

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA SENSORIAL EM GELADEIRAS PARA GERENCIAMENTO DE ESTOQUE DE ALIMENTOS

Lucas Hertzog Machado¹, Matheus Leandro Ferreira²

Resumo: O desperdício de alimentos no ambiente doméstico é um problema recorrente, agravado pela ausência de ferramentas acessíveis que auxiliem no controle de estoques. Pesquisas recentes destacam o uso de sensores e da IoT para realizar o monitoramento de alimentos, porém não exploram isso para o contexto doméstico com foco no baixo custo. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema para o monitoramento em tempo real do estoque de geladeiras domésticas contribuindo na redução do desperdício alimentar. A solução é composta por três módulos: sensorial, servidor e mobile. O módulo sensorial utiliza células de carga e um microcontrolador ESP32 para registrar o peso dos itens e enviar os dados para uma API desenvolvida em C#. O backend realiza o processamento dos dados e armazena-os em um banco de dados em PostgreSQL, com triggers que realizam a atualização automática do estoque. A interface para o usuário final foi desenvolvida por meio de um aplicativo android, que exibe os itens cadastrados no estoque e os destaca com alertas quando atingem níveis críticos. O sistema foi testado quanto a sua precisão, estabilidade, confiabilidade na transmissão de dados e usabilidade. Obtendo uma taxa de erro inferior a 1%, baixa oscilação e ausência de falhas nas requisições. A proposta demonstrou viabilidade técnica e baixo custo, sendo adequada para residências e contribuindo para o consumo consciente.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Gestão de estoque; Automação residencial; Tecnologia sensorial; Aplicativo mobile;

¹Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), lucashertzogm@hotmail.com

²Curso de Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), mlf@unesc.net

ABSTRACT: Food waste in the domestic environment is a recurring problem, aggravated by the lack of accessible tools to support inventory control. Recent research highlights the use of sensors and IoT for food monitoring, but these solutions rarely address the domestic context with a focus on low cost. This study aims to develop a real-time monitoring system for household refrigerator inventory, contributing to the reduction of food waste. The solution consists of three modules: sensory, server, and mobile. The sensory module uses load cells and an ESP32 microcontroller to record the weight of stored items and send the data to an API developed in C#. The backend processes the data and stores it in a PostgreSQL database, with triggers that automatically update the inventory. The user interface was developed through an Android application, which displays the registered items and highlights them with alerts when they reach critical levels. The system was tested for accuracy, stability, data transmission reliability, and usability, achieving an error rate below 1%, low oscillation, and no request failures. The proposed solution demonstrated technical feasibility and low cost, making it suitable for residential use and promoting conscious consumption.

Keywords: Internet of Things; Inventory management; Home automation; Sensory technology; Mobile application;

1 INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos é um problema global com impactos econômicos, ambientais e sociais significativos (Fadhil, 2018). No nível doméstico, esse problema é impulsionado pelo gerenciamento inadequado do estoque de alimentos nas geladeiras, resultado de hábitos como compras excessivas, esquecimentos de produtos e a rotina agitada dos consumidores (Kumar; Prashar, 2022; Ouyang; Cai; Guo, 2021). Este cenário compromete a qualidade da alimentação, gera custos adicionais e desperdício de recursos valiosos.

Nas últimas décadas, avanços tecnológicos vêm sendo explorados para auxiliar na solução desse problema. Estudos como o de (Ghita et al., 2019) propõem um sistema de monitoramento da qualidade de alimentos baseado em sensores como de temperatura e umidade. (Scalisi et al., 2023) reforça a utilização da tecnologia IoT para o monitoramento da cadeia produtiva. (Medeiros, 2020), por sua vez, discute o uso de sistemas automatizados e integrados para otimizar a gestão de estoques no setor alimentício.

Apesar das contribuições existentes, existe uma ausência de soluções acessíveis para facilitar a visualização e gerenciamento do estoque de alimentos no nível residencial. Essa escassez de ferramentas que auxiliem o controle de estoque doméstico contribui com o problema (Chen et al., 2022).

Diante desse cenário, surge a necessidade de um modelo de baixo custo e que consiga transformar geladeiras tradicionais em eletrodomésticos inteligentes, facilitando o gerenciamento do estoque, alinhando-se com as tendências de automação residencial e contribuindo com a redução do desperdício de alimentos e promovendo um consumo mais consciente e eficiente (Chang; Lim; Cheah, 2021). A utilização da Internet das Coisas (IoT) entendida como a interconexão de objetos físicos com a Internet, permitindo a troca de dados entre dispositivos e sistemas, surge como uma estratégia promissora para esse problema (Villari et al., 2017). De acordo com a Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC), a projeção é de que, até 2025, mais de 27 bilhões de dispositivos estejam conectados globalmente, impactando profundamente setores como a automação industrial, monitoramento de ambientes, segurança e também o ambiente doméstico (Dhull et al., 2022; Bhandari; Bhandari, 2020).

