

4

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ADAPTADOR DE PANELAS PARA ENCAIXE EM FOGÕES

Alexandre Takeshi Ushima

Paula Sayuri Matsuda

São Paulo

2005

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ADAPTADOR DE PANEIAS PARA ENCAIXE EM FOGÕES

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
Obtenção do título de Graduação em Engenharia

Alexandre Takeshi Ushima

Paula Sayuri Matsuda

Orientadores:

Prof. Dr. Marcelo Massarani

Prof. Dr. Marcelo Augusto Leal Alves

Área de Concentração:

Engenharia Mecânica

São Paulo

2005

*Visão*  
*M.A.L.*  
*Paula Sayuri Matsuda*

TF05  
Us3a

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011808

FICHA CATALOGRÁFICA

001482275

**Matsuda, Paula Sayuri**

**Ushima, Alexandre Takeshi**

**Adaptador de painéis para encaixe em fogões / A.T. Ushima,  
P.S. Matsuda. -- São Paulo, 2005.**

**62 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.**

**1.Equipamentos domésticos 2.Deficiente visual I.Matsuda,  
Paula Sayuri e Ushima, Alexandre Takeshi II.Universidade de  
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia  
Mecânica III.t.**

*Aos nossos pais que sempre nos apoiaram e se dedicaram trazendo educação. Aos nossos amigos que nos acompanharam e com quem vivenciamos momentos inesquecíveis.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos orientadores, Professores Doutores Marcelo Augusto Leal Alves e Marcelo Massarani, nossos sinceros agradecimentos pelas orientações dadas ao longo do trabalho e por aceitarem nos auxiliar neste importante trabalho para a sociedade.

Gostaríamos de agradecer também aos professores Doutores Tarcísio Antônio Heff Coelho e Antônio Luiz de Campos Mariani pelo auxílio e disponibilização de equipamentos para testes realizados.

Gostaríamos também de agradecer à Instituição Dorina Nowill, pela colaboração e incentivo dado para a realização desta pesquisa.

Aos nossos pais, que nos deram todo o suporte necessário, acreditando e auxiliando sempre que fosse necessário.

Aos nossos parceiros Marcelo Shin Park e Noemi Kuroda, pela compreensão e incentivo para o desenvolvimento deste.

Ao colega Enio Atsushi Kobara, que auxiliou no desenvolvimento do trabalho, sempre dando sugestões e opiniões ao longo do trabalho realizado.

Nossos sinceros agradecimentos também aos colegas Rodrigo Motoharu Kobayashi e Leandro Tadao Miura na colaboração durante a construção dos protótipos realizados.

Por fim, somos gratos à Escola Politécnica que nos forneceu ferramentas fundamentais para nossa formação.

## RESUMO

O presente trabalho reúne elementos para projeto de um adaptador de panelas que seja utilizável para todos os tipos de fogões existentes no mercado e também para os mais diversos modelos existentes de panelas. É importante lembrar que a diversidade de grelhas, tamanho dos queimadores e formas das mesas é enorme, sendo o desafio para a criação de um dispositivo único.

A preocupação deste trabalho está centrada na criação de tal dispositivo, analisando custos e viabilidade, material e praticidade, de forma a facilitar no preparo de alimentos para deficientes visuais e diminuir as possibilidades de acidentes que possam ocorrer pelo movimento das panelas ou a não fixação de forma estável das mesmas. Tal idéia veio através da Fundação Dorina Nowill Para Cegos, que procurou a Poli Cidadã e requisitou este dispositivo. Tem-se então, um projeto de importância à sociedade, dada a necessidade existente.

## **ABSTRACT**

This report is a collection of elements used in the project of a pan's fixer. One important thing to consider is its needs to be adaptable for all kinds of stoves and pans that exist in the market.

The concern of this work is focused on the creation of a device (considering its cost, viability, material and its facility of use) whose function is to turn the cooking an easier thing to be done by blind people. As a consequence, the possibility of accidents is reduced and pans can be well-fixed on the stove. Such idea was introduced by Fundação Dorina Nowill Para Cegos and it can be considered an important project for the help of society.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Poli Cidadã.....	1
1.1. A Fundação .....	1
1.2. O Projeto.....	2
1.3. Público Alvo.....	2
<b>2. LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES E REQUISITOS.....</b>	<b>4</b>
2.1. Entrevista.....	4
2.2. Análise de fogões.....	5
2.3. Análise de recipientes.....	6
2.4. Definição dos Requisitos do Dispositivo .....	7
2.5. Especificação técnica da necessidade.....	8
<b>3. ALTERNATIVAS DE PROJETO .....</b>	<b>11</b>
3.1. Primeiras Soluções.....	11
3.2. Otimização das Soluções – Segunda Espiral do Projeto.....	15
<b>4. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS .....</b>	<b>21</b>
<b>5. DIMENSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>6. MATERIAIS .....</b>	<b>34</b>
6.1. Dispositivo.....	34
6.1.1. Alumínio .....	34
6.1.2. Aço .....	34
6.1.3. Aço para Chapa.....	34
6.1.4. Ventosas .....	35
6.1.5. Anel.....	36
6.1.6. Mangueira de Silicone .....	36

<b>6.2.</b>	<b>Embalagem .....</b>	<b>37</b>
6.2.1.	A importância do dimensionamento da embalagem na redução de custos.....	37
6.2.2.	Embalagem Blister.....	38
6.2.3.	Embalagem de Papel.....	38
6.2.4.	Dicas de Conservação .....	39
<b>7.</b>	<b>TESTES.....</b>	<b>40</b>
7.1.	Temperatura no dispositivo.....	40
7.2.	Ventosas .....	41
<b>8.</b>	<b>CUSTO .....</b>	<b>43</b>
8.1.	Mão-de-Obra .....	43
8.2.	Material de Construção .....	44
8.2.1.	Alumínio e aço inox.....	44
8.2.2.	Ventosa.....	45
8.2.3.	Parafusos.....	45
8.2.4.	Mangueira de silicone e arruela de borracha.....	46
8.3.	Material - Embalagem.....	46
8.3.1.	Blister.....	46
8.3.2.	Papel.....	48
8.4.	Custo por peça produzida.....	49
8.4.1.	Dispositivo 1.....	49
8.4.2.	Dispositivo 2.....	50
<b>9.</b>	<b>PROCESSO DE FABRICAÇÃO .....</b>	<b>52</b>
9.1.	Dispositivo 1: Fixação por Parafusos.....	52
9.2.	Dispositivo 2: Estrutura Oval.....	52
<b>10.</b>	<b>MELHOR DISPOSITIVO.....</b>	<b>54</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>

<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
<b>13. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>61</b>

## SUMÁRIO

### Lista de Figuras

<b>Figura 1: Os diversos formatos de grelha .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2: A variedade de painelas .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3: regiões de temperatura .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 4: Alternativa de Projeto: Garra.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 5: Alternativa de projeto: Posicionador.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6: Alternativa de projeto: Fixador com molas.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 7: Alternativa de projeto: Fixação por ventosas.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 8: Alternativa de projeto: Base sobreposta à mesa.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 9: Foto do dispositivo .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 10: Esquema da solução: armadura + anel .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 11: Esquema da Estrutura Oval Flexível .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 12: Esquema da região utilizada .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 13: Esquema da Estrutura com Fixação por Presilhas.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 14: Hastes da Grelhas a Serem Utilizadas.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 15: Esquema do dispositivo com fixação por parafusos .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 16: Dimensões grelha 1 .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 17: Dimensões grelha 2 .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 18: Dimensões grelha 3 .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 19: Dimensões grelha 4 .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 20: Dimensões grelha 5 .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 21: Dimensões grelha 6 .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 22: Dimensões grelha 7 .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 23: Dimensões grelha 8 .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 24: Dimensões grelha 9 .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 25: Dimensões grelha 10 .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 26: Dimensões grelha 11 .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 27: Dimensões dispositivo 1 .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 28: Dimensões dispositivo 2 .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 29: Protótipo do dispositivo 1 .....</b>	<b>32</b>

<b>Figura 30: Protótipo do dispositivo 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 31: Protótipo do dispositivo 2 com panela.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 32: Regiões de temperatura .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 33: Teste com ventosas.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 34: Ventosas 1 e 3 após teste .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 35: Máquina Manual de Vacuum Forming .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 36: Etapas de Fabricação da Embalagem .....</b>	<b>47</b>

## SUMÁRIO

<b>Lista de Tabelas</b>	
<b>Tabela 1: Alternativas de Solução .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabela 2: Dados das grelhas .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 3: Análise de Resultado .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 4: Material dispositivo 1 .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 5: Material dispositivo 2 .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 6: Orçamento Coppermetal.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 7: Preço de parafusos por centena .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabela 8: Custo do Dispositivo 1 .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 9: Custo do Dispositivo 2 .....</b>	<b>50</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Poli Cidadã**

Com o intuito de aumentar o senso de Responsabilidade Social integrado ao Ensino de Graduação e Extensão Universitária, o Projeto POLI CIDADÃ tem como objetivo incentivar a realização de Projetos de Conclusão da Graduação que atendam às necessidades expostas pela sociedade através de organismos representativos. Não só isso, mas trata-se também de uma forma de aproximar a Universidade da Sociedade, retribuindo de forma honrosa pelos financiamentos geridos pelo Estado de São Paulo a esta Universidade Pública.

Inserida neste contexto, a Fundação Dorina Nowill contactou a Escola Politécnica de São Paulo para o cadastro de alguns temas, um dos quais foi escolhido para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

### **1.1. A Fundação**

A Fundação Dorina Nowill Para Cegos, antiga Fundação Para o Livro do Cego no Brasil, foi instituída em 11 de março de 1946 pela professora Dorina de Gouvêa Nowill. Sua fundação foi decorrente da dificuldade da professora em encontrar livros em Braille, a partir dos 17 anos, idade em que se tornou deficiente visual.

No início, a Fundação se dedicava na produção manual de livros em Braille feita por grupos de voluntários. Com o sucesso destas atividades, o apoio dos voluntários, dos Governos Municipal e Estadual e as doações de equipamentos, foi possível instalar a Imprensa Braille permitindo uma produção industrializada de livros em Braille.

Hoje a Fundação tem por missão:

“Oferecer produtos e serviços que propiciem aos deficientes visuais condições para assumirem o seu papel de cidadãos independentes, oferecerem à

sociedade informações e serviços a esse respeito e participar ativamente de ações voltadas à prevenção da cegueira.”

Alguns dos serviços prestados pela Fundação são:

- Programas individualizados de tratamento aos deficientes visuais com orientação familiar;
- Acesso à cultura e informação através de serviços prestados gratuitamente aos deficientes visuais de baixa renda;
  - Obras literárias e a revista Veja gravadas em fitas cassetes por voluntários;
  - Biblioteca direcionada para deficientes visuais;
  - Produção de equipamentos básicos para escrita, mobilidade, cálculo e lazer;
  - Bazar de Novos e Usados para a arrecadação de fundos para a instituição.

## **1.2. O Projeto**

Em uma maior aproximação entre a Universidade e a Fundação, foi registrada a necessidade de criação de um dispositivo para deficientes visuais que tenha por função fixar painéis de diferentes tamanhos e formas de maneira segura nas grelhas de fogões (também existentes em diferentes formas e tamanhos). Isto se baseia no fato de muitas vezes os deficientes visuais sofrerem acidentes derrubando painéis quentes ou terem dificuldades de colocá-los sobre o fogão de forma estável.

Assim, este dispositivo deve permitir a sua adaptação aos fogões disponíveis no mercado e à diversidade de painéis existentes.

## **1.3. Público Alvo**

De acordo com o CENSO realizado no ano de 2000, existiam 148 mil pessoas cegas e 2,4 milhões com grande dificuldade de enxergar. Do total de cegos, 77.900 eram mulheres enquanto que 70.100 eram homens. A maior concentração se encontrava na região Nordeste (apesar de sua população ser inferior ao Sudeste), com cerca de 57.400 cegos, enquanto que a região Sudeste apresentava 54.600 cegos.

Outro dado interessante:

- primeiro estado com maior número de cegos: São Paulo (23.900);
- segundo estado com maior número de cegos: Bahia (15.400).

Além disso, através de uma pesquisa realizada com a empresa Bengala Branca, que produz e importa produtos para deficientes visuais, foi descoberto que as vendas são feitas na maioria delas, para instituições e prefeituras, que revendem ou doam os produtos. De acordo com a empresa, uma bengala sai em torno de R\$ 39,90.

Os custos mais impactantes nesse projeto, se referem ao custo das matérias-primas envolvidas, como o plástico resistente a temperaturas relativamente altas e o aço, e os processos de fabricação envolvidos (fundição, usinagem, etc). Sendo assim, é necessário que a concepção do projeto seja relativamente simples e barato, para que haja um real interesse por parte de alguma empresa em produzir este produto, ou de algum empresário em investir nesta idéia. Seria ainda possível, ampliar o alcance e a viabilidade deste projeto, fazendo deste, um produto não só para o uso específico de um deficiente visual, mas de qualquer usuário que tenha interesse em cozinhar, aumentando assim o possível mercado consumidor.

Através desta rápida pesquisa foi possível assim ter uma breve noção do público alvo a que se destina este produto e os obstáculos a serem transgredidos para que esse projeto venha a se tornar realidade, e possa beneficiar diversos deficientes visuais.

## **2. LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES E REQUISITOS**

### **2.1. Entrevista**

Com o objetivo de compreender melhor a vivência de deficientes visuais e suas necessidades, foi feita uma visita à Fundação Dorina Nowill. Através de uma conversa com a Diretora de Relações com a Comunidade, foi possível uma maior aproximação e compreensão da realidade dos deficientes visuais. Porém, para um melhor entendimento do procedimento adotado por cegos no preparo de alimentos, foi indicada uma outra pessoa que tinha o hábito de cozinhar diariamente para sua família.

Abaixo está um resumo dos itens levantados durante conversa com esta última, no dia 06 de Abril de 2005.

