

## MINI GELADEIRA

Lilian MARQUETTI<sup>1</sup>Luan SANTOS<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho consiste no projeto e construção de uma mini geladeira, com pastilhas termoelétricas, baseadas no funcionamento do Efeito Peltier. A pastilha termoelétrica é um semicondutor formado por dois materiais diferentes que quando submetidos à corrente contínua, uma junção absorverá calor e a outra dissipará calor. Esse efeito será responsável pela refrigeração da mini geladeira. As pastilhas são alimentadas por uma fonte chaveada, por apresentar maior eficiência e por ter uma estrutura mais compacta do que uma fonte linear. Esse sistema de refrigeração foi submetido a vários testes e aprimoramentos antes de chegar à versão final. A construção do protótipo baseou-se em montar uma mini geladeira, usando basicamente uma caixa térmica de isopor de 3L, dissipadores, cooler e a placa de Peltier. No levantamento de dados, utilizou-se 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 pastilhas 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:** Mini Geladeira. Termodinâmica. Placa de Peltier

### 1 INTRODUÇÃO

A termodinâmica é a ciência que estuda as mudanças de temperatura, ou seja, o movimento do calor. O calor e o frio são dois fenômenos do cotidiano que ocorrem a todo o momento, trocas de calor são realizadas entre corpos, equilíbrio térmico dos mesmos em um ambiente isolado ou não, são alguns parâmetros que compõe o curso de termodinâmica.

---

<sup>1</sup> Discente do 4º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. lilianmarquetti@hotmail.com

<sup>2</sup> Discente do 4º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. luanvasconceloscn@gmail.com

O projeto principal foi à construção de uma mini geladeira termoelétrica que possibilitou acompanhar integralmente as prioridades estabelecidas na fabricação de um produto que desobedece a lei da natureza, alcançando temperaturas mais baixas que o ambiente, necessitando de isolantes que não permitem que ocorra o equilíbrio térmico do corpo com o ambiente. Na refrigeração convencional é indispensável o uso de componentes para completar o ciclo da troca de calor. Tais componentes são: evaporador, compressor, condensador, dispositivo de expansão e também o fluido refrigerante; “É a substância que circulando dentro de um circuito fechado, é capaz de retirar calor de um meio enquanto se vaporiza a baixa pressão”. (SILVA, 2003, p. 33).

Os elementos citados são utilizados na maioria dos sistemas de grande porte para a utilização em um sistema compacto, como um mini refrigerador. Portanto, esse sistema tradicional de refrigeração não foi o utilizado nesse trabalho.

Para o desenvolvimento e execução da mini geladeira optou-se pelo uso da refrigeração termoelétrica, o efeito Peltier. Nesse efeito é utilizado pastilhas de Peltier para diversos fins, tais como a refrigeração de componentes eletrônicos, já que podem, sem a necessidade de muito espaço, efetuar troca de calor com o ambiente continuamente sem a necessidade de gases ou equipamentos que poluam o meio ambiente, apenas necessitando de uma fonte elétrica de corrente contínua e dissipadores.<sup>1</sup>

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Trocas de calor e isolamento térmico**

O calor é um tipo de energia que transita entre os corpos à procura de equilíbrio térmico entre os corpos, que por sua vez, necessitam do processo de ceder e receber calor. O movimento da troca de calor pode ocorrer de três formas diferentes:

- **CONDUÇÃO** - as moléculas de um corpo mais quente "batem" contra as moléculas do corpo mais frio e estes são "chacoalhados", ficando mais agitados (ou mais quentes).

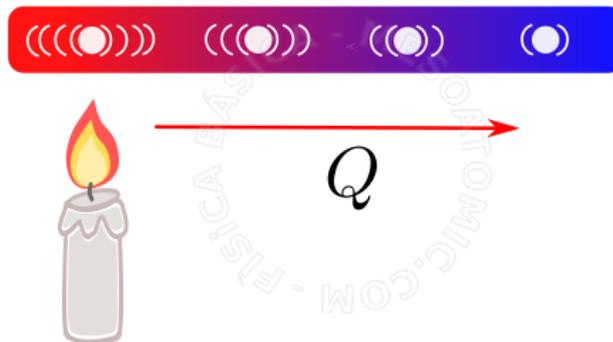


Imagem 1. Foto de condução Fonte: [www.mesoatomic.com](http://www.mesoatomic.com)

- CONVECÇÃO - o "calor" se movimenta pelo ambiente fazendo com que a molécula quente suba e a molécula fria desça.



