



## **CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

Danilo Antônio De Oliveira  
Gleison Marcos Mendes Da Silva  
Israel de Oliveira Peixoto  
Lucas Dos Santos Rodrigues  
Renato Barbosa Da Silva

**FRIGOBAR DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PASTILHA PELTIER**

**SÃO CARLOS - SP  
DEZEMBRO 2023**

Danilo Antônio De Oliveira  
Gleison Marcos Mendes Da Silva  
Israel de Oliveira Peixoto  
Lucas Dos Santos Rodrigues  
Renato Barbosa Da Silva

## **FRIGOBAR DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PASTILHA PELTIER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado á Etec Paulino Botelho, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito parcial para a obtenção da habilitação profissional de Técnico de Nível Médio em ELETROTÉCNICA sob a orientação do(s) Professore(s) Valter César Govoni.

**SÃO CARLOS - SP**  
**Dezembro 2023**

Danilo Antônio De Oliveira  
Gleison Marcos Mendes Da Silva  
Israel de Oliveira Peixoto  
Lucas Dos Santos Rodrigues  
Renato Barbosa Da Silva

**FRIGOBAR DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO PASTILHA PELTIER**

Aprovada em: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

Banca de Validação:

\_\_\_\_\_  
Professor.....  
Etec Paulino Botelho  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Professor .....  
Etec Paulino Botelho

\_\_\_\_\_  
Professor .....  
Etec Paulino Botelho

São Carlos – SP  
2023

## **DEDICATÓRIA**

A todos os nossos professores, que foram fundamentais no desenvolvimento desse trabalho.

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente, agradecemos a Deus por nos dar forças e sabedoria.*

*A todos os nossos professores pelo apoio, ensinamentos passados e a orientação para realização desse trabalho.*

*A nossos colegas de classe, em especial aos integrantes do nosso grupo. Sem a dedicação de todos a realização desse trabalho não seria possível. A nossos familiares pelo incentivo para chegarmos até aqui.*

## EPÍGRAFE

*Os sonhos são como uma bússola, indicando os caminhos que seguiremos e as metas que queremos alcançar. São eles que nos impulsionam, nos fortalecem e nos permitem crescer. Augusto Cury.*

## RESUMO

Este projeto foi desenvolvido procurando encontrar uma solução eficiente e econômica para a refrigeração de alimentos e bebidas em ambientes domésticos. As geladeiras e frigobares convencionais, embora amplamente utilizados, muitas vezes apresentam incômodos como barulho elevado durante o funcionamento, custos de produção elevados e falta de mobilidade. Nesse contexto, surge a oportunidade de explorar tecnologias alternativas que possam oferecer uma abordagem mais eficiente e de menor custo. Um desses exemplos é a pastilha Peltier, dispositivo eletrônico capaz de proporcionar refrigeração por meio de um efeito termoelétrico. No presente trabalho, foi desenvolvido um frigobar que utiliza pastilhas Peltier para refrigeração, possuindo um design compacto e moderno, com capacidade para armazenar alimentos e bebidas a uma temperatura ideal para consumo.

**Palavras-chave:** Refrigeração. Peltier. Temperatura.

## **ABSTRACT**

This project was developed seeking to find an efficient and economical solution for refrigerating food and drinks in domestic environments. Conventional refrigerators and minibars, although widely used, often present inconveniences such as high noise during operation, high production costs and lack of mobility. In this context, the opportunity arises to explore alternative technologies that can offer a more efficient and lower-cost approach. One of these examples is the Peltier insert, an electronic device capable of providing refrigeration through a thermoelectric effect. In the present work, a minibar was developed that uses Peltier tablets for refrigeration, having a compact and modern design, with the capacity to store food and drinks at an ideal temperature for consumption.

