

**Etec “PROF<sup>a</sup>. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ”**

**Técnico em Mecânica**

**Geovane Mendes Da Silva**

**Mauri Salviano**

**Raphael Corrêa Gonçalves**

**Sergio De Moraes**

**Wellyys Dos Santos**

**Ygor Dos Santos**

**PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS  
DE ESPESSURA REDUZIDA**

**Araraquara-SP**

**2023**

**Geovane Mendes Da Silva**  
**Mauri Salviano**  
**Raphael Corrêa Gonçalves**  
**Sergio De Moraes**  
**Wellyys Dos Santos**  
**Ygor Dos Santos**

**PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS  
DE ESPESSURA REDUZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.<sup>a</sup> Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do título de Técnico em Mecânica sob a orientação do Professor Edgar Bergo Coroa.

**Araraquara-SP**  
**2023**

**Geovane Mendes Da Silva**  
**Mauri Salviano**  
**Raphael Corrêa Gonçalves**  
**Sergio De Moraes**  
**Wellyys Dos Santos**  
**Ygor Dos Santos**

**PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS  
DE ESPESSURA REDUZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Profa. Anna de Oliveira Ferraz como exigência parcial para obtenção do título de **Técnico em Mecânica**.

Aprovado em 23 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof. Orientador: **Flavio Tadeu Lourencetti**

---

Prof. Avaliador: **Edgar Bergo Coroa**

---

Prof. Avaliador: **Edson Mello**

Dedicamos esta obra  
aos nossos  
familiares.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente registramos nossa imensa gratidão a Deus, aos nossos Pais e todos que estiveram ao nosso lado durante essa etapa, pelo incentivo constante e por sempre acreditarem em nós.

Ao nosso professor e orientador Edgar Bergo Coroa, pela amizade, dedicação e grande orientação durante a elaboração do trabalho.

Registramos nossa imensa gratidão à Etec Prof.ª Anna de Oliveira, que foi fundamental para realização do projeto aprender e observar os conceitos da mecânica.

Aos colegas de classe, em especial aos meus amigos de trabalho de Tcc pelas horas de estudos.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão do nosso trabalho.

Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso, aprendemos sempre.

PAULO FREIRE

## RESUMO

O trabalho apresentado neste projeto é desenvolver um protótipo de uma placa de vácuo com o objetivo de fixar peças com espessura fina, proporcionando mais precisão na usinagem e autonomia para o operador, visando também um baixo custo na produção. Durante a fixação a vácuo, uma baixa pressão se acumula sob a peça a ser fixada, ou seja, a pressão aumenta. A parte do diferencial que pressiona contra a placa de fixação e, portanto, é pressionada contra a mesa de vácuo e não sugada como comumente se acredita. A força de deslocamento na peça depende da estrutura da superfície, da pressão diferencial e da superfície sob vácuo. Quanto maior a área de superfície sob pressão, mais forte o poder de retenção.

**Palavras-chave:** Pneumática, Fixação de Peças, Vácuo.

## **ABSTRACT**

The work presented in this project is to develop a prototype of a vacuum plate with the object of fixing parts with thin thickness, providing more precision in machining and autonomy for the operator, also aiming at a low cost in production. During vacuum clamping, a low pressure builds up under the part to be clamped, i.e. the pressure increases. The part of the differential that presses against the clamping plate and therefore is pressed against the vacuum table and not sucked in as is commonly believed. The displacement force on the part depends on the structure of the surface, the differential pressure and the surface under vacuum. The greater the surface area under pressure, the stronger the holding power.

**Keywords:** Pneumatic, Piece Fixing, Vacuum.



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - barômetro de água bruta.....	13
<b>Figura 2</b> - Barômetro de mercúrio - Experimento realizado por Torricelli em 1643. .	14
<b>Figura 3</b> - Configuração genérica de sistemas de vácuo.....	15
<b>Figura 4</b> – Bomba de vácuo.....	16
<b>Figura 5</b> – Protótipo placa de vácuo. ....	17
<b>Figura 6</b> – Placa de vácuo com ranhuras. ....	18
<b>Figura 7</b> – Placa de fixação a vácuo.....	19
<b>Figura 8</b> – chapa de alumínio lisa.....	20
<b>Figura 9</b> – Fresamento lateral da placa de alumínio.....	21
<b>Figura 10</b> – Fresamento horizontal da placa. ....	22
<b>Figura 11</b> – Realizando o Fresamento da chapa para as ranhuras.....	22
<b>Figura 12</b> – Furação lateral.....	23
<b>Figura 122</b> – Reabertura do furo 6,5mm. ....	25
<b>Figura 13</b> – Furação para aspiração de vácuo. ....	25
<b>Figura 15</b> – Processo de rosqueamento com macho m8. ....	26
<b>Figura 15</b> – Passagem de macho m8.....	26
<b>Figura 16</b> – Compressor de ar comprimido elétrico.....	27
<b>Figura 17-</b> Silenciador penumático. ....	27
<b>Figura 18</b> – Niple de encaixe para acoplamento rápido. ....	28
<b>Figura 19</b> – Bujão roscado.....	28
<b>Figura 20</b> – Tubo Venturi.....	29
<b>Figura 21</b> – Cordão borracha nitrílica oring. ....	29
<b>Figura 22</b> – Morsa para fixação de peças. ....	29
<b>Figura 23</b> – Fixação direto na mesa da fresadora. ....	30
<b>Figura 24</b> – Aparelho divisor para usinagem cilíndrica. ....	30
<b>Figura 25</b> – Niple de encaixe para acoplamento rápido. ....	31
<b>Figura 26</b> – Protótipo placa de vácuo. ....	31
<b>Figura 27</b> - Cordão Borracha Nitrílica Oring 3D.....	32

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Objetivos .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Justificativa.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Metodologia .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4. Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Histórico Sobre a Tecnologia do Vácuo.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Conceitos Básicos da Tecnologia do Vácuo .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Faixas de Pressão de Vácuo .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4. Bomba de Vácuo .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Sistema de Fixação por Vácuo.....</b>	<b>17</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Custos do Projeto.....</b>	<b>32</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>Apêndice 1- Placa de fixação a vácuo .....</b>	<b>35</b>
<b>Apêndice 2 – Placa de vácuo. ....</b>	<b>36</b>
<b>Apêndice 3– Compressor de ar comprimido. ....</b>	<b>37</b>
<b>Apêndice 4 – Tubo Venturi. ....</b>	<b>38</b>
<b>Apêndice 5- Bujão roscado. ....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo A – Termo de Autorização para Coleta de Dados.....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo B – Termo de Autorização de Divulgação .....</b>	<b>41</b>
<b>Anexo C – Declaração de Autenticidade.....</b>	<b>42</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Sistemas de fixação por vácuo destinam-se principalmente à indústria do ramo de madeira, de plástico e metálico não ferroso de rápida e fácil usinagem e são compatíveis com máquinas de processamento CNC. Utiliza-se aqui a tecnologia de vácuo em combinação com mecanismos de manipulação específicos para fixar, por exemplo, uma placa de alumínio, podendo esta ser trabalhada a partir de todos os lados.