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema que consiga monitorar em tempo real o conteúdo interno das geladeiras residenciais e envie alertas de baixo nível de estoque quando determinado item atingir valores mínimos. Os principais objetivos incluem: identificar e compreender os sensores que podem ser utilizados para essa aplicação; configurar os sensores e uma plataforma para coletar esses dados e enviar em tempo real; analisar os dados e a precisão do sistema de gerenciamento de estoque.

A justificativa para essa pesquisa está fundamentada na relevância social, ambiental e econômica do tema. A falta de soluções acessíveis que permitam uma gestão intuitiva, eficiente e de baixo custo, limita a capacidade dos consumidores de agir proativamente na redução do desperdício alimentar (Chen et al., 2022). Reduzir o desperdício alimentar representa um ganho financeiro e também a preservação de recursos naturais (Chang; Lim; Cheah, 2021). A proposta visa oferecer uma tecnologia acessível para modernizar geladeiras convencionais sem a necessidade de investimentos elevados.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, o primeiro capítulo apresenta a introdução, com a contextualização do problema do mal

gerenciamento do estoque residencial e justificando a relevância da proposta. O segundo capítulo aborda os trabalhos correlatos, destacando as principais soluções existentes. O terceiro capítulo descreve os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do sistema, dividindo-os em três módulos: sensorial, servidor e mobile. O capítulo quatro analisa a eficiência do sistema com base nos dados obtidos em testes realizados. Por fim o quinto capítulo, apresenta as conclusões do trabalho, contribuições e sugestões de pesquisas futuras.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Para compreender o contexto atual das soluções tecnológicas voltadas ao gerenciamento de estoques domésticos e identificar lacunas existentes, foram analisados trabalhos que exploram o uso de sensores, Internet das Coisas (IoT) e automação. A seguir, apresentam-se os estudos que se destacaram por sua relevância, abordagem tecnológica e contribuição para a temática deste projeto.

2.1 INTERNET OF THINGS-BASED (IOT) INVENTORY MONITORING REFRIGERATOR USING ARDUINO SENSOR NETWORK

Artigo publicado por Alexandru Popa e colaboradores (2019), traduzido como "Sistema de monitoramento de inventário baseado em IoT com Arduino e rede de sensores", apresenta o desenvolvimento de um sistema baseado em sensores de gás, temperatura e umidade, projetados para monitorar alimentos embalados a vácuo, coletando dados sobre a qualidade dos produtos armazenados.

Esse estudo destaca como que a integração entre sensores e a tecnologia IoT faz com que se possa acompanhar em tempo real, mudanças na qualidade dos alimentos, superando métodos tradicionais de monitoramento. Os resultados revelam confiabilidade e precisão nas medições, além da facilidade de implementação e baixo custo do sistema (Ghita et al., 2019).

2.2 A SYSTEMATIC REVIEW OF REAL-TIME MONITORING TECHNOLOGIES AND ITS POTENTIAL APPLICATION TO REDUCE FOOD LOSS AND WASTE: KEY ELEMENTS OF FOOD SUPPLY CHAINS AND IOT TECHNOLOGIES

O artigo publicado por Luca Scalisi et al. (2023) na revista Sustainability, traduzido como "Tecnologias de monitoramento

em tempo real e sua aplicação na redução de perdas e desperdícios de alimentos", realiza uma revisão das principais tecnologias existentes hoje de monitoramento em tempo real, como sensores de umidade, qualidade do ar e temperatura, eficazes no monitoramento da produção transporte e o armazenamento de alimentos.

A pesquisa destaca como a utilização de sensores e IoT tem potencial de mudar a indústria alimentícia, mudando a forma de gerenciar e de preservar alimentos, podendo até mesmo prever quando um alimento perderá a qualidade, utilizando os dados coletados pelos sensores. O que representa um grande avanço no combate ao desperdício de alimentos (Scalisi et al., 2023).

2.3 GESTÃO DE ESTOQUE NO SETOR DE ALIMENTAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Maria Clara Araújo de Medeiros (2020), em seu trabalho "Gestão de Estoque no Setor de Alimentação: Uma Revisão Sistemática" apresentado no Congresso Virtual Brasileiro de Administração (Convibra), aborda a aplicação de metodologias no gerenciamento de estoque de alimentos. A pesquisa realiza uma revisão de literatura acadêmica sobre controle de estoque, explorando práticas e ferramentas que otimizam a gestão e minimizam o desperdício.

