

Avaliação do Efeito Peltier no desenvolvimento de uma minigeladeira

Carolina Barbosa Santos (Faculdade Una- Unidade Sete Lagoas) carolina_barbosasz@hotmail.com

Leticia Martins Pereira (Faculdade Una- Unidade Sete Lagoas) leticia.martins980@gmail.com

Taynara Héllen de Moura Macêdo (Faculdade Una- unidade Sete lagoas) taynarahellenmacedo@gmail.com

Erlano Campos dos Reis (Faculdade Una- Sete Lagoas) erlanoc@yahoo.com.br

Resumo:

A indústria tem cada vez mais investido em tecnologia a fim de promover materiais com vida útil mais longa e que sejam menos poluentes, além é claro, de proporcionar ao usuário mais conforto e qualidade de vida. Existe uma preocupação do homem em ter qualidade de vida e preservar seus alimentos. Com o avanço tecnológico, eles são capazes de gerar soluções para esse fim. Este projeto consiste em pesquisas, coleta de dados, informações e construção de um artefato funcional na forma de uma caixa térmica, com o objetivo de aplicar e demonstrar o princípio de resfriamento, utilizando o princípio de Peltier no processo de refrigeração e preservação dos alimentos. Para o desenvolvimento, tomaram-se como referência vários artigos científicos retirados de sites e de livros relacionadas a inovações sobre energia sustentável, transformação e reaproveitamento de energia. A construção do protótipo baseou-se em um experimento feito por Iberê Thenório, que montou uma minigeladeira, usando basicamente uma caixa térmica de isopor de 8L, dissipadores, cooler e a placa de Peltier. No levantamento de dados, utilizou-se uma fonte de tensão contínua para variar a tensão de entrada, um termômetro digital para medir a temperatura no interior da caixa e uma câmera térmica para registrar o princípio da troca de calor na região de aquecimento e resfriamento nas superfícies externa e interna da caixa. Conclui-se então, nos resultados obtidos na execução do projeto, que as partilhas termoelétricas que operam usando o efeito Peltier têm um efeito aquecedor ou resfriador, quando uma corrente elétrica passa por dois condutores. A tensão aplicada a dois polos de dois materiais distintos criam uma diferença de temperatura e, graças a essa diferença, o resfriamento fará o calor mover de um lado para o outro.

Palavras-chave: Efeito Peltier, Transferência de Calor, Efeito Seebeck.

Evaluation of the Peltier effect in the development of a minigeladeira

Abstract

The industry has increasingly invested in technology in order to promote materials with long life and which are less polluting, in addition of course, to give the user more comfort and quality of life. There is a concern of man to have quality of life and preserve their food. With the advancement in technology, they are able to generate solutions for this purpose. This project consists in research, data collection, information and construction of a functional artifact in the shape of a box thermal, with the aim to apply and demonstrate the principle of cooling, using the principle of the Peltier cooling process and preservation of food. For the development, made reference to several scientific articles removed from websites and books related to innovations on sustainable energy, processing and recycling of energy. The construction of the prototype was based on an experiment done by iberê Thenório, who rode a minigeladeira, using basically a styrofoam thermal box 8L, sinks, cooler and the Peltier plate. In the

survey data, we used a source of continuous voltage to vary the input voltage, a digital thermometer to measure the temperature inside the box and a thermal camera to record the principle of heat exchange in the region of heating and cooling in the outside and inside surfaces of the box. It is then, the results obtained in the execution of the project, which shares thermoelectric plants that operate using the Peltier effect have an effect heater or cooler, when an electrical current passes through two wires. The voltage applied to the two poles of two different materials create a temperature difference and, thanks to this difference, cooling the heat will move from one side to the other.

Key-words: Peltier effect, Heat Transfer, Seebeck effect.

1. Introdução

No cenário atual existem pesquisas constantes sobre fontes de energia limpas e renováveis que consistem numa busca constante de soluções que possam melhorar e ajudar nas necessidades reais do ser humano. Uma dessas necessidades é a fisiológica, que representam as necessidades relacionadas ao organismo como alimentação, sono, abrigo, água e outros.

