

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VALTEIR DA SILVA JUNIOR**

N. CLASS.	M621.8
CUTTER	5586p
ANO/EDIÇÃO	2012

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE**

**Varginha**  
**2012**

**FEPESMIG**

**VALTEIR DA SILVA JUNIOR**

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel, sob orientação do Prof. Me. Tarcisio Gonçalves de Brito.

**Varginha  
2012**

**FEPESMIG**

**VALTEIR DA SILVA JUNIOR**

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

---

Prof. Me. Tarcisio Gonçalves de Brito

---

---

OBS.:

Dedico este trabalho a Deus que permitiu que  
tudo pudesse ser realizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família e aos meus amigos pelo apoio incondicional em todos os momentos.

“As grandes idéias surgem da observação dos  
pequenos detalhes.”

Augusto Cury

Grupo Educacional UNIS

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver o projeto conceitual de uma máquina cortadora de perfis de borracha, desde sua etapa inicial quando é passado o desenho do produto desejado pelo cliente, suas etapas de construção, o maquinário que vai ser utilizado para a construção dos componentes, o processo de montagem e teste de aprovação da ferramenta. Este equipamento poderá ser utilizado para otimização do processo de produção de uma indústria automotiva. Esta máquina cortadora de perfis extrudados é rápida, com custo acessível, e com capacidade para um grande volume de trabalho. Além disso, é necessário que a máquina seja também fabricada e montada com facilidade (utilizando perfis estruturais padronizados), e que tenha uma tecnologia de corte que atenda as exigências do projeto.

**Palavras-Chave:** Máquina de corte. Perfis extrudados. Processo de construção.

## **ABSTRACT**

*This study aims to develop the conceptual design of a cutting machine rubber profiles, since its initial stage and when the last product design desired by the client, its stages of construction machinery that will be used for the construction of the components assembly process and approval of the test tool. This equipment can be used for optimization of the production process of an automotive industry. The paper presents the design of a cutting machine extruded profiles, rapid, cost-effective, and capable of a large volume of work. Moreover, it is necessary that the machine is also manufactured and assembled easily (using standardized structural shapes), and that has a cutting technology that meets the project requirements.*

*Keywords: Cutting machine. Structural shapes. Building process.*



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Perfil extrudado .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2: Tabela de classificação .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3: Porta-punção .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4: Mola .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5: Matriz.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6: Pisador superior.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7: Pisador lateral.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 8: Faca lateral.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 9: Faca superior.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 10: Punção.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 11: Cunha.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 12: Base da ferramenta.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 13: Pino Guia .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 14: Torno CNC .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 15: Centro usinagem .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 16: Erosão a furo .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 17: Erosão a penetração .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 18: Erosão a fio.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 19: Ferramenta de corte terminada.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 20: Rebarba indesejada .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 21: Corte correto .....</b>	<b>31</b>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 A IMPORTÂNCIA DA EVOLUÇÃO DE FERRAMENTAS E MÁQUINAS DE CORTE .....	11
2.1 Gerenciamento de ferramentas .....	11
3 PROCESSO DA MÁQUINA DE CORTE .....	13
3.1 Cálculo da força de corte para dimensionamento do cilindro .....	13
4 COMPONENTES DAS FERRAMENTAS .....	16
4.1 Porta-punção .....	16
4.2 Molas .....	16
4.3 Matrizes .....	17
4.4 Materiais para punções e matrizes .....	18
4.5 Recomendações de projetos para punção e matriz .....	18
4.6 Pisador .....	19
4.7 Faca de corte .....	20
4.8 Punção .....	21
4.9 Cunha .....	21
4.10 Base da ferramenta .....	22
4.9 Pino guia .....	23
5 CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA .....	24
5.1 Sistema de programação efetuados na construção .....	24
5.2 Torno CNC .....	24
5.3 Centro de usinagem .....	25
5.4 Erosão a furo .....	25
5.5 Erosão a penetração .....	26
5.6 Erosão a fio .....	27
5.7 Montagem da ferramenta .....	28
6 TESTE DA FERRAMENTA .....	30
6.1 Solução do problema .....	30
6.2 Aprovação dimensional das amostras .....	31
7 CONCLUSÃO .....	32
REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O corte de perfis de borracha é uma demanda recorrente em vários processos de fabricação no setor industrial. Há segmentos da indústria em que, devido ao alto custo inicial para aquisição de um equipamento, utilizam-se somente do processo manual, produzindo o corte de perfis com a utilização da habilidade do operador e do auxílio de gabaritos. Isso ocasiona extrema imprecisão de um corte para o outro por depender exclusivamente de aspectos subjetivos, os quais são plenamente alteráveis até mesmo pelas variações de humor, assim como saúde, idade etc. Para eliminar tais influências, desenvolveram-se os processos automatizados, particularmente os de controle numérico visto a acessibilidade apresentada atualmente por essa tecnologia. Um cnc (controle numérico computacional) permite que se realizem grandes quantidades de operações com estrita tolerância dimensional para qualquer regime de produção, apresentando características de repetitividade impossível de ser obtida num processo manual. Com isso, o corte automatizado de perfis vem suprir a demanda por um processo de corte com maior qualidade e produtividade.

## **2 A IMPORTÂNCIA DA EVOLUÇÃO DE FERRAMENTAS E MÁQUINAS DE CORTE**

É importante começar falando-se sobre o tema escolhido, que se torna de extrema importância aos trabalhadores da área de engenharia.

Stemmer (1995) destaca a importância da evolução de ferramentas e máquinas de corte.

Stemmer (1995) diz que as ferramentas de corte são de extrema importância no dia a dia, pois são muito utilizadas em fábricas e indústrias.

Este projeto tem como finalidade não somente esclarecer questões teóricas, mas também em questões práticas, pois ele será fabricado para cortar um perfil em uma devida medida que se adeque às dimensões correspondentes pedidas. Para isso teve que se projetar uma máquina a partir do desenho do perfil que será cortado, obedecendo todas suas medidas geométricas, sendo assim, desenvolvendo uma máquina prática, rápida, segura e com custo acessível. O gerenciamento de ferramentas nos dias de hoje é muito importante pelo seu diferencial competitivo.

