

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

LUCAS CHOJIRO SEGAWA

DESTACADOR DE FORMULÁRIO  
CONTINUO

*Apresentado em 4 fev 99  
na banca Prof. Marcelo Alves (orientador)  
Prof. Edson Gomes (coordenador de PMC 581)*

*9,5 MD*

Estudo apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a disciplina:  
PMC 581 - Trabalho de Formatura

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica, com ênfase  
em Projetos e Fabricação

Orientador:  
Professor Marcelo Augusto Leal  
Alves

São Paulo

1998

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer, principalmente ao Professor Orientador **Marcelo Alves** pela grande atenção e apoio dado a execução deste trabalho de formatura. Gostaria de agradecer também ao pessoal da Oficina, Alceu, Tigrão, Cícero, Zé Guilherme e Laércio pelo auxílio prestado, além do Francisco do Laboratório de Máquinas inteligentes por todo apoio e a todo pessoal com que dividi as pizzas. E é claro, meus agradecimentos ao meu pai e minha mãe.

# ÍNDICE

<b>Estudo de Viabilidade</b>	<b>1</b>
<b>1.Introdução.....</b>	<b>2</b>
<b>2.Estabelecimento de necessidade</b>	
2.1 Introdução.....	3
2.2 O uso de formulário contínuo.....	3
2.3 A impressora matricial.....	4
2.4 Outro uso dos formulários.....	5
2.5 Como se destaca atualmente formulário contínuo.....	6
2.6 Estudo da economia de custos.....	6
2.7 Mercado.....	7
<b>3.Formulação do projeto</b>	
3.1 Funcionais.....	8
3.2 Operacionais.....	8
3.3 Construtivas.....	8
3.4 Síntese de possíveis soluções.....	9
<b>4.Exequibilidade Física</b>	
<b>4.1 Análise de propostas iniciais.....</b>	<b>10</b>
4.1.1 modelo nº1.....	10
4.1.2 modelo nº2.....	12
4.1.3 modelo nº3.....	13
<b>4.2 Desenvolvimento da síntese das possíveis soluções.....</b>	<b>14</b>
4.2.1 Quanto ao corte.....	14
4.2.2 Quanto ao tracionamento.....	15
4.2.3 Quanto ao posicionamento do papel.....	16
4.2.4 Quanto ao mecanismo de acionamento da faca, ou destacadador.....	16
<b>4.3 Análise das soluções.....</b>	<b>18</b>
<b>4.4 Alternativas de novas propostas de projeto.....</b>	<b>19</b>
4.4.1 Alternativa de cisalhamento.....	19
4.4.2 Alternativa de tracionamento.....	19
4.4.3 Alternativa de reposicionamento das folhas.....	20
<b>5 Continuidade do projeto.....</b>	<b>21</b>

<b>Projeto Básico.....</b>	<b>21</b>
<b>1. Desenvolvimento de Protótipo.....</b>	<b>22</b>
1.1 Introdução.....	23
1.2 Modelo Proposto.....	23
1.3 Escolha do Material.....	24
1.4 Determinação da Força de Destacamento.....	25
1.5 Calculo da Força de Atrito.....	26
1.6 Calculo do ângulo do eixo Cônico.....	26
1.7 Calculo da Tensão de Contato nos Cilindros.....	28
1.8 Escolha do Motor.....	29
1.9 Calculo da Polia do Motor.....	30
1.10 Calculo do Momento Torçor no Eixo.....	31
1.11 Determinação da Correia.....	32
1.13 Esticamento da Correia.....	33
1.14 Verificando Capacidade por Correia.....	34
1.15 Calculo do Volante.....	35
1.16 Calculo da Vida do Rolamento.....	37
1.17 Dimensionamento do Eixo.....	39
<b>2. Máquinas Utilizadas na Fabricação do Protótipo..</b>	<b>40</b>
2.1 Torno Universal.....	40
2.2 Fresadora Universal.....	40
2.3 Furadeira.....	41
2.4 Plaina Ferramenteira.....	41
2.5 Guilhotina.....	42
2.6 Serra de Fita Vertical.....	42
2.7 Serra de Fita Horizontal.....	43

<b>3. Peças do Protótipo.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Eixos.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Suporte dos Eixos, Regulador da Mola.....</b>	<b>50</b>
<b>3.3 Mancais.....</b>	<b>55</b>
<b>3.4 Suporte do Motor, Suporte do Eixo da Polias do motor,         Base dos Suportes e Placas dos Suportes dos Cones..</b>	<b>59</b>
<b>3.5 Tirantes.....</b>	<b>65</b>
<b>3.6 Placa de Apoio do Papel.....</b>	<b>68</b>
 <b>4 Tabelas, Gráficos e Panfletos.....</b>	 <b>70</b>
<b>5.Conclusão.....</b>	<b>71</b>
<b>6. Bibliografia.....</b>	<b>72</b>

# **Estudo de Viabilidade**

# **1 - Introdução**

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento do projeto de um destacador de formulário contínuo e construção de um modelo. Como primeira parte do projeto, este trabalho faz uma exposição do estudo de viabilidade, além de mostrar modelos, idéias e desenvolvimentos até aqui realizadas no projeto do destacador de formulário contínuo. Para todas os modelos e idéias foi feito uma análise procurando ser o mais minucioso possível. Procurando detectar todas as possíveis falhas. Nas alternativas de projeto estão os modelos propostos mais viáveis para construção, e a seguir os rumos para onde caminhará o projeto.

Devo lembrar da importância maior da parte inicial do projeto, pois como uma pilha ela será a base onde estará apoiado todo o projeto. Com um erro inicial pode-se levar todo trabalho do projeto em vão. Algumas figuras esquemáticas ilustram as idéias propostas para o projeto.

## **2 - Estabelecimento de necessidade**

### **2.1 Introdução**

O principal objetivo deste projeto é o destacamento de formulários contínuos. Esse tipo de papel é utilizado principalmente em trabalhos de impressão que necessitem de velocidade, baixo custo, continuidade na alimentação de papel, e uso de mais de uma via, por exemplo notas fiscais.

E a necessidade do destacamento seria para confecção de livros para o arquivamento.

O principal uso atual e quase que exclusivamente dos formulários contínuos é em impressoras matriciais. Sendo o projeto voltado para pessoas, ou empresas que tem que destacar grandes quantidades de formulários contínuos. Onde a relação custo/benefício atraia o investimento por parte dessas empresas.

A seguir temos uma análise do mercados de produtos e pessoas que viabilizam o projeto.

### **2.2 O uso do formulário contínuo**

Apesar da presença cada vez mais significativas do uso de folhas soltas com o barateamento das impressoras jato de tinta e laser, o formulário contínuo apresenta vantagem principalmente no meio comercial. Dentre as vantagem do formulário contínuo estão:

-Menor preço

- formulário contínuo.....R\$ 0,0060 / folha (80 colunas)

- folhas soltas.....R\$ 0,0085 / folha (tamanho A4)

O preço foi levantado tirando-se uma média de empresas fornecedoras de papel (Kalunga, KSR, Papéis Madi)

- o formulário contínuo pode trabalhar em gramaturas menores, pois devido ao tracionador não enrosca, fornecendo livros mais finos e leves, o que pode ser uma vantagem.

- pode-se trabalhar continuamente com maior número de folhas



- Outra vantagem é a não necessidade do tempo de realimentação e do uso de pequenas margens no papel devido ao sistema de tracionameto, aumentando a área de impressão.
- Mais uma vantagem seria a existência de formulário contínuos em diversas vias, por exemplo em notas fiscais, boletos de cobrança, guias do gare, duplicatas, etc.

## 2.3 A impressora matricial

Logo que se pensa em formulário contínuo vem a nossa cabeça a idéia de impressora matricial.

Atualmente este tipo de impressora perdeu mercado para impressoras laser e jato de tinta, porém possui algumas vantagens que as mantém no mercado.:

- menor custo de impressão
- continuidade na impressão ( não existe tempo de ejetar uma folha e puxar outra.
- A existência no mercado de impressoras com mais de um cabeçote de impressão o que aumenta a velocidade.
- A necessidade da impressão de mais de uma via.
- O custo de fita de impressão é menor que o sistema jato de tinta ou laser. Sendo que na verdade o refil da matricial nunca acaba ele vai recirculando e quando o operador acha que quando a impressão está muito clara, então troca-se o refil.
- Existem impressoras com velocidade de 800cps (Elgin EE 818).
- Algumas impressoras jato de tinta aceitam formulário contínuo (Epson Stylus Color 400, HP Deskjet 692C).
- Segue-se abaixo uma relação dos custos de impressão:

	matricial	jato de tinta	laser
preço do refil	< R\$ 10,00	> R\$ 30,00	R\$ 200,00
nº folhas impressas	3.000	1.000,00	4.000
custo de impressão	R\$ 0,0033/folha	R\$ 0,03/folha	R\$ 0,05/folha

tabela 1 - Custos de impressão

O custo foi tirado levando-se em conta algumas impressoras do mercado.

Deve-se lembrar do caso em que são feitas várias vias de domínio exclusivo das impressoras matriciais em formulário contínuo.

## 2.4 Outro uso dos formulários

Devemos levar em consideração, que na atual legislação brasileira é exigido para controle fiscal que as firmas tenham encadernados livros diários, livros razão, balancetes, balanços, registros de entrada e saída. Conforme o tipo de atividade ou o porte da empresa são requeridos, alguns ou todos os citados. Esses livros, por lei devem estar encadernados e alguns deles devem ser registrados na Junta Comercial do Estado de São Paulo ou em Cartório. Como esses livros destinam-se a arquivos as empresas de contabilidade ou os setores contábeis procuram reduzir o custo ao máximo. Como foi observado o menor custo é obtido com o uso de formulário contínuo e impressora matricial. Supondo que cada empresa no país precise de pelo menos 2 livros (diário e razão), a quantidade de livros registrados é enorme. Estima-se algo acima de 1.000.000 de livros. Algumas empresas de grande porte chegam a ter que encadernar 100 livros por ano de 500 folhas cada.

Esses volumes impressos em formulários contínuos são enviados para encadernadoras, para confecção dos livros fiscais, e geralmente as empresas não se dão ao trabalho de enviar o formulário contínuo destacado. A seguir temos uma relação dos números fornecidos informalmente de algumas empresas que realizam este trabalho.

Empresa	nº de livros/ano	nº médio de folhas por livro	total de folhas por ano
Encadernadora L&L	2000	200	400.000
Encadernadora Barrezi	2000	200	400.000
Encadernador Athena	2000	150	300.000
Encadernadora Poliprint	4500	200	900.000
Encadernadora Sto Amaro	3000	200	600.000
Banco SRL	30	500	15.000
Paramont Lansul	90	500	45.000
Contabilidade J.Alves	200	30	6.000
Asconde -Assuntos Fiscais	100	20	2.000

tabela 2 - Pesquisa de mercado

## **2.5 Como se destaca atualmente formulário contínuo**

Praticamente todas as empresas destacam os formulários manualmente. Ver fotos em anexo.

O formulário vem sanfonado, onde duas frentes impressas estão com as faces voltadas uma contra a outra e invertidas. As bordas utilizadas pelo mecanismo da impressora é chamado de remalina e pode ser tirado com o auxílio de uma guilhotina.

Existem diversos tipos de picotes, alguns a distância entre os furos é mais espaçados que em outros, em outros é micro-serrilhado, com furos bem pequenos.

Para destacar o formulário manualmente ele é colocado em cima de uma mesa lisa e deslizado, utilizando a mão esquerda e a parte inferior do antebraço trava-se a penúltima folha e com a mão direita puxa-se a ultima destacando-a. Algumas folhas rasgam-se nesse processo e são remendadas com durex.

Existem algumas maneiras de facilitar o destacamento. Uma delas é chanfrar um dos lados do formulário direcionando a força de tração para o picote. Isso pode ser feito em questão de segundos utilizando uma faca bem afiada. Outra maneira é lixar as lombadas que contém o picote, somente o suficiente para reduzir a força necessária para o destacamento e reduzir o número de folhas rasgadas. (Ver fotos anexas ao relatório)

## **2.6 Estudo da economia dos custos**

Uma pessoa com muita pratica nesse tipo de atividade, destaca um formulário de 80 colunas com 500 folhas em torno de 20 minutos. Devido a repetibilidade da ação ela torna-se tediosa e causa dores nas costas e nos braços. Não se consegue executar uma tarefa dessas por mais de quatro horas diárias.

Algumas empresas cobram um valor sobre o livro destacado pelo número de folhas. Por volta de R\$ 0,50 centavos por cento destacado.

Tirando-se de uma estimativa das empresas encadernadoras analisadas, pelo método de destacamento manual seria necessário ocupar um funcionário trabalhando 4 horas por dia, durante 2 meses do ano para destacar umas 300.000 folhas. Levando-se em conta um salário de R\$ 450,00 por mês. Posso ter uma estimativa do preço de mercado da impressora.

## **2.7 Mercado**

Naturalmente este não é um mercado em crescimento, principalmente porquê, nas áreas técnicas ou de editoração há muito tempo não se usa formulário contínuo. Provavelmente podem inventar um método que torne obsoleto o formulário contínuo, mas parece que não é do interesse de muitas pessoas. Algumas empresas que não se importam muito com o custo utilizam impressoras laser. Sendo está com a vantagem de ser mais silenciosa. Algumas impressoras matriciais são condicionadas em cabinas contra ruído. Não pude conferir a existência de destacadores de formulário contínuo, ou achar fabricantes de tal equipamento. Podem ser feitas buscas na internet, algumas que fiz sem sucesso. Pode-se tentar com o uso de outros programas de busca em outras línguas. Existem alguns equipamentos multifuncionais como a "serrilhadora 1422" da Xerox que além de destacar, serrilham, ou microserrilham, além de cortar folhas contínuas. Porém é um equipamento caro, acima de R\$ 4000,00 o que não se destina a micro empresas. Soube da existência de equipamentos manuais, que segundo informações são devagares, de acionamento manual, que pouco rendem, porém não consegui ainda acesso a encadernadora que possui este equipamento. Inclusive não existem fornecedores vendendo um destacador exclusivamente.