Nesse contexto podemos referenciar a energia proveniente dos fenômenos termoeletrônicos, através do efeito Peltier, como uma alternativa de energia limpa e renovável, para ser utilizada como uma fonte de tecnologia para compor os equipamentos, e manter os alimentos em baixas temperaturas. Portanto, em 1821, Thomas Johann Seebeck, físico, testou a colocação de uma placa de bismuto (BI) sobre uma placa de cobre (Cu), unindo-as por meio de uma fita de cobre a um “meridiano magnético”, que foi registrado como “galvanômetro”, inventado pelo físico André Marie Ampère. Seebeck percebeu uma polarização magnética enquanto pressionava a fita contra as placas. Sendo assim, resolveu mudar a placa de (BI) por uma de antimônio (Sb) e observou que o sentido da polarização havia se invertido, obtendo-se o “efeito termoeletrônico”.

Em 1834, Jean Charles Athanase Peltier, físico francês, fez o mesmo experimento e observou que quando uma corrente passava pela placa de bismuto em sentido a de cobre ela tornava-se quente e, ao inverter esse sentido, a temperatura alterava-se, ocorrendo o efeito Peltier.

Em 1827 e 1828, Leopoldo Nobili fez duas experiências observando a relação entre corrente elétrica e temperatura. Na primeira ele observava em qual resultado chegava quando um gradiente de temperatura percorria um condutor com corrente elétrica; já no segundo, ele estudava como era gerada a corrente elétrica envolvendo a “corrente hidroelétrica”, como foi denominado por ele.

Estimulado pelo trabalho de Nobili, Peltier construiu um galvanômetro sensível para medir condutividade do (Sb) e (BI) para correntes elétricas pequenas. O comportamento térmico anômalo apresentado no experimento levou-o a construir um termoeletrônico para medir distribuição da temperatura em um termopar; fazendo com que em seguida substituísse o termoscópio por um termômetro de ar, chegando à descoberta do efeito Peltier.

Vale destacar que Peltier observou nas experiências que quando o diâmetro era mantido, a corrente elétrica produzia elevação de temperatura. Por ele não estar preocupado com a quantidade de calor, e sim com a elevação de temperatura, essa relação só foi encontrada em 1841, quando Joule ligou uma pilha em um fio metálico, medindo a quantidade de calor por unidade de tempo dissipada no fio, devido à corrente gerada pela pilha e notou-se que a quantidade era proporcional à resistência elétrica do fio multiplicado pelo quadrado da corrente, chegando-se ao efeito Joule.

A indústria cada vez mais tem investido em tecnologia a fim de promover materiais com vida útil mais longa e que sejam menos poluentes, além é claro, de proporcionar ao usuário mais

conforto e qualidade de vida. Existe uma preocupação do homem para se ter qualidade de vida e preservar os alimentos. Com o avanço tecnológico, isso torna-se possível e uma das soluções é a fabricação de equipamentos cada vez menores e mais portáteis tais como a geladeira, onde a refrigeração conserva os alimentos.

Na busca de uma solução, este projeto consiste de pesquisas, coleta de dados e informações e na construção de um artefato funcional na forma de uma caixa térmica, com o objetivo de aplicar e demonstrar o princípio de resfriamento, utilizando-se o princípio de Peltier no processo de refrigeração e preservação dos alimentos.

2. Revisão Bibliográfica

“Muitos processos termodinâmicos ocorrem naturalmente em um dado sentido, mas não ocorrem em sentido oposto. Por exemplo, o calor sempre flui de um corpo quente para um corpo frio, nunca em sentido contrário. O fluxo de calor de um corpo frio para um corpo quente não comprovaria a primeira lei da termodinâmica; a energia seria conservada”, (YOUNG; HUNG D., 2008).

