mais altas, mas também protege o circuito e o microcontrolador de sobrecargas, ilustrando a eficácia e a necessidade de componentes como o Módulo Relé 4 Canais e o regulador CI 7812 em projetos de automação e controle eletrônico.

Figura 9 Módulo Relé 4 Canais



Fonte: Autoria própria, (2023)

3.1.4 Botões

Essencial uma implementação cuidadosa de técnicas de entrada digital. Este ensaio examina especificamente a configuração de botões de entrada com resistores de *pull-up* internos e a técnica de *debouncing* para mitigar os efeitos de oscilações mecânicas conhecidas como "*bouncing*".

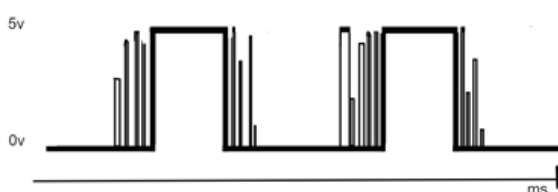
A escolha de utilizar a configuração INPUT_PULLUP nos pinos de entrada para botões no ESP32 é determinada pela simplicidade e eficácia que oferece. Ao ativar os resistores de pull-up internos, os pinos são conectados ao VCC (alta tensão) através de um resistor interno. Isso significa que, na ausência de uma ação externa, os pinos lerão um estado HIGH (alto), uma configuração que naturalmente evita estados indeterminados ou flutuantes, que poderiam

ocorrer se os pinos fossem deixados desconfigurados (floating). Quando um botão é pressionado, ele faz um curto-circuito entre o pino de entrada e o GND (terra), superando a resistência do pull-up e puxando o estado do pino para LOW (baixo). Essa transição direta de HIGH para LOW é prontamente detectável pelo microcontrolador, que pode então interpretar esse evento como um comando para realizar uma ação específica.

No entanto, o uso de botões mecânicos introduz um desafio significativo devido ao fenômeno de bouncing. Quando um botão é pressionado ou liberado, as partes metálicas internas fazem contato repetido de forma rápida e inconsistente antes de se estabilizar, causando múltiplas transições rápidas entre os estados HIGH e LOW. Se não for gerenciado, o bouncing pode levar a múltiplas ativações indesejadas e comportamentos erráticos.

Para resolver isso, a técnica de debouncing é implementada. *O debouncing no software* envolve a introdução de um atraso (definido aqui como `DEBOUNCE_TIME`, 200 milissegundos), durante o qual qualquer leitura subsequente do estado do botão é ignorada após uma mudança inicial. Isso permite que apenas transições estáveis e intencionais sejam reconhecidas como válidas. Por exemplo, ao pressionar um botão para dispensar um produto, o sistema espera que o estado de baixa pressão se mantenha consistente por um intervalo definido antes de executar a ação, garantindo que a resposta do sistema à entrada do usuário seja deliberada e livre de erros.

Figura 10 Ilustração do bouncing



FONTE: Eletrogate ,2021

3.1.5 Moedeiro

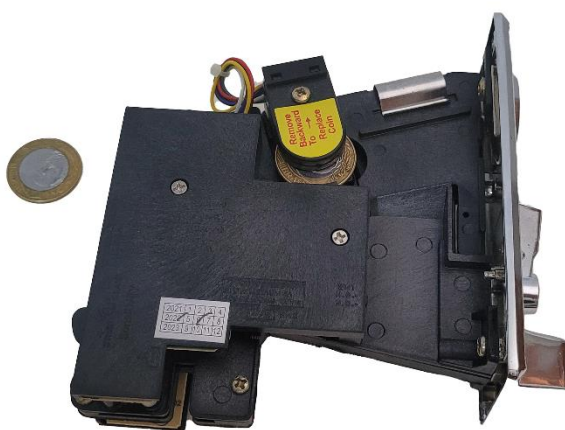
Ao conectar o moedeiro à porta D5 do ESP32, estabelecemos uma comunicação direta que permite ao dispositivo detectar sinais digitais cada vez que uma moeda é inserida. Para validar a configuração, utilizamos uma moeda e um real como referência de comparação com pode ser observado na Figura 10 Moedeiro. Essa abordagem identifica instantaneamente o valor monetário, convertendo-o em créditos.

A decisão de calibrar o moedeiro para aceitar somente moedas de um real é uma estratégia que visa simplificar a tecnologia empregada no dispositivo. Essa escolha técnica possui implicações significativas para a eficiência operacional e econômica do sistema. Primeiramente, ao limitar a detecção para uma única denominação monetária, reduz-se a necessidade de um sistema complexo capaz de identificar e validar múltiplas denominações, o que por sua vez diminui os custos associados à manutenção e melhora a durabilidade do dispositivo.

Além disso, a calibragem para uma única moeda assegura que todas as transações sejam processadas com alta precisão, eliminando a possibilidade de erros de contagem e diminuindo significativamente os riscos de fraudes. A precisão na detecção e processamento das moedas garante que o valor inserido seja exatamente o valor reconhecido pelo sistema, conferindo uma robustez adicional no controle das transações.

A programação foi ajustada para monitorar continuamente essa entrada, onde os pulsos elétricos são interpretados como inserções de moeda. Além disso, um algoritmo de debouncing foi implementado para filtrar ruídos e evitar interpretações errôneas, garantindo a precisão e confiabilidade de cada transação.