**Keywords:** Refrigeration. Peltier. Temperature.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Kit de dissipação e refrigeração .....	14
Figura 2: Controlador de temperatura .....	15
Figura 3: Fonte chaveada .....	16
Figura 4: Diodo .....	17
Figura 5: Resistor .....	18
Figura 6: Caixa térmica .....	19
Figura 7: Rodinhas .....	19
Figura 8: Prateleiras .....	20
Figura 9: Cortes na estrutura .....	20
Figura 11: Vista frontal frigobar .....	21
Figura 10: Vista lateral frigobar.....	21
Figura 12: Vista frontal frigobar .....	21
Figura 13: Vista traseira frigobar .....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos do projeto .....	22
-----------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.FUNIONAMENTO DA PASTILHA PELTIER .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>13</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 COMPONENTES UTILIZADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1.1 Sistema de resfriamento termoelétrico de semicondutores de refrigeração Peltier.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1.2 Controlador de temperatura .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.3 Fonte chaveada .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.4 Diodo.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.5 Resistor.....</b>	<b>18</b>
<b>5 MONTAGEM DA ESTRUTURA .....</b>	<b>19</b>
<b>6 PROJETO FINALIZADO .....</b>	<b>21</b>
<b>7 ESQUEMA ELÉTRICO .....</b>	<b>22</b>
<b>8 TABELA DE CUSTOS DO PROJETO .....</b>	<b>22</b>
<b>9 CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>10 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, há um crescente interesse em soluções de refrigeração mais eficientes e econômicas para atender às necessidades de conservação de alimentos e bebidas em ambientes domésticos, com uma portabilidade e mobilidade maiores, devido à explosão do home office. As geladeiras e frigobares convencionais, embora amplamente utilizados, muitas vezes apresentam algumas questões incômodas como barulho elevado durante o funcionamento, custos de produção elevados, utilização de compressores e falta de mobilidade.

Nesse contexto, surge a oportunidade de explorar tecnologias alternativas que possam oferecer uma abordagem mais eficiente e de menor custo. Um desses exemplos é o uso de pastilhas Peltier, dispositivos eletrônicos capazes de proporcionar refrigeração por meio de um efeito termoelétrico.

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um frigobar de baixo custo e compacto, utilizando pastilhas Peltier, como uma alternativa viável aos frigobares convencionais.

## 1.1. FUNCIONAMENTO DA PASTILHA PELTIER

Chamada de pastilha devido a seu formato, usualmente, retangular e achatado, é constituída de duas "chapas" de material isolante (normalmente cerâmico) com uma malha de material condutor (cobre, por exemplo) na superfície interna de cada chapa. Entre as duas malhas de condutores, estão localizados diversos pares de semicondutores de tipo "n" e "p", que dão início ao efeito Peltier, transformando energia elétrica, proveniente de uma fonte D.C., em energia térmica e, graças ao posicionamento e ordenação dos pares, absorvendo calor em uma chapa e dissipando calor em outra.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo do projeto é desenvolver frigobares com baixo custo e desempenho satisfatório, comparado com os frigobares comuns refrigerados a partir de compressores e até alguns modelos eletrônicos mais caros. Um frigobar que utiliza compressor custa, em média, R\$ 1.500,00. O projeto visa baratear o custo de produção para a faixa de R\$ 450 a R\$ 600. O público-alvo será o usuário doméstico, para ser utilizado em pequenas áreas de lazer, home office, espaço gourmet, em dormitórios, etc.

## **3 METODOLOGIA**

Primeiramente, foi desenvolvido o circuito simplificado. Os resultados obtidos na simulação foram satisfatórios, assegurando assim a viabilidade da construção do projeto. A escolha dos componentes foi feita pela alta disponibilidade no mercado, e por serem relativamente baratos e fáceis de reunir.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 COMPONENTES UTILIZADOS

#### 4.1.1 Sistema de resfriamento termoelétrico de semicondutores de refrigeração Peltier

Figura 1: Kit de dissipação e refrigeração



Fonte: Amazon

O kit utilizado no projeto possui: 2 pastilhas Peltier, 4 air coolers/fan e 1 dissipador de calor, que serão responsáveis pela refrigeração do frigobar e pela dissipação do lado quente da pastilha Peltier.