- Dificuldades no manuseio do fogão
  - Acender o fogo com o fósforo;
  - Cada fogão possui uma seqüência diferente no que se refere à ordenação dos botões dos acendedores;
  - Grelhas muito próximas (bocas muito próximas) dificultam o manuseio e o posicionamento das panelas;
  
- Posicionamento da panela (métodos utilizados):
  - Coincide-se o centro da panela com o centro da boca do fogão pelo tato;
  - Cabos das panelas são sempre posicionados para a direita (problema: interferência quando há dois cabos);
  - Uma colher pode ser utilizada para auxiliar na determinação da distância entre a panela e o fogão (através do tato com a colher - batimento - entre os dois);
  - Uma colher pode auxiliar também na localização do pegador da tampa da panela (usa-se o método de batimento também);
  - Quando há mais de uma panela, intercalam-se estas de modo a não ficar uma ao lado da outra (exemplo: se o fogão tem seis bocas utilizam-se somente três, colocando-se duas panelas na frente e uma atrás e vice-versa);

➤ Quando a panela tem cabo, no caso da pessoa destra, primeiramente se posiciona o cabo para a esquerda e manuseia-se o alimento com a mão direita;

- Dificuldades:

➤ Retirar e reposicionar a panela no mesmo lugar, já que tanto a grelha como as panelas estão quentes, não sendo possível utilizar o tato;

➤ Mesmo posicionada, o manuseio e a localização da panela ainda é difícil (isto causa queimaduras, esbarramento, entre outros acidentes).

- Percepção temperatura: através do tato;

- Panelas difíceis de utilizar:

➤ Panela de pressão;

➤ Panelas grandes;

- Algumas sugestões e facilitadores:

➤ Panelas com cabos mais longos;

➤ Ao invés de cabos, dois pegadores laterais.

## **2.2. Análise de fogões**

Levando em consideração que o fogão é o utensílio primordial para o desenvolvimento do dispositivo, uma análise deste eletrodoméstico se faz necessário.

Este equipamento pode ser encontrado em diversos tamanhos:

- sua largura pode ser entre valores próximos de 490 a 760 mm;
- profundidade variando entre 560 e 700mm;
- altura de até 1300mm (com a tampa aberta).

Além do mais, o número de queimadores pode ser de quatro a seis, com diferentes tamanhos também.

O formato das grelhas são as mais diversas possíveis, conforme figuras ilustradas abaixo:



**Figura 1: Os diversos formatos de grelha**

Como se pode perceber existem mesas com cantos arredondados, grelhas que se estendem por duas bocas ou apenas uma, fixação através de furos ou apenas por encaixe, perfil arredondado ou achatado do material. As variações são bastante grandes e mostram-se como um ponto a dificultar na elaboração do dispositivo.

### **2.3. Análise de recipientes**

A fixação de panelas no adaptador faz com que seja preciso uma verificação da diversidade e tamanho encontrado no mercado. Elas são de tipos diferentes e possuem várias formas, tamanhos e modelos. Podem ter base e altura variável, utilizando ou não tampas com cabo superior.

Como exemplo, tem-se frigideiras, chaleiras, panelas de pressão, panelas com dupla alça, cabo longo e assim por diante. Algumas fotos podem ilustrar melhor a diversidade existente:



**Figura 2: A variedade de panelas**

#### **2.4. Definição dos Requisitos do Dispositivo**

O produto a ser desenvolvido deve seguir alguns requisitos de projeto pré-estabelecidos, a fim de se atender as necessidades do usuário. São eles:

- **Anatomia do dispositivo:**

Deve ser de tal forma que haja a garantia de que ocorra a fixação deste na grelha ou no fogão e a fixação da panela (de diversos tamanhos e formatos) no dispositivo. Além do mais, sua forma deve ser projetada de maneira a não permitir que o usuário se machuque (regiões pontiagudas, por exemplo), e de forma a ser de fácil manuseio.

- **Tamanho:**

Também influi diretamente na qualidade do produto. Um dispositivo robusto e relativamente pesado traz maior segurança ao usuário, porém do ponto de vista de praticidade, este pode deixar a desejar. Por isso é importante medir até onde cada característica deve ser levada em consideração.

- **Seleção de material:**

É fundamental para o bom desempenho do dispositivo. Por se tratar de um produto que estará em contato com elevadas temperaturas, é importante que suas propriedades possibilitem o uso deste sob estas condições. Não só isso, mas a escolha do material também deve ser realizada com o intuito de não tornar excessivo o peso do dispositivo.

- **Custo do produto:**

Está diretamente embutido no quesito material. Não apenas o preço deste é importante, mas como também o processo de fabricação e construção do adaptador de painelas de forma a não ser criado um projeto de custos exorbitantes, o que tornaria sua fabricação inviável.

- **Segurança:**

Este é o requisito primordial que o dispositivo deve atender, ou seja, o mecanismo deve impossibilitar o dispositivo de soltar-se da grelha/fogão ou soltar a panela por acidente durante o seu uso.

## **2.5. Especificação técnica da necessidade**

Pensando no desenvolvimento do produto, é necessário traduzir tais requisitos do dispositivo em termos técnicos e mais objetivos. Além do mais, algumas restrições se fazem necessária dada a vasta possibilidade de modelos de fogões, assim como a grande variação de tamanhos e formatos de panela e seus cabos. Serão estas especificações que auxiliarão na escolha da melhor alternativa de solução.

- **Recipientes:**

- **Medidas**

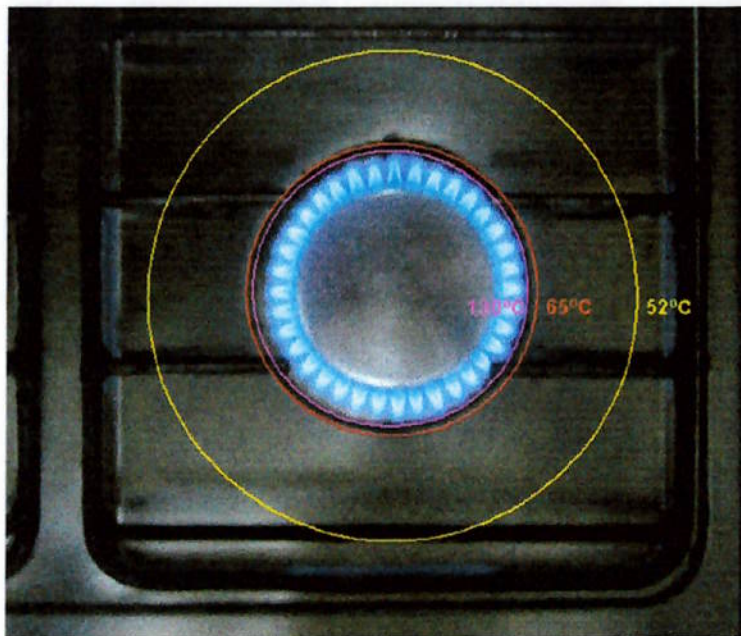
Mecanismo que garante a fixação de recipientes cujo diâmetro varia de 120 a 220 mm, com inclinação lateral em torno de 90°, visto que estes intervalos atendem a uma família grande de painelas existentes no mercado. Além disso, o adaptador será para painelas com um mínimo de profundidade de 60 mm, e que possuam o cabo.

➤ Restrições

Dada a enorme possibilidade existente, o projeto restringirá a atender apenas às panelas com cabos, excluindo-se frigideiras (devido à sua baixa altura ou superfície lateral, o que dificulta a imobilização destas) e panelas com alças (muito curtas, dificultando a fixação).

• Propriedades e capacidades:

➤ Temperatura de chama:



**Figura 3: regiões de temperatura**

Utilizando um termopar, foram medidas algumas temperaturas. A temperatura da grelha que se encontra a 10mm da chama é de aproximadamente 135°C. Para uma distância de 100mm do centro do queimador, a intensidade da temperatura é de 52 °C.

➤ Peso

O dispositivo deverá operar com panelas e seus respectivos conteúdos contendo massa de até 6,5 kg. Tal dado foi obtido através da pesagem de uma panela com água, cujo diâmetro é de aproximadamente 22 cm. Aplicando um fator de segurança de 1,4 obtém-se este valor.

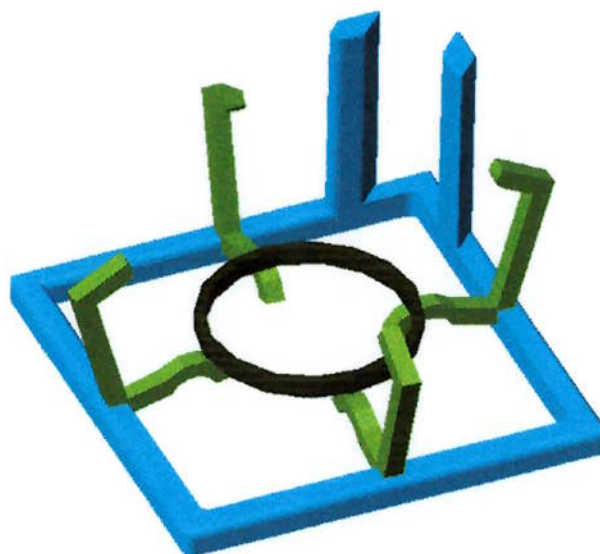
- Aspectos construtivos:
  - **Peso máximo:** 1,5 kg completo.
  - **Material:** utilização de material resistente e que suporte altas temperaturas, conforme necessidade devido à temperatura de chama.
  - **Dimensões máximas:** 25 x 25 cm

### 3. ALTERNATIVAS DE PROJETO

#### 3.1. Primeiras Soluções

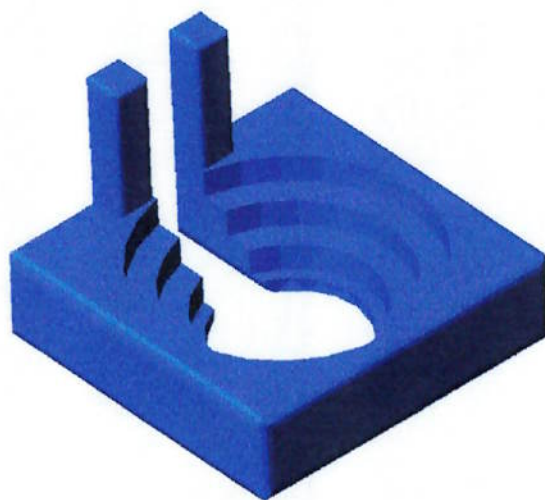
Durante primeira fase do projeto, optando por segurança como prioridade, ficou determinado que o produto deveria ser robusto e pesado. Baseado nisto, várias alternativas foram elaboradas para os quesitos expostos abaixo:

- **Materiais:**
  - Plástico;
  - Aço;
  - Alumínio
  
- **Fixação da panela:**
  - **Garra:** esse mecanismo seria dotado de quatro pequenas garras atreladas a uma base central, e vinculadas à base do dispositivo através de articulações e molas. A posição natural destas garras, diante da ausência panela, seria aberta (mantidas pelas molas). Colocar uma panela sobre a base central implicaria em movimentar as garras de forma a fechar e prender o objeto. A figura a seguir ilustra o esquema deste mecanismo:



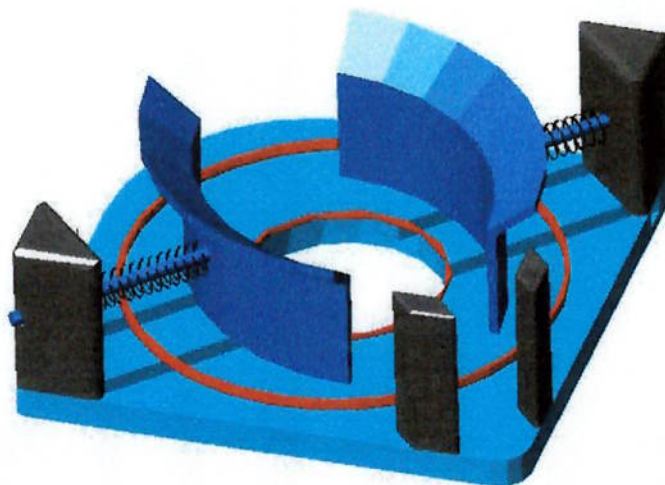
**Figura 4: Alternativa de Projeto: Garra**

➤ **Posicionador com três tamanhos:** três cilindros concêntricos com tamanhos e alturas diferentes seriam posicionados de forma que se aumentaria a altura do menor para o de maior diâmetro. Desta forma, haveria a possibilidade de três encaixes diferentes. Além disso, seria empregada também uma estrutura para travar a posição do cabo da panela, o que evitaria ainda mais a possibilidade de um acidente.



**Figura 5: Alternativa de projeto: Posicionador**

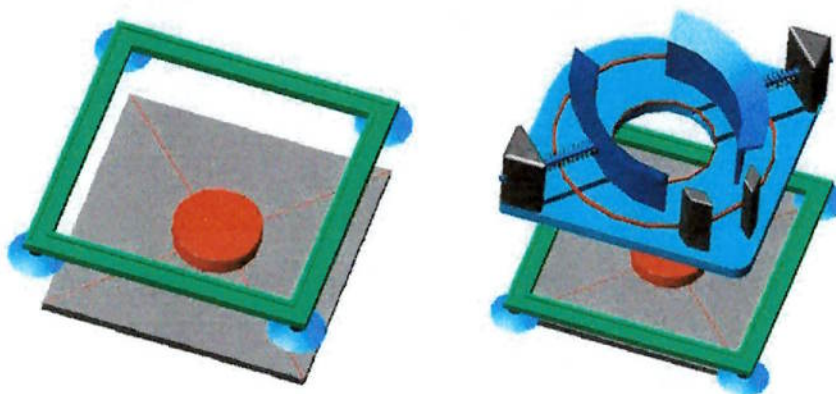
➤ **Fixador com molas:** Duas chapas com formato curvo, perpendiculares a base do dispositivo se fechariam num movimento translacional de direções contrárias de forma a fixar a panela no dispositivo. Essas chapas se movimentariam sobre guias e sob a ação de molas perpendiculares aos seus planos, ocasionando forças contrárias ao movimento da panela.



**Figura 6: Alternativa de projeto: Fixador com molas**

Uma característica em comum entre as opções apresentadas é de que todas possuiriam em uma estrutura que visa restringir o movimento do cabo, servindo também como guia no posicionamento da panela.

