



**COLÉGIO PEDRO II**  
**CAMPUS CENTRO**

**FÍSICA**

**PROFESSOR SÉRGIO**

**IGOR BEVILACQUA DE MORAES CASTRO N°11**

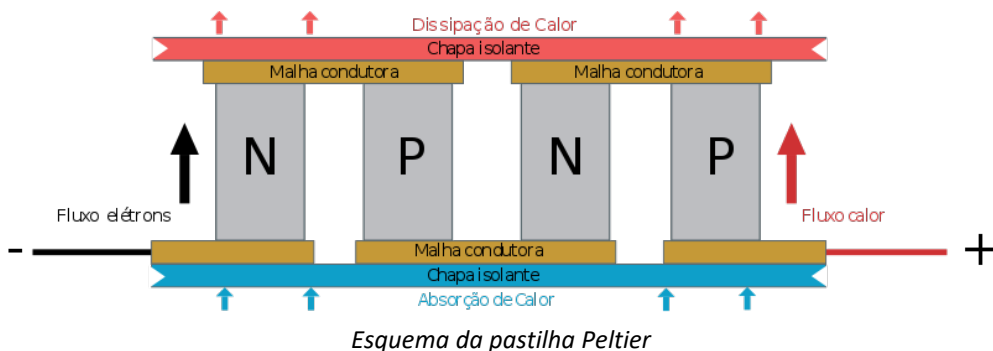
**JOÃO DE FELIPE ANDRADE N°14**

**1º ANO DO ENSINO MÉDIO – TURMA 2106**

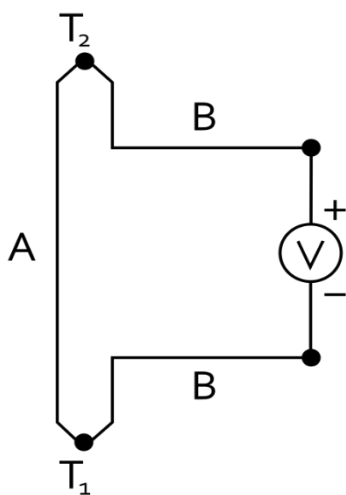
# **ROTEIRO DE REPLICAÇÃO DA GELADEIRA PORTÁTIL**

# INTRODUÇÃO TEÓRICA

Este projeto tem como objetivo criar uma mini geladeira portátil de baixo custo utilizando uma pastilha Peltier.



A pastilha Peltier é um dispositivo de formato achatado, geralmente retangular, formado por duas placas de isolante (cerâmica, em muitos casos) contendo uma malha de material condutor na superfície interna de cada placa. Entre os dois condutores, há uma rede de semicondutores “tipo-n” e “tipo-p”, que possuem esses nomes por apresentarem propriedades físico-químicas muito específicas, que permitem o direcionamento de elétrons e calor entre suas junções (conexões entre tipos diferentes de semicondutor).



## Efeito Peltier

*Ao aplicar uma diferença de potencial entre + e -, será formada uma diferença de temperatura entre  $T_1$  e  $T_2$ .*

*O fluxo de calor entre os dois pontos é proporcional à corrente do circuito multiplicada pelo coeficiente de Peltier.*

O funcionamento da pastilha Peltier é descrito pelo **Efeito Peltier**, que pode ser sumarizado como a produção de uma diferença de temperatura na junção de dois semicondutores diferentes quando submetidos à uma diferença de potencial em um circuito fechado.

Sumarizando, ao fornecer a um módulo Peltier corrente e voltagem suficientes, ele começará a retirar calor de um lado e transferir para o outro, fazendo com que um lado fique quente e o outro frio (relativo à temperatura ambiente).

Uma coisa importante de se notar sobre os módulos Peltier é sua ineficiência. Em média, sua eficiência é de 10%, ou seja, a cada 10W movidos de uma junção para a outra, são necessários 100W de energia elétrica. Em uma situação hipotética, isso seria um módulo absorvendo 10W no lado frio e expulsando 110W no lado quente.

Além disso, os módulos Peltier são ainda menos eficientes conforme a diferença de temperatura entre seus lados aumenta, o que requer uma solução de resfriamento potente para resfriar bem o lado quente.

Pelo lado positivo, esses dispositivos não têm partes móveis, podem manter temperaturas precisas, são pequenos e de formato flexível, duram bastante e são controláveis facilmente ao monitorar a voltagem e corrente de entrada.