## **3 - Formulação do Projeto**

### **Especificação de características técnicas:**

#### **3.1 Funcionais:**

- Desempenho - Sabe-se que uma pessoa habilidade consegue destacar 500 folhas em 20 minutos. Devido a repetitividade da atividade, consegue fazer isso por no máximo 4 horas. Com esse período, um número razoável seria de 7500 folhas/dia o que daria um limite de uma folha a cada 0,5 s. Mas podemos estabelecer um limite superior como o obtido manualmente por volta de uma folha a cada segundo. Deve ser capaz de destacar formulários de tamanho grande 132 colunas e pequenos.80 colunas.
- Segurança - deve-se proteger o operador contra danos físicos ao operador.

#### **3.2 Operacionais:**

- Precisão \_ no caso de se destacar as folhas poderia-se rasgar uma a cada 500 folhas. No caso de cortar a folha essa poderia-se deslocar 1mm em relação ao picote.
- Durabilidade - a vida útil deve justificar a diferença entre o preço final do destacador de formulário contínuo e a economia de tempo com relação ao salário do operador, ou a necessidade de pessoa menos especializada.

#### **3.3 Construtivas:**

- Peso - 15 Kg.
- Dimensão - que caiba num cubo de 0,5m3

### 3.4 Síntese de possíveis soluções:

Funções	A	B	C
puxar papel	cilindros	esteira	garras
destacar papel	lamina	solenóide	guilhotina
inverter papel	rolos	alavancas	
acionar dispositivo	motor elétrico	manual	pneumático

Obs: O caso de inverter papel seviria principalmente para alternativa de reposicionamento de papel ver (item 4.4.3) dentre as alternativas de projetos propostos.

## **4 - Exequibilidade física**

### **4.1 Análise de propostas iniciais**

Segue a análise de algumas idéias para o destacamento do formulário contínuo. Algumas conclusões importantes foram tomadas.

- Pensou na possibilidade de adequar um dispositivo para que a impressora destacasse o formulário contínuo o termino da impressão da página. Porém teríamos um problema que deveria ser específico para um tipo de impressora ou adaptar-se a vários tipos o que tornaria-se quase que impossível devido ao grande número de impressoras e a inviabilidade de mercado, já que não atenderíamos o mercado dos encadernadores.
- Alguns problemas propostos não funcionam por erros de projeto, dentre esses erros alguns podemos tomá-los como princípios do que não deve ser feito, para este de projeto. Estes tipos de erros detroem toda a base da forma construtiva do modelo proposto, inviabilizando o.

Devido aos seguintes itens, os modelos propostos foram excluídos.

#### **4.1.1 Modelo nº1**

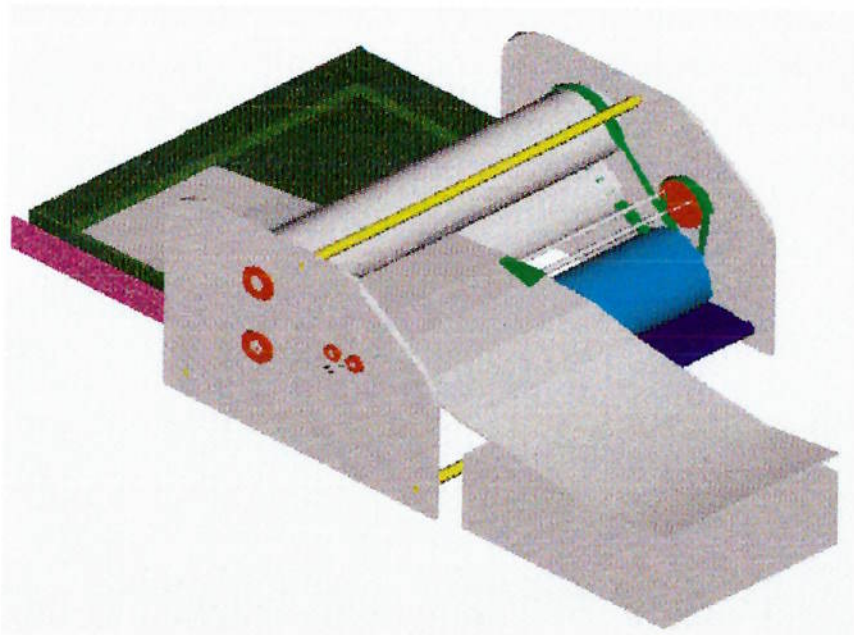


figura 1- exposição do modelo proposto

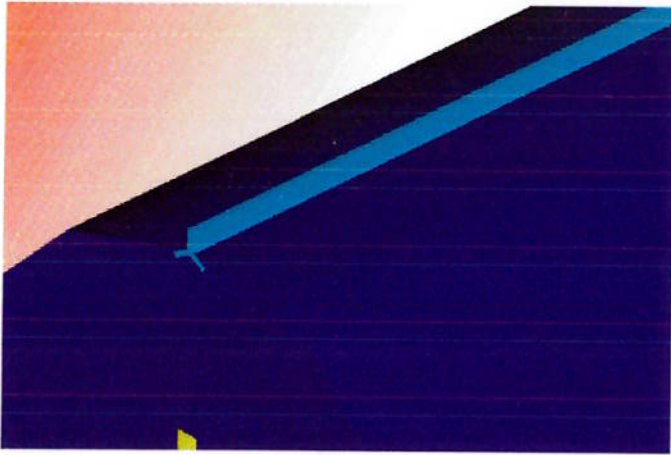


figura 2- Vista ampliada da faca

Nesta alternativa a cada volta do conjunto de cilindros, estaríamos com a lamina da foto acima, destacando o picote. Neste caso o diâmetro do cilindro deveria ter o comprimento da folha.

1º) - O rolo teria que ter a medida exata do comprimento do papel. Como exemplo, se tivéssemos um erro de perímetro de 0,1mm na centésima folha teríamos um erro somático de 10mm, intolerável para o projeto. Além disso teremos, todos os erros de folgas dos mancais. O rolo, deveria ser feito de material flexível para comprimir e tracionar o papel sem escorregamento, então o material flexível do rolo tornaria-se mais um fator de imprecisão. Além disso teríamos um diâmetro fixo.

2º) - A faca encaixada no rolo, não encaixaria no outro rolo, ver anexo. Para encaixar, imagine o momento em que o faca de cima encaixar na superfície do rolo de baixo, e for penetrando, deveríamos ter uma folga, já que a faca não entra reto na direção do centro do cilindro, mas angularmente. Esta folga pode comprometer todo o corte do papel.

O 1º item foi adotado com princípio, não podemos ter um erro somático. Devemos ter um mecanismo independente que tome a medida de cada folha.

Outro item a ser questionado é sobre o processo de destacamento. A grande dúvida é se devemos destacar as folhas tracionando a região do picote ou se devemos cortá-las, já que neste caso seríamos independentes do estado do picote. Mas não seria mais um destacador de formulário contínuo, mas um "Cortador de formulário contínuo".



Quanto as outras alternativas proposta foram tomadas as seguintes conclusões.

### 4.1.2 Modelo nº2

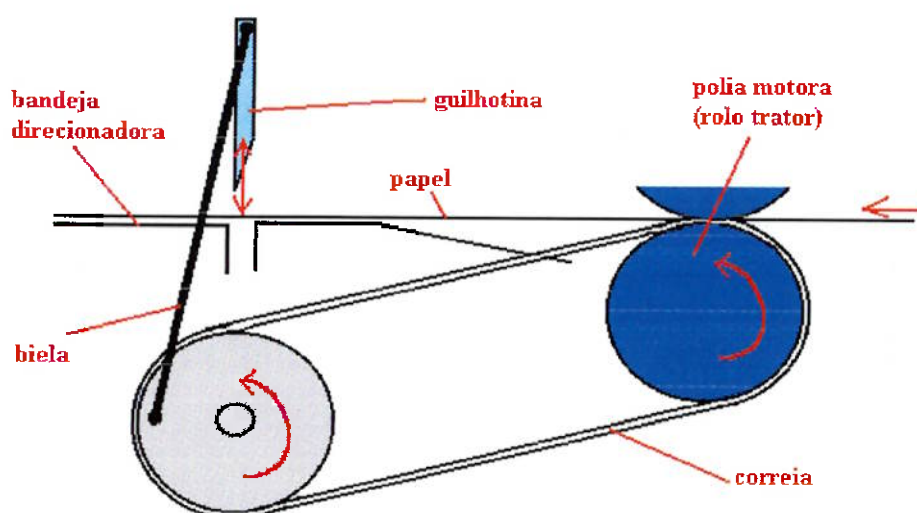


figura 3 - modelo nº2

Neste caso um sistema biela-manivela acionando uma faca cortaria a folha.

1º) Teríamos o mesmos problema de erro somático.

2º) Como a faca deve cizalhar num único instante toda a superfície do papel, está pode mastigar ou embolar o papel, além de gastar-se rapidamente. Teríamos a necessidade de reafiação da faca e mais um custo de manutenção. E quanto maior a velocidade do sistema, mais rapidamente teríamos que afiar a faca. O custo de afiação de um faca está por volta de R\$ 15,00. Devemos considerar que devido a diminuição das medidas causada pela afiação da faca teríamos que trocá-la.

### 4.1.3 Modelo nº3

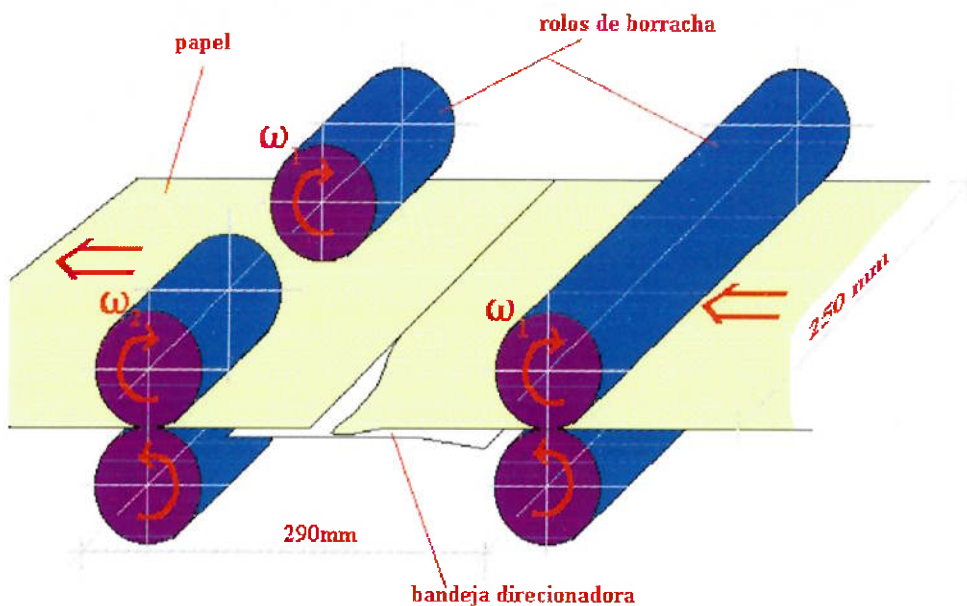


figura 4 - modelo nº4

Quanto ao terceiro sistema, que procura destacar o formulário contínuo com diferentes rotações:

1º) A velocidade  $w_1$  e  $w_2$  podem ser obtidas fazendo-se um par de eixos cônicos..

2º) Este projeto não soma erros de dimensionamento das peças como os outros, além de ser de construção mais simples.

3º) O rolo que traciona com diferente velocidade irá destacar o picote em todo seu comprimento de um só vez. O que aumenta a força necessária, aumenta a possibilidade de rasgar o papel.

## **4.2 Desenvolvimento da síntese de possíveis soluções**

Pensei em algumas alternativas que possuem o mesmo problema de erro somático do item 1 da análise do projeto já feito. Pois somente percebi isso, quando desenvolvia algumas idéias, as quais não vale mais perder tempo em comentar, pois os erros são os mesmos. Outras embora não funcionem, ou não tenham confiabilidade, são citadas para não repetir os mesmos erros. Mas alguns, componentes isolados desses mecanismos, que podem ser úteis, serão comentados, como novas idéias para um projeto final. Além disso para pensar num mecanismo de forma criativa, para buscar todas as alternativas possíveis, devo considerar todas alternativas, para depois criticá-las. Mais tarde depois da análise das idéias, chega-se a conclusões importantes, que servem como uma base mais sólida para o projeto. Procurei dividir o projeto por partes, sendo cada parte uma função a ser realizada, lembrando que esta função pode ou não ser útil no projeto final escolhido.

### **4.2.1 Quanto ao corte:**

1º) No caso de uso de uma faca esta deve cortar angularmente para não ter o esforço de corte num único ponto.

2º) Além disso deve cortar através da raspagem da face de duas facas, como uma tesoura. Isto diminuiria a manutenção em comparado ao corte perpendicular da faca com um anteparo.

3º) Durante o corte a faca deve acompanhar o papel na mesma velocidade durante o corte, e voltar recuada. Senão vai cortar torto o papel.

4º) No caso de um mecanismo que utilize o destacamento, devemos procurar fazer o destacamento da seguinte forma: este deve começar de um lado da folha, como se estivéssemos rasgando a folha, mas pelo picote e não puxar as folhas perpendicularmente e de uma vez só o picote, pois estaríamos aumentando a probabilidade de rasgar a folha.