Qualquer dispositivo que transforma, parcialmente, calor em trabalho ou em energia mecânica denomina-se máquina térmica. Geralmente, uma quantidade de matéria no interior da máquina recebe ou rejeita calor, expande-se e se comprime, e algumas vezes sofre transições de fase. (YOUNG; HUNG D., 2008) Assim,...podemos dizer que um refrigerador é uma máquina térmica funcionando com o ciclo invertido. Uma máquina térmica recebe calor de uma fonte quente e o rejeita de uma fonte fria. Um refrigerador faz exatamente o contrário: recebe calor de uma fonte fria (a parte interna do refrigerador) e o transforma para uma fonte quente (geralmente o ar externo no local onde o refrigerador se encontra). A máquina térmica fornece um trabalho mecânico líquido, o refrigerador precisa receber um trabalho mecânico líquido. (YOUNG; HUNG D., 2008)

Descrevemos relações de energia em muitos processos termodinâmicos em termos de quantidade de calor (Q) fornecido para o sistema e do trabalho (W) realizado pelo sistema. Os valores de (Q) e (W) podem ser positivos, negativos e nulos. Um valor de Q positivo significa uma transferência de calor para dentro do sistema, (Q) negativo significa transferência de energia para fora do sistema. Um valor de (W) positivo significa um trabalho realizado pelo sistema sobre suas vizinhanças e corresponde a uma transferência de energia para fora do sistema. Um valor de (W) negativo significa trabalho realizado pela vizinhança, corresponde à transferência de energia para dentro do sistema. (YOUNG; HUNG D., 2008,)

Efeito Peltier é a junção de dois materiais diferentes que, quando submetidos a uma diferença de potencial elétrico em um circuito fechado, produzem um gradiente de temperatura. Para refrigeração, uma vantagem da utilização do Peltier é a de não utilizar líquidos, mas somente materiais em estado sólido. Esse sistema não é eficiente em termos de energia, se comparado a outros sistemas térmicos, porém, para refrigeração de pequenos volumes (1L) ou refrigeração localizada é considerado a melhor solução. (W. A, LITTLE, 1990)

Quando se requer estabilidade térmica em algumas aplicações para o sistemas de refrigeração, as placas Peltier são mais sustentáveis, porque a conversão termoelétrica é feita diretamente. Com isso, permite-se um excelente controle sobre a temperatura de refrigeração. Esses dispositivos podem ser utilizados tanto para aquecer com para refrigerar. (G. FESTA, B. NERI, 1994)

As placas Peltier produzem uma grande quantidade de calor em uma pequena superfície, e devido à baixa eficiência dos dissipadores de calor, a eficiência das placas Peltier são reduzidas,

tornando difícil a dissipação do calor de forma eficiente, (STOCKIOM,1997). Por energia que se transfere de um sistema para outro, devido a uma diferença de temperatura entre os dois sistemas, entende-se como transferência de calor, (SHAPIRO,2000). Essa transferência pode ser por condução, convecção ou radiação.

Dentro de um meio, podendo ser sólido, líquido e gasoso ou entre meios diferentes que em contato físico direto. O processo pelo qual a energia flui de uma região de alta temperatura para uma região de baixa temperatura, entende-se por transferência de calor por condução, (KREITH,1997).

A quantidade de calor transmitida por condução pode ser determinada pela equação (1) abaixo.

$$q_k = -k \cdot A \cdot (dT/dx) \quad (1)$$

Sendo k a condutividade térmica da matéria, A a área da seção da qual o calor flui por condução e (dT/dx) representa o gradiente de temperatura na seção.

Segundo Kreith, 1997 “A convecção é o processo de transporte de energia pela ação combinada de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura, é importante principalmente como mecanismo de transferência de energia entre uma superfície sólida em um líquido ou gás”.

No processo de convecção, o calor pode ser calculado pela Equação (2), da seguinte forma:

$$q_c = h_c \cdot A \cdot \Delta T \quad (2)$$

Sendo que (h_c) representa o coeficiente médio de transferência de calor (depende da geometria da superfície, da velocidade do fluido e das propriedades físicas do fluido incluindo sua temperatura), (A) representa a área de transmissão de calor e (ΔT) é o gradiente de temperatura entre a superfície do sólido e a temperatura do fluido.

De acordo com Kreith, 1997, “radiação é o processo pelo qual o calor é transmitido de um corpo de alta temperatura para um de mais baixa temperatura quando tais corpos estão separados no espaço, ainda que exista vácuo entre eles, deferindo-se apenas nos comprimentos de onda”. No processo de radiação, o calor pode ser calculado pela seguinte equação(3):

$$q_k = \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad (3)$$

Na equação acima, σ é chamada de constante de Stefan-Boltzmann, A é a área total das superfícies e T é a temperatura absoluta do corpo na área.

