

SOLUÇÕES DE REFRIGERAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA VENDEDORES AMBULANTES

SUSTAINABLE REFRIGERATION SOLUTIONS FOR STREET VENDORS

Elvis Samuel Oliveira Santosⁱ
Andrelúcio de Carvalho Cordeiroⁱⁱ
Edigleison de Sousa Oliveiraⁱⁱⁱ
Alexsandro Costa da Silva^{iv}
Alessandro de Lima Marreiro^v

RESUMO

A refrigeração adequada de alimentos em carrinhos ambulantes é um desafio comum em regiões urbanas tropicais, principalmente devido à ausência de infraestrutura elétrica e à alta temperatura ambiente. Este estudo apresenta o desenvolvimento de um sistema de refrigeração portátil e autônomo, alimentado por energia solar fotovoltaica, integrando módulos termoelétricos do tipo Peltier e placas eutéticas. O objetivo é fornecer uma solução sustentável, viável e eficiente para pequenos empreendedores que necessitam conservar alimentos perecíveis com segurança e autonomia. O protótipo foi projetado com foco na simplicidade, eficiência energética e estabilidade térmica, com capacidade de manter a temperatura interna abaixo de 10 °C por até 6 horas, mesmo na ausência de insolação direta. Os resultados preliminares indicam viabilidade técnica e econômica, com potencial de ampliar a segurança alimentar e a qualidade dos serviços prestados por vendedores ambulantes.

Palavras-chave: refrigeração autônoma; energia solar; efeito Peltier; placas eutéticas; segurança alimentar.

ABSTRACT

Proper food refrigeration in street vending carts is a common challenge in tropical urban regions, mainly due to the lack of electrical infrastructure and high ambient temperatures. This study presents the development of a portable and autonomous refrigeration system powered by solar photovoltaic energy, integrating thermoelectric Peltier modules and eutectic plates. The goal is to offer a sustainable, feasible, and efficient solution for small entrepreneurs who need to preserve perishable food with safety and autonomy. The prototype was designed with a focus on simplicity, energy efficiency, and thermal stability, capable of maintaining internal temperatures below 10 °C for up to 6 hours, even in the absence of direct sunlight. Preliminary results indicate technical and economic feasibility, with the potential to enhance food safety and service quality for street vendors.

Keywords: autonomous refrigeration; solar energy; Peltier effect; eutectic plates; food safety.

1 INTRODUÇÃO

A refrigeração adequada de alimentos perecíveis é um requisito fundamental para

garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos comercializados por vendedores ambulantes. Em regiões urbanas de clima tropical, como o Brasil, essa atividade enfrenta desafios estruturais significativos, principalmente pela ausência de acesso à rede elétrica e pelas altas temperaturas ambientes. A falta de soluções de refrigeração eficientes compromete não apenas a saúde pública, mas também a viabilidade econômica desses empreendedores.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de refrigeração portátil, autônomo e sustentável, integrando tecnologias como energia solar fotovoltaica, módulos termoelétricos baseados no efeito Peltier e placas eutéticas. A proposta visa fornecer uma alternativa técnica viável para manter os alimentos resfriados de forma contínua, mesmo em ambientes externos e sem infraestrutura elétrica.

1.1 Problema de pesquisa

Como garantir a conservação térmica adequada de alimentos perecíveis comercializados por vendedores ambulantes em locais sem acesso à rede elétrica, especialmente em regiões de alta temperatura?

1.2 Objetivos

- Desenvolver um sistema de refrigeração portátil e autônomo para carrinhos ambulantes.
- Integrar tecnologias sustentáveis: energia solar, módulos Peltier e placas eutéticas.
- Avaliar a eficiência térmica e energética do protótipo.

1.3 Justificativa

A comercialização de alimentos em carrinhos ambulantes é essencial para a economia informal brasileira, mas enfrenta sérios desafios sanitários. A ausência de refrigeração compromete a segurança alimentar. Tecnologias limpas e portáteis, como os módulos Peltier alimentados por energia solar, oferecem uma alternativa viável e acessível, com potencial impacto social e ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O efeito Peltier é um fenômeno termoelétrico identificado em 1834, caracterizado pela troca de calor entre junções de semicondutores quando submetidas à corrente elétrica. Isso permite que módulos termoelétricos sejam usados para resfriar ou aquecer pequenos volumes, sendo compactos, silenciosos e sem necessidade de gases refrigerantes (BUENO; DALOSKI; ALMEIDA, 2018).