Figura 11 moedeiro



Fonte: Autoria própria, (2023)

3.1.6 Fluxograma do código contido no esp32

Para garantir uma compreensão abrangente do sistema por microcontrolador ESP32, é essencial analisar um fluxograma detalhado que ilustre não apenas as funcionalidades individuais, mas também como elas se integram para formar um sistema coeso e funcional.

O código implementado no ESP32 é crucial, pois gerencia a interação entre *hardware* e *software*, conectividade de rede, e a lógica de negócios, que são os pilares para a funcionalidade do aparelho. A clareza em cada etapa do processo, desde a inicialização até a execução de vendas, é fundamental para o sucesso operacional do sistema como podemos ver na imagem a seguir Figura 10 Fluxograma vendig machine.

Inicialização e Configuração: A fase inicial é vital para a estabilidade do sistema. Aqui, a configuração precisa dos GPIOs para motores e botões, juntamente com a inicialização das comunicações serial e Wi-Fi, são passos que, se mal executados, podem levar a falhas frequentes ou dificuldades de conexão, comprometendo a funcionalidade da máquina.

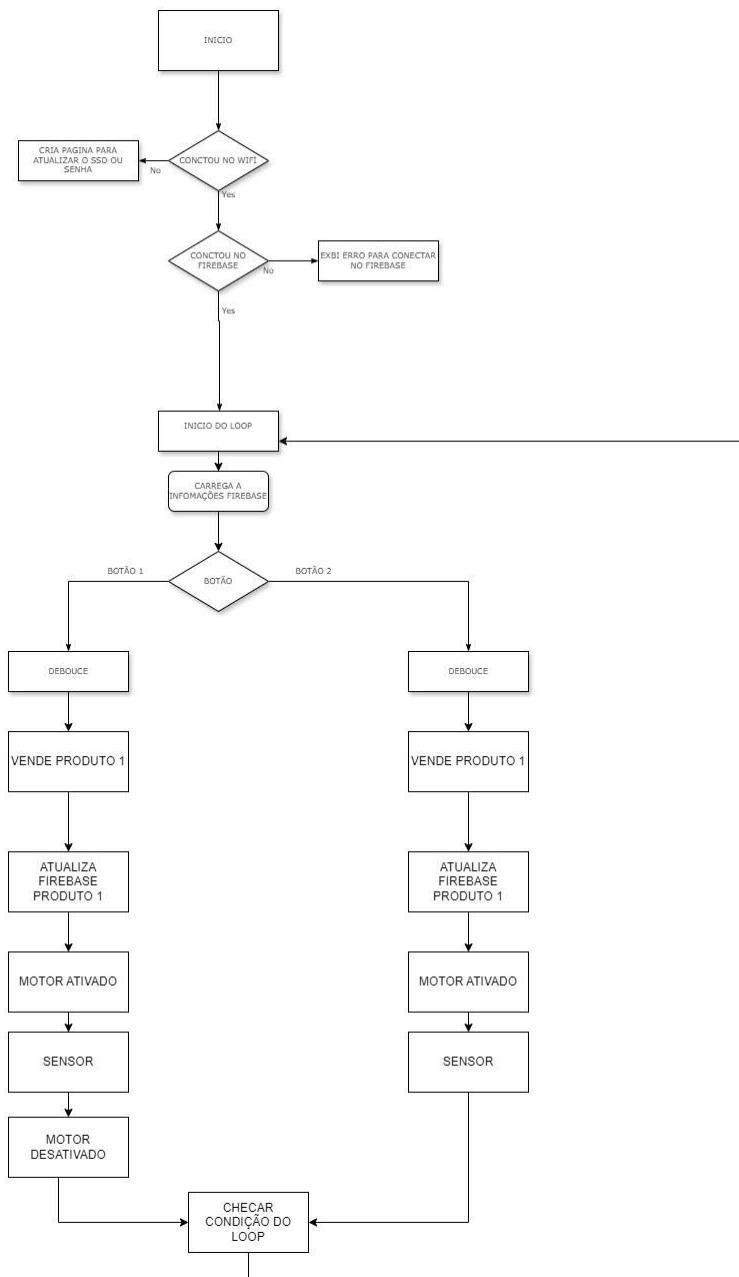
Integração com Firebase: A escolha de integrar o Firebase como backend não é trivial. Esta plataforma não apenas simplifica o armazenamento e acesso a dados em tempo real mas também facilita a escalabilidade do sistema. A decisão de armazenar dados de produtos no Firebase permite atualizações em tempo real sem interrupção do serviço, o que é um argumento forte para a sua utilização em ambientes comerciais onde a disponibilidade constante é crucial.

Debouncing de Botões: Sem essa funcionalidade, o sistema poderia registrar múltiplas entradas para um único pressionamento de botão, resultando em transações duplicadas e uma experiência de usuário comprometida.

Gerenciamento de Inventário e Vendas: O processo que conecta a ação do usuário (pressionar um botão) ao resultado final (a entrega do produto) é crítico. A lógica para verificar estoque, ativar motores e atualizar dados no Firebase deve ser infalível para evitar vendas sem estoque ou inconsistências nos dados. Este fluxo de operações não apenas garante a satisfação do usuário mas também mantém a integridade dos dados de vendas, cruciais para análises de negócios.