Com ajuda do bocal Venturi integrado ou uma bomba de vácuo externa o ar é parcialmente aspirado de baixo da peça, reduzindo a pressão suportada em sua superfície inferior.

### **1.1. Objetivos**

Um dos objetivos desse trabalho é empregar experiências de conhecimentos técnicos adquiridos no decorrer do curso.

O objetivo é projetar uma mesa de vácuo pneumático para fixar peças com mais precisão, evitando o esforço manual. Oferecendo mais segurança, praticidade e agilidade ao operador. Com isso proporcionando ao operador uma melhor ergonomia redução de tempos ociosos e aumentando a segurança das operações.

### **1.2. Justificativa**

Neste projeto pretende-se fazer uma mesa de vácuo com baixo custo, trazendo o conceito pneumático de fixação para ter mais agilidade de usinagem, no processo de chapas finas, garantindo assim uma maior produtividade e qualidade proporcionando segurança nas operações e uma força de fixação com mais precisão deixando a peça mais estabilizada.

### **1.3. Metodologia**

Buscando atingir o objetivo principal, foi feito várias pesquisas, pelos membros do grupo.

Diante da pesquisa foi realizado um levantamento de materiais que precisa ser comprado. Feita uma lista de materiais, o grupo pesquisou em algumas lojas os valores para ter o menor gasto possível e manter a qualidade.

### **1.4. Estrutura do Trabalho**

Esse trabalho foi dividido em 24 passos, sendo ele dividido passo a passo desde o tipo de material a ser utilizado até o final do projeto.

Definição de material, Usinagem Fresa, Furadeira de Bancada, Processo de Rosqueamento Manual.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo procura-se apresentar as fundamentações teóricas relacionadas com o presente estudo, a fim de facilitar o entendimento do objetivo deste trabalho. A placa de fixação a vácuo tem na parte superior ranhuras e pontos de aspiração. Através da colocação do cordão de vedação, um ou mais campos podem ser delimitados, de acordo com o tamanho da peça de trabalho. Todos os pontos de aspiração estão ligados entre si.

### 2.1. Histórico Sobre a Tecnologia do Vácuo

De acordo com Saunders & Brown (2002), na antiguidade (322 - 384 aC), Aristóteles afirmou que o vácuo é o “vazio” ou uma espécie de “espaço privado de corpo” como uma impossibilidade lógica da natureza, uma vez que filósofos e gregos antigos acreditavam na matéria como uma substância contínua.

Conforme Ryans & Roper (1986), a partir do século XVII é que foram mostradas as primeiras análises para entendimento e validação do vácuo, alterando a teoria filosófica de Aristóteles de que “a natureza tem horror a vácuo”.

Deu-se início com Gasparo Berti em 1641 (Fig.1), ele construiu um barômetro de água bruta em que não obteve êxito com os resultados por não saber interpretá-los (REDHEAD, 1999).



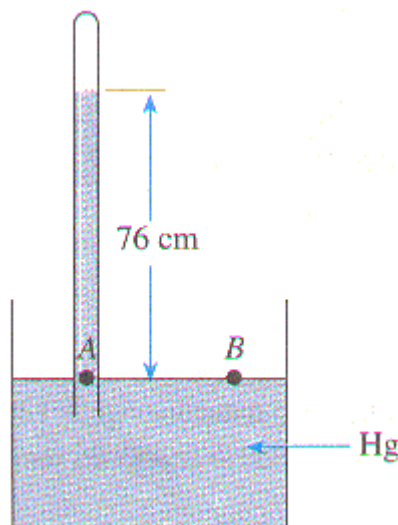
**Figura 1** - barômetro de água bruta  
Fonte: <https://slideplayer.com/slide/17296852/>

Mais adiante em 1643, Torricelli mostrou e demonstrou através do seu experimento o surgimento do vácuo através de um tubo contendo mercúrio em sua totalidade, em que foi emborcado dentro de um recipiente contendo mercúrio. Ao emborcar o tubo que tinha um metro de comprimento, o mercúrio deixou um espaço vazio na extremidade superior do tubo demonstrando a existência do vácuo, e ao equilibrar com a pressão atmosférica, foi verificada uma coluna de 76 cm de mercúrio.

Para medir a pressão atmosférica, o cientista italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) propôs um aparelho que permitia realizar a medição. Esse aparelho ficou conhecido como Barômetro de Torricelli, e consiste num equipamento capaz de medir a pressão atmosférica.

O barômetro (Fig.2) é empregado para determinar a pressão exercida pelo ar nesse ambiente. Os procedimentos que levaram o físico à invenção do aparelho podem-se verificar a seguir:

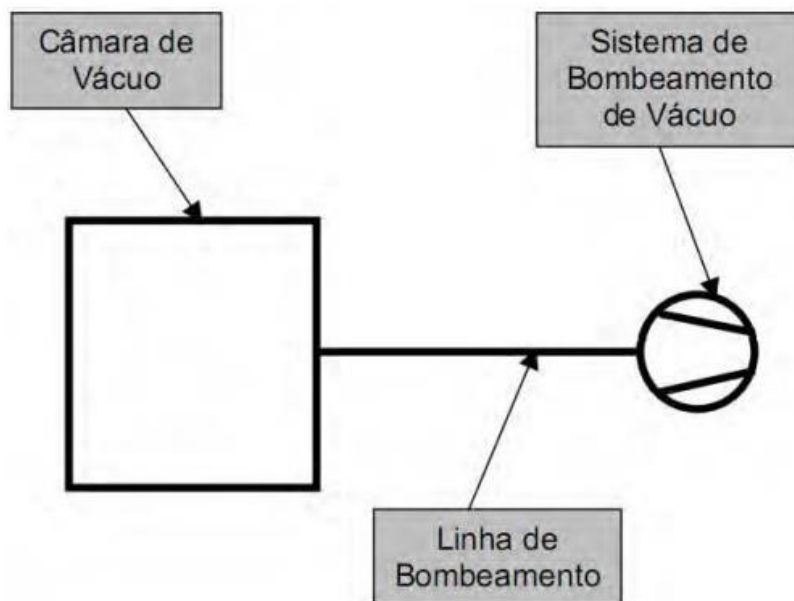
Em primeiro lugar, utilizou-se de um tubo capilar de 1000 mm de comprimento fechado. Este tubo é aberto nas duas extremidades; para o experimento, Torricelli fechou uma delas. Em seguida colocou mercúrio (Hg) no tubo capilar. Então, Torricelli posicionou o tubo capilar cheio de mercúrio na posição vertical dentro de um recipiente maior que também continha mercúrio. O mercúrio no interior do capilar escoou até os 760 mm da altura do tubo, daí o valor 760 mm Hg. A extremidade aberta do tubo capilar permitiu a exposição à atmosfera. No entanto, Torricelli após realizar vários testes em diferentes altitudes, concluiu que a pressão atmosférica variava e a altura de mercúrio no tubo capilar também.