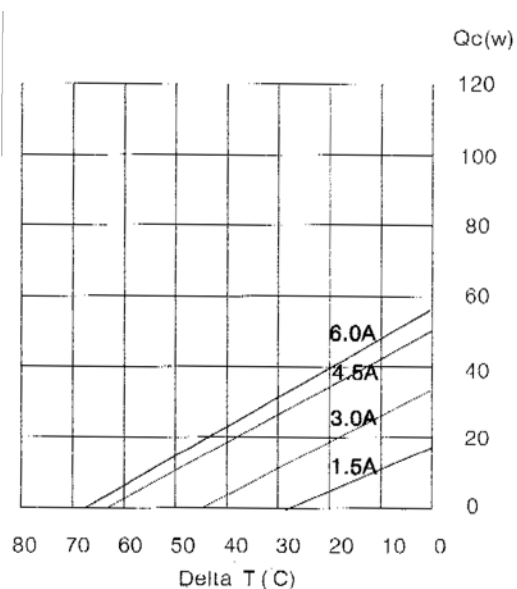


Gráfico mostrando a a diferença de temperatura (Delta T (C)) versus o calor dissipado (Qc(W)).

# ROTEIRO DE REPLICAÇÃO

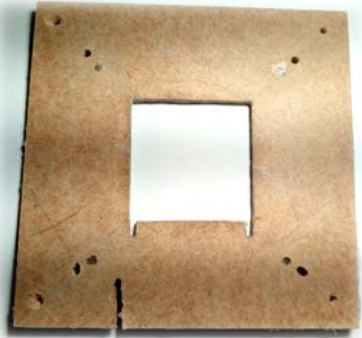
---

Para criar esse sistema de resfriamento, será utilizado:

- 1 caixa de isopor de 5L
- 1 pastilha Peltier modelo TEC1-12706 (4cm x 4cm x 5mm)
- 2 dissipadores de calor com ventoinhas
- Pasta térmica
- 1 chapa de MDF com dimensões de 10cm x 10cm x 4mm
- Lacs
- Fonte de 12V com no mínimo 6A de corrente máxima (nesse projeto foi utilizada uma fonte de computador de 500W).

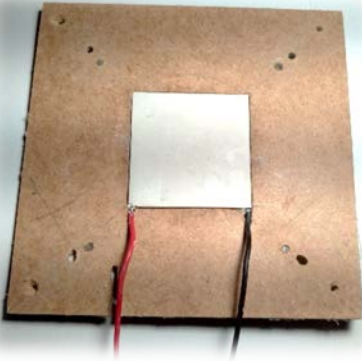
Para as ferramentas:

- Cola quente
- Chave de fenda
- Furadeira ou esmerilhadeira
- Estilete



Placa MDF com os cortes e furos necessários.

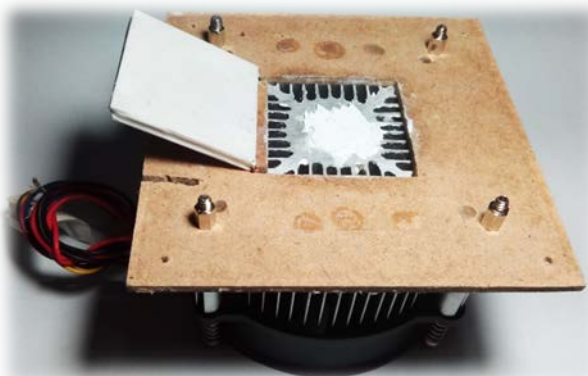
*O corte quadrangular no centro foi feito com o estilete e serve para abrigar o módulo Peltier e isolar a parte fria da quente, com pequenos sulcos para seus fios. Também há um sulco para passagem de fios vindo da parte inferior e 8 furos de afixação – 4 para cada dissipador.*



Placa Peltier posicionada no centro da placa MDF.

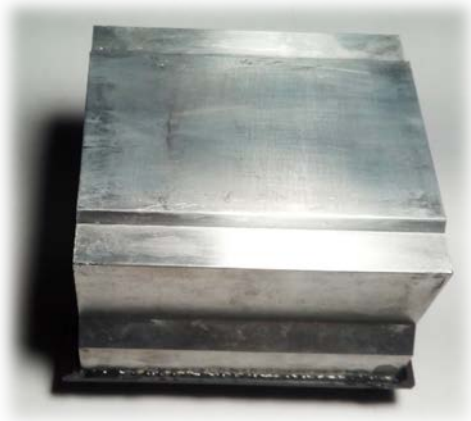


Ventoinha com dissipador aparafusados no MDF.