#### **Especificações:**

**Tensão:** 12V

**Corrente:** 10A

**Potência:** 120W

**Dimensões do módulo de condução:** 60 x 43 x 25mm

**Dimensões do dissipador de calor:** 200 x 115 x 23mm

**Dimensões grande do ventilador (Air cooler maior):** 90 x 90 x 25mm

**Dimensões do ventilador (Air cooler):** 40 x 40 x 10mm

**Dimensões das pastilhas Peltier:** 40 x 40 x 3.4mm

**Dimensões de todo o conjunto:** Aprox. 200 x 115 x 85mm

### 4.1.2 Controlador de temperatura

Figura 3: Controlador de temperatura



Fonte: Citex

No projeto, foi utilizado o controlador de temperatura STC-1000 para operação, controle e monitoramento da temperatura do frigobar. O STC-1000 é um interruptor de energia inteligente com relés de saída dupla, adequado para aquários, estufas e outros cenários. Ele controla automaticamente o estado de energia do compressor e do aquecedor, comparando o valor de temperatura instantânea com parâmetros predefinidos.

Fonte: <https://www.google.com/search?q=o+que+%C3%A9+o+stc+1000>

#### **Especificações técnicas:**

**Faixa de medição de temperatura:** -50°C a 99°C

**Resolução:** 0.1°C

**Precisão:** ±1°C (-50°C ... 70°C)

**Alimentação:** 127V ... 50/60Hz

**Consumo de energia:** <3W

**Tipo sensor:** sensor NTC

**Dimensões do produto:** 75mm X 34.5mm X 85mm

**Tamanho do furo para montagem:** 71mm X 29mm

### 4.1.3 Fonte chaveada

**Figura 4:** Fonte chaveada



**Fonte:** Eletro FM

No projeto, foi utilizada uma (1) fonte chaveada para alimentação do circuito, pastilhas Peltier, coolers/fan e controlador de temperatura. Uma fonte de alimentação chaveada ou comutada – também chamada de switched-mode power supply (SMPS) – é uma unidade de um equipamento utilizada para alimentar cargas elétricas, que agrupa um regulador comutador de alta frequência que garante a estabilidade da tensão de saída, independentemente da variação AC na entrada.

Fonte: <https://www.kalatec.com.br/fonte-chaveada/#:-:text=Uma%20fonte%20de%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20chaveada,da%20varia%C3%A7%C3%A3o%20Ac%20na%20entrada.>

#### **Especificações técnicas:**

**Potência:** 120w

**Entrada:** AC 110-220v

**Frequência:** AC50Hz-60Hz

**Saída:** DC 12v 10A

**Chaveamento de ajuste de tensão:** (127-220v) (Automático)

**Conexão:** por borne

**Material:** Alumínio e Metal

**Dimensões:** 13cm x 10cm x 4cm

#### 4.1.4 Diodo

**Figura 5:** Diodo



**Fonte:** Achei componentes eletrônicos

No projeto, foram utilizados 2 diodos para a proteção do controlador de temperatura. O diodo retificador é um semicondutor, com a capacidade de conduzir somente em uma direção. Para uma melhor compreensão, pode-se comparar como uma catraca ou uma porta giratória, que só permite que a tensão siga do ânodo para o cátodo (extremidade marcada com uma faixa prata).

Fonte: <https://proesi.com.br/diodo-retificador-1n4007.html>

#### **Especificações técnicas**

**Partnumber:** 10a10

**Encapsulamento:** R-6

**Corrente:** 10A

**Tensão reversa:** 1000v

**Dimensões:** (A)7,2mm x (L)7,2mm x (C)9,1mm

## 4.1.5 Resistor

**Figura 8:** Resistor



**Fonte:** Baú da eletrônica

No projeto, foi utilizado um resistor de 20 ohms para redução da corrente elétrica. Resistores são componentes eletrônicos cuja principal função é limitar o fluxo de cargas elétricas por meio da conversão da energia elétrica em energia térmica.

