

Monitoramento Inteligente de Hortifruti: Reduzindo Perdas com Sensores IoT no Varejo Supermercadista

Pablo Henrique L. de Oliveira, Luca Atanazio Evangelista, Lucas F. R. da Costa

¹Faculdade Senai Fatesg (Fatesg)

Rua 227-A, Qd. 117, Lt. Área nº 582, Setor Leste Universitário
CEP 74610-060 - Goiânia-GO

²Curso Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial - SENAI Fatesg, GO

eopabrogmail.com, lucaatanazioevangelista@gmail.com

Abstract. *The high loss rate of Fresh Fruits and Vegetables (FFV) in Brazilian retail, which reached 5.83% in 2024, presents a major operational challenge. Climacteric products like tomatoes and bananas are the main contributors, with losses accelerated by ethylene release under inadequate storage conditions. This study proposes the development of a Low-Cost Internet of Things (IoT)-based Monitoring System using sensor nodes (temperature, humidity, and volatile gases from the MQ family) installed directly on supermarket shelves. The system's objective is to transform raw data into actionable intelligence, enabling rigorous environmental control. This technology is expected to mitigate losses, extend shelf life, and substantially improve the operational efficiency and sustainability of FFV management.*

Keywords: *Internet of Things; Postharvest Losses; Climacteric Fruits; Retail Management; Ethylene.* improve the operational efficiency and sustainability of FLV management in retail.

Resumo. *A alta taxa de perdas em Frutas, Legumes e Verduras (FLV) no varejo brasileiro, que atingiu 5,83% em 2024, representa um grande desafio operacional. Produtos climatéricos como o tomate e a banana são os principais contribuintes, com perdas aceleradas pela liberação de etileno sob condições de armazenamento inadequadas. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento de Baixo Custo baseado em Internet das Coisas (IoT), utilizando nós sensores (temperatura, umidade e gases voláteis da família MQ) instalados nas gôndolas. O objetivo do sistema é transformar dados brutos em inteligência acionável, permitindo o controle rigoroso do ambiente de exposição. Espera-se que esta tecnologia mitigue as perdas, aumente a vida de prateleira e melhore substancialmente a eficiência operacional e a sustentabilidade da gestão de FLV.*

Palavras-chave: *Internet das Coisas; Perdas de Pós-Colheita; Frutos Climatéricos; Gestão de Varejo; Etileno.*

1. Introdução

O Brasil, como uma potência agrícola global, apresenta uma produção expressiva de hortifrutigranjeiros. Em 2024, a safra de culturas-chave como a maçã atingiu 997.470

toneladas e a de banana alcançou 7.046.502 toneladas em âmbito nacional. Regionalmente, o estado de Goiás se destacou na produção de tomate, com um volume de 4.407.502 toneladas (IBGE, 2024). No entanto, essa vasta produção contrasta com os desafios significativos de perdas ao longo da cadeia de suprimentos, especialmente no varejo. Segundo a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), o setor de Frutas, Legumes e Verduras (FLV) registrou uma ineficiência operacional de 5,83% em 2024, um índice drasticamente superior à média geral do supermercado, que oscilou entre 1,79% e 1,89% no período de 2018 a 2023.

A análise aprofundada da ABRAS revela que a ineficiência no setor de FLV não é um problema recente, com registros de 5,01% já em 2019, e que as frutas são as principais responsáveis por essas perdas, respondendo por 27% do total. Dentro deste grupo, o tomate e a banana emergem como os produtos mais críticos, liderando as perdas tanto em volume (quilos) quanto em valor financeiro. A causa fundamental para essa vulnerabilidade reside em suas características fisiológicas, notadamente o efeito climatérico. Frutos climatéricos, como a maçã, a banana e o tomate, liberam etileno (C_2H_4), um fitormônio gasoso que acelera drasticamente o processo de amadurecimento e senescência, não apenas em si mesmos, mas também em outros produtos sensíveis ao gás que estejam armazenados no mesmo ambiente.

Este processo bioquímico é catalisado por condições ambientais inadequadas, principalmente a temperatura. Cada produto possui uma faixa de temperatura ideal de conservação, e desvios podem acelerar as taxas respiratórias e a produção de etileno, precipitando a degradação da qualidade e reduzindo a vida de prateleira de todo o setor de hortifruti. A falta de um monitoramento preciso e em tempo real dessas variáveis no ponto de venda impede a tomada de ações proativas, resultando em perdas que são, em grande parte, evitáveis.

Diante deste cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de monitoramento de baixo custo baseado em tecnologia de Internet das Coisas (IoT). O sistema utiliza um nó sensor para coletar dados brutos e contínuos de temperatura, umidade e gases voláteis associados à maturação e deterioração — como o etanol, detectável por sensores da família MQ — diretamente das gôndolas de supermercados. O objetivo é transformar esses dados em inteligência acionável, permitindo um controle rigoroso do ambiente de exposição e a implementação de soluções estratégicas para mitigar as perdas, com foco especial nos produtos de alto risco como tomate e banana. Este artigo detalha a arquitetura do sistema, a metodologia de coleta e análise de dados e discute como tal tecnologia pode revolucionar a gestão de FLV no varejo, aumentando a eficiência operacional e a sustentabilidade.