O estudo destaca a utilização de metodologias otimizadas e sistemas integrados para o controle de inventários, proporcionando maior eficiência às empresas na gestão de estoques, evitando tanto o excesso quanto a falta de itens essenciais. A integração de sistemas automatizados com sensores e tecnologias de IoT (Internet das Coisas) é apresentada como uma solução eficaz para melhorar a visualização e o controle dos processos de estoque. A coleta de dados é enfatizada como um elemento crucial para a tomada de decisões produtivas, sendo considerada essencial para o equilíbrio entre estoque e consumo no setor alimentício (Medeiros, 2020).

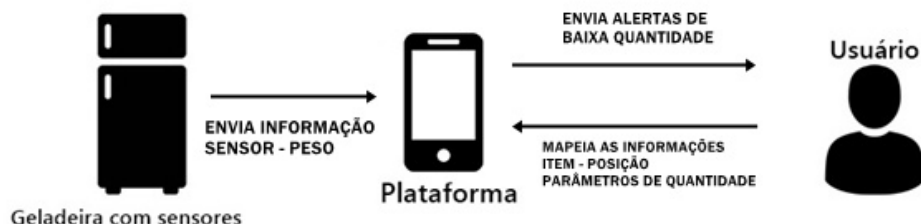
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de geladeiras, capaz de acompanhar em tempo real a disponibilidade dos itens armazenados, foram utilizados conceitos de Internet das Coisas (IoT). O projeto foi dividido em três módulos principais: sensores, servidor e aplicativo móvel. O sistema foi arquitetado para capturar o peso dos itens cadastrados e enviar as informações para uma API,

onde os dados são processados e disponibilizados ao usuário final através de um aplicativo Android.

A figura 1 apresenta a visão geral da arquitetura desenvolvida.

Figura 1 - Um sistema de monitoramento do conteúdo da geladeira



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 MÓDULO SENSORIAL

O módulo sensor é composto por um conjunto com células de carga (load cells) conectadas a módulos amplificadores HX711, responsável por realizar a conversão analógica para digital dos sinais gerados pelas cargas. O conjunto é fixado a uma estrutura de madeira, confeccionada manualmente, conforme demonstrado na figura 2, que proporciona estabilidade física e proteção às conexões, reduzindo interferências na coleta dos dados.

Figura 2 - Estrutura construída para fixar as ligações



Fonte: Elaborado pelo autor.

O conjunto formado pelas células de carga ligadas ao módulo HX711 e o ESP32, para esse projeto custou cerca de R\$ 77. Porém cada

item foi comprado de maneira unitária para a confecção do protótipo, caso fossem comprados em uma escala um pouco maior esse valor pode ser reduzido em mais de 50%, tornando o projeto mais acessível e viável para uma escala maior.

Cada célula de carga do tipo bar-type de 5kg é conectada ao módulo amplificador HX711 com o seguinte circuito elétrico:

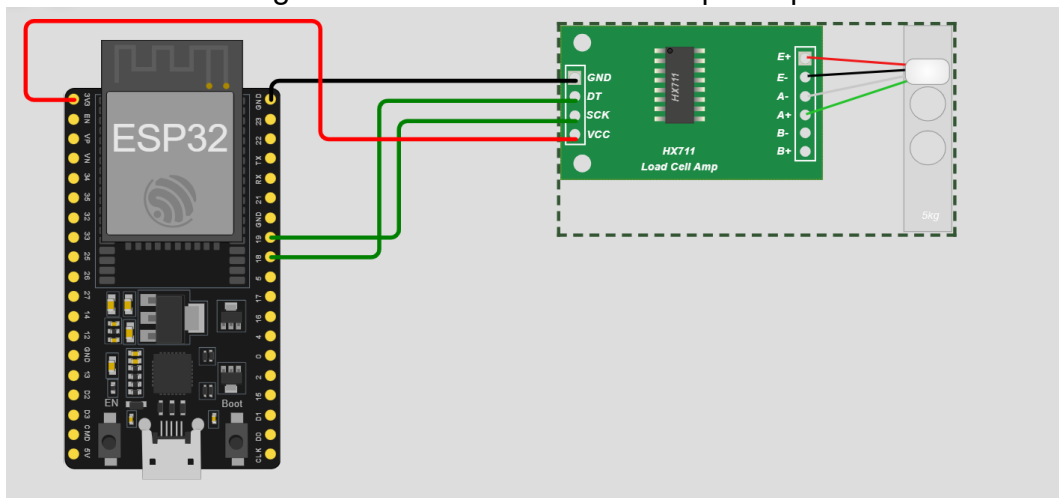
1. E+/E- : Alimentação da célula de carga, conectada ao VCC e GND do módulo
2. A+/A- : Sinal diferencial da célula.