### **2.1 Gerenciamento de ferramentas**

O gerenciamento de ferramentas é definido como uma estratégia que visa à resolução dos problemas relacionados às várias atividades que envolvem o uso de ferramentas, incluindo aquisição, armazenagem, desenvolvimento de base de dados de ferramentas, inspeção, preparação (preset), entrega às linhas, troca, monitoramento e controle de inventário. O gerenciamento de ferramentas é uma abordagem organizada que visa garantir as ferramentas disponíveis para atingir os objetivos da produção, contribuindo para o aumento da produtividade.

Os objetivos principais do gerenciamento de ferramentas devem ser de reduzir os custos e eliminar os distúrbios no processo produtivo que podem ser causados por problemas relativos ao uso de ferramentas de corte, contribuindo para o atingimento de um fluxo contínuo da produção. Witte (1998) coloca como objetivos macro do gerenciamento de ferramentas:

- a) minimizar distúrbios no processo de produção;
- b) maximizar a utilização dos recursos (máquinas e ferramentas);
- c) minimizar o número de refugos;

d) reduzir os custos gerais com ferramentas pela padronização e racionalização;

Baseado nestes objetivos gerais pode-se resumir como objetivos específicos do gerenciamento de ferramentas:

- a) reduzir estoques;
- b) padronizar as ferramentas utilizadas;
- c) eliminar a falta de ferramentas;
- d) aumentar a produtividade;
- e) reduzir o custo com ferramentas;
- f) reduzir os tempos de preparação de máquinas;
- g) reduzir quebras de ferramentas;
- h) garantir qualidade nos serviços;
- i) garantir qualidade do produto produzido;
- j) garantir o uso correto de ferramentas de corte.

O gerenciamento de ferramentas de corte eu entendo como algo amplo, que envolve a terceirização de vários aspectos do uso de ferramentas, desde fornecimento, acompanhamento técnico, compras, melhorias, enfim, até a ferramenta colocada ao lado da máquina, pronta para ser usada.

Segundo Norton (2000) destaca os aspectos de síntese e projeto, e aponta os métodos analíticos em comum necessários para projetar uma grande variedade de elementos. Planejada para atender as disciplinas de Elementos de Máquinas nos cursos de Engenharia Mecânica, esta obra apresenta o tema de forma atualizada, com uma abordagem integrada que conecta os vários tópicos por meio de estudos de caso. Alguns dos tópicos abordados no livro são - Introdução ao projeto; Materiais e processo; Determinação das solicitações; Tensão, deformação e deflexão; Teoria das falhas estáticas; Teoria das falhas por fadiga; Falha superficial; Projetos de máquinas; Estudos de caso de projeto; Eixos, Chavetas e acoplamentos; Mancais de rolamento e lubrificação; Engrenagens cilíndricas retas; Engrenagens helicoidais, cônicas e sem-fim; Projeto de molas; Parafusos e Uniões.

### 3 PROCESSO DA MÁQUINA DE CORTE

O processo de fabricação da máquina é iniciado a partir do modelo matemático do perfil passado pelo cliente, a partir do desenho é feito uma análise das regiões que vão ser efetuados os cortes e pensamos em um jeito de fazer todas as operações de corte em uma única máquina, é feito uma análise para encontrar a melhor posição para cortar o perfil de acordo com sua geometria. Após isso calculamos o esforço de corte e com essas informações dimensionamos o tamanho do estampo assim consegue dimensionar o tamanho da máquina. Depois dessa análise é feito o dimensionamento dos componentes começando pela faca e punções.

Figura 1: Perfil extrudado.



Fonte: O autor.

#### 3.1 Cálculo da força de corte para dimensionamento do cilindro

$$FC = A \times T_{cis}$$

FC = força de corte

$T_{cis}$  = tensão de cisalhamento

A = área

Foi necessário a utilização de 3 cilindros para a operação de corte da ferramenta ( um cilindro frontal, um lateral esquerdo e um lateral direito).

Calculo da área do cilindro frontal: através do programa solidworks podemos calcular a área de corte do perfil.

$$A = 4318.438 \text{ mm}^2$$

Analisando a tabela (figura 2) utilizamos a tensão de cisalhamento do material utilizado que no nosso caso é a borracha.

$$T_{cis} = 6 \text{ kg/mm}^2$$

$$FC = T_{cis} \cdot A$$

$$FC = 6 \text{ kg/mm}^2 \times 4318.438 \text{ mm}^2$$

$$FC = 25910.918 \text{ kgf}$$

Calculo do cilindro lateral esquerdo e direito: utilizando o programa solidworks podemos calcular a área de corte do perfil.

$$A = 152.8 \text{ mm}^2$$

Analisando a tabela (figura 2) utilizamos a tensão de cisalhamento do material utilizado que no nosso caso e a borracha.

$$T_{cis} = 6 \text{ kg/mm}^2$$

$$FC = T_{cis} \cdot A$$

$$FC = 6 \text{ kg/mm}^2 \times 152.8 \text{ mm}^2$$

$$FC = 916.8 \text{ kgf}$$

Cada cilindro lateral deve ser dimensionado para atender uma força 916.8 kgf.