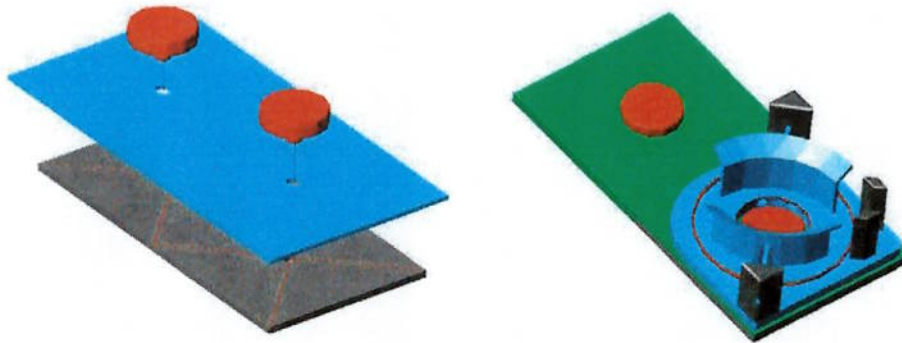
- Fixação do dispositivo:
  - Ventosas: nas extremidades do suporte, seriam colocadas ventosas, fixando assim o dispositivo na base da grelha ou do fogão;



**Figura 7: Alternativa de projeto: Fixação por ventosas**

- Base fixa: uma base a parte seria fixada na superfície do fogão através de parafusos ou rebites, implicando na necessidade de se fazer furos no fogão. Outra parte seria o dispositivo propriamente dito que se encaixaria nesta base. Assim, ainda haveria uma determinada mobilidade já que o adaptador poderia ser posicionado e retirado a qualquer momento do fogão. Dispensa-se o uso da grelha.

➤ **Base Sobreposta à mesa:** a base do adaptador seria colocada sobre a superfície do fogão, em substituição à grelha e seria fixada da mesma forma que esta (encaixe sem furos).



**Figura 8: Alternativa de projeto: Base sobreposta à mesa**

As diversas combinações dessas alternativas possibilitam a formação de soluções para este projeto.

Na seqüência as alternativas de solução encontram-se em forma de tabela:

**Tabela 1: Alternativas de Solução**

Alternativas	Fixação na grelha			Materiais do dispositivo			Fixação da panela		
	Ventosas	Pequenas Garras	Prendedores com mola	Plásticos resistentes a altas temperaturas	Aço	Plástico/Aço	Material Magnético	Garra	Garra centralizadora com parafuso sem fim
Solução A	Ventosas			Plásticos resistentes a altas temperaturas			Garra		
Solução B	Ventosas			Plástico/Aço			Material Magnético		
Solução C	Pequenas Garras			Plásticos resistentes a altas temperaturas			Garra		
Solução D	Pequenas Garras			Plástico/Aço			Garra centralizadora com parafuso sem fim		
Solução E	Prendedores com mola			Aço			Garra		
Solução F	Prendedores com mola			Plástico/Aço			Garra centralizadora com parafuso sem fim		

### 3.2. Otimização das Soluções – Segunda Espiral do Projeto

Como verificado, durante primeira fase do projeto ficou pré-fixado que o dispositivo deveria ser robusto e pesado, visando maior segurança ao usuário final. Porém, pôde-se perceber que as alternativas propostas deixam a desejar se analisados sob o ponto de vista de praticidade. A robustez não é necessariamente a única forma de garantir estabilidade. Um dispositivo pode ser prático, leve e garantir a segurança necessária se estiver bem fixada.

Assim, em uma segunda volta na espiral do projeto outras alternativas de solução foram elaboradas. Desta vez, procurando resultados mais simplificados e fáceis de manusear.

O início da reformulação das idéias teve como base o dispositivo apresentado abaixo, que foi desenvolvido para auxiliar deficientes físicos no cozimento de alimentos.

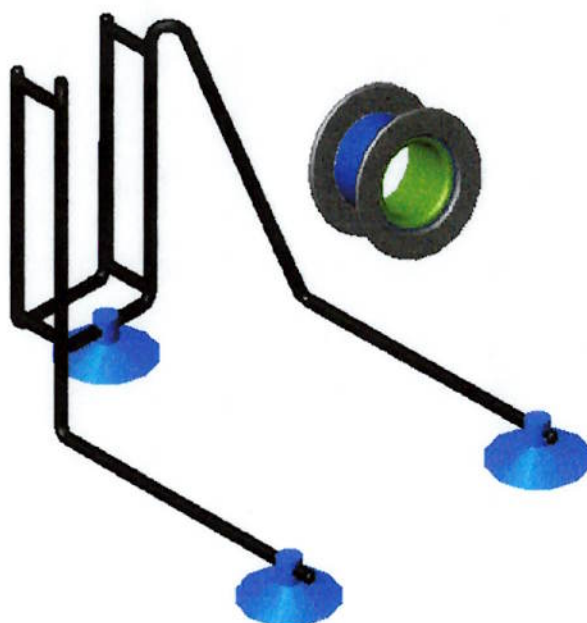


Figura 9: Foto do dispositivo

Como se pode perceber, este dispositivo apenas impede a panela de rotacionar através da limitação do movimento do cabo. No entanto, ela fica livre para deslizar tanto para frente como para trás, apresentando ainda certo risco ao usuário. Assim, o objetivo seria a melhoria e aperfeiçoamento do objeto já existente, de forma a proporcionar melhor fixação e uma segurança ainda maior.

A primeira solução desenvolvida utilizaria quase que identicamente a mesma estrutura apresentada acima. A diferença se encontraria no formato em U do dispositivo, região em que havia uma duplicata deste perfil junto a esta região. A idéia consiste no impedimento do movimento de rotação e de translação da panela, através da combinação da região do “U” com o emprego do uso de um anel (fixado ao cabo da panela e encaixado nesta estrutura), com duas abas e um corpo revestido por material flexível e aderente (região verde).

A fixação deste dispositivo no fogão se daria por meio de ventosas.



**Figura 10: Esquema da solução: armadura + anel**

Em seguida, idealizou-se um modelo derivado desta solução. O funcionamento ocorre da mesma forma, porém neste dispositivo há a possibilidade de se posicionar as ventosas em um maior número de combinações. Além disso, os pontos verdes na estrutura simbolizam a presença de articulações que permitem variar o seu formato. Esta maior flexibilidade na fixação do dispositivo visa aumentar a possibilidade de adaptação para as diferentes bases de fogões que existem

hoje no mercado. Novamente seriam utilizadas as ventosas e o anel. O esquema desta solução é apresentado a seguir:



**Figura 11: Esquema da Estrutura Oval Flexível**

Na busca por uma maior simplificação, desenvolveu-se o dispositivo abaixo. Ainda com a existência do “U” para encaixe do cabo, a estrutura é fixada ao fogão através de duas ventosas e de duas presilhas metálicas. Estas presilhas seriam encaixadas de forma a se utilizar a grelha, em específico a seção da região lateral, como mostra o esquema da foto.



**Figura 12: Esquema da região utilizada**

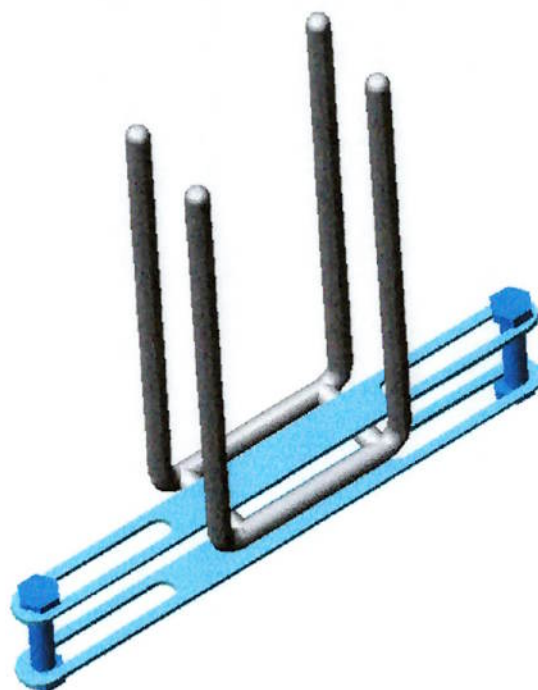


**Figura 13: Esquema da Estrutura com Fixação por Presilhas**

Finalmente, para uma fixação mais robusta, o resultado obtido foi a solução apresentada a seguir. Neste caso, duas chapas (sendo uma delas fixada à estrutura em “U”) e dois parafusos são utilizados com a finalidade de comprimir as hastes da grelha de forma a fixar o dispositivo nesta. Os furos bilongos estão presentes para as possíveis variações nos formatos das grelhas.



**Figura 14: Hastes da Grelhas a Serem Utilizadas**



**Figura 15: Esquema do dispositivo com fixação por parafusos**

A utilização de uma grelha embutida no dispositivo (para a primeira e segunda solução) foi descartada devido à possibilidade de transmissão de calor via estrutura para as ventosas, já que com a presença da grelha ocorre o contato entre o dispositivo e a panela quente (devido ao contato direto com o fogo), podendo causar efeitos indesejáveis às ventosas.

As soluções apresentadas possuem funcionamentos bastante semelhantes, sendo fundamentadas na Estrutura em “U”, diferenciando-se basicamente na forma

de fixação no fogão. Uma premissa importante é que todas necessitam do uso do anel flexível para evitar a translação do cabo (e conseqüentemente da panela) sobre o fogão.

#### 4. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS

Apesar de ter se obtido resultados mais simples através dessas novas soluções, é importante ressaltar as características destas analisando seus pontos fortes e fracos.

Verificando a primeira solução, percebe-se que é uma alternativa prática uma vez que é um dispositivo já existente, necessitando de poucas modificações, para atender à solução proposta. Porém, após a realização de testes em diferentes fogões, concluiu-se que este dispositivo atenderia a pequenas quantidades de modelos de fogão, devido à sua inflexibilidade no formato (interferências com a grelha e ventosas posicionadas em locais indesejados).

Já o dispositivo com a estrutura oval, é dotado de maiores variações e possibilidades de fixação no fogão. O formato da estrutura e as articulações permitem que se alcancem regiões melhores para fixação, além de não sofrerem de grandes complicações em relação ao formato da grelha. Apesar dessas vantagens, sempre existe a possibilidade de ocorrer algum problema devido à presença das ventosas.

Para a terceira solução, tem-se a fixação por meio de ventosas e presilhas. É um dispositivo relativamente simples e compacto, mas também rígido e de fixação não robusta. O seu formato não implica em maiores variações, pois nem todas as grelhas possibilitam a utilização da sua região lateral da forma necessária.

A última alternativa de solução é a que apresenta maior robustez. A presença das chapas comprimidas pelos parafusos garante uma fixação melhor do que se comparado às ventosas. Há certa flexibilidade nesse dispositivo devido aos furos bilongos presentes nas pequenas chapas. A desvantagem dessa estrutura de fixação é a dependência na intensidade de fixação que a grelha está sujeita no fogão.

Já que as novas propostas possuem simples processos de fabricação, e, a fim de se realizar uma boa escolha da alternativa a ser desenvolvida, serão feitos protótipos das soluções com estrutura oval e fixação por parafusos. Sendo assim, será possível avaliar a confiabilidade do uso de ventosas, além de se possibilitar a

verificação dos limites das configurações dos fogões aos quais o dispositivo é compatível.

É importante ressaltar que, para a viabilização do projeto é fundamental que dois quesitos sejam atendidos. O primeiro é o custo, já que tal dispositivo não pode ter valor muito elevado, pois isso dificultaria/impossibilitaria a venda. De acordo com pesquisa feita em conversa com deficientes visuais, este valor máximo não poderia exceder R\$75,00.

O outro fator importante é com relação à segurança. Se de alguma forma o dispositivo apresentar algum risco ao usuário, sua função fica comprometida. Desta maneira, através de medição feita, verificou-se que a temperatura do cabo de panela, dependendo do material, pode chegar até 50°C.

## 5. DIMENSÕES

As dimensões dos dois dispositivos foram escolhidas baseadas em pesquisa feita aos tipos de fogões existentes no mercado.

O principal objetivo desta análise foi o de tornar o dispositivo compatível ao maior número possível de fogões, podendo assim, atingir uma quantidade maior de potenciais consumidores e diminuir a probabilidade de rejeição.

No caso da solução que utiliza a fixação por parafusos (chamado a partir daqui de dispositivo 1) tem como fator limitante sua necessidade de uma grelha que tenha as barras de suporte de panela próximas umas das outras. Quanto menos tiverem, maior é a dificuldade de fixação do dispositivo.

Já no caso da solução com estrutura oval (dispositivo 2), a restrição maior é que a mesa do fogão seja plana, não havendo depressões ou curvas na região próxima ao queimador. Esta necessidade se deve ao fato da ventosa não aderir a superfícies irregulares, o que impossibilita a fixação do dispositivo. Além do mais, o espaço limitado ao redor do queimador também pode dificultar a imobilização do dispositivo caso as medidas deste não sejam bem analisadas.

Foram estudados mais de dez tipos de fogões existentes no mercado, onde as principais medidas foram tomadas e anotadas.