**Figura 2** - Barômetro de mercúrio - Experimento realizado por Torricelli em 1643.  
**Fonte:** [tps://www.fisica.net/hidrostatica/pressao\\_atmosferica\\_torricelli.php](https://www.fisica.net/hidrostatica/pressao_atmosferica_torricelli.php)

## 2.2. Conceitos Básicos da Tecnologia do Vácuo

O sistema de vácuo é composto por três elementos definidos por Guerick historicamente através de sua primeira experiência com os hemisférios. E como visto na antiguidade, a tarefa do vácuo é de produzir e garantir baixas pressões no interior de uma câmara de vácuo. A Figura 3 demonstra um sistema genérico formado por câmara, tubulação e bomba de vácuo.



**Figura 3** - Configuração genérica de sistemas de vácuo  
**Fonte:** Degasperi, 2002, p. 17

A bomba de vácuo tem a função em criar uma diferença de pressão dentro da tubulação e câmara de vácuo em relação ao coletor de aspiração da bomba, produzindo um desequilíbrio de pressões no sistema.

O vácuo absoluto é um aspecto teórico, pois é impossível de obtê-lo as limitações são decorrentes da estanqueidade, limites de sucção da bomba e interação das paredes da câmara com as moléculas do gás (RYANS & ROPER 1986).

## 2.3. Faixas de Pressão de Vácuo

A tecnologia do vácuo foi subdividida em faixas de pressões que determinam o nível de abordagem do projeto do sistema de vácuo e o tipo de aplicação envolvida.

Cada área de concentração trata estas faixas de maneira particular, ou seja, para os químicos, o vácuo pode estar compreendido apenas nas faixas de 100 a 1 mbar. A tabela 1 apresenta a caracterização de cada faixa de pressão de vácuo.

**Tabela 1** - Faixas de pressão de vácuo

<b>Faixa de Pressão de Vácuo</b>	<b>Nomenclatura</b>
Atmosfera – 1 mbar	Baixo vácuo / Low vacuum
1 mbar – $10^{-3}$ mbar	Médio vácuo / Medium vacuum
$10^{-3}$ mbar – $10^{-7}$ mbar	Alto vácuo / High vacuum (HV)
Abaixo de $10^{-7}$ mbar	Ultra-alto vácuo / Ultra-high vacuum (UHV)

## 2.4. Bomba de Vácuo

A bomba de vácuo (Fig.4), é um equipamento que tem como objetivo realizar uma espécie de limpeza nas tubulações (linhas) do ar-condicionado através de um vácuo. A redução da pressão interna do sistema realizada pela bomba de vácuo é responsável por eliminar umidade, água e gases não condensáveis.



**Figura 4** – Bomba de vácuo.

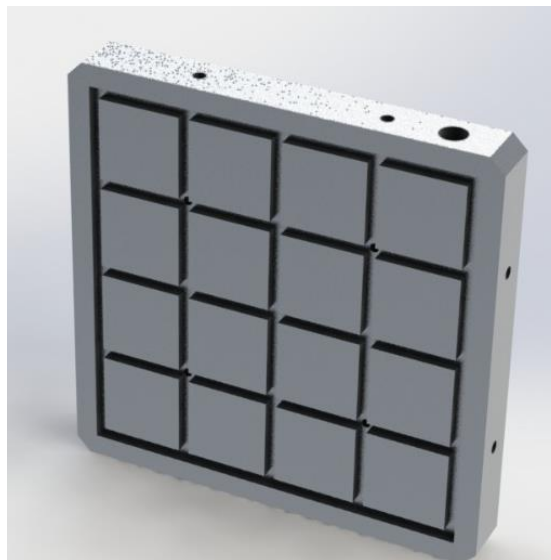
Fonte: ANDREAS MAIER FELLBACH, ( 2 0 2 3 )



Sistemas de fixação por vácuo destinam-se principalmente à indústria do ramo de madeira, de plástico e metálico não ferroso de rápida e fácil usinagem e são compatíveis com máquinas de processamento CNC.

Utiliza-se aqui a tecnologia de vácuo em combinação com mecanismos de manipulação específicos para fixar, por exemplo, uma placa de alumínio, podendo esta ser trabalhada a partir de todos os lados. Isto aumenta a produtividade e a rentabilidade visto não ocorrer qualquer deformação devido à fixação na peça e a facilidade e rapidez de seu alinhamento.

Sistemas de fixação mais recentes possibilitam a rápida substituição de suportes com formas diferentes, permitindo um manuseio flexível de peças de diversos formatos (Fig.5).



**Figura 5** – Protótipo placa de vácuo.  
Autores, (2023).

## **2.5. Sistema de Fixação por Vácuo**

Durante a fixação por vácuo é produzida uma subpressão abaixo da peça a fixar, ou seja, é produzida uma pressão diferencial que pressiona a peça contra a placa de fixação e, portanto, a peça é pressionada na mesa de vácuo e não sugada como comumente se acredita.

A força de deslocamento exercida sobre a peça depende da estrutura de superfície, da pressão diferencial e da superfície sob vácuo. Quanto maior a superfície sob pressão, mais forte será a força de retenção.