Imagem 2. Foto de convecção Fonte: [www.resumoecolar.com.br](http://www.resumoecolar.com.br)

- IRRADIAÇÃO - É o processo de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas, chamadas ondas de calor ou calor radiante.



Imagem 3. Foto de irradiação Fonte: [www.todamateria.com.br](http://www.todamateria.com.br)

Existe uma fórmula que representa matematicamente as trocas de calor. O princípio das trocas possui um mesmo módulo, mas este apresenta sinais contrários, ou seja, o corpo que recebe calor é positivo e o corpo que perde calor é negativo. Veja a fórmula:

$$Q_A = - Q_B \text{ ou } Q_A + Q_B = 0$$

Sabendo que  $Q_A$  é a quantidade de calor recebida e  $- Q_B$  é a quantidade de calor perdido. Produtos industrializados de utilidade fundamental no nosso dia a dia para conservação de energia térmica são corpos que não permitem trocas de calor com o ambiente por meio de isolamentos como por exemplo caixas térmicas e refrigeradores. Uma das aplicações mais direta desses materiais na Termodinâmica é o funcionamento de uma geladeira.

Assim sendo, entender o funcionamento, a aplicabilidade, e a composição desses elementos são importantes para a área de transferência de calor. <sup>2</sup>

## **2.2 Máquinas térmicas refrigeradoras**

Desde os tempos antigos, era sabido que a energia térmica poderia ser utilizada para benefício do cotidiano da vida humana. Com rendimentos muito baixos as primeiras máquinas foram surgindo e se aprimorando com o passar do tempo, porém todas as máquinas são elaboradas com o mesmo princípio, convertendo calor em trabalho mecânico.

Pode-se citar como exemplo os veículos automotores, a máquina a vapor e a turbina a vapor. Essas máquinas foram responsáveis por um grande avanço tecnológico industrial no mundo onde hoje em dia é impossível imaginar nossa vida sem esses dispositivos, que a cada dia estão mais aprimorados.

Algumas características estão presentes em todos os tipos de máquinas térmicas: recebem calor de uma fonte quente, obedecem a ciclos para a recepção e para ceder esse calor utilizando um fluido no processo denominado fluido de trabalho.

O trabalho pode ser definido a partir das trocas de calor.

$$W_t = Q_2 - Q_1$$

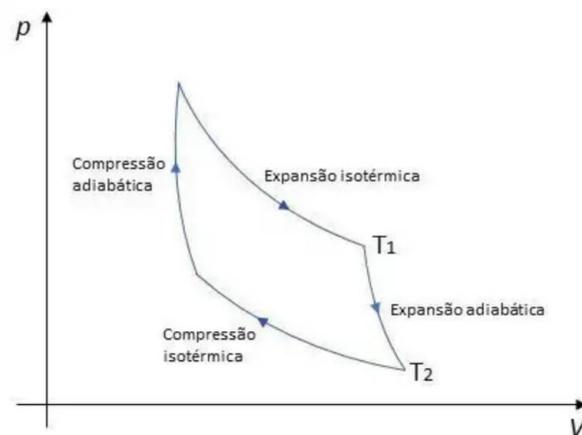
$W_t$ - Trabalho total

$Q_2$ - Calor recebido da fonte quente

$Q_1$ - Calor recebido da fonte fria

As máquinas se dão por boas ou não a partir do seu rendimento, ou seja, quanto mais calor fornecido é aproveitado, mais trabalho se tem. A segunda Lei da Termodinâmica nos explica que há perdas no processo, é impossível uma máquina térmica converter todo o calor fornecido em trabalho.

Um engenheiro francês comprovou a Segunda Lei da Termodinâmica por meio de uma máquina térmica teórica que se comportava como uma máquina de rendimento total, estabelecendo um ciclo de rendimento máximo, o ciclo de Carnot.



**Imagem 4.** Foto do ciclo de Carnot. Fonte: [www.todamateria.com.br](http://www.todamateria.com.br)

Assim tem-se que os processos são:

- Expansão isotérmica onde o gás retira energia térmica da fonte quente;
- Expansão adiabática onde o gás não troca calor;
- Compressão isotérmica onde o gás rejeita energia térmica para a fonte fria;
- Compressão adiabática onde o gás não troca calor.

Como conclusão de estudo de seu ciclo, tem-se o Teorema de Carnot.

“Nenhuma máquina térmica que opere entre duas dadas fontes, às temperaturas T1 e T2, podem ter maior rendimento que uma máquina de Carnot operando entre estas mesmas fontes”.