Para uma melhor eficiência do sistema para o qual foi projetado, coloca-se isolante térmico, matéria de baixa condutividade, sobre a superfície, para minimizar a troca de calor com o ambiente externo. Além de proteger a superfície da diferença de temperaturas, os isolantes podem apresentar outras características como resistência a agentes agressivos, às intempéries e à resistência mecânica. (MILCENT, 2006)

Os fenômenos estudados pela estatística são fenômenos cujo resultado, mesmo em condições normais de experimentação, varia de uma observação para outra, dificultando dessa maneira a previsão de um resultado. (CORREIA, SONIA MARIA BAROS, 2003)

A observação de um fenômeno casual é um recurso poderoso para se entender a variabilidade dele. Entretanto, com suposições adequadas e sem observar diretamente o fenômeno, podemos criar um modelo teórico que reproduza de forma satisfatória a distribuição das frequências quando o fenômeno é observado diretamente. Tais modelos são os chamados modelos de probabilidades. (CORREIA, SONIA MARIA BAROS, 2003)

3. Metodologia

No desenvolvimento do projeto estabeleceu-se a seguintes métodos:

3.1. Pesquisa bibliográfica

Utilizaram-se como referência vários artigos científicos e tecnológicos, publicados em sites e revistas, relacionados às inovações sobre energia sustentável, transformação e reaproveitamento de energia.

3.2. Construção do artefato funcional

Para a construção do protótipo baseou-se em um experimento feito por Iberê Thenório que montou uma minigeladeira usando basicamente uma caixa térmica de isopor de 8L, dissipadores, cooler e a placa de Peltier. Para a montagem da geladeira foi preciso revestir toda a caixa de isopor com uma camada de papel alumínio e 1 cm de EVA preto. Na tampa colocou-se uma camada de EVA vermelho por questão de estética, conforme Figura 1.



Figura 1- Mini geladeira parte externa
Fonte: Próprio autor (2018)

Fixou-se um dissipador de calor, um cooler e duas placas de Peltier modelo TEC 12706 (Figura 2 e Tabela 1) em série, na tampa superior, Figura 3 e 4, respectivamente. Também foi fixado um dissipador e um cooler na parte interna da caixa, de acordo a figura 4, do mesmo tamanho da pastilha de Peltier. O objetivo é que dissipador de calor cubra toda área da partilha para melhorar a eficiência na troca de calor.

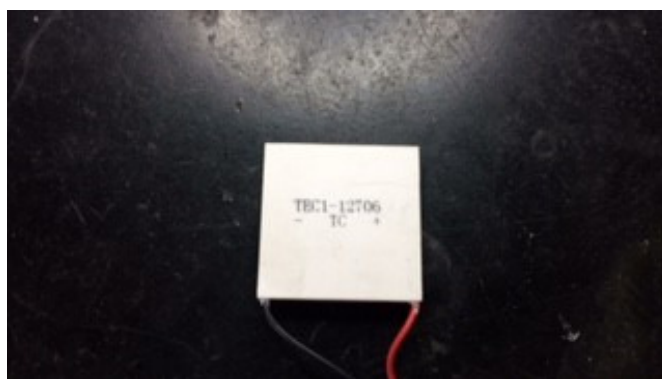


Figura 2- Pastilha termoeletrica

Fonte: Próprio autor (2018)