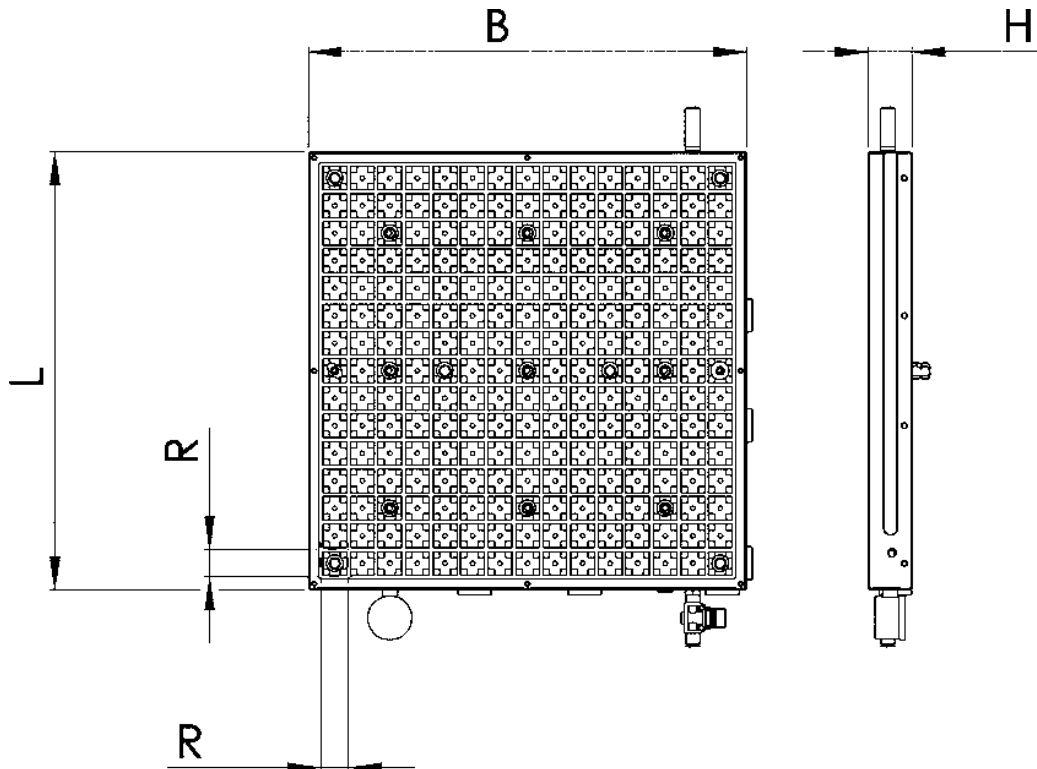


**Figura 6** – Placa de vácuo com ranhuras.  
**Fonte:** ANDREAS MAIER FELLBACH (2023)

Sobre todas as superfícies de um corpo é exercida uma pressão uniforme de aproximadamente 1 bar pela atmosfera circundante.

Com ajuda do bocal Venturi integrado ou uma bomba de vácuo externa o ar é parcialmente aspirado de baixo da peça, reduzindo a pressão suportada em sua superfície inferior.

Permanece uma pressão unilateral na superfície superior da peça, via de regra, entre 0,7 - 0,8 bar. (já que não se produz um vácuo absoluto sob ela). A intensidade da força de aperto depende agora apenas da superfície de aperto (Fig.7).



**Figura 7** – Placa de fixação a vácuo.  
**Fonte:** ANDREAS MAIER FELLBACH ( 2 0 2 3 )

As peças de trabalho em funcionamento são fixadas devido à produção de um vácuo parcial via tecnologia de Tubo Venturi integrada (incluído no material fornecido) ou com uma bomba de vácuo externa.

Delimitando-se campos individuais podem ser fixadas e trabalhadas simultaneamente múltiplas e variadas peças.

Os trabalhos de fresagem e de polimento são aplicações típicas.

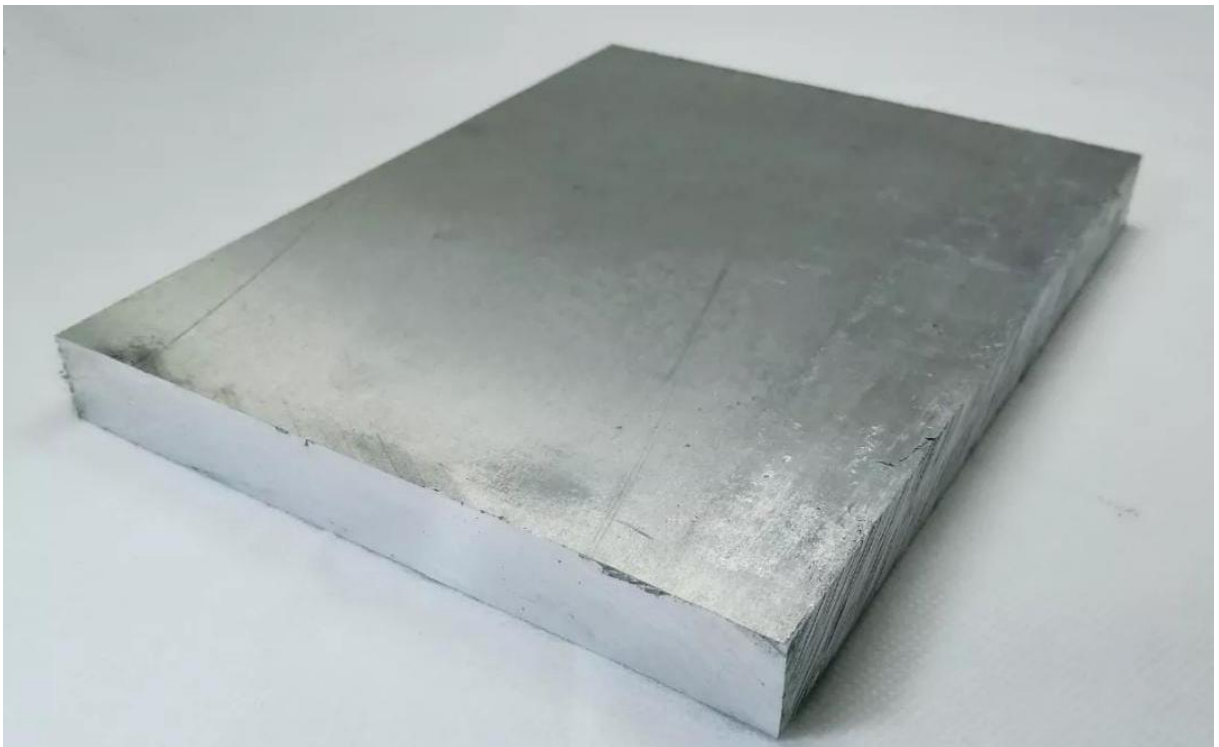
A placa de fixação a vácuo está pronta para uso imediato, pois todos os componentes necessários estão incluídos no material fornecido.

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta etapa iremos começar a fabricação do projeto da peça de fixação por vácuo apresentando todas as etapas a serem seguidas na fabricação.

Com objetivo de projetar uma mesa de vácuo para fixar peças com mais precisão, evitando o esforço manual. Oferecendo mais segurança, praticidade e agilidade ao operador. Com isso proporcionando ao operador uma melhor ergonomia redução de tempos ociosos e aumentado a segurança das operações.

**1° Passo a passo:** Definir o tipo de material que será utilizado para a base. Que será uma chapa de alumínio lisa nas medidas 150x200x19mm;



**Figura 8** – chapa de alumínio lisa.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**2° Passo a passo:** Início do projeto: Peça a ser usinada material bruto. Chapa lisa de alumínio nas medidas: 150x200x19mm (Fig.9).