Para o cálculo do rendimento de uma máquina de Carnot foi usado a seguinte fórmula<sup>3</sup>.

$$\text{Rendimento } (\eta) = \frac{Q \text{ recebido} - Q \text{ cedido}}{Q \text{ recebido}}$$

$$\text{Rendimento } (\eta) = 1 - \frac{Q \text{ cedido}}{Q \text{ recebido}}$$

**Imagem 5.** Foto da fórmula do rendimento de uma máquina de Carnot. Fonte: [www.dicasdaprofe.wordpress.com](http://www.dicasdaprofe.wordpress.com)

### 3. Planejamento e execução

#### 3.1 Lista de materiais utilizados

##### 3.1.1 Corpo estrutural

- 1 Caixa térmica poliestireno expandido (isopor)  
Volume: 3 Litros
- 1 Caixa de MDF  
Dimensões: 30,3 x 20,8 x 22,5 cm (Altura x largura x comprimento)
- Fita aluminizada
- Lã de vidro  
Dimensões: 30 x 20,5 x 22,2 cm (Altura x largura x comprimento)
- EVA
- Pregos e parafusos
- Cola
- Fecho de pressão
- 4 Pés de plástico (de sofá, porém foi comprado o menor que tinha)
- 2 dobradiças

- Puxador de plástico
- Papel adesivo contact

### 3.1.2 Núcleo de refrigeração

- 1 Placa de Peltier

Modelo: TEC1-12706

Dimensões: 40x40mm

- 1 Pasta térmica

- 2 Cooler

Dimensões: 40x40mm e 120x120mm

Voltagem: 12V

- 2 Dissipadores

Dimensões: 40x40mm e 140x140mm

Material: Alumínio

### 3.1.3 Instalação elétrica

- Fonte: 12V (Recebe energia de 220V e transmite para o sistema 12V)
- Interruptor
- Termômetro digital com sensor
- Fiações
- Led

### 3.1.4 Outros

- Câmera térmica FLIR, modelo TG165 (Toledo)
- Termômetro químico escala -10 a 150°C
- Béquer de 25 mL
- Água destilada

## 3.2 Construção do Produto

O primeiro passo para a realização do projeto foi assistir diversos vídeos relacionados ao mesmo no site “[www.youtube.com](http://www.youtube.com)”, para que desta forma

fosse possível conhecer um pouco mais sobre possíveis erros e também otimizar ainda mais o que já havia sido planejado. Logo após adquirir tal conhecimento, foram comprados os materiais necessários para a execução do primeiro protótipo. Então, foram montadas duas geladeiras similares, com sistemas de refrigeração diferentes: uma com coolers e dissipadores interna e externos menores e a outra com coolers e dissipadores maiores.

Este experimento teve o intuito de levantar a real diferença de empenho da refrigeração quando as dimensões dos sistemas de refrigeração e dissipação são diferentes. Em seguida foram realizadas novas combinações: o maior cooler e dissipador interno com os menores externos, o maior cooler e dissipador externo com os menores internos e por fim chegou-se na combinação que melhor apresentou resultado para o projeto, que foi a combinação do maior cooler e dissipador interno com os maiores externos. Com o sistema de refrigeração pronto, o próximo passo foi planejar o isolamento para evitar a troca de calor com a vizinhança, depois de realizados alguns estudos, foi decidido o uso de Lã de vidro como revestimento para isolar a Mini geladeira, com os componentes todos decididos, a geladeira foi montada em uma estrutura de MDF, com isolamento em lã de vidro em volta de uma caixa de isopor de 3 (três) litros, com um cooler de 120x120 mm e outro com 40x40 mm, um dissipador de 140x140 mm e outro de 40x40 mm, um led para iluminação interna e uma placa de Peltier.<sup>4</sup>

Passo a passo para a construção da mini geladeira:

1) Foi medido e cortado a madeira de MDF nas medidas necessárias para que a caixa de isopor coubesse dentro e ainda sobrasse um espaço de 5 centímetro aproximadamente, de cada lado da caixa de MDF. Depois, foi colado e pregado para que os lados da caixa de MDF pudessem ficar bem fixos.

A porta foi fixada com duas dobradiças, e também foi medida de acordo com a caixa de isopor, para que a tampa do isopor, depois de colado no MDF, ficasse bem fixa e encaixada quando a porta da geladeira fosse fechada.

2) A caixa de isopor foi furada na parte superior externa para que fosse colocado o led, e depois de colocado foi passado cola quente para vedar. A caixa de foi revestida com fita aluminizada em toda parte externa. Na parte interna, e na tampa foi medido e colado EVA em todos os lados. A fonte foi parafusada atrás da

caixa de MDF, e a placa de Peltier, cooler e dissipador menor, foram colocados na parte interna superior da caixa de isopor, precisando cortar na medida certa a caixa para que, na parte externa do isopor, também na parte superior, fosse colocado o dissipador e cooler maior. Entre o cooler e o dissipador, foi colocada a pasta térmica.

