

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

LEONARDO FLORIANO DA SILVA  
LUIZ FELIPE BINI

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA  
DESCARACTERIZAÇÃO DA GRAVAÇÃO DE CHAPAS DE  
IMPRESSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

LEONARDO FLORIANO DA SILVA

LUIZ FELIPE BINI

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA  
DESCARACTERIZAÇÃO DA GRAVAÇÃO DE CHAPAS DE  
IMPRESSÃO**

Monografia do Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Maria das Graças Contin Garcia Pelisson

CURITIBA

2015

## **TERMO DE ENCAMINHAMENTO**

Venho, por meio deste termo, encaminhar para apresentação a monografia do Projeto de Pesquisa “DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA DESCARACTERIZAÇÃO DA GRAVAÇÃO DE CHAPAS DE IMPRESSÃO”, realizada pelo aluno(s) LEONARDO FLORIANO DA SILVA e LUIZ FELIPE BINI, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Maria das Graças Contin Garcia Pelisson  
UTFPR - Damec

## RESUMO

A fabricação de cartões de segurança atualmente é um ramo que necessita da cautela por parte das empresas produtoras, quanto ao direito autoral e a privacidade de seus clientes. Faz-se assim necessária a eliminação da possibilidade de fabricação ou falsificação a partir dos rejeitos do processo. Essa eliminação atualmente é feita de forma manual e consiste na descaracterização de chapas de impressão utilizadas na produção dos cartões. Isso requer um esforço físico considerável e ocupa tempo que poderia ser usado na produção em si. Um equipamento para executar a tarefa traria diversos benefícios para a empresa. O presente trabalho visa facilitar o processo de eliminação via a criação de um protótipo para executar a tarefa. Propõe-se que o mesmo seja desenvolvido através da metodologia que foi apresentada ao longo do curso, tendo como objetivo, ao final do trabalho, a criação de um protótipo e a comparação dos resultados obtidos com o procedimento atualmente empregado.

**Palavras-chave:** Impressão, chapas, descaracterização, projeto, segurança

## **ABSTRACT**

The manufacture of security cards it is a niche that requires caution from the manufacturing companies about the copyright and the privacy of its customers. This way it is necessary the elimination of the possibility of the re-manufacturing or falsification from the process rejects. This elimination is made manually and consists in the descharacterization of the printing plates that are used in the manufacturing of the cards. That requires a considerable physical effort and take time that could be used in the manufacturing itself. An equipment to execute the task would bring many benefits to the company. The present study aims to ease the elimination process through the creation of a prototype to execute the task. Its proposed that it will be created through the methodology learned throughout the graduation, and having as target, at the end of the study, the creation of a prototype and the comparison of the obtained results with the standard procedure.zz

**Keywords:** Imprinting, plates, descharacterization, project, security

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de descaracterização .....	12
Figura 2 - Chapa pós descaracterização.....	12
Figura 3 - Dobra da chapa .....	13
Figura 4 - Armazenamento das chapas .....	13
Figura 5 – a. Sistema de impressão offset b. Sistema de transferência de tinta e água.....	16
Figura 6 - Chapa antes da gravação .....	18
Figura 7 - Chapa revelada.....	19
Figura 8 - Chapa de impressão .....	19
Figura 9 – Fluxograma de projetos.....	21
Figura 10 – Fluxograma da metodologia adotada.....	22
Figura 11 - Camadas da Chapa de Impressão Offset.....	26
Figura 12 – Lixadeira Manual.....	27
Figura 13 – Exemplos de Corte por Cisalhamento.....	28
Figura 14 –Ilustração de uma Chapa sendo Cortada pelo método a Laser .....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Figura 15 – Casa da Qualidade.....	35
Figura 16 – Desenho Conceitual .....	40
Figura 17- Função Global.....	41
Figura 18 – Estrutura Funcional .....	42
Figura 19 –Catálogo de Molas <i>Associated Spring</i> .....	44
Figura 20 –Renderização 3D do Projeto Final.....	46
Figura 21 – Esquema geral do Protótipo.....	47
Figura 22 – Fluxograma de fabricação do protótipo .....	49

Figura 23 – Montagem Parcial do Protótipo .....	50
Figura 24 - Montagem Final do Protótipo .....	50
Figura 25 – Escova de Aço Empregada na Descaracterização Convencional.....	52
Figura 26 – Descaracterização Convencional.....	53
Figura 27 – Descaracterização com o Protótipo.....	53
Figura 28 – Esquema do Nível de Esforço.....	54
Figura 29 – Descaracterização feita com a Escova de Aço .....	55
Figura 30 – Descaracterização feita com o Protótipo.....	55
Figura 31 –Gráfico do Tempo de Execução vs Número de Execuções .....	56
Figura 32 – Gráfico comparativo entre o Tempo de execução em cada operação ...	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Benchmarking .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 2 – Requisitos de Projeto .....	33
Tabela 3 – Requisitos de Qualidade .....	34
Tabela 4 –Ranking dos Requisitos de Projeto .....	36
Tabela 5 – Requisitos de Qualidade .....	36
Tabela 6 –Descrição das alternativas .....	37
Tabela 7 – Requisitos de Qualidade .....	39
Tabela 8 – Lista de Materiais do Protótipo .....	48
Tabela 9 – Lista de parafusos alterados .....	49
Tabela 10 – Escala de Esforço.....	57



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

PVC – Policloreto de vinila

PC – Policarbonato

PET - Politereftalato de etileno

CMYK – *Cyan Magenta Yellow black* – Ciano Magenta Amarelo Preto

CTP – *Computer to Plate* - Computador para chapa

CAD – *Computer aided design* – desenho auxiliado por computador

CPF – Cadastro de Pessoa Física

LER – Lesão por esforço repetitivo

LASER - *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* - Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação

LEA – Levantamento do estado da arte

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	Contexto do Tema	11
1.2	Caracterização do Problema	11
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Sub Objetivos	14
1.4	Justificativa	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	Impressão <i>Offset</i>	16
2.2	Chapas de impressão	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
3.1	Descrição da Metodologia	21
3.1.1	Projeto informativo	22
3.1.2	Pesquisa exploratória	22
3.1.3	Matriz de análises	23
3.1.4	Projeto conceitual	23
3.1.5	Projeto detalhado	23
3.1.6	Protótipo	23
3.1.7	Testes	23
3.2	Justificativa da Metodologia	23
3.3	Etapas do Projeto	24
3.4	Produtos do projeto	24
<b>4</b>	<b>PROJETO INFORMATIVO</b>	<b>25</b>
4.1	Introdução	25
4.2	LEA – Levantamento do estado da arte	25
4.3	Descaracterização Manual Empregada na Empresa	25
4.4	Chapa	25
<b>5</b>	<b>PESQUISA EXPLORATORIA</b>	<b>27</b>
5.1	Meios de Descaracterizar a Chapa	27
5.1.1	Abrasão de Superfície	27
5.1.2	Químico	28
5.1.3	Métodos de Corte	28
5.2	Métodos de Acionamento	29
5.2.1	Manual	29

5.2.2	Automático	29
5.3	Benchmarking	30
<b>6</b>	<b>MATRIZ DE ANÁLISES</b>	<b>33</b>
6.1	Requisitos da qualidade	33
6.2	Casa da qualidade	35
6.3	Geração de alternativas	37
6.3.1	Técnica empregada para geração de alternativas	37
6.3.2	Descrição das concepções	37
6.3.3	Avaliação das alternativas	38
6.4	Descrição da alternativa escolhida e desenho conceitual	39
<b>7</b>	<b>PROJETO CONCEITUAL</b>	<b>41</b>
7.1	Descrição do projeto conceitual	41
7.1.1	Função global	41
7.1.2	Estrutura funcional	41
<b>8</b>	<b>PROJETO DETALHADO</b>	<b>43</b>
8.1	Dimensionamento de Componentes	43
8.1.1	Base	43
8.1.2	Mola	43
8.1.3	Lixa	44
8.2	Demais componentes	45
8.3	Especificação do material	45
8.4	Renderização final	46
<b>9</b>	<b>PROTÓTIPO</b>	<b>47</b>
9.1	Estratégia empregado	47
9.1.1	Descrição do protótipo	48
9.1.2	Testes preliminares	51
9.1.3	Resultados preliminares	51
<b>10</b>	<b>TESTES</b>	<b>52</b>
10.1	Metodologia dos testes	52
10.2	Resultados	54
<b>11</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>58</b>
11.1	Conclusão	58
11.2	Sugestões para trabalhos futuros	59
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE A – MATRIZ DE ANALISE</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE B – MATRIZ DE ANALISE DAS ALTERNATIVAS</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE C – DESENHOS DE FABRICAÇÃO</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE D – DESENHOS DE CONJUNTO</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE E – TABELA DE MATERIAIS PARA MONTAGEM</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O dinheiro vem sendo substituído cada vez mais pela moeda virtual, onde qualquer um com dinheiro no banco consegue com auxílio de um cartão acessar sua conta e movimentar seus bens como bem lhe entender. Além do dinheiro, os dados também são salvos em cartões magnéticos com informações sobre quem são os usuários e o que fazem, como por exemplo o CPF, ou os cartões para acessar a empresa em que se trabalha ou a faculdade em que se estuda. Segundo o estudo “O brasileiro e sua relação com o dinheiro” publicado pelo banco central do Brasil em 2013 houve um aumento do uso de cartões de débito e crédito para pagamentos no comércio, para os cartões de débito o aumento foi de 14% em relação ao mesmo estudo publicado em 2010, para cartões de crédito o aumento foi de 9%.

Neste cenário vem se tornando cada vez mais comum o surgimento de empresas especializadas na impressão de cartões magnéticos, que devem ser produzidos de uma maneira bastante cautelosa, pois devem permitir que apenas as pessoas devidamente qualificadas tenham acesso as informações nele contidas. Com este propósito em mente temos uma empresa multinacional instalada nos arredores de Curitiba cujo seu principal foco é tratar da segurança digital. Seus principais clientes são bancos, que com o aumento do número de seus usuários procuram por empresas capazes de atender suas enormes demandas com rapidez e eficácia exigindo sempre produtos com grande qualidade.

A impressão destes cartões se dá por um processo conhecido como *offset printing* (Impressão offset). Método um tanto quanto antigo, porém muito eficiente para este tipo de impressão. Este procedimento foi se automatizando com o passar dos anos, graças a grande competição que vem aumentando entre as inúmeras

empresas do ramo, que para conquistar seus clientes procuram oferecer produtos de qualidade e com rapidez, como qualquer outro ramo no mundo capitalista.

Porém apesar de ser um processo que envolve equipamentos com bastante tecnologia e um alto grau de automatização, ainda possui algumas operações em sua linha que são executadas manualmente. Visto que em um mercado extremamente competitivo cada segundo é importante se torna necessário analisar cada estágio da linha de produção e tentar trabalhar com o maior nível de produtividade possível.

### 1.1 Contexto do Tema

Analisando a linha de produção de uma empresa de impressão, foi encontrado um trecho no final da linha, com uma tarefa efetuada com nível nulo de automatização, que pode ser melhorada. Esta tarefa será descrita abaixo.

Ao final do processo de impressão deve ser realizado a descaracterização de chapas de impressão que é de grande importância para o processo produtivo, pois esta chapa contém itens de segurança e imagens cujo o direito autoral pertence aos clientes e a empresa, e que, se utilizados de maneira indevida, podem ser prejudiciais a empresa e a seus clientes. Portanto é necessário antes do descarte da chapa que se tenha certeza que qualquer outro agente externo não possa utilizá-la para fins produtivos ou escusos.

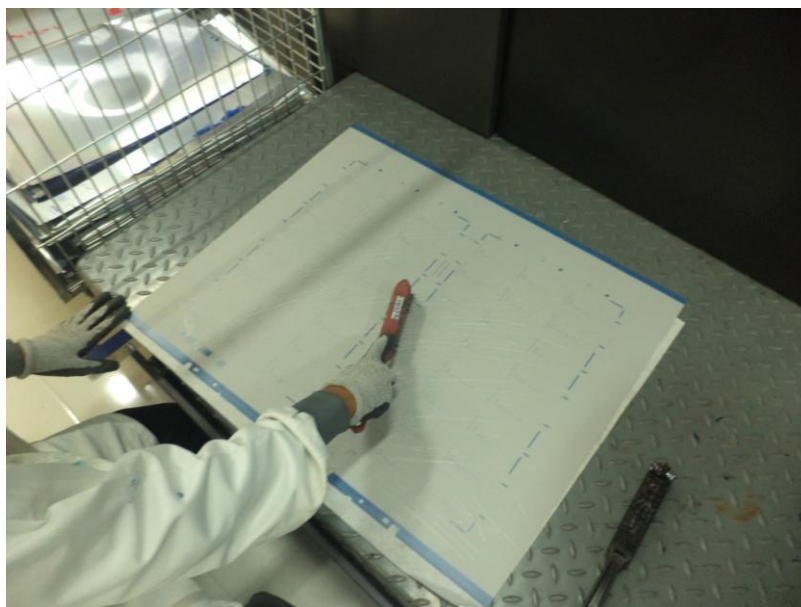
Não existe nenhum tipo de máquina nas instalações atuais da empresa, anteriormente existia um *grinder* (máquina de trituração) no local anterior da empresa, porém com uma mudança de instalações o espaço ficou mais limitado e tal máquina se tornou inviável.

A solução provisória da empresa foi fazer manualmente a descaracterização das chapas por meio de uma escova de aço, o operador não tem o cargo/função de destruidor de chapas e vem de outra função (impressão, auxiliar de impressão, técnico de impressão, manutenção) para executar essa tarefa.

Foi proposto então que fosse desenvolvido um equipamento que executasse a tarefa, para que houvesse uma melhora nos tempos de preparação da máquina tal como aumento no seu tempo produtivo.

## 1.2 Caracterização do Problema

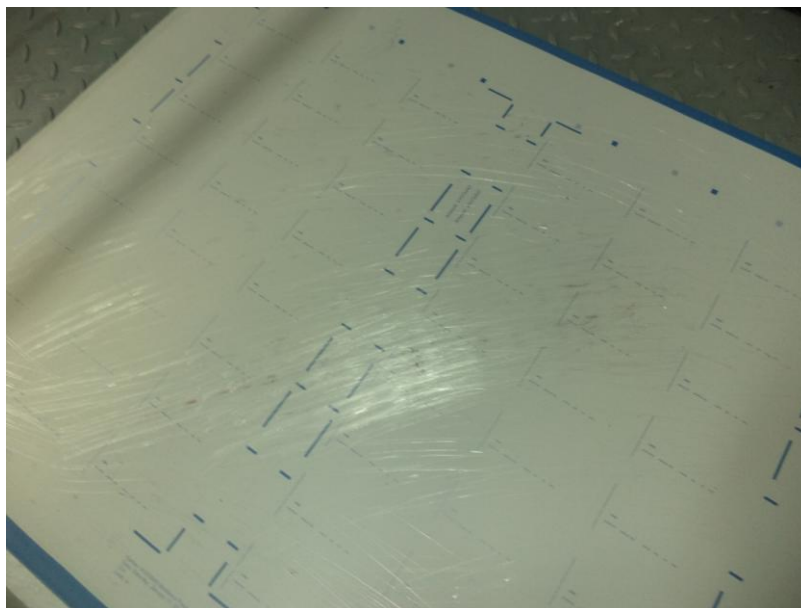
A descaracterização das chapas de impressão atualmente é feita da seguinte maneira: o operador utiliza uma escova de aço pressionando-a contra a gravação da chapa, imagem a imagem, riscando a superfície da chapa e danificando a gravação sendo assim um processo manual e são pelo menos quatro chapas por troca de produto e contendo 48 imagens cada. O processo é exemplificado na figura 1.



**Figura 1 - Processo de descaracterização**  
**Fonte: autoria própria<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> As figuras que não apresentam referência são de autoria própria



**Figura 2 - Chapa pós descaracterização**

Após a descaracterização manual o funcionário dobra a chapa no meio, por questões de armazenamento e para indicar que aquela é uma chapa para descarte e imprópria para a produção.



**Figura 3 - Dobra da chapa**

As chapas são armazenadas em um carrinho ao lado da impressora, devidamente identificado. Quando o carrinho atinge sua capacidade limite o mesmo

é levado para o almoxarifado e descartado numa caçamba designada para coleta seletiva desses materiais.