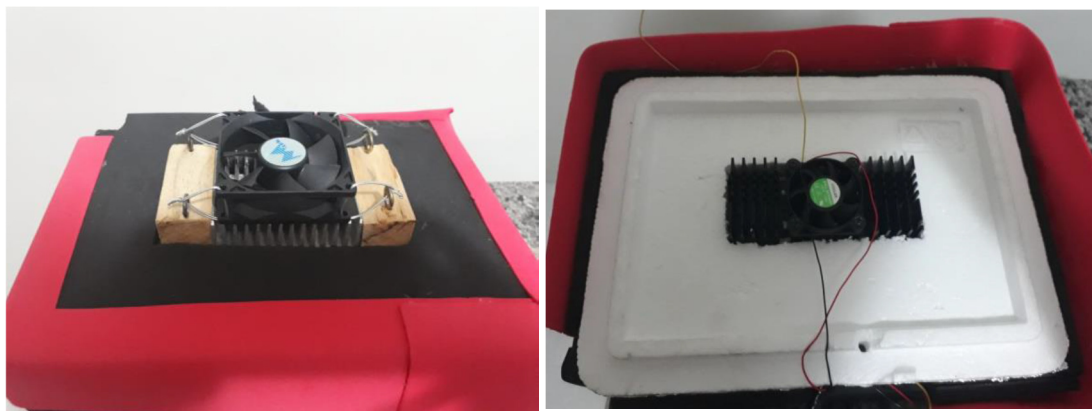


Figura 3 e figura 4, respectivamente: montagem do dissipador e cooler na parte superior e interna da caixa.
 Fonte: Próprio autor (2018)

Modelo	Tensão de operação	de Corrente de operação	de Potência Máxima	Dimensões
TEC-12706	05-15,2VDC	0-6 ^a	60W	40mmX40mm

Tabela1: Especificação da Pastilha Peltier
 Fonte: Próprio autor (2018)

Na parte externa, também foi necessário colar dois pedaços de madeira horizontalmente, e fixar quatro tirantes roscados nas madeiras. Com isso, colam-se com pasta térmica os dissipadores presos com o cooler e prende-se com um arame, passando-o entre os tirantes roscados e o cooler, de acordo figura 3. É necessário fazer um rasgo na tampa de isopor para passar o dissipador com a madeira que o mantém firme. Por fim, liga-se os fios, e do lado de fora passa-se cola quente em torno do compensado de madeira para que não haja perda do calor. Para o funcionamento é preciso ter uma fonte de energia, que pode ser um carregador de notebook ou celular.

3.3. Coleta dos dados

Para verificação do princípio de Peltier utilizou-se uma fonte de tensão contínua para variar a tensão de entrada e um termômetro digital para medir a temperatura no interior da caixa. A variação da tensão foi de 1v no intervalo de 1 minuto, chegando ao máximo de 12V, consequentemente, no tempo de 12 minutos. Possibilita-se assim a determinação do gradiente de resfriamento. Utilizou-se também uma câmera térmica para registrar o princípio da troca de calor na região de aquecimento e resfriamento, na superfície externa e interna da caixa.

4. Resultados e Discussões

Na figura 5 e 6 respectivamente, verificou-se que, através da câmera térmica na parte externa, próximo ao cooler, e na região da placa ,houve um aumento da temperatura (zona térmica aquecida) e na parte interna houve uma redução na temperatura (zona térmica resfriada).

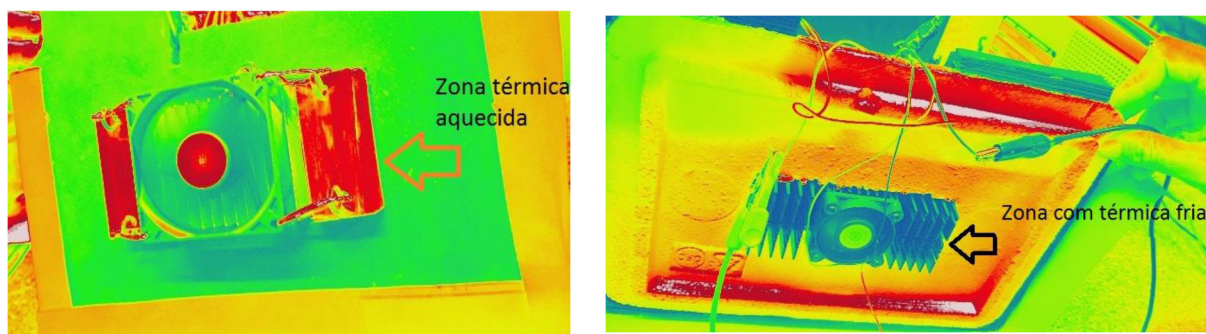


Figura 5 e Figura 6, respectivamente: Zona térmica quente e fria no externo e interior da caixa.