Fonte:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/fisica/resistores.htm&ved=2ahUKEwiOssCCq-eCAxWNs5UCHdS-COcQFnoECA8QBQ&usg=AOvVaw1YSuGVIfOwrDZjswU6doP>

### **Especificações técnicas:**

**Valor:** 20  $\Omega$

**Tipo:** 4 bandas

**Código de cores:** vermelho, preto, preto, dourado

**Multiplicador:** Preto, 1

**Tolerância:** Faixa Dourada  $\pm 5\%$

## 5 MONTAGEM DA ESTRUTURA

- Caixa térmica

**Figura 9:** Caixa térmica



**Fonte:** Mercado Livre

Foi utilizado uma (1) caixa térmica para montagem da estrutura do projeto.

Dimensões (externas): 64 x 36 x 36 (L x P x A)

Dimensões (internas): 55 x 29 x 28 (L x P x A)

- Rodinhas

**Figura 12:** Rodinhas



**Fonte:** Americanas

Foram adicionadas rodinhas ao frigobar, para facilitar o transporte.

- **Prateleiras**

**Figura 13:** Prateleiras



**Fonte:** Elaboração Própria

Foram cortados dois pedaços 30cm x 30cm de uma chapa de acrílico, para ser usado como prateleira do frigobar.

- **Adaptação dos componentes**

Foram feitos cortes e adaptações na caixa térmica para a fixação dos componentes elétricos/eletrônicos.