**Figura 4 - Armazenamento das chapas**

A dificuldade que se apresenta é devida ao grande número de chapas que são descaracterizadas por dia, o tempo empreendido na tarefa afeta diretamente a produção, além de um esforço físico considerável.

### **1.3 Objetivos**

O objetivo principal consiste em desenvolver um protótipo para facilitar a tarefa de descaracterização de chapas de impressão.

#### **1.3.1 Objetivos Específicos**

Para alcançar o objetivo principal, alguns sub objetivos devem ser alcançados:

- Coletar dados relativos a tempo de execução da tarefa, média de chapas por lote, e metodologia de descaracterização de uma empresa.
- Verificar os equipamentos disponíveis no mercado para este fim.
- Desenvolver um equipamento que execute o mesmo fim, manual ou automático, pela metodologia de desenvolvimento de projetos
- Construir um protótipo para testes
- Testar o equipamento em um lote médio de chapas de impressão.



- Coletar dados e comparar com o método convencional, e verificar se o equipamento executou a tarefa, bem como o tempo empreendido, facilidade de uso, esforço físico aplicado e repetitividade.

#### **1.4 Justificativa**

Segundo a empresa cada troca de produto a ser feito na impressão *Offset* exige a troca de pelo menos quatro chapas de impressão, variando até seis. Tendo em vista que a produção na maioria das vezes é variada, ou seja, são vários modelos de produto em pequenos lotes, isso implica que em um turno que em média são feitos quatro produtos diferentes, serão pelo menos 16 até 24 chapas de impressão para serem descaracterizadas, a fábrica trabalha atualmente em dois turnos de impressão dia e se necessário um terceiro turno, totalizaria portanto de 32 até 72 chapas para descaracterizar (podendo variar de acordo com a produção e época do ano), cada chapa pode ser utilizada para imprimir 48 cartões.

Esporadicamente entram em um funcionamento nesta empresa mais duas impressoras *offset* presentes na empresa: Monocolor, que necessita de uma chapa de impressão e Bicolor que necessita de duas chapas para a impressão, sendo assim podem ser adicionadas ainda mais chapas para descaracterização.

Portanto a redução em alguns segundos por chapa de impressão implicaria em um ganho em tempo de produção no final do mês.

Além do aspecto tempo economizado, contabiliza-se ainda os benefícios para a parte humana do procedimento, ou seja, uma possível redução no esforço físico empregado, da probabilidade de uma lesão por esforço repetitivo (LER)

Um equipamento especialmente para este fim também traria uma maior uniformidade para a descaracterização das chapas, o que hoje como visto nas figuras anteriores, não é uma característica do processo. Uma descaracterização uniforme garante que a chapa após o descarte não poderá ser utilizada para a produção.

A operação exige, como foi mencionado, o deslocamento de função de outras áreas, no caso o funcionário poderia estar executando outra tarefa mais produtiva isto prejudica as áreas de onde o funcionário foi deslocado.

Além de todas as razões citadas acima o projeto deverá contribuir para agregar conhecimento aos executantes deste Trabalho de Conclusão de Curso.

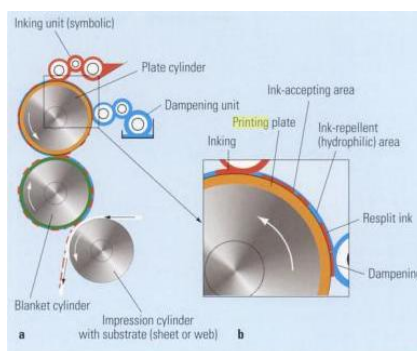
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Impressão *Offset*

As chapas de impressão são utilizadas em um processo de impressão conhecido com *offset printing* (impressão offset). Como descrito por KIPPHAN em Handbook of Print Media (2001).

*Offset printing* se baseia no princípio no qual a tinta que será utilizada na impressão é transferida de um reservatório no topo (*Inking Unit*), por uma série de cilindros horizontais, a quantidade de cilindros, tal como sua velocidade de rotação definem a densidade da tinta que efetivamente será repassada para o cilindro onde a chapa de impressão é fixada (*Plate cylinder*), a tinta adere nas partes não hidrofóbicas, ou hidrofílicas, da mesma, e é transferida por meio rotativo para uma blanqueta (*Blanket cylinder*) que é uma borracha e espelha a gravação da chapa de impressão, e age com um carimbo transferido a tinta para a folha do substrato (*substrate*), seja ele papel, PVC, PC ou PET. Existe ainda um rolo de contra - pressão (*impression cylinder*), que garante que o substrato se mantenha sempre em contato com a blanqueta. Para transferir água para as partes hidrofílicas da chapa é

usado o sistema de *dampening* (*Dampening unit*) que deve ficar localizado antes, pelo sentido de rotação, do reservatório de tinta. Caso contrário, a chapa de impressão (*Printing plate*) será recoberta completamente pela tinta, evitando assim a passagem correta da imagem para a blanqueta. O sistema é demonstrado na figura 5.



**Figura 5 – a. Sistema de impressão offset b. Sistema de transferência de tinta e água**  
**Fonte: Handbook of Print Media**

Todo o sistema anteriormente acima constitui uma “bateria”. Cada bateria pode suportar somente uma cor. Uma impressora *offset* pode ser constituída de várias baterias. A quantidade de baterias depende da necessidade do cliente partindo de uma única bateria (monocolor) até 10 ou mais baterias.

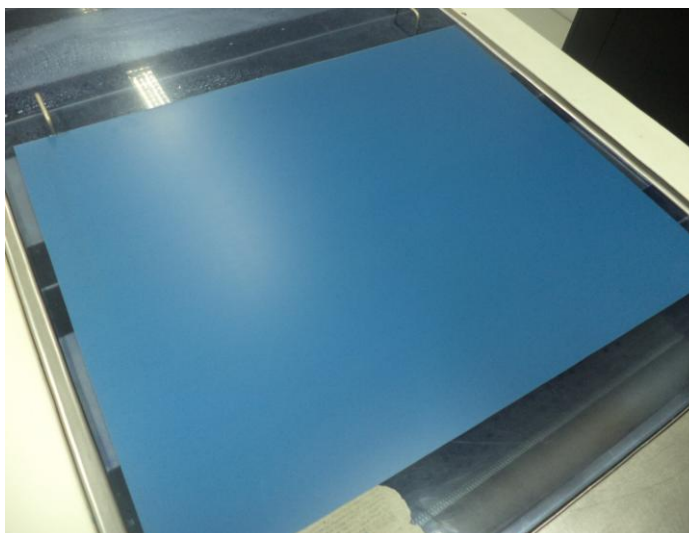
No caso da empresa é adotado o padrão CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, black*), que são as cores básicas para impressão, e a combinação entre elas pode gerar uma grande gama de cores secundárias e terciárias

As impressoras presentes na empresa são uma monocolor (uma única cor), bicolor podendo suportar duas cores, e uma *offset* seis cores suportando o sistema CMYK e ainda conta com duas baterias adicionais com cores que não se encaixam no padrão CMYK, e são definidas a gosto do cliente pela combinação de elementos aditivos (verniz, cristais, tinta invisível, etc.) com cores especiais ou do padrão CYMK.

## 2.2 Chapas de impressão

Como mencionado anteriormente, as chapas de impressão são utilizadas no processo de *offset printing*, e são responsáveis por conter a imagem a ser transferida para o substrato.

De acordo com KIPPHAN as chapas de gravação podem ser feitas de vários materiais, atualmente o mais utilizado na *offset printing* é uma matriz de alumínio com uma camada de fotopolímero sensível a luz. A chapa vem recoberta totalmente pelo foto polímero, que mais tarde será retirado pelo processo de revelação. A figura 6 demonstra um chapa antes da gravação.



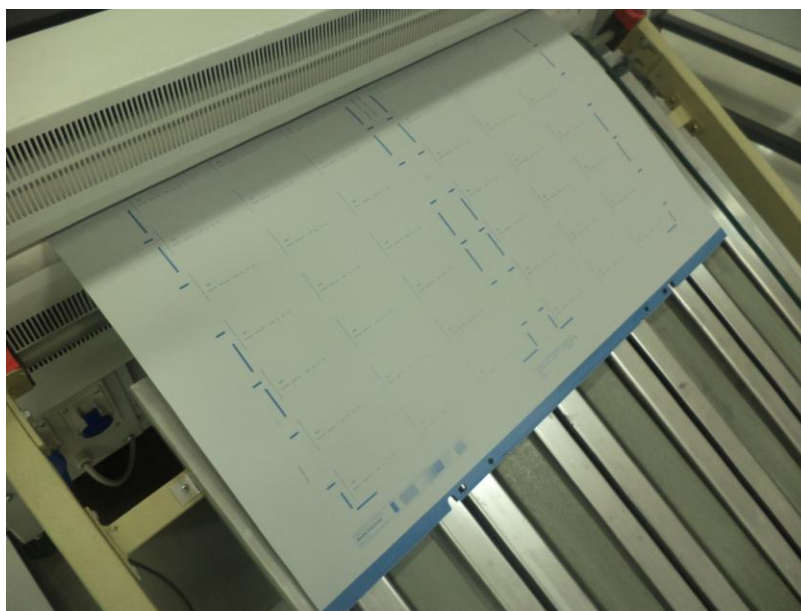
**Figura 6 - Chapa antes da gravação**

Para transferir a imagem criada em computador para a chapa é usado um sistema chamado CTP (*Computer-to-Plate*), que transfere as informações de um arquivo computadorizado da imagem para a gravadora de chapas.

A gravação é uma cura do fotopolímero presente na superfície da chapa de alumínio por meio de um *laser* de gravação presente na gravadora. Existem dois tipos de cura, a positiva, onde a imagem é curada diretamente na chapa, e a negativa, onde um negativo da imagem a ser produzida é curada.

Após a cura a chapa passa por uma reveladora, que tem a função de remover as partes a qual não foi feita a cura. A reveladora utiliza uma série de rolos de

limpeza e uma solução química para efetuar a remoção do material como é possível observar na figura 7, que demonstra uma chapa logo após a revelação.



**Figura 7 - Chapa revelada**

O fotopolímero na superfície da chapa cria duas zonas, uma oleofílica (que aceita a tinta de impressão), e uma zona hidrofílica que tende a atrair a água, repelido assim o óleo, e conseqüentemente a tinta, que será transferida posteriormente para o cilindro da blanqueta. Na figura 8 é apresentada um chapa de impressão com 48 imagens, tais imagens podem conter logotipos, informações e itens de segurança relativos ao cliente ou empresa.

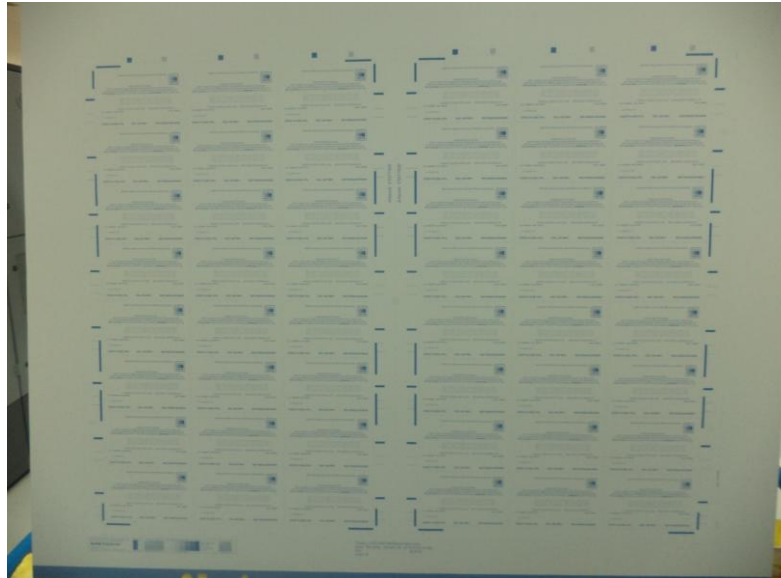


Figura 8 - Chapa de impressão

### 3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do equipamento para descaracterização da gravação de chapas de impressão será importante utilizar conhecimentos adquiridos durante o curso, principalmente os relacionados as disciplinas de Metodologia de Pesquisa e Metodologia de Projetos, ofertadas pelo curso de Engenharia Mecânica da UTFPR, onde foram abordados muitos tópicos sobre, processos de planejamento e métodos para a concepção de produtos.

O procedimento metodológico de projeto utilizado é muito mais vantajoso porque as soluções serão elaboradas com uma forma sistemática através dos métodos apropriados.

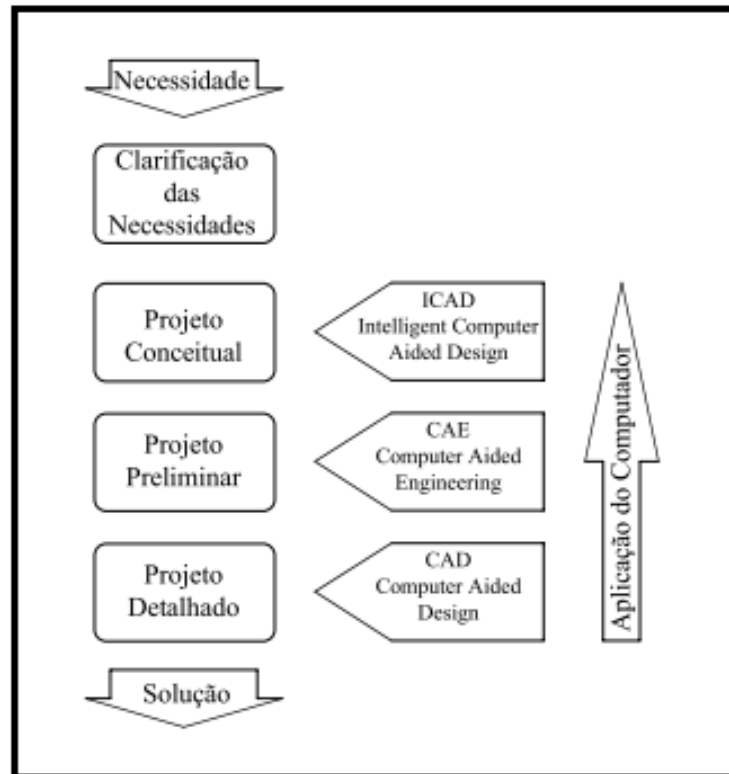
Nesta etapa é importante definir o que vem a ser uma solução ideal, a mesma deve ser entendida como a resposta atende a todas as exigências da lista de requisitos bem como a todas as vontades de forma mais abrangente possível, além de poder ser realizada com as restrições dadas pela empresa, como por exemplo, tempo e custos.

PAHL G. et al (2005) citam que “o processo de projeto pode ser dividido nas seguintes quatro etapas:

- a) Clarificação das Necessidades

- b) Projeto Conceitual
- c) Projeto Preliminar
- d) Projeto Detalhado”

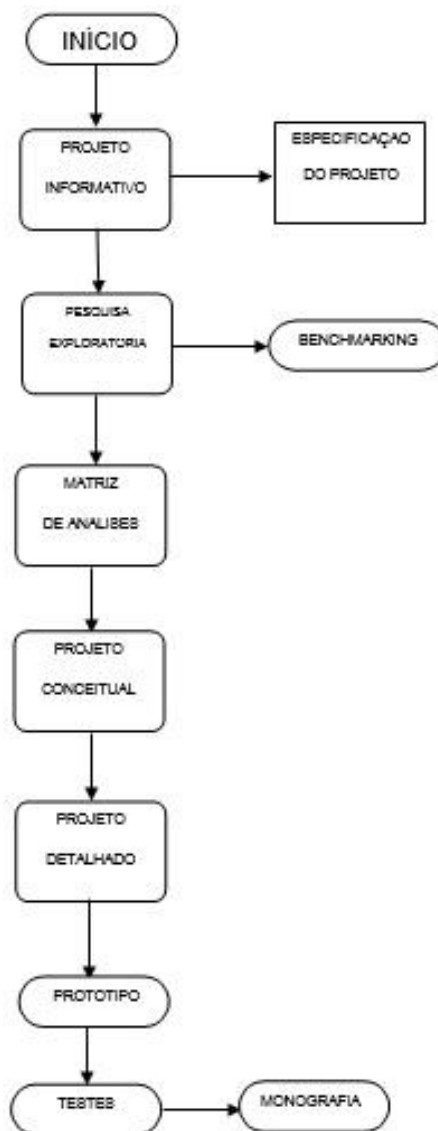
Sendo que a atuação de computadores progride dentro do processo de projeto no sentido inverso das fases. Como mostrado no fluxograma da figura 9:



**Figura 9 – Fluxograma de projetos**  
 Fonte: PAHL G. et al (2005)

### 3.1 Descrição da Metodologia

A metodologia que será utilizada para o desenvolvimento do equipamento foi adaptada da metodologia proposta por PAHL G. et al (2005), a figura 9 apresenta a metodologia na forma mais compactada, a metodologia que será utilizada como estrutura do projeto está apresentada conforme o fluxograma da figura 10 e posteriormente descrita tópico a tópico.