Figura 2- Tabela de classificação

### CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EM FUNÇÃO DA FOLGA E DA RESISTÊNCIA AO CORTE

Material	$\tau_c$ (Kg/mm <sup>2</sup> )	Material	$\tau_c$ (Kg/mm <sup>2</sup> )
<b>Grupo 0 f = 3% e</b>		<b>Grupo especial f = (1 ÷ 1,75) % e</b>	
Alumínio duro.....	13 ÷ 16	Baquelite.....	2,5 ÷ 3
Zinco macio.....	12	Mica 0,5 mm.....	8
Papel baquelitizado.....	10 ÷ 13	Mica 0,2 mm.....	5
Tecido resinado (celeron)....	9 ÷ 12	Borracha.....	0,6 ÷ 6
Baquelite com intertela.....	9	<b>Papel</b>	
<b>Grupo 1 f = 4,5% e</b>		1 fl. de 0,25 mm.....	16
Zinco duro.....	20	5 fl. de 0,25 mm.....	4,5
Cobre macio.....	18 ÷ 22	10 fl. de 0,25 mm.....	2,3
Latao macio.....	22 ÷ 30	20 fl. de 0,25 mm.....	1,4
<b>Grupo 2 f = 6% e</b>		Papelão.....	2,2 ÷ 3,5
Duralumínio.....	38	Papelão prensado.....	7
Cobre duro.....	25 ÷ 36	Couro.....	0,6 ÷ 1,5
Latão duro.....	35 ÷ 40	Madeiras de lei.....	1 ÷ 3
Bronze laminado macio.....	32 ÷ 40	Madeira macia.....	1 ÷ 1,5
Prata macia.....	28 ÷ 36	Celulóide.....	4 ÷ 6
Alpaca macia.....	28 ÷ 36	Resina sintética.....	2,5 ÷ 3
Chapa para repuxo.....	30 ÷ 35	Chumbo.....	2 ÷ 3
→ Aço carbono 0,1%.....	25 ÷ 32	Estanho.....	3 ÷ 4
Aço carbono 0,2%.....	32 ÷ 40	Alumínio macio.....	4 ÷ 7
<b>Grupo 3 f = 7,5% e</b>		<b>Grupo especial f = (2 ÷ 10) % e</b>	
Aço carbono 0,3%.....	36 ÷ 48	Aço carbono 0,8%.....	72 ÷ 90
Aço carbono 0,4%.....	45 ÷ 56	Aço carbono 1%.....	80 ÷ 105
Aço carbono 0,6%.....	56 ÷ 72	Aço inoxidável 18-8.....	70 ÷ 80
Aço silício.....	45 ÷ 56	<b>Nota:</b>	
Aço inoxidável.....	52 ÷ 56	A folga deve existir no punção para a	
Alpaca dura.....	46 ÷ 50	peça e na matriz para o furo.	
Bronze laminado duro.....	40 ÷ 60		
Prata dura.....	45 ÷ 50		

Fonte: Apostila projeto de ferramenta.



## 4 COMPONENTES DAS FERRAMENTAS

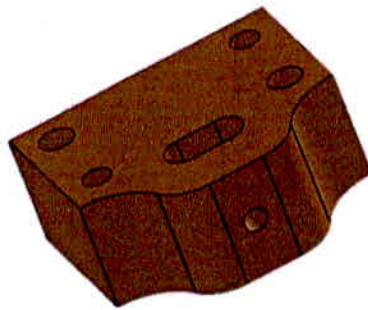
### 4.1 Porta-punção

Na fixação conveniente dos punções pequenos, geralmente são utilizadas placas denominadas de porta punção, confeccionadas comumente de aços SAE 1010 ou 1020.

A espessura do porta-punção é o fator primordial, sendo que podemos considerá-la no mínimo 25% do comprimento do punção, independentemente da espessura, o punção deve ter apoio lateral suficiente e sua localização no porta-punção varia conforme a peça a ser confeccionada.

Com referência à ajustagem dos punções no porta punção, devemos observar que o punção deve ter ajuste perfeito, evitando qualquer movimento. Na parte da cabeça do punção podemos deixar a medida de 1 mm de diâmetro maior que o diâmetro da cabeça do punção  $d_2$ , e o encaixe que vai receber a cabeça do punção de medida.

Figura 3: Porta- punção.



Fonte: O autor.

### 4.2 Molas

São constituídas de várias espiras de fio de aço enrolado sobre um cilindro, com a secção circular ou retangular, quando e uma carga axial e aplicada, a mola sofre, dependendo do sentido, uma deformação que tende alongá-la ou encurtá-la. Esta deformação recebe o nome de flecha  $f$ .

Para se calcular as molas, devemos conhecer a força da extração. Esta força é aquela que tem o objetivo de extrair o punção de dentro do furo cortado, pois, quando furamos uma determinada peça o furo pode prender o punção.

Para o entendimento, a extração é determinada com os pontos em que se dará interferência na extração. Como o material é borracha as molas tem a função de ajudar a pisar o perfil.

Figura 4: Mola.



Fonte: O autor.

### 4.3 Matrizes

Matrizes e punções constituem os elementos fundamentais das ferramentas. Na matriz está recortado o formato negativo da peça a ser produzida. A matriz é fixada rigidamente sobre a base inferior com parafusos, porta matriz ou outro meio, sempre de modo a formar um conjunto bem sólido.

A matriz deverá ser confeccionada com material de alta qualidade e com acabamento finíssimo.

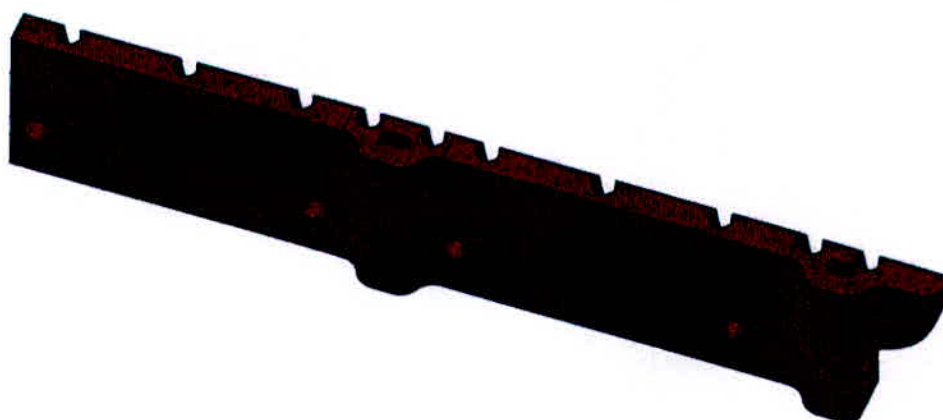
As principais características das matrizes de corte são o ângulo de saída para facilitar o escoamento do material cortado; folga entre punção e a matriz que é responsável pelo corte da peça desejada; altura do talão determinada nº de afiações possíveis.

#### 4.4 Materiais para punções e matrizes

As principais características dos materiais para punções e matrizes são elevada resistência mecânica; dureza elevada após tratamento térmico; resistência ao desgaste; resistência ao choque; boa temperatura e usinabilidade; indeformabilidade durante o tratamento térmico.

Para o tratamento térmico dos punções e matrizes deve-se consultar o catálogo do fabricante. A dureza dos punções deve ser a principio na faixa de 56 a 62 HRC após o revenimento.

Figura 5: Matriz.



Fonte: O autor.

