

Desenvolvimento de um Sistema de Controle de Acesso de Baixo Custo Baseado em Internet das Coisas para Refeitórios Universitários

Fellipe Augusto Oliveira Jardim
felli pea542@gmail.com
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Isaac Salles Gonçalves
isaac.sales@gsuite.iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Ray Gomes Pereira
raygomespereira022@gmail.com
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Ianne Lima Nogueira
ianne.nogueira@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Gian Ximenes Verdan Pontes
gianverdan@gmail.com
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Ana Mara de Oliveira
Figueiredo
ana.figueiredo@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Anderson Veiga da Silva
anderson.silva@iff.edu.br
Instituto Federal Fluminense
Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Abstract

This work presents the development of a low-cost technological solution aimed at automating access control to a university cafeteria in a public educational institution. The proposed system is based on the Internet of Things (IoT) paradigm and uses barcode reading from student identification cards combined with communication via the MQTT protocol. The solution is designed to operate with limited hardware and network resources, ensuring efficient, reliable, and scalable data exchange between devices and a central server. Currently under development, the system seeks to provide accurate records of user access, supporting improved demand estimation, reduction of food waste, and optimization of institutional resource management. The proposed approach highlights the potential of lightweight IoT architectures to enhance operational efficiency and sustainability in academic environments.

CCS Concepts

• **Networks** → **Network applications**; • **Hardware** → *Sensor applications and deployments*; • **Applied computing** → Enterprise computing.

Keywords

Internet of Things; Barcode Reading; MQTT; Cafeteria Management; Food Waste Reduction.

1 Introdução

A gestão de refeitórios em Instituições de Ensino públicas no Brasil enfrenta desafios significativos, o que tem impulsionado a adoção de processos automatizados de gerenciamento [3]. Historicamente, o controle de acesso ao consumo de refeições tem sido realizado por métodos manuais, como listas de presença, sujeitos a filas, vulnerabilidades a fraudes e registros imprecisos, permitindo o uso indevido do benefício por indivíduos não autorizados [3, 7]. Essa

imprecisão dificulta a estimativa da demanda e contribui para a produção de refeições em quantidade superior à necessária, ampliando o desperdício de alimentos[3].

Nesse contexto, a integração da Tecnologia da Informação apresenta-se como alternativa para aprimorar o monitoramento do consumo, otimizar a gestão administrativa e apoiar a tomada de decisão institucional. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução eletrônica de baixo custo para automatizar a identificação e o controle de acesso em ambientes universitários, com ênfase no refeitório, utilizando o paradigma da Internet das Coisas (IoT) [5]. A comunicação entre os dispositivos ocorre por meio do protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), caracterizado por sua leveza e eficiência em cenários com recursos limitados de hardware e conectividade [2].

Ao viabilizar um controle mais preciso do acesso, a solução proposta busca fornecer registros confiáveis de utilização, contribuindo para estimativas mais acuradas da demanda por refeições e para a redução do desperdício de alimentos, promovendo maior eficiência e sustentabilidade no uso dos recursos institucionais [3].

2 Trabalhos relacionados

O presente trabalho se fundamenta em três pilares conceituais principais: a gestão eficiente de refeitórios acadêmicos, o uso de tecnologias de identificação para controle de acesso e o paradigma da Internet das Coisas (IoT).

2.1 Gestão e Automação de Refeitórios em Instituições de Ensino

A literatura aponta que a gestão de refeitórios em Instituições de Ensino enfrenta desafios recorrentes relacionados ao controle de acesso, à organização do fluxo de usuários e à previsão adequada da demanda por refeições. Em muitos contextos, esses processos ainda são realizados de forma manual, o que compromete a confiabilidade

dos registros, gera filas, fragilidades no controle contra fraudes e imprecisão na estimativa do número de usuários atendidos [3, 4, 7].

Estudos destacam que a ausência de sistemas informatizados dificulta o planejamento da produção alimentar e contribui diretamente para o desperdício de alimentos, uma vez que a produção de refeições passa a se basear em estimativas pouco precisas [3, 4]. Nesse sentido, a automação dos processos de gestão do refeitório é apontada como um elemento fundamental para a melhoria da eficiência operacional e da sustentabilidade institucional.

A incorporação da Tecnologia da Informação tem sido amplamente discutida como estratégia para integrar o controle de acesso, o monitoramento do consumo e a gestão de estoque. Soluções baseadas em sistemas informatizados permitem maior rastreabilidade dos dados, aumento da segurança e suporte à tomada de decisão administrativa, conforme evidenciado em experiências de desenvolvimento e implementação de softwares de gestão de refeitórios em instituições públicas de ensino [6, 7].

