



SISTEMAS DE SOFTWARE PARA O MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS EM CENTRAIS DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL

Caique Moreira Silva¹

Vinicius Martins Souza²

Julio Cesar Carou Felix de Lima³

Olinda Nogueira Paes Rizzo⁴

Introdução

Os sistemas de refrigeração comercial são pilares fundamentais para a conservação de produtos perecíveis, garantindo a qualidade e a segurança alimentar na cadeia de suprimentos moderna. Contudo, estes sistemas representam uma parcela expressiva do consumo energético global, especialmente em estabelecimentos como supermercados, onde podem ser responsáveis por mais de 50% da demanda elétrica total, impactando diretamente os custos operacionais e a sustentabilidade ambiental (GASPARIN et al., 2017). A complexidade e a criticidade desses equipamentos exigem um controle rigoroso para que operem dentro de parâmetros ideais de eficiência e segurança. A gestão tradicional desses sistemas frequentemente opera de forma reativa, baseada em manutenções corretivas que ocorrem apenas após a falha de um componente. Essa abordagem eleva os riscos de interrupções operacionais, perdas de produtos por desvios de temperatura e o comprometimento da cadeia do frio, um fator crítico para a prevenção do desperdício de alimentos e para a saúde pública. Segundo Gonçalves (2012), a manutenção de um controle de temperatura preciso e ininterrupto é um dos maiores desafios logísticos e operacionais no setor de alimentos, sendo essencial para mitigar

riscos de contaminação e preservar o valor nutricional dos produtos. Nesse cenário, a evolução da engenharia de software e da automação industrial apresenta soluções inovadoras para superar tais desafios. A implementação de sistemas supervisórios e de monitoramento remoto, fundamentados em tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), permite a coleta e análise contínua de dados operacionais. Tais plataformas transformam dados brutos de múltiplos sensores (temperatura, pressão, consumo) em informações estratégicas para a gestão dos ativos de refrigeração. A aplicação de monitoramento inteligente em processos industriais é um caminho consolidado para habilitar a manutenção preditiva e otimizar a eficiência operacional (SILVA, 2021). A relevância deste estudo reside, portanto, na análise do impacto da aplicação de sistemas de software no gerenciamento de centrais de refrigeração. A justificativa para esta pesquisa se desdobra em múltiplas contribuições: para as empresas, representa a possibilidade de reduzir custos operacionais com energia e manutenção, além de aumentar a confiabilidade dos equipamentos. Para a sociedade, a contribuição se manifesta na maior garantia da qualidade dos alimentos e na segurança do consumidor final. Ambientalmente, a otimização do funcionamento des-

¹ Autor: Graduando em Engenharia de Software da Universidade Santo Amaro - SP - zcaique2@estudante.unisa.br.
Data da entrega: 07/10/2025

² Autor: Graduando em Engenharia Mecânica da Universidade Santo Amaro - SP - rvinius2z@estudante.unisa.br.
Data da entrega: 07/10/2025

³ Professor Orientador: Julio Cesar Carou Felix de Lima; Mestre; Universidade Santo Amaro - SP - jclima@prof.unisa.br

⁴ Professora Orientadora.



ses sistemas promove a eficiência energética, diminuindo o consumo de recursos naturais, e auxilia na detecção precoce de vazamentos de fluidos refrigerantes, gases que frequentemente possuem alto potencial de aquecimento global.

Objetivos

Analisar a aplicação de sistemas de software para o monitoramento e a análise de dados em centrais de refrigeração comercial, visando a otimização do desempenho, a eficiência da gestão e a utilização dos dados extraídos para subsidiar as manutenções preventiva, preditiva e corretiva. Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos: - Caracterizar as funcionalidades de plataformas de software utilizadas para a supervisão local e remota de sistemas de refrigeração. - Descrever o processo de aquisição de dados por meio de sensores e sua visualização em tempo real e em séries históricas por meio das interfaces do sistema. - Identificar os principais parâmetros operacionais monitorados como temperatura, superaquecimento, ciclos de degelo e correlacionar sua importância para o diagnóstico do estado do sistema. - Demonstrar como a análise de dados fornecida pelo software pode subsidiar a manutenção preditiva e a otimização da eficiência energética dos equipamentos.

