



Assessoria técnica em câmara fria utilizando a coleta automatizada de dados de temperatura: Um relato de experiência

Technical assistance in cold storage using automated temperature data collection: An experience report

Abner de Oliveira Sgobi¹, Guilherme Quereza Vieira², Haldane de Araujo Lima Lôbo Junior³, Igor Rafael Guizelini⁴, Roger Nabeyama Michels⁵

RESUMO

Nos últimos anos, o consumo de energia elétrica em estabelecimentos comerciais, especialmente em setores como supermercados e bares, tem gerado preocupações significativas devido à necessidade de manter produtos refrigerados, como bebidas, em condições ideais de temperatura. Este artigo relata um estudo de caso sobre a assessoria técnica prestada a um estabelecimento comercial em Londrina, Paraná, visando otimizar o gerenciamento de sua câmara fria. Foi desenvolvido um sistema automatizado de coleta de dados de temperatura, baseado em uma plataforma de código aberto, que permitiu analisar o perfil térmico da câmara fria ao longo de uma semana de operação. Os resultados revelaram desafios, como o reabastecimento inadequado de produtos e a abertura constante da porta, afetando a temperatura das bebidas. Com base nesses dados, foram propostas soluções, incluindo o ajuste do cronograma de reabastecimento e a restrição de produtos não convenientes à refrigeração na câmara fria. A automação da coleta de dados e a análise utilizando ferramentas como Excel, Power BI e Python e a aplicação de inteligência artificial são passos essenciais para auxiliar proprietários de câmaras frias na tomada de decisões.

PALAVRAS-CHAVE: Datalogger. Eficiência Energética. Open Source.

ABSTRACT

In recent years, electricity consumption in commercial establishments, especially in sectors such as supermarkets and bars, has raised significant concerns due to the need to maintain refrigerated products, such as beverages, at ideal temperatures. This article reports a case study on the technical assistance provided to a commercial establishment in Londrina, Paraná, aimed at optimizing the management of its cold storage room. An automated temperature data collection system, based on an open-source platform, was developed, allowing for the analysis of the result revealed challenges, such as inadequate product restocking and constant door opening, affecting the temperature beverages. Based on this data, solutions were proposed, including adjusting the restocking schedule and restricting products unsuitable for cold storage. The automation of data collections and analysis using tools such as Excel, Power BI, and Python, along with the applications of artificial intelligence, are essential steps to assist cold storage room owners in decision-making.

KEYWORDS: Datalogger. Energetic Efficiency. Open Source.

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: sgobi@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1683055586173161.

² Aluno do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: guilhermequereza@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 0266456084149144.

³ Aluno do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: haldanejunior@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5128283773245636.

⁴ Eng. Eletricista no Departamento Acadêmico de Elétrica e Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: igorguiz@gmail.com. ID Lattes: 4037158410187322.

⁵ Docente no Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: rogermichels@utfpr.edu.br. ID Lattes: 4651685723320152.



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o panorama do consumo de energia elétrica em estabelecimentos comerciais passou por significativas mudanças, com uma atenção crescente voltada para os sistemas de refrigeração, em particular, aqueles destinados ao armazenamento dos produtos refrigerados, como bebidas. O setor de comércio, especialmente em segmentos como supermercados, bares, restaurantes e lojas de conveniência, enfrenta desafios consideráveis em relação à eficiência energética de seus sistemas de refrigeração, devido à necessidade de manter produtos em condições ideais de temperatura. Esse contexto suscita preocupações econômicas uma vez que o consumo de energia elétrica associado a refrigeração representa parcela significativa dos custos operacionais (Salehy et al, 2020; Acha, et al, 2016).

Além do correto dimensionamento de câmaras frias comerciais, levando em conta a carga térmica oriunda da transmissão de calor, dos produtos, da infiltração do ar externo, da iluminação, da presença de pessoas, dos motores e ventiladores do próprio refrigerador, é necessário assegurar que a utilização do equipamento ocorra de forma correta, orientando o comerciante sobre as ações que diminuem a eficiência da câmara fria e o que pode prejudicar a correta refrigeração dos produtos (Cecchinato, et al, 2010).