**Figura 10 – Fluxograma da metodologia adotada**

### **3.1.1 Projeto informativo**

Partindo do problema que deu origem a necessidade do produto, esta etapa consiste na análise detalhada do problema de projeto buscando todas as informações para o bom entendimento do mesmo.

### **3.1.2 Pesquisa exploratória**

Nesta etapa do projeto deve ser feita uma revisão bibliográfica a fim de levantar diferentes formas para se descaracterizar a chapa de impressão, fazendo inclusive uma análise de mercado.



### **3.1.3 Matriz de análises**

Com os dados das etapas anteriores em mãos, esta fase é responsável pela análise de tomada de decisões em meio as opções levantadas. Esta análise será feita com matrizes onde serão cruzados valores atribuídos a cada situação.

### **3.1.4 Projeto conceitual**

Nesta etapa do projeto serão utilizadas ferramentas clássicas na Metodologia de Projetos, função global e a estrutura funcional.

### **3.1.5 Projeto detalhado**

O projeto detalhado terá seu modelamento executado na plataforma do *Solidworks* e será detalhado no *CAD*. Nesta etapa também serão feitas simulações de funcionamento do equipamento.

### **3.1.6 Protótipo**

Para demonstrar o funcionamento do dispositivo será confeccionado um protótipo. A parte de compra de materiais e montagem será bancada pela empresa.

### **3.1.7 Testes**

Nesta etapa deve se realizar testes comparando a produção e esforço aplicado dos funcionários com e sem o equipamento. Utilizando-se de questionários e medições dos tempos de execução

Deverá ser analisada a uniformidade e repetitividade do processo quanto a resultados de descaracterização.

## **3.2 Justificativa da Metodologia**

A metodologia escolhida para a elaboração do projeto é possível ser usada pois já se provou eficaz quando seguida, na disciplina de Metodologia de Projetos pré-requisito para TCC1 segundo atual ementa da UTFPR, que foi cursada por ambos os alunos executantes desta proposta.

### **3.3 Etapas do Projeto**

Levantamento de Dados de tempo de execução da tarefa do modo que atualmente ela é executada.

Desenvolvimento do projeto conceitual e do projeto mecânico do protótipo a ser construído.

Construção de um protótipo que atenda a função requisitada, no caso, descaracterização das chapas de impressão, seja ele manual, semiautomático ou automatizado, e que seja de fácil utilização para os operadores, requisitando o mínimo de treinamento e que seja possível de executar manutenção, para estender a sua vida útil.

Levantamento de dados de execução com o equipamento. Comparativo entre as duas formas de execução.

Demonstrativo dos resultados obtidos e comparação com o método manual, tal como uma lista de benefícios, em questão de tempo e retorno financeiro.

### **3.4 Produtos do projeto**

Seguindo os passos acima deve-se alcançar os seguintes produtos do projeto:

- a) Desenvolvimento do projeto.
- b) Protótipo funcional.
- c) Monografia final.

## **4 PROJETO INFORMATIVO**

### **4.1 Introdução**

Neste capítulo iremos discutir sobre o LEA (Levantamento do estado da arte), onde iremos mostrar como é executada a descaracterização das chapas no ambiente atual, e realizar um estudo sobre o material das chapas. Além disso será apresentado o levantamento das necessidades dos clientes.

### **4.2 LEA – Levantamento do estado da arte**

Por se tratar de uma operação não usual, não existe um equipamento específico para descaracterizar chapas de impressão, portanto foi requisitado que fosse criada uma concepção para um equipamento deste tipo.

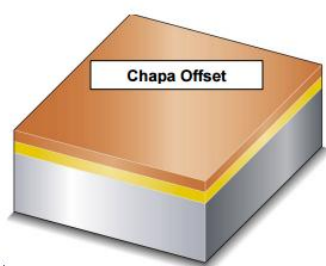
### **4.3 Descaracterização Manual Empregada na Empresa**

A descaracterização foi descrita de maneira detalhada no capítulo 1 na seção 1.2, dessa maneira será apresentado apenas um breve resumo.

O operador utilizando uma escova de aço pressiona a chapa de impressão contra uma bancada e executa inúmeros riscos em sua superfície, assim danificando toda a chapa de impressão. Este método se mostra como uma maneira ineficiente, pois além de o tempo de execução ser relativamente elevado não é possível se obter uma homogeneidade na descaracterização das chapas.

### **4.4 Chapa**

As chapas utilizadas para a impressão (que em seguida necessitam passar por um processo de descaracterização) são compostas basicamente de alumínio tendo uma espessura de  $0,15\text{mm}$ . Para que ocorra o processo de impressão essas chapas recebem a aplicação de duas novas camadas, uma formada por um substrato e outra por um material fotossensível, para que assim possa ocorrer o processo de impressão. A figura 11 mostra as camadas de uma chapa de impressão offset.



**Figura 11 - Camadas da Chapa de Impressão Offset**  
**Fonte:Handbook of Print Media**

O material fotossensível é composto de poliuretano, um material muito comum e amplamente utilizado em diversas áreas processo de impressão (CALLISTER, 2002). O poliuretano é curado por exposição a luz ultravioleta na gravadora de chapas, fazendo com que a região gravada seja oleofílica, absorvendo a tinta no processo de impressão

## 5 PESQUISA EXPLORATORIA

### 5.1 Meios de Descaracterizar a Chapa

#### 5.1.1 Abrasão de Superfície

Segundo STEMMER condiste na perda de material pela passagem de partículas rígidas sobre uma superfície. Para utilizar este método no projeto será necessário utilizar um outro tipo de metal e aplicar um esforço nas chapas para que se consiga retirar as marcações feitas nas chapas de alumínio. Ou seja o dispositivo seria algo que tivesse o mesmo funcionamento de uma lixadeira manual como a mostrada na figura 12.



Figura 12 – Lixadeira Manual

Fonte: <http://www.torchtools.com.br/>

Porém para se utilizar este dispositivo seria necessário realizar várias adaptações para se fixar a chapa e impedir que a mesma escape durante o processo de descaracterização.

### 5.1.2 Químico

Os fotopolímeros utilizados na impressão offset, são da mesma composição que as borrachas líquidas a base de poliuretano curável em luz ultravioleta, como comentado no site da POLYHEX IND. QUIMICA LTDA, uma renomada empresa que comercializa fotopolímeros.

Conhecendo-se o material do fotopolímero é possível encontrar reagentes que combinem quimicamente com o mesmo e o removam das chapas de alumínio descaracterizando as mesmas. Como os fotopolímeros utilizados tem como base o poliuretano, basta utilizar um removedor de poliuretano que é facilmente encontrado no comércio e assim promover uma descaracterização química. Uma possível desvantagem deste método é o uso de materiais químicos corrosivos que podem causar algum dano ao operador, obrigando o mesmo a tomar cuidados adicionais quando realizar a operação.

### 5.1.3 Métodos de Corte

#### 5.1.3.1 Corte por Cisalhamento

O corte por cisalhamento pode ser executado com inúmeros tipos de dispositivos que tenham algum tipo de movimento que permita que ocorra a ruptura do material. Entre os principais podemos citar as guilhotinas e as tesouras que forçam uma lâmina de corte contra o material a ser cortado. Na figura 13 pode-se ver o exemplo de uma tesoura utilizada para cortar chapas de aço juntamente com uma guilhotina ambas com a mesma função e mesmo tipo de corte porém com diferentes limitações.



Figura 13 – Exemplos de Corte por Cisalhamento  
<http://www.artesana.com.br/>

## 5.2 Métodos de Acionamento

### 5.2.1 Manual

O acionamento manual pode parecer o mais barato e mais simples meio de induzir qualquer dispositivo a executar uma determinada função. Para isto basta que o mesmo possua uma alavanca permitindo ao operador acesso e as condições necessárias para exercer o movimento com a força necessária para o correto funcionamento.

Ao se utilizar deste tipo de acionamento deve se tornar alguns cuidados, o principal deles consiste em um estudo da posição na qual irá ocorrer a descaracterização, existe uma variação de esforço e carga dependendo do modo como a operação deverá ser executada. Para avaliar-se a melhor posição utilizaremos o estudo realizado pelo exército americano sobre ergonomia: “*Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics 1988*”.

### 5.2.2 Automático

A automatização de qualquer processo industrial é uma opção muito utilizada pela indústria atual, como citado por PAULO GUILHERME. Pois garante uma rapidez e uma qualidade que muitas vezes é impossível de ser alcançada pela forma manual.

Este método é muito eficaz, porém possui um alto custo o que requer uma análise inicial para ver o quão útil é de se automatizar um determinado processo.

Para este dispositivo existe duas formas principais de automatização a Pneumática e a hidráulica, as mesmas são abordadas nos próximos itens.

#### 5.2.2.1 Pneumático

A automatização utilizando a pneumática segundo a apostila da PARKER consiste na utilização de algum gás ou ar pressurizado para acionar algum tipo de mecanismo, no caso deste projeto seria do mecanismo que fosse executar o corte.

### **5.2.2.2 Hidráulico**

No caso do acionamento hidráulico acontece o mesmo princípio que ocorre no pneumático como descrito na apostila da PARKER, porém ao invés de se utilizar ar ou algum gás se utiliza algum líquido, geralmente água.

O problema de se utilizar equipamentos com este nível de automatização é o aumento do custo.











## **5.3 Benchmarking**

Por se tratar de uma operação muito exclusiva realizada nas empresas que utilizam este tipo de impressão, não existe um produto específico para esta função. Porém é possível adaptar alguns componentes e dispositivos para executar um dano a chapa de impressão que consiga impedir que a mesma volte a ser utilizada.

Nesta seção serão apresentados os principais componentes e equipamentos encontrados no mercado para alcançar o objetivo deste projeto.



Tabela 1- Benchmarking

TIPO	ABRAÇÃO						CISALHAMENTO			QUÍMICO		
	Descrição	Fabricante	Preço Aquisição	Força Necessária	Durabilidade	Dano a Chapa	Peso	Facilidade de Uso	Velocidade		Tamanho	Número de Chapas
		Escova de Aço	Ledan	R\$ 5,00	Alta	Medio	Leve	Facil	Media	Pequeno	200	R\$ 0,03
		Lixadeira Automatica	Bosch	R\$ 201,54	Baixa	Alto	Medio	Medio	Rapido	Medio	10000	R\$ 0,02
		Lã de Aço	Bom Bril	R\$ 2,00	Alta	Baixo	Leve	Facil	Baixa	Pequeno	5	R\$ 0,40
		Eponja Multiuso	Scott-Brite	R\$ 2,50	Alta	Baixo	Leve	Facil	Baixa	Pequeno	5	R\$ 0,50
		Buchta Vegetal	Global	R\$ 5,00	Alta	Baixo	Leve	Facil	Baixa	Pequeno	5	R\$ 1,00
		Eponja de Aço	Zipp	R\$ 5,00	Alta	Baixo	Leve	Facil	Baixa	Pequeno	2	R\$ 2,50
		Dobradeira de Chapas	Paraná Equipamentos	R\$ 3.500,00	Baixa	Alto	Pesado	Dificil	Media	Grande	100000	R\$ 0,04
		Gulhotina	Marrod	R\$ 1.348,00	Baixa	Alto	Pesado	Medio	Media	Grande	100000	R\$ 0,01
		Espatula	Stanley	R\$ 7,90	Alta	Medio	Leve	Facil	Medio	Pequeno	1000	R\$ 0,01
		Removedor Poliuretano	Selena Sulamericana	R\$ 20,00	Baixa	Alto	.....	Dificil	Baixa	.....	100	R\$ 0,20

Observando a tabela 1 é possível concluir que os métodos abrasivos possuem um preço de aquisição relativamente mais baixo quando comparado com os demais métodos, porém a durabilidade destes produtos para a execução da tarefa não se mostra competitiva se comparada com o método de cisalhamento, o qual ao contrário dos métodos abrasivos possui alto custo de aquisição e alta durabilidade. Já o método químico está localizado entre as duas possibilidades anteriores.

## 6 MATRIZ DE ANÁLISES

Como mencionado anteriormente esta etapa consiste na análise detalhada do problema para obter uma concepção do produto. Neste capítulo serão apresentados as necessidades dos clientes, os requisitos de projeto, a casa da qualidade e as especificações do produto.

### 6.1 Requisitos da qualidade

As necessidades dos consumidores são, na maioria dos casos, qualitativas e não podem ser quantificadas. Por isso é necessário que antes de se iniciar o projeto seja definida uma série de requisitos. Estes são levantados com os clientes, no caso a empresa responsável e os operadores do dispositivo de descaracterização. Os requisitos de projeto são apresentados nas tabela 2.

**Tabela 2 – Requisitos de Projeto**

Referência	Necessidades dos Clientes	Valor do cliente
1	Desgaste	4
2	Facilidade de Uso	3
3	Baixo Esforço	4
4	Fácil manutenção	3
5	Robusto	2
6	Custo Baixo	4
7	Aparência	1
8	Ser Leve	1
9	Segurança	4
10	Agressão ao Ambiente	3
11	Portabilidade	1
12	Executar Múltiplas Descaracterizações	2
13	Peças de Reposição	3
14	Alta Velocidade de Descaracterização	3
15	Tempo Baixo de Operação	3

**Tabela 3 – Requisitos de Qualidade**

<b>Requisitos da Qualidade</b>
Número Ações
Peso
Dimensão
Operações
Troca Agente Descaracterizador
Custo
Tempo Execução
Número Partes Moveis
Componentes Reguláveis
Peças Comerciais
Capacidade de Chapas
Esforço Físico

Tais requisitos foram definidos pela equipe de projeto de forma arbitrária para a construção da casa da qualidade exposta no próximo item, sem os mesmos seria impossível dar continuidade ao desenvolvimento do projeto.

## 6.2 Casa da qualidade

Com os dados do levantamento dos clientes e os requisitos da qualidade foi possível elaborar a casa de qualidade do projeto em questão onde é possível ver com clareza quais as características mais importantes que o produto deve ter e quais dessas deve-se tomar cuidados especiais no momento da execução do projeto. Na figura 14 é possível ver a casa da qualidade.

Necessidades	Requisitos de Projeto											Valor do Cliente	
	Número de Ações	Peso	Dimensão	Operações	Troca do Agente Descaracterizador	Custo	Tempo de Execução	Número de Partes Móveis	Componentes Reguláveis	Peças Comerciais	Capacidade de Chapas		Esforço Físico
Desgaste	B			B	A	B	C	C					4
Facilidade de uso	A	C	C	A	C		A	C	C		C	A	3
Baixo esforço	A	C	C	A			B		B		A	A	4
Facil manutenção		B	A		A	A	C	A	A	A		C	3
Robusto		A	A		C	A	A	A	B	B	C		2
Custo Baixo		A	A	C	A	A	A	B	B	A		C	4
Aparência		C	C			A		C	C	C			1
Ser leve	C	A	A	C		A	B	B	B	B	C	A	1
Segurança	A	B	B	A	C	C	C	B			C	A	4
Agressão ao Ambiente		C	C		A	B					B		3
Portabilidade	C	A	A	C	C	B	C	A	A	A	A	B	1
Executar Múltiplas Descaracterizações	B		C	A	B	B	A				A	A	2
Peças de Reposição					A	A		C	C	A			3
Alta Velocidade de Descaracterização	A			A	A	A	A	C			B	A	3
Tempo Baixo de Operação	A			A	C	C	A		C		A	A	3
<b>Unidade</b>	N	Kg	MM	N	N	R\$	S	N	N	N	N	Grau	
<b>Total</b>	105	72	80	113	113	122	102	71	63	63	78	124	
<b>Ranking</b>	5	3	7	4	3	2	6	10	12	11	8	1	

Legenda		
A - Fraco	B - Mediano	C - Forte

Figura 14 – Casa da Qualidade

Na coluna da esquerda da casa da qualidade é possível ver as necessidades dos clientes que foram consideradas como as mais importantes. O valor do cliente consiste no peso que cada necessidade possui variando de 1 até 4 sendo que os com o menor grau de importância foi atribuído o número 1 e aumentado até os mais significativos com o valor 4. Na vertical tem-se os requisitos do projeto que quando comparados com as necessidades do cliente recebem uma nota que pode ser A, B,

C ou nada (quadros em branco). Para a letra A foi atribuído o valor 1, para a B o 3 e para a letra C o número 5.