Monitoramento e Atualização contínua: Por fim, a capacidade de monitorar o sistema em operação e realizar atualizações conforme necessário (tanto no *software* quanto no *hardware*) é um aspecto argumentativa mente vital para a manutenção da relevância e eficácia do sistema no longo prazo.

Figura 12 fluxograma



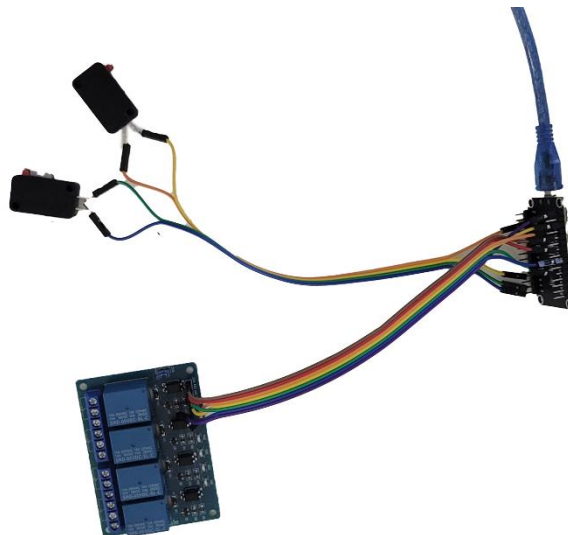
Fonte: Autoria própria, (2023)

3.1.7 Prototipagem de hardware

Após cuidadosa seleção dos componentes eletrônicos, iniciamos a fase de prototipagem do hardware. Utilizando um *jumper*, realizamos todas as conexões necessárias entre os componentes. Este método de montagem temporária permitiu testes e ajustes rápidos, essenciais para validar o funcionamento do sistema antes de uma implementação mais permanente em

uma PCB sem perfurada. Cada etapa do processo de conexão e os resultados obtidos podem ser visualizados na

Figura 13 Conexão dos dispositivos



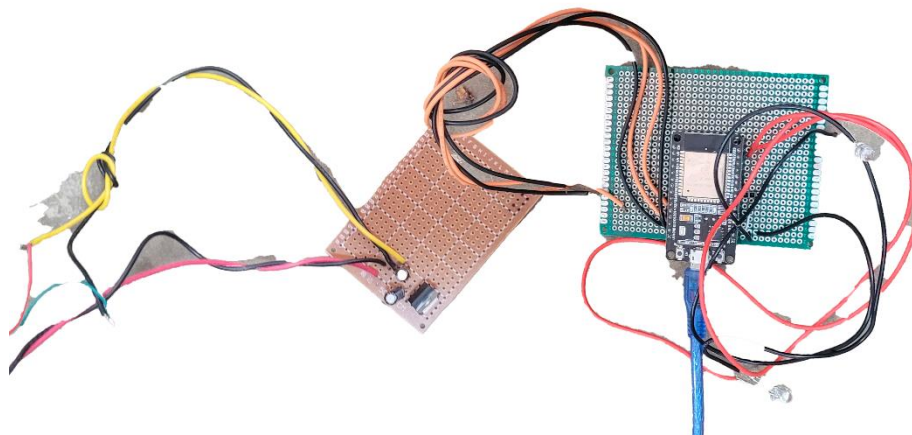
Fonte: Autoria própria, (2023)

3.1.8 Montagem do hardware

No início do projeto, a primeira etapa consistiu em soldar uma barra de pinos fêmea na placa de circuito, o que facilitou a conexão com o micro controlador ESP32. Após estabelecer essa conexão principal, prosseguimos soldando fios de *jumper* em uma placa secundária que incorporava o circuito integrado CI7812. Este componente é crucial, pois é responsável por fornecer a tensão adequada para alimentar o moedeiro.

Com a alimentação assegurada pelo CI7812, fornecendo a devida tensão para moedeiro consegui conectar o moedeiro ao ESP32. Essa conexão é essencial para a funcionalidade da *vending machine*, permitindo que o sistema de pagamento interaja diretamente com o micro controlador, garantindo a operação eficaz do mecanismo de venda automatizado.

Figura 14 Montagem da placa de circuito com conectores e fios



Fonte: Autoria própria, (2023)

Após todas as conexões, a montagem do protótipo foi finalizada. No próximo Capítulo, a apresentação do projeto final será apresentada e seus resultados

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo, será apresentado o protótipo final e os resultados a partir de testes realizados no protótipo da vending machine. Com a construção do projeto finalizado, conforme Figura 14. Esta imagem captura a essência do design cuidadoso e da engenharia aplicada no desenvolvimento deste dispositivo automatizado. O gabinete em si é robusto, desenhado não apenas para proteger os componentes internos, mas também para oferecer uma aparência profissional e acessível aos usuários. Toda a montagem é organizada para otimizar o espaço e garantir a máxima eficiência operacional. Esta imagem do projeto montado não só demonstra o sucesso do design em criar um produto final que é tanto esteticamente agradável quanto altamente funcional.

Figura 15 Protótipo montado



Fonte: Autoria própria, (2023)

4.1.1 Custos do Projeto

A Seguir detalha os custos associados ao projeto, focando na aquisição dos componentes eletrônicos necessários para a montagem e funcionamento, a tabela abaixo fornece uma visão clara de cada componente utilizado, quantidades necessárias e custos associados, permitindo uma análise precisa do investimento inicial em hardware.