#### 4.5 Recomendações de projetos para punção e matriz

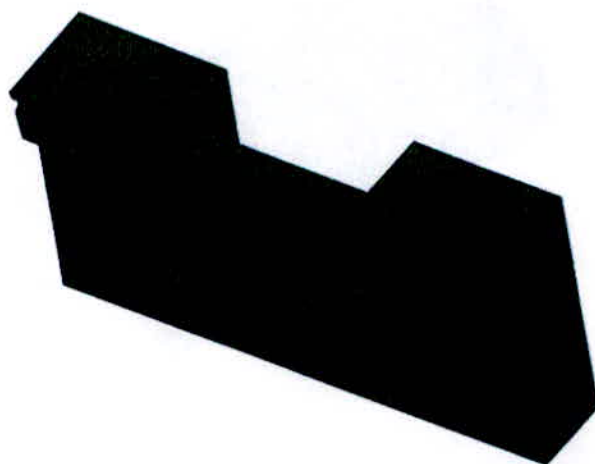
Para que não haja problemas de concentração de tensões durante e depois do tratamento térmico deve-se seguir as seguintes recomendações:

- a) evitar cantos vivos ou raios de arredondamento muito pequenos;
- b) evitar variações bruscas de secções;
- c) evitar massas com distribuição heterogêneas;
- d) evitar furos cegos, roscas e pinos;
- e) evitar proximidade de furos ocasionando paredes finas.

#### 4.6 Pisador

Tem a função de fixar a peça na posição exata, para que se possa fazer o corte sem que ocasione um movimento da peça na hora da operação.

Figura 6: Pisador superior.



Fonte: O autor.

Figura 7: Pisador lateral.



Fonte: O autor.

#### 4.8 Punção

São os elementos que atuam sobre o perfil com a função de conformá-los com a geometria desejada. (O punção pressiona o perfil contra a matriz produzindo o corte). É uma peça de aço com elevado teor de carbono, temperada e revenida, que faz o corte quando é introduzido nas cavidades da placa matriz. O punção pode ser classificado em simples, quando sua forma não apresenta dificuldade de construção, é classificado como punção de peças postiças quando apresenta partes frágeis que serão submetidas a grande esforços.

Figura 10: Punção.

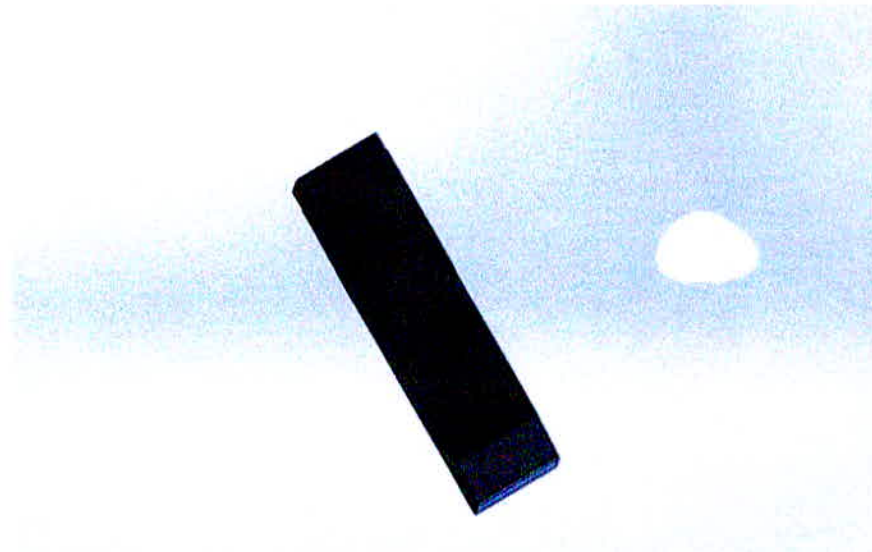


Fonte: O autor.

#### 4.9 Cunha

Tem a função de pressionar o pisador devido seu ângulo ele provoca um movimento lateral no pisador, fazendo pressionar o perfil na posição correta para que a peça não se desloque na operação do corte.

Figura 11: Cunha.

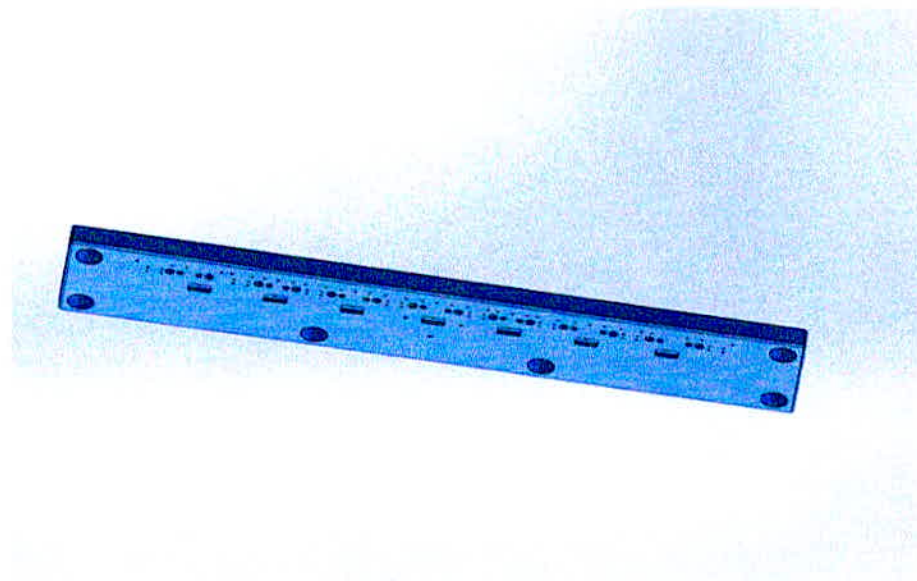


Fonte: O autor.

#### 4.10 Base da ferramenta

O estampo propriamente dito, é montado sobre esse elemento que facilita a centralização correta da matriz, a base e a sustentação do estampo.

Figura 12: Base da ferramenta.



Fonte: O autor.

#### 4.11 Pino guia

Tem a finalidade de posicionar e alinhar os elementos de máquinas, estabelecendo assim uma conexão entre eles.

Figura 13: Pino guia.



---

Fonte: O autor.