3) No centro da caixa de MDF, foi colada a caixa de isopor, deixando o espaço de cada lado do MDF para que posteriormente fosse colocada a lã de vidro. Depois de fixada a caixa de isopor, foi colada a tampa do isopor na porta de MDF, a fim de encaixar perfeitamente quando fechada. Foi realizada toda a parte elétrica, ligando a fonte que estava na parte externa com o sistema de refrigeração. Após isso, foi colocado em toda lateral e na parte inferior da caixa de isopor a lã de vidro.

4) Foi medido e cortado a porta de MDF na parte superior do tamanho exato do termômetro. Posteriormente foi colocado o termômetro. Em seguida, foi parafusado um fecho rápido de pressão, para que a porta ficasse bem fechada.

Abaixo foram colocadas imagens do início da montagem da mini geladeira.



**Imagem 5.** Foto da caixa térmica de isopor fixada na caixa de MDF e revestida com fita alumizada, EVA e lã de vidro, com fonte, led, dissipadores, coolers e placa de Peltier já fixadas. Fonte: Registro próprio.



**Imagem 6.** Foto da caixa térmica de isopor fixada na caixa de MDF com seus revestimentos e instalações elétricas. Na porta, o termômetro já instalado. Fonte: Registro próprio.

5) Posteriormente foi realizado o acabamento da geladeira, colando papel adesivo contact por toda a parte externa do MDF, fazendo os recortes necessários para que ficasse mais ajustado possível. Entre a caixa de isopor e o MDF, foi medido e cortado papelão para pudesse esconder a lã de vidro e o MDF em volta da tampa do isopor, na porta da geladeira.



**Imagem 7.** Foto do acabamento realizado com papel adesivo contact e revestimento compapelão. Fonte: Registro próprio.



**Imagem 8.** Foto do acabamento realizado com papel adesivo contact. Fonte: Registro próprio

6) Por último, foi colado o puxador e pregado os pés da geladeira.



**Imagem 9.** Foto da mini geladeira com puxador, pés e fecho de pressão. Fonte: Registro próprio.

## 4. Resultado de avaliação

### 4.1 Avaliação preliminar

Na avaliação preliminar, foi verificado que a geladeira faltava somente o revestimento e o acabamento final. Com isso, o Professor indicou que fosse mudado o revestimento para que pudesse diferenciar da geladeira do grupo com quem foi feito. O outro grupo colocou o revestimento de espuma expansiva, e para este trabalho foi mudado o revestimento para lã de vidro.

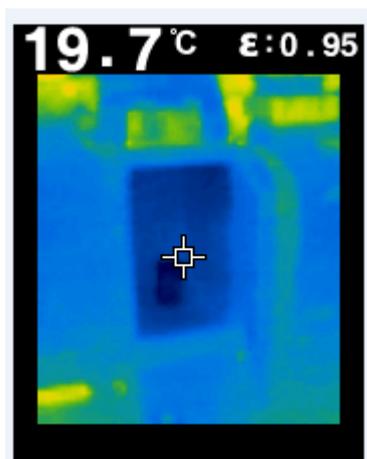
A seguir, foram colocadas as fotos térmicas tiradas no dia da avaliação preliminar:



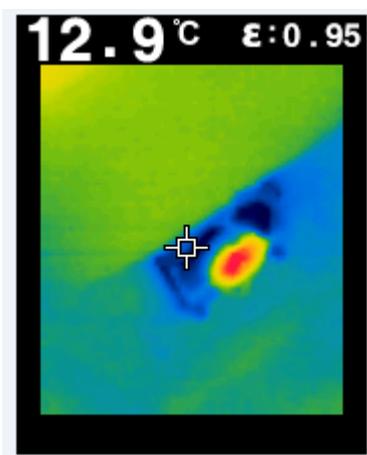
**Imagem 10.** Foto térmica do cooler e dissipador externo. Detalhe aponta para temperatura de 26,5°C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).



**Imagem 11.** Foto térmica do cooler e dissipador externo. Detalhe aponta para temperatura de 22,5°C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).



**Imagem 12.** Foto térmica do diagnóstico preliminar exibindo a geladeira aberta. Detalhe aponta para temperatura de 19,7°C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).