Figura 16 Lista de componentes e custos

Componente	Quantidade	Preço por item	Preço por item
ESP-32	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
PCB semiperfurada	2	R\$ 4,50	R\$ 9,00
Barra de pinos fêmeas	1	R\$ 2,25	R\$ 2,25
Ci7805	1	R\$ 2,25	R\$ 2,25
Vidro 21cm X 29,7cm	1	R\$ 140,00	R\$ 140,00
Botões	2	R\$ 1,99	R\$ 3,98
Compensado 12 mm	1/2	R\$ 160,00	R\$ 80,00
Moedeiro	1	R\$ 139,99	R\$ 139,99
Motores	2	R\$ 37,00	R\$ 74,00
Modulo 4 Rele 4 Canais	1	R\$ 33,00	R\$ 33,00
Fonte Chaveada	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Custo			R\$ 574,47

Fonte: Autoria própria, (2023)

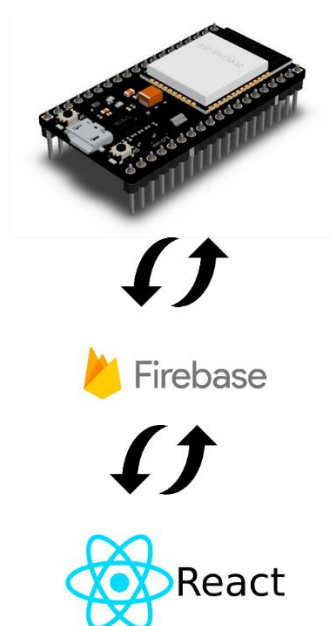
É importante destacar que os valores apresentados na Tabela 2 Lista de componentes e custos correspondem aos custos dos componentes na época em que foram adquiridos para o desenvolvimento deste trabalho. Portanto, esses preços estão sujeitos a variações futuras, podendo aumentar ou diminuir em consultas posteriores.

4.2 Desenvolvimento do hardware e aplicação web

O projeto integra o microcontrolador ESP32, e o *React* para criar uma máquina conectada na internet. O ESP32 gerencia o *hardware* e a conectividade, permitindo a comunicação sem fio, ele se conecta ao Firebase para realizar operações de dados em tempo real, facilitando o controle remoto e a análise de dados para a gestão de inventário e vendas. O Firebase serve como o *backend*, proporcionando um sistema de gerenciamento de dados em tempo real, o que é vital para a operação e monitoramento da *vending machine*.

No *front-end*, o *React* é utilizado para desenvolver uma interface de usuário interativa, permitindo uma visualização e gerenciamento eficazes dos dados da máquina. Componentes dinâmicos e gráficos facilitam a interpretação de informações, enquanto sistemas de autenticação reforçam a segurança e a personalização da experiência do usuário. Na Figura 8, pode-se visualizar a integração e tecnologias utilizadas no projeto.

Figura 17 Integração com firebase



4.2.1 Integração e Funcionalidade do ESP32 com IoT

A integração do microcontrolador ESP32 com soluções de Internet representa um marco significativo no desenvolvimento, o ESP32, conhecido por sua robustez e versatilidade, serve como o cérebro da máquina, gerenciando não apenas o controle de hardware, como motores e botões, mas também facilitando a comunicação sem fio, essencial para a conectividade IoT.

Neste projeto, o ESP32 não apenas controla as operações mecânicas da *vending machine*, como a ativação dos motores para dispensar produtos, mas também se conecta à internet através do Wi-Fi. Essa conectividade é crucial permitindo que ela interaja com o Firebase Realtime Database. Através dessa conexão, o ESP32 pode enviar e receber dados em tempo real, possibilitando um controle remoto eficaz e a coleta de dados essencial para a gestão do inventário e análise de vendas.

4.2.2 Implementação e Testes do Firebase

Durante a implementação, a configuração inicial do Firebase no ESP32 é um passo crítico, envolvendo a inserção das credenciais de autenticação para estabelecer uma conexão segura com o banco de dados. Essa etapa é a fundação para uma comunicação confiável, permitindo que interaja com o banco de dados na nuvem sem interrupções. A estruturação da base de dados é planejada para refletir as necessidades operacionais da máquina, armazenando e atualizando informações vitais como a quantidade de produtos, vendas realizadas e receitas geradas.

Quando se trata de testes, a abordagem é abrangente e detalhada. Os testes de conectividade são fundamentais, não apenas para verificar a comunicação estável com o Firebase, mas também para identificar e resolver possíveis falhas de conectividade. A validação de dados envolve testar a precisão e a consistência das operações de leitura e escrita, assegurando que as informações dos produtos sejam corretamente manipuladas e refletidas no banco de dados.

Além disso, a realização de testes em cenários reais simula o ambiente operacional da máquina de vendas permitindo avaliar como as interações do usuário afetam a atualização de dados em tempo real e como a máquina responde a diferentes condições de estoque e demanda.

Esses testes são cruciais para garantir que a máquina funcione de maneira confiável e eficiente no dia a dia.

O monitoramento e o *debugging* durante e após a fase de testes são componentes vitais deste processo. Utilizando as ferramentas disponibilizadas pelo Firebase, é possível acompanhar as operações em tempo real, identificar quaisquer inconsistências ou erros e implementar as correções necessárias. Esse monitoramento contínuo é indispensável para manter a integridade e a confiabilidade do sistema, garantindo que a vending machine não apenas atenda às expectativas atuais, mas também esteja preparada para adaptações e melhorias futuras.