A determinação do perfil de temperatura em câmaras frias em operação, é uma metodologia para verificar possíveis anomalias ou mau uso que afetam na correta refrigeração dos produtos e, para essa determinação, é necessário o emprego de um sistema automatizado de coleta de dados de temperatura. Para tanto, um datalogger, baseado em uma placa Arduino, *shields* e sensores de temperatura comporia uma alternativa financeiramente acessível a pequenos comércios para análises e determinação da performance de câmaras frias (Bachega et al, 2020).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é relatar a assessoria realizada no processo de coleta automatizada de dados de temperatura em câmara fria comercial de empresa em Londrina-PR.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em conjunto com a disciplina extensionista de Refrigeração do curso de Engenharia Mecânica do Campus Londrina da UTFPR e com o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso conduzido pelo aluno Bruno Sartori Kamimura, o projeto de extensão intitulado Assistência a projetos no processo de coleta de dados utilizando sistema Open Source desenvolveu um datalogger para coleta de dados de temperatura automatizado especialmente para atender um estabelecimento comercial no município de Londrina, Paraná.

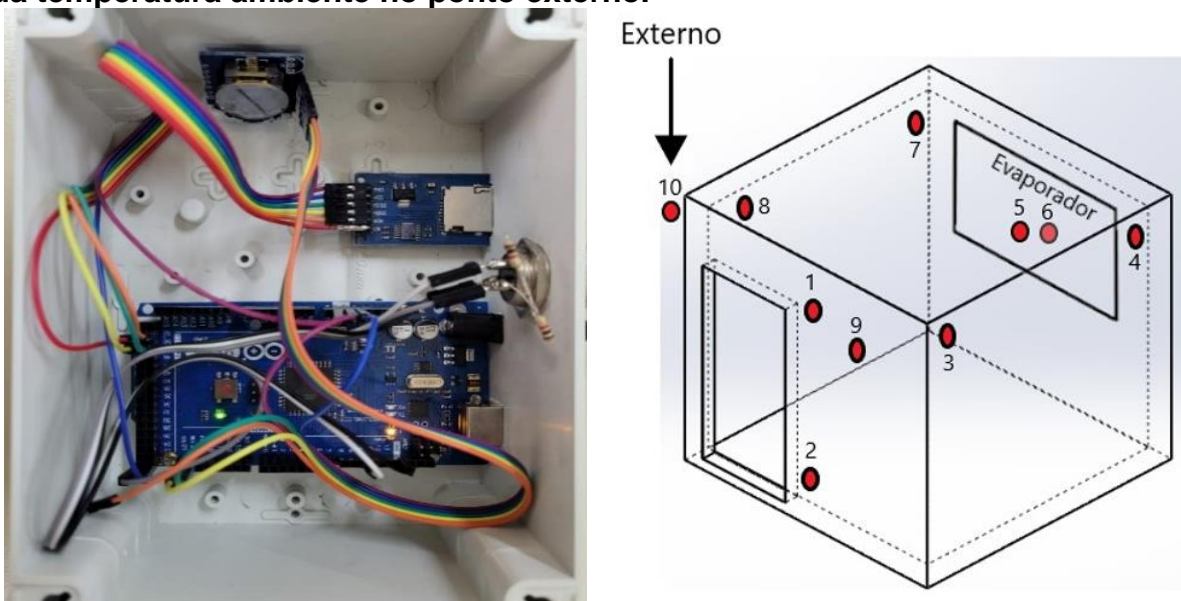
Inicialmente realizou-se a montagem do hardware (Figura 1), constituído pelo conjunto placa Arduino Mega 2560, módulo Datalogger RTC/Micro SD e, para este caso, 10 sensores DS18B20, sensores esses que se comunicavam com o Arduino por meio de um programa de código aberto (*Open Source*), e tinham os dados de temperaturas armazenados em um cartão Micro SD, gravados na forma de um arquivo de texto simples, do formato .txt.

