

Análise de eficiência de pastilhas peltier em diferentes potências elétricas

Performance analysis of peltier pellets in different output

RESUMO

Vinícius Derceli Linhares
vinicius.linhares@ymail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procopio,
Paraná, Brasil

Fábio Kenji Sugimoto
fsugimoto@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procopio,
Paraná, Brasil

Marcos Antônio de Souza
Lourenço
mlourenco@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procopio,
Paraná, Brasil

Neste trabalho, são feitas análises dos dados de um módulo Peltier, construído com dissipador de calor, em uma caixa de poliestireno de 11x19x14 cm. Uma estimativa para o COP e a perda de calor no dispositivo de resfriamento termoeletrico também são apresentados para diferentes configurações. As temperaturas foram medidas por sensores digitais que se apresentam em diferentes configurações por meio de uma fonte de alimentação variável.

PALAVRAS-CHAVE: Termoeletrico. Transferência de calor. Eficiência.

ABSTRACT

In this work, analysis of the data are provided for a Peltier module, built with a heatsink, in a polystyrene box of 11x19x14 cm in size. An estimation for the COP and the heat loss in the thermoelectric cooling device are also presented for different configurations. The temperatures were measured using digital sensors which are presented in different configurations by the use of a variable power supply.

KEYWORDS: Thermoelectric. Heat transfer. Performance.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Pastilhas Peltier são circuitos termoelétricos que, quando aplicados a uma tensão elétrica, geram uma corrente e causam um gradiente de temperatura. A pastilha tem o nome originário do Efeito Peltier, descoberto pelo físico alemão Jean Charles Peltier usando o efeito Seebeck de Thomas Johann Seebeck. O efeito Seebeck constitui um diferencial de tensão pela união de dois materiais e temperaturas diferentes. Essa diferença de tensões induzidas faz com que seja produzida uma corrente e energia elétrica, consequentemente, um gradiente de temperatura ao longo do material. Esse fenômeno dá origem ao efeito Peltier, quando um lado gera e o outro absorve calor pela superfície desse material semiconductor. Assim, a absorção de calor é positiva quando a corrente viaja do semiconductor do tipo n para o tipo p. Os módulos Peltier têm sido empregados em várias aplicações de resfriamento de dispositivos de pequeno porte e equipamentos portáteis. Além disso, o Efeito Peltier foi estudado pois pode converter eletricidade desperdiçada em um sistema útil de resfriamento ou aquecimento (Incropera, 2014).

Gao Min e Rowe (2006) estudaram como melhorar um refrigerador termoelétrico. Eles observaram um aumento no COP com a melhora na resistência de contato, interface térmica e eficácia dos trocadores de calor. Além disso, é importante considerar a refrigeração da superfície quente. Esse lado não pode estar muito quente, pois o ΔT entre as superfícies quentes e frias não pode extrapolar 75°C , o que poderia comprometer o desempenho e a vida útil da pastilha.

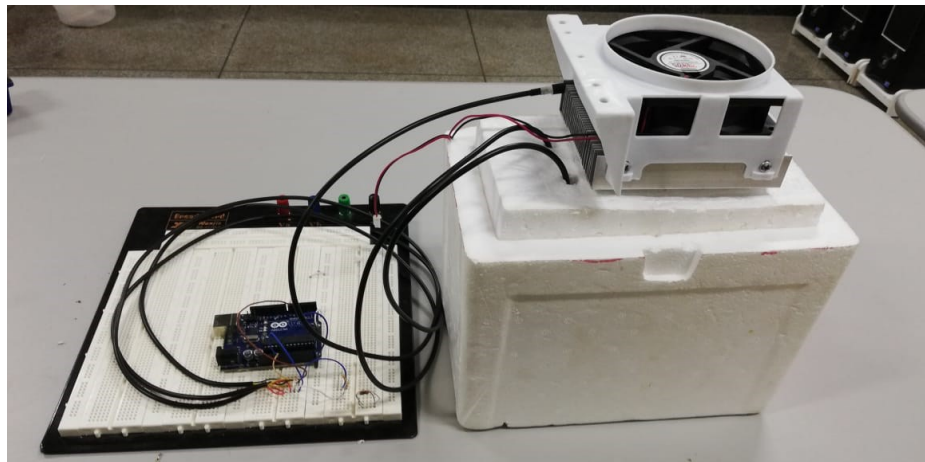
Além disso, Jugsujinda et al (2010) em análise com diversas potências de entrada, descreve que o COP varia de acordo com a potência de entrada em termelétricos. O componente, em menor potência, obtém melhor COP, mas a diferença de temperatura é maior entre superfícies quentes e frias. Existe uma entrada de energia ideal em que o calor absorvido é maior.