4.2.3 Desenvolvimento Front-end com React

O desenvolvimento do *front-end* da vending machine inteligente utilizou-se o React. O foco foi estabelecido na criação de uma interface de usuário altamente interativa e responsiva, caracterizada por uma série de componentes funcionais que refletem as necessidades operacionais e de experiência do usuário.

4.2.4 Componentes de Autenticação

No cerne da segurança do sistema estão os componentes de autenticação, que desempenham funções críticas. O Componente de Login é essencial para iniciar a interação do usuário com a vending machine, coletando informações como nome de usuário e senha. Este componente não só valida as credenciais para garantir que os dados sejam inseridos corretamente, mas também incorpora mecanismos avançados de segurança para proteger essas credenciais contra acessos não autorizados. Esta etapa inicial é crucial para personalizar e segurar a experiência do usuário.

O processo de registro para administradores é meticulosamente desenhado para garantir que apenas indivíduos autorizados possam acessar funcionalidades sensíveis do sistema. Isso envolve verificações rigorosas de credenciais, incluindo a verificação da unicidade do e-mail e a criação de senhas robustas. Essas medidas são vitais para prevenir acessos não autorizados e garantir que as operações dentro do sistema sejam realizadas de maneira segura e conforme as políticas estabelecidas.

Expandindo a acessibilidade do sistema, o Componente de Registro permite a inclusão de novos usuários, que podem criar suas contas fornecendo detalhes pessoais básicos e

informações de segurança. Este processo é vital para o crescimento e a escalabilidade do sistema, garantindo que novos usuários possam se registrar de forma segura e sem complicação, enquanto verificações rigorosas de dados como a unicidade do e-mail e a força da senha mantêm a integridade do sistema.

Além disso, o Componente de Recuperação de Senha adiciona uma camada adicional de suporte ao usuário, permitindo que os usuários redefinam suas senhas através de um processo verificado por e-mail, o que é essencial para manter a continuidade e a segurança da conta do usuário.

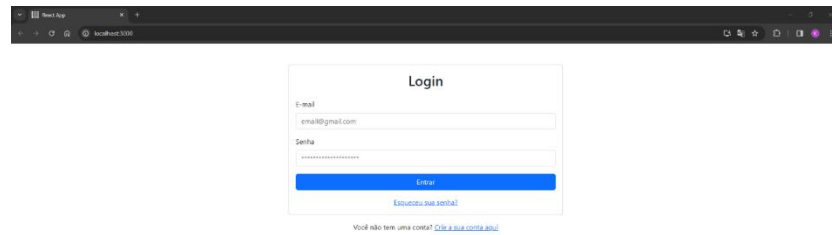
4.2.5 Componentes de Gerenciamento de Produtos

No que tange ao gerenciamento operacional, o componente de Lista de Produtos e o Formulário de Produto são cruciais. A Lista de Produtos serve como um centro de comando para a visualização e manipulação do inventário, permitindo ações como adição, edição e remoção de produtos. Este componente é especialmente importante para manter a eficiência operacional, permitindo aos administradores ajustar rapidamente o estoque conforme as necessidades do mercado.

O Formulário de Produto, por sua vez, é utilizado para detalhar cada inserção ou atualização de produto, garantindo que todas as informações relevantes sejam coletadas e mantidas de forma precisa, desde o preço até a quantidade disponível.

A integração de gráficos no sistema não serve apenas para a exibição de dados, mas também para transformar esses dados em ideias acionáveis como observado na Figura 18 Tela de *Login* . Por meio desses gráficos, informações complexas são traduzidas em visualizações compreensíveis, permitindo que os usuários, sejam eles administradores ou clientes, façam leituras intuitivas sobre vendas, estoques e outras métricas vitais, facilitando assim a tomada de decisões informadas.

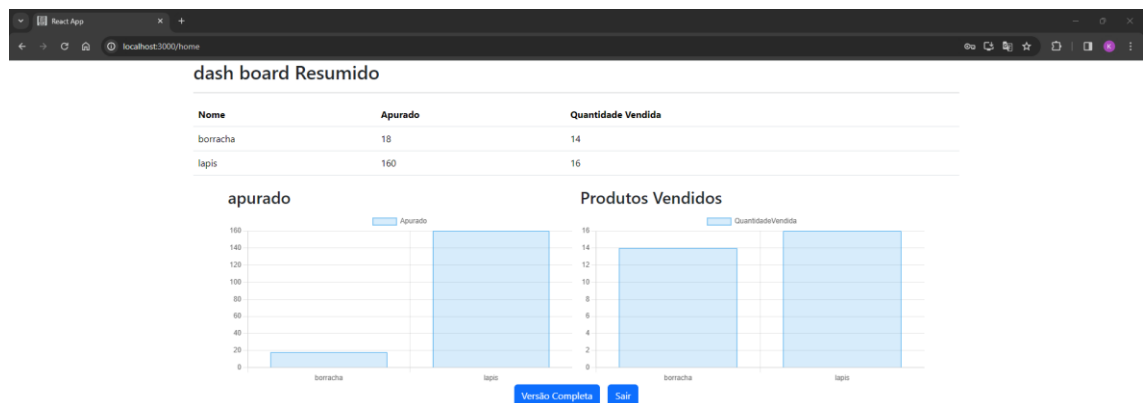
Figura 18 Tela de Login



Fonte: Autoria própria, (2023)

A página inicial é projetada como um portal central, oferecendo uma visão geral intuitiva do sistema e facilitando o acesso às diversas funcionalidades. Esta página não somente recebe os usuários, mas também organiza de forma lógica o acesso às funcionalidades principais, evidenciando a importância de uma navegação fluida e de uma arquitetura de informação bem planejada, como observado na Figura 19 Dashboard resumido.