A razão pela qual optou-se por utilizar este sistema automatizado foi devido ao seu custo acessível e à inviabilidade de coletar manualmente o grande volume de dados necessário para analisar o perfil térmico da câmara fria, especialmente considerando as

condições reais de operação. A coleta manual de dados teria sido extremamente perturbadora devido à constante abertura da porta, o que interferiria na carga térmica.

Para garantir o correto dimensionamento dos cabos do sistema, realizou-se as medições *in loco* das dimensões da câmara fria, planejando a colocação estratégica dos sensores para coleta de dados, bem como identificou-se o ponto externo para capturar a temperatura ambiente (Figura 1). Em seguida, foi configurado o endereçamento individual para cada sensor e o desenvolvimento do programa, em linguagem semelhante ao C++, projetado para coletar e registrar os dados a cada 10 minutos.

Figura 1 – Datalogger e posicionamento dos sensores no interior da câmara e da temperatura ambiente no ponto externo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Foram realizados testes laboratoriais de todo o sistema para assegurar sua funcionalidade e evitar retrabalho em uma eventual falha com os sensores já instalados na câmara fria. Com o sistema instalado no local, os registros ocorreram pelo período de uma semana, cobrindo um ciclo completo de utilização e reabastecimento dos produtos refrigerados pela câmara fria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A queixa inicial do empresário quanto ao sistema de refrigeração era que os clientes estavam reclamando que a bebida (Chopp) estava sendo servida em temperatura diferente da desejada sendo este o principal fator a ser investigado e viabilizar uma solução. Vale ressaltar que a câmara fria foi projetada para atender a refrigeração de barris plásticos de Chopp.

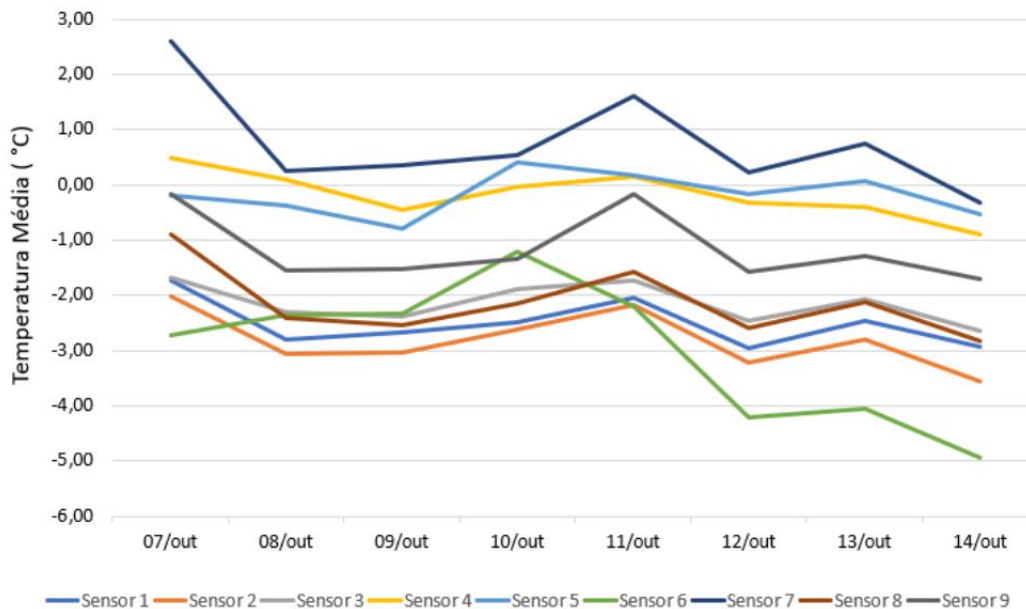
Após a coleta dos dados, chegou ao gráfico da Figura 2, o início das análises ocorreu no dia 07/10/2022, uma sexta-feira e nota-se que as temperatura estavam acima da desejada devido ao abastecimento de produtos na câmara fria durante a semana. Os dias de maiores movimento são na sexta-feira e no sábado, ou seja, a grande parte dos clientes



que frequentam o estabelecimento tiveram acesso, no final de semana em questão, a produtos com temperatura indesejada.