O objetivo principal deste estudo é investigar o desempenho do sistema de resfriamento termoelétrico com diferentes configurações de potência de entrada e diferentes associações de módulos Peltier para observar a capacidade de extrair calor de um reservatório. Para isso, uma série de experimentos foram realizados em um sistema de refrigeração de ar em uma pequena caixa de poliestireno.

MATERIAIS E MÉTODOS

A configuração experimental é descrita na Figura 1. Consiste em uma caixa de poliestireno com 11x19x14 cm, um módulo Peltier com dois trocadores de calor em cada lado, uma fonte de alimentação e quatro sensores de temperatura. Dois sensores de temperatura digitais DS18B20 com um erro de $\pm 0,05$ são usados para a superfície quente e fria do módulo Peltier. Um termopar tipo K com um erro de $\pm 1,0$ para a temperatura dentro da caixa. A temperatura ambiente fora da caixa, foi obtida em um termômetro portátil utilizando termopar tipo K com erro de $\pm 1,0$. Para a aquisição dos dados foi utilizada uma interface Arduino e um software Matlab ©.

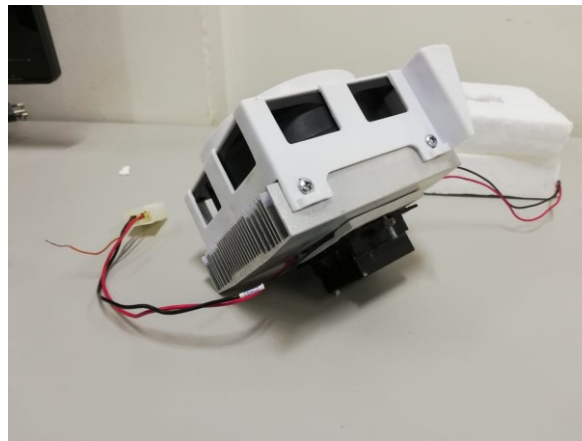
Figura 1 – Sistema de aquisição de dados e de refrigeração montados



Fonte: Autoria própria (2020).

O estudo consiste na utilização do módulo Peltier para resfriar um volume de ar dentro da caixa isolada. Na montagem experimental, foram utilizadas três entradas diferentes para retirar o calor do ar de dentro do sistema, variando a quantidade de energia para as pastilhas termoelétricas, 70 Watts (14 V, 5A), 49,2 Watts (12 V, 4,10 A) e 36 Watts (10 V, 3,6 A). Para o lado quente e o lado frio foi utilizado um sistema de transferência de calor formado por um dissipador de calor e ventilador, Fig. 2.

Figura 2 – Sistema com os dissipadores montados.



Fonte: Autoria própria (2020).

Com todas as temperaturas em equilíbrio, o sistema é inicializado utilizando a fonte de alimentação DC variável, e os dados são adquiridos por 30 minutos, até o estado estacionário. A aquisição de dados seria repetida cerca de três vezes cada entrada de energia. É testada a capacidade de resfriamento do sistema para diversas configurações de tensão e corrente com um único módulo peltier.