O módulo HX711 é ligado ao ESP32 com os seguintes pinos:

1. DT (Data) -> GPIO 18
2. SCK (Clock) -> GPIO 19
3. VCC -> 3.3V
4. GND -> GND

Visualmente a ligação do circuito elétrica é representada na figura 3.

Figura 3 - Circuito eletrônico do protótipo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha do ESP32 passou por sua conectividade Wi-fi nativa, suporte a comunicação via HTTP e o baixo consumo energético. O microcontrolador coleta os dados de peso e envia a API por meio de uma requisição HTTP a cada 5 segundos, identificando cada célula pelo ID único associado a mesma.

Observou-se durante os testes a importância da configuração da tara da balança, quando o ESP é religado com um item sobre a célula, o peso é considerado como zero, o que pode gerar leituras negativas com a diminuição posterior do peso. Para corrigir esse problema ao cortar a ligação o ESP deve ser reiniciado com as células descarregadas.

Para o protótipo a alimentação do ESP32 é feita através de fontes ligadas a energia.

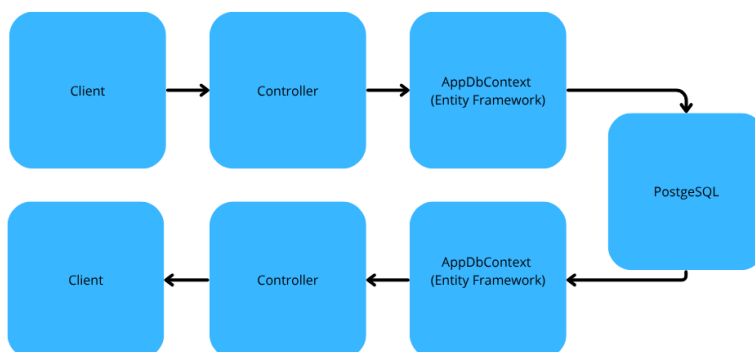
3.2 MÓDULO SERVIDOR

O backend da aplicação foi desenvolvido na linguagem C#, utilizando a IDE Visual Studio, com a arquitetura RESTful para recepção e disponibilização de dados. A estrutura do backend é simples e composta basicamente por duas camadas principais:

1. **Controllers:** `SensorController` e `ItemController`, ambos oferecem rota para realizar as operações CRUD, podendo cadastrar, consultar, atualizar e excluir os valores, além de uma rota específica no `SensorController` que é responsável pela atualização de peso de um sensor (`PUT /api/Sensor/id/atualizar-peso`), permitindo que o peso atual de uma célula seja alterado dinamicamente conforme as medições.
2. **Data Access (Entity Framework Core):** Camada responsável por mapear as entidades e contexto do banco de dados, além de executar as operações de persistência e consulta. A classe `AppDbContext` define o mapeamento das tabelas (`DbSet<Item>` e `DbSet<Sensor>`) e cuida de toda a comunicação com o banco de dados, dispensando a necessidade de escrever comandos SQL manualmente.

O Fluxo da requisição pode ser observado através da figura 4:

Figura 4 - Fluxograma requisição backend



Fonte: Elaborado pelo autor.

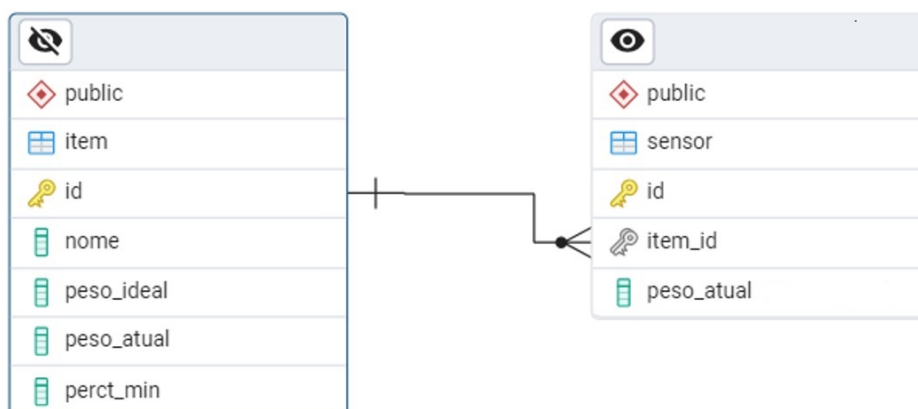
Além disso o banco utilizado foi o PostgreSQL, por ser uma solução gratuita e open source.