- a) Efetuar a usinagem (largura comprimento e espessura) atendendo requisitos do desenho.
- b) Efetuar a usinagem dos canais de 4mm de largura por 3mm de profundidade.

- c) Efetuar quatro furos de 3mm na face da peça.
- d) Preparar furadeira de bancada lateral para o engate rápido da mesa de vácuo.
- e) Furação de 8,5mm para rosca NPT.
- f) Fazer quatro furos de 6,5mm para interligar as furações entre o sistema ar.



**Figura 9** – Fresamento lateral da placa de alumínio.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**3º Passo a passo:** Foi esquadrejado a placa para realizar o fresamento lateral da peça. Ferramenta utilizada foi um cabeçote de 65mm (Fig.10).

- a) Preparar fresadora para fazer rasgo na peça.
- b) Máquina utilizada na usinagem Romi U-30.



**Figura 10** – Fresamento horizontal da placa.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**4º Passo a passo:** Foi esquadrejado a peça e retirado 0,5 décimos na parte superior e 0,5 décimos na parte inferior para dar acabamento na peça. Ferramenta utilizada foi um cabeçote 85mm.

- a) Esquadrejamento da peça.
- b) Máquina utilizada na usinagem Romi U-30



**Figura 11** – Realizando o Fresamento da chapa para as ranhuras.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**5° Passo a passo:** Realizando o fresamento da placa para as ranhuras na parte superior da placa. Ferramenta utilizada neste passo foi uma fresa de topo 4mm.

a) Chapa de alumínio.



**Figura 12 – Furação lateral.**  
**Fonte:** Autores, (2023).

**6° Passo a passo:** Foi iniciado o furo passante na lateral da placa de alumínio com uma broca alongada de 6mm, onde será a entrada e saída de ar.

a) Furação da peça com broca alongada de 6mm.



**Figura 10 – Reabertura do furo 6mm.**  
**Fonte:** Autores, (2023).

**7° Passo a passo:** Realizado a reabertura do furo com uma broca de 8,5mm com profundidade 15mm para ser feito a rosca 1/8" NPT.

- a) Chapa de alumínio.
- b) Furadeira bancada Clark Machine.



**Figura 11** – Furação lateral, canais de ar.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**8° Passo a passo:** Neste passo foi iniciado o furo lateral da placa de alumínio com uma broca alongada de 6,5mm, e com profundidade de 120mm para interligar os canais interno de ar.

- a) Furação lateral para canais de ar comprimido.
- b) Furadeira bancada Clark Machine.





**Figura 132** – Reabertura do furo 6,5mm.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**9ºPasso a passo:** Realizado a reabertura do furo com uma broca de 7mm com profundidade 16mm para ser feito a rosca m8.

- a) Rosca m8.
- b) Furadeira bancada Clark Machine.



**Figura 14** – Furação para aspiração de vácuo.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**10º Passo a passo:** Nesta etapa foi realizado os 4 furos na parte frontal da placa de alumínio. O diâmetro dos furos são 3mm e a função destes furos são para que a placa gere vácuo e faça a aspiração da peça a ser usinada. Furação horizontal para saída de vácuo.

- a) Peça bruta 150mm X 150mm.
- b) Furadeira bancada Clark Machine.



**Figura 15** – Processo de rosqueamento com macho m8.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**11º Passo a passo: Processo de rosqueamento nos canais de ar.**

- a) Nesta etapa foi realizado o processo de rosqueamento manual com macho m8, onde será instalado o bujão roscado na medida m8x16mm.



**Figura 16** – Passagem de macho m8.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**12° Passo a passo: Processo de rosqueamento na entrada e saída de ar.**

a) Processo de rosqueamento manual com macho 1/8" NPT onde será a entrada e saída de ar e onde também será instalado o conector de engate rápido e o silenciador pneumático.



**Figura 17** – Compressor de ar comprimido elétrico.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**13° Passo a passo:** A função básica de um compressor de ar industrial é, por meio da transformação do ar em ar comprimido, fornecer suprimento para unidades, sempre com adequação da pressão e vazão para as necessidades básicas da planta industrial.



**Figura 18-** Silenciador pneumático.  
**Fonte:** Autores, (2022).

**14° Passo a passo:** Os silenciadores pneumáticos são utilizados para reduzir o ruído quando o ar de escape é descarregado. Não evitam completamente o ruído, mas reduzem-no consideravelmente. Os silenciadores não só reduzem o nível de ruído, como também evitam que a velocidade e o desempenho do seu sistema caiam.

**15° Passo a passo:** Anel de vedação

O anel de vedação é utilizado na montagem do silenciador pneumático.

**16° Passo a passo:** Fixar o silenciador pneumático na base lateral da peça.

a) Com anel de vedação.

**17° Passo a passo:** Niple de encaixe para acoplamento rápido. Ligação fácil com a mangueira pneumática da placa de fixação a vácuo.



**Figura 19** – Niple de encaixe para acoplamento rápido.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**18° Passo a passo:** Bujão roscado



**Figura 20** – Bujão roscado.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**19°Passo a passo:** Instalação do tubo Venturi.



**Figura 21** – Tubo Venturi.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**a)** Tubo venturi de 8mm de espessura



**Figura 22** – Cordão borracha nitrílica oring.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**21°Passo a passo:** Instalar cordão de vedação para auxiliar na fixação das peças

**a)** Vedar chapa na placa para usinagem.



**Figura 23** – Morsa para fixação de peças.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**22° Passo a passo:** Tipo de fixação para a placa de vácuo na morsa para usinagem horizontal, e desbaste de peças de diversos metais e polímeros de uso industrial.



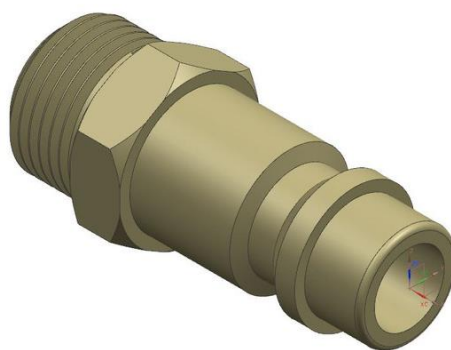
**Figura 24** – Fixação direto na mesa da fresadora.  
**Fonte:** Autores, (2023).

**23° Passo a passo:** Fixação direto na mesa fresadora. Fresa para fixar a placa de vácuo com alta rescisão para trabalhos de peças com espessura reduzida.



**Figura 25** – Aparelho divisor para usinagem cilíndrica.  
**Fonte:** Autores, (2023).

- a) Tipo de fixação para usinagem de peças.
- b) Usado na usinagem na indústria.
- c) Proporciona maior ajuste da placa de vácuo para uma usinagem precisa.