## 5 CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA

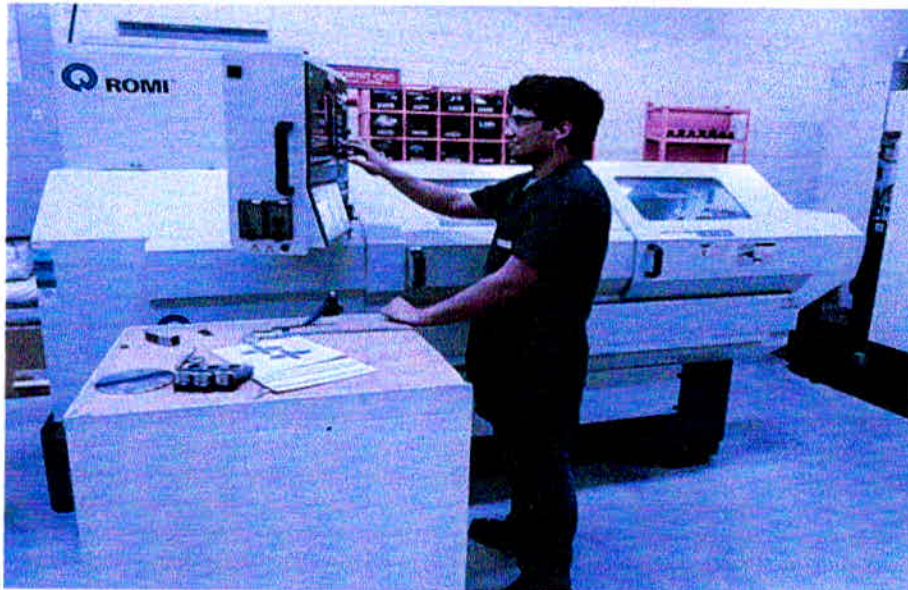
### 5.1 Sistema de programação efetuados na construção.

A construção dos componentes da ferramenta é feito através do processo de CAD, CAM, CNC. O termo CAD pode ser definido como: o processo de projeto que utiliza de técnicas gráficas computadorizadas, através da utilização de programas (software) de apoio auxiliando na resolução dos problemas associados ao projeto. Por sua vez a sigla CAM (Computer Aided Manufacturing – Fabricação Assistida por Computador) refere-se a todo e qualquer processo de fabricação controlado por computador. Sua origem remonta-se ao desenvolvimento das máquinas controladas numericamente (C.N.) no final dos anos 40 e início dos anos 50. Quando essas máquinas começaram a ser controladas por computador, no fim dos anos 50 início dos 60, surgiu o termo (CNC) engloba diversos processos automáticos de fabricação.

### 5.2 Torno CNC

Máquina na qual o processo de usinagem é feita por comandos numéricos computadorizados (CNC) através de coordenadas X (vertical) e Z (longitudinal), a rotação da peça gira sobre seu próprio eixo para a produção de peças cilíndricas ou cônicas.

Figura 14: Torno CNC.



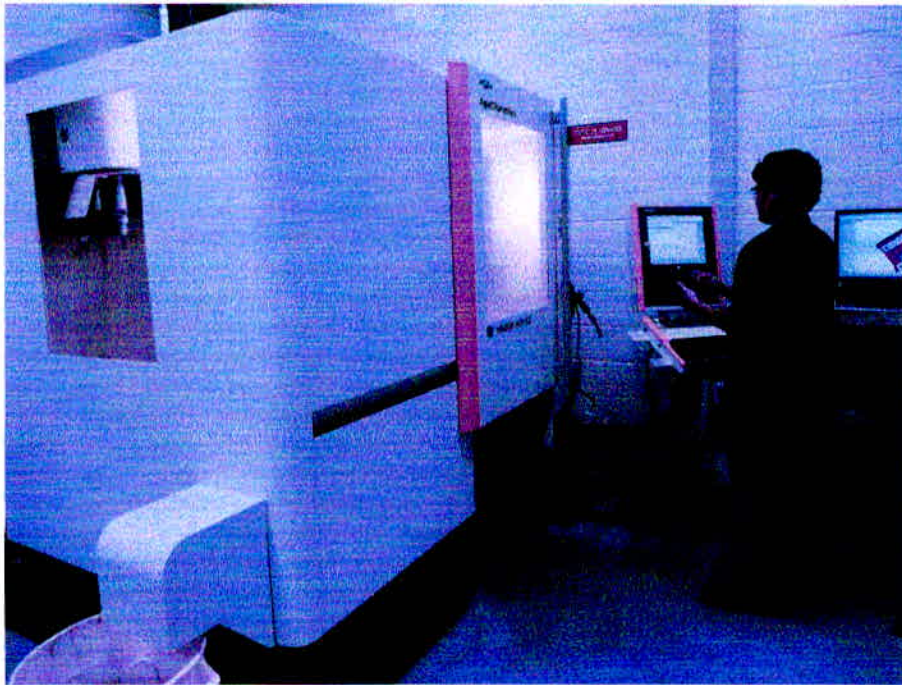
Fonte: O autor.



### 5.3 Centro de usinagem

São máquinas ferramentas multifuncionais com controle numérico computadorizado (CNC) ou controle numérico direto (DNC), capazes de produzir automaticamente uma grande variedade de peças. A remoção do sobre metal é feita pela combinação de dois movimentos efetuados ao mesmo tempo um dos movimentos é o de rotação da ferramenta, e o outro é o movimento da mesa da máquina onde é fixada a peça a ser usinada.

Figura 15: Centro usinagem.