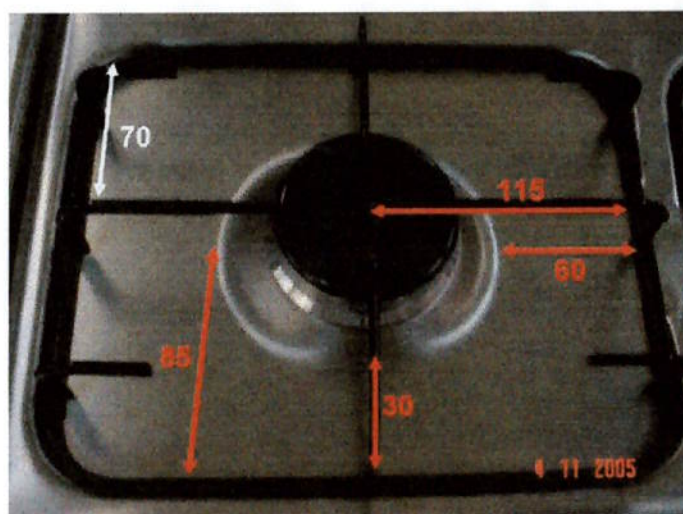


Figura 16: Dimensões grelha 1

Modelos:

Fogão Brastemp XY560A BEM 110V – R\$ 2859,00

Fogão Brastemp XY360A RRNA – R\$ 1879,00

Fogão Brastemp 4B BCO 110V BF460A – R\$ 1979,00

Fogão Brastemp 4B XF360 RRNA 110V – R\$ 1679,00

Fogão Brastemp 4B XFA560 110V – R\$ 2469,00



Figura 17: Dimensões grelha 2

Modelos:

Fogão GE Deluxe – R\$ 1349,00

Fogão \$B GE Deluxe – R\$ 969,00



Figura 18: Dimensões grelha 3

**Modelos:**

Fogão Continental Capri Embutir – R\$ 879,00

Fogão 6 Bocas Continental – R\$ 1209,00

Fogão Continental 4B/6B Quantum – R\$ 635,00 / R\$ 929,00

Fogão 4B BCO Stratus – R\$ 899,00

Fogão Continental 4B / 6B Grand Prix I FS / II FS – R\$ 799,00 / R\$ 1090,00

Fogão 4B BCO Bosch Style – R\$ 635,00

Fogão 6B Continental Reno – R\$ 905,00



**Figura 19: Dimensões grelha 4**

**Modelos:**

Fogão 4 Bocas Diplomata (DAKO) - R\$ 809,00

Fogão 6 Bocas Diplomata (DAKO) – R\$ 1029,00

Fogão 4B BCO Dako Magister – R\$ 675,00

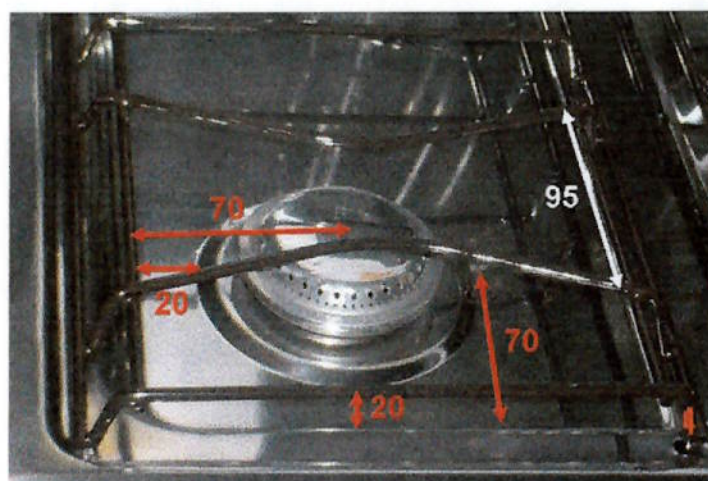
Fogão 6B Dako Magister – R\$ 955,00



**Figura 20: Dimensões grelha 5**

Modelo:

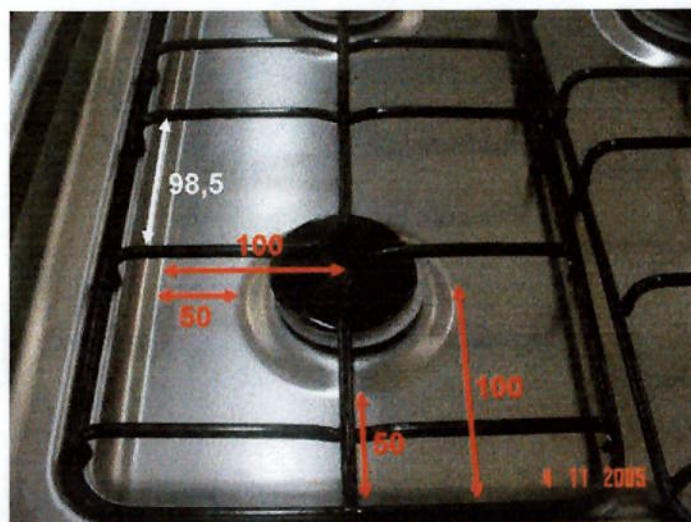
Fogão Cônsul 4 Bocas – R\$ 539,00



**Figura 21: Dimensões grelha 6**

Modelo:

Fogão 4 Bocas DAKO BCO Luna – R\$ 319,00



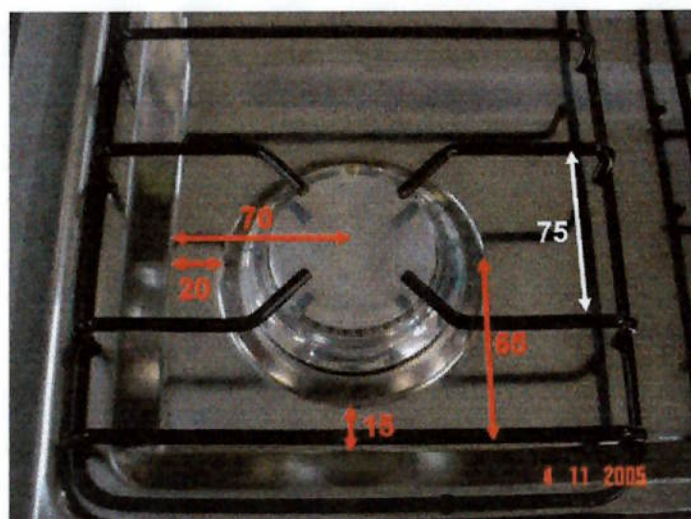
**Figura 22: Dimensões grelha 7**

**Modelos:**

Fogão Electrolux 4B 56ST BIV – R\$ 859,00

Fogão 4B Electrolux 56 HLX 110V – R\$ 1809,00

Fogão 4B Electrolux 56 SE – R\$ 789,00

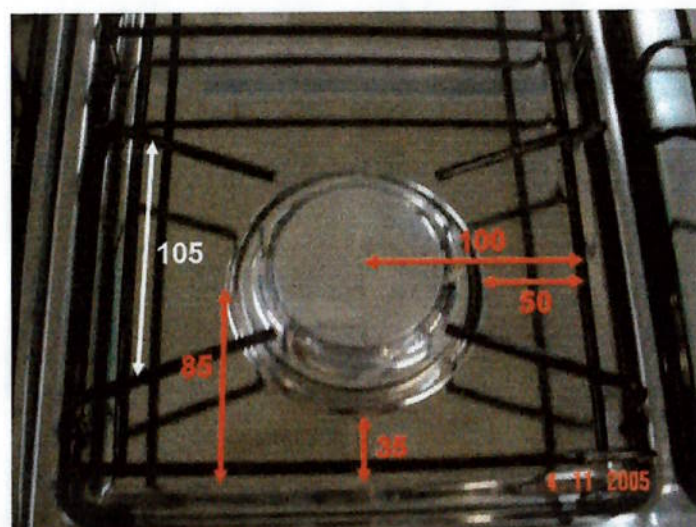


**Figura 23: Dimensões grelha 8**

**Modelos:**

Fogão 4B BCO Brastemp BFD50A BIV – R\$ 655,00

Fogão Cônsul 6B BCO CFJ76D – R\$ 799,00



**Figura 24: Dimensões grelha 9**

**Modelos:**

Fogão 4B Dako Accord Piso – R\$ 479,00

Fogão 6B Dako Accord Piso – R\$ 649,00



**Figura 25: Dimensões grelha 10**

**Modelo:**

Fogão 6B Continetal Caprice – R\$ 1069,00



**Figura 26: Dimensões grelha 11**

**Modelo:**

**Fogão 4B BCO Brastemp BFW50G BIV – R\$ 649,00**

Fazendo uma análise geral, existe a dificuldade de se centralizar o dispositivo 1 na linha do queimador devido à posição das barras das grelhas. Por esta razão as chapas desta solução devem ter o maior comprimento possível, permitindo assim abranger o maior número de fogões do mercado.

Outra observação é a existência de mesa de fogão não plana, o que dificulta a fixação do dispositivo 2.

A seguir encontra-se uma tabela resumida das informações importantes levadas em consideração para a escolha das dimensões das duas soluções.

**Tabela 2: Dados das grelhas**

Grelha	diâmetro queimador + região curva (mm)	Comprimento frontal máximo possível (mm)	Distância entre barras da grelha (mm)	Mesa plana?
1	110	230	70	Sim
2	120	200	107	Sim
3	110	180	108	Sim
4	110	200	68	Sim
5	120	150	90	Sim
6	100	140	95	Sim
7	100	200	98,5	Sim
8	100	140	75	Sim
9	100	200	105	Sim

10	120	190	75 e 96,5	Sim
11	-	Irregular	79 e 111	Não

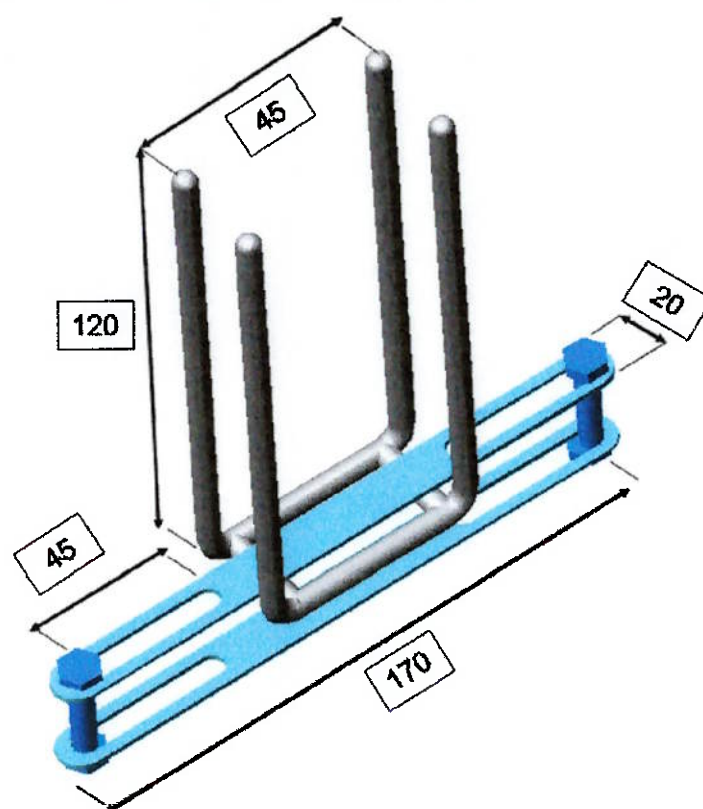
A saber:

- Diâmetro do queimador + região curva: a região curva representa a pequena depressão que existe logo à periferia do queimador (área inviabilizada de se ter qualquer tipo de fixação);

- Comprimento frontal máximo possível: dimensão da área frontal do fogão (fator limitante para o tamanho do dispositivo);

- Distância entre as barras da grelha: medição da maior (grande parte não possui as barras paralelas) distância entre as barras.

Assim, feito o estudo das dimensões das grelhas, o resultado foi:



**Figura 27: Dimensões dispositivo 1**

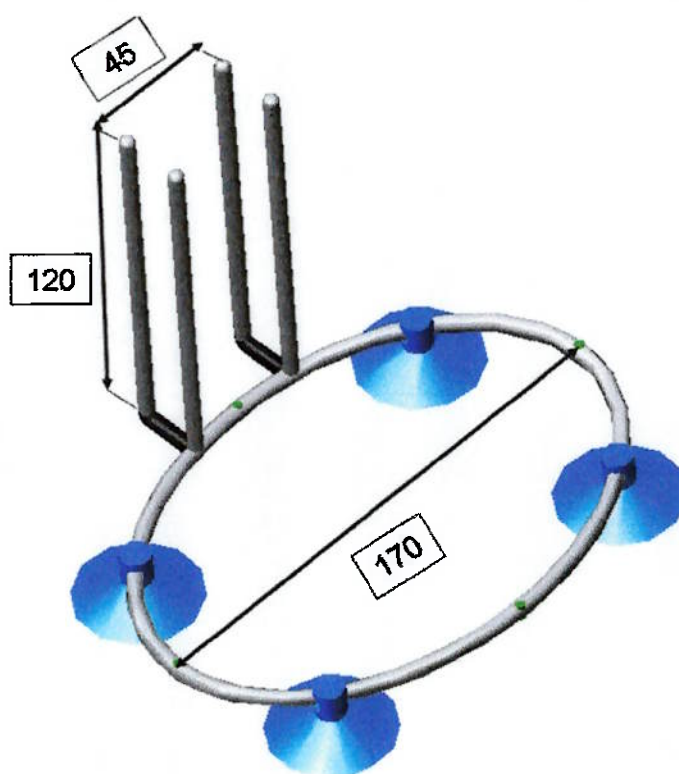


Figura 28: Dimensões dispositivo 2

É importante salientar que tais dimensões foram determinadas procurando atender ao maior número de grelhas possíveis e levando em consideração de que a estrutura em “U” fica voltada para a lateral externa do fogão.

Fazendo uma análise, o dispositivo 1 em alguns casos é aplicável mas de maneira a não deixar o dispositivo centralizado. Já o dispositivo 2 não é aplicável de forma a deixar o cabo na lateral em algumas situações, pois a área disponível para fixação é bastante restrita, mesmo com a existência de articulações para mudança de formato.