**Figura 14:** Cortes na estrutura



**Fonte:** Elaboração Própria

## 6 PROJETO FINALIZADO

**Figura 16:** Vista frontal frigobar



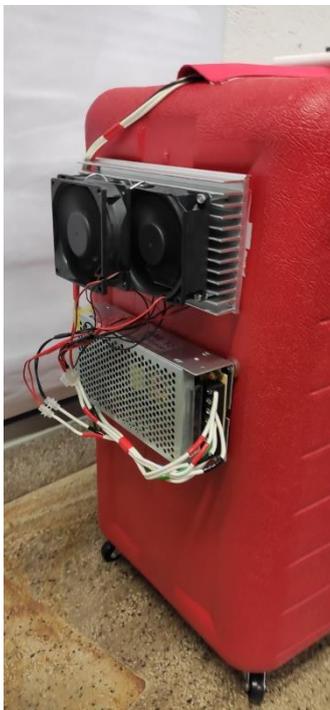
**Fonte:** Elaboração Própria

**Figura 15:** Vista lateral frigobar



**Fonte:** Elaboração Própria

**Figura 18:** Vista traseira frigobar



**Fonte:** Elaboração Própria

**Figura 17:** Vista frontal frigobar

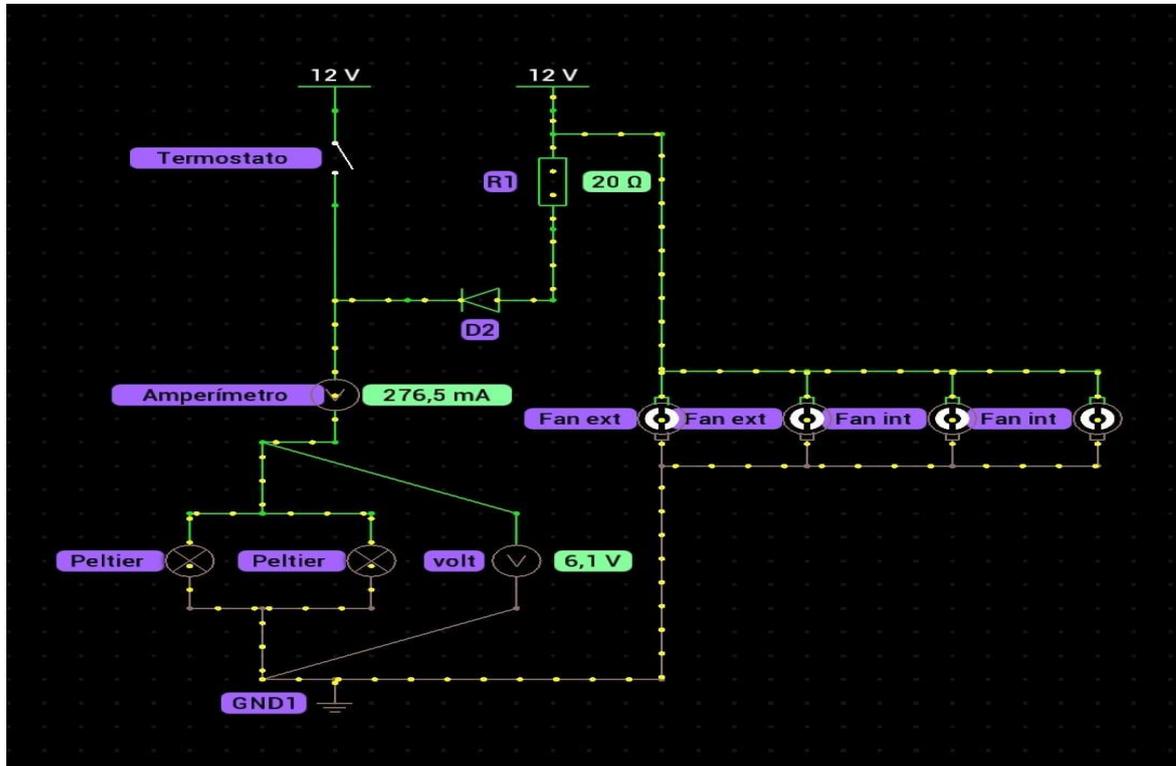


**Fonte:** Elaboração Própria

## 7 ESQUEMA ELÉTRICO

O circuito do projeto foi simulado no programa Proto.

Figura 19: Esquema elétrico do projeto



Fonte: Elaboração Própria

## 8 TABELA DE CUSTOS DO PROJETO

Tabela 1: Custos do projeto

Custos do projeto					
Item	Quantidade	Valor		Valor total	
Caixa térmica	1	R\$ 199,90		R\$ 199,90	
Controlador de temperatura	1	R\$ 49,99		R\$ 49,99	
Diodo	1	R\$ 1,60		R\$ 1,60	
Fonte chaveada	1	R\$ 44,51		R\$ 44,51	
Kit de resfriamento Peltier	1	R\$ 289,90		R\$ 289,90	
Resistor	1	R\$ 0,14		R\$ 0,14	
Rodinhas	2	R\$ 7,99		R\$ 15,98	

Valor final R\$ 602,02

Fonte: Elaboração Própria

## **9 CONCLUSÃO**

O frigobar atingiu os objetivos esperados no início do projeto e demonstrou ser um custo-benefício viável, com espaço para melhorias. Simplificando o sistema de refrigeração do frigobar tradicional, foi possível reduzir custos de fabricação e manutenção. Também é possível observar algumas vantagens na mobilidade e transporte para outros locais de uso no dia a dia, reduzindo os custos de logística e o impacto para o meio ambiente.

Com a elaboração desse projeto foi possível colocar em prática o conhecimento que obtivemos no decorrer do curso, aprimorando ainda mais o nosso aprendizado e propondo soluções inovadoras para a sociedade e o meio ambiente.

## 10 REFERÊNCIAS

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_Peltier](https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_Peltier)>

<<https://www.amazon.com.br/Domary-resfriamento-termoel%C3%A9trico-semicondutor-Ventiladores/dp/B0C4TJJR2Y>>

<<https://www.google.com/search?q=o+que+%C3%A9+o+stc+1000>>

<<https://www.kalatec.com.br/fonte-chaveada/#:~:text=Uma%20fonte%20de%20alimenta%C3%A7%C3%A3o%20chaveada,da%20varia%C3%A7%C3%A3o%20Ac%20na%20entrada>>

<<https://proesi.com.br/diodo-retificador-1n4007.html>>

<<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/fisica/resistores.htm&ved=2ahUKEwiOssCCqeCAxWNs5UCHdS-COcQFnoECA8QBQ&usg=AOvVaw1YSuGVlfOwrdDZjswU6doP>>