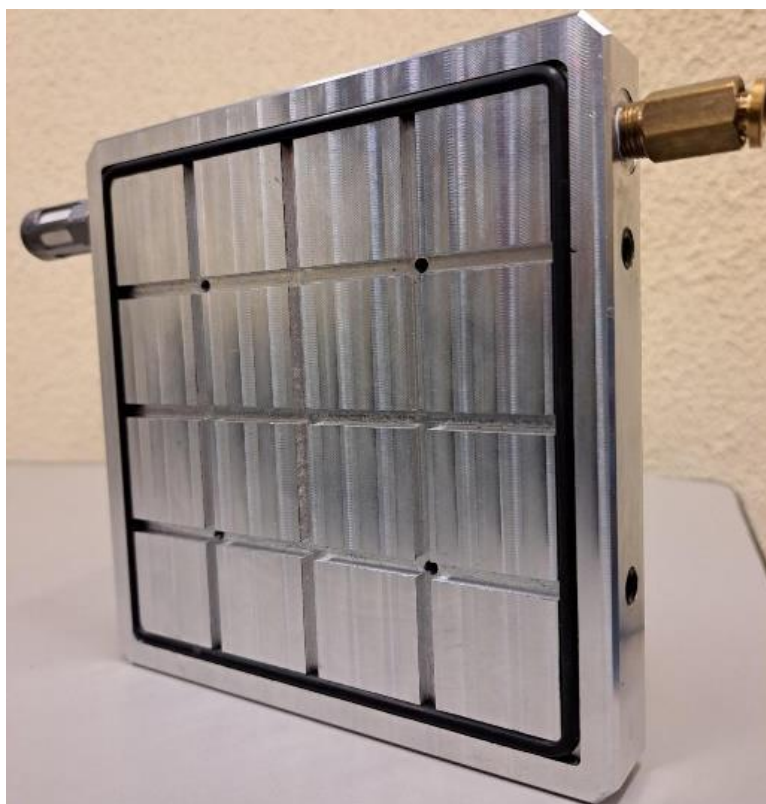


**Figura 26** – Niple de encaixe para acoplamento rápido.

**Fonte:** <https://grabcad.com/library/engate-rapido-1-4-niple-1-4-air-quick-coupler-1-4-1>, (2023).

### Características

- Conexão em segundos
- Não é necessário aperto manual
- Mecanismo de travamento por pinças
- Materiais de alta resistência
- Design compacto.



**Figura 27** – Protótipo placa de vácuo.

**Fonte:** Autores, (2023).

**24º Passo a passo:** Acabamento com instalação do cordão oring.

Cordão Borracha Nitrílica Oring é uma vedação extremamente popular e estruturalmente simples, com formato (seção) circular e corpo redondo. Como outros elementos de vedação, esses anéis são fabricados em elastômeros — um polímero particularmente elástico.



**Figura 28** - Cordão Borracha Nitrílica Oring 3D  
**Fonte:** Autores, (2023).

### 3.1. Custos do Projeto

A tabela 1 abaixo apresenta uma compilação de os todos componentes que são comprados, sendo referência para outros projetos futuros.

Definir quais materiais utilizar e o preço de cada material ajudando a ter um controle sobre os gastos e organização facilitando o planejamento do projeto da morsa hidráulica.

**Tabela 2** - Custos do projeto

Silenciador pneumático rosca 1/8" NPT	R\$37,83
Engate rápido p/ mangueira rosca 1/8" NPT	R\$15,00
Chapa lisa alumínio 150x200x19,00mm	R\$185,00
Cordão de borracha nitrílica 500mm	R\$15,00
Gerador de vácuo pneumático 8mm	R\$70,00
Parafuso allen s/cabeça m8x16mm	R\$15,00
Mangueira pneumática 6mm	R\$23,97
Chapa de acrílico 140x140x8mm	R\$40,00
Total	R\$ 401,80

**Fonte:** Autores, (2023).



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O protótipo da placa de vácuo desenvolvida, foi planejado visando uma melhoria nos métodos de produção industrial atuais.

Conforme o trabalho foi sendo desenvolvido, foi feito estudo para avaliar possíveis problemas ao decorrer do processo de desenvolvimento.

Foi realizado diversas pesquisas e diferentes métodos de usinagem realizados por empresas do ramo de fabricação de placas de vácuo. E com isso foi possível realizar uma fabricação caseira e manual usando fresa, torno mecânico e furadeira de bancada, trazendo assim um baixo custo na produção

Ao final do projeto conseguimos alcançar com êxito tudo que planejado e projetado.

Conseguiu-se concluir e colocar em prática alguns conhecimentos adquiridos no decorrer do curso Técnico em Mecânica.

A placa de vácuo conseguimos os seguintes resultados alta precisão, na usinagem de chapas finas sem deformar o material, bom desempenho na planicidade, alto nível de torque e retirando a maior parte do esforço físico e cuidado da saúde ergonômica do colaborador.

## REFERÊNCIAS

AMF, Andreas Maier Gmbh & Co. **Placas de fixação AMF**: amf.de. 2023. Disponível em: <https://www.amf.de/pt/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

AMF. AMF-Spanntechnik: **Tecnologia de fixação AMF**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=959Ecn1y6KA>. Acesso em: 17 jun. 2023.

AMF. **Placa de Fixação à Vácuo: desenvolvido por next web sistemas**. Desenvolvido por Next Web Sistemas. 2023. Disponível em: <https://www.industecnica.com.br/categoria-produto/placa-a-vacu/>. Acesso em: 15 maio 2023.

COPYRIGHT. **Tubo de Venturi: mundoeducacao**. 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tubo-venturi.htm>. Acesso em: 12 abr. 2023.

DEGASPERI, F.T., 2002, "**Modelagem e Análise Detalhadas de Sistema de Vácuo**", Msc. dissertação, UNICAMP, São Paulo.

FOCO, Copyright **Manutenção em Pneumática, história e sua evolução**: copyright manutenção em foco. Copyright Manutenção em Foco. 2019. Disponível em: <https://manutencaoemfoco.com.br/servicos/pneumatica-historia-e-sua-evolucao/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

INDUSTRIAL., Copyright (C) - Chiaperini. **Compressor de ar: O que é? Onde ele é utilizado? vamos lá?** 2020. Disponível em: <https://www.chiaperini.com.br/utilizacao/compressor-de-ar-o-que-e-onde-ele-e-utilizado/>. Acesso em: 21 maio 2023.