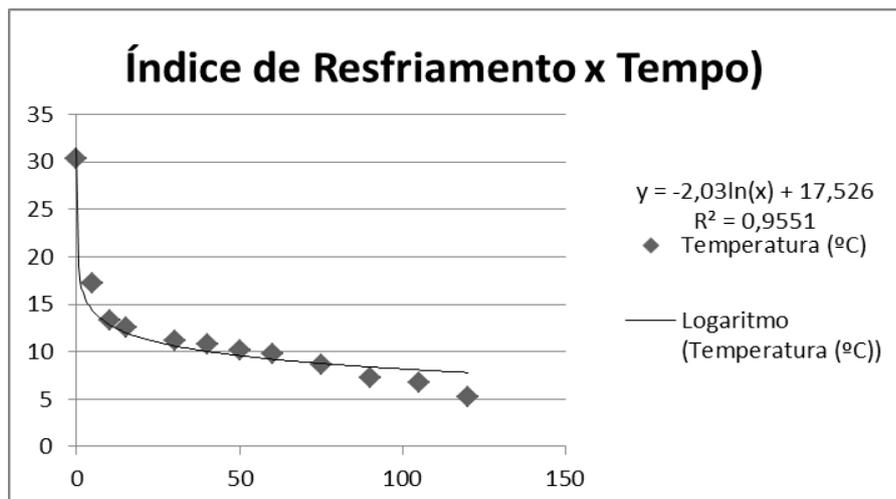


**Imagem 13.** Foto térmica do cooler e dissipador interno. Detalhe aponta para temperatura de 12,9°C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).

Posteriormente, foi colocada uma tabela com a eficiência térmica e um gráfico de índice de resfriamento, seguido dos cálculos realizados para chegar a essas conclusões:

<b>Tempo (min)</b>	0,001	5	10	15	30	40	50	60	75	90	105	120
<b>Temperatura (°C)</b>	30,4	17,2	13,3	12,5	11,2	10,8	10,1	9,8	8,7	7,3	6,7	5,2

**Tabela 1.** Acompanhamento térmico da mini geladeira vazia para avaliação da eficiência térmica em função do tempo.



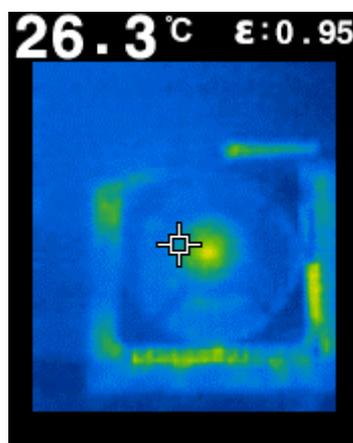
**Gráfico 1.** Gráfico de acompanhamento térmico da mini geladeira vazia para avaliação do índice de resfriamento

$$IET = -\frac{1}{AR^2}$$

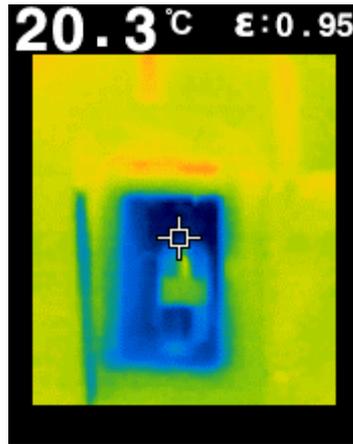
$$IET = -\frac{1}{2,03(0,9551)^2} = -0,5400$$

## 4.2 Avaliação final

No início da avaliação final, mediu-se a temperatura superior interna da geladeira desligada com a Câmera térmica (imagem 15) e depois frontal com a porta aberta (imagem 16) para podermos comparar com as observações feitas de seu comportamento ao decorrer do tempo e por fim podermos calcular o índice de resfriamento por tempo.



**Imagem 14.** Foto térmica superior do diagnóstico inicial exibindo a geladeira fechada. Detalhe aponta para temperatura de 26,3 °C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).