Figura 19 Dashboard resumido

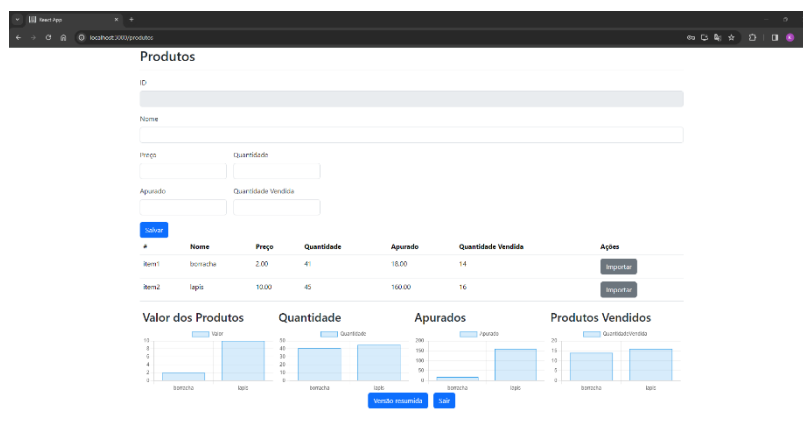


Fonte: Autoria própria, (2023)

Esses elementos refletem a utilização eficaz do gerenciamento de estado do *React* e sua reatividade, demonstrando como a biblioteca suporta o desenvolvimento de aplicações web

modernas e dinâmicas. Através dessa implementação, é possível observar como facilita a construção de interfaces que não apenas respondem às interações dos usuários em tempo real, mas também se adaptam às mudanças, promovendo uma experiência de usuário contínua e integrada de acordo com a Figura 20 Dashboard completo.

Figura 20 Dashboard completo



Fonte: Autoria própria, (2023)

5 Resultados do Protótipo MVP

No contexto do desenvolvimento do protótipo MVP para a *vending machine* inteligente, a fase de resultados revelou-se uma etapa crucial para avaliar a interação entre a tecnologia empregada e as necessidades dos usuários finais. Este protótipo, concebido com a integração de *React* no *front-end*, não apenas serviu como uma representação tangível da visão do projeto, mas também como um instrumento para coletar feedback direto e avaliar a viabilidade das soluções propostas.

Através da implementação do protótipo MVP, foi possível observar como os componentes interativos, o gerenciamento de estado e a integração com sistemas de *back-end*, como o Firebase, se traduzem na prática. A interatividade proporcionada pelos gráficos e a lista de produtos demonstrou não apenas a capacidade técnica do *React*, mas também como essa tecnologia pode ser utilizada para criar interfaces que são tanto informativas quanto intuitivas para os usuários.

A autenticação e a navegação, projetadas especificamente para os administradores, foram rigorosamente testadas em condições reais de uso. A interface minimalista do sistema enfatiza a clareza e a segurança do processo de login, além de garantir uma navegação eficiente através das funcionalidades administrativas. Este design intuitivo e simplificado facilita o

gerenciamento eficiente das operações diárias da máquina, demonstrando a importância de um sistema cuidadosamente adaptado às necessidades específicas dos administradores

A página inicial, atuando como o coração da interface, demonstrou sua efetividade em orientar os usuários, fornecendo uma visão geral do sistema e facilitando o acesso às funcionalidades principais. A receptividade a esta parte do protótipo reforçou a importância de um *design* centrado no usuário, onde a facilidade de uso e a acessibilidade são priorizadas.

Os resultados do protótipo MVP foram além da mera validação técnica; eles forneceram informações valiosas sobre as preferências e comportamentos dos alunos, cruciais para o aprimoramento contínuo do produto. A interação direta dos alunos com o protótipo destacou áreas que necessitam de melhorias, permitindo o ajuste das funcionalidades e o refinamento da interface. Essas modificações garantem que o produto esteja mais alinhado com as expectativas e necessidades dos alunos, melhorando sua aplicabilidade e usabilidade

Em suma, os resultados obtidos com o protótipo foram fundamentais não apenas para confirmar a viabilidade técnica da solução proposta, mas também para estabelecer uma conexão mais profunda com o usuário final, garantindo que o produto final seja não apenas funcional, mas também altamente alinhado com as demandas e desejos do mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Problemas e Soluções:

Um dos principais desafios foi garantir que a interface do usuário, construída com *React*, fosse intuitiva e atendesse às expectativas dos usuários finais. A necessidade de criar uma experiência de usuário coesa e acessível me levou a iterar constantemente o design, testando diferentes abordagens para encontrar a melhor solução.