Multiplicando-se a nota obtida ante as necessidades do cliente e os requisitos de projeto com os valores do cliente foi possível obter o valor de cada requisito de projeto e assim poder analisar qual deles seria o mais importante para o projeto em questão.

Na tabela 4 pode-se ver o ranking indicando a ordem de importância de cada item analisado pelos requisitos de projeto.

**Tabela 4 –Ranking dos Requisitos de Projeto**

<b>RANKING</b>	
Esforço Físico	1
Custo	2
Troca Agente Descaracterizador	3
Operações	4
Número de Ações	5
Tempo de Execução	6
Dimensão	7
Capacidade de chapas	8
Peso	9
Número de Partes Moveis	10
Peças Comerciais	11
Componentes Reguláveis	12

A correlação entre os requisitos da qualidade é demonstrada na tabela 5, esta correlação demonstra quais requisitos afetam os demais

**Tabela 5 – Requisitos de Qualidade**

<b>Requisitos da Qualidade</b>	<b>Relacionado com as Necessidades dos Clientes</b>
Número Ações	1-2-3-8-9-11-12-14-15
Peso	2-3-4-5-6-7-8-9-10-11
Dimensão	2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12
Operações	1-2-3-6-8-9-11-12-14-15
Troca Agente Descaracterizador	1-2-4-5-6-9-10-11-12-13-14-15
Custo	1-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15
Tempo Execução	1-2-3-4-6-8-9-11-12-14-15
Número Partes Moveis	1-2-4-5-6-7-8-9-11-13-14
Componentes Reguláveis	2-3-4-5-6-7-8-11-13-15
Peças Comerciais	1-4-5-6-7-8-11-13
Capacidade de Chapas	2-3-5-8-9-10-11-12-14-15
Esforço Físico	1-2-3-4-6-8-9-10-11-14-15

## 6.3 Geração de alternativas

### 6.3.1 Técnica empregada para geração de alternativas

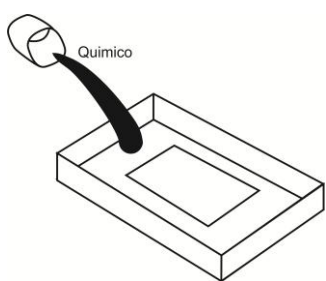
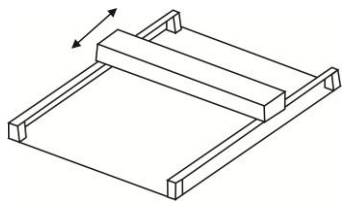
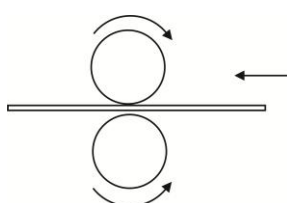
Para encontrar as alternativas de nosso projeto foi utilizado o método do *Brainstorm*, como proposto por Pahl G. et al (2005), que era uma discussão dos membros da equipe apresentando inúmeras ideias para o objetivo do projeto.

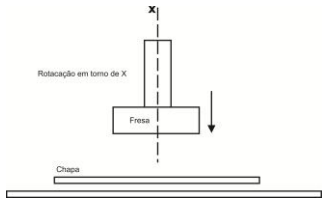
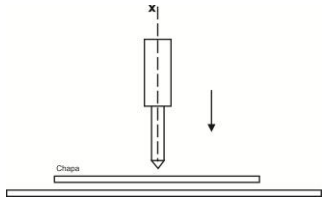
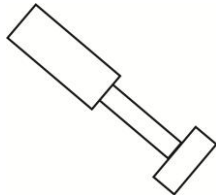
A matriz de análise de métodos se encontra no apêndice A.

### 6.3.2 Descrição das concepções

Ao final do *Brainstorm* chegou-se a 6 possíveis alternativas dentre todas as possibilidades encontradas na matriz de análise. As alternativas são demonstradas na forma de matriz de análise de alternativas no apêndice B e descritas na tabela 6.

**Tabela 6 –Descrição das alternativas**

Alternativa	Descrição
01-Cubeta química 	Uma cubeta química na qual seria colocadas várias chapas e depois adicionado elemento químico de descaracterização (solvente), após a reação as chapas seriam descaracterizadas
02-Mesa lixadora de chapas 	Um mesa na qual o agente descaracterizador (Lixa) exerce movimento linear sobre a chapa a fim de descaracteriza-la
03-Escova de aço rotatória 	Uma esteira conduz a chapa para dois rolos rotativos no qual são fixadas escovas de aço, se assemelhando a um picotador de papel.

<p>04-Mesa fresadora</p>  <p>Rotacção em torno de X</p> <p>Fresa</p> <p>Chapa</p>	<p>Uma fresadora que utilizaria o princípio da usinagem por desbaste para a remoção do material da chapa</p>
<p>05-Punçoneira pneumática</p>  <p>Chapa</p>	<p>Seriam feitos furos na chapa através de punções pneumáticas localizados ao longo da extensão da chapa</p>
<p>06-Lixadeira portátil</p> 	<p>Uma lixadeira portátil que exerce movimento rotativo e utiliza uma lixa refil para a remoção do material</p>

### 6.3.3 Avaliação das alternativas

Após as alternativas terem sido sugeridas pela equipe, foi criada a tabela 7 comparando cada alternativa com uma que foi chamada de referência. A referência foi escolhida aleatoriamente. Foram dados valores e pesos para cada requisito de projeto.



Tabela 7 – Requisitos de Qualidade

Requisitos do Projeto	Esforço físico	Custo	Troca Agente Descaracterizador	Operações	Numero de Ações	Tempo de Execução	Dimensão	Capacidade de chapas	Peso	Numero de Partes Moveis	Peças Comerciais	Componentes Regulaveis	Comparação com Referência
<b>Pontos</b>	15	13	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
<b>Ponderação</b>	0.15	0.13	0.11	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	<b>1</b>
<b>Alternativa 1</b>	0.00	0.13	-0.11	0.10	0.00	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.00	<b>0.49</b>
<b>Alternativa 2</b>	-0.15	0.13	0.11	0.00	-0.09	-0.08	0.07	0.00	0.06	0.05	0.05	0.05	<b>0.20</b>
<b>Alternativa 3</b>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.08	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	0.00	<b>0.38</b>
<b>Alternativa 4</b>		<b>R</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>R</b>	<b>Ê</b>	<b>N</b>	<b>C</b>	<b>I</b>	<b>A</b>		<b>0.00</b>
<b>Alternativa 5</b>	0.00	0.00	0.11	-0.10	0.00	-0.08	0.07	0.00	0.06	0.05	-0.05	0.05	<b>0.11</b>
<b>Alternativa 6</b>	-0.15	0.13	-0.11	0.10	-0.09	-0.08	0.07	0.00	0.06	0.00	0.00	0.05	<b>-0.02</b>

Como pode-se ver na figura, a melhor alternativa foi a primeira seguida pela alternativa terceira, segunda, quinta, quarta e por fim a sexta alternativa.

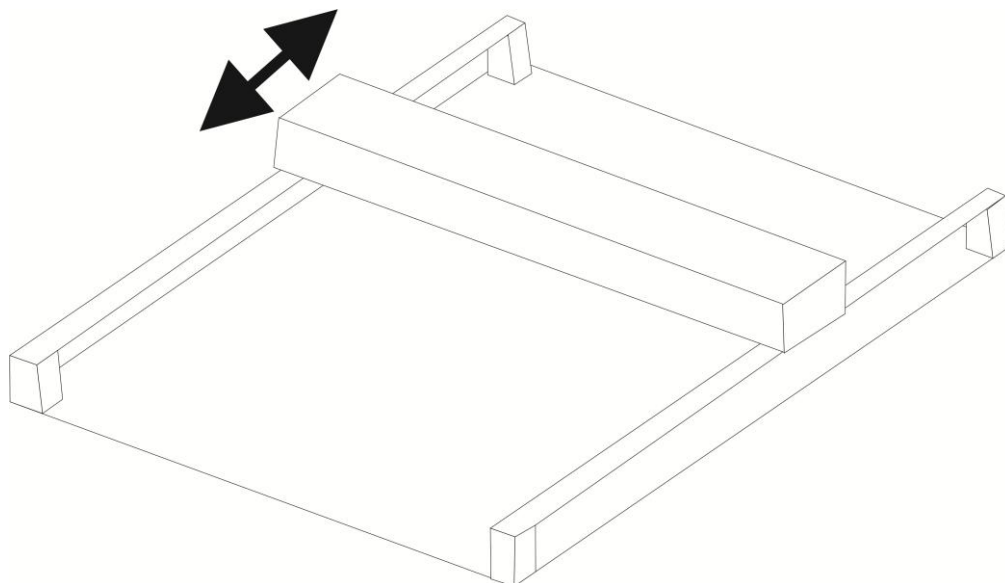
Porém ao apresentar a solução mais bem ranqueada dentre as possíveis, foi alertado pelo departamento responsável que a cubeta química necessitaria de um sistema de encanamento próprio e independente da rede existente na planta para o descarte do químico descaracterizador (solvente), portanto necessitaria de uma alteração completo no *layout* da fábrica, o que a inviabilizou-a.

Partiu-se para a segunda opção mais bem ranqueada, mas ocorreu o desligamento de um dos membros da equipe da empresa fazendo com que o custo do protótipo fosse muito intangível para que os membros da equipe dessem continuidade nesta alternativa.

Por fim, foi escolhida então a 3º colocada, muito mais viável e dentro da realidade de execução da equipe.

#### 6.4 Descrição da alternativa escolhida e desenho conceitual

A alternativa escolhida foi a terceira colocada conforme citado no item anterior, consiste em uma base que sustenta uma treliça móvel contendo o agente descaracterizador, o movimento se dará de forma linear alternada e será de forma manual. A figura 15 representa uma ideia inicial do projeto.



**Figura 15 – Desenho Conceitual**

É possível aproveitar alguns sistemas de deslocamento das outras alternativas, a exemplo da puncionadora pneumática, que executa movimento linear, porém, em outro eixo de orientação, porém, o custo para a instalação de um pistão pneumático excederia a disponibilidade, portanto, optou-se por manter a concepção original.

## 7 PROJETO CONCEITUAL

### 7.1 Descrição do projeto conceitual

Esta seção tem por fim a descrição da alternativa selecionada anteriormente via as matrizes de análise, apresentando a função global da alternativa, sua estrutura funcional Função global

#### 7.1.1 Função global

Para a melhor compreensão do funcionamento do equipamento é necessário a criação da função global do mesmo. A função global da alternativa é exposta na figura 16:

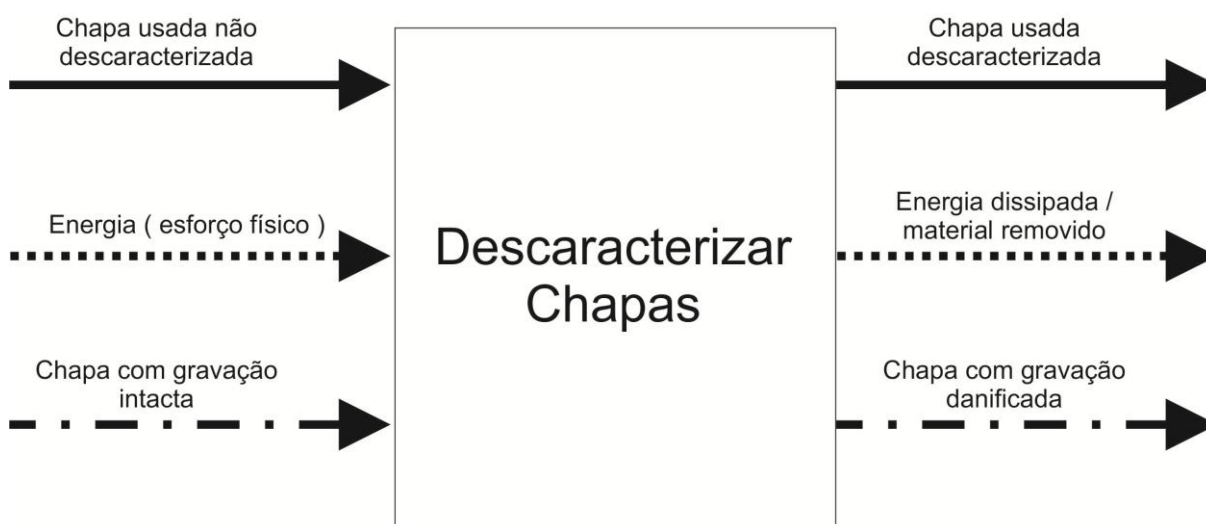
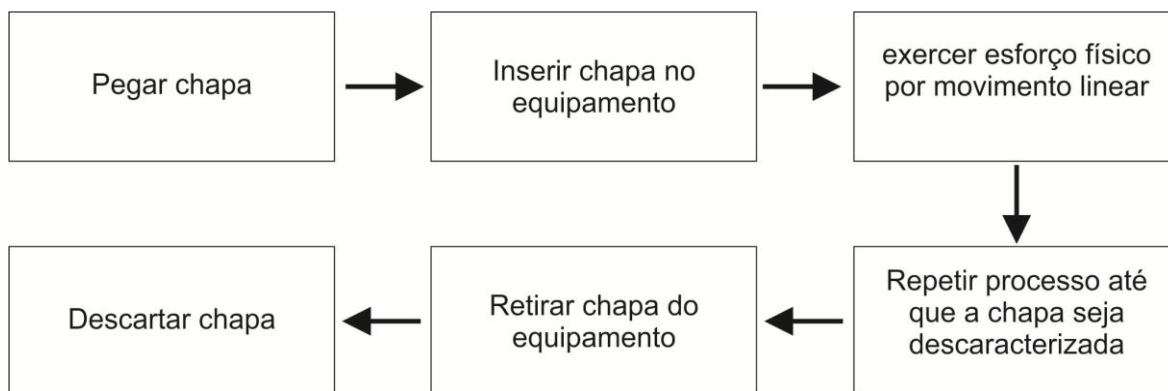


Figura 16- Função Global

A função global agrega todos os aspectos de entrada e saída de material energia e sinais visuais perceptíveis necessários para o funcionamento do equipamento

#### 7.1.2 Estrutura funcional

Na figura 17 é mostrada a estrutura funcional do equipamento, pode-se dizer que a estrutura funcional é um fluxograma que deve ser seguido para o funcionamento correto do equipamento



**Figura 17 – Estrutura Funcional**

Para um funcionamento correto da solução proposta o fluxograma da estrutura funcional deve ser seguido, a seguir são detalhados os passos do fluxograma.

- a) O operador deverá pegar um chapa para descaracterização e deverá posicioná-la sobre a base do equipamento.
- b) O mesmo deve prender a chapa utilizando as garras de fixação.
- c) Executa-se então um movimento linear, pressionando os manetes de acionamento para baixo e empurrando toda a ponte rolante para longe do corpo
- d) Repete-se o processo até que a chapa seja descaracterizada.
- e) Retira-se a chapa do equipamento e a coloca na pilha de chapas descaracterizadas.

## 8 PROJETO DETALHADO

A partir da concepção cada componente foi dimensionado e detalhado. O projeto detalhado foi feito na ferramenta CAD, e nela foi possível criar a lista de materiais necessários para a montagem do protótipo.

A tabela completa de materiais pode ser encontrada no apêndice E.

### 8.1 Dimensionamento de Componentes

Alguns componentes tiveram que ser dimensionados com mais cautela que os demais, pois era extremamente necessário que os mesmos possuíssem algumas características específicas. O dimensionamento destes componentes é mostrado a seguir.

#### 8.1.1 Base

A base foi dimensionada a partir do tamanho da chapa, a modo que a base deveria comportar o tamanho da chapa na sua totalidade.

#### 8.1.2 Mola

Segundo NORTON (2004), é possível dimensionar uma mola de compressão desde que se conheça alguns dados, como a força que se deve aplicar, o deslocamento da mola e a constante elástica da mesma.