REDHEAD, P.A., 1999, "**History of Vacuum Devices**", National Research Council, Ottawa, Canada. Disponível em: [www.chem.elte.hu/departments/altkem/vakuumtechnika/CERN23.pdf](http://www.chem.elte.hu/departments/altkem/vakuumtechnika/CERN23.pdf). Acesso em: 20 mai. 2010.

RYANS, J.L., & Roper, D.L., 1986, "**Process Vacuum System Design and Operation**", Ed. MacGraw-Hill, United States, 354 p.

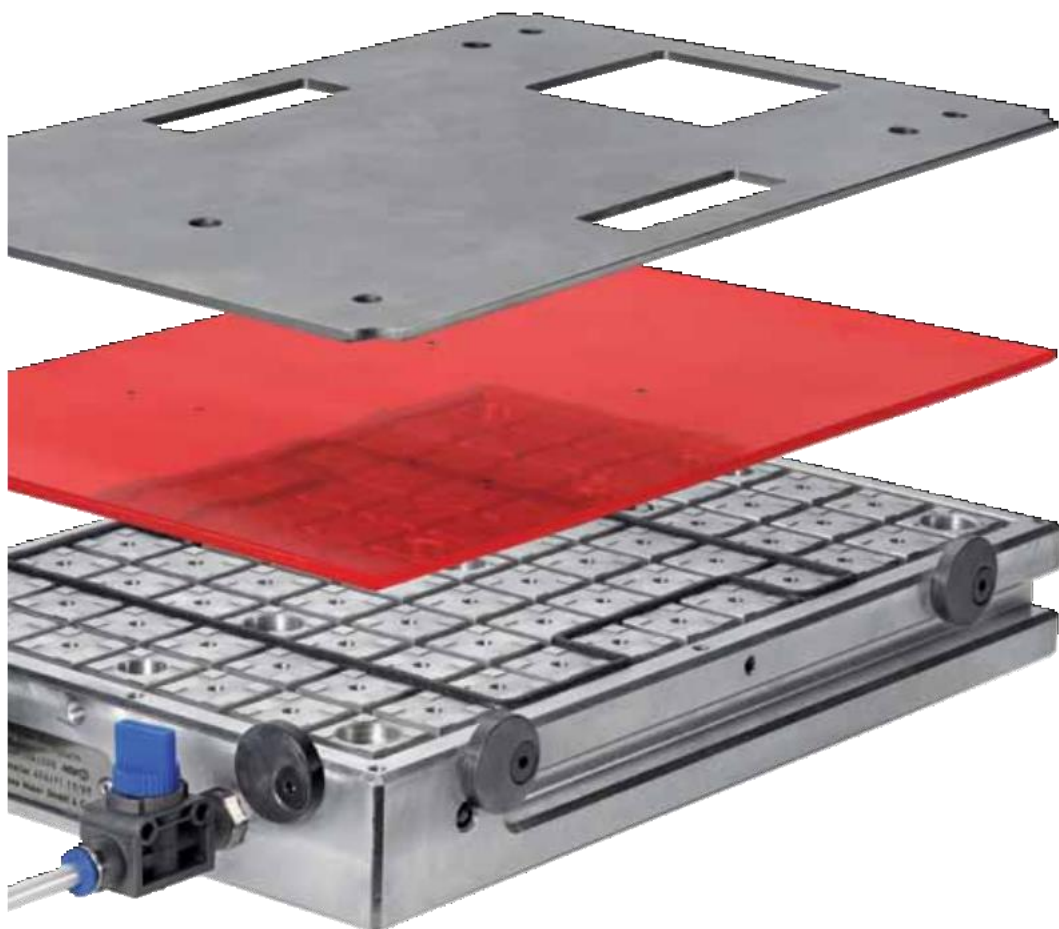
SAUNDERS, S., & BROWN, H.R., 2002, "**The Philosophy of Vacuum**", Ed. Oxford University Press, New York, 291 p.

SISTEMAS, Next Web. **Dispositivo Pneumático: qualidade em dispositivo pneumático**. 2020. Disponível em: <https://www.industecnica.com.br/dispositivo-pneumatico/>. Acesso em: 23 maio 2023