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2018)

Observou-se que existe uma relação entre a variável de entrada e a variável de saída. Na medida em que alterou-se a tensão. Com o passar do tempo, a temperatura foi reduzindo gradativamente. Veja a Figura 7.

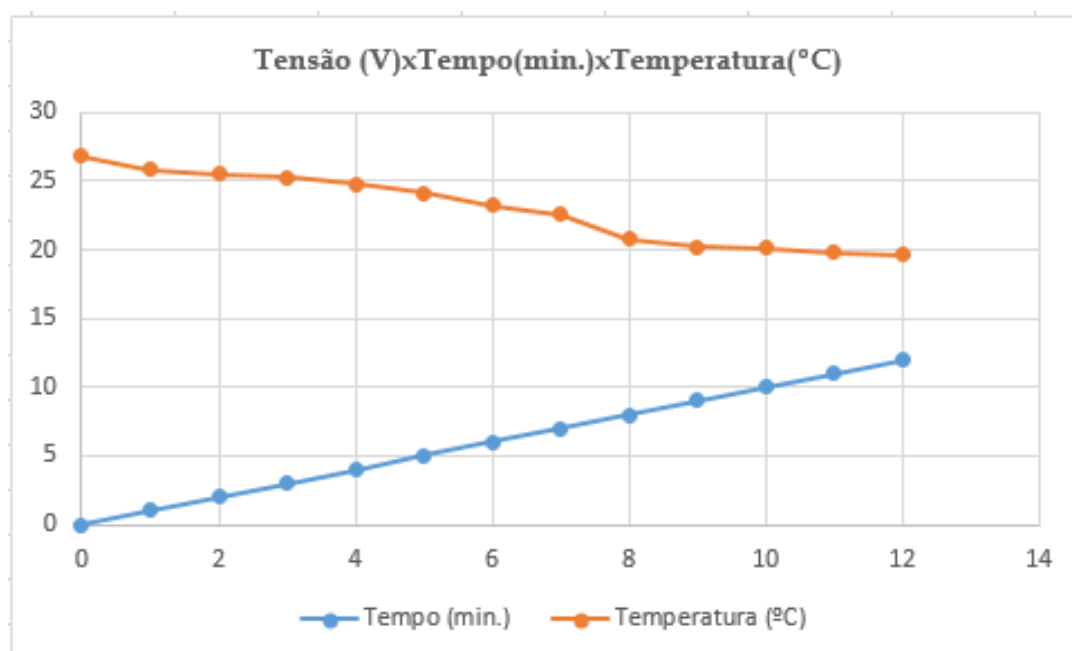


Figura 7: Gráfico tempo x temperatura

[Fonte: próprio autor]

Com o ajuste dos dados coletados, a temperatura inicial na área externa da caixa era 26,912°C, demonstrando que o coeficiente angular (variação da temperatura em relação à variação da tensão) é um gradiente decrescente na ordem de -0,6571 °C/V e com uma variância de 0,966 °C, conforme Figura 8.

O projeto das pastilhas termoelétricas foi desenvolvido para transferir uma determinada taxa de calor em uma dada aplicação, e não para atingir temperaturas específicas independentemente da aplicação. A diferença de temperatura entre o lado frio e o lado quente, e vice-versa será menor quando a necessidade da carga térmica exigida for maior. A maioria das pastilhas apresentam uma diferença de temperatura máxima acima dos 60°K (-213,15°C), quando a carga

é zero. Portanto, para especificar a pastilha para sua aplicação, é necessário determinar a carga térmica em Watts que precisa ser transferida para que se atinja a temperatura desejada.