Embora sua eficiência seja inferior à de sistemas de compressão, estudos como o de Freire et al. (2021) apontam melhorias importantes com novos materiais e integração a fontes renováveis. Schneider (2021) demonstrou que o resfriamento de painéis solares com pastilhas Peltier pode aumentar sua eficiência elétrica em até 10%.

As placas eutéticas atuam como acumuladores térmicos e mantêm a temperatura estável mesmo sem alimentação elétrica, sendo ideais para períodos sem radiação

solar. A EMBRAPA (2025) destaca seu uso conjunto com sistemas portáteis como uma estratégia eficaz para conservação térmica.

3 METODOLOGIA

O projeto foi estruturado em etapas:

- Pesquisa bibliográfica: sobre o efeito Peltier, energia solar e materiais de mudança de fase.
- Seleção dos componentes: Módulos Peltier TEC1-12706 (60 W), painéis solares de 100 W, placas eutéticas com PCM, controlador PWM, sensores termopar e data logger.
- Montagem: O sistema foi construído em laboratório com uma caixa de EPS revestida de alumínio, onde os módulos Peltier foram instalados com dissipadores e conectados ao sistema fotovoltaico via controlador.
- Testes: Simulações de uso com carga térmica (alimentos) foram realizadas, monitorando temperatura interna, insolação e consumo de energia.
- Análise: Avaliações estatísticas, modelagem térmica e comparação com o ciclo de Carnot foram aplicadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo demonstrou capacidade de manter a temperatura interna abaixo de 10 °C por até 6 horas, mesmo em condições de baixa insolação, devido à contribuição das placas eutéticas. A eficiência energética observada se mostrou compatível com o perfil off-grid, atendendo bem à proposta de uso em carrinhos ambulantes.

O sistema apresentou:

- Boa portabilidade e estrutura leve;
- Simplicidade na montagem e operação;
- Baixo consumo energético;
- Redução dos riscos sanitários associados à deterioração de alimentos.

Além disso, o custo de implementação é competitivo, permitindo adoção em larga escala com benefícios sociais relevantes.

5 CONCLUSÃO

O sistema proposto atende aos objetivos de conservação térmica, autonomia energética e sustentabilidade. Mostrou-se eficaz na refrigeração de alimentos em condições adversas, com simplicidade de operação e manutenção. A pesquisa contribui para a inclusão tecnológica de pequenos empreendedores e aponta possibilidades de evolução, como controle inteligente via IoT e maior capacidade térmica.

REFERÊNCIAS

- BUENO, A. L.; DALOSKI, L. C.; ALMEIDA, R. D. Aplicação de pastilhas Peltier para fabricação de hidromel. 2018.
- EMBRAPA. Tecnologias de conservação térmica com placas eutéticas. 2025.
- FREIRE, L. et al. Avanços em módulos termoelétricos aplicados à refrigeração solar.

2021.

MORAES, R. S.; GUILHERME, A. P. Mini geladeira Peltier. Revista do Professor de Física, 2020.

SCHNEIDER, L. Refrigeração termoelétrica em painéis solares. 2021.

TALBI, M. et al. Estudo comparativo com o ciclo de Carnot. 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor orientador Tiago A.T. de Araújo pelo apoio técnico e metodológico, e à Faculdade SENAI de Tecnologia de Santos pelo suporte laboratorial e incentivo à pesquisa aplicada.

SOBRE OS AUTORES

i ELVIS SAMUEL OLIVEIRA SANTOS

Foto Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do SENAI de Santos

ii ANDRELÚCIO DE CARVALHO CORDEIRO

Foto Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do SENAI de Santos

iii EDIGLEISON DE SOUSA OLIVEIR

Foto Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do SENAI de Santos

iv DIOGO HENRIQUE DOS SANTOS MACEDO

Foto Aluno do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do SENAI de Santos

v ALESSANDRO DE LIMA MARREIRO

Foto Docente do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do SENAI de Santos