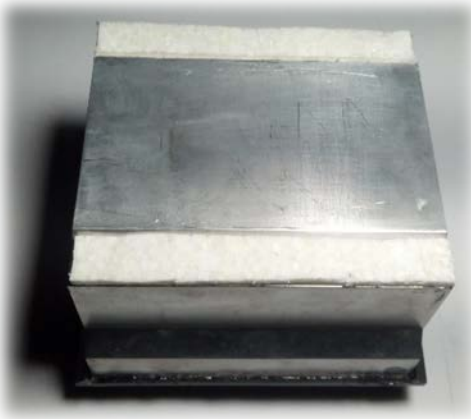
Parte inferior da montagem.

*O Peltier foi levantado para a aplicação de pasta térmica entre o lado quente do módulo e o dissipador (note o branco no dissipador). Também foram adicionadas porcas para dar fixação extra ao dissipador.*



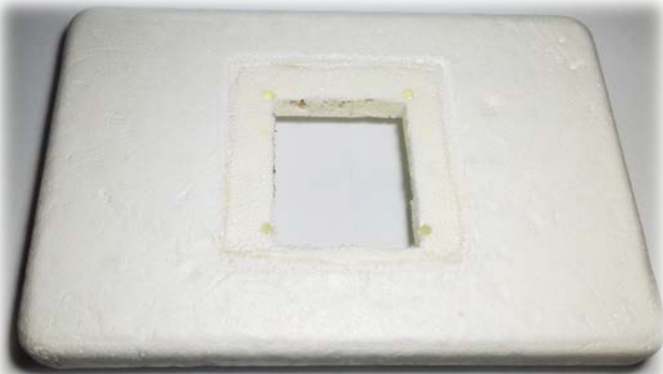
Dissipador para o lado frio.

*Este segundo dissipador de calor será utilizado para maximizar a troca de calor entre o interior da geladeira e o lado frio do Peltier.*



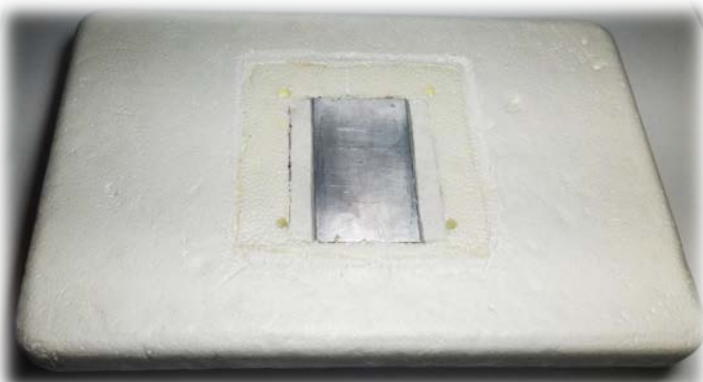
Dissipador para o lado frio com isolamento.

*Por causa dos "dentes" laterais do dissipador, foram adicionadas tiras de isopor para isolar termicamente e não permitir fluxo de ar entre a placa de MDF e o dissipador.*

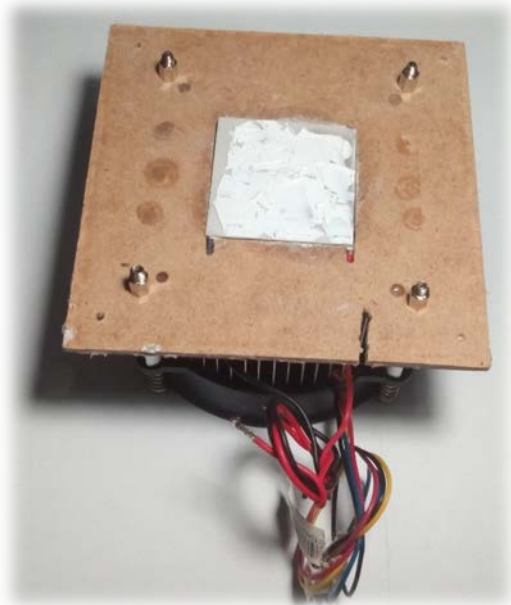


Tampa da caixa de isopor cortada.

*Foi feito um corte do tamanho do dissipador frio e pequenos sulcos que abrigarão as porcas, utilizando um estilete quente, para um resultado mais limpo e preciso.*



Tampa da caixa de isopor com o dissipador.