5º) Este sistema precisa ser independente do tracionamento, para não ocorrer o mesmo erro somático do item 1 do 1º mecanismo do projeto já feito. Isto é a faca deve cortar quando algo detectar, que cada picote de cada folha, está na posição de corte ou destacamento.

#### **4.2.2 Quanto ao tracionamento:**

1º) O papel não pode escorregar, pois isso comprometeria todo o processo de corte, ou destacamento do picote.

2º) Para não escorregar os rolos tracionadores devem ser feitos de material anti-derrapante.

3º) Apesar disso deve-se supor o desgaste dos rolos.

4º) Como solução, pode-se utilizar o mecanismo utilizado em máquinas de plastificação, o qual consiste em ligar os mancais dos rolos, através de molas, em cujas pontas fixam-se a parafusos e na base de cada mancal deve haver um furo por onde prende-se o parafuso a uma porca. Apertando ou afrouxando a porca pode-se comprimir mais ou menos os rolos.

5º) Outros mecanismos de tracionamentos seriam esteiras, ou fixadores de remalina semelhante a encontrada em impressoras matriciais. Até aqui os rolos parecem de maior facilidade de construção. Os fixadores de remalina seguram somente as bordas, o que os torna inseguros.

### **4.2.3 Quanto ao posicionamento do papel:**

1º) Como já foi citado, o mecanismo de posicionamento serviria para detectar o momento em que o picote estaria posicionado para ser destacado ou cortado. Isto deve ser feito para cada folha. Relembrando o caso de sistemas onde os erros de cada folha se somam e por isso são inviáveis.

2º) Como solução proposta podemos utilizar um sweeter ou um sensor ótico, quando o papel estivesse na posição certa, isto é o picote estivesse na posição certa, acionaria-se o mecanismo de corte, ou destacamento.

3º) Esse sensor poderia deslizar por um régua para regulagem, ou destacar formulários contínuos de tamanhos diferentes.

### **4.2.4 Quanto ao mecanismo de acionamento da faca, ou destacador**

1º) O principal fator que complica este sistema, pois o sistema de acionamento deve ser dependente apenas do sinal produzido pelo sensor.

2º) É difícil pensar num mecanismo puramente mecânico, uma vez que teríamos que transmitir através de um sensor o posicionamento do papel, algo provavelmente pequeno, para um grande esforço de corte. Além disso pode não haver grande vantagem nisso. Um componente mecânico de alta, sensibilidade, tende a ser de difícil fabricação e manutenção, além de muito caro.

3º) Um novo componente deverá fornecer a força para mover um sistema de faca, ou devo aproveitar a força do motor, porém o que torna difícil o projeto é a alta velocidade e a necessidade de um sistema intermitente e independente do sistema de movimentação.

4º) Foi pensando em se utilizar o sistema de cremalheira com catraca de prensas excêntricas para acompanhar o papel durante o corte. Para subir e descer a faca utilizaria-se cames. Para acionar a catraca utilizaria-se um solenóide. Porém essa idéia foi descartada, porque devido a forma construtiva do sistema, o cubo com ranhuras, ver desenho, possui uma posição angular indefinida, na hora em que aclopa-se com a chaveta. O erro seria a diferença entre uma ranhura e outra. Além disso não é um mecanismo barato e de fácil usinagem.

5º) Um sistema biela-manivela, também não pode ser usado, pois seria dependente de um sistema de movimentação que somaria os erros.

6º) Também foi pensado num sistema em que se utilizaria solenóides, para acionar uma fricção. Porém para isto necessitaria-se conhecer melhor como funciona solenóides, que tipos estão comercialmente disponíveis, como é descrita sua velocidade e força em função do tempo.

7º) E também é preciso conhecer mais sobre fricção, já que provavelmente o escorregamento durante a fricção pode alterar toda a precisão do sistema, inviabilizando sua implementação.

## 4.3 Análise das soluções

1º) Devemos lembrar que o erro não pode somar-se a cada folha.

2º) Devemos considerar 2 tipos de mecanismos, se resolver cortar ou destacar o picote.

No caso de cortar, seria o mecanismo independente do estado do picote, porém dependente do estado da faca e do mecanismos que a faz movimentar-se.

No caso de destacar a folha seríamos de pendentes do estado picote e do sistema destacador .

3º) Deve-se levar em conta que um sistema de facas não possui um movimento contínuo, porque a faca precisa subir e descer, sendo acelerado e desacelerado. Então quando maior a massa, maior a inércia do sistema e mais potência será necessária para o acionamento do sistema, pode-se também pensar que isso aumentará o desgaste e o ruído.

4º) Deve-se sempre lembrar do custo do projeto uma vez que devo trabalhar numa faixa economicamente viável. Obviamente vários sistemas podem tornar o projeto mais confiável, porém mais caros, alguns projetos podem tomar caminhos que os tornam caros e complexos. Por exemplo, não há como colocar um sensor, junto a um feixe laser para cortar o papel, pois o feixe não deve ser nada barato. Nem utilizar componentes que necessitem de ar comprimido ou hidráulica. Como foi visto a melhor alternativa continua sendo o uso de um ou mais motores elétricos assíncronos, devido ao seu baixo custo e fácil disposição de energia para alimenta-lo.

5º) Deve-se pensar no fator de manutenção, peças disponíveis comercialmente, peças de fabricação especial (como camos). Essas peças podem ser caras ou de difícil fabricação.

## **4.4 Alternativas de projeto propostas**

### **4.4.1 Alternativa de Cizalhamento**

Até agora uma alternativa que não foi eliminada foi a de utilizar um sistema de solenóide com fricção, acionada por um sensor, para acionar um mecanismo tipo tesoura que avança cortando e retorna livre, recuada. Este mecanismo teria cames, ou manivelas, para subir e descer a faca superior da tesoura, sendo a inferior fixa, uma vez que por ela correria o papel. Para acionar o mecanismo utilizaríamos o solenóide com uma fricção ligada ao motor. Para escorar o eixo do solenóide utilizaríamos um rolamento axial. Deveríamos ter outro solenóide para parar o sistema, funcionando como freio ou trava. Assim que o conjunto da tesoura retornar, para garantir sempre o posicionamento correto. O maior problema é que este mecanismo torna-se complexo e com muitos componentes de difícil ajuste e usinagem, como cames. Todos esses fatores começam a tornar caro o projeto. Outros mecanismos como biela-manivela tornariam, mais complexa a construção. Lembrando que no sistema com faca precisamos estar exatamente em cima do picote. Segundo consulta com a firma Meac o tempo de acionamento de um solenóide com retorno por mola, é menor que 350 ms. Os modelos mais rápidos chegam a 50 ms. Durante este tempo o picote deve estar entre os rolos. Outro fator limitante seria o tempo ligação do solenóide, pois quanto menor, maior a força e menor os custos do projeto. Provavelmente este será o fator limitante do projeto.

### **4.4.2 Alternativa de tracionameto**

Como segunda alternativa o formulário passaria por 2 conjunto de rolos comprimidos por molas, os quais devem estar a uma mesma velocidade. Um dos lados de um dos conjuntos deve movimentar-se angularmete para destacar o papel ( ver croqui), isto pode ser feito através de rolos cônicos Para regular a pressão de modo que um conjunto de rolos não desliza-se sobre o papel, regularíamos a pressão através do sistema de molas já proposto. Este projeto parece bem mais simples e com menos componentes que o primeiro, adotaríamos o sistema de destacamento ao invés do sistema de corte. Outra vantagem desse sistema é: estando o picote entre os rolos,



temos a posição necessária para o destacamento, com boa margem de erro.

Porém deve-se fazer um estudo mais detalhado da força necessária para o destacamento, da massa dos rolos e suas fixação, dos atritos e o momento de inércia que isso geraria. Pode-se utilizar na confecção dos rolos materiais, mais leves possíveis como o alumínio.

Através de um estudo estatístico, utilizando um prendedor para folhas e pesos ligados a esses prendedores pode-se determinar a força necessária de tracionamento do papel para destacá-lo. E a partir daí selecionar o solenóide com a força e a velocidade proposta. A grande desvantagem desse método estaria na total dependência do picote, e consequentemente de rasgar a folha.

#### **4.4.3 Alternativa de reposicionamento das folhas**

Surge uma terceira alternativa que consiste mais um novo método do que num modelo pensado, pois ainda não surgia uma boa idéia para sua implementação. Este consistiria em refilar(cortar) numa guilhotinha (equipamento presente em quase toda as encadernadoras) o formulário, próximo a margem. Assim retiraria-se o picote. Porém restaria inverter as folhas de posição, já que estariam numa posição invertida( face de uma com a face de outra ou verso de uma com o verso de outra). Algumas máquinas de Xerox possuem tal mecanismo. Estou colhendo dados destas para o possível aproveitamento de algumas idéias.

A desvantagem desse método é a necessidade de se remover uma pequena margem. Porém mesmo após serem destacados, por motivos estéticos a maioria das encadernações com formulário são refiladas. Somente em casos onde a impressão esteja muito perto da borda isso não ocorre, para não correr o risco de cortar o texto. A grande vantagem desse método estaria na total independência do picote, e consequentemente de rasgar a folha.

## **5 - Continuidade do projeto**

Antes de prosseguir devo lembrar da maior importância desta fase do projeto, pois é onde se apoiará todo o resto.

Pode-se que existam componentes que servirão de base para uma possível proposta de projeto. Entre eles estão o solenóide, sensores e a fricção. Porém o preço de alguns componentes tornariam o projeto inviável. O estudo de viabilidade não para por aqui. Pode-se notar que o projeto converge para modelos cada vez mais confiáveis e de amplia-se cada vez mais as idéias de como destacar o formulário contínuo.

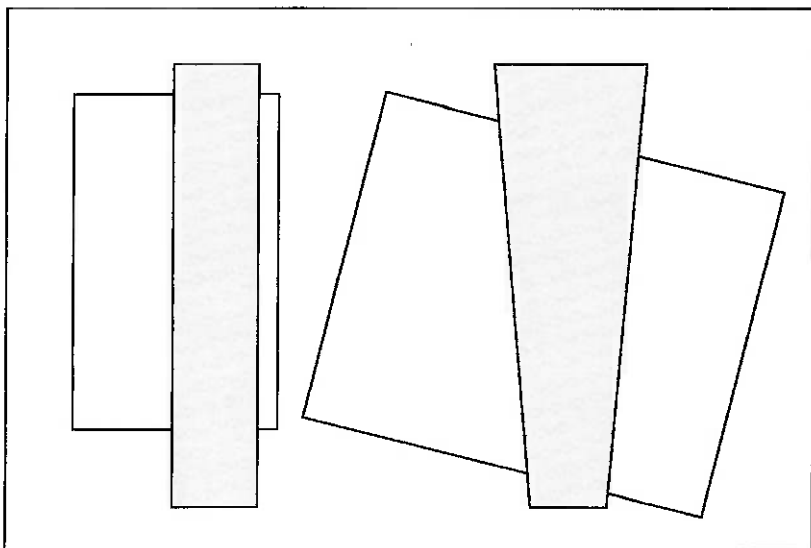
Dentre os mecanismos o sistema de compressão dos rolos cônicos por mola, não encontrei ainda objeções, devo também seguir alguns princípios da análise das idéias, como o qual o erro não pode somar-se a cada folha. O projeto utilizando rolos de diferentes velocidades angulares, talvez seja o de mais fácil solução devido a maior facilidade de construção e baixo custo.

# **PROJETO BÁSICO**

# **1 - Desenvolvimento do Protótipo**

## **1.1 Introdução**

A simplicidade e possibilidade de construção do destacador de formulário contínuo, utilizando um par de eixos paralelos e um par de rolos cônicos foi motiva como alternativa devido a inexistência de somatória de erros a cada destacamento. Pode-se ver abaixo a simplicidade do modelo proposto.



*figura 5 - esquema do destacamento*

Muitas vezes para o calculo de um item é retirado dados de outros itens. Este projeto foi desenvolvido de forma interativa entre diversos itens que estão relacionados, os quais procurei deixar indicado os capítulos correlatos

Para a construção foi estabelecido um protótipo, o qual sofreu uma série de mudanças durante a fabricação, para estar dentro das limitações de usinagem existentes, ou para tentar manter o projeto a custos razoáveis, ou pela descoberta de uma alternativa de melhor custo-benefício ou de maior facilidade de montagem. Assim não somente a parte teórica foi feita de maneira interativa, mas a parte prática de construção do protótipo, com a verificação teórica, através das ferramentas da engenharia, para tornar viável a construção deste trabalho de formatura.



O protótipo feito foi construído com os eixos simétricos, na pior das hipóteses ser necessário acrescentar outro motor.

A estrutura toda está montada em chapas de grande espessura(11) ligadas por tirantes(10) com rebaixos e roscas nas pontas..

### **1.3 Escolha do Material**

Inicialmente nos tempos de hoje, é comum pensar-se em utilizar materiais plásticos que são leves, porém comparados com o  $f^{º}p$  e o aço são de baixa resistência a tração e compressão, além da falta de estabilidade das medidas e alto custo, pois os plásticos tornam-se baratos quando injetados, pois dispensam operações de usinagem.

Além disso apesar da densidade ser alta o custo por quilo é muito inferior ao custo de outros materiais não ferrosos. Por exemplo, apesar de possuir densidade 2,8 vezes maior que o alumínio possui o preço pesquisado 5 vezes menor por quilo.