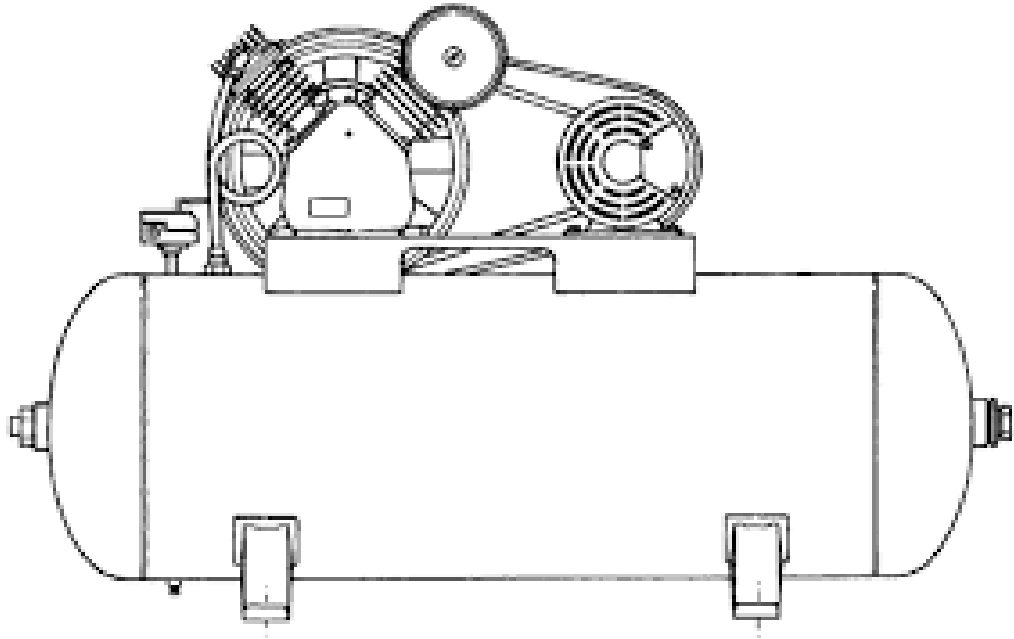
## Apêndice 1- Placa de fixação a vácuo



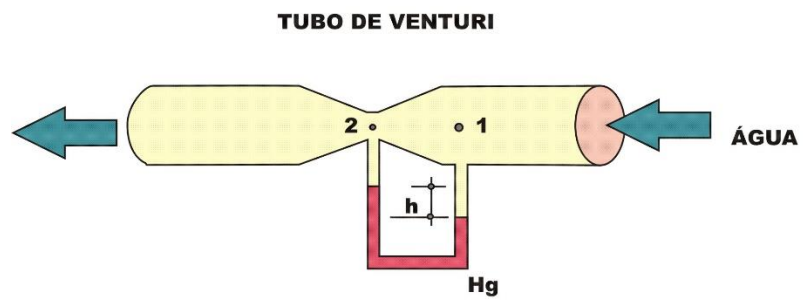
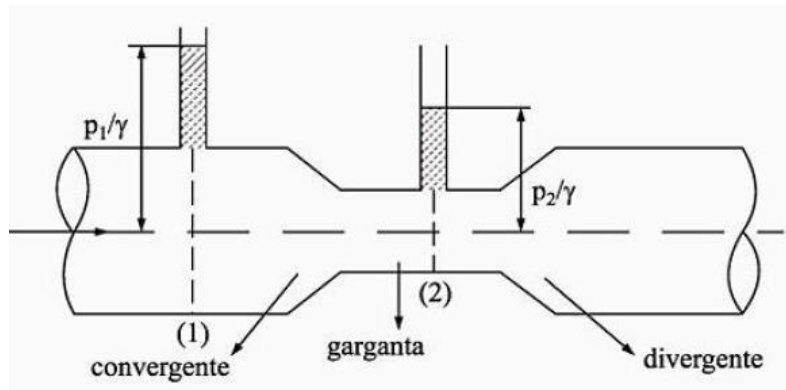
## Apêndice 2 – Placa de vácuo.



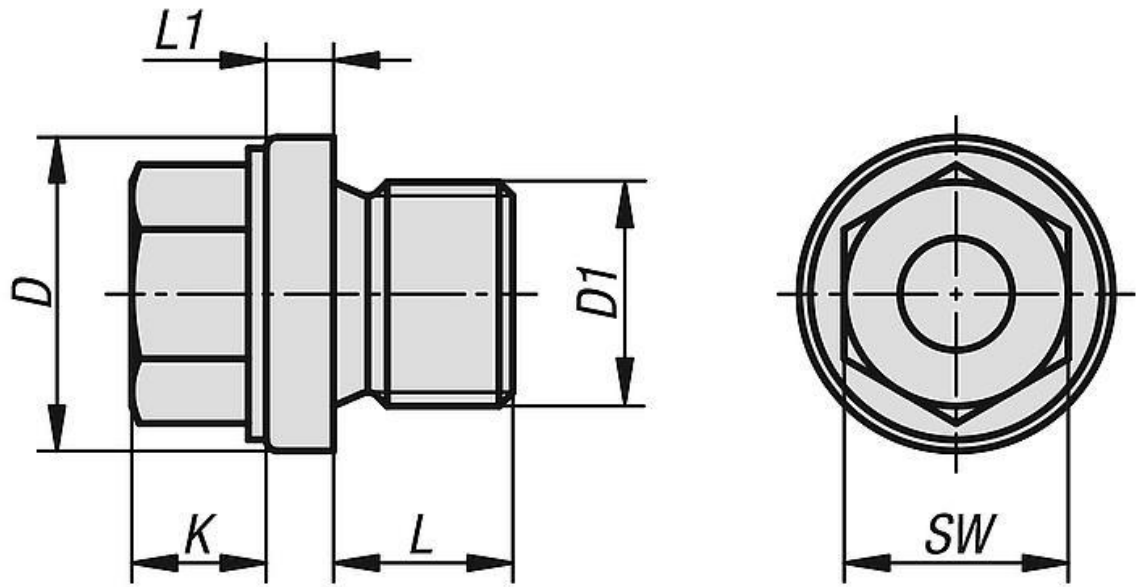
### Apêndice 3– Compressor de ar comprimido.



## Apêndice 4 – Tubo Venturi.



## Apêndice 5- Bujão roscado.



## Anexo A – Termo de Autorização para Coleta de Dados



### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em Mecânica**, solicitamos a V. Sa. a autorização para coleta de dados nessa instituição, com a finalidade de realizar a pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso com o título **“PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS DE ESPESSURA REDUZIDA”**, sob orientação do Professor **Edgar Bergo Coroa**, que será apresentado na **ETEC “Profª Anna de Oliveira Ferraz”**. A coleta de dados ocorrerá mediante a utilização (descrever instrumento, local e público-alvo). Igualmente, assumo o compromisso de utilizar os dados obtidos somente para fins científicos, bem como de disponibilizar os resultados obtidos para esta instituição. Agradecemos antecipadamente e esperamos contar com a sua colaboração.

Araraquara, 21 de junho de 2023.

Nome	RG	Assinatura
Geovane Mendes da Silva	43.688.732-0	
Mauri Salviano	29.856.789-1	
Raphael Correa Gonçalves	45.979.996-4	
Sergio de Moraes	27.589.524-5	
Wellys dos Santos	37.646.737	
Ygor dos Santos	40.107.907-7	



## Anexo B – Termo de Autorização de Divulgação



### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em Mecânica**, na qualidade de titulares dos direitos morais e patrimoniais de autores do texto apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso com o título **“PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS DE ESPESSURA REDUZIDA”** apresentado na **ETEC “Profª Anna de Oliveira Ferraz”**, autorizamos o Centro Paula Souza a reproduzir integral ou parcialmente o trabalho escrito e/ou disponibilizá-lo em ambientes virtuais.

Araraquara, 21 de junho de 2023.

Nome	RG	Assinatura
Geovane Mendes da Silva	43.688.732-0	
Mauri Salviano	29.856.789-1	
Raphael Correa Gonçalves	45.979.996-4	
Sergio de Moraes	27.589.524-5	
Wellyys dos Santos	37.646.737	
Ygor dos Santos	40.107.907-7	

## Anexo C – Declaração de Autenticidade



### DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

Nós, alunos abaixo assinados, regularmente matriculados no curso **Técnico em Mecânica** na ETEC “Profª Anna de Oliveira Ferraz”, declaramos ser os autores do texto apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso com o título **“PLACA DE FIXAÇÃO POR VÁCUO PARA CHAPAS DE ESPESSURA REDUZIDA”**.

Afirmamos, também, ter seguido as normas da ABNT referente às citações textuais que utilizamos, dessa forma, creditando a autoria a seus verdadeiros autores (Lei n.9.610, 19/02/1998).

Através dessa declaração damos ciência da nossa responsabilidade sobre o texto apresentado e assumimos qualquer encargo por eventuais problemas legais, no tocante aos direitos autorais e originalidade do texto.

Araraquara, 21 de junho de 2023.

Nome	RG	Assintura
Geovane Mendes da Silva	43.688.732-0	
Mauri Salviano	29.856.789-1	
Raphael Correa Gonçalves	45.979.996-4	
Sergio de Moraes	27.589.524-5	
Wellys dos Santos	37.646.737	
Ygor dos Santos	40.107.907-7	