O banco foi estruturado com duas principais tabelas:

1. Sensor: Armazena o valor atual de peso informado por cada célula, identificada por um `id_sensor`, e vinculada a um item.
2. Item: Armazena as informações cadastradas pelo usuário: nome, peso ideal e peso atual.

Foi criada uma chave estrangeira entre a tabela Sensor e Item, dessa forma permite que um item esteja vinculado a vários sensores, o que facilita o monitoramento de itens que estejam distribuídos em mais de uma célula de carga. A relação das tabelas pode ser vista na figura 5.

Figura 5 - Relação tabelas do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

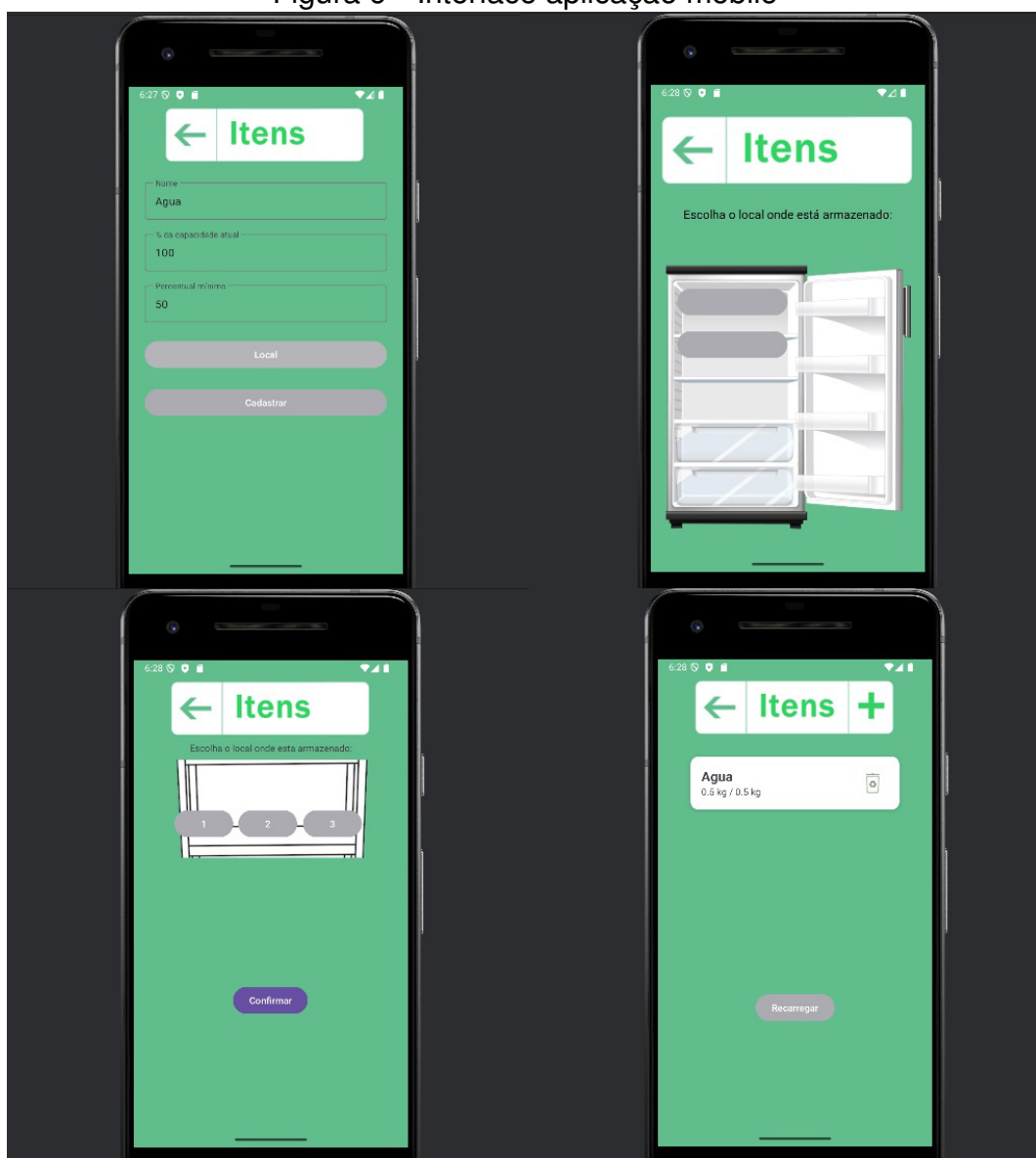
Para atualizar automaticamente os dados, foi implementada uma trigger no PostgreSQL, sempre que o valor de peso é atualizado na tabela

sensor, o valor do peso atual do item é atualizado, levando em conta a soma dos pesos de todos os sensores vinculados aquele item.