O  $f^{º}p$  é um material frágil, mas de grande resistência ao desgaste, por exemplo, é utilizado na construção de estruturas de máquinas ferramentas, por possuir também ótima estabilidade dimensional e amortecimento contra vibrações. O ferro e o aço conferem alta rigidez ao projeto. Além disso, possui altíssima usinabilidade, um fator de grande importância na para construção do projeto. É essencial neste projeto a viabilidade econômica, quanto a matéria-prima e a usinagem. Por estes motivos o  $f^{º}p$  foi utilizado na construção das caixas de rolamento, mancal, e dos eixos.

Já para as demais peças foi utilizado aço SAE 1020 devido a facilidade de compra, baixo preço e grande resistência. Este material foi utilizado no projeto das Placas de suporte, suporte dos eixos, suporte do motor, suporte das guias para eixos cônicos e tirantes.

Devido ao alto custo do aço inox, 5 vezes maior que o aço 1020, porém a necessidade de um suporte liso e livre de oxidação, foi utilizado este material inox liga 306 para construção de uma chapa para apoio do papel durante o deslocamento de um par de eixos a outro.

Para a construção dos eixos tentou-se a utilização de tubos, visando reduzir a massa. Porém devido a falta de espessura de parede para a construção do eixo cônico, principalmente de tubos com costura, e do custo mais elevado e dificuldade de encontrar a matéria-prima em tubos sem costura, além da dificuldade do embutimento das pontas

para construção da parte que vai embutida no rolamento e na polia, tenderam para a escolha do eixo maciço de  $\text{FPP}$ .

As polias foram compradas com a seção já fundida na medida, somente foram usinado o furo do eixo e o rasgo de chaveta. Foram encontradas polias em alumínio, que são de fácil usinagem.

## **1.4 Determinação da força de destacamento**

A força de destacamento foi determinada através de testes, colocando-se o formulário num vão entre os picotes. Então foram colocados pesos até que o formulário se rompe-se. Neste caso estamos supondo o destacamento de uma só vez e não angularrmente começando de um só lado, conforme foi especificado no protótipo proposto. Porém por segurança, foi adotado este tipo de destacamento superdimensionando o projeto, como é inovador, para não ocorrer o risco de não destacamento do formulário contínuo. Obteve-se um valor médio de rompimento das folhas de 5 Kgf. Então por segurança o projeto foi calculado para 10 Kgf. O ideal seria testar diferentes tipos e marcas de formulários. Porém para não correr o risco do não destacamento e como as forças são relativamente baixa, perto do equipamento disponível, como vai ser visto no projeto do motor (ver capítulo\* , projeto do motor), por segurança adota-se um valor superior. Nos testes com pesos 10 Kg foi considerado um valor, bem dimensionado dentro de uma margem de segurança. No calculo dos esforços para dimensionamento das seções dos eixos, a própria massa do eixo maciço de  $\text{FPP}$  é que gera as maiores tensões.

## **1.5 Calculo da força de atrito**

A determinação da força de atrito é de vital importância para o projeto, já que através da determinação da força de atrito pode-se determinar o a força atuante nos eixos de destacamento e a partir daí dimensionar as seções dos eixos, os rolamentos, a correia e a potência necessária para o motor.

Para o projeto especificado quanto maior a força de atrito menor será a força normal nos eixos, regulado através das molas, isto seria benéfico para reduzir os esforços nos elementos. Foi estimado um coeficiente de atrito estático de cerca de  $\mu = 0,5$ , baseado no livro do Dublel, Heinrich, Manual do Engenheiro Mecânico. Onde o valor é tirado da página 230 do atrito mínimo entre metal e madeira. Infelizmente não foi encontrado nenhuma tabela que consta-se informações do coeficiente de atrito entre papel e diversos materiais. Devido ao limite de tempo e custo dos ensaios, o próprio protótipo terá como objetivo determinar se será necessário emborrachar os eixos, ou fazer um outro tratamento. O que gerara um coeficiente de atrito provavelmente maior que o do aço, o que reduziria a força normal nos eixos, reduzindo o desgaste dos rolamentos e os esforços. Uma maneira de se medir o coeficiente seria utilizando um plano inclinado, onde o valor da tangente do ângulo do plano, quando este estivesse em eminência de movimento, seria o valor do coeficiente de atrito. Uma maneira mais precisa e correta seria através da medição das forças para determinação das forças de atrito de rolamento, o qual sabe-se que é inversamente proporcional ao raio. Porém como não foi achado o valor desta em nenhuma bibliografia para a sua determinação empírica seria necessário construir um protótipo. Pôr este motivo será considerada a superfície de raio infinito.

Para o protótipo estabelecido a força de atrito seria determinada pela força normal devido a massa do eixo e da força das molas. A força de atrito desejada seria a necessária para o destacamento, medida empiricamente através de testes com formulários contínuos, no valor de  $F_{at} = 10 \text{ Kgf}$ . Já que a fórmula para o atrito estático:

$$F_{at} = \mu.N$$

Isolando a normal, obteríamos o valor de 200N, porém como teremos 2 forças de atrito de mesmo módulo e direção em ambos lados do papel, já que temos um rolo de cada lado do papel nos eixos cônicos de destacamento, porém somente os de cima são motorizados. Através deste valores, já que a massa do cilindro é de cerca de 9 Kg, exerceria um peso de cerca de 90 N, por isso foi escolhida uma mola de coeficiente  $K=1,165 \text{ kgf/mm}$ . No modelo proposta o peso dos eixos e a força da mola são favoráveis a Normal e do lado de maior diâmetro a resultante das correia é para cima desfavorável a



Normal, mas felizmente devido ao modelo proposta as molas podem ser reguladas de modo independente.

## 1.6 Calculo do ângulo do eixo cônico

O ângulo do eixo cônico e a diferenças dos diâmetros em relação a os eixos paralelos e a conicidade, determinaram a velocidade que se dará o destacamento e a amplitude relativa ao distanciamento entre as folhas. Foi estabelecido o diâmetro de 60mm dos eixos paralelos

Para o calculo da conicidade dos eixos, primeiro estabeleceu-se o destacamento mínimo do lado de menor diâmetro do cone. Este valor seria da separação dos papéis em 15 mm no eixo de menor conicidade e de 40 mm no eixo de maior conicidade. Conforme esquema da figura abaixo:

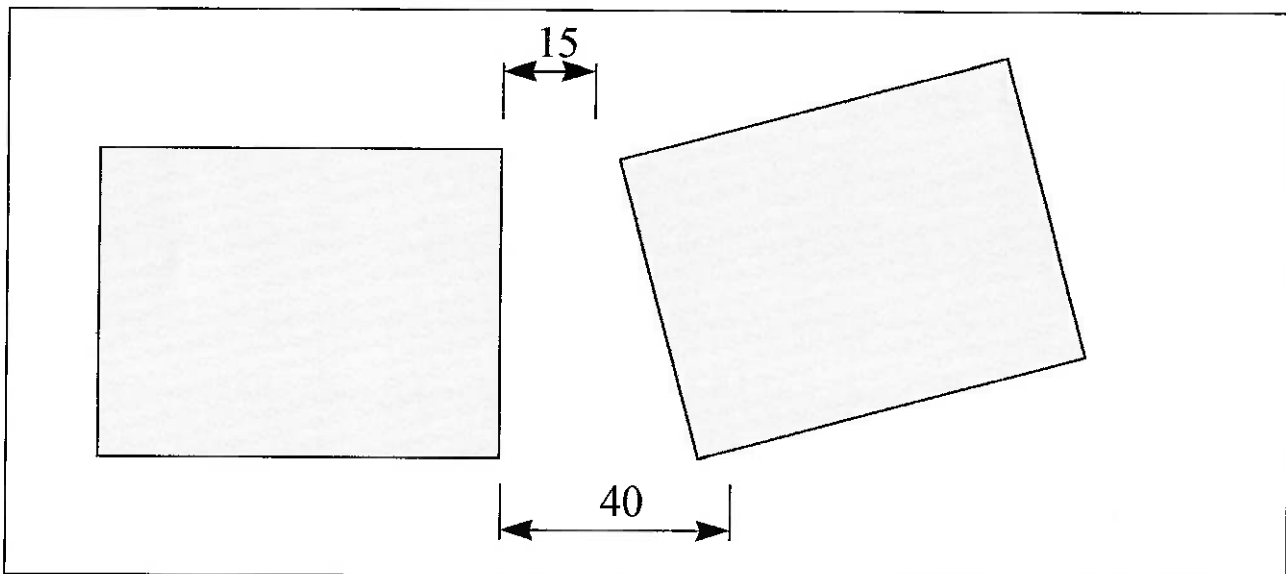


Figura 7 - Processo de Destacamento

Como o comprimento do papel é dado 280 mm a distância a ser percorrida pelo perímetro do lado menor do cone seria de  $280 + 15 = 295$  mm. O que daria um número  $n$  de rotações por folha:

$$n = \frac{280}{\pi \cdot 60} = 1,486 \text{ rotações/folha,}$$

onde 60 mm é o diâmetro do eixo paralelo;

então para calcular o diâmetro menor d teríamos:

$$n = \frac{295}{d \cdot \pi}$$

Substituindo o valor de  $n=1,486$  obtemos  $d = 63,2$  mm.

Realizando a mesma conta, porém substituindo o valor do comprimento do perímetro durante o destacamento de 295 para  $280 + 40 = 320$ , o qual é o comprimento de destacamento do cone maior, obteremos o valor de do diâmetro do cone maior de  $D = 68,6$  mm.

## 1.7 Calculo da tensão no contato dos Cilindros

O calculo da tensão de contato dos cilindros foi obtida através da fórmula de Hertz, para o contato de 2 cilindros de mesmo módulo de Young e coeficiente de Poison, tirado do livro Elementos de Máquinas (Joseph Edward Shigley), primeiro determina-se b da área de contato, cuja largura é um retângulo estreito de largura 2b.

$$b = \sqrt{\frac{2 \cdot F [(1 - \mu_1^2) / E_1]}{\pi \cdot l (1 / d_1)}}$$

onde:

$F = 20$  Kgf = 200 N (ver capítulo 1.5 ,Calculo da força de Atrito), forças que pressiona os rolos;

$\mu = 0,2$  , coeficiente de Poison, ver tabela ( Shigley, pag. 320), para  $f^\circ f^\circ$  cinzento;

$E = 14$  Ksi = 96,5 Gpa ( Shigley,pag. 320), para  $f^\circ f^\circ$  cinzento;

Como no livro do Shigley e colocada a faixa de variação de E e de  $\mu$ , utilizou-se o caso limite, pior caso, onde a pressão de contato será maior, para isso E é o maior valor do intervalo e  $\mu$  o menor valor do intervalo..

o valor de b obtido foi de:

$$b = 0,014 \text{ mm}$$

A pressão máxima de contato segundo uma distribuição elíptica, segundo Herzt.

$$P_{\max} = -\frac{2.F}{\pi.b.l};$$

Substituindo os valores o valor obtido da pressão máxima é  $P_{\max} = 22 \text{ Mpa}$ , consultando a tabela \*, para o pior caso ( como o fornecedor não tem catálogo de máxima pressão de compressão) do material  $\text{f}^{\text{ro}}$  ASTM 20 a resistência a tensão de compressão é 83 Mpa, logo não haverá deformação plástica no contato. O que é favorável ao uso de  $\text{f}^{\text{ro}}$ , em relação ao alumínio, já que este possui boa resistência a tração, mas a resistência a compressão é cerca de 4 vezes menor em relação ao  $\text{f}^{\text{ro}}$ .

## 1.8 Escolha do Motor

Através do calculo do momento torçor no eixo, podemos determinar a potência mínima requerida do motor de 0,091 c.v. e o torque de 8,1 N.m, (ver capítulo \*, Determinação da correia) isto foi feito de maneira interativa , observando se o motor escolhido, através de sua especificação se este atende o projeto requerido.

Outro fator essencial para escolha do motor da BOSH - CEP 42-9.390.453.042 foi o custo, cerca de metade de um motor assíncrono de mesma potência (1/8 c.v.), e com a rotação de saída de cerca de 100 rpm eliminar a necessidade de um redutor, o que aumentaria demasiadamente o custo, o aumento seria de 50% a 100% do custo de todo material. Este motor já vêm com um redutor de parafuso sem-fim e coroa embutidos (Ver panfleto pág \*). Porém como o projeto destina-se ao uso residencial com corrente alternada de 110 V é necessário um transformador, 110 V- 12V e um retificador de corrente alternado para 12V e 5 A.

## 1.9 Calculo da Polia do Motor

Para determinar o diâmetro da polia do motor, primeiro vamos estabelecer o diâmetro da polia movida. Como o motor escolhido tem rotação nominal de 100rpm, e a velocidade desejada é de 2 folhas por segundo, a polia motora será maior que a movida. Devido ao desejo de ter um protótipo de dimensões reduzidas, foi escolhida a polia de menor dimensão possível, neste caso da movida. Para o calculo da transmissão foi utilizado o Manual de correias E.C. Multi-V.

Como dados temos:

Diâmetro da polia menor: 3";

diâmetro do cilindro: 60mm;

Comprimento do papel: 280mm

Velocidade desejada: 2 folhas por segundo, ou 120 folhas por minuto.

Para determinação do diâmetro da polia do motor. Foi calculado o perímetro do cilindro e dividido o comprimento do papel pelo perímetro. Obtendo 1,485 rotações por folha. Multiplicando-se por 2 folhas por minuto da velocidade de destacamento desejado, obtemos 178 rpm (rotações por minuto) que deve ser a rotação dos cilindros de destacamento. Este calculo foi feito de maneira interativa, já que a rotação do motor é função do torque (ver capítulo \*, Calculo do momento no eixo do motor) a rotação de funcionamento obtida é de cerca de 80 rpm (ver curva do motor). Assim o diâmetro da polia do motor será:

Diâmetro da polia do motor =  $3".i$

onde  $i$  = rotação dos cilindros/ rotação do motor

Foi obtido o valor de 6,67". Devido a polia comercialmente vendida de valor mais próximo ser de 7" foi adota esta. Teremos um aumento de 125 folhas por minuto. A rotação dos rolos será de 186 rpm.