Para determinar a melhor solução, mediremos a temperatura dentro da caixa ao longo do tempo e calcularemos o coeficiente de desempenho (COP) que pode ser calculado a partir da Eq. (1).

$$COP = \frac{Q}{P} = \frac{Q}{V \cdot I} \quad (1)$$

Onde COP é o coeficiente de desempenho, Q é a quantidade de calor absorvida, P a potência, V a tensão e I a corrente.

Com base na primeira lei da termodinâmica, pudemos determinar a quantidade de calor absorvida pelo pellet. Considerando uma substância com composição constante, com uma única fase de estado e uma pressão constante. A quantidade de calor pode ser calculada a partir da Eq. (2).

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (2)$$

Onde m é a massa, c_p é o calor específico a pressão constante e T é a temperatura.

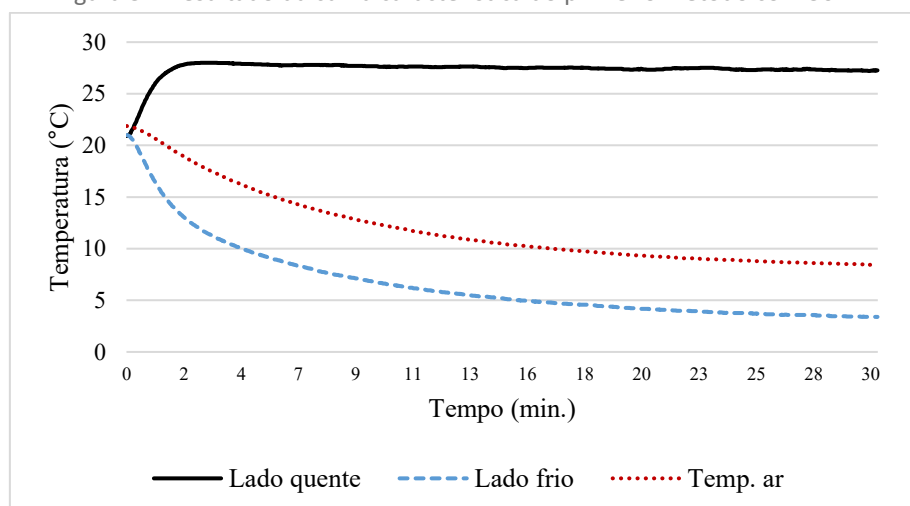
Outro parâmetro que pode ser medido é a quantidade de perda de calor. Para isso comparamos todo o calor necessário para atingir a temperatura dentro da caixa com uma situação hipotética em que a temperatura interna é a mesma temperatura da superfície do lado frio.

RESULTADOS

As Figuras 3, 4 e 5 mostram as temperaturas do lado quente e frio do módulo Peltier e do ar dentro da caixa ao longo do tempo. Esses resultados são para o estudo de caso com uma célula Peltier com 36 W, 49,2 W e 70W de potência. Com 36 W, obtivemos 27,28 °C para dissipador quente, 8,43 °C dentro da caixa e 3,37 °C para dissipador frio, com 21,9 °C de temperatura ambiente, resultando em 13,46 °C de ΔT . Com 49,2 W, obtivemos 34,6 °C para dissipador quente, 14,52 °C no interior da caixa e 5,52 °C no dissipador frio, com temperatura ambiente em torno de 26,3 °C, resultando em 11,77 °C de ΔT . E para 70 W, com 21,87 °C de temperatura ambiente, 33 °C para dissipador de calor quente, 9,06 °C para ar interno e 2,85 °C para temperatura do dissipador de calor frio, resultando em 12,81 °C de ΔT .