3.3 MÓDULO MOBILE

O aplicativo foi desenvolvido na linguagem Java, através da IDE Android Studio. Permite que o usuário cadastre novos itens preenchendo nome, capacidade atual e o percentual da capacidade mínima do item (em percentual), além do local onde está armazenado dentro da geladeira. Como pode ser visto na figura 6.

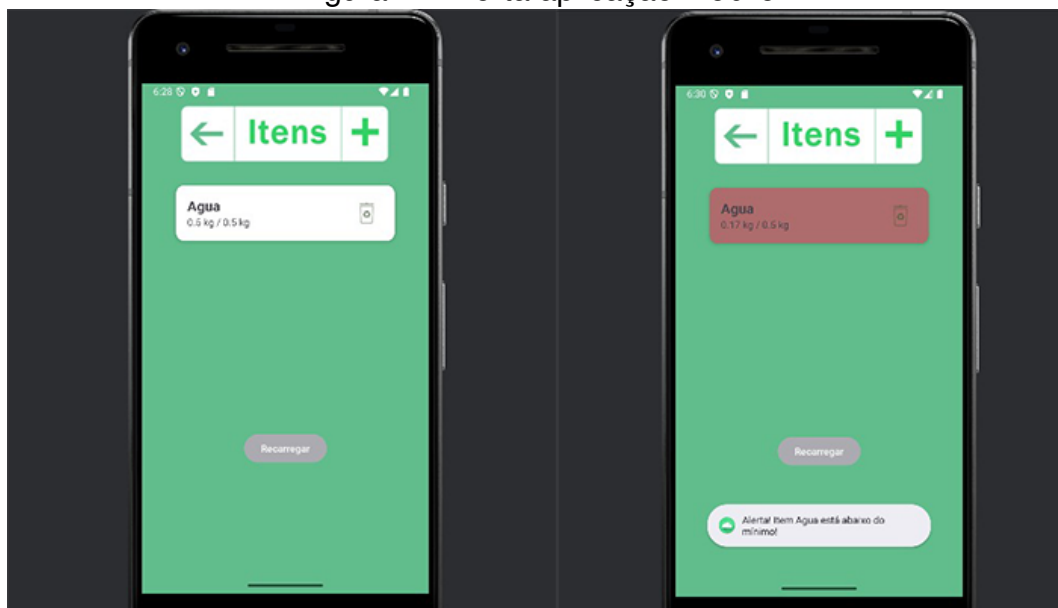
Figura 6 - Interface aplicação mobile



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o cadastro, o aplicativo consulta periodicamente a API atualizando as informações, permitindo um monitoramento em tempo real do estoque. Caso o item esteja com o peso atual abaixo do peso mínimo que o usuário cadastrou, o card de visualização fica em vermelho e um alerta é disparado em tela conforme pode ser visualizado na figura 7, permitindo ao usuário agir rapidamente na reposição do item.

Figura 7 - Alerta aplicação mobile



Fonte: Elaborado pelo autor.

A interface foi construída priorizando a usabilidade, para que a utilização seja intuitiva, garantindo que qualquer usuário consiga utilizar a plataforma sem conhecimento técnico prévio.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A aplicação foi submetida a uma série de testes, com foco na avaliação da precisão e estabilidade das leituras, confiabilidade na transmissão de dados, resposta do backend e usabilidade da aplicação móvel. Os testes foram divididos por módulos e os resultados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Plano de Testes para o Sistema

Módulo	Objetivo	Procedimento	Resultado Esperado	Resultado Obtido
Sensor	Verificar precisão da célula de carga	Colocar pesos conhecidos (ex: 100g, 200g, 500g) e comparar leituras	Leituras próximas dos valores reais com margem de erro aceitável	Média de erro inferior a 1%
Sensor	Verificar estabilidade das leituras	Deixar peso fixo por 10 minutos e observar se os valores se mantêm constantes	Oscilação mínima ou inexistente	Varição inferior a 2g durante período estático
Sensor	Verificar envio contínuo de dados	Observar requisições sendo feitas a cada 5 segundos	API recebe dados sem interrupção	Nenhuma falha de envio registrada em 500 requisições
Backend	Verificar recebimento e armazenamento de dados	Fazer uma requisição simulada via Postman com dados de peso	Banco atualiza corretamente os dados da tabela sensor_leitura	Atualizações realizadas com sucesso e consistência
Backend	Testar trigger de atualização automática	Alterar valor de um sensor e verificar atualização do item vinculado	Campo peso atual do item é atualizado corretamente	Trigger executada corretamente com tempo de resposta aceitável
Mobile	Verificar alerta visual de baixo estoque	Reduzir peso de item abaixo do limite cadastrado	Card do item muda para vermelho e alerta é exibido	Interface atualizou corretamente em todos os testes