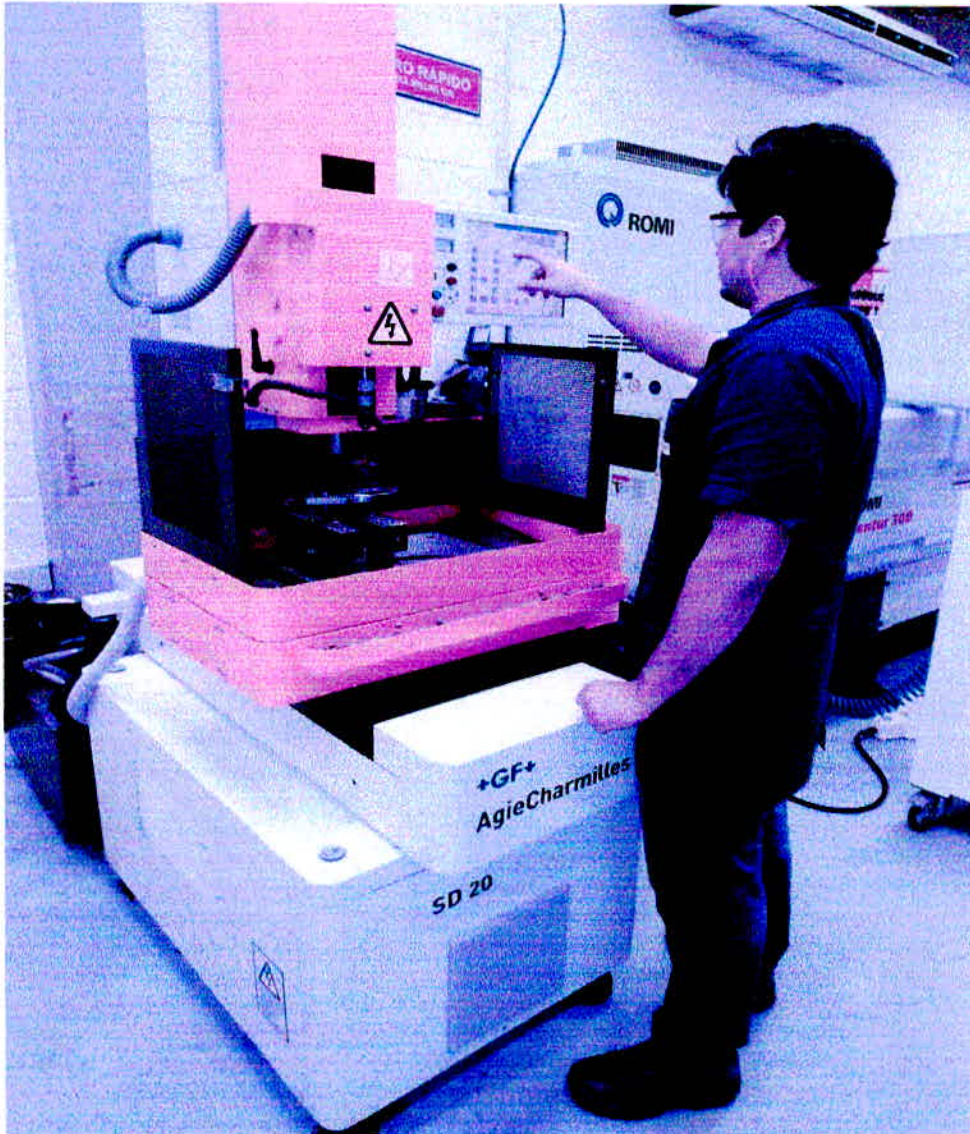


Fonte: O autor.

### 5.4 Erosão a furo

É uma máquina CNC que através da utilização de capilares tem a função de fazer furo por descarga elétrica.

Figura 16: Erosão a furo.



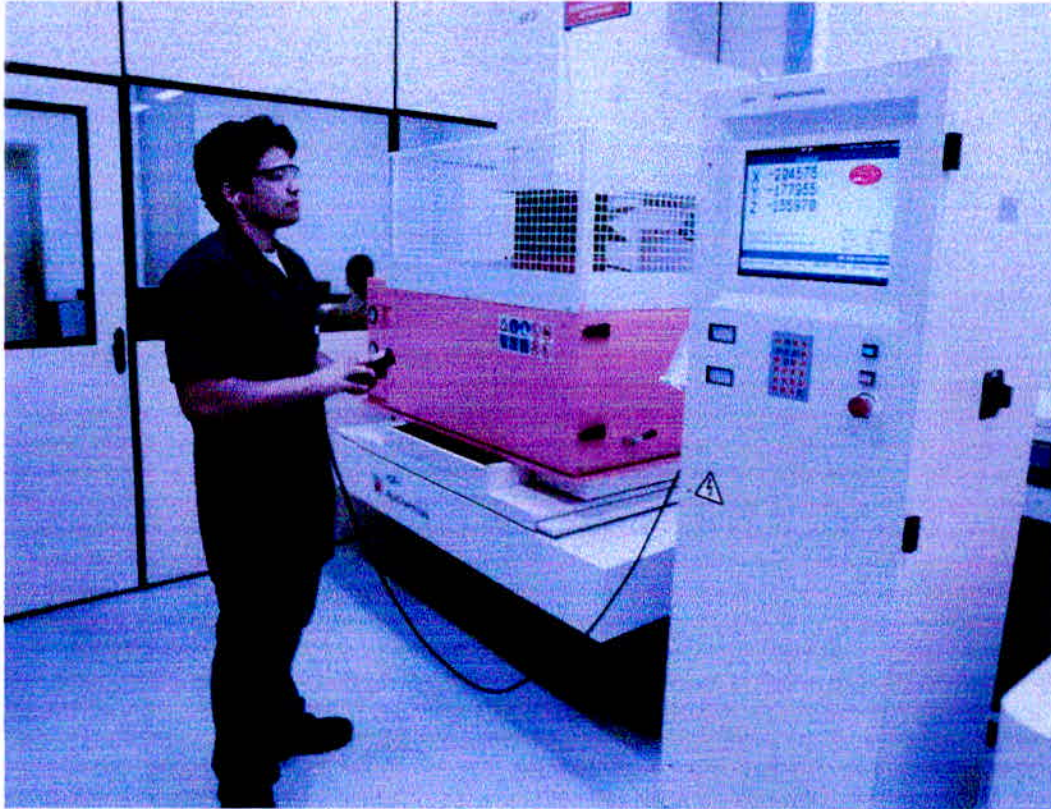
Fonte: O autor.

### 5.5 Erosão a penetração

É um processo térmico de fabricação caracterizado pela remoção de material consequente a sucessões de descargas elétricas que ocorrem entre um eletrodo e uma peça, através de um líquido dielétrico.

A remoção do material da peça é realizada pela micro fusão em uma porção localizada da peça através de uma descarga elétrica. É um processo de conformação em que o eletrodo ferramenta produz a sua imagem no eletrodo peça.

Figura 17: Erosão a penetração.



Fonte: O autor.