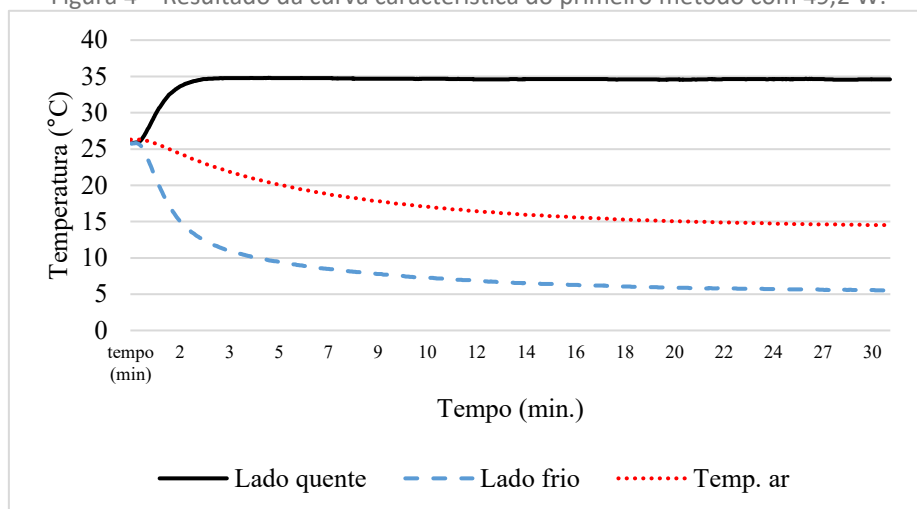
A Figura 6 mostra todo o COP para três potências de entrada ao longo do tempo, o COP para experimento de 36 W é mais alto devido à sua baixa temperatura aliada ao baixo consumo de energia.

Figura 3 – Resultado da curva característica do primeiro método com 36 W.



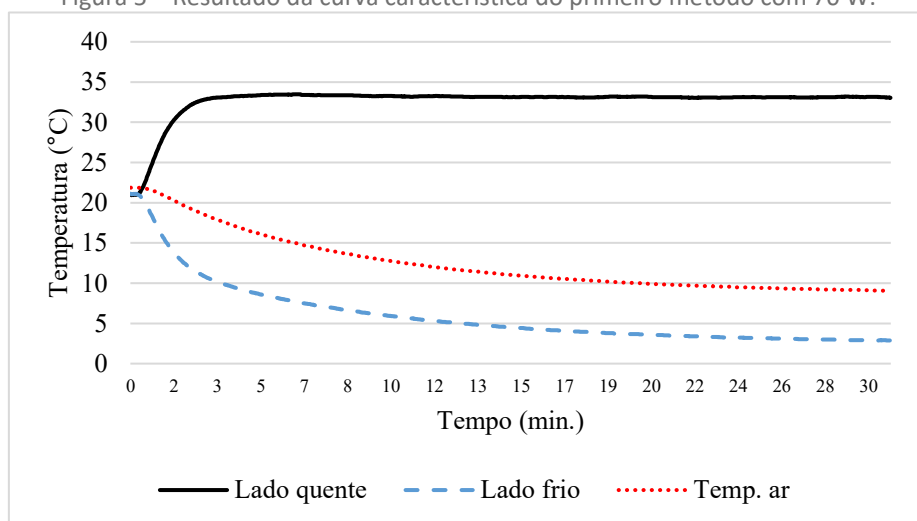
Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 4 – Resultado da curva característica do primeiro método com 49,2 W.



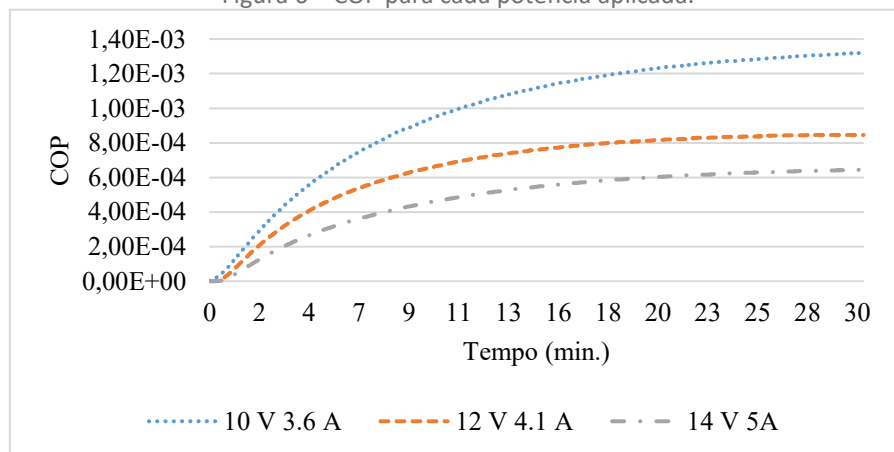
Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 5 – Resultado da curva característica do primeiro método com 70 W.