Os resultados obtidos nos testes, demonstram que o sistema é eficaz para atender os objetivos proposto, com desempenho consistente em todos os módulos do projeto (sensorial, backend e frontend). A precisão de célula de carga com o módulo HX711 foi validada utilizando pesos conhecidos, semelhante a descrita por (Ghita et al., 2019) que utilizou sensores de gás, temperatura e umidade mas também obteve resultados com margem de erro inferior a 5% em um sistema baseado em IoT.

A estabilidade nas leituras em longos períodos foi mais um ponto positivo. A oscilação foi mínima mesmo após três horas de monitoramento, reforçando a confiabilidade do módulo alinhando-se com (Scalisi et al., 2023) que destaca a importância de leituras constantes e estáveis para a redução do desperdício de alimentos.

O envio de dados foi realizado com um intervalo fixo de 5 segundos a cada envio de leitura, o ESP32 obteve eficiência não apresentando

perdas ou interrupções. Em caso de falha de conexão com a rede, a tentativa de reconexão é automática reforçando a confiabilidade das informações do sistema. O que fortalece a proposta de um sistema funcional e de baixo custo para residências, conforme sugerido por (Medeiros, 2020) que defende a utilização de soluções simples para o gerenciamento de estoques.

A trigger implementada no banco PostgreSQL para apresentou ótimo resultado, com atualização praticamente instantânea das informações, mesmo que tenha múltiplos sensores associados a um mesmo item. A soma automática dos pesos possibilita o uso de vários pontos de medição para o mesmo item de uma forma flexível.

A API se comportou bem com mais de um sensor enviando informações em paralelo, mantendo o tempo de resposta dentro do aceitável e sem apresentar falhas ou travamento durante os testes. Com três sensores enviando informações não apresentou nenhuma perda, demonstrando que a arquitetura comporta uma escalabilidade moderada.

A aplicação móvel atendeu a proposta apresentando uma interface simples e intuitiva, foram realizados testes para validar a comunicação com a API e a usabilidade, efetuando diversos cadastros que demonstraram corretamente a informação na interface do usuário. A visualização dos itens abaixo do nível cadastrado por meio dos cards destacados e alertas foi ativa corretamente durante os testes, essa funcionalidade se alinha com (Scalisi et al., 2023) que aponta o uso de interface inteligente para monitoramento como forma de reduzir o desperdício alimentar.

A comparação com os trabalhos correlatos permite destacar as limitações e os diferenciais dessa proposta, além de reforçar a relevância dentro do contexto de soluções no gerenciamento de estoques domésticos. A tabela 2 faz a relação desse trabalho em comparativo com os trabalhos mencionados anteriormente.

Tabela 2: Comparativo entre trabalhos relacionados

Critério	Ghita et al. (2019)	Scalisi et al. (2023)	Medeiros (2020)	Este Trabalho
Tipo de aplicação	Controle de qualidade de alimentos embalados	Monitoramento em toda a cadeia alimentar	Revisão sobre controle de estoque em geral	Gerenciamento doméstico de geladeira
Tecnologia aplicada	Sensores de gás, temperatura e umidade	Sensores diversos (umidade, temperatura etc.)	Sistemas automatizados com IoT	Célula de carga + ESP32 + API + Mobile
Plataforma de envio	IoT com Arduino	IoT genérica	Não específica plataforma	ESP32 com comunicação HTTP
Integração com backend	Limitada	Discussão teórica	Aborda importância de sistemas integrados	API RESTful com PostgreSQL e triggers
Interface com usuário final	Aplicação desktop	Sugere dashboards inteligentes	Menciona sistemas integrados	App Android com alertas visuais e cadastros
Custo e aplicabilidade	Enfoque em baixo custo	Não especificado	Foco em viabilidade para setor alimentício	Sistema de baixo custo e aplicável à residência

O resultado obtidos apresentam uma solução para o gerenciamento do estoque doméstico, com foco em monitoramento em tempo real, o que é uma lacuna entre os outros trabalhos estudados, algo apenas mencionado em (Scalisi et al., 2023) que foca em monitoramento de cadeias produtivas.

Diferente do sistema descrito em (Ghita et al., 2019) que é focado em monitorar a condições de alimentos em embalagens, esta pesquisa foca no esvaziamento de produtos utilizando sensores de peso, mantendo o baixo custo e simplificando o sistema. O uso de gatilhos automáticos para atualização de dados e um aplicativo móvel para a visualização é um ponto positivo em relação a (Medeiros, 2020) que trata do problema de uma maneira mais teórica com a integração de soluções IoT na gestão de estoques.