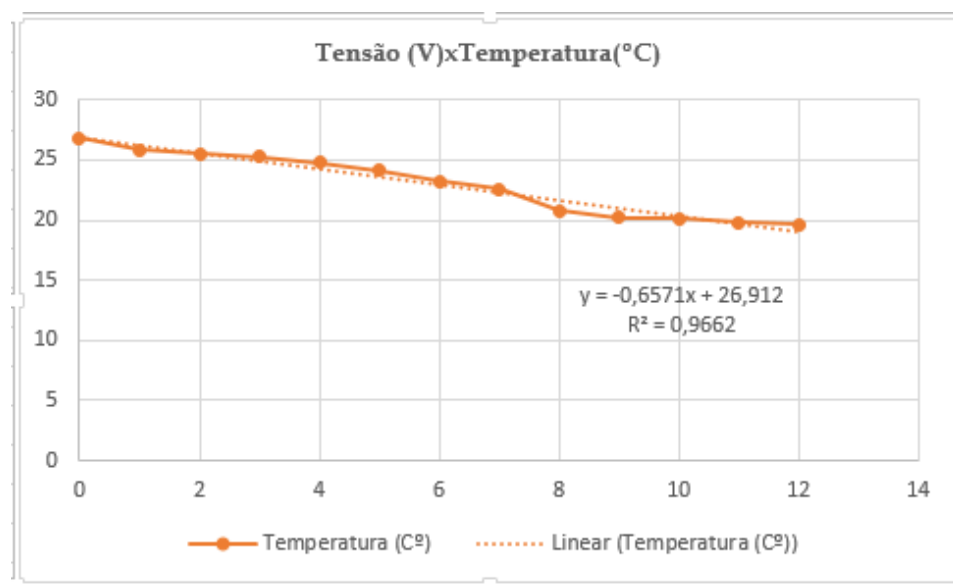


Figura 8: Gráfico tempo x temperatura
Fonte: próprio autor (2018)

5. Conclusão

Ao aprofundarmos nossos conhecimentos sobre as pastilhas termoeletrônicas que operam usando o efeito Peltier, descobrimos que há um efeito aquecedor ou efeito resfriador quando uma corrente elétrica passa por dois condutores. A tensão aplicada a dois polos de dois materiais distintos cria uma diferença de temperatura, e, graças a essa diferença, o resfriamento fará o calor mover de um lado para o outro.

O protótipo desenvolvido foi submetido a testes iniciais e de aprimoramento, com o intuito de expor a placa Peltier a várias condições específicas para que fosse possível adquirir o máximo de dados para demonstrar o funcionamento dessa placa, o seu comportamento e também a sua capacidade de refrigeração, verificando-se a sua viabilidade e eficiência. Com isso, obtivemos um gradiente de -0,6571, e com passar do tempo, este gradiente começou a reduzir-se, estabilizando-se em uma certa temperatura para atender a carga térmica projetada. Portanto, comprovou-se o efeito Peltier.

Com o auxílio do protótipo foi possível observar que as pastilhas que usam os princípios de Peltier, são eficientes, e que o conteúdo estudado na teoria condiz com o que foi visto na prática e vivemos em um mundo bastante tecnológico que passa por mudanças o tempo todo. Acreditamos que futuramente esse princípio será muito mais utilizado, aprimorado e conhecido.

6. Referências

- CORREA, SONIA MARIA BARBOSA.** *Probabilidade e Estatística*. 2.ed. Puc de Minas Gerais, 2003.
- G. FESTA E B. NERI.** *Thermally regulated low-noise, wideband, IrV converter, using Peltier heat pumps*, 1994. p.900–905. IEEE Trans. Instrum. Meas. pp. 900-905- 6, 1994.
- F. KREITH E M. BOHN.** *Princípios de Transferência de Calor*. São Paulo, Editora Edgard Bucher, 1977.
- J. STOCKHOLM.** *Current state of Peltier cooling*. XVIth Int. Conference of Thermoelectrics, Desden, Germany, 1997.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

M. M. SHAPIRO, J. HowardN, *Fundamentals of Enginnering Thermodynamics*. New York City, USA. John Wiley & Sons Inc, 2000.

P. F. MILCENT. *Noções de isolamento térmico de tubulações*. Universidade Federal do Paraná, 2006

W. A. LITTLE. “Micro miniature refrigerator for Joule–Thomson cooling of electronic chips and devices. *Adv. Cryog Eng.*, pp. 1325-1333, 3 5 1990.

YOUNG, HUGH D. SEARS & ZEMANSKY: *Física II: termodinâmica e ondas*. 12.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.