O resultado obtido pode ser resumido na tabela a seguir:

Tabela 3: Análise de Resultado

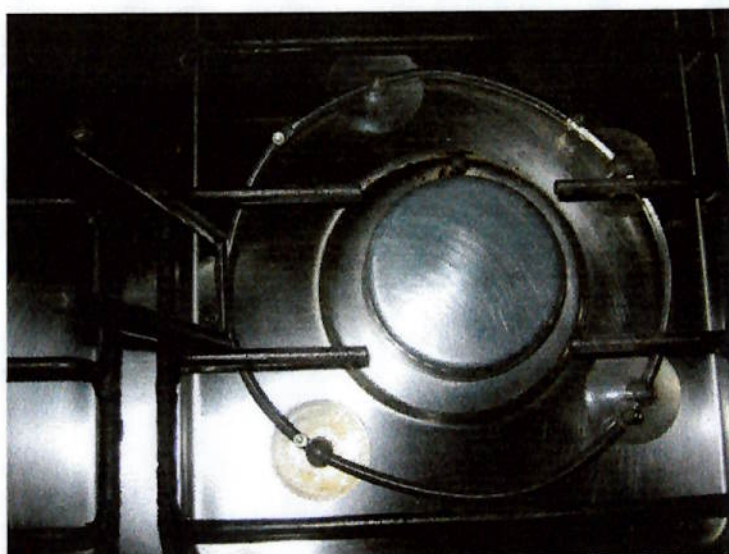
Grelha	Dados das grelhas				Aplicação possível?			
	diâmetro queimador + região curva (mm)	Comprimento frontal máximo possível (mm)	Distância entre barras da grelha (mm)	Mesa plana?	Dispositivo 1		Dispositivo 2	
						OBS:		OBS:
1	110	230	70	Sim	Sim		Sim	
2	120	200	107	Sim	Sim		Sim	
3	110	180	108	Sim	Sim	Não centralizado	Sim	

4	110	200	68	Sim	Sim		Sim	
5	120	150	90	Sim	Sim		Sim	cabo na direção frontal do fogão
6	100	140	95	Sim	Sim		Sim	cabo na direção frontal do fogão
7	100	200	98,5	Sim	Sim	Não centralizado	Sim	
8	100	140	75	Sim	Sim		Sim	cabo na direção frontal do fogão
9	100	200	105	Sim	Sim		Sim	
10	120	190	75 e 96,5	Sim	Sim	Não centralizado	Sim	
11	-	Irregular	79 e 111	Não	Sim	Cabo na diagonal	Não	

A foto dos dispositivos construídos podem ser vistas a seguir:



**Figura 29: Protótipo do dispositivo 1**



**Figura 30: Protótipo do dispositivo 2**



**Figura 31: Protótipo do dispositivo 2 com panela**

## **6. MATERIAIS**

### **6.1. Dispositivo**

#### **6.1.1. Alumínio**

As ligas de alumínio são bastante utilizadas em diversas aplicações industriais devido à sua elevada resistência e solidez. O cobre, o magnésio e o silício são alguns dos elementos que formam liga com alumínio. Estas combinações são as chamadas liga leve. Além disso, uma característica muito importante do alumínio se diz respeito à sua leveza.

Em anexo, encontram-se algumas propriedades de ligas de extrusão.

#### **6.1.2. Aço**

Aço é uma liga de vários elementos químicos, sendo os principais o ferro e o carbono. A ferrugem (reação do metal com o oxigênio do ar) é muito comum de ocorrer nos aços comuns.

Já o aço inox (material que contém pelo menos 11% de cromo) possui uma composição química que fornece melhor resistência à corrosão. Esta resistência se deve à formação de uma camada passiva sobre sua superfície (combinação do oxigênio do ar com o cromo – possuem muita afinidade) que protege contra a corrosão do meio. Assim, a camada passiva é muito estável e, por não ser porosa, bloqueia a ação do meio agressivo.

#### **6.1.3. Aço para Chapa**

Segundo Chiaverini (1982), as chapas normalmente são representadas pela ductilidade e pela grande facilidade de conformação. Normalmente não apresentam elevados valores para as propriedades mecânicas, pois as cargas usualmente suportadas são baixas (usualmente o peso próprio).

Devido às condições de trabalho, as chapas precisariam ser resistentes à corrosão atmosférica, porém, não é o que ocorre para os aços utilizados na fabricação destes produtos. Por este motivo, é necessária a aplicação de uma camada protetora para aumentar o tempo de uso. Esta camada pode variar de acordo com o custo e a aparência desejada.

Das características que a maioria dos aços deve possuir, aquelas que são necessárias à aplicação deste projeto são:

- elevada trabalhabilidade (maior facilidade de conformação);
- boa soldabilidade (facilita montagem em estruturas);
- aspecto superficial bom (obtido por acabamentos ou revestimentos superficiais).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, há diferença no nome dado aos produtos laminados, de acordo com sua largura e espessura. Para laminado com espessura compreendida entre 0,30 mm e 6,00 mm (incluindo tais extremidades) e largura inferior a 300mm dá-se o nome de tira. Desta forma, de acordo com as dimensões do projeto, este é o caso apresentado.

#### **6.1.4. Ventosas**

As ventosas são usualmente feitas do polímero PVC (Cloro de Polivinila), apresentando boa adesão a superfícies lisas e mesmo estando sujeita a temperaturas relativamente altas este material não propaga chamas (auto-extinguível). A temperatura de fusão do PVC é de 273 °C, e a maior temperatura encontrada na chapa do fogão foi de 62 °C, portanto, possivelmente o material não sofrerá nenhuma modificação significativa em suas propriedades.

Um outro possível material para uso de ventosa é o policloropreno, um elastômero sintético popularmente conhecido como neoprene. Algumas de suas propriedades são boa resistência a óleo, calor, chama até 120°C, oxigênio e luz solar, alta resistência à tração, assim como alta resiliência.

A composição de cargas particuladas, como negro de fumo, aumenta o módulo de elasticidade.

### **6.1.5. Anel**

Para a fabricação do anel seria interessante o uso de plástico para o corpo externo, e é importante que o revestimento interno seja feito de material que se molde a diferentes formatos e tamanhos de cabo, sendo portanto bastante flexível. Com relação à temperatura, essa região não deve sofrer riscos, já que não há a presença de elevadas temperaturas no cabo.

Através de pesquisa feita com fornecedores, verificou-se que as espumas são materiais bastante flexíveis e leves. São usadas principalmente para vedação, isolamento, amortecimento, flutuação, estofamento, embalagens especiais entre outras. São encontradas em diversas formas e dimensões, podendo ter superfície adesiva ou não.

O EVA (copolímero etileno/acetato de vinila) expandido é um tipo de espuma impermeável. As principais características do EVA são alta elasticidade, flexibilidade, resistência mecânica e soldabilidade. Sua densidade média é de  $30 \text{ kg/m}^3$ . Ele possui excelente resistência ao tempo e a agentes químicos e sua temperatura de uso vai de  $-70^\circ\text{C}$  até  $+60^\circ\text{C}$ , atendendo, portanto a necessidade do projeto (visto que a região onde fica exposto não atinge tais temperaturas).

O EPDM expandido também é uma outra alternativa de solução. Esta borracha também é impermeável e possui uma densidade de  $120 \text{ kg/m}^3$ . Tal material é resistente ao tempo e trabalha entre uma temperatura de  $-40^\circ\text{C}$  e  $+80^\circ\text{C}$ .

### **6.1.6. Mangueira de Silicone**

Os silicones são polímeros inertes, resistentes à decomposição pelo calor, água ou agentes oxidantes. São resistentes ao calor e à intempérie, sendo encontrados na forma fluída, resina ou de elastômeros (borrachas sintéticas).

O silicone suporta temperaturas entre  $-65^\circ\text{C}$  e  $400^\circ\text{C}$ , podendo ser utilizado em inúmeros segmentos industriais sem perder suas características de permeabilidade, elasticidade e brilho.

Por ser um material inerte, atóxico, resistente e não alterar o sabor de alimentos, o silicone foi utilizado para o isolamento térmico do suporte em U, local este de possível contato acidental pelo usuário do dispositivo.

## **6.2. Embalagem**

A embalagem é um fator importante que influencia diretamente no custo do produto. Ela pode conter diversas funções, tais como:

- conter o produto;
- preservar o produto para o consumo;
- proteger o produto;
- atrair a atenção do consumidor;
- comunicar os benefícios do produto;
- promover a venda;
- facilitar o transporte e armazenagem;
- proporcionar segurança quando é manuseada pelo consumidor.

Vale lembrar que, além da embalagem para envolver o dispositivo, se faz necessário uma outra de transporte, necessária para estocagem, identificação e transferência do mesmo.

### **6.2.1. A importância do dimensionamento da embalagem na redução de custos**

Dado o contexto de um mercado altamente competitivo, é fundamental a redução de custos sempre que possível. Por este motivo é importante a realização de um bom dimensionamento de uma embalagem, evitando assim o desperdício.

A falta de uma análise dimensional pode levar ao super dimensionamento da embalagem, acarretando em menor aproveitamento dos espaços nos paletes e consequentemente maior custo de armazenagem e transporte do produto.

Portanto, agindo de forma a ter um melhor aproveitamento da embalagem (sem sobras, com melhor aproveitamento dos paletes), contribui-se também para um

menor custo a longo prazo. Para isto existem empresas que auxiliam no desenvolvimento da melhor embalagem para o cliente.

### **6.2.2. Embalagem Blister**

A embalagem blister é uma solução que atende a necessidade de proteger o produto. A maneira de obtenção desta embalagem é através da termoformagem. Seu processo consiste no aquecimento de uma chapa/bobina plástica e conformação através do uso de um molde com posterior resfriamento. Após isto, as peças termoformadas necessitam ser cortadas e separadas do restante da chapa ou bobina. Este corte pode ser efetuado na própria máquina ou em processo posterior.

Praticamente todos os materiais termoplásticos são possíveis de serem usados para a termoformagem de peças, sendo que os mais utilizados são PVC (Cloro de Polivinila), PET (Polietileno tereftalato) e OS (Poliestireno).

### **6.2.3. Embalagem de Papel**

Dado o formato do dispositivo, a embalagem de papel mostra-se como uma alternativa para proteger o produto.

Existem diversos tipos de papéis que podem ser utilizados para a formação de embalagens:

- papel Reciclado;
- papel Semi Kraft;
- papel Kraft;
- papel Branco.

O papel reciclado provém da mistura do papelão jornal, revistas, entre outros, sendo processado com a mistura de produtos químicos. Normalmente este tipo de material é utilizado para embalagem de transporte.

O papel Kraft é formada por 80% de fibra de celulose (proveniente do eucalipto), sendo portanto, mais caro que o papel reciclado. Além disso, este material é menos poroso.

O papel branco apenas se diferencia pela inserção de tinta, descolorindo o tom pardo característico dos demais.

Para fornecer maior proteção ao produto durante sua movimentação e armazenagem, o papelão a ser escolhido pode ser com uma ou duas ondas (capa com ondulação interna).

As caixas de papelão são processadas através das impressoras, máquinas de corte e vinco planas e rotativas, coladeiras e grampeadeiras (estes dois últimos para fechamento das embalagens) de caixas e acessórios de papelão.

#### **6.2.4. Dicas de Conservação**

O empilhamento cruzado deve ser evitado, pois ele reduz em até 45% a resistência à compressão da embalagem. Em outras palavras, é preciso quase que dobrar a especificação desta para se conseguir o mesmo desempenho que um empilhamento colunar, onde uma embalagem acomoda seus cantos sobre a outra.

Da mesma maneira, o correto posicionamento sobre o palete também otimiza o empilhamento. Por exemplo, o empilhamento colunar com três camadas verticalmente alinhadas pode gerar perda de 32% de sua resistência à compressão se estiver com sobressaída no palete.

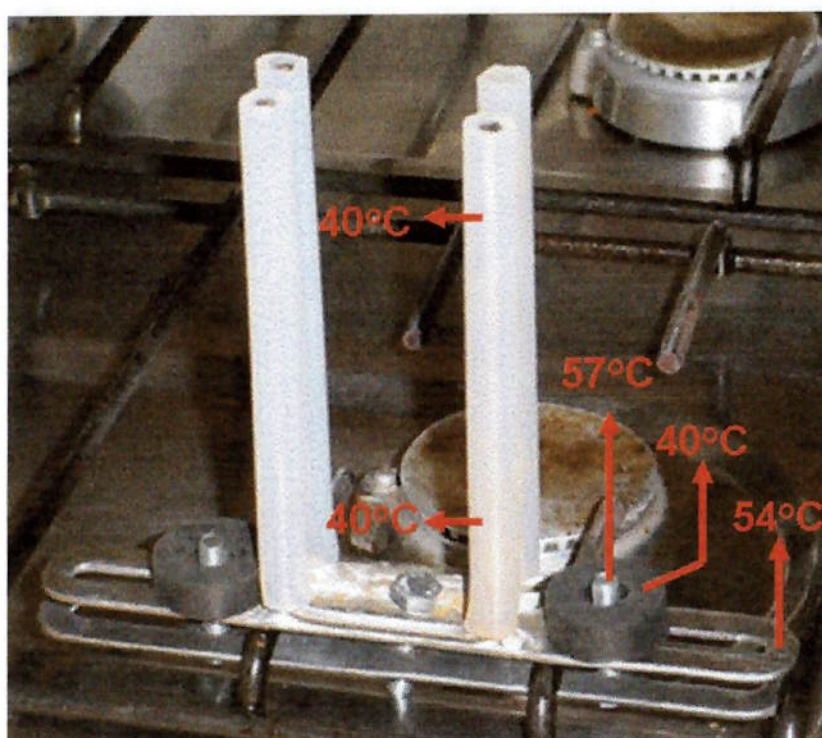
## 7. TESTES

Para verificar o bom funcionamento dos dispositivos, foram realizados alguns testes, envolvendo principalmente a questão das temperaturas relacionadas no uso do dispositivo e a durabilidade dos materiais utilizados.

### 7.1. Temperatura no dispositivo

Considerando que o tempo de cozimento de um alimento varia entre quinze e trinta minutos, foi aquecido água numa panela durante o tempo determinado.

As temperaturas encontradas foram:



**Figura 32: Regiões de temperatura**

Ao observar a figura acima, pôde-se concluir que as temperaturas das regiões onde o usuário terá maior contato (suporte em “U”) estão dentro da faixa aceitável, de forma a não ocasionar possíveis queimaduras.

O material utilizado também se comportou de forma satisfatória, não apresentando nenhuma variação de suas propriedades.