## 1.10 Calculo do Momento Torçor no eixo

A potência transmitida é obtida através do momento torçor da rotação. O momento torçor é calculado a partir da força estipulada para o destacamento,  $F_d = 10 \text{ Kg}$  e do raio do cilindro de destacamento,  $r=34\text{mm}$

$$M_t = Fdxr$$

Momento torçor obtido é de 3,4 N.m. A potência transmitida N será:

$$N = \frac{M_t \times n}{71620}$$

onde  $n = 186 \text{ rpm}$  (rotação do cilindro de destacamento). Utilizando-se o momento em  $\text{Kgf.cm}$  e a rotação em rpm, obteremos a potência em cavalos,  $N=0,088\text{cv}$

Para calcular a potência no eixo do motor, dividiremos a potência obtido pelo rendimento médio das correias  $\eta = 0,96\%$ . Obtendo uma potência de 0,091 c.v. O momento no eixo do motor será calculado de maneira interativa, junto também com o calculo da polia do motor, ver capítulo \*, Calculo da polia do motor), já que a rotação do motor varia muito com o momento. A rotação pode ser obtida do gráfico  $M_t \times n$  do anexo do motor. Deve-se inicialmente chutar um valor para a rotação, calcular o  $M_t$  e verificar nas pela curva a validade da equação. O momento torçor será de:

$$M_t = 71620 \frac{N}{n}$$

Calculando-se para uma rotação de cerca de 80 rpm obtemos um momento de 8,1 N.m. Sendo o momento máximo do motor recomendado pelo fabricante de 25 N.m. O motor está superdimensionado. E verifica-se também na curva de potência o valor de aproximadamente 100 W.

## 1.11 Determinação da correia

Para a determinação da seção da correia para o protótipo, foi utilizado o Manual de correias E. C. Multi-V. Verificando as condições de serviço(página 14 do Manual de Correias) e a potência a ser transmitida, estabeleceu-se a seção a ser utilizada e de maneira interativa foi feita a verificação da capacidade da correia com arco de contato de 180° e com o fator de correção para arco de contato (ver capítulo \*\*\*).

Então como dados temos:

Tipo de serviço: Serviço Normal;

Potência Transmitida: aproximadamente 1/8 C.v.

Então a partir daí temos verificando a tabela \* tirado do Manual Goodwear página 15. Foi escolhido a correia com seção A, também pelo fato de a seção A poder utilizar a menor polia, de 3.0". Que é essencial devido a exequibilidade física do protótipo proposto. Existe uma limitação de espaço, a polia não pode tocar no eixo inferior, já que ela vai montado no eixo superior. Foi escolhido está polia, objetivando uma polia motora de menor tamanho, no calculo da polia do motor.

Comprimento da correia foi determinado, tendo como dados:

Diâmetro da polia motora (ver Calculo da polia do motor, cap \*): 7";

Diâmetro da polia movida: 3";

Distância entre centros( tirado a partir do estabelecimento do protótipo): 160 mm

A fórmula tirada do manual de correias E. C. Multi-V, página 16

$$L_n = 2 \cdot xC + 1,57(D_n + d_n) + \frac{(D_n - d_n)^2}{4xC} ;$$

onde:

$D_n$ : diâmetro da polia maior = 7"

$d_n$ : diâmetro da polia menor = 3"

C: distância entre centros = 160mm

O valor de  $L_n$  obtido é 28.8", observando a tabela da pag. 13 foi escolhida a correia A-27. Inclusive observando a página 23 do manual pode-se ver que devido ao comprimento obtido, poderia-se utilizar 90% da potência para os cálculos. Mas numa análise mais empírica e pelo uso e verificando o capítulo \*, verificando-se a capacidade por correia verifica-se que a correia é superdimensionada. Mas devido ao custo (ver custos) e a baixa manutenção que isso irá gerar irei utilizar esta mesma correia.

### 1.13 Esticamento da correia

Segundo o manual recomenda-se um esticamento de 5% do comprimento da correia, então sobre o comprimento da correia foi calculado aumentando-se em 5% e com este comprimento foi calculado uma nova distância entre centros. A variação das distâncias entre centros serviu de auxílio para construção do esticador, onde o motor é montado. Este funciona da seguinte maneira: o suporte o motor é fixo em parafusos que atravessam um furo num tirante (Ver capítulo \*, Modelo Proposto), estes parafusos podem deslizar, subir e descer através do tirante, colocando-se porcas no parafuso na parte superior do tirante. O curso do parafuso será a variação da distância entre centros. O valor do comprimento com o esticamento foi obtido pela formula:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 3e}}{16}$$

onde ,  $b = 4L_n - 628(D_n + d_n)$

$$e = (D_n - d_n)^2$$

### 1.14 Verificando a capacidade por correia

A potência máxima por correia foi verificada utilizando-se a tabela \* tirada da página 18 do manual goodwear de correias para arco de contato de 180°. Depois foi utilizado o fator de correção do arco de contato. Para consultar a tabela é necessária ter o diâmetro da polia menor e a velocidade da correia,  $V_c$ , dado por:

$$V_c = w \times d_n \times \pi$$

onde  $d_n=3''$

$w = 185 \text{ rpm.}$

A velocidade deve ser convertida em pés por minuto para consultar a tabela.  $V_c$  será 145 pés por minuto, o que é bem menor que a mínima velocidade da tabela (1000 pés por minuto), onde a capacidade para arco de contato é 0,56 Hp. Como a potência transmitida é de 0,077 c.v. (ver capítulo \*, cálculo da potência transmitida), pode-se ver que a correia selecionada está superdimensionada.

Também foi utilizada a correção do arco de contato na página 22, tendo-se a distância entre centros e a diferenças de diâmetros.

$$\text{Diferenças de diâmetros} = D_n - d_n = 7'' - 3''$$

$$\text{Distância entre centros} = 160\text{mm} = 6,3'' \text{ ( tirado do protótipo)}$$

Como a menor distância da tabela é 10'', extrapola-se o fator para distância entre centros de 10'', 0,94 para 0,92. A Capacidade com o verdadeiro arco de contato será a capacidade com arco de contato de 180°, 0,56H.P multiplicado pelo fator 0,92, que será 0,52 H.P. Observa-se que a correia continua superdimensionada, o que é favorável devido ao baixo custo da correia, comparado com o trabalho de desmontagem para trocar as correias.

## 1.15 Cálculo do volante

Devido ao próprio peso dos eixos, que é muito maior que o das polias e do rolamentos, estes funcionam como volantes gerando uma força de inércia que serve para acumular energia cinética, auxiliando o trabalho do motor.

Supondo uma massa  $M = 9 \text{ Kg}$  e o diâmetro do cilindro  $d=60\text{mm}$  teremos um momento de inércia de:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

O momento de inércia do eixo será  $J = 6,36 \cdot 10^{-7} \text{m}^4$ ;



O raio de giração  $i$ , do eixo, isto é do volante será:

$$i = \sqrt{\frac{J}{A}} = 0,015m$$

onde  $A$  é a área da seção transversal do eixo,  $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ ;

O momento de inércia do cilindro  $I$  será:

$$I = M \cdot i^2 = 2,025 \cdot 10^{-3} \text{ Kgf.m}^2$$

A velocidade angular do cilindro do motor ( ver capítulo \*,Determinação da Correia) será em radianos por segundo:

$$w_1 = 185rpm = \frac{185 \cdot \pi \text{ rad}}{30 \text{ s}} = 19,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

O trabalho realizado pelo destacamento será calculado com base na diferença dos deslocamentos de destacamento (ver capítulo \* , Calculo do ângulo do eixo cônico).  $s = 40 \text{ mm} - 15\text{mm} = 25\text{mm}$  e das força de destacamento.

$$W = F \cdot r = 10 \text{ Kgf} \cdot x 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 20 \cdot 10^{-2} \text{ Kgf.m}$$

A fórmula para o calculo da velocidade  $w_2$  depois do trabalho de destacamento será:

$$W = \frac{1}{2} I \cdot (w_1^2 - w_2^2);$$

Isolando o valor de  $w_2$  e substituindo os valores obteremos o valor  $w_2 = 11,4 \text{ rad/s}$ .

A porcentagem de perda de velocidade angular  $\eta$  será:

$$\eta = \frac{w_1 - w_2}{w_1} = 41\% ;$$

Para o motor pode-se descobrir a perda da velocidade, utilizando o anexo do gráfico \*, Observando na curva torque x rotação. No destacamento teríamos o torque máximo ( ver capítulo \*, Calculo do momento no eixo),  $M_{\max} = 8,1 \text{ N.m} = 810 \text{ N.cm}$  eixo do motor onde só houvesse tracionamento teríamos torque zero, então tirando do gráfico os valores da rotação para esses torques teremos:

$$\text{para } M_{\max} = 810 \text{ N.cm} \Rightarrow w_1 = 75 \text{ rpm}$$

$$M_{\min} = 0 \text{ N.cm} \Rightarrow w_2 = 100 \text{ rpm}$$

A porcentagem de perda de velocidade angular  $\eta$  será:

$$\eta = \frac{w_1 - w_2}{w_1} = \frac{100 - 75}{100} = 25\% ;$$

Observando-se os valores nota-se que a massa dos eixos cria uma inércia, devido a sua massa que auxiliara o motor escolhido, a manter a rotação a torque mínimo. Isto leva também a uma reflexão sobre o uso do alumínio (ver capítulo \*, escolha dos materiais), cuja baixa massa seria um fator negativo para o destacamento..

## 1.16 Calculo da Vida do Rolamento

Após o calculo da reações de apoio, para uma maior segurança e durabilidade do equipamento e já que a diferenças de preços pesquisada entre os rolamentos não é significativa; projetou-se o rolamento para o eixo de maior solicitação. Isto se deve ao fato de uma normalização dos rolamentos facilitar a construção do mancal e a compra do mesmo rolamento em maior quantidade reduzir o preço. Verificou-se como fator limitante para o projeto do rolamento o seu diâmetro externo. Pois este deve estar contido dentro da caixa do mancal e a caixa deve(Ver capítulo \*, modelo Proposto) ser de lado menor que o diâmetro dos eixos, para não tocar na caixa do eixo de baixo. Para dimensionar o rolamentos utilizou-se o catálogo geral da SKF. Estimou-se o valor de  $L_{10h} = 12500$ (horas

de trabalho), o que dá cerca de 4,3 anos trabalhando todos os dias 8 horas por dia. O valor da rotação utilizado foi de 186 rpm( ver Capítulo \*, cálculo da polia do motor). Então da tabela \* tirado do catálogo página 31, foi obtido o valor de C/P onde:

C = capacidade de carga dinâmica;

C<sub>0</sub> = capacidade de carga estática;

P = carga dinâmica equivalente;

Para este projeto foi desprezada a carga axial que é inexistente nos rolos paralelos e de valor muito baixo nos rolos cônico, já que como a conicidade é muito baixa o valor da tangente também, gerando uma carga axial desprezível. O valor de P então é puramente radial. Seu valor é de cerca de 306N. O valor obtido da tabela 2 página 31 é :

$$\frac{C}{P} = 4,83$$

então o valor de C= 306N x 4,83 = 1478N

Para determinação do rolamento foi determinado do valor do furo, conforme foi descrito foi optado o uso do rolamento rígido de esfera. O Valor do diâmetro interno do anel interno, será determinado pelo dimensionamento do eixo (ver capítulo \*, Dimensionamento de eixo). Pelo valor do diâmetro interno do anel interno e de C foi determinado o tipo de rolamento que seria utilizado. Da página 188,. escolheu-se o rolamento 61804 que possui C = 2700N e C<sub>0</sub>=1500N.

Devido a matéria prima disponível foi escolhido este rolamento que devido as dimensões, não pode ter o diâmetro externo muito grande. Já que se observar o protótipo, como os eixos que fazem o destacamento se tocam, este deve ser menor que diâmetro do eixo e ainda deve haver uma parede mínima para a caixa do rolamento, o mancal. Ainda verificando-se os custos o ideal seria a utilização do rolamento de roletes que possuem limite de fadiga bem elevado, porém seu custo é 3 vezes maior que o de esfera. Então o ideal seria aumentar a resistência da caixa do rolamento, já que este precisa de uma certa espessura, pois o rolamento entra com ajuste interferente. Outra opção seria aumentar a espessura dos rolos e de maneira interativa ir determinando um rolamento com limite de fadiga adequado, concomitantemente ir calculando a massa já que esta aumenta com o quadrado do raio e calculando a resistência da parede da caixa

de rolamento devido a pressão interna gerada pelo ajuste interferente. No protótipo devido a matéria-prima disponível, e ou custo foi comprado um rolamento importado da marca ENZO, com lubrificação para a vida, isto é, com dupla placa de vedação.

## **1.17 Dimensionamento do eixo**

Para dimensionamento dos eixos de tracionamentos, foram usadas as fórmulas, tabelas e recomendações contidas no livro Dimensionamento, de Boris Zampese e as resistências contidas na tabela \* da fundição de ferro..

Para dimensionamento do eixo foram feitas as seguinte etapas:

- 1- Representação esquemática dos esforços e reações de apoio;
- 2- Calculo e diagrama dos momentos e torques;
- 3- Escolha dos eixos e seções mais solicitadas;
- 4- Determinação dos coeficientes de segurança em relação ao tipo de solicitação;
- 5- Calculo do diâmetro do eixo escolha final de seu diâmetro;
- 6- Calculo e coeficiente do valor dos coeficientes de fragilidade, índice de sensibilidade, devido ao tipo de material, acabamento, geometria e singularidades, tipo de solicitação e tratamento térmico e físico.
- 7- Verificação do coeficiente de fadiga.
- 8- Redimensionamento, caso o eixo não resista a fadiga.