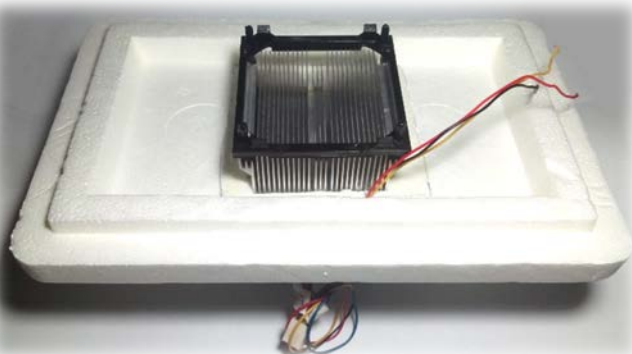


Parte inferior da montagem.

*Depois de aplicar pasta térmica entre o lado quente do módulo e o dissipador, foi adicionada pasta térmica no lado frio, para preparar a montagem para ser posicionada em cima do dissipador do lado frio.*



Montagem com os dois dissipadores posicionada.



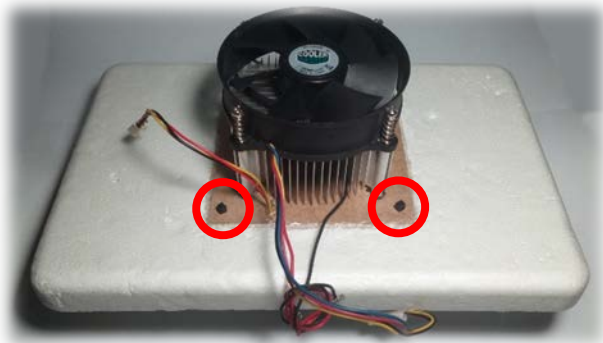
Fio da ventoinha do dissipador frio posicionado.

*Pelo sulco da MDF, foi passado um fio para energizar o cooler do lado frio da Peltier.*



Ventoinha afixada.

*O fio foi soldado a uma ventoinha, que foi afixada ao dissipador.*



Montagem da tampa com lacres posicionados.  
*Nos 4 furos restantes, foram afixados 4 lacres (dois dos quais circulados em vermelho). Também foi colocada cola quente para prender o MDF ao isopor.*



Montagem da tampa com lacres afixados.  
*Pelo lado interno da tampa, foram presos outros lacres conectados à ventoinha do dissipador frio, prendendo efetivamente todas as partes da estrutura juntas.*

Com isso, bastou conectar as fases e neutros da Peltier e dos coolers na saída de 12 volts da fonte ATX e colocar a tampa na caixa.





# LEVANTAMENTO EXPERIMENTAL

---

Depois de um teste, os seguintes dados foram obtidos:

<b>Temperatura ambiente</b>	26 °C
<b>Temperatura do lado quente do módulo</b>	54 °C
<b>Temperatura interna mínima</b>	16 °C
<b>Tempo até temperatura interna mínima</b>	42 minutos
<b>Voltagem no módulo</b>	12,1V
<b>Corrente no módulo</b>	4,6A
<b>Capacidade de resfriamento estimada</b>	20W

Nota: a capacidade de resfriamento foi estimada com a datasheet do módulo utilizado, a diferença de temperatura entre os dois lados do módulo, a voltagem e a corrente.

# BIBLIOGRAFIA

---

- WIKIPÉDIA. Thermoelectric Cooling.  
Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric\\_cooling](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_cooling)>.  
Acesso em 9 jun. 2018.
- WIKIMEDIA COMMONS. File:Seebeck effect circuit 2.  
Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seebeck\\_effect\\_circuit\\_2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seebeck_effect_circuit_2.svg)>.  
Acesso em 9 jun. 2018.
- WIKIMEDIA COMMONS. File:Esquema Pastilha de Peltier.  
Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esquema\\_Pastilha\\_de\\_Peltier.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esquema_Pastilha_de_Peltier.svg)>.  
Acesso em 9 jun. 2018.
- PHREEJAK. Peltier (TEC) Cooling.  
Disponível em: <<http://tomswiki.wikifoundry.com/page/Peltier+%28TEC%29+Cooling>>.  
Acesso em 9 jun. 2018.
- HEBEI I.T. (SHANGAI) CO., LTD. TEC1-12706.  
Disponível em: <<http://peltiermodules.com/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf>>.  
Acesso em 9 jun. 2018.