Acompanhando o gráfico nota-se uma redução da temperatura nos dias 08/10/2022 e 09/10/2022, isso se dá pela diminuição do produto no interior da câmara fria provocada pela venda do mesmo. A temperatura volta subir devido ao reabastecimento do produto, que ocorreu em grande quantidade no dia 11/10/2022, voltando a temperatura a decrescer na sexta e sábado (13/10/2022 e 14/10/2022). O fato da sexta-feira (07/10/2022) apresentar temperatura superiores ao dia 14/10/2022 está atrelada ao fato dos colaboradores saberem que estava sendo analisada a eficiência do equipamento diminuindo o acesso ao interior da câmara fria.

Figura 2 – Comportamento da temperatura média de cada sensor no ciclo semanal de funcionamento da câmara fria em análise.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Com o acompanhamento das atividades relacionadas a câmara fria como o abastecimento de produtos e abertura das portas, com as análises do perfil da temperatura e o comportamento da média da temperatura no decorrer do ciclo semanal, conseguiu detectar as seguintes ações que afetam na qualidade da temperatura das bebidas, que são:

- Reabastecimento de produtos na quarta feira, dando pouco tempo para uma refrigeração adequada até os dias de maiores consumos;
- Utilização da câmara fria para refrigerar produtos não previstos no momento do projeto, como refrigerantes, água e demais bebidas em vasilhames como latas e garrafas;
- Abertura constante da porta e a permanência da porta aberta por tempo elevado, contribuindo para a entrada do calor ambiente.

Para reverter esses problemas foi sugerido: Antecipar o abastecimento dos barris de Chopp para as segundas-feiras ou terças-feiras, aumentando o tempo de exposição do produto ao frio; Não refrigerar latas e garrafas na câmara fria, utilizar um equipamento específico para essa finalidade, pois esses pequenos produtos demandam a abertura constante da porta da câmara fria no momento da sua comercialização; E por fim, alocar



os barris sobre estrados para câmara fria e evitar encostar os produtos nas paredes e teto da câmara fria para oportunizar a circulação do ar frio.

CONCLUSÃO

A assessoria prestada ao estabelecimento comercial foi concluída de maneira satisfatória, oferecendo soluções simples e eficazes para resolver a questão inicialmente apresentada pelo proprietário do local. O sistema automatizado de coleta de dados foi fundamental para comprovar a variação e o comportamento da temperatura frente a usabilidade da câmara fria.

Acredita-se que a coleta contínua e o registro de dados de temperatura em pontos estratégicos dentro da câmara fria, juntamente com o uso de ferramentas de análise de dados, como o Excel e o Power BI, e a automação do abastecimento dessas ferramentas por meio da programação em Python, teriam um impacto significativo ao auxiliar os proprietários de câmaras frias na tomada de decisões, além de ser um passo importante para a aplicação da inteligência artificial.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, pelo apoio institucional para a realização trabalho e a Fundação Araucária pela bolsa concedida ao primeiro autor.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ACHA, S.; DU, Y.; SHAH, N. **Enhancing energy efficiency in supermarket refrigeration systems through a robust energy performance indicator**. International Journal of Refrigeration, v. 64, p.40-50, 2016.

BACHEGA, J. P.; MICHELS, R. N.; VIEIRA, G. Q.; CHIES, L. G. BERTOZZI, J. **Redução de custos na assistência a projetos no processo de coleta de dados**. X Seminário de Extensão e Inovação, 2020.

CECCHINATO, L.; CORRADI, M.; MINETTO, S. **Energy performance of supermarket refrigeration and air conditioning integrated systems**. Applied Thermal Engineering, v.30, n.14-15, p.1946-1958, 2010.

SALEHY, Y.; HOANG, H. M.; CLUZEL, F.; LEROY, Y.; DELAHAYE, A.; FOURNAISON, L.; YANNOU, B. **Energy performances assessment for sustainable desing recommendations: Case study of a supermarket's refrigeration system**. Procedia CIRP, v.90, p.328-333, 2020.