## 2 - Máquinas Utilizadas na Fabricação do Protótipo

Aqui estão relacionados os equipamentos utilizados na fabricação do protótipo proposto. Estes equipamentos serão citados no capítulo seguinte, referente a descrição das peças para fabricação do protótipo.

### **2.1 Torno Universal**



*Figura 8 - Torno Universal*



*Figura 9 - Placa de 4 castanhas*

### **2.2 Fresadora Universal**



*Figura 10 - Fresadora Universal*

## **2.3 Furadeira**



*Figura 11 - Furadeira*

## **2.4 Plaina Ferramenteira**



*Figura 12 - Plaina Ferramenteira*



## **2.5 Guilhotina**



*Figura 13 - Guilhotina*

## **2.6 Serra de Fita Vertical**



*Figura 14 - Serra de Fita Vertical*

## **2.7 Serra de Fita Horizontal**



*Figura 15 - Fresadora Universal*



### **3 - Peças do Protótipo**

Este capítulo tem por objetivo, descrever as peças fabricadas para o protótipo, assim como o processo de fabricação utilizados e suas ferramentas e máquinas utilizadas.

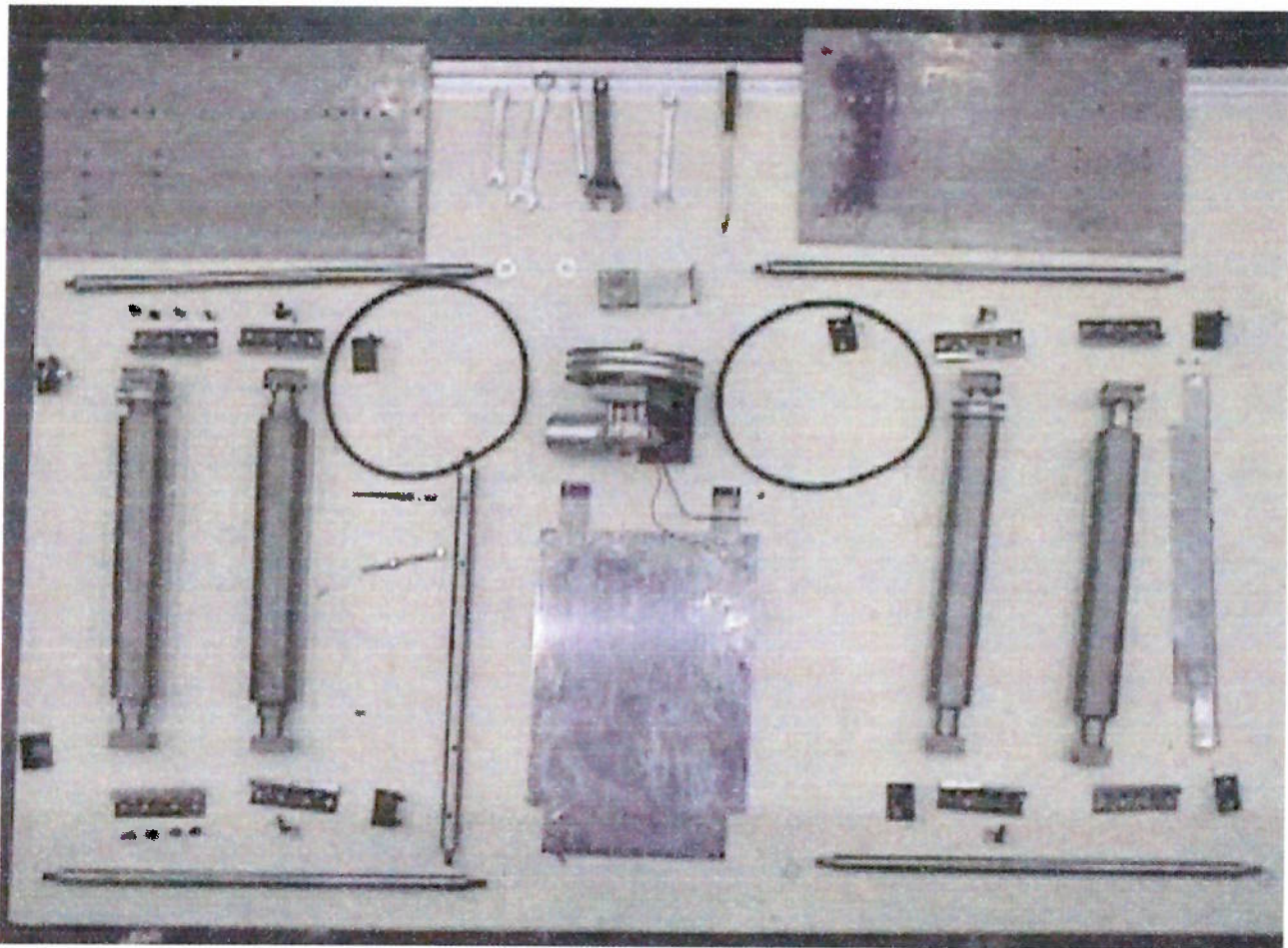


Figura 16- Peças do destacador de formulário Contínuo

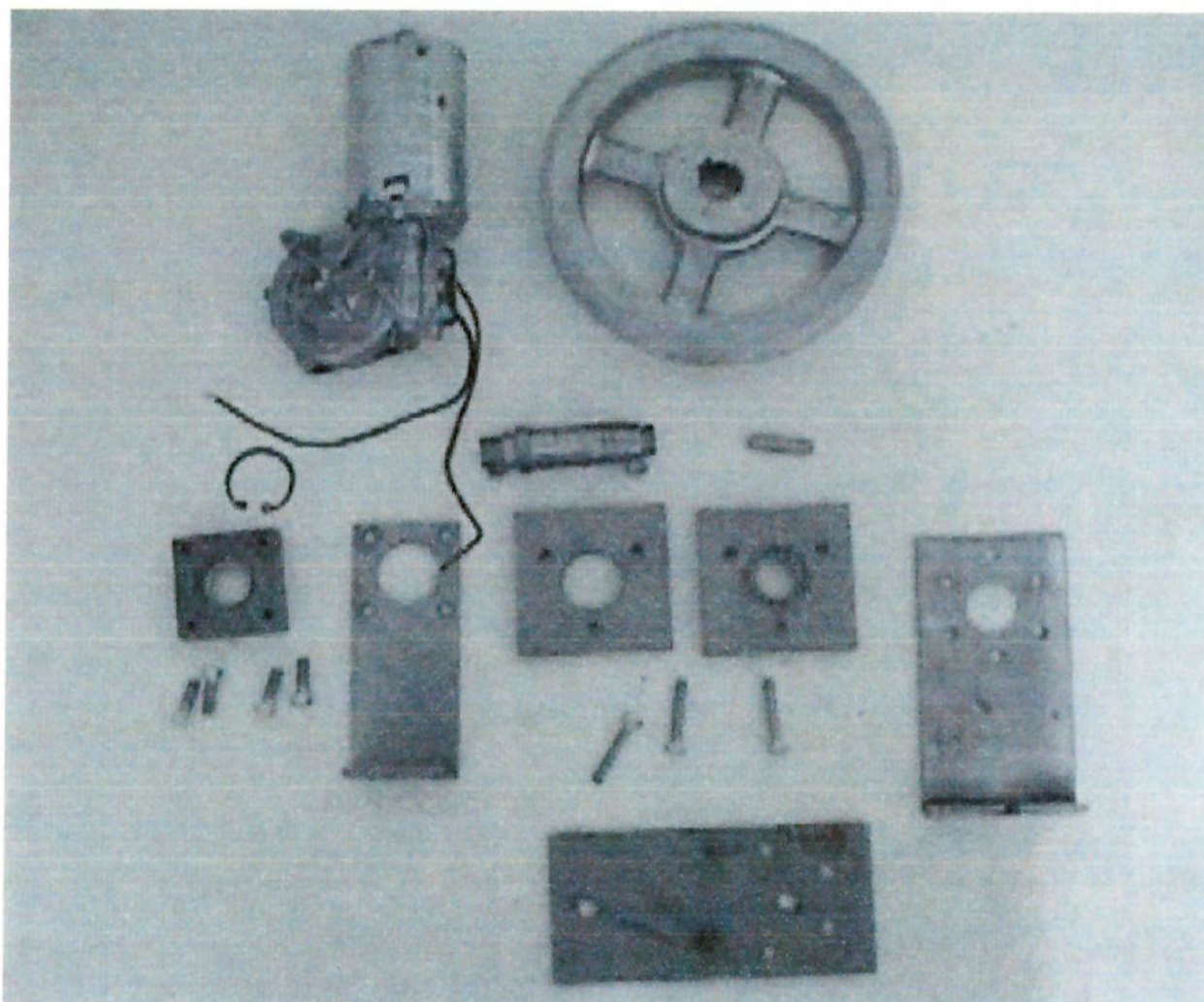


Figura 17 - Peças do conjunto do motor

### 3.1 Eixos

A matéria prima, Ferro Fundido Cinzento ABNT NBR FC 300 (Ver tabela \*) , material de grande usinabilidade e com amortecimento de vibrações, foi comprada em barra de e cortada na serra de fita horizontal. Os eixos ( Ver Figura 2, item do modelo proposto) foram fabricados no Torno Universal ferramenta Romi. Para o torneamento foram utilizadas pastilhas de metal-duro, bits, bedames e broca de centro. A rosca na ponta do eixo serve para fixar o rolamento ao rebaixo do eixo foi feito no próprio torno. Para fixação é utilizada uma porca do Tipo KM. Devido ao comprimento do eixo foi necessário apoiar um lado na peça na ponta giratória. Para isso foram feitos furos de centro. Os eixos cônicos foram torneados, deslocando-se o mangote com o auxilio de um relógio comparador. Também foi necessário colocar o eixo entre pontas utilizando uma placa de arraste. Os rasgos de chaveta foram feitos na fresadora Universal Ferramenta.

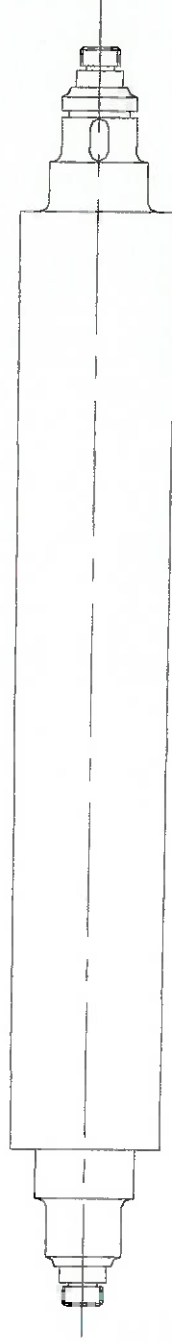
Observa-se que os rebaixos onde vão as polias está deslocado do eixo paralelo em relação ao cônico, devido ao uso de uma polia com 2 ranhuras, para movimentar cada polia de cada eixo.

Já o eixo da polia foi feito de aço 1045, já que e necessária uma maior resistência para evitar o desgaste, devido ao menor diâmetro e a fixação na ponta do motor, que é muito reduzida é feita de aço temperado.(Ver desenho do Motor)

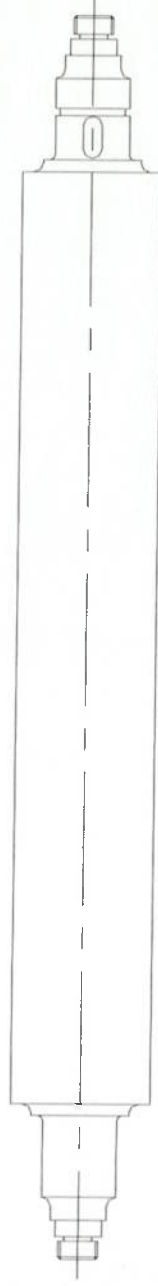


Figura 18 - Eixo da Polia, visto de cima

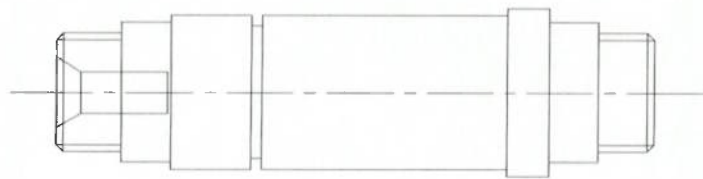




2	2	Fofo Cinzento	534xφ72
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
1:3			
Título			
Eixo Cônicos			



1	2	Fofo Cinzento	534xφ72
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:3	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título		Eixo Paralelo	



17	1	Aço 1020	87xφ25,4
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Eixo da Polia		

### 3.2 Suporte dos Eixos, Regulador da Mola

Todas essas peças foram feitas utilizando-se uma cantoneira em L de 32 x 32 de aço SAE 1020. As peças foram cortadas na serra de fita horizontal, já na medida. Os suportes dos eixos paralelos e cônicos possuem medidas diferentes de comprimento. Isto ocorre pelo fato da distância entre centros dos rolos paralelos serem diferentes em relação as distâncias entre centros de cada lado dos eixos cônicos. No Regulador da Mola foi soldado um postiço de metal para aumentar a parte roscada.