## 7.2. Ventosas

Além da verificação de temperaturas atingidas, foram feitos alguns testes específicos para as ventosas. Estas foram posicionadas da seguinte forma:

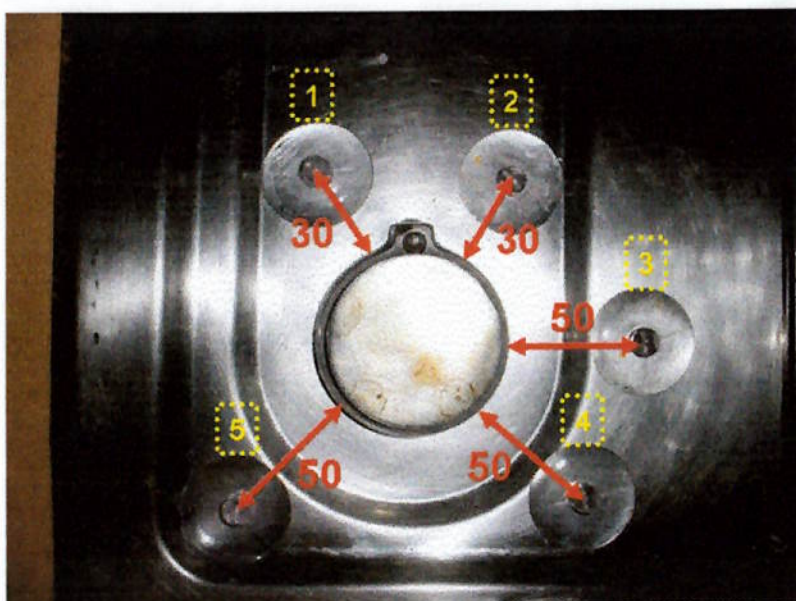


Figura 33: Teste com ventosas

Durante duas semanas, o fogão foi utilizado normalmente, com as ventosas fixadas em sua mesa. O resultado obtido pôde ser verificado pelas fotos:

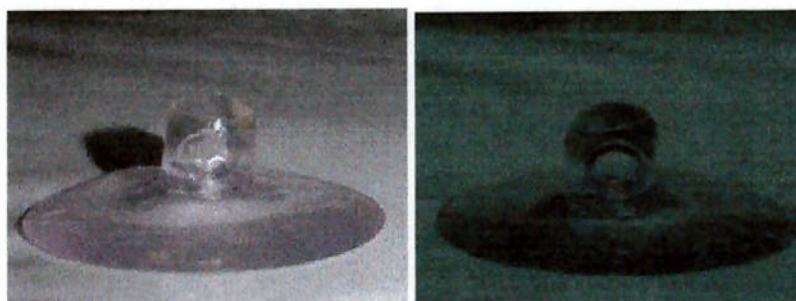


Figura 34: Ventosas 1 e 3 após teste

Portanto, pôde-se perceber que as cinco ventosas sofreram algum tipo de deformação.

Outro teste realizado foi a aplicação de uma carga contínua às ventosas, de forma a analisar a massa suportada por elas. Esta verificação foi feita através de um experimento envolvendo uma chapa de acrílico e alguns pesinhos (cada um com 100g): as ventosas foram posicionadas de forma invertida e nelas foram aplicadas as massas até que ocorresse a extração destas. O valor ficou por volta de 1,5 kg.

## 8. CUSTO

Inicialmente, é preciso o cálculo da quantidade de cada material necessária para a fabricação de um dispositivo.

Para o dispositivo 1, tem-se:

**Tabela 4: Material dispositivo 1**

<b>Material necessário por unidade produzida</b>	
Barra c/ 290 (mm)	2
Chapas 20 x 170 (mm)	2
Parafuso sextavado aço M6 com 25mm comprimento (un.)	3
Porca de ferro M6 (un.)	3
Magueira de Silicone c/ 12cm	4
Arruela de Borracha (un.)	2
Embalagem	1
Mão de Obra (h)*	180

Já para o dispositivo 2:

**Tabela 5: Material dispositivo 2**

<b>Material necessário por unidade produzida</b>	
Barras com 290 mm	1
Barras com 154 mm	4
Parafuso M2,5 c/10mm comprimento (un.)	4
porca de ferro M2,5 (un.)	8
Magueira de Silicone c/ 12cm	2
Ventosas de Neoprene (diâmetro: 40 mm)	4
Embalagem	1
Mão de Obra (h)	220

### 8.1. Mão-de-Obra

Para a fabricação do dispositivo, é necessária a contratação de um ferramenteiro que mexa com solda, fresa, esmeril, prensa, entre outras. Segundo pesquisa feita, no mercado de trabalho a faixa salarial de um técnico habilitado varia de R\$8,00 a R\$10,00/h (pessoa mais nova). Já um ferramenteiro mais especializado,

com mais anos de experiência recebe em torno de R\$14,00 a R\$16,00/h. Este dado foi levantado para um profissional que trabalha em fábrica de produtos de linha branca. Já para ferramenteiro que trabalha em automobilística, seu custo é em torno de R\$22,00/h.

Para o caso da fabricação do dispositivo, a primeira opção (ferramenteiro que trabalha em linha branca) atende aos requisitos necessários, visto que as atividades realizadas não são de grande magnitude e complexidade.

## 8.2. Material de Construção

### 8.2.1. Alumínio e aço inox

Conforme especificação do projeto, o diâmetro da barra para a fabricação de peça em U deve ser de 5 mm.

Pelo catálogo da Coppermetal, verificou-se que os tamanhos fornecidos são de 3/16" (4,76 mm), 7/32" (5,55 mm) e 1/4" (6,35 mm), sendo necessário a escolha de um destes diâmetros.

A cotação de barras e chapas foi feita para os materiais de alumínio e aço inox e se encontra logo a seguir:

**Tabela 6: Orçamento Coppermetal**

Empresa	Coppermetal	
Item	Descrição	Preço/IPI
1	Chapa de aço inoxidável (USG 16) e=1,59mm / p.por m2 = 12,340 (2000 x 1240 mm) Liga 304	R\$767,00/pç + 5%
2	Chapa de aço inoxidável (USG 16) e=1,59mm / p.por m2 = 12,340 (3000 x 1500 mm) Liga 304	R\$1380,00/pç + 5%
3	Barra de aço inox (1/4" - Circular) x 6metros Liga 304	R\$49,95/br + 5%
4	Chapa de alumínio (2000 x 1000 mm) e=1,5 mm	R\$165,00/pç + 5%
5	Chapa de alumínio (2000 x 1000 mm) e=2,0 mm	R\$220,00/pç + 5%
6	Chapa de alumínio (2000 x 1250 mm) e=1,5 mm	R\$206,00/pç + 5%
7	Chapa de alumínio (2000 x 1250 mm) e=2,0 mm	R\$275,00/pç + 5%
8	Vergalhões de alumínio (3/16" - Circular)	R\$7,00/br + 5%
9	Vergalhões de alumínio (1/4" - Circular)	R\$12,00/br + 5%
10	Chapa inox 310 (2000 x 1200 mm) e = 1,5 mm	R\$1890,00,00/pç + 5%

Através de contato com a Incometal, foi também possível a realização de orçamento de barras de alumínio. Consultando o catálogo da empresa, verificou-se que a menor dimensão fornecida é de 1/4" (6,35 mm) e que seu peso é de 0,086 kg/m. Este material é fornecido na liga 6351 – T6 (Norma ASTM).

Segundo contato feito, as informações adquiridas foram:

- material vendido a peças de 6 m cada;
- R\$16,00/kg + 5% IPI → R\$16,80/kg

### 8.2.2. Ventosa

Através do contato com a empresa Vibra – Stop, para o caso deste projeto, se faz necessário o uso de neoprene como material para suportar a temperatura na região. Segundo contato feito, este material suporta até 160°C sem sofrer alteração de suas propriedades mecânicas. Assim, não há risco do material vulcanizar estando próximo ao queimador (uma vez que as temperaturas medidas ao redor não atingem tal temperatura – figura 3).

Para uma quantidade acima de 300 unidades, a ventosa com 40mm de diâmetro sai por R\$2,73.

A recomendação passada é que a cada dois anos sejam trocadas as ventosas, pois com o passar do tempo ela vai enrijecendo e perdendo suas características.

### 8.2.3. Parafusos

Os parafusos são vendidos por cento. Através de contato com loja, verificaram-se os seguintes preços:

Tabela 7: Preço de parafusos por centena

Material	Tamanho	Cento
Parafuso Sextavado Aço	M6	R\$ 12,35

Parafuso Sextavado Ferro	M6	R\$ 10,96
Porca de Ferro	M6	R\$ 3,41
Parafuso de Aço	M2,5	R\$ 2,45
Porca de Ferro	M2,5	R\$ 1,21
Porca Borboleta	M6	R\$ 7,18

#### 8.2.4. Mangueira de silicone e arruela de borracha

Para que a pessoa não tenha contato direto com a peça em “U”, foi preciso isolá-la com mangueira de silicone, assim como utilizou-se uma arruela de borracha para isolar a porca do parafuso.

Na loja Affonso's Borrachas LTDA., esta mangueira custa R\$8,00 o metro, enquanto que a arruela de borracha custa R\$0,20.

### 8.3. Material - Embalagem

#### 8.3.1. Blister

Através de pesquisa de mercado, verificou-se a possibilidade de uso de máquinas como os da empresa Eletro Forming. Um modelo exemplo que atende as necessidades do projeto é a máquina de termoformagem manual para pequenas produções de protótipos, embalagem blister, embalagens clam-shell e pequenas caixas.



Figura 35: Máquina Manual de Vacuum Forming

Esta máquina, por ser manual, precisa que seja colocado e removido o plástico, assim como necessita de um operador para fazer a movimentação do quadro para aquecimento do plástico. Esta etapa se dá por duas zonas de aquecimento em seu forno (controlado por temperatura). O forno é feito de alumínio para evitar a corrosão no uso de PVC.

O acionamento do vácuo é automático, com a utilização de uma bomba de alta vazão. As etapas encontram-se descritas abaixo:



**Figura 36: Etapas de Fabricação da Embalagem**

Primeiramente, abre-se o quadro e coloca o plástico. Fechando o quadro, desloca-o para o forno, local onde será aquecido. Feito isto, o plástico vai para a moldagem, onde é feito o acionamento do vácuo automático. Após o vácuo modelar o plástico abre-se o quadro e retira-se a peça moldada.

As características técnicas são:

- Produtividade: 30 a 90 ciclos/h;
- Tipo de plástico utilizado: PVC, OS, PET;
- Espessura do plástico: de 0,1 a 1 mm;
- Área de moldagem: 600 x 400 mm;
- Tamanho da chapa: 450 x 650 mm;
- Dimensões: 1,0 C x 0,65 L x 0,8 A m;

- Potência do forno: 4,5 kW;
- Potência dos motores: 1,5 HP;
- Consumo elétrico: 4,5kW (trifásico 220 V);
- Peso aproximado: 150 kg.

O custo desta máquina está em R\$13.000,00, o que demonstra necessitar de um alto investimento inicial.

### 8.3.2. Papel

Segundo fornecedor da empresa Salusa, de uma maneira geral embalagens com uma onda suporta o empilhamento de até cinco caixas, enquanto que, as que contêm duas ondas, podem suportar o empilhamento de até dez caixas. A variação depende do produto estocado e de sua fragilidade.

Para o uso de caixa de papelão para o destino do consumidor final, foi sugerido pela empresa Salusa a utilização de papel Kraft, branco, com uma onda. Segundo este fornecedor, a grande maioria (em torno de 90%) de empresas de embalagens faz o orçamento por quilo vendido, sendo que o mínimo fornecido por este é de 500 kg.

Com o intuito de se obter um orçamento, para uma caixa com dimensões de 250 x 250 x 150 mm para se atingir o mínimo de 500 kg é possível fabricar 2600 embalagens, com gramatura de 480 g. O custo total seria de R\$2496,00 → R\$0,96 por embalagem. Desta maneira, para caixas menores, o preço por embalagem não ultrapassa este valor.

Como dito anteriormente, a embalagem de papelão pode ser utilizada para duas finalidades diferentes. A primeira seria para guardar o produto, enquanto que a outra, seria para o transporte. Para este último caso é preciso o auxílio de um profissional especializado para a criação da embalagem. Nela são levadas em consideração o formato do produto, quantidade possível de ser empilhada, melhor distribuição de espaço, entre outros.

O uso desta embalagem mostra-se vantajosa por não ser necessário um investimento inicial tão alto como a compra de uma máquina.

#### 8.4. Custo por peça produzida

Levantadas as possibilidades, o custo de materiais e demais itens para fabricação do produto, abaixo segue um estudo de opções de uso de materiais. Como o custo é um fator importante para a viabilidade do projeto, foi escolhido o material que atende à necessidade com o menor preço possível.

É importante ressaltar que, para a produção das chapas do dispositivo 1, foi analisado a melhor forma de aproveitamento do material para redução do desperdício.

Para a fabricação dos produtos levou-se em consideração que o operário trabalharia por partes. Ou seja, o manuseio de cada material é feito de uma só vez e em grandes quantidades. Isto diminui o tempo de produção total, já que há uma redução de perdas no set up de equipamentos.

Além disso, também foi considerado que a fabricação das peças seria realizada por uma empresa que já possua os equipamentos adequados e necessários, como guilhotina, esmeril, fresa, etc. Isto reduz a necessidade de alto investimento inicial devido a compra de ferramentas, tornando mais viável a fabricação do produto.