Para o projeto em questão a mola foi dimensionada de maneira que suportasse o peso do suporte da lixa, da base inferior e dos manetes além de possuir um deslocamento de 15mm, que foi considerado um valor plausível para a elevação do agente descaracterizador. Sendo assim fica simples fazer o cálculo da constante elástica da mola. A força que este sistema deveria suportar é de 66N porém o sistema deve possuir 4 molas o que acaba dividindo este valor pelas 4 molas do sistema

$$F (\text{Força}) = 16,5\text{N} \quad x (\text{Deslocamento da Mola}) = 15\text{mm}$$

Através da Lei de Hook calculamos que o valor de k (Constante elástica) é de:

$$K = 1100 \text{ N/m} (1,10 \text{ N/mm})$$

Com esta informação é possível selecionar uma mola comercial, para isto utilizamos o catalogo da *Associated Spring*, mostrado na figura 18.

FILO ARMONICO DIN 17223										ACCIAIO INOX DIN 17224				
Do Diam est mm	d Diam Filo mm	Lo Lung libera mm	L1 Lung min lavoro mm	A Diam perno mm	H Sede mollamm	P1 Carico a L1 N	P/f Carico fless. unit. N/mm	Sh Altezz a blocco mm	Nr. Part.	Cod. Prezzo	P1 Carico a L1 N	P/f Carico fless. unit. N/mm	Nr. Part.	Cod. Prezzo
6.00		24.0	17.4				6.51	14.5	D11880	B		5.42	D21880	D
		34.5	24.6				4.40	20.5	D11890	B		3.67	D21890	D
7.30		10.0	7.3				11.57	5.5	D11900	B		9.64	D21900	D
		14.5	10.1				7.39	7.5	D11910	B		6.16	D21910	D
		21.5	14.3	4.9	7.8	34.13	4.79	10.5	D11920	B	28.43	3.99	D21920	D
		30.5	19.9				3.26	14.5	D11930	B		2.72	D21930	D
		43.5	28.3				2.20	20.5	D11940	B		1.83	D21940	D
9.00	1.00	13.0	7.3				5.68	5.5	D11950	B		4.73	D21950	D
		19.0	10.1				3.61	7.5	D11960	B		3.01	D21960	D
		28.5	14.3	6.5	9.6	33.15	2.33	10.5	D11970	B	27.61	1.94	D21970	D
		40.5	19.9				1.59	14.5	D11980	B		1.32	D21980	D
		59.0	28.3				1.08	20.5	D11990	B		0.90	D21990	D
11.00		17.5	8.0				2.90	5.5	D12000	B		2.42	D22000	D
		26.0	11.2				1.85	7.5	D12010	B		1.54	D22010	D
		39.0	16.0	8.4	11.8	27.36	1.20	10.5	D12020	B	22.79	1.00	D22020	D
		56.0	22.4				0.81	14.5	D12030	B		0.67	D22030	D
		81.5	32.0				0.55	20.5	D12040	B		0.46	D22040	D
13.50		24.0	9.4				1.49	5.5	D12050	B		1.24	D22050	D
		36.5	13.4				0.95	7.5	D12060	B		0.79	D22060	D
		55.5	19.4	10.8	14.4	21.07	0.61	10.5	D12070	B	18.30	0.51	D22070	D

Figura 18 –Catálogo de Molas *Associated Spring*

Como pode-se ver a mola selecionada apresenta um K muito próximo ao calculado, além de apresentar um diâmetro compatível com os requisitos do projeto. Portanto o modelo selecionado é o D11990.

### 8.1.3 Lixa

A lixa funciona como o agente descaracterizador do equipamento a mesma deve ser fixada na parte inferior do suporte da lixa e possuir dimensões que permitam que ela envolva a parte superior também. A fixação dela se dá envolvendo a parte inferior e parte da superior do suporte da lixa após esse procedimento utiliza-se as borboletas dos parafusos de fixação para que aja o aperto da lixa contra a base inferior fazendo com que a mesma não se mova.

A granulometria da lixa deve-se encontrar na faixa de 60 a 80, baseando-se na norma ANSI *Standard B 74.12-1977 "Specification for Size of Abrasive Grain"*, e considerada por STEMMER, na categoria de grãos grossos que são utilizados em operações de corte e limpeza

### 8.1.4 Manípulo

O manípulo (manete) foi dimensionado a modo que o mesmo manuseável pela mão humana

### **8.1.5 Guias**

As guias foram dimensionada a partir do *pillow block* comercial, o qual é um rolamento linear que têm um diâmetro para encaixe de guia de 16mm. Por se tratar de um carga leve não é necessário uma espessura excessiva, e nem uma análise de forças. Por fim selecionou-se um eixo de alumínio 1100 com 16mm de diâmetro externo e 1mm de parede e 1m de comprimento, suficiente para cobrir toda a extensão da base.

### **8.2 Demais componentes**

Para componentes especiais (não comerciais) foram feitos os desenhos e especificações técnicas necessárias para a fabricação. Tais componentes aparecem na tabela seguidos de um asterisco (\*), os desenhos dos mesmos se encontram no apêndice C.

O desenho de montagem do conjunto se encontra no apêndice D.

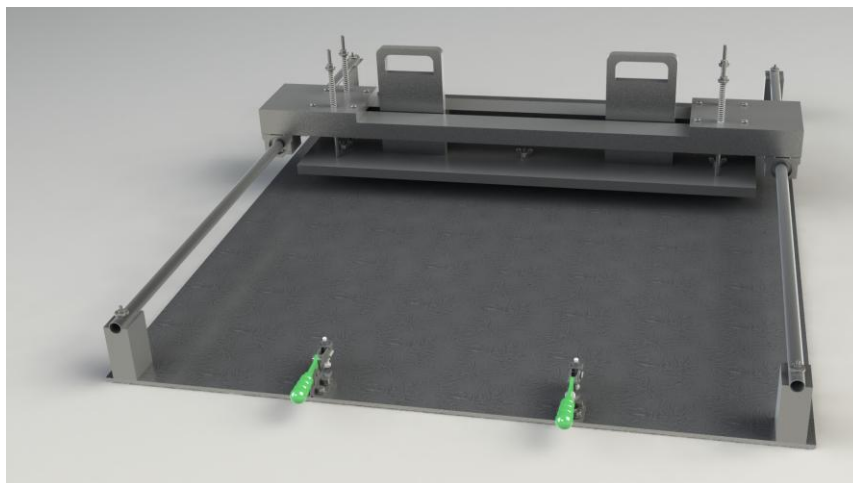
### **8.3 Especificação do material**

A especificação do material da base e dos componentes especiais deu-se através da necessidade de um material leve que resistisse a corrosão de possíveis solventes, portanto optou-se pelo alumínio 1100 que segundo CALLISTER (2002), apresenta essas características e é facilmente encontrado no mercado sendo amplamente utilizado no setor alimentício e de utensílios domésticos

Além dessas características é um material relativamente mais barato se comparado com outras ligas de alumínio.

## 8.4 Renderização final

Na figura 19 segue uma renderização 3D do projeto final:



**Figura 19 –Renderização 3D do Projeto Final**

A renderização foi feita no *software Photoworks 360*, um suplemento incluído no pacote do CAD *solidworks*.



## 9 PROTÓTIPO

### 9.1 Estratégia empregado

Vale ressaltar que o protótipo é um objeto de demonstração e não reflete a qualidade final do produto porém a função que o mesmo desempenha deverá ser a mesma e deverá ser desempenhada satisfatoriamente.

A modo que o orçamento para a construção do protótipo foi limitado após a saída de um dos membros da equipe da empresa que propôs a oportunidade, necessita-se que se busque alternativas na questão de materiais e métodos para que existisse a disponibilidade, porém se ateuve na questão que os mesmos deveriam executar as mesmas funções propostas no projeto detalhado.

A troca de materiais por materiais mais baratos não garante uma durabilidade melhor porém para fins de demonstração conclue-se que seria plausível a troca.

Para a execução de processos específicos (usinagem) utilizou-se uma fresa de alta rotação multiuso da marca dremel, modelo Dremel 300. Tal fresa tem a possibilidade de encaixe de diversas ferramentas (Ponteiras), portanto sua versatilidade é muito ampla e possibilitou a execução simples e fácil da maioria dos processos. Para o encaixe e montagem dos elementos de fixação foram utilizadas as chaves correspondentes ao elemento de fixação: chave de fenda e chave de boca.

O esquema geral do protótipo é apresentado na figura 20:

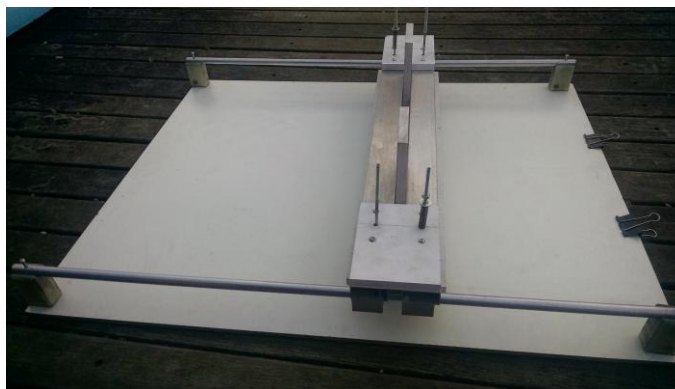


Figura 20 – Esquema geral do Protótipo

### 9.1.1 Descrição do protótipo

Para a construção do protótipo foram utilizados diversos materiais, os quais estão dispostos na tabela 8:

**Tabela 8 – Lista de Materiais do Protótipo**

<b>Elemento</b>	<b>Material sugerido no projeto detalhado</b>	<b>Material utilizado no protótipo</b>
Base	Alumínio	Madeira
Suporte dos eixos guia	Alumínio	Nylon
Eixos guia	Alumínio	Alumínio
Estrutura do mecanismo descaracterizador	Alumínio	PVC
Treliça de suporte do mecanismo descaracterizador	Alumínio	Alumínio e PVC
Grampo fixador	Grampo de ação rápida	Grampo de papelaria
Agente descaracterizador	Lixa com base em alumínio, removível	Lixa com base em pvc, removível
Rolamento linear (Pillow Block)	Alumínio	Alumínio
Parafusos e elementos estruturais de conexão	Aço inox	Aço

Apesar dos materiais utilizados terem uma durabilidade menor, a equipe optou por usa-los pelo fim do protótipo ser a demonstração do princípio proposto e não a durabilidade, isso possibilitou que o custo não excedesse a disponibilidade da equipe.

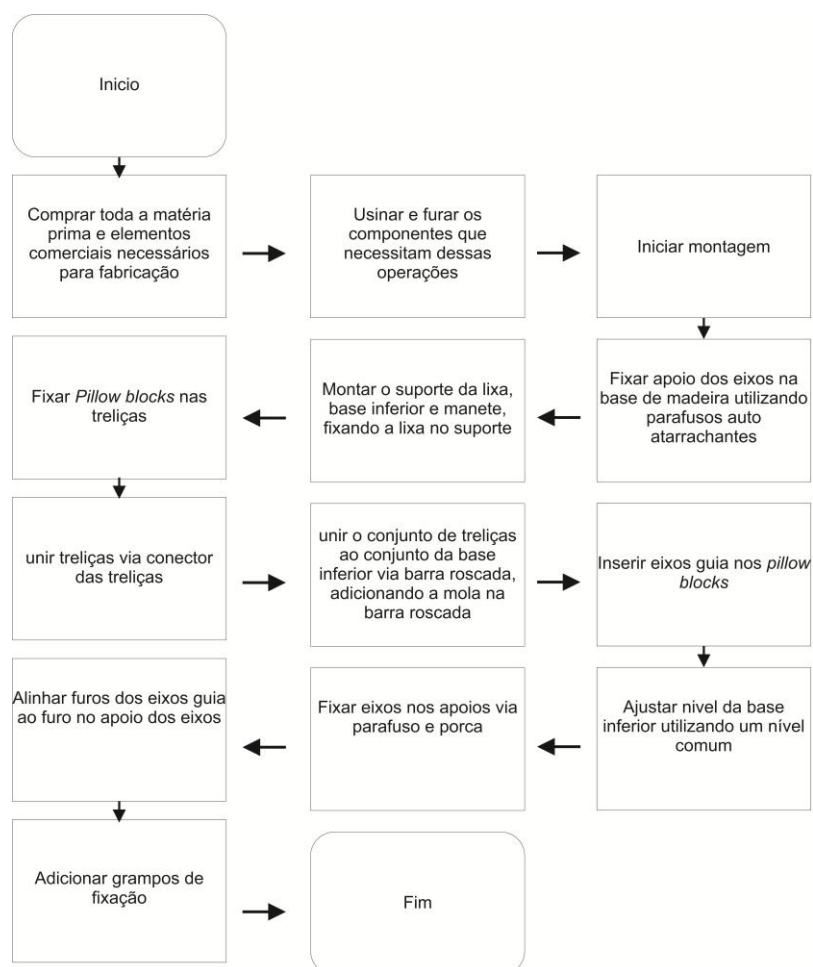
Porém as especificações de componentes específicos seguiram conforme projeto detalhado.

Teve-se mudanças na especificação de parafusos por alguns mais comercialmente comuns, porém que seguissem a lógica que deveriam executar a mesma função, da mesma forma. As mudanças são apresentadas na tabela 9.

**Tabela 9 – Lista de parafusos alterados**

Parafuso Original	Parafuso Utilizado
Parafuso Allen DIN 912 - M5x10	Parafuso fenda DIN 912 - M5x40
Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x30	Parafuso Cabeça de Panela 3/16" x30
Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x50	Parafuso Cabeça de Panela 3/16" x50
Barra Roscada - M6x120	Barra Roscada – 1/4" x120

A construção foi feita seguindo o fluxograma exposto na figura 21:

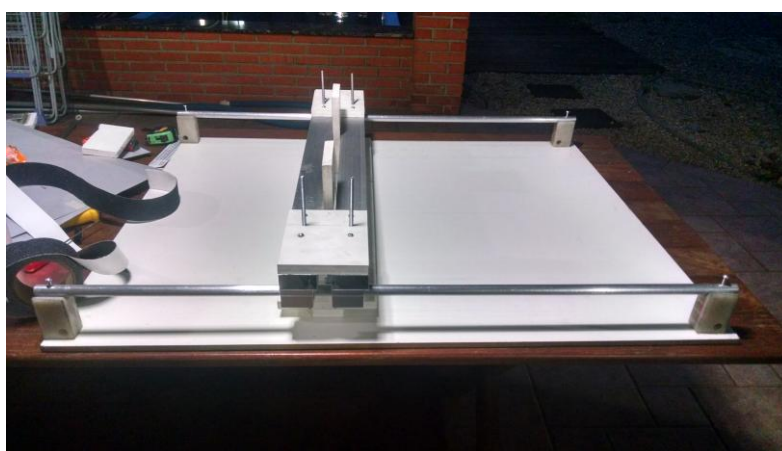


**Figura 21 – Fluxograma de fabricação do protótipo**

O corte e usinagem dos elementos de PVC foram feitos na fresa dremel 300. Este material não exigiu potência elevada da fresa por se tratar de um material muito leve e de fácil desbaste.

Os furos da treliça de suporte do agente descaracterizador foram feitas em uma furadeira mais potente pois o mesmo exigiu uma potência elevada.

Após o corte, usinagem e conformação dos materiais foi efetuada a montagem e fixação (através dos elementos de fixação), na base principal do protótipo conforme figura 22.



**Figura 22 – Montagem Parcial do Protótipo**

Para finalizar foram feitos ajustes da altura do agente utilizando as barras roscadas de apoio via as porcas de fixação, utilizando um nível para que o agente ficasse nivelado e estabilizado durante o processo conforme figura 23.