2.2 Internet das Coisas (IoT) e Controle de Acesso

A Internet das Coisas (IoT) é definida como uma rede de itens equipados com sensores e inteligência de *software* que estão conectados à internet, tornando objetos cotidianos "inteligentes" e capazes de se comunicar e reportar informações sobre seu estado [5]. No ambiente acadêmico, a IoT oferece uma base tecnológica versátil para o desenvolvimento de sistemas de baixo custo e alta eficiência [1, 5].

2.3 Protocolo MQTT para Comunicação

A comunicação entre dispositivos em sistemas de Internet das Coisas (IoT) demanda protocolos eficientes, capazes de operar em ambientes com restrições de hardware e conectividade. Nesse contexto, o MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) é um protocolo amplamente utilizado, que opera segundo o modelo Publish/Subscribe e se destaca por seu caráter leve e flexível [2].

Essas características tornam o MQTT especialmente adequado para cenários com dispositivos conectados de forma intermitente e com recursos computacionais limitados. Além disso, resultados experimentais indicam que o protocolo pode proporcionar maior eficiência na transmissão de dados quando comparado a soluções de propósito geral, como o HTTP, sem prejuízos significativos em termos de latência [2].

2.4 Otimização de Recursos e Sustentabilidade

A adoção de sistemas automatizados de controle de acesso em refeitórios acadêmicos contribui não apenas para o aumento da segurança, mas também para a gestão precisa dos dados de consumo. O registro confiável do número de usuários atendidos permite um planejamento mais adequado da produção de refeições, reduzindo a superprodução e o desperdício de alimentos. Dessa forma, a automação apoia práticas de sustentabilidade e eficiência no uso de recursos institucionais, conforme apontado pela literatura [3, 4, 6].

3 Metodologia e Desenvolvimento

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de Desenvolvimento e Aplicação, de natureza tecnológica e abordagem experimental, atualmente em andamento. No momento da submissão deste trabalho, o projeto encontra-se na fase de Desenvolvimento

do Sistema de Leitura e Comunicação, conforme o planejamento metodológico descrito a seguir. As etapas são estruturadas de forma sequencial, visando à implementação e posterior validação de um sistema de controle de acesso de baixo custo, adequado ao contexto do refeitório da instituição de ensino na qual o projeto está sendo desenvolvido.

3.1 Revisão Bibliográfica e Levantamento Técnico

A revisão bibliográfica foi realizada com o objetivo de fundamentar teoricamente o projeto e subsidiar as decisões técnicas adotadas, contemplando artigos científicos, dissertações e trabalhos técnicos relacionados à automação de refeitórios, sistemas de controle de acesso, contagem de pessoas e tecnologias de identificação, como RFID, NFC e códigos de barras. Paralelamente, foi conduzido o levantamento de requisitos técnicos para definição dos componentes de hardware e software necessários à implementação do sistema, considerando critérios de custo, disponibilidade, facilidade de integração e conectividade com a internet por meio do protocolo MQTT.

3.2 Desenvolvimento do Sistema de Leitura e Comunicação

O projeto encontra-se atualmente na fase de Desenvolvimento do Sistema de Leitura e Comunicação, responsável pela implementação do núcleo funcional da solução proposta. A arquitetura segue o paradigma da Internet das Coisas, integrando dispositivos de leitura, comunicação em rede e processamento centralizado, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1: Arquitetura da solução IoT proposta para o controle de acesso ao refeitório universitário.

Nesta etapa, desenvolve-se um sistema de leitura baseado no código de barras presente nas carteiras estudantis emitidas pelo sistema SUAP, escolhido pela ampla adoção institucional e facilidade de acesso aos dispositivos necessários. O sistema realiza a captura automática da matrícula do estudante e sua validação em tempo real.

O protótipo é composto por um microcontrolador ESP32 integrado a um leitor de código de barras USB, responsável pelo processamento local das informações e pela comunicação com um servidor central responsável pelo armazenamento e gerenciamento dos dados de acesso. O software embarcado utiliza o protocolo MQTT no modelo Publish/Subscribe, com comunicação assíncrona baseada em tópicos e nível de qualidade de serviço QoS 1, garantindo a entrega confiável das mensagens mesmo em cenários com conectividade limitada.

A solução prioriza facilidade de replicação institucional e baixo custo de implementação. Testes iniciais de bancada estão sendo conduzidos para avaliar a leitura dos códigos de barras, a estabilidade da comunicação MQTT e o tempo de resposta do sistema.

3.3 Testes e Validação em Ambiente Real

Após a realização dos testes iniciais de bancada descritos na etapa anterior, o processo de validação do sistema será conduzido em duas fases. Inicialmente, foram realizados testes preliminares em ambiente controlado, com o objetivo de verificar o funcionamento da leitura dos códigos de barras, a estabilidade da comunicação via protocolo MQTT e o comportamento geral do sistema durante operações contínuas. Esses testes indicaram a viabilidade operacional da solução, motivando o avanço para as próximas etapas experimentais.