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 6 – COP para cada potência aplicada.



Fonte: Autoria própria (2020).

Como podemos ver, a melhor opção passa a ser utilizar os módulos com 10 V e 3,6 A para refrigerar o ar. Conseguimos temperatura mais baixa com menor potência elétrica, o que causa melhor coeficiente de desempenho. Para os próximos experimentos determinamos o uso, para associações de módulos, 10V.

Para a situação ideal, a temperatura dentro da caixa deve ser a mesma da superfície fria do Peltier, mas a configuração tem perdas de calor entre o material da parede da caixa, acessórios e espaços entre as interfaces de inserção da tampa, que diminuem as temperaturas internas. Usando a Eq. 2 e Balanço de energia calculamos a quantidade de perda de calor. A Tabela 1 mostra a potência de entrada dos experimentos, o calor absorvido ao longo deste tempo e a quantidade de perda de calor, calculada com a Eq. 2.

Tabela 1 – Quantidade de calor

Potência	Quantidade de calor absorvido (kJ)	Quantidade de calor perdido (kJ)
10 V 3,6 A (36 W)	-0,04747	-0,01784
12 V 4,1 A (49,2 W)	-0,04149	-0,03172
14 V 5 A (70 W)	-0,04515	-0,02188

Fonte: Autoria própria (2020).

Assim, com um único módulo Peltier, não necessariamente uma potência de entrada mais alta representará temperaturas internas mais baixas, ΔT ou COP mais alto. Com 36 W obtivemos resultados melhores acima de 49,2 W e 70 W consumindo menos energia elétrica. Ainda assim, a configuração serial mostra resultados melhores do que os outros arranjos, com temperaturas de ar mais baixas e menor consumo.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi determinado o método ideal para extrair a maior quantidade de calor para o sistema. Entre esses três experimentos, com um módulo por vez, o melhor resultado foi obtido com 36 W, mesmo consumindo menos energia elétrica. É possível notar também que com mais potência, o módulo Peltier acaba perdendo mais calor para o ambiente, sua capacidade de refrigeração decai e maior temperaturas são detectadas na face quente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Fábio Suguimoto e Marcos Lourenço e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio material e financeiro, por viabilizar este trabalho.

REFERÊNCIAS

INCROPERA F. **Fundamentos de transferência de calor e massa**. Sétima Edição. 2014.

DIZAJI, H. S., JAFARMADAR, S. AND KHALILARYA, S. Novel experiments on COP improvement of thermoelectric air coolers. **Energy Conversion and Management**, Vol. 187, pp, 2019, 328-338.

JUGSUJINDA, S., VORA-UD, A. AND SEETAWA, T. Analyzing of thermoelectric refrigerator performance. **Procedia Engineering**. Vol. 8, pp. 2010, 154-159.

MIN, G. AND ROWE, D.M. Experimental evaluation of prototype thermoelectric domestic-refrigerators. **Applied Energy**, Vol. 83, pp, 2006. 133-152.

MIRMANTO, M., ALIT, I. B., SAYOGA, I. M. A., SUTANTO, R., NURCHAYATI, N. AND MULYANTO, A. Experimental cooler box performance using two different heat removal units: a heat sink fin-fan, and a double fan heat pipe, **Frontier in Heat and Mass Transfer**, Vol. 10, 2018, No, 34.