Além disso, a integração com o Firebase apresentou obstáculos técnicos, especialmente ao sincronizar os dados em tempo real entre a interface do usuário e o banco de dados. Esse desafio me ensinou a importância de uma arquitetura de sistema bem planejada e a necessidade de uma compreensão profunda de como os dados fluem dentro da aplicação.

Outro aspecto desafiador foi a implementação do sistema de autenticação. Garantir que o processo de login fosse seguro, enquanto mantinha a facilidade de uso, exigiu um delicado equilíbrio entre segurança e experiência do usuário. Esse desafio me proporcionou uma valiosa

experiência em desenvolver sistemas que não apenas atendem aos requisitos técnicos, mas também respeitam as necessidades e expectativas dos usuários.

Ao enfrentar esses problemas, as soluções emergiram através de um processo de aprendizado contínuo e adaptação. A colaboração com colegas, a pesquisa constante e a experimentação foram fundamentais para superar os desafios. Por exemplo, aprimorar minha habilidade de depuração e testar exaustivamente diferentes cenários de uso foram práticas que se mostraram inestimáveis.

A experiência de navegar por esses desafios e encontrar soluções não apenas melhorou o protótipo, mas também me proporcionou um crescimento profissional significativo. Aprendi que, no desenvolvimento de produtos tecnológicos, a resiliência, a criatividade e a disposição para aprender com os erros são tão importantes quanto as habilidades técnicas.

Em retrospecto, cada problema enfrentado foi uma oportunidade para aprofundar meu conhecimento e refinar o protótipo, movendo-me um passo mais perto de criar uma solução que não apenas satisfaz, mas encanta os usuários.

5.2 Lições Aprendidas:

No processo de desenvolvimento do protótipo MVP para a vending machine inteligente, várias lições valiosas foram aprendidas, marcando profundamente minha jornada profissional e pessoal. Essas experiências não apenas moldaram o produto final, mas também deixaram uma marca indelével em meu crescimento como desenvolvedor e solucionador de problemas.

Uma das lições mais impactantes foi a importância do design centrado no usuário. Ao desenvolver a interface, tornei-me profundamente consciente de como cada decisão de design afeta a experiência do usuário final. A necessidade de criar uma interface intuitiva e acessível levou-me a abraçar a empatia como uma ferramenta de design, sempre buscando entender e antecipar as necessidades dos usuários.

A integração entre o *front-end* e o *back-end*, especialmente utilizando o Firebase, ensinou-me o valor de uma arquitetura de sistema bem pensada. A complexidade de manter os dados sincronizados em tempo real entre a interface do usuário e o banco de dados destacou a necessidade de robustez e eficiência no código, impulsionando-me a buscar soluções inovadoras e eficazes.

O desafio da autenticação de usuários ressaltou a delicada balança entre segurança e usabilidade. Essa experiência reforçou a ideia de que a tecnologia deve servir as pessoas, e não

o contrário, levando-me a desenvolver soluções que são seguras, mas também amigáveis e acolhedoras para os usuários.

Em termos de colaboração e comunicação, o desenvolvimento do MVP foi um lembrete poderoso de que grandes produtos são o resultado de esforços coletivos. A interação com colegas, a troca de feedback e a adaptação às novas informações foram fundamentais para refinar o protótipo e superar os obstáculos encontrados.

Por fim, uma das lições mais transformadoras foi aprender a abraçar a incerteza e a falha como parte do processo de inovação. Cada erro cometido e cada problema enfrentado não foram vistos como reveses, mas como oportunidades de aprendizado, impulsionando a evolução do projeto e o meu desenvolvimento pessoal.

Essas lições, aprendidas ao longo da jornada de desenvolvimento do MVP, não apenas contribuíram para a criação de um produto melhor, mas também moldaram a minha abordagem ao design e desenvolvimento de software, reforçando a importância da empatia, colaboração, e aprendizado contínuo no caminho para a inovação.

5.3 Etapas Futuras:

Ao refletir sobre as etapas futuras após a conclusão do protótipo MVP, considero este momento como uma junção crítica na trajetória do projeto, onde o aprendizado adquirido e o feedback coletado servirão de alicerce para avançar. Essa fase de transição não é apenas uma oportunidade para escalar e aprimorar a solução desenvolvida, mas também um período para introspecção e planejamento estratégico, focado no objetivo de maximizar o impacto e a eficácia do equipamento no mercado e na vida dos usuários.

O protótipo sendo uma versão inicial, foi essencial para coletar insights diretamente dos usuários. Portanto, a próxima etapa envolve a análise criteriosa dessas informações para identificar áreas de melhoria e implementar ajustes que alinhem o produto ainda mais com as expectativas e necessidades dos usuários.

Além disso, a expansão das funcionalidades está no horizonte. Com a base estabelecida, pretendo explorar novas características e serviços que podem ser como opções de personalização para os usuários ou funcionalidades avançadas de análise de dados para os administradores. Essa expansão visa não apenas enriquecer a experiência do usuário, mas também aumentar o valor agregado do produto no mercado.

Outro aspecto crucial das etapas futuras é a escalabilidade do sistema. Sua eficácia em um ambiente controlado, mas é essencial garantir que possa operar de forma eficiente em uma

escala maior. Isso implica em otimizações de performance, robustez e segurança, garantindo que o sistema seja resiliente e confiável à medida que cresce.