**Figura 23 - Montagem Final do Protótipo**

### **9.1.2 Testes preliminares**

Foram realizados testes preliminares nas chapas cedidas por outra empresa, por várias pessoas, para que fossem excluídos os fatores humanos que interferem no resultado da descaracterização, estas chapas não contem itens de segurança mas para fins de teste poderiam ser utilizadas

### **9.1.3 Resultados preliminares**

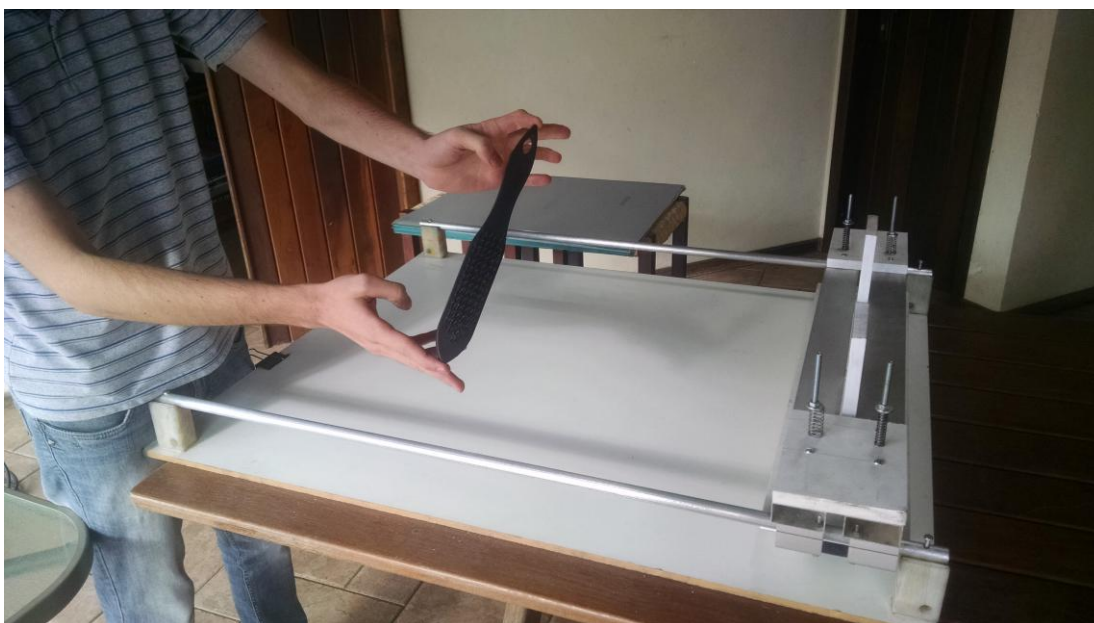
O protótipo apresentou resultados satisfatórios na descaracterização das chapas, sendo que a área coberta pelo agente foi dentro do esperado, o deslocamento pelas guias lineares não exige muito esforço, ocorrendo de forma simples e intuitiva. Se necessário ocorrer, a troca do agente descaracterizador provou ser levemente difícil pois o espaço disponível é reduzido, mas uma vez que o agente é removido a troca do mesmo é simples e o encaixe ocorre de forma mais fácil.

## 10 TESTES

Com o protótipo montado, foram executados alguns testes iniciais para comprovar o funcionamento do dispositivo. Em seguida foi elaborada uma metodologia de testes para que se pudesse comparar o método utilizado atualmente com o proposto no presente trabalho.

### 10.1 Metodologia dos testes

Primeiramente foram executados testes da maneira que é praticada na empresa em questão ou seja utilizando uma escova de aço simples facilmente encontrada no comércio conforme figura 24. Em seguida foi feita a descaracterização das chapas utilizando o dispositivo.



**Figura 24 – Escova de Aço Empregada na Descaracterização Convencional**

Para realizar os testes foram utilizadas 18 chapas de impressão, 9 para o método convencional e 9 para a descaracterização com o dispositivo. Todas as chapas estavam gravadas de maneira equivalente para que assim fosse possível comparar as descaracterizações.

O procedimento consistia em retirar uma chapa de impressão de uma pilha coloca-la sobre a base do protótipo, executar a descaracterização por completo da chapa e colocar a mesma sobre outra pilha conforme figuras 25 e 26. Todo este processo foi cronometrado com um dispositivo adequado. Foram feitas 9 medições interruptas para cada teste.



**Figura 25 – Descaracterização Convencional**



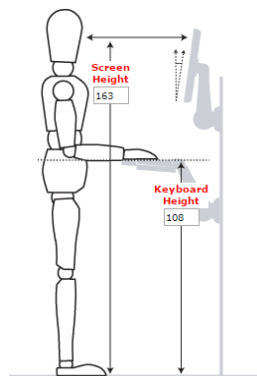
**Figura 26 – Descaracterização com o Protótipo**

Para poder se ter uma noção do esforço empregado na execução da tarefa foram feitas 5 novos testes com 5 diferentes operadores que executavam a descaracterização com ambos os métodos e em seguida deviam classificar o nível de esforço em uma escala que variava de 1 até 10, sendo que o valor 1 seria atribuído ao baixo nível de esforço e o 10 a um nível exaustivo. Como representado no esquema demonstrado na figura 27.



**Figura 27 – Esquema do Nível de Esforço**

Para definir a altura na qual o protótipo deveria estar utilizou-se uma calculadora ergonômica disponível no site da empresa Ergotron, a empresa segue recomendações de ergonomia baseadas no estudo realizado pelo exército dos Estados Unidos da América, como citado no item 5.2.1. O caso em questão apresenta uma semelhança muito grande com uma estação na qual o operador deve realizar as funções em pé. Na figura 28 pode-se ver o resultado da altura na qual deve-se ficar os braços do operador, utilizando como referência uma altura base de 1,75m e por consequência os manetes do protótipo.



**Figura 28 – Especificações de altura para um estação de trabalho em pé**  
 fonte <http://www.ergotron.com/>

## 10.2 Resultados

Após realizar alguns testes foi possível observar que a descaracterização que ocorria no protótipo era tão satisfatória quanto à com a escova de aço. Nas figura 29



e 30 é possível observar detalhadamente o dano causado na chapa pelos dois métodos.



**Figura 29 – Descaracterização feita com a Escova de Aço**

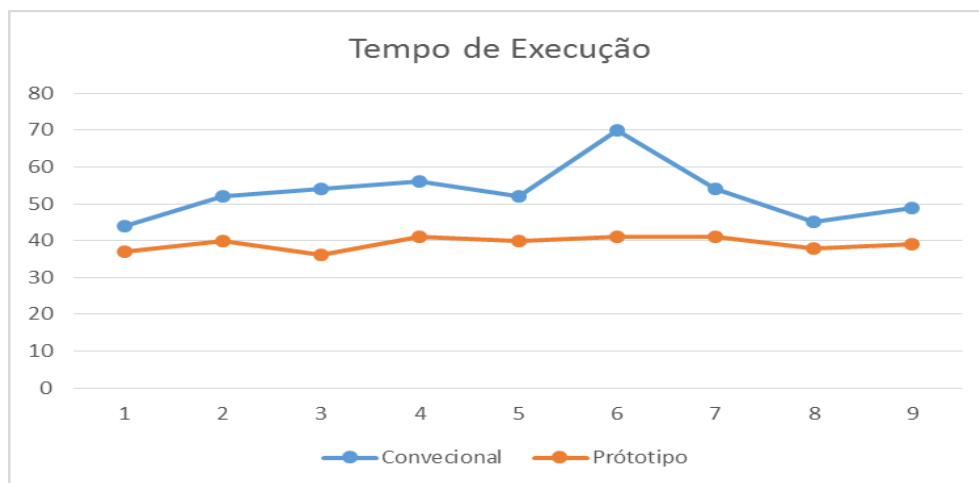


**Figura 30 – Descaracterização feita com o Protótipo**

Ambas as descaracterizações inviabilizariam o uso das chapas de impressão, porém notou-se uma maior constância de descaracterização na utilização do protótipo.

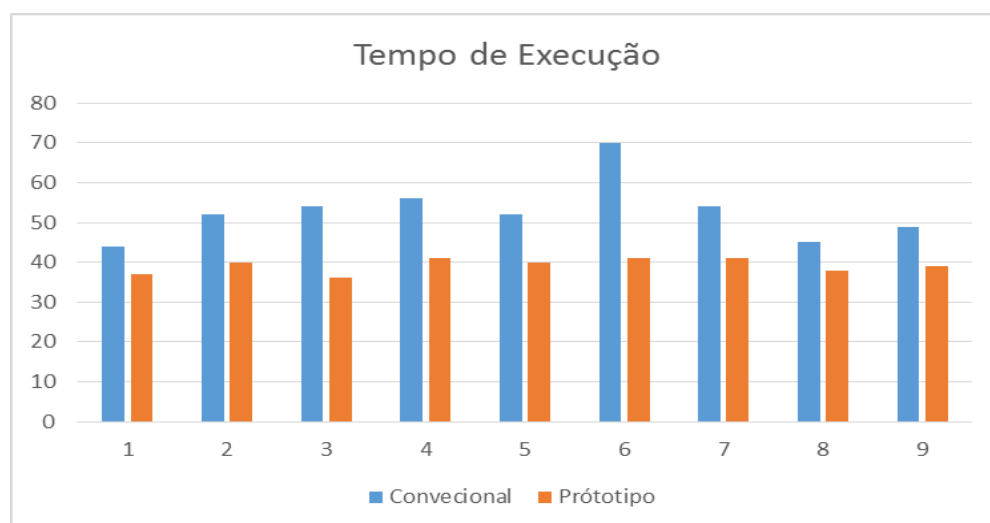
Com os tempos aferidos foi possível gerar alguns gráficos para mostrar a diferença entre o método manual e o novo método ser empregado.

Na figura 31 é possível observar um gráfico comparativo entre os dois métodos, mostrando o tempo em função do número de execuções.



**Figura 31 –Gráfico do Tempo de Execução vs Número de Execuções**

Como é possível observar, pode-se perceber uma certa continuidade no método que propõem o uso do protótipo o que não ocorre no método manual. Outro ponto a ser destacado é o tempo de execução de cada operação que pode ser melhor observado na figura 32 que compara cada execução individualmente.



**Figura 32 – Gráfico comparativo entre o Tempo de execução em cada operação**

A média de tempo obtida pelo método convencional foi de 53 segundos, enquanto utilizando o protótipo a media foi de 39 segundos, uma redução percentual em comparação com o método convencional de aproximadamente 26%

Para poder se mensurar o esforço físico necessário para executar a operação de descaracterização foi feito um novo teste com 5 operadores diferentes que atribuíram valores ao nível de esforço em que foram submetidos , seguindo a escala apresentada no item anterior. Os resultados são mostrados na tabela 10:

**Tabela 10 – Escala de Esforço**

<b>Operador</b>	<b>Convencional</b>	<b>Protótipo</b>
<b>1</b>	7	5
<b>2</b>	8	2
<b>3</b>	8	3
<b>4</b>	9	4
<b>5</b>	6	3

Como é possível observar o nível de esforço requerido para se utilizar o protótipo foi inferior ao que foi usado no método convencional, é possível observar uma redução de aproximadamente 55%.

## 11 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 11.1 Conclusão

Para realizar este projeto foi imprescindível o uso de uma metodologia de projetos, pois sem o mesmo o trabalho seria inviável a modo que a mesma conduziu a equipe em todo o processo criativo, levando por fim a uma solução satisfatória e financeiramente viável.

Em um primeiro momento a metodologia nos apontou para uma solução muito simples e direta, uma cubeta química porém a legislação interna da empresa a impedir a implantação da mesma, sendo que seria necessária uma modificação completa de *layout* da fábrica ou a mudança de endereço.

Como a metodologia foi seguida teve-se a oportunidade de selecionar outras alternativas apresentadas na matriz de alternativas então optou-se pela segunda solução mais bem ranqueada, um método de descaracterização automatizado e de custo razoável, mas infelizmente devido ao desligamento de um dos membros da equipe da empresa o orçamento foi bruscamente reduzido.

Por fim selecionou-se a terceira opção que consistia em um método de descaracterização manual e portanto com custo reduzido. Esta culminou no desenvolvimento do protótipo apresentado ao longo deste trabalho.

Os resultados obtidos por esta última alternativa foram satisfatórios com a redução de tempo razoável e uma grande diminuição de esforço físico, o que beneficiária muito a questão de prevenção de LER (Lesão por esforço repetitivo) melhorando a qualidade de vida dos operadores envolvidos.

O custo final do projeto para a construção do protótipo foi cerca de R\$300, um custo que para equipe foi considerado razoável.

O projeto não se aplica para a produção comercial do equipamento por se tratar de um projeto feito sob medida, não se adequando a outras situações. Porém o custo estimada de uma unidade do equipamento segundo especificações de projeto, seria em torno R\$2000.

## 11.2 Sugestões para trabalhos futuros

A equipe elaborou um projeto e montou um protótipo para uma oportunidade que foi verificada onde se existia uma imensa gama de possibilidades. Por isso o grupo acredita ser possível a implementação de funções extras no protótipo, bem como a melhoria do mesmo.

Entre as funções que podem ser implantadas pode ser citada a função de dobrar a chapa depois da descaracterização, algo que deve ser feito pelo operador.

Recomenda-se uma plataforma regulável na questão de altura para que atenda todos os operadores de forma ergonômica.

Em questão do ganho de produtividade é possível realizar um estudo comparativo entre o método manual e o protótipo, levando em conta os custos de produção e a produtividade da máquina que o operador operava antes do deslocamento da função para a descaracterização.

## REFERÊNCIAS

KIPPHAN, Helmut. **Handbook of Print Media**: Technologies and production methods Berlin; New York: Springer, 2001.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações São Paulo: E. Blücher, 2005

CALLISTER, Jr William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5ª edição, 2002.

NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas: uma abordagem integrada**. 2ª Edição, Bookman, 2004.

STEMMER, C.E. **Ferramenta de corte I** Ed UFSC.

ERGOTRON (Estados Unidos). **Standing Desks, Monitor Arms & Computer Carts**: Standing Desks, Monitor Arms & Computer Carts. 2015. Disponível em: <<http://www.ergotron.com/Markets/WhyErgotron/ErgonomicsWellness/WorkspacePlanner/tabid/305/language/en-US/Default.aspx>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

POLYSTAMP (Brasil Santa Catarina). **Removedor de poliuretano**: Polihex. 2015. Disponível em: <<http://polyhex.com.br/polystamp/>>. Acesso em: 14 set. 2014.

BRASIL. BANCO CENTRAL DO BRASIL. . **O brasileiro e sua relação com o dinheiro**. 2013. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/mecir/Apresentacao-PopulacaoEComercio-2013.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2015.





















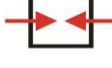










































PARKER (Brasil). **Apostila de Tecnologia Pneumática Industrial**: Parker Training. 2000.

Disponível em: [http://www.parker.com/literature/Brazil/apostila\\_M1001\\_1\\_BR.pdf](http://www.parker.com/literature/Brazil/apostila_M1001_1_BR.pdf). Acesso em: 07 maio 2015.

GUILHERME, Paulo. **Como os robôs estão mudando a indústria**. 2012.









































































Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/robotica/28854-como-os-robos-estao-mudando-a-industria-.htm>. Acesso em: 15 jun. 2015.