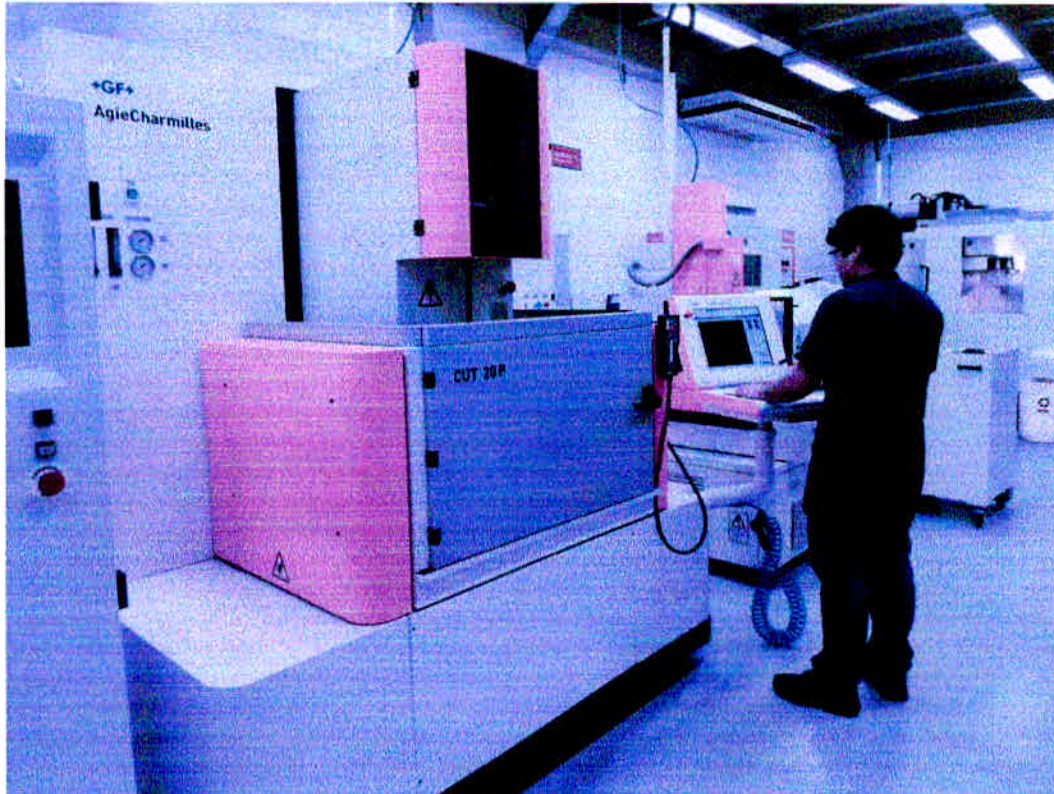
## 5.6 Erosão a fio

A eletro erosão a fio é um método para cortar materiais condutivos com um fino eletrodo que segue o caminho programado.

Ausências de força de corte e tensões comuns nos processos convencionais de usinagem, pois não há contato físico entre o fio e a peça.

A dureza do material da peça não tem efeito negativo na velocidade de corte.

Figura 18: Erosão a fio.

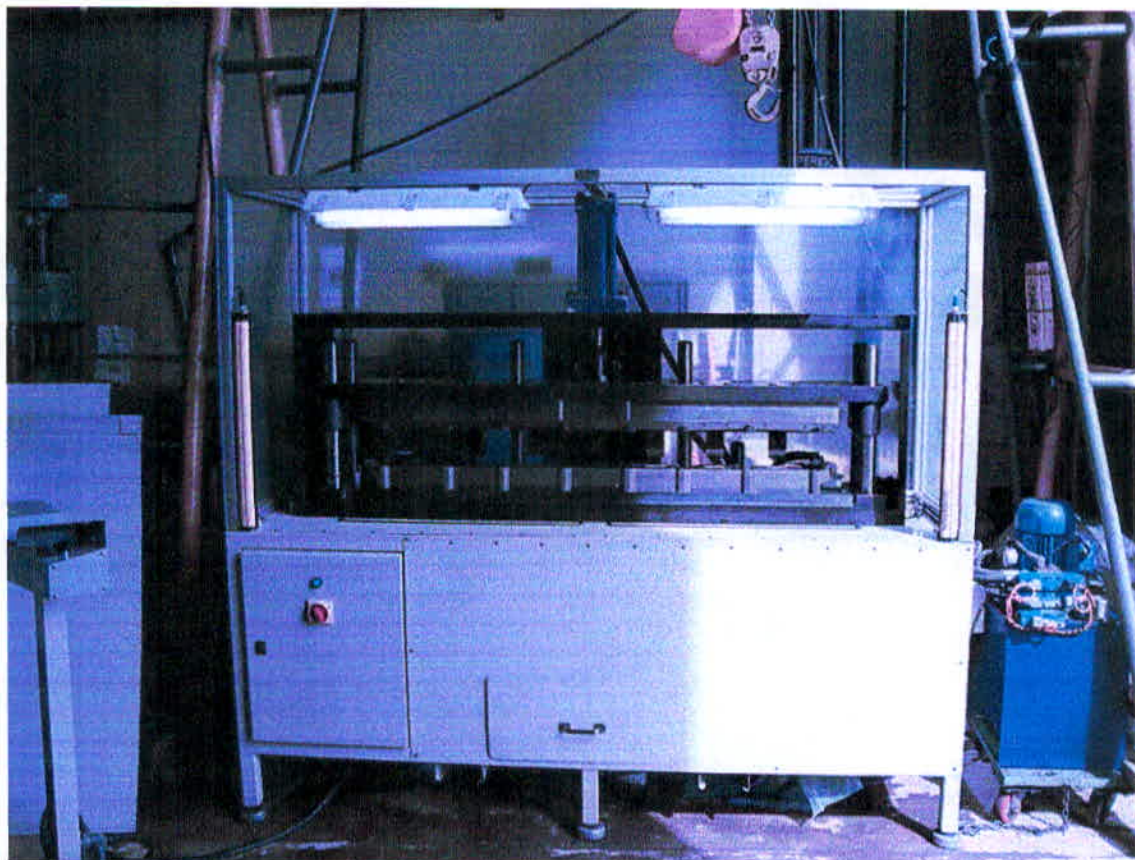


Fonte: O autor.

## 5.7 Montagem da ferramenta

Após a usinagem dos componentes é feito a montagem dos elementos, este trabalho é feito por ferramenteiros que utilizam o desenho do projeto para que se possa ser efetuada uma sequência de operação, a montagem é iniciada a partir da base pois ela que faz a sustentação da ferramenta a partir dai são fixados outros elementos que são posicionados através de pinos que tem a função de alinhar os componentes mantendo seu posicionamento, é muito importante se fazer uma análise de checagem para que se possa analisar possíveis erros.