Em paralelo ao desenvolvimento técnico, a estratégia de mercado também requer atenção. Definir planos para a introdução efetiva do produto no mercado, identificar parceiros estratégicos e estabelecer canais de distribuição são etapas que demandam um planejamento cuidadoso e uma execução precisa para assegurar que atinja seu potencial pleno e gere o impacto desejado.

Por fim, o compromisso com a inovação contínua é um princípio que pretendo manter nas etapas futuras. O mundo da tecnologia está em constante evolução, e manter alinhada com as últimas tendências e avanços é crucial para garantir sua relevância e eficácia a longo prazo. Esse compromisso com a evolução contínua não apenas beneficia o produto, mas também contribui para o meu crescimento profissional e pessoal, à medida que me adapto e aprendo com as mudanças no ambiente tecnológico.

Essas etapas futuras são, portanto, uma combinação de refinamento, expansão e inovação, guiadas pela visão de criar um produto que não apenas atenda às necessidades do mercado, mas também enriqueça a vida dos usuários, refletindo um equilíbrio entre aspirações técnicas e humanas no desenvolvimento de soluções tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, Thiago Silva. Guia prático de TypeScript: Melhore suas aplicações JavaScript. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2021.
- HOLMBERG, Oliver. Migrating from JavaScript to TypeScript and its advantages. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2023.
- MICROSOFT; typescriptlang.org. TypeScript for JavaScript Programmers. In: JSX. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/jsx.html>. Acesso em: 18 mar. 2024.
- BELLIS, M. The history of vending machines. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/the-history-of-vending-machines-1992599>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- SUREK, Andrea Camargo. MIZOKOSHI, Luciana Lima. FREITAS, Thiago Silva. JUNIOR, Roger Lahorgue Castagno. Vending machines, uma análise do mercado brasileiro. Rev. FAE, Curitiba, Edição Especial, v. 1, 2016
- MADEHOW. Vending Machine. Disponível em <http://www.madehow.com/Volume7/Vending-Machine.html>>. Acesso em: 11 dez. 2023
- GRATÃO, P. Franquia de vending machines criada nos EUA cresce no Brasil e já tem até máquina que vende carne para churrasco. Disponível em <https://revistapegn.globo.com/Franquias/noticia/2022/04/franquia-de-vending-machines-criada-nos-eua-cresce-no-brasil-e-ja-tem-ate-maquina-que-vende-carne-para-churrasco.html>>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- SILVA, T. Tolerância a falhas: conceitos e exemplos. Disponível em <https://www.inf.ufrgs.br/~taisy/disciplinas/textos/ConceitosDependabilidade.PDF>>. Acesso em: 11 dez. 2023
- COSTA, C. M. Projeto e desenvolvimento de uma máquina identificadora e separadora de moedas para fornecimento de troco. Centro federal de educação tecnológica de minas gerais, p. 91, 2015.
- NIELSEN, J., & NORMAN, D. "The Definition of User Experience." Nielsen Norman. (2000)
- KERSCHBAUMER, R. Engenharia de controle e Automação. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia catarinense, p. 181, 2018.
- ALAM, Wahidul. Implementation of an intelligent vending machine system. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI), [S. l.], p. 13, 1 abr. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355041630_Internet_of_Things_Based_Smart_Vending_Machine_using_Digital_Payment_System. Acesso em: 11 mar. 2024.
- DARGIE, w., & poellabauer, c. "Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice." John Wiley & Sons. (2010).

HIGUCHI, Yoshihiro. History of the Development of Beverage Vending Machine Technology in Japan. History of the Development, [s. l.], ed. 1, 2007. Disponível em: https://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/026_e.pdf. Acesso em: 17 mar. 2024.

ANDRADE, Giovana Lorena Costa de. Desenvolvimento em nuvem: um estudo de caso utilizando o firebase como servidor backend. 2018. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Ciência da Computação) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Mossoró-RN, 2018. Disponível em: <https://di.uern.br/tccs2019/html/ltr/PDF/014005697.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SANTOS, Jean Willian. Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador esp32 e monitorado via smartphone. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], p. 46, 2019.

HERCOG, Darko. Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices, [s. l.], p. 20, 2023.

MELO, Letícia de. IoT para Monitoramento em Tempo Real da Ocupação em Locais Essenciais para Facilitar a Tomada de Decisões. Repositorio institucional ufscar, [S. l.], p. 10, 2 jul. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/19387/TCC%20Leticia%20de%20Melo-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 abr. 2024.

Soluções para cada etapa da sua jornada de desenvolvimento de apps. [S. l.], 1 dez. 2023. Disponível em: <https://firebase.google.com/>. Acesso em: 1 dez. 2023.

Meta, Disponível em: <https://about.meta.com/br/brand/resources/>. Acesso em: 1 dez. 2023.

SANTOS, Franco de Assis Pinto dos; SILVA, José Antônio de Carvalho. Aplicação web para a localização de vagas em estacionamentos particulares em tempo real. Cesupa, [S. l.], p. 70, 1 jan. 2022.

SILVA, Francisco Ricardo dos Santos. SYS[MV] - Sistema de monitoramento volumétrico em cisternas usando iot para otimização do combate à seca. Ufersa, [S. l.], p. 60, 17 maio. 2023.

RODRIGUES, Segment Daniel Ijano. Planejamento estratégico como ferramenta para melhoria organizacional. Emnuvens, [S. l.], p. 13, 21 nov. 2021.