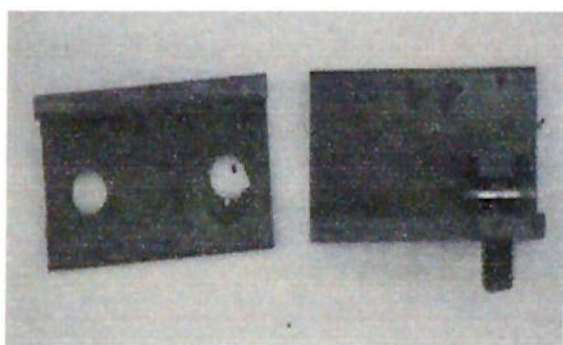


Figura 19- Suporte inferior dos eixos

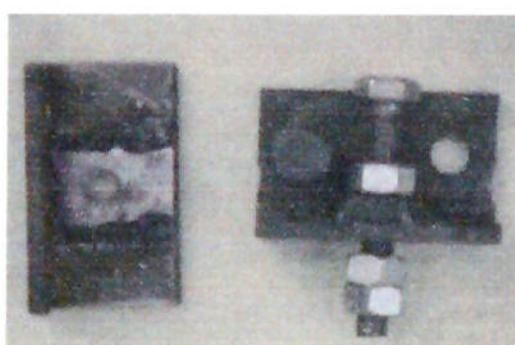
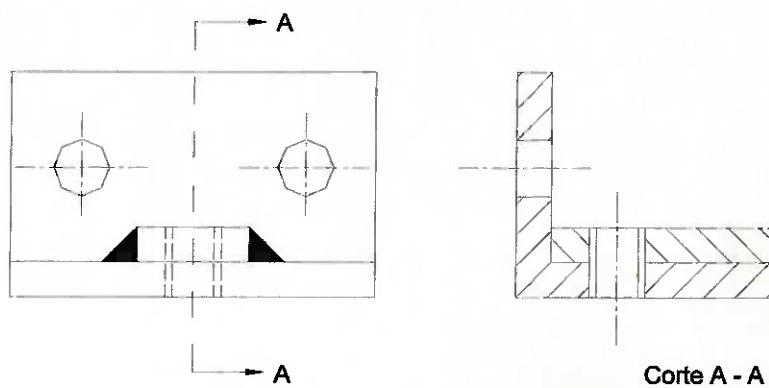


Figura 20 - Regulador da Mola

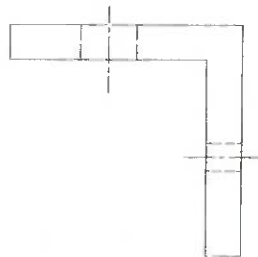
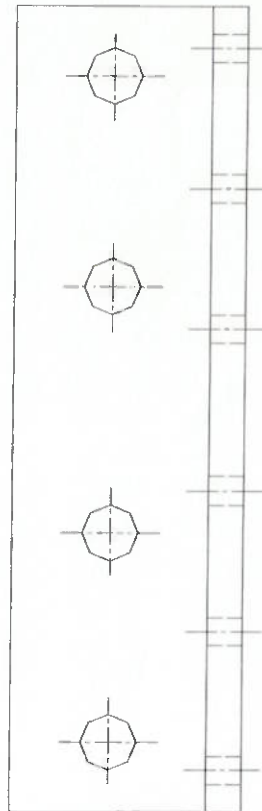


Figura 21 - Suporte do Eixo

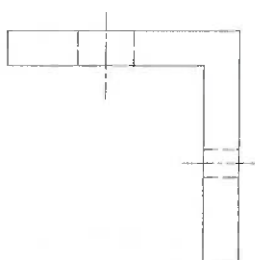
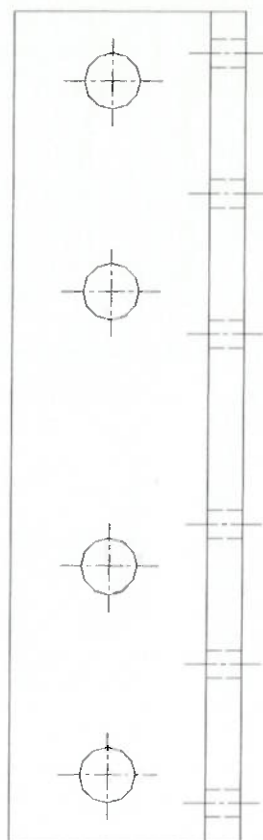


16	4	Aço 1020	Cant. 32x52
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Regulador da Mola		

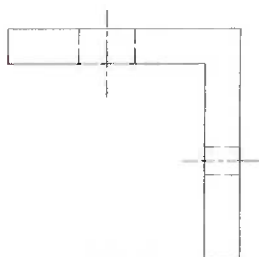
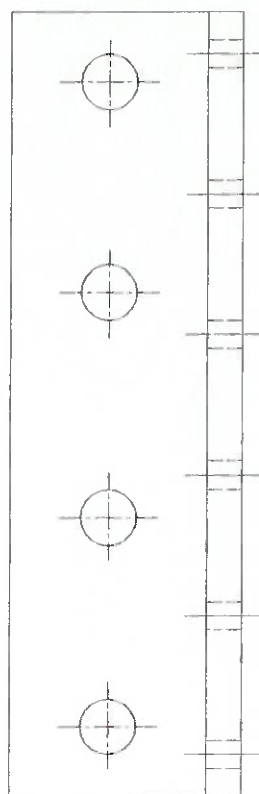




12	2	Aço 1020	Cant. 32x5x115
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Suporte do Eixo Cônico Lado Menor		



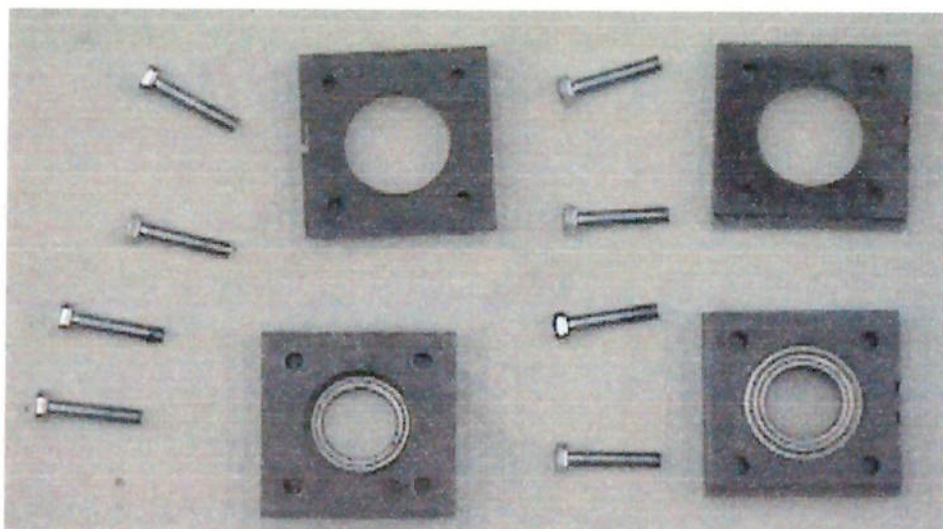
11	2	Aço 1020	Cant. 32x5x119
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Suporte do Eixo Cônico Lado Maior		



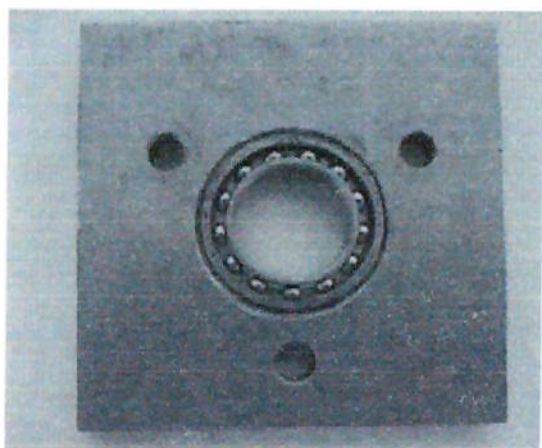
10	4	Aço 1020	Cant. 32x5x112
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Suporte dos Eixos Paralelos		

### **3.3 Mancais**

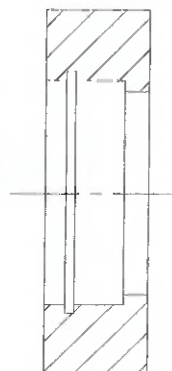
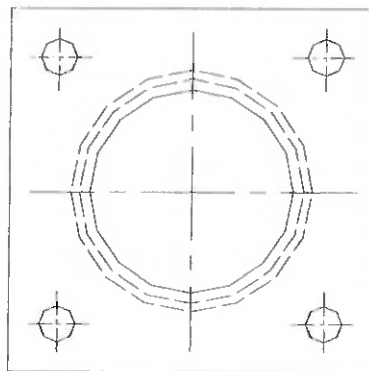
Os mancais dos Eixos e do eixo Motor das Polia de 2 ranhuras foram feitos de Ferro Fundido Cinzento ABNT NBR FC 200, de grande usinabilidade. O material foi fresado retangularmente na fresadora, utilizando-se de uma fresa de topo. Depois foi cortado na Serra de Fita Horizontal. A largura foi feita na Plaina Ferramenteira. Na furadeira foi feito um furo passante de 1". Para usinagem do ajuste interferente para fixar o rolamento e dos rebaixos internos foi utilizado o Torno com a placa de 4 castanhas independentes. O mancal do eixo da polia do motor foi furado e rosqueado para fixar-se ao suporte do motor. Isto foi feito traçando-se os centros dos furos no riscador de altura, puncionando o centro e furando na furadeira. Para rosquear foi utilizado um jogo de macho e desandador. Os Mancais dos eixos paralelos e cônicos possuem um rebaixo retangular nas faces de 2 dos lados quadrados opostos. Nesses rebaixos vai uma chaveta retangular que servirá de guia a ser fixada nas cantoneiras de suporte dos eixos. Assim o mancal poderá deslizar pelas guias fazendo com que os eixos mantenham contato e sejam pressionados pelas molas. Na realização deste protótipo o mancal de apoio aos eixos destacadores, foram divididos em duas partes. Isto ocorreu para que pudesse ser colocado e apertado a porca do tipo KM para fixação do rolamento, já que a chave tipo unha não passaria pelo furo. Mas a possibilidade de encontrar uma chave, ou apertando-se, batendo nos rebaixos da porca, com o auxílio de um punção saca pino e um martelo poderia-se apertar a porca. Não dividindo a peça economizara-se várias operações de usinagem. Mas seria necessário colocar um anel elástico para reter axialmente o rolamento, isto foi feito no mancal do motor, devido a falta de espaço nas laterais. Daí a idéia seguiu para os mancais do rolamento, mas as peças já estavam sendo feitas. Na figura abaixo está as duas peças dos mancais, uma onde ele é colocado com ajuste interferente e a outra que serve para fixar o mancal. Em cada uma das faces opostas de cada lado quadrado das caixas de mancal, foi feito um rebaixo para a guia.



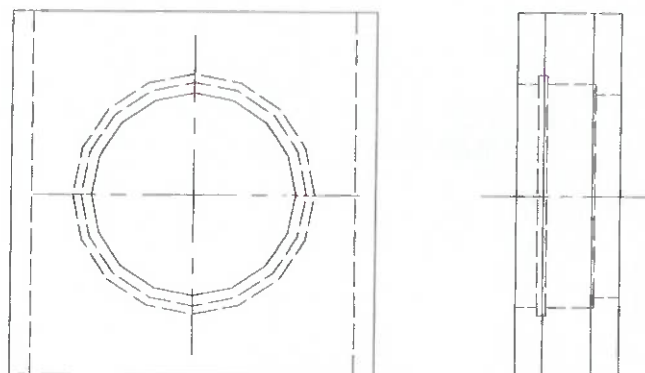
*Figura 22- Mancais*



*Figura 23 - Mancal do Motor*



9	1	Aço 1020	52x52x15
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Mancal		



15	8	Aço 1020	52x52x15
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome Lucas Chojiro Segawa		
Título	Mancal dos Eixos		



### **3.4 Suporte do Motor, Suporte do eixo da polia do motor e Base dos Suportes, Placa de Suporte dos Cones.**

Este foi feito em chapas de 3/16 " de espessura de aço SAE 1020. Para preparar a matéria-prima, está foi cortada na serra de fita vertical e teve seus lados aplainados nas medidas. Exceto as placas grandes de suporte dos eixos, cones que foi cortada na serra de fita horizontal já na medida. Os furos foram feitos na feitos na furadeira, antes traçados no riscador de altura e puncionados. O suporte do motor e do eixo da polia foram dobrados na dobradeira depois de furadas, mas como a chapa é muito grosso, a linha de dobramento foi feito um corte até metade da espessura e depois de dobrada foi reforçada com solda e esmerilhada para dar o acabamento.

A placas que formaram a estrutura, placa suporte do cone, foi projetada imaginando-se o papel passando a certa altura, daí foram colocados para baixo e para cima os cones. Por isso os furos onde vão as cantoneiras guias dos mancais dos eixos de destacamento, possuem medidas diferentes, pela mesma razão já citada no caso das cantoneiras do suporte dos Eixos. Pois os diâmetro dos eixos cônicos são diferentes.