##### 8.4.1. Dispositivo 1

Para o dispositivo 1, o custo para a produção de uma peça foi:

Tabela 8: Custo do Dispositivo 1

Material	Preço da Barra	Peças Produzidas	Custo por unidade produzida
Barras de Aço Inox 304 - 1/4" - 6m	R\$ 52,45	20	R\$ 5,24
Vergalhão de Alumínio (circular) - 3/16" - 1m	R\$ 7,35	3	R\$ 4,90

Material	Preço da Chapa	Peças Produzidas	Custo por unidade produzida
Chapas de Aço Inox 304 (2000 x 1240 x 1,59) mm	R\$	722	R\$ 2,231

	805,35		
Chapas de Alumínio (2000 x 1250 x 1,5) mm	R\$ 216,30	733	R\$ 0,590
Chapas de Alumínio (2000 x 1250 x 2,0) mm	R\$ 288,75	733	R\$ 0,788

Material	Preço (cento)		Custo por unidade produzida
Parafuso sextavado aço M6 com 25 mm comprimento	R\$ 12,35	R\$ 0,12	R\$ 0,371
Porca de ferro M6	R\$ 3,41	R\$ 0,03	R\$ 0,102

Material	Preço (120cm)	Peças Produzidas	Custo por unidade produzida
Magueira de Silicone (120 cm)	R\$ 9,60	10	R\$ 3,840

Material	Preço (un)		Custo por unidade produzida
Arruela de Borracha	R\$ 0,20		R\$ 0,40
Embalagem de Papelão	R\$ 0,96		R\$ 0,96

Mão de obra	Preço	Unidades Produzidas	Custo por unidade produzida
Mão de obra	R\$ 1.800,00	360	R\$ 5,000

Custo médio por unidade produzida	<b>R\$ 18,15</b>	Desembolso inicial	R\$ 6.533,44
-----------------------------------	------------------	--------------------	--------------

#### 8.4.2. Dispositivo 2

Já para o dispositivo 2 chegou-se no seguinte valor:

Tabela 9: Custo do Dispositivo 2

Material	Preço da Barra	Peças Produzidas	Custo por unidade produzida
Barras de Aço Inox 304 - 1/4" - 6m	R\$ 52,45	20	R\$ 2,62
Vergalhão de Alumínio (circular) - 3/16" - 1m	R\$ 7,35	3	R\$ 2,45
Barras de Aço Inox 304 - 1/4" - 6m	R\$ 52,45	39	R\$ 5,38
Vergalhão de Alumínio (circular) - 3/16" - 1m	R\$ 7,35	6	R\$ 4,90

Material	Preço (cento)	Custo por unidade produzida
----------	---------------	-----------------------------

Parafuso M2,5 c/10mm comprimento	R\$ 2,45	R\$ 0,02	R\$ 0,098
porca de ferro M2,5	R\$ 1,21	R\$ 0,01	R\$ 0,097

Material	Preço (120cm)		Custo por unidade produzida
Magueira de Silicone (120cm)	R\$ 9,60	10	R\$ 1,920

Material	Preço (400un)		Custo por unidade produzida
Ventosas de Neoprene	R\$ 1.092,00		R\$ 10,920

Material	Preço (un)		Custo por unidade produzida
Embalagem de Papelão	R\$ 0,96		R\$ 0,96

Mão de obra	Preço		Custo por unidade produzida
Mão de obra	R\$ 2.200,00	360	R\$ 6,111

Custo médio por unidade produzida	<b>R\$ 28,11</b>	Desembolso inicial	<b>R\$10.118,71</b>
-----------------------------------	------------------	--------------------	---------------------

É importante ressaltar que o aço inoxidável tem um valor maior que o do alumínio. Porém, este possui uma condutividade térmica muito maior, o que leva a ser um fator limitante para o seu uso. Assim, para uma temperatura de aproximadamente 400K, de acordo com o gráfico de condutividade térmica com a temperatura de De Witt, Incropera (2002, p. 39), tem-se:

$$k_{\text{Aço inoxidável AISI 304}} = 18 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$k_{\text{Liga de Alumínio}} = 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

Acrescido disto, apesar do maior custo do aço inoxidável, seu uso não aumenta significativamente o custo médio por unidade produzida dos dispositivos, já que a quantidade utilizada por produto é pequena.

Analisando os prós e contras de uso de cada tipo de material, verificou-se portanto ser mais vantajoso o uso do aço inoxidável dada sua menor condutividade térmica (impacta diretamente no fator segurança).

## **9. PROCESSO DE FABRICAÇÃO**

### **9.1. Dispositivo 1: Fixação por Parafusos**

Cortar a chapa com guilhotina de forma a se obter duas pequenas chapas de 170 x 20 mm.

Utilizando uma fresa, realizar dois rasgos para cada chapa, de 45 mm de comprimento e com 6 mm de espessura. Na região central das duas chapas fazer um furo de 6 mm de diâmetro.

Cortar duas barras com 290 mm de comprimento, e dobrá-las para que assim, se façam os “U”s.

Soldar estes “U”s em uma das chapas e em seguida fazer o acabamento do dispositivo, eliminando-se rebarbas, excesso de solda.

O acabamento pode ser feito em empresa especializada que zinca o material e em seguida aplica a tinta.

Finalmente, montar os seguintes componentes:

- Revestimento dos “U”s com mangueiras de silicone;
- Parafusos para a fixação do dispositivo (encapando-se previamente as porcas com o cilindro de borracha);
- Pino Guia.

### **9.2. Dispositivo 2: Estrutura Oval**

Cortar quatro barras com o mesmo comprimento de 154 mm (há a sobreposição de 1cm de cada lado das barras para união das barras) e mais uma com o comprimento de 290 mm.

Com a última barra, novamente tem-se a fabricação do “U” anteriormente citado, através do dobramento desta.

Soldar o “U” em uma das três barras, e em seguida realizar furos, com diâmetro de 2,5 mm, nas extremidades desta barra. É necessário também furar as extremidades (diâmetro de 2,5mm) das outras duas barras.

Para haver a formação das articulações, é preciso usinar as extremidades que sofreram a furação, para maior contato das barras.

Por final, revestir o “U” com a mangueira de silicone, inserir as quatro ventosas nas articulações e colocar os parafusos e as porcas (duas por parafuso) nas mesmas.

## 10. MELHOR DISPOSITIVO

Este item tem como objetivo fazer a escolha da melhor alternativa de solução. Dado os testes e estudos realizados, a escolha do melhor dispositivo já pode ser feita.

Pôde-se perceber que o dispositivo 1 tem maiores vantagens se comparado à segunda solução. A citar, verificou-se que a forma e medidas do produto fixado por parafusos permitiram maior adaptação aos fogões existentes no mercado. Devido às medidas de algumas mesas, o segundo dispositivo não permite a colocação do cabo voltada para a lateral. Este poderia ser posicionado na diagonal, porém, tal colocação não é a mais adequada. Há ainda fogão cuja mesa não possui superfície lisa, dificultando também a fixação.

Ainda falando sobre a fixação por ventosas, esta não demonstrou ser a forma mais segura de se prender devido à deformação delas ao longo do tempo. Para um deficiente visual, isto é algo muito sério uma vez que não poderiam verificar facilmente tal característica de perda de forma.

De acordo com levantamento de preços de materiais e demais itens, verificou-se também que o dispositivo 1 tem menor custo. Consequentemente, o desembolso inicial deste também é menor.

Portanto, o primeiro dispositivo demonstrou ser o mais interessante para construção dada suas características e testes realizados.

## 11. CONCLUSÃO

O objetivo deste projeto foi o de viabilizar a fabricação de um produto com o intuito de auxiliar deficientes visuais em suas atividades diárias na cozinha.

No início, foi levado em consideração que a robusteza de um dispositivo traria a maior segurança procurada. Disto geraram-se soluções que, do ponto de vista de facilidade de manuseio, deixavam a desejar. A falta de praticidade demonstrou ser um empecilho na viabilização do projeto.

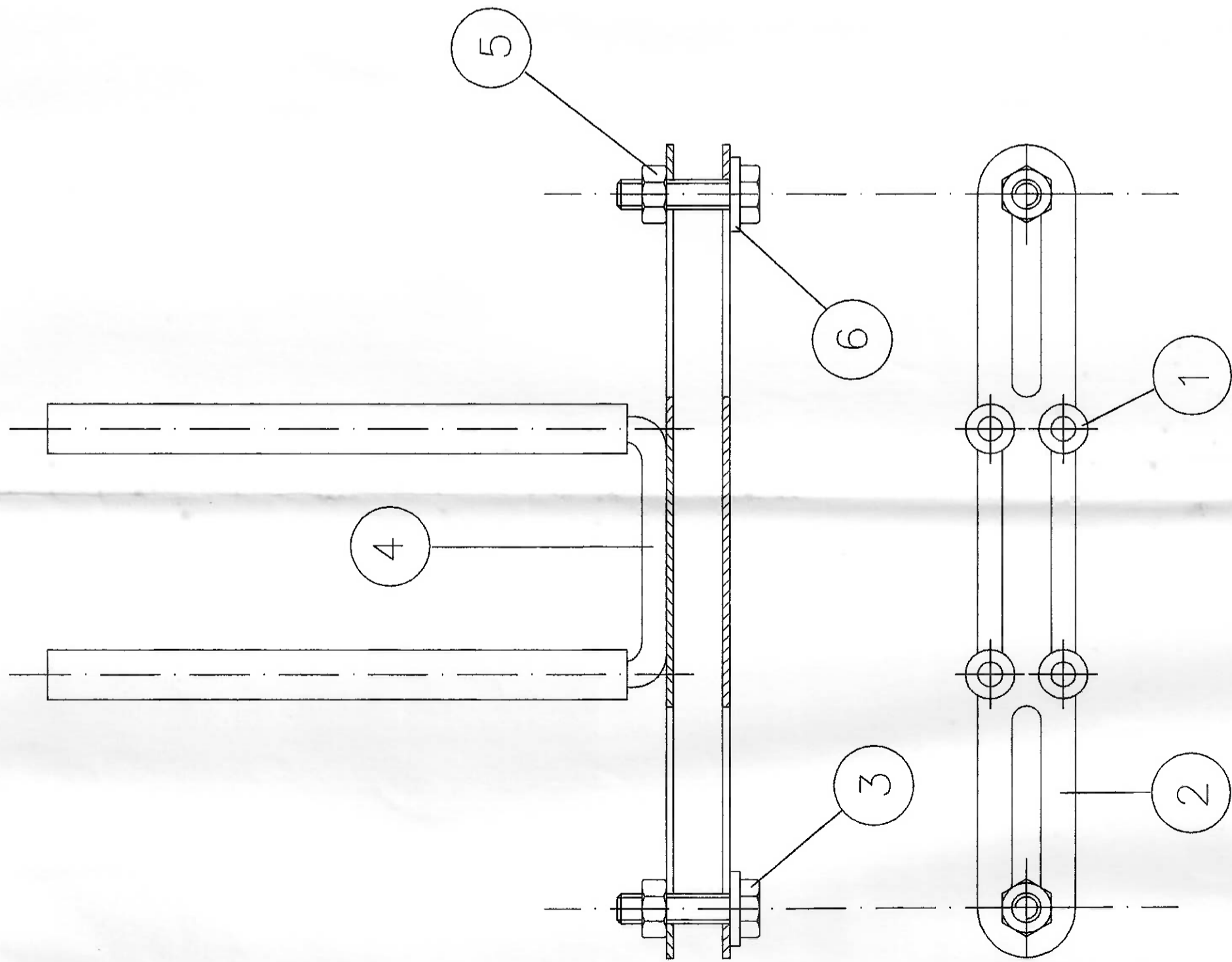
A partir daí, uma nova concepção norteou os rumos do trabalho, uma vez que ficou claro a importância da praticidade no dispositivo. Segurança não é sinônimo de robusteza e isto pôde ser claramente identificado a partir das novas alternativas geradas. Muito mais compactas (de menor porte) e leves, não deixaram de ser seguras ao usuário já que garantiam uma fixação tão boa quanto às propostas sugeridas anteriormente.

Durante execução dos protótipos, algumas dificuldades foram enfrentadas com relação ao tipo de material a ser utilizado. O fato de metal ser bom condutor térmico trouxe a necessidade de fazer um isolamento para que o deficiente não corresse o perigo de se queimar.

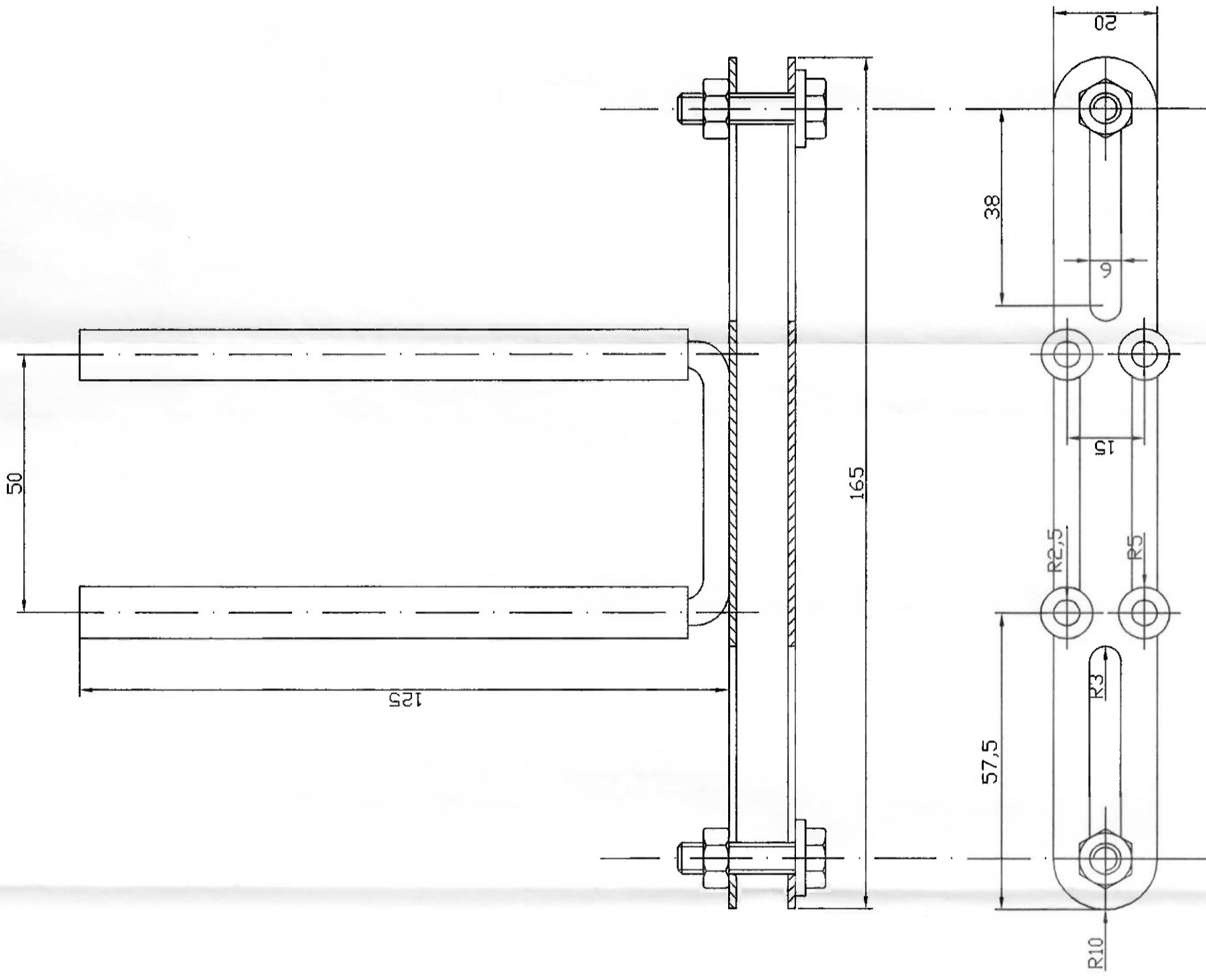
As ventosas também demonstraram não atender às necessidades estabelecidas quanto à segurança, inviabilizando uma das opções construídas.