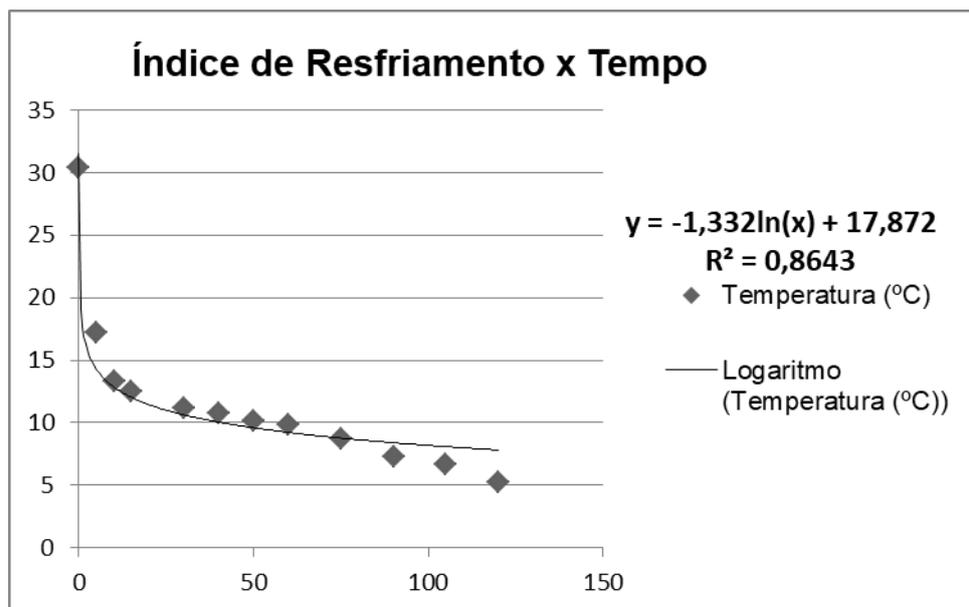


**Imagem 15.** Foto térmica frontal do diagnóstico inicial exibindo a geladeira fechada. Detalhe aponta para temperatura de 20,3°C. Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).

Feito isto, ligou-se a mini geladeira e passou se a medir a temperatura periodicamente, segue abaixo a tabela de Índice de Resfriamento por Tempo (IRT) mensurado em 2 horas com a mini geladeira cheia.

<b>Tempo (min)</b>	0,001	05	10	15	30	40	50	60	75	90	105	120
<b>Temperatura (°C)</b>	25,5	18,1	17,1	16,3	14,4	13,5	12,8	12,2	11,2	10,5	9,7	9,1

**Tabela 2.** Acompanhamento térmico da mini geladeira cheia para avaliação da eficiência térmica em função do tempo.

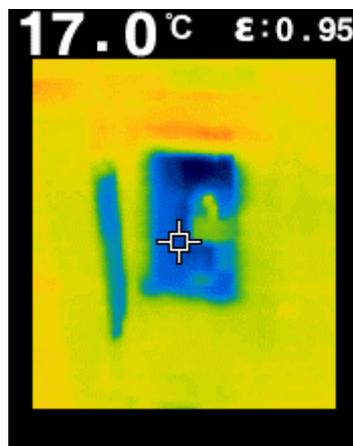


**Gráfico 2.** Gráfico de acompanhamento térmico da mini geladeira vazia para avaliação do índice de resfriamento

$$IET = -\frac{1}{AR^2}$$

$$IET = -\frac{1}{1,33(08643)^2} = -1,0050$$

Ao fim da medição verificou-se uma variação de temperatura de 9,3°C, onde a temperatura final foi de 17.0 (termômetro digital) conforme imagem abaixo:



**Imagem 16.** Foto térmica do diagnóstico final exibindo a geladeira fechada. Detalhe aponta para temperatura de 17,0°C.  
Fonte: Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo).

A temperatura inicial da água destilada medida pelo termômetro químico foi de 25°C e a final foi de 10°C. Notou-se uma diferença de 0,9°C na medição final do termômetro químico para a Câmera térmica FLIR TG165 (Toledo), acredita-se que essa diferença se deu pelos segundos seguintes que se passaram depois que a porta foi aberta, pois mediu-se primeiro com a Câmera térmica depois com o termômetro químico.

Em um período de 2h, verificou-se periodicamente a temperatura interna, através do visor do termômetro que foi instalado dentro da geladeira, à 9,5cm de altura da base interna da mini geladeira.

Usando a seguinte equação, podemos determinar a quantidade de calor retirada.

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T = cal$$

$$Q = m_{H_2O} \cdot C_{H_2O} (T_{120} - T_{0,001})$$

$$Q = 10,0069.1. (7200 - 0)$$

$$Q = 72 \times 10^3 cal$$

A potência térmica:

$$P = \frac{Q'}{\Delta T} = W$$

$$P = \frac{301455,8611}{7200} = 41,86$$

## 5. CONCLUSÃO

Para este trabalho foi realizado ensaios para investigar o funcionamento e qual a diferença de temperatura que a geladeira alcançaria. Foram feitas comparações de ensaios com diferentes condições de trabalho e com diferentes produtos no seu interior, como lata de refrigerante e água destilada. Foi verificado que quando é adicionado um corpo com temperatura mais baixa, este retira calor daquele volume baixando a temperatura da geladeira. Ao longo do tempo as temperaturas se igualaram e a temperatura de estabilização de produtos colocados no interior da geladeira é a mesma temperatura do ar que o equipamento pode produzir. Os ensaios mostraram que é possível uma redução considerável da temperatura em um ambiente refrigerado por pastilhas Peltier.