Na sequência, está prevista a realização de testes práticos no refeitório do campus, preferencialmente em horários de menor fluxo de usuários, como o lanche da tarde e o jantar. Esses testes visam avaliar o desempenho operacional do sistema em condições reais de uso, considerando aspectos como robustez, confiabilidade dos dados coletados e aceitação por parte dos usuários, minimizando impactos na rotina institucional.

3.4 Análise de Dados

Os dados a serem gerados durante os testes serão coletados, organizados e analisados, com foco na avaliação do potencial do sistema para reduzir o tempo de espera, mitigar fraudes no controle de acesso e contribuir para a otimização dos recursos alimentares por meio da contagem precisa dos usuários atendidos.

4 Resultados Esperados

Espera-se, ao final do desenvolvimento, a obtenção de um sistema funcional de controle de acesso ao refeitório baseado na leitura de código de barras e comunicação via protocolo MQTT, capaz de operar de forma integrada ao ambiente institucional. A solução deverá possibilitar o registro preciso do número de usuários atendidos, contribuindo para a redução do tempo de espera, o aumento da segurança no acesso e a mitigação de fraudes associadas aos processos manuais atualmente utilizados.

A contagem automatizada dos acessos deverá fornecer dados confiáveis para apoiar a tomada de decisão relacionada à produção de refeições, favorecendo a otimização do uso de insumos e a redução do desperdício de alimentos. Além disso, espera-se que o sistema apresente baixo custo de implementação, facilidade de manutenção e escalabilidade, permitindo sua adaptação para outros ambientes institucionais que demandem controle automatizado de acesso.

5 Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma solução tecnológica voltada à automação do controle de acesso ao refeitório de uma instituição pública de ensino, com foco na redução do desperdício de alimentos e na otimização da gestão de recursos. A proposta fundamenta-se no uso de tecnologias de baixo custo, no paradigma da Internet das Coisas e na comunicação eficiente entre dispositivos por meio do protocolo MQTT.

Atualmente, o projeto encontra-se na fase de desenvolvimento do sistema de leitura e comunicação, etapa essencial para a validação do modelo proposto. A escolha do uso de códigos de barras

presentes nas carteiras estudantis mostrou-se adequada ao contexto institucional, por aliar simplicidade de implementação, ampla disponibilidade e viabilidade econômica.

Espera-se que, com a conclusão das próximas etapas, o sistema contribua para a melhoria do controle de acesso, fornecendo dados confiáveis que apoiem a tomada de decisão relacionada à produção de refeições, promovendo maior eficiência operacional e sustentabilidade. Como trabalhos futuros, prevê-se a realização de testes em ambiente real e a avaliação do desempenho do sistema, bem como a possibilidade de sua adaptação para outros espaços institucionais que demandem controle automatizado de acesso.

Referências

- [1] Assunção Aleme da Cruz Júnior. 2024. Sistema de controle de acesso utilizando Internet das Coisas e tecnologia RFID. Monografia (Graduação em Mecatrônica Industrial), Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus.
- [2] Bruno Carneiro da Cunha and Daniel Macêdo Batista. 2022. Avaliação da Integração do Protocolo MQTT em uma Plataforma de Cidades Inteligentes. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação* (2022). <https://journalssol.sbc.org.br/index.php/reic/article/view/2221>
- [3] Hélio José da Silva Júnior. 2025. UNIACCESS: Uma Aplicação que Auxilia no Gerenciamento do Acesso e Consumo das Refeições do Restaurante Estudantil do IFPB - Campus Cajazeiras. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras.
- [4] Gabriel Dias de Almeida, Gabriel Morth Cursino, and Iago Baldim Mendes. 2023. Estudo Conceitual acerca da Automatização dos Restaurantes Universitários da USP. *Mecatrone* (2023). <https://doi.org/10.11606/issn.2526-8260.mecatrone.2023.220809>
- [5] Ernesto Felipe Castillo Maldonado. 2019. *Desenvolvimento de um sistema eletrônico de baixo custo para a identificação de usuários e gerenciamento de acesso às dependências de um ambiente universitário, utilizando as tecnologias MQTT e RFID*. Master's thesis. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- [6] Rayllon Rodrigues Sousa Reis, Aldo Braghini Junior, and Juliana Masson Prediger. 2024. Informatização da Gestão do Refeitório no IFTO - Campus Araguatins: Desenvolvimento e Implementação do Software de Gestão. In *VI Simpósio de Engenharia de Produção (SIENPR)*. Universidade Federal de Catalão.
- [7] Gabriel Antonio Veiga and Daniel de Andrade Varela. 2023. Automação do Refeitório Escolar: cadastro e gerenciamento de usuários do refeitório escolar. Pesquisa - Trabalho em Andamento, Instituto Federal Catarinense, Campus Camboriú.