Por fim, o dispositivo escolhido demonstrou ser viável de ser construído, sendo uma boa oportunidade de facilitar as atividades rotineiras de pessoas com deficiência visual.

**12. ANEXOS**



6	Arruela	2	Borracha
5	Porca sextavada	2	Aço
4	Estrutura em "U"	2	Aluminio 304
3	Parafuso cabeça sextavada	2	Aço
2	Chapa de fixação	2	Aluminio 304
1	Tubo isolante	4	Silicone
Peca	Denominacao	Quant.	Material
PME 2559 - Trabalho de Conclusão de Curso			
Data: 25/11/2005		Prof.: Alberto Hernandez Neto	
Titulo: Fixação por Parafusos		Medida: mm	Escala 1:1



PME 2559 –Trabalho de Conclusão de Curso		
Data: 25/11/2005	Prof.: Alberto Hernandez Neto	
Titulo: Fixação por Parafusos	Medida: mm	Escala 1:1

## Ligas de Extrusão



## Propriedades Físicas Típicas

Liga	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Elasticidade MPa	Módulo de Rigidez MPa	Temperatura de Fusão (°C)	Calor Específico (0-100°C) (Cal./g°C)	Coefficiente de Expansão Linear (1/°C)	Condutibilidade Térmica (25°) (Cal./cm°C)	Condutibilidade Elétrica (ACS)%
1050	2.70	70000	26500	650-660	0.22	24x10 <sup>-6</sup>	0.50	60.0
3003	2.73	70000	26500	640-655	0.22	23x10 <sup>-6</sup>	0.38	43.0
5052	2.68	72000	27500	595-650	0.23	23x10 <sup>-6</sup>	0.33	34.0
6060	2.71	70000	26500	600-650	0.21	23x10 <sup>-6</sup>	0.48	52.0
6063	2.71	70000	26500	600-650	0.21	23x10 <sup>-6</sup>	0.48	52.0
6463	2.71	70000	26500	600-650	0.21	23x10 <sup>-6</sup>	0.48	52.0
6005	2.71	70000	26500	580-650	0.22	24x10 <sup>-6</sup>	0.37	40.0
6061	2.71	70000	26500	580-650	0.22	24x10 <sup>-6</sup>	0.37	40.0
6082	2.71	70000	26500	555-650	0.21	24x10 <sup>-6</sup>	0.44	45.5
6101	2.71	70000	26500	605-655	0.22	23x10 <sup>-6</sup>	0.49	55.0
6261	2.71	70000	26000	570-655	0.22	23x10 <sup>-6</sup>	0.44	47.0
6262	2.71	70000	24700	582-652	0.21	23x10 <sup>-6</sup>	0.37	44.0
6351	2.71	70000	26500	555-650	0.21	24x10 <sup>-6</sup>	0.44	45.5
7075	2.80	73000	27500	475-630	0.23	24x10 <sup>-6</sup>	0.29	30.0

## Características Específicas

Liga	Resistência à corrosão	Anodização Decorativa	Anodização Protetora	Solda MIG	Solda TIG	Usinagem	Deform. à frio	Brasagem	Outras
1050	A	A	A	A	A	E	A	A	
3003	A	D	B	A	A	D	A	A	
5052	A	A	A	A	A	C	A	B	
6060	A	A	A	A	A	D	B	A	
6063	A	A	A	A	A	D	B	A	
6463	A	A	A	A	A	D	B	A	
6005	A	D	A	A	A	D	B	A	
6061	A	D	A	A	A	D	B	A	
6082	A	D	A	A	A	C	C	C	
6101	A	A	A	A	A	D	B	A	
6261	A	C	A	A	A	C	C	B	
6262	B	C	A	A	A	A	C	A	
6351	A	D	A	A	A	C	C	C	
7075	C	E	B	N	N	D	B	N	Solda por resistência

## Limites de Composição Química (% em peso)

Liga	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Outros	
										CADA	TOTAL
1050	99.50	0.25	0.40	0.05	0.05	0.05	-	0.05	0.03	0.03	-
3003	-	0.6	0.7	0.05 0.20	1.0 1.5	-	-	0.10	-	0.05	0.15
5052	-	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2 2.8	0.15 0.35	0.10	-	0.05	0.15
6005	-	0.6 0.9	0.35	0.10	0.30	0.4 0.6	0.10	0.10	0.10	0.05	0.15
6005 A	-	0.5 0.9	0.35	0.30	0.50	0.4 0.7	0.30	0.20	0.10	0.05	0.15
6060	-	0.30 0.60	0.10 0.30	0.10	0.10	0.35 0.60	0.05	0.10	0.10	0.05	0.15
6063	-	0.20 0.60	0.35	0.10	0.10	0.45 0.9	0.10	0.10	0.10	0.05	0.15
6061	-	0.40 0.6	0.7	0.15 0.40	0.15	0.8 1.2	0.04 0.35	0.25	0.15	0.05	0.15
6082	-	0.7 1.3	0.5	0.10	0.4 1.0	0.6 1.2	0.25	0.20	0.10	0.05	0.15
6261	-	0.40 0.7	0.40	0.15 0.40	1.0 0.35	0.6 1.2	0.04 0.25	0.20	0.10	0.05	0.15
6262	-	0.40 0.6	0.7	0.15 0.40	0.15	0.8 1.2	0.14	0.25	0.15	0.05	0.15
6351	-	0.7 1.3	0.50	0.10	0.40 0.8	0.40 0.8	-	0.20	0.20	0.05	0.15
6463	-	0.30 0.60	0.15	0.05 0.20	0.05	0.35 0.65	-	0.03	0.03	0.05	0.15
7075	-	0.40	0.50	1.2 2.0	0.30	2.1 2.9	0.18 0.28	5.1 6.1	0.20	0.05	0.15

\* Apresenta em sua composição Pb = 0.20-0.60% e Bi = 0.20-0.60%

\*\* Boro 0.05% máximo

\*\*\* Apresenta em sua composição Pb = 0.40-0.70% e Bi = 0.40-0.70%



## Ligas de Extrusão

## Propriedades Físicas Típicas

Liga	Características	Aplicações Típicas
1050	Baixa resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade, fácil de soldar, apropriada para anodização decorativa.	Indústria química, farmacêutica e alimentícia; utensílios domésticos. Refrigeração (trocaadores de calor em geral).
3003	Média resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade, boa soldabilidade.	Tubos para trocaadores de calor (radiadores automotivos). Antenas.
5052	Boa resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade.	Vergalhões para rebites, transporte e equipamentos.
6005 A	Boa resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade e média usinabilidade.	Rodas e acessórios de bicicletas esportivas e motocicletas, náutica e transporte em geral.
6060	Média resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade.	Perfis para construção civil, estalhabilidade em geral, tubos de irrigação,
6063	Apropriada para anodização decorativa fosca.	móveis e iluminação.
6061	Boa resistência mecânica, boa resistência à corrosão, boa conformabilidade. Média usinabilidade.	Estruturas, construção naval, veículos e rebites. Indústria moveleira.
6101	Alta condutividade elétrica, média resistência mecânica, boa resistência à corrosão.	Liga especial para fins elétricos e barramentos (estruturas).
6261	Boa resistência mecânica, boa resistência à corrosão, boa conformabilidade. Média usinabilidade.	Carrocerias de veículos, estruturas e equipamentos.
6262	Ótima usinabilidade, alta resistência mecânica, alta resistência à corrosão, apropriada para anodização decorativa.	Peças usinadas em torno automático. Excelente alternativa para o latão de corte livre.
6351	Boa resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade, média usinabilidade.	Engenharia estrutural, construção de navios, veículos e equipamentos. Peças usinadas em tornos não automáticos. Forjamento a frio.
6463	Média resistência mecânica, boa resistência à corrosão, boa conformabilidade apropriada para anodização decorativa de alto brilho.	Painéis e frisos para eletrodomésticos, automóveis e armários.
7075	Os mais altos valores de resistência mecânica, média resistência à corrosão, boa forjabilidade e usinabilidade.	Peças sujeitas aos mais altos esforços mecânicos em indústria aeronáutica, militar, máquinas e equipamentos. Moldes para injeção de plástico.

## Propriedades Mecânicas

Liga	Tempera	Limite de Resistência à Tração MPa	Limite Convencional de escoamento MPa	Limite de Resistência ao Cisalhamento (MPa)	% de Alongamento em 50mm	Dureza Brinell 2,5/62,5
1050	O	95 (80)	- (30)	(62)	25	-
	H14	85 (100)	70 (80)	(72)	-	-
	H18	110 (130)	90 (100)	(76)	-	-
3003	O	130 (120)	-	(76)	25	-
	H12	115 (140)	-	-	-	-
	H14	140 (150)	-	(97)	-	-
	H16	165 -	-	(105)	-	-
	H18	185 -	-	(110)	-	-
5052	O	220 (209)	-	(123)	25	-
	H32	215 (227)	160 (185)	-	-	-
	H34	233 (260)	180 (235)	(144)	-	-
	H36	255 -	200 (250)	(165)	-	-
	H38	270 -	-	(185)	-	-
6005 A	T6F	260 (270)	215 (230)	-	10	82
6060	O	130 (125)	-	(76)	18	-
6063	T4A	110 (145)	60 (79)	(98)	-	-
6463	T5	150 (219)	110 (189)	(118)	8	66
	T6C	180 (226)	150 (197)	(135)	-	-
	T^	205 (235)	170 (215)	-	8	-
6061	O	150 -	130 -	(82)	16	-
	T4	190 (211)	110 (129)	(165)	16	-
	T6	260 (309)	240 (280)	(206)	8	(102)
	T6*	290 (351)	240 (332)	-	10	(105)
	T8	- (368)	- (348)	(100)	-	-
	T89	370 -	325 -	-	-	-
6261	T4A	157 (186)	83 (108)	-	-	-
	T4	181 (198)	98 (123)	-	-	-
	T6C	229 (280)	199 (248)	-	10	(90)
	T6	260 (309)	240 (280)	-	8	(102)
6351	T4	220 (227)	130 (121)	(152)	16	(64)
	T6	290 (315)	255 (288)	(201)	8	(106)
6101	O	- (137)	- (82)	-	-	-
	T6	200 (230)	172 (213)	-	-	-
6262	T6	260 -	-	-	10	-
	T9	360 (390)	330 (370)	-	5	(111)
7075	O	275 -	165 -	-	-	-
	T6	560 (630)	495 (608)	(329)	-	(150)

Dados de tensão expressos na Unidade MEGAPASCAL (MPa) equivalentes a  $1N/mm^2$ . A medida da unidade  $kgf/mm^2$  é obtida dividindo-se o valor indicado por 9,807. Para a conversão de MPa em KSI divide-se por 6,894. Os valores sem parênteses são os mínimos especificados, com exceção da tempera O (recozido) onde são indicadas as máximas propriedades resistíveis. Os valores entre parênteses são os típicos esperados. Todas as ligas podem ser fornecidas na tempera F, sem garantia de propriedades mecânicas. Os valores mínimos e típicos mostrados referem-se aos produtos mais utilizados nas ligas/temperas indicadas. Diferentes espessuras de parede e/ou diâmetros podem levar as alterações nos mínimos especificados e típicos esperados. Para maiores informações consultar a área comercial da Divisão de Extrudados. \*Tempera T6 para material trellado com peso de calibragem.

### 13. BIBLIOGRAFIA

• CALLISTER, W. D., **Materials Science and Engineering – An Introduction**, 5th edition

• CHIAVERINI, V. **Aços-carbono e aços-liga**, 2. ed

• INCROPERA, F. P.; DEWITT, D.P., **Transferência de Calor e de Massa**, 5ª edição, tradução LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

• KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos planejamento criatividade e qualidade**, Livros técnicos e Científicos Editora S.A., 2000;

Sites:

• Site do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso no dia 07/04

<http://www.eficientefisico.hpg.ig.com.br/Destaques/censo2000.htm>

• Site da Fundação Dorina Nowill Para Cegos. Acesso no dia 07/04

<http://www.fundacaodorina.org.br>

• Site da Poli Cidadã – Comissão de Projetos de Graduação com Responsabilidade Social. Acesso no dia 07/04

<http://www.poli.usp.br/policidada>

• Site da Brastemp. Acesso no dia 21/04

<http://www.brastemp.com.br>

• Site da Consul. Acesso no dia 21/04

<http://www.consul.com.br>

• Site da Eletrolux. Acesso no dia 21/04

<https://www.eletrolux.com.br>

• Site da empresa Bengala Branca. Acesso no dia 28/04

<http://www.bengalabranca.com.br>

• Site do Sebrae. Acesso no dia 12/05

<http://www.sebrae.com.br>

• Site da ABNT – Associação brasileira de Normas Técnicas. Acesso no dia 12/05

<http://www.abnt.org.br/index.html>

- Site de plásticos. Acesso no dia 08/06  
<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>
- Site sobre alumínio. Acesso no dia 11/06  
<http://www.tabelaperiodica.hpg.ig.com.br/al.htm>
- Site da empresa Eletro Forming. Acesso no dia 10/09  
<http://www.eleto-forming.com>
- Site da empresa Rigesa. Acesso no dia 19/09  
<http://www.rigesa.com.br>
- Site da empresa Salusa. Acesso no dia 20/09  
<http://www.salusa.com.br>
- Site da empresa Stamp Spumas. Acesso no dia 22/09  
<http://www.stampspumas.com.br>
- Site da empresa Acesita. Acesso no dia 01/10  
<http://www.acesita.com.br/>
- Site da Associação Brasileira da Indústria Química. Acesso no dia 14/11  
<http://www.abiquim.org.br/>
- Site sobre neoprene. Acesso no dia 20/11  
<http://www.scielo.br/pdf/po/v12n3/12856.pdf>
- Site da Copabo – Distribuidor de Correias e Mangueiras Industriais Goodyear. Acesso dia 20/11  
<http://www.copabo.com.br/index.php/64>