Metodologia

Para atingir os objetivos propostos, este trabalho foi desenvolvido com base em uma abordagem qualitativa, caracterizando-se como um estudo de caso de natureza exploratória e descritiva. Segundo Gil (2008), o estudo de caso é o método ideal para investigações que necessitam de uma análise aprofundada

e contextualizada de um fenômeno contemporâneo em seu ambiente real. A escolha desta metodologia justifica-se pela oportunidade de examinar em detalhe a aplicação e a interação de sistemas de software específicos em uma central de refrigeração comercial em pleno funcionamento, permitindo uma compreensão rica e detalhada do objeto de estudo. O levantamento dos dados primários foi realizado por meio de uma pesquisa de campo em um estabelecimento comercial da rede Coelho Diniz Supermercados, na Cidade de Timóteo-MG, no dia 25 de setembro de 2025. A coleta de dados se deu através da observação direta e sistemática da operação dos sistemas de monitoramento. As funcionalidades, interfaces e a visualização de dados foram documentadas por meio de registros audiovisuais. As ferramentas de engenharia de software analisadas foram os sistemas supervisórios Xweb e Bossmi, utilizados para o monitoramento remoto e análise de tendências, e o controlador local Emerson RX-400, que exemplifica a automação no nível do equipamento. Paralelamente, realizou-se um levantamento bibliográfico para a construção do referencial teórico. A pesquisa por fontes secundárias foi conduzida na plataforma Google Acadêmico, utilizando como descritores os termos: "sistemas de refrigeração", "eficiência energética", "monitoramento remoto", "automação industrial", "automação comercial" e "engenharia de software aplicada". Esta etapa foi fundamental para embasar a análise do caso prático, contextualizar a problemática da pesquisa e comparar as tecnologias observadas com o estado da arte e as boas práticas descritas na literatura científica. A combinação do estudo de caso com a pesquisa de campo e o levantamento bibliográfico constituiu uma abordagem metodológica robusta, permitindo não apenas descrever o funcionamento das tecnologias, mas também analisar criticamente seu papel



na otimização de processos e na gestão de ativos, conectando a prática observada aos fundamentos teóricos da área.

Resultados e discussão

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos sistemas de software de monitoramento de refrigeração, conforme a metodologia de estudo de caso. Os resultados são discutidos em termos de suas funcionalidades, dos dados operacionais que fornecem e do impacto que geram na gestão e manutenção dos equipamentos.

Considerações finais

Este trabalho se propôs a analisar a aplicação de sistemas de software para o monitoramento e a análise de dados em centrais de refrigeração comercial. Ao final da investigação, conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente alcançados. Foi possível caracterizar as funcionalidades de uma arquitetura de software de três níveis, descrever o processo de aquisição e visualização de dados a partir de sensores, identificar os parâmetros operacionais críticos para o diagnóstico do sistema e, fundamentalmente, demonstrar como a análise desses dados habilita uma gestão mais eficiente e proativa. As principais contribuições deste estudo residem na evidência do papel transformador da engenharia de software na gestão de sistemas de refrigeração. Para a área de estudo, o trabalho oferece um caso prático que ilustra como os princípios de Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e visualização de dados são aplicados para resolver desafios industriais concretos, como a eficiência energética e a segurança alimentar. O estudo demonstrou que a implementação de tais siste-

mas permite a transição de um modelo de manutenção reativa para uma abordagem preditiva, baseada na análise de tendências históricas, o que representa uma mudança de paradigma com impactos diretos na redução de custos operacionais e na confiabilidade dos equipamentos. Apesar dos resultados elucidativos, este estudo se concentrou em uma análise qualitativa e funcional. Para uma compreensão mais aprofundada dos benefícios, seria necessário realizar uma análise quantitativa de longo prazo para mensurar numericamente a economia de energia e a redução da taxa de falhas dos equipamentos após a implementação do monitoramento contínuo. Como sugestão para trabalhos futuros, aponta-se a exploração de técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina (machine learning) aplicadas sobre o vasto volume de dados históricos gerados por essas plataformas. A criação de modelos preditivos poderia automatizar a detecção de anomalias e prever falhas com semanas de antecedência, elevando a manutenção a um patamar prescritivo. Outra linha de pesquisa promissora seria a integração desses sistemas de refrigeração com outras plataformas de gestão do varejo, como sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP), para correlacionar o desempenho dos equipamentos com as vendas e o estoque de produtos perecíveis. Dessa forma a engenharia de software desempenha um papel fundamental na modernização da gestão de refrigeração, elevando o software de uma ferramenta acessória para o núcleo estratégico do setor. Sua capacidade de coletar, processar e apresentar dados de forma inteligente viabiliza a transformação da manutenção reativa em uma abordagem proativa e baseada em dados. Essa evolução permite que as empresas não apenas corrijam problemas, mas os antecipem, resultando na otimização de recursos e contribuindo diretamente



para a eficiência operacional, a segurança alimentar e a redução de custos.

Palavras-chave: Refrigeração. Remoto. Sensores. Automação. Plataforma.

Referências

1. GASPARIN, F. P. et al. Análise do consumo de energia elétrica em um supermercado de médio porte. *Revista Brasileira de Eficiência Energética*, v. 8, n. 2, p. 45-58, 2017. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
2. GONÇALVES, P. A. Gestão da cadeia do frio: desafios e melhores práticas na indústria de alimentos. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
3. SILVA, M. R. A aplicação de sistemas ciberfísicos e IoT para monitoramento em tempo real na Indústria 4.0. *Journal of Industrial Automation*, v. 12, n. 1, p. 112-125, 2021.