## APÊNDICE A – MATRIZ DE ANÁLISE

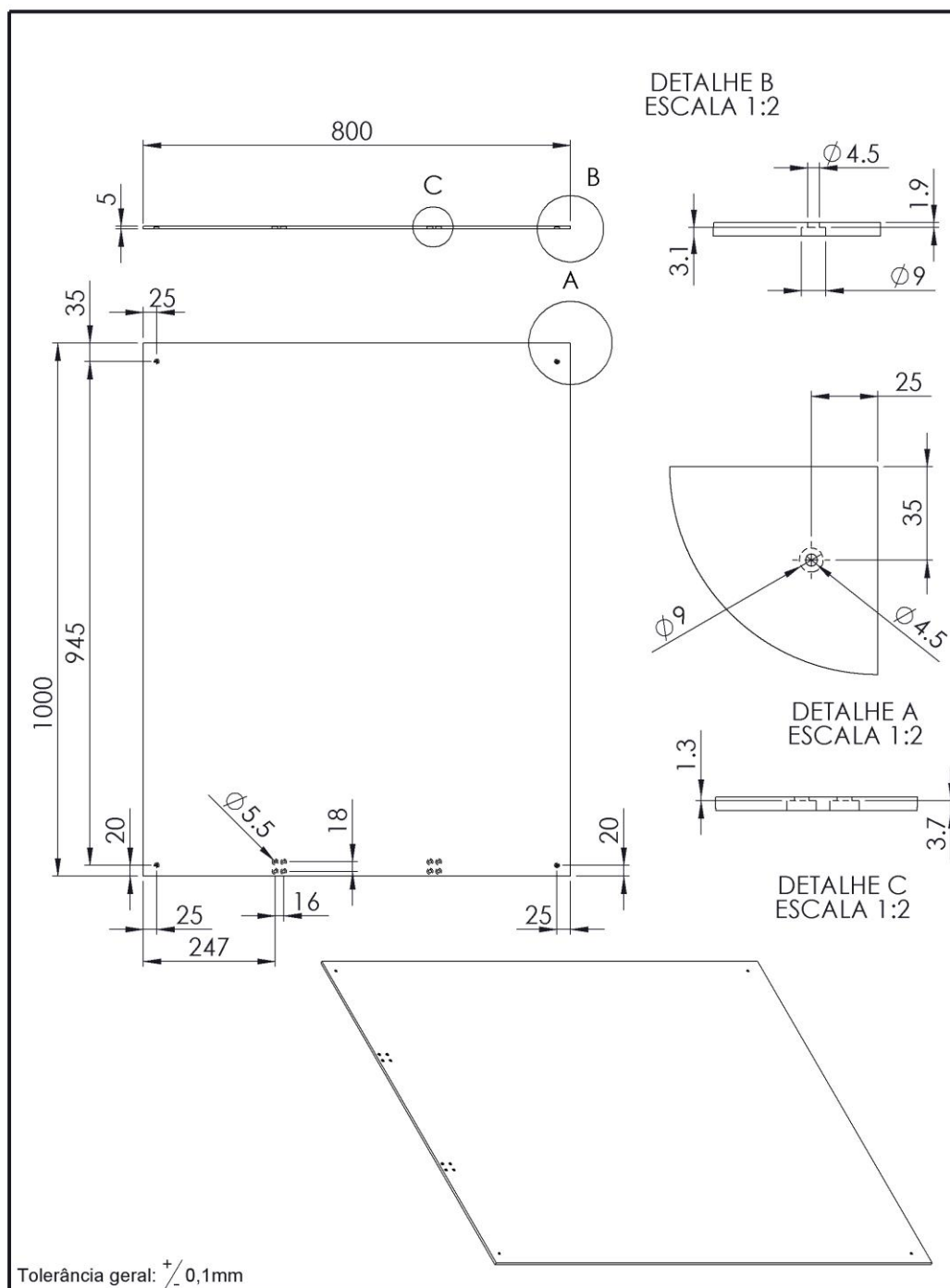
Movimento do agente descaracterizador	 Linear ( um sentido )	 Linear ( Dois sentidos )	 Circular Rotativo	 Linear alternado	 Rotativo Alternado	 Aleatório	 Nenhum		
Acionamento	 Manual	 Motor elétrico	 Pneumático	 Hidraulico					
Método de Descaracterização	 Desbaste (Lixa)	 Desbaste (escova de aço)	 Químico (solvente)	 Puncionamento	 Corte	 Conformação	 Desbaste (Usinagem)	 Optico ( laser )	 Manual
Fixação do agente descaracterizador	 Embutido no equipamento	 Parafusos	 Refill	 Garras	 Nenhum				
Método de Inserção de chapas	 Manual	 Esteira	 Automático via braço mecânico	 Manual + Esteira					
Movimento das chapas	 Linear ( um sentido )	 Linear ( Dois sentidos )	 Circular Rotativo	 Linear alternado	 Rotativo Alternado	 Nenhum			
Método de Retirada de Chapas	 Manual	 Esteira	 Automático via braço mecânico	 Manual + Esteira					
Sinal de fim de trabalho	 Visual	 Sonoro	 critério do operador	 Visual+sonoro					
Transporte de chapas	 Manual	 Esteira	 Braços mecânicos ( garras )	 Hidraulico					
Fixação das chapas	 Manual	 Anti derrapante	 Garras	 Travamento de esteira	 Puncionamento e pinos	 Pistões hidráulicos	 Nenhum	 Pistões Pneumaticos	
Capacidade de chapas	 única	 Varias em esteira	 varias em pilha	 Varias em blocos					
Fixação geral do equipamento	 Mesa	 Portátil	 Chão	 Estruturas metálicas					



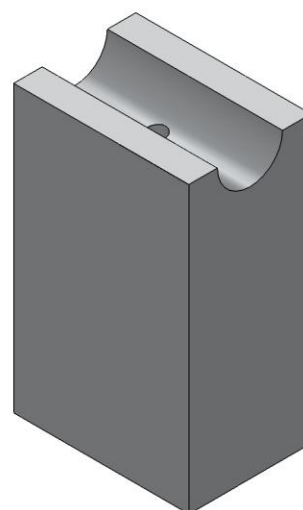
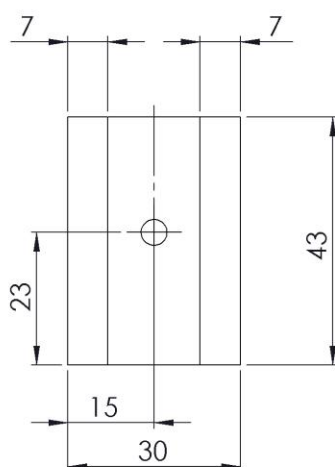
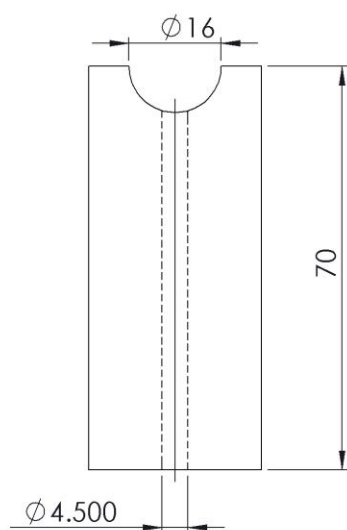
## APÊNDICE B – MATRIZ DE ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

	Movimento do agente descaracterizador	Acionamento	Método de Descaracterização	Fixação do agente descaracterizador	Método de Inserção de chapas	Movimento das chapas	Método de Retirada de Chapas	Sinal de fim de trabalho	Transporte de chapas	Fixação das chapas	Capacidade de chapas	Fixação geral do equipamento
<b>Solução 1</b>	 Nenhum	 Manual	 Químico (solvente)	 Nenhum	 Manual	 Nenhum	 Manual	 Sonoro	 Manual	 Nenhum	 varias em pilha	 Mesa
<b>Solução 2</b>	 Linear ( Dois sentidos )	 Manual	 Desbaste (Lixa)	 Refill	 Manual	 Nenhum	 Manual	 critério do operador	 Manual	 Garras	 única	 Mesa
<b>Solução 3</b>	 Circular Rotativo	 Motor elétrico	 Desbaste (escova de aço)	 Refill	 Manual + Esteira	 Linear ( um sentido )	 Manual + Esteira	 critério do operador	 Esteira	 Travamento de esteira	 Varias em esteira	 Estruturas metálicas
<b>Solução 4</b>	 Linear alternado	 Motor elétrico	 Desbaste (Usinagem)	 Embutido no equipamento	 Manual	 Nenhum	 Manual	 Visual+sonoro	 Manual	 Garras	 única	 Mesa
<b>Solução 5</b>	 Linear ( um sentido )	 Pnêmico	 Puncionamento	 Embutido no equipamento	 Manual	 Nenhum	 Manual	 critério do operador	 Manual	 Pistões Pneumaticos	 única	 Estruturas metálicas
<b>Solução 6</b>	 Rotativo Alternado	 Motor elétrico	 Desbaste (Lixa)	 Refill	 Manual	 Nenhum	 Manual	 critério do operador	 Manual	 Manual	 única	 Portátil

## APÊNDICE C – DESENHOS DE FABRICAÇÃO

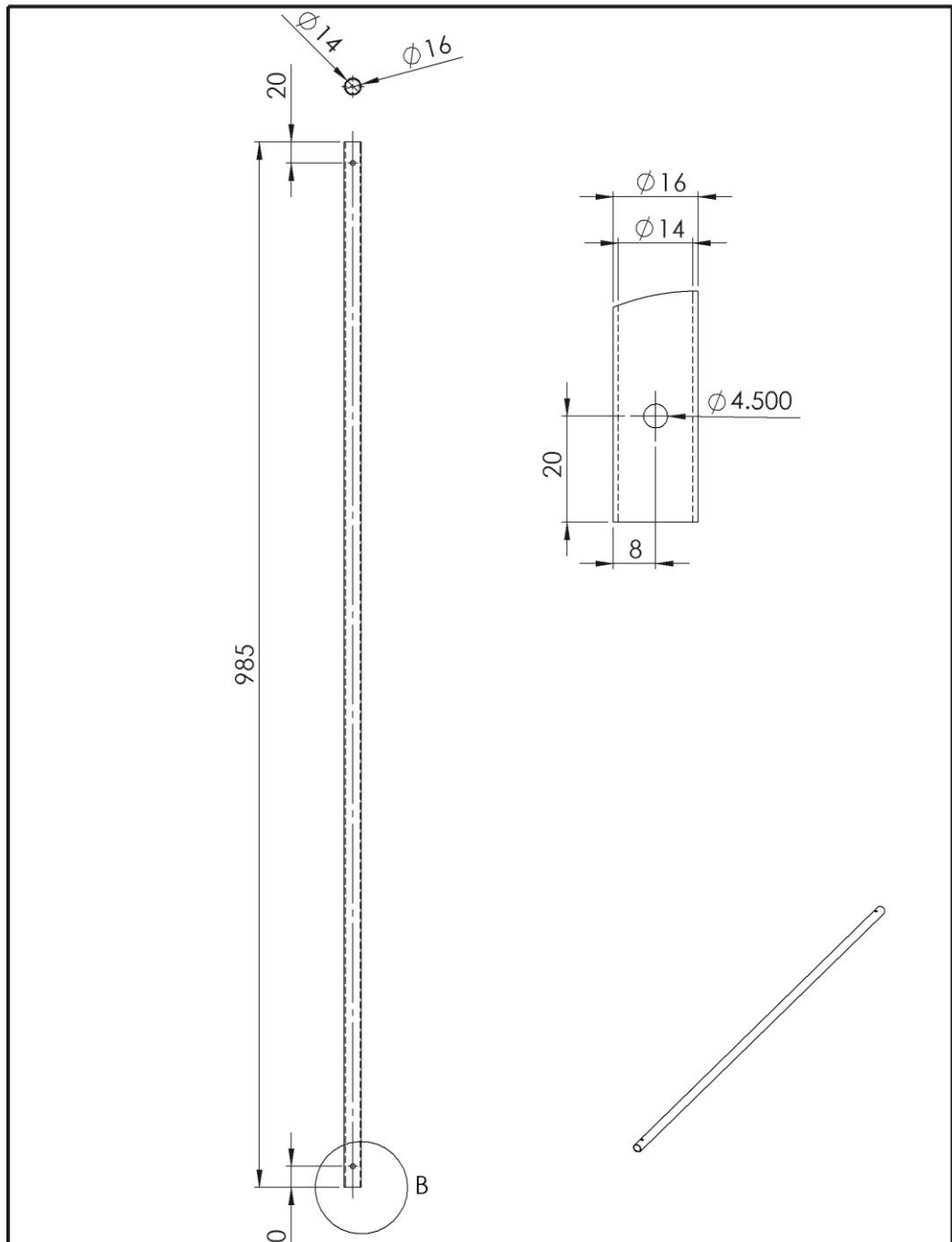


01	DESC01 - Base Principal	01	Alumínio		
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	01	DES. N.
			UNIDADE	mm	DATA
			ALUNO N.	---	NOME
			PROF.	---	VISTO
CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA			ESCALA	APROVADO	
DESC01 - Base Principal			1:10		



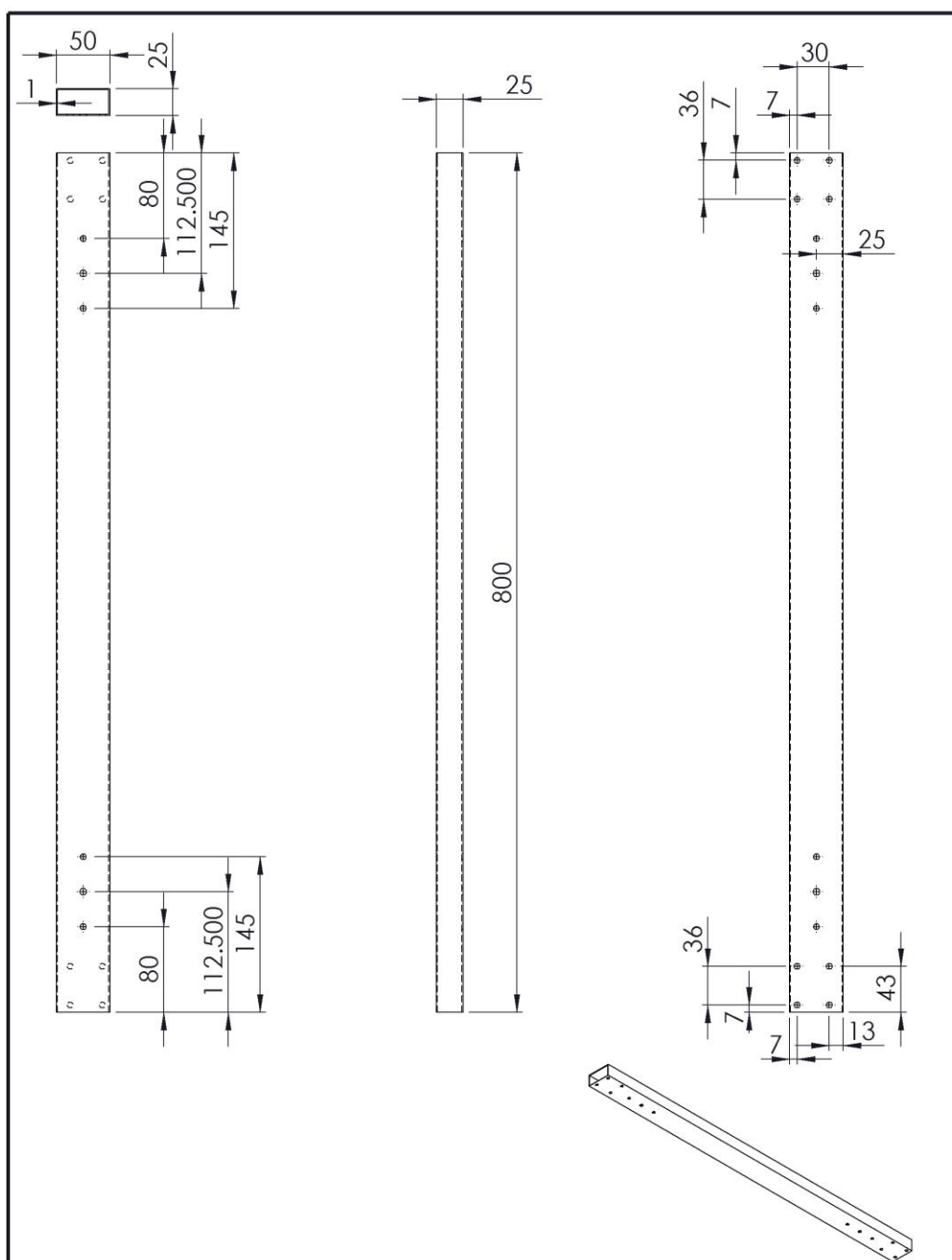
Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

02	DESC02 - Apoio dos eixos	04	Alumínio	
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	02
			UNIDADE	mm
			DES. N.	02/08
			ALUNO N.	---
			DATA	10/06/2015
			PROF.	---
			NOME	---
			VISTO	---
CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA			ESCALA	1:1
DESC02 - Apoio dos eixos			APROVADO	



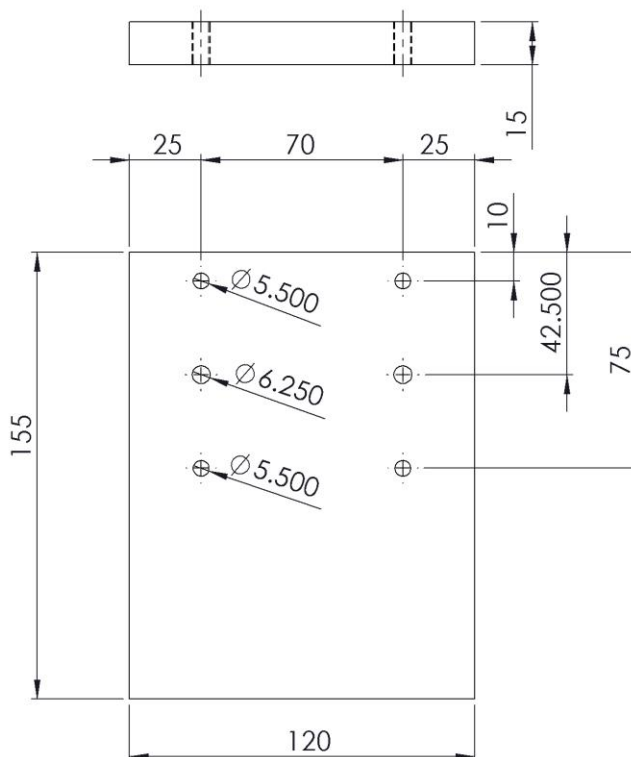
Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