Embora o sistema seja promissor existem algumas limitações que devem ser consideradas, como a necessidade do reset de tara manualmente após uma reinicialização do ESP32 e um alcance baixo de conexão

Wi-fi através do ESP32. Além disso o sistema está inteiramente baseado em sensores de peso, não fazendo medição da qualidade dos alimentos, como proposto por outros autores.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de estoque de geladeiras através da tecnologia sensorial, capaz de transformar eletrodomésticos convencionais em dispositivos inteligentes, permitindo o monitoramento em tempo real do conteúdo interno. A proposta visou reduzir o desperdício alimentar utilizando sensores de baixo custo e fácil acessibilidade, alinhando-se as tendências de automação residencial.

Os resultados demonstraram que a integração entre sensores de carga, microcontroladores ESP32, banco de dados, back-end e uma aplicação móvel é totalmente viável, com medições de peso com média de erro inferior a 1%, estabilidade nas leituras em longos períodos e comunicação confiável entre os módulos, além de uma interface funcional. A solução se mostrou eficaz, de baixo custo e aplicável no ambiente doméstico.

Comparado aos trabalhos correlatos o sistema se demonstrou totalmente aplicável dentro do contexto doméstico, oferecendo uma solução completa que atende desde a captação de dados até a apresentação ao usuário final, possibilitando o gerenciamento em tempo real. A proposta preenche uma lacuna identificada ao focar especificamente no âmbito residencial, algo pouco explorado.

Como trabalhos futuros sugere-se a inclusão de sensores adicionais como temperatura e umidade, para monitoramento também da qualidade dos alimentos, também a implementação de funcionalidades como configuração automática de tara, alimentação por baterias e recursos analíticos que permitam gerar relatórios de consumo e sugestão de receitas com base nos ingredientes disponíveis. Aprimoramentos que podem ampliar significativamente o impacto e a aplicabilidade do sistema proposto.

Conclui-se portanto que o sistema é uma solução promissora para a gestão do estoque no ambiente doméstico, contribuindo para a redução do desperdício alimentar, economia familiar e consumo mais consciente.

REFERÊNCIAS

BHANDARI, S.; BHANDARI, A. **IoT: Challenges and Future Directions.**

[s.n.], 2020. v. 4. 1-5 p. Acessado em: 17 out. 2024. Disponível em: <https://ijsrem.com/download/iot-challenges-and-future-directions/>.

CHANG, Y.-S.; LIM, X.-J.; CHEAH, J.-H. **Today's wastage is tomorrow's shortage: a systematic literature review on food waste from social responsibility perspective.** [s.n.], 2021. v. 123. 3172-3191 p. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-03-2021-0315/full/html>.

CHEN, H.-K. et al. **Intelligent Management System Design for Household Refrigerators.** [s.n.], 2022. 1-2 p. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9971675>.

DHULL, P. et al. **Internet of Things Networks: Enabling Simultaneous Wireless Information and Power Transfer.** [S.l.: s.n.], 2022. v. 23. 39-54 p.

FADHIL, A. **A Review of Empirical Applications on Food Waste Prevention & Management.** [s.n.], 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1803.05986>.

GHITA, S. et al. **An Intelligent IoT-Based Food Quality Monitoring Approach Using Low-Cost Sensors.** MDPI, 2019. v. 11. 374 p. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-8994/11/3/374>.

KUMAR, T. B.; PRASHAR, D. **Analysis of Different Techniques Used to Reduce The Food Waste Inside The Refrigerator.** [s.n.], 2022. 1-5 p. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9792896>.

MEDEIROS, M. C. Araújo de. **Gestão de Estoque no Setor de Alimentação: Uma Revisão Sistemática.** [s.n.], 2020. Disponível em: <https://convibra.org/publicacao/21775/>.

OUYANG, Y.; CAI, Y.; GUO, H. **Visualization and Analysis of Mapping Knowledge Domains for Food Waste Studies.** [s.n.], 2021. v. 18. ISSN 1660-4601. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/10/5143>.

SCALISI, L. et al. **A Systematic Review of Real-Time Monitoring Technologies and Its Potential Application to Reduce Food Loss and Waste: Key Elements of Food Supply Chains and IoT Technologies.** MDPI, 2023. v. 15. 614 p. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/614>.

VILLARI, M. et al. **Software Defined Membrane: Policy-Driven Edge and Internet of Things Security.** [S.l.: s.n.], 2017. v. 4. 92-99 p.