Resultados mostram que a geladeira é adequada para ser utilizada para manter refrigerados água e outras bebidas ou postergar a validade de certos alimentos. Não se recomenda a utilização deste tipo de geladeira para alimentos como a cerveja ou sorvetes, que devem ser consumidos e armazenados a temperaturas inferiores ou próximas do 0°C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup>RETIRADO DO MATERIAL DE AULA – INTRODUÇÃO, SISTEMAS FÍSICOS E TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

<sup>2</sup>RETIRADO DO MATERIAL DE AULA – LEI ZERO TERMODINAMICA, ENERGIA INTERNA e 1° LEI TERMODINÂMICA

<sup>3</sup>RETIRADO DO MATERIAL DE AULA – 2° LEI TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=O7NuMwVCdt0>, acesso em 18 de agosto de 2018, às 13:43

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=hiEJZJJ1ua8>, acesso em 18 de agosto de 2018, às 14:07

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=O9d-hKsHvzc>, acesso em 19 de agosto de 2018, às 22:38

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=sqz95x58OKk>, acesso em 19 de agosto de 2018, às 23:03

## ANEXO I

### FICHA TÉCNICA DA MINI GELADEIRA

<b>FICHA TÉCNICA MINI GELADEIRA</b>	
TENSÃO	12 VOLTS
TAXA DE RESFRIAMENTO (EM °C/MIN PARA GELADEIRA CHEIA E VAZIA),	
COR	PRATA
TENSÕES DOS COMPONENTES DO NÚCLEO (PELTIER E COOLER)	12 VOLTS
LED	3 VOLTS
ÍNDICE DE RESFRIAMENTO POR TEMPO ( IRT) VAZIA	-0,5400
ÍNDICE DE RESFRIAMENTO POR TEMPO ( IRT) CHEIA	-1,005
MATERIAL DO REVESTIMENTO EXTERNO	PAPEL ADESIVO CONTACT
MATERIAL DO REVESTIMENTO INTERNO	EVA BRANCO
TERMÔMETRO DIGITAL	4,7Lx2,6A
DIMENSÕES INTERNAS (cm)	19Ax11Lx15P
CAPACIDADE INTERNA	3,135L
DIMENSÕES EXTERNAS (cm)	
FRENTE	20,8Lx30A
LATERAL	22,5Lx30A
PORTA	20,8Lx30Ax4,6P
COOLER	12Lx5,0A
FONTE	4,3Lx20A
PÉS	3,0Lx2,0A
MAÇANETA PLÁSTICO PRATA	2Lx11,5Ax2,3P
ALTURA TOTAL	37 cm
LATERAL TOTAL	36,6cm
INTERRUPTOR PLÁSTICO PRETO	1,5Lx2,0A
TRAVAS LATERAIS	6,0Lx2,0A
CABO DE CONEXÃO	150CX0,5L
TEMPERATURA MÍNIMA ( 120min) VAZIA À TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C	9,8°C
TEMPERATURA MÍNIMA ( 120min) CHEIA À TEMPERATURA AMBIENTE DE 25°C	9,1°C