03	DESC03 - Eixos guia	02	Alumínio			
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO		
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	03	DES. N.	03/08
			UNIDADE	mm	DATA	10/06/2015
CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA			ALUNO N.	---	NOME	---
			PROF.	---	VISTO	---
	DESC03 - Eixos guia		ESCALA	1:5	APROVADO	



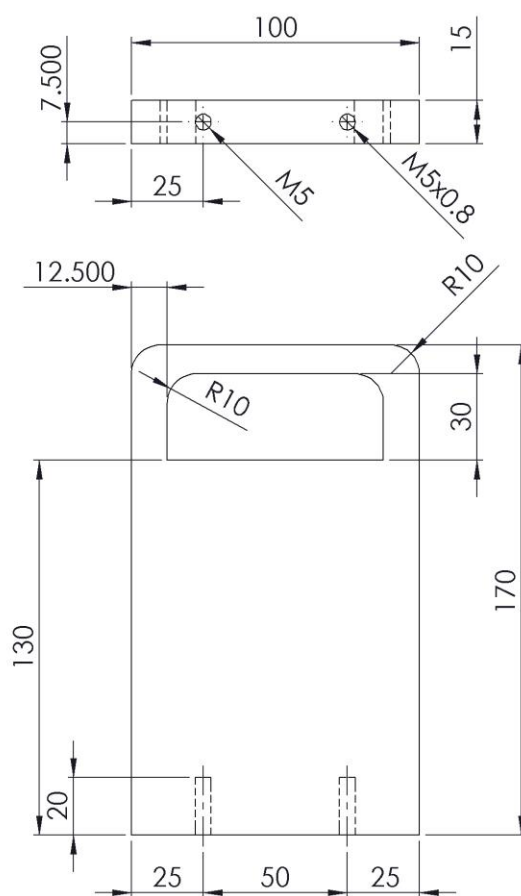
Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

04	DESC04 - Trelça de suporte	02	Alumínio	
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	04
			UNIDADE	mm
			DES. N.	04/08
			DATA	10/06/2015
CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA			ALUNO N.	---
			PROF.	---
			VISTO	---
DESC04 - Trelça de suporte			ESCALA	1:5
			APROVADO	





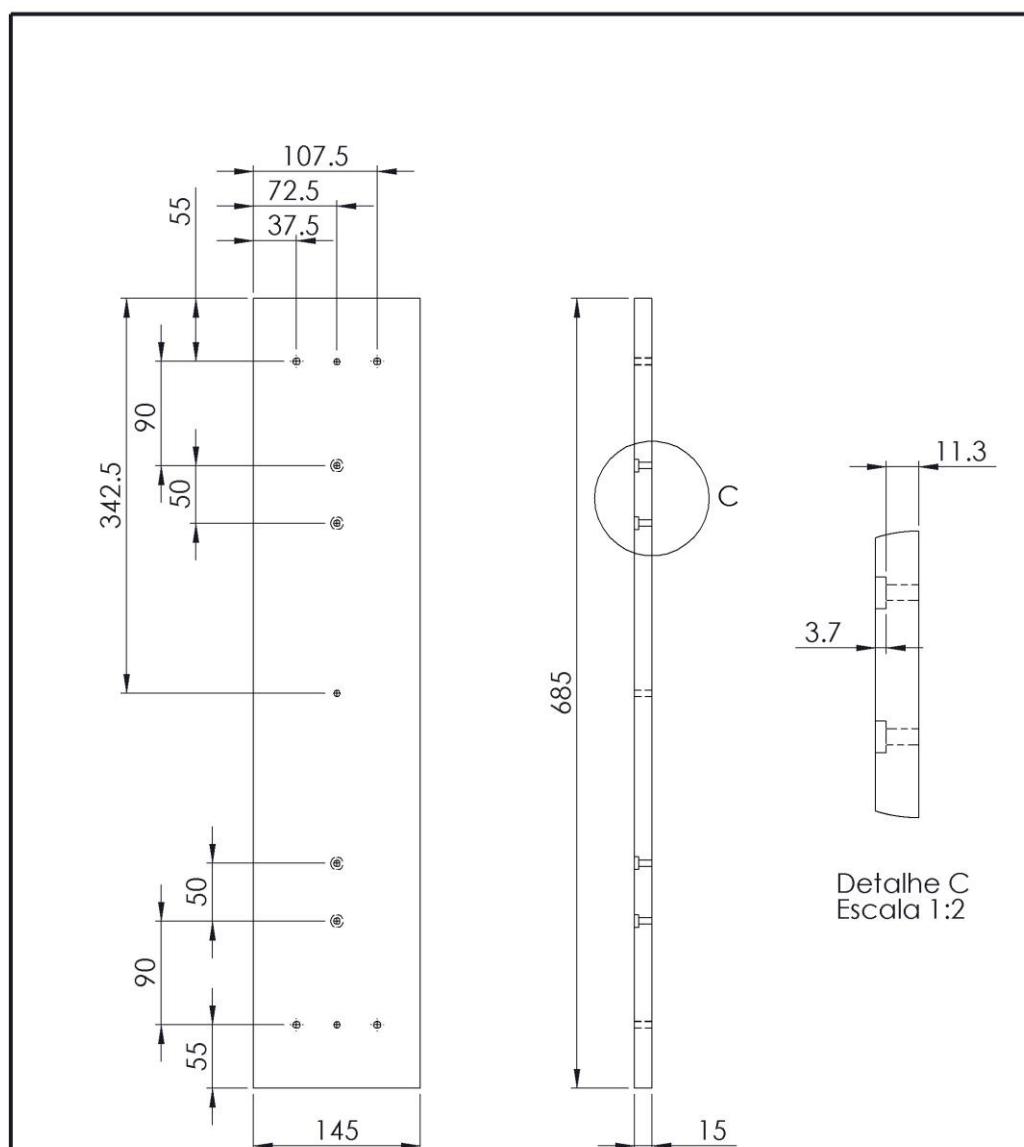
Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

05	DESC05 - Conector das Treliças	02	Alumínio	
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	05
			UNIDADE	mm
			DES. N.	05/08
			DATA	10/06/2015
CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA			ALUNO N.	---
			PROF.	---
			VISTO	---
<b>UTFPR</b>	DESC05 - Conector das Treliças		ESCALA	1:2
			APROVADO	



Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

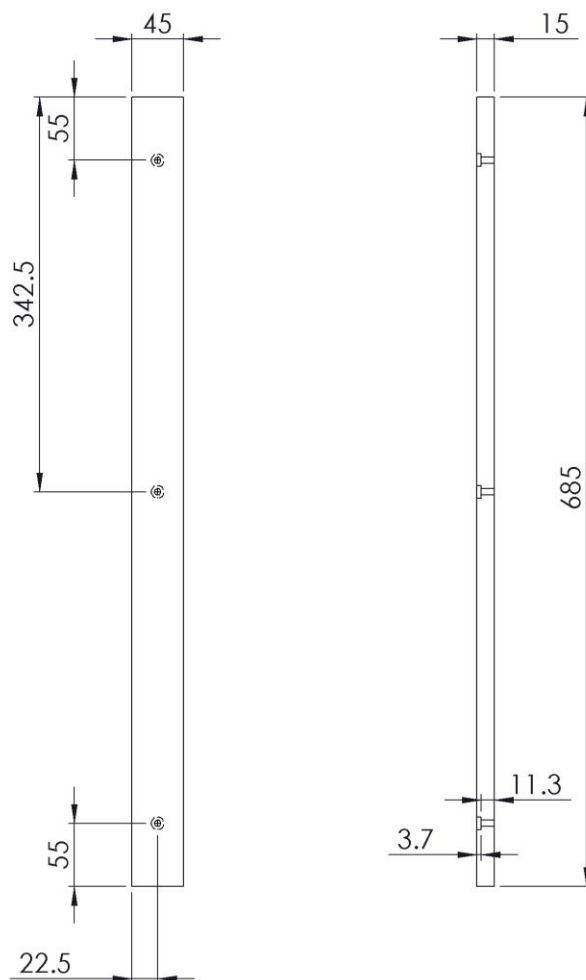
06	DESC06 - Manete	02	Alumínio		
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	06	
			UNIDADE	mm	
	CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA		DES. N.	06/08	
			ALUNO N.	---	
			DATA	10/06/2015	
DESC06 - Manete		PROF.	---	NOME	---
		VISTO	---	---	---
		ESCALA	1:2	APROVADO	






Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

07	DESC07 - Base Inferior	01	Alumínio	
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	07
			UNIDADE	mm
			DES. N.	07/08
			ALUNO N.	---
			DATA	10/06/2015
			PROF.	---
			NOME	---
			VISTO	---
DESC07 - Base Inferior			ESCALA	1:5
			APROVADO	





Tolerância geral:  $\pm 0,1\text{mm}$

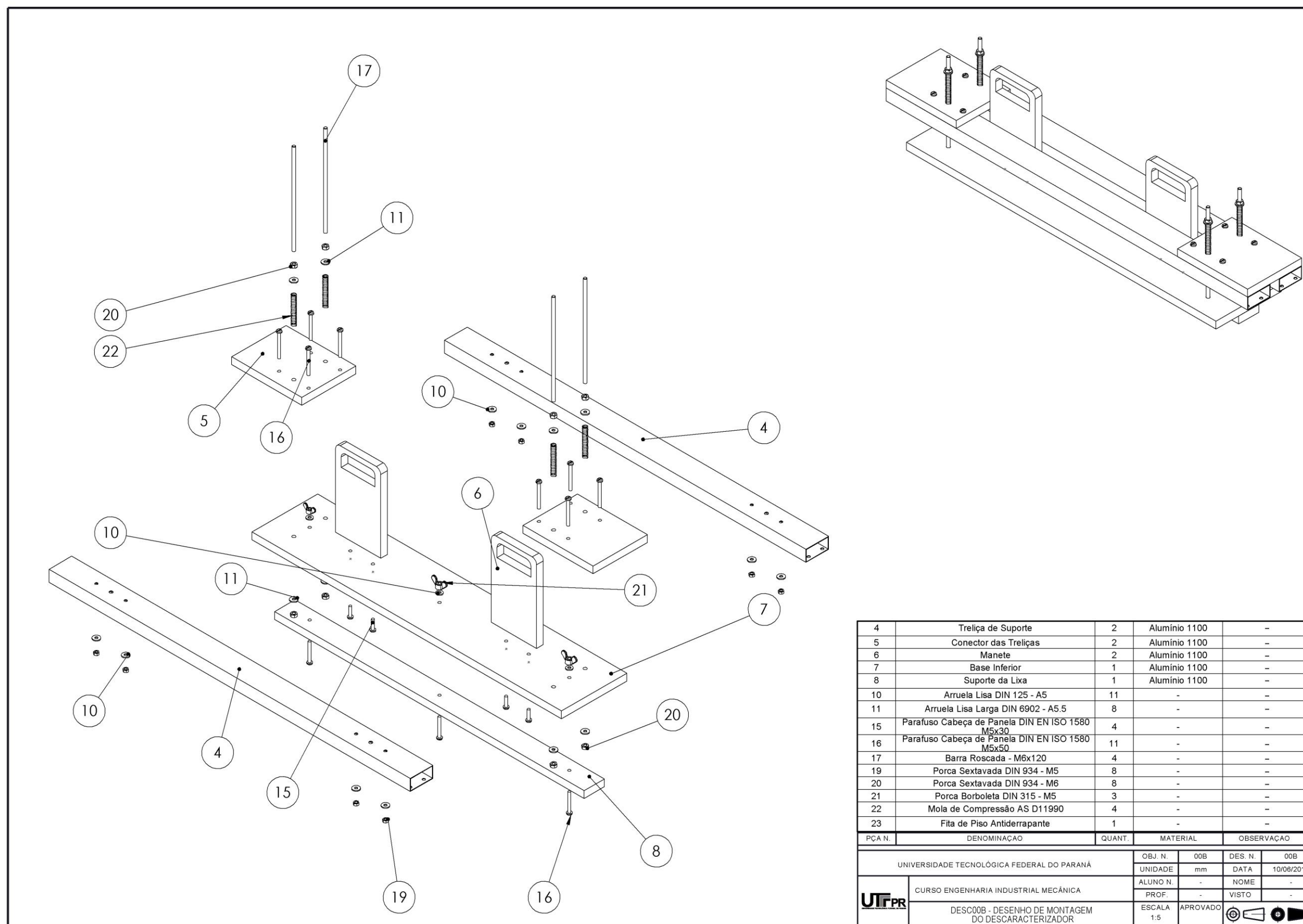
08	DESC08 - Suporte da Lixa	01	Alumínio	
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	08
			UNIDADE	mm
	CURSO: ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA		DES. N.	08/08
			ALUNO N.	---
			DATA	10/06/2015
DESC08 - Suporte da Lixa			PROF.	---
			NOME	---
DESC08 - Suporte da Lixa			VISTO	---
			ESCALA	1:5
DESC08 - Suporte da Lixa			APROVADO	
				

## APÊNDICE D – DESENHOS DE CONJUNTO

**DESCARACTERIZADOR**

**MONTAGEM DO AGENTE DESCARACTERIZADOR  
VIDE DESENHO 00B**

1	Base	1	Alumínio 1100	-
2	Apoio dos Eixos	4	Alumínio 1100	-
3	Eixo Guia	2	Alumínio 1100	-
4	Treliça de Suporte	2	Alumínio 1100	-
5	Conector das Treliças	2	Alumínio 1100	-
6	Manete	2	Alumínio 1100	-
7	Base Inferior	1	Alumínio 1100	-
8	Suporte da Lixa	1	Alumínio 1100	-
9	Pillow Block SC16UU	4	Alumínio 1100	-
10	Arruela Lisa DIN 125 - A5	11	-	-
11	Arruela Lisa Larga DIN 6902 - A5.5	20	-	-
12	Parafuso Allen DIN 912 - M5x10	16	-	-
13	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M4x90	4	-	-
14	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x10	8	-	-
15	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x30	4	-	-
16	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x50	11	-	-
17	Barra Roscada - M6x120	4	-	-
18	Porca Sextavada DIN 934 - M4	4	-	-
19	Porca Sextavada DIN 934 - M5	16	-	-
20	Porca Sextavada DIN 934 - M6	8	-	-
21	Porca Borboleta DIN 315 - M5	3	-	-
22	Mola de Compressão AS D11990	4	-	-
23	Fita de Piso Antiderrapante	1	-	-
24	Grampo de Aço Rápida NORELEM 05120	2	-	-
PÇA N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			OBJ. N.	00A
			UNIDADE	mm
			ALUNO N.	DATA
			PROF.	NOME
			ESCALA	VISTO
			1:5	APROVADO
			DESC00A - DESENHO DE CONJUNTO	



## APÊNDICE E – TABELA DE MATERIAIS PARA MONTAGEM

NÚMERO ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
1	Base *	1
2	Apoio dos Eixos*	4
3	Eixo Guia*	2
4	Treliça de Suporte*	2
5	Conector das Treliças*	2
6	Manete *	2
7	Base Inferior*	1
8	Suporte da Lixa*	1
9	Pillow Block SC16UU	4
10	Arruela Lisa DIN 125 - A5	11
11	Arruela Lisa Larga DIN 6902 - A5.5	20
12	Parafuso Allen DIN 912 - M5x10	16
13	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M4x90	4
14	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x10	8
15	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x30	4
16	Parafuso Cabeça de Panela DIN EN ISO 1580 M5x50	11
17	Barra Roscada - M6x120	4
18	Porca Sextavada DIN 934 - M4	4
19	Porca Sextavada DIN 934 - M5	16
20	Porca Sextavada DIN 934 - M6	8
21	Porca Borboleta DIN 315 - M5	3
22	Mola de Compressão AS D11990	4
23	Fita de Piso Antiderrapante	1
24	Grampo de Ação Rápida NORELEM 05120	2