Figura 19: Ferramenta de corte terminada.



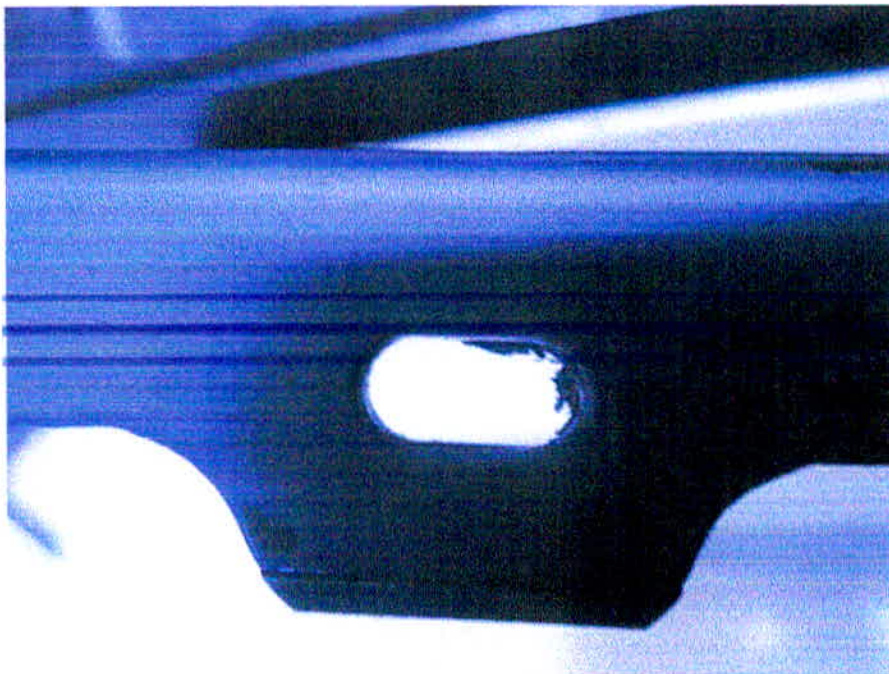
Fonte: O autor.

## 6 TESTE DA FERRAMENTA

Posteriormente ao processo de construção dos ferramentais tem-se a atividade de testes dos mesmos equipamentos para o corte, esta atividade é popularmente conhecida nas empresas pelo termo da língua inglesa: *Try Out* que significa na língua portuguesa: Experimentar, ou provar. Como próprio sugere esta atividade é a prova do ferramental verificando se o mesmo atende os requisitos de qualidade e produtividade conforme projetado e construído de acordo com a metodologia proposta.

No *try out* foi executado o teste prático da ferramenta e ainda se permitiu a definição de parâmetros referente a afiação de punções e facas, e do mesmo se espera alcançar o maior número de informações quanto ao processo portanto, as condições em que o mesmo for realizado tem influência direta nos resultados. Após a conclusão do *try out* observamos que houve rebarba na área que foi efetuado o corte no perfil.

Figura 20: Rebarba indesejada.



Fonte: O autor.

### 6.1 Solução do problema

Com uma análise da amostra podemos observar que devido ao ângulo da faca ser excessivo estava ocasionando rebarbas no perfil devido a grande área de contato do punção

com a peça, para solucionar o problema houve uma nova afiação da faca mudando o ângulo de afiação de 25 para 15 graus, com isso obtivemos uma menor área de contato proporcionando sucesso na operação de corte.

Figura 21: Corte correto.



Fonte: O autor.

## 6.2 Aprovação dimensional das amostras

Nesta fase da metodologia verifica-se as características dimensionais do produto verificando se atendem as especificações dos desenhos dos cliente, existem um critério para o alinhamento do produto em relação ao desenho em três dimensões fornecido pelo cliente. Eles determinam os graus de liberdade do dimensional do produto no espaço tridimensional e no equipamento de medição.

É feita uma análise do perfil verificando todas as medidas para analisar se o produto corresponde com as dimensões desejadas, com os resultados das análises dimensionais aprovados dentro das tolerâncias especificadas em desenho o ferramental pode ser finalizado e os produtos de amostra podem ser preparados para submissão ao cliente, após o término dos estudos dimensionais do produto durante o processo de produção e obtendo-se os resultados satisfatórios de acordo com as especificações e checagem no dispositivo de controle ferramental poderá ser definitivamente liberado para o departamento de produção da empresa.

## 7 CONCLUSÃO

A finalidade fundamental de toda e qualquer indústria é produzir produtos bons e baratos. Este problema se resolve com a produção em série, utilizando máquinas e ferramentas específicas capazes de produzir um elevado número de peças mantendo o padrão desejado.

A máquina é projetada para fazer cortes em diversas posições e geometrias diferentes, o corte do perfil é feito através da força exercida nos punções e facas que pressionam o perfil contra a matriz produzindo o corte na geometria, devido à flexibilidade da borracha o corte apresentou rebarba, mas com a mudança da afiação dos punções podemos obter um resultado satisfatório.

Por fazer parte de um projeto que está relacionado à área que tenho conhecimento em meu serviço, aprendi muito com a construção e elaboração de novas peças e dispositivos para serem utilizados para facilitar a construção dessa máquina. A pesquisa e livros lidos foram de extrema importância para tornar ainda mais prático meu conhecimento.



## REFERÊNCIAS

ALVES, J.M. **MRP II e manufaturada enxuta: vantagens, limitações e integração.** São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, 2000.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada.** 2. ed. São Paulo: Bookman, 2000.

PARETO, Luis. **Tecnologia mecânica.** São Paulo: Hemus, 2003.

RITZMAN, L.P; KRAJEWSKI, L.J. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Prentice Hall, 2004.

STEMMER, Caspar Erich. **Ferramentas de corte I.** 4. ed. Florianópolis: Ufsc, 1995.

STEMMER, Caspar Erich. **Ferramentas de corte II: brocas, alargadores, ferramentas de roscar, fresas, brochas, rebolos, abrasivos.** 2. ed. Florianópolis: Ufsc, 1995.

WITTE, Horst. **Máquinas ferramenta: elementos básicos de máquinas e técnicas de construção.** São Paulo: Hemus, 1998.