## ESBOÇO TÉCNICO

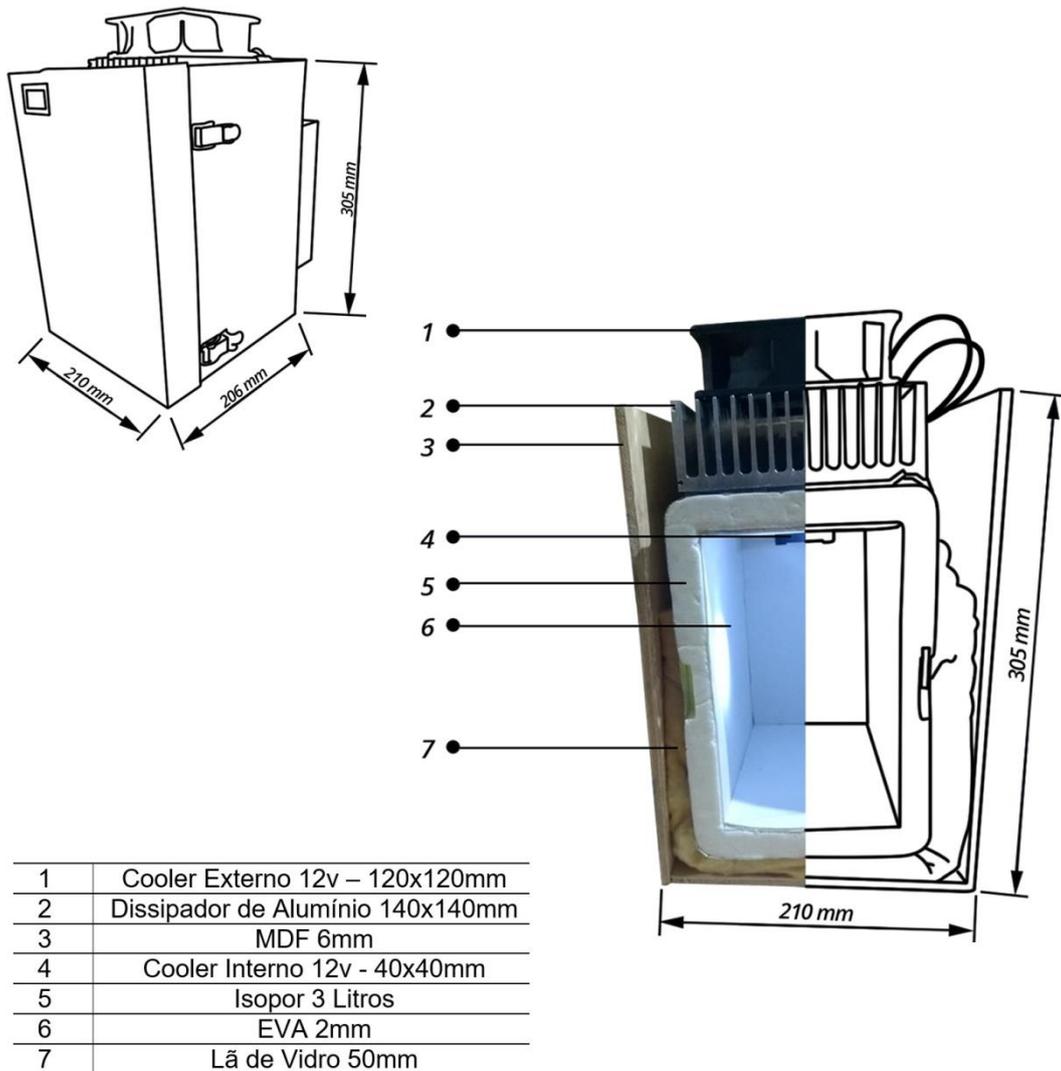


Imagem 17. Foto do esboço do projeto. Programa utilizado: Photoshop CC 2018. Fonte: Registro próprio.

**ANEXO II**  
**FOTOS DO PRODUTO FINAL**



**Imagem 18.** Foto frontal da mini geladeira, projeto final. Fonte: Registro próprio.



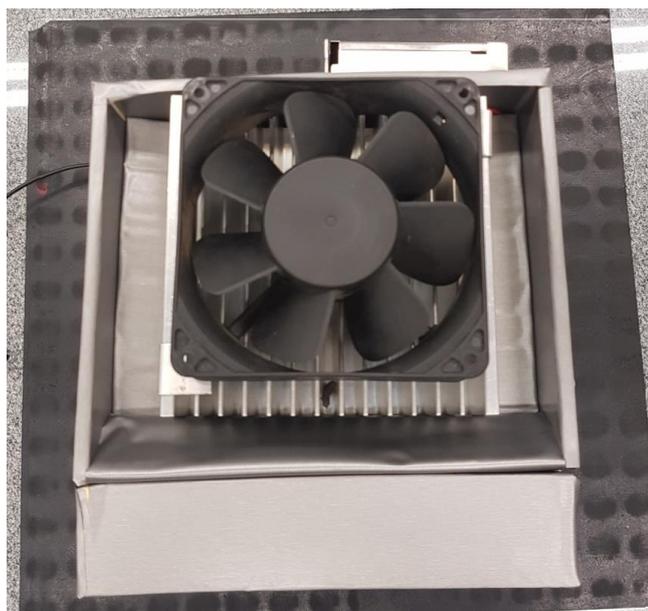
**Imagem 19.** Foto lateral esquerda da mini geladeira, projeto final. Fonte: Registro próprio.



**Imagem 20.** Foto lateral direita da mini geladeira, projeto final. Fonte: Registro próprio.



**Imagem 21.** Foto da parte traseira da mini geladeira, projeto final. Fonte: Registro próprio.



**Imagem 22.** Foto da parte superior da mini geladeira, projeto final. Fonte: Registro próprio.