Figura 24 - Base dos Suportes



Figura 25 - Placa de Suporte dos Cones



Figura 26- Suporte do Eixo da Polia

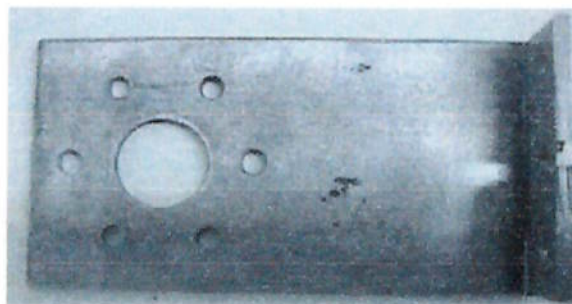
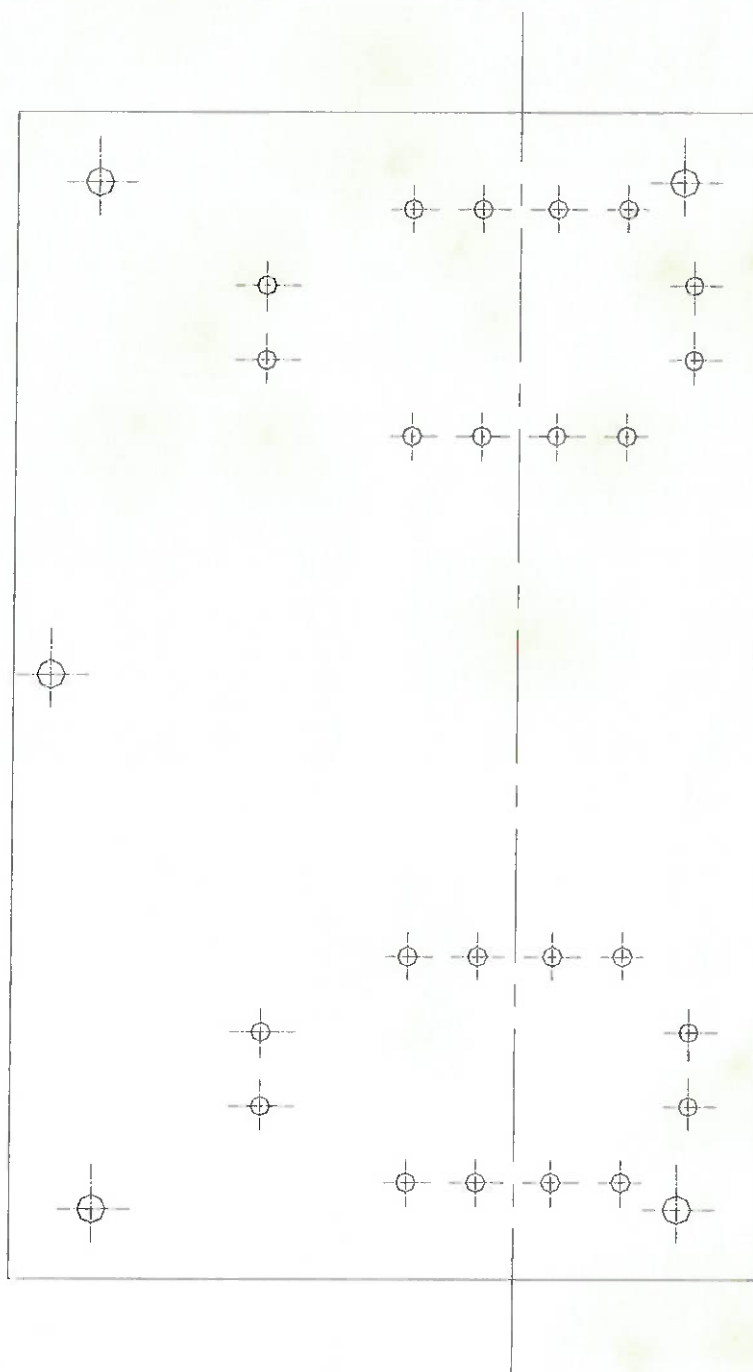
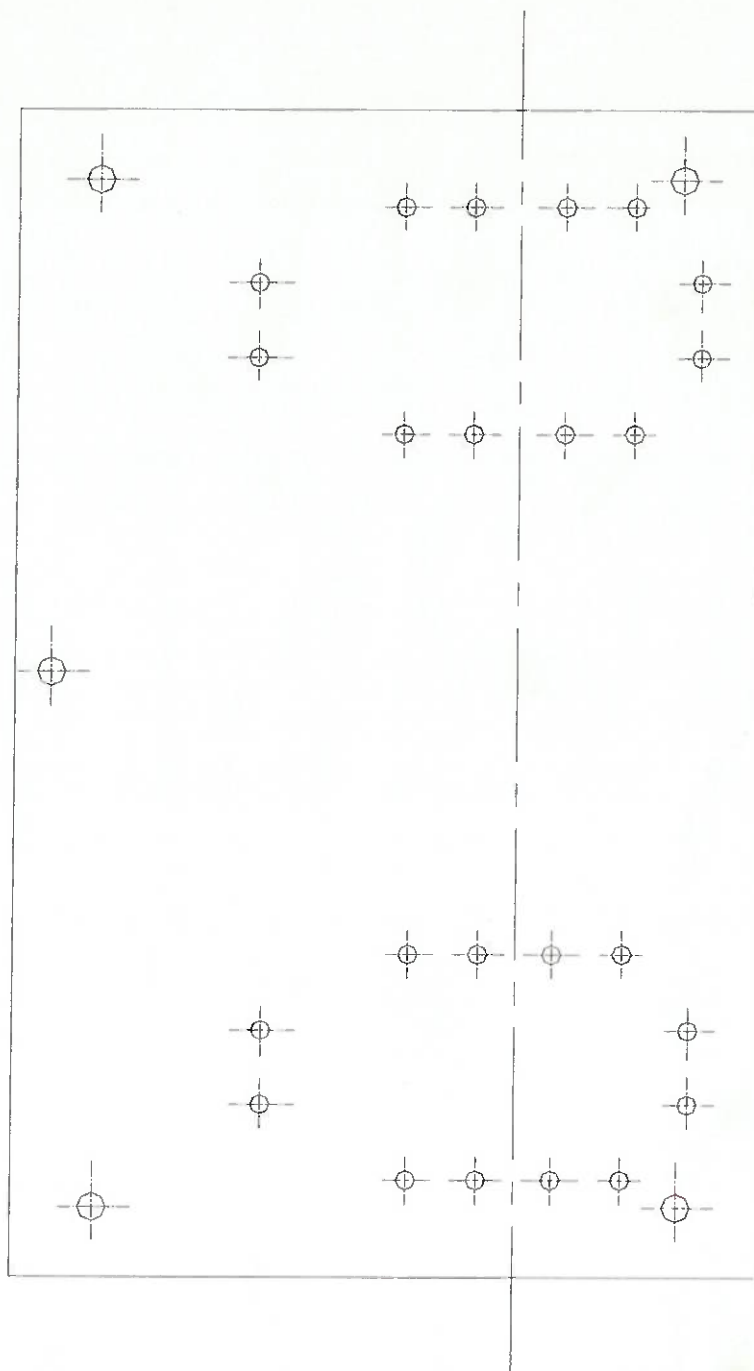


Figura 27 - Suporte do Motor

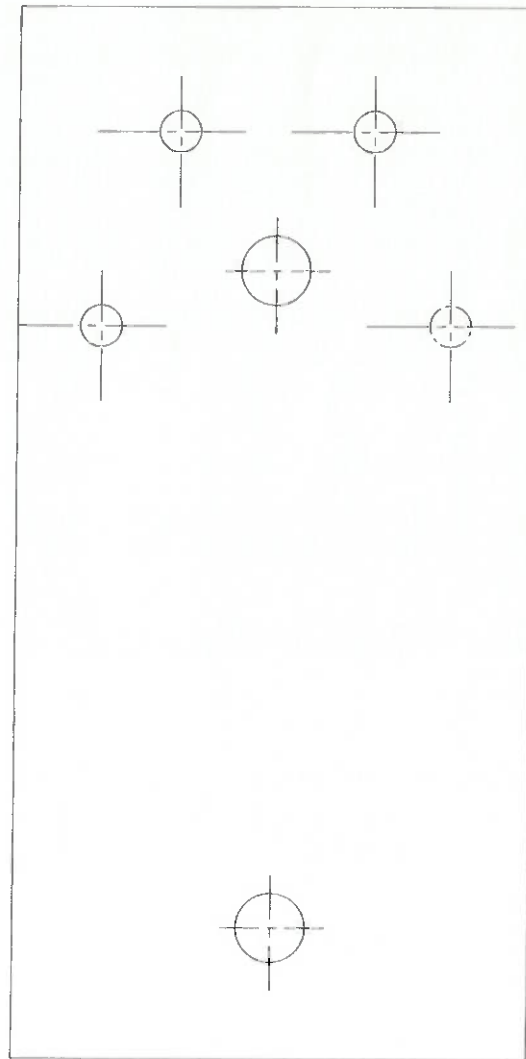




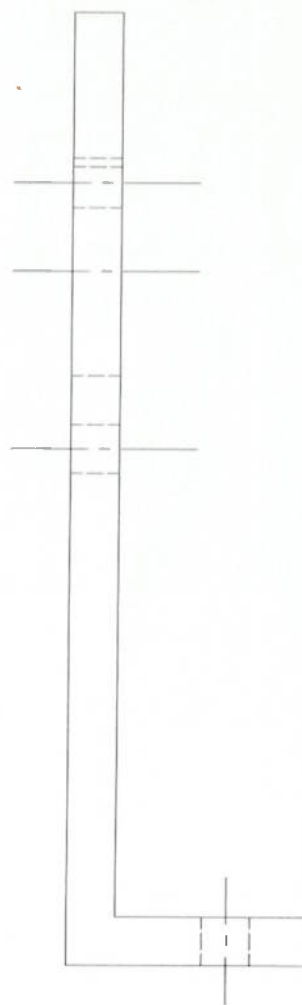
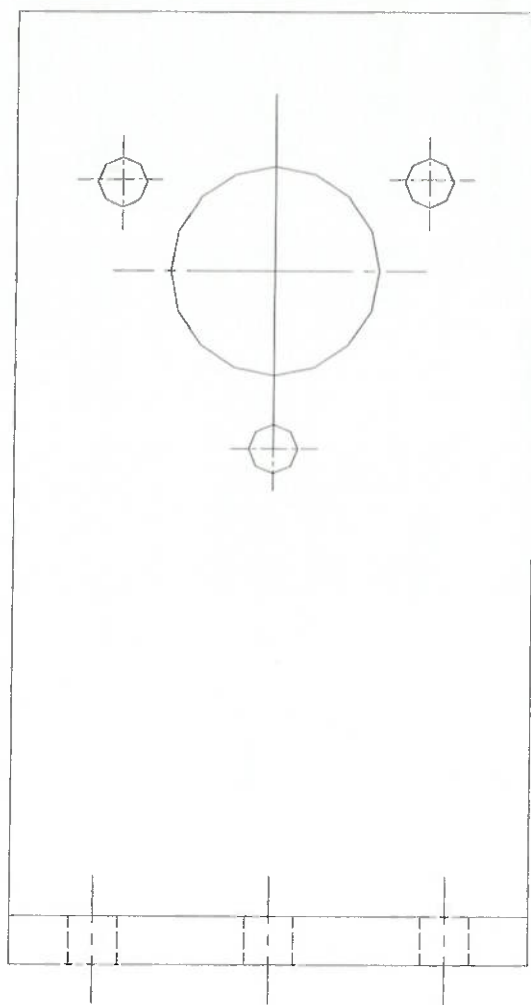
13	1	Aço 1020	500x320x4,76
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:3	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Placa Suporte do Cone Menor		



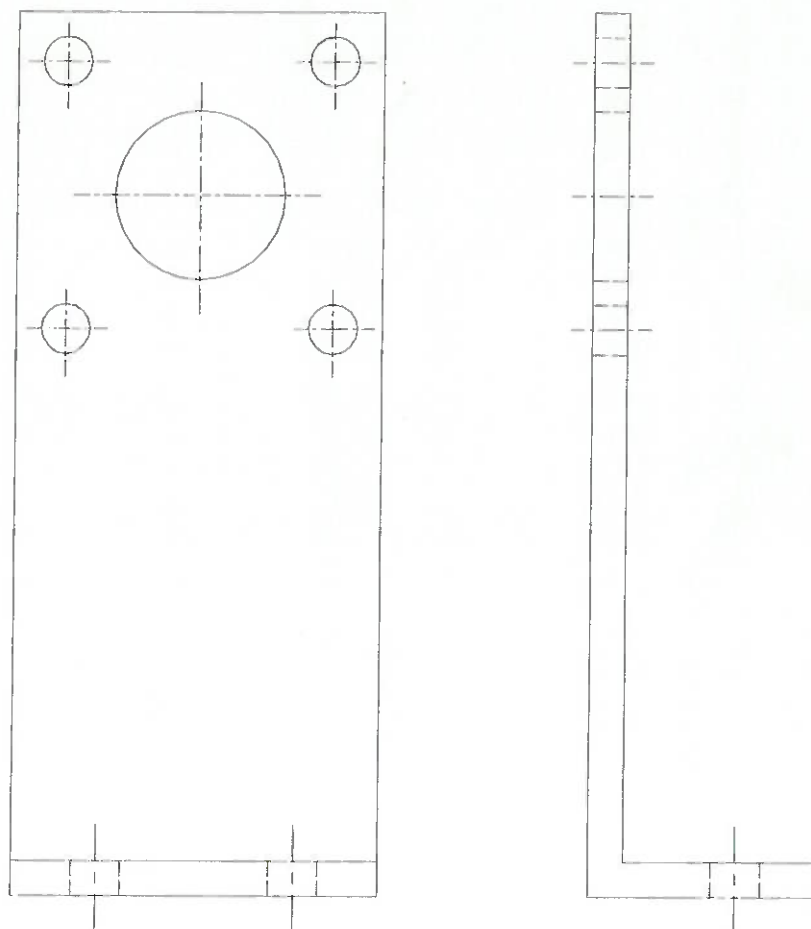
14	1	Aço 1020	500x320x4,76
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:3	Nome Lucas Chojiro Segawa		
Título	Placa Suporte do Cone Maior		



7	1	Aço 1020	152x75x4,76
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Base dos Suportes		



6	1	Aço 1020	128x75x4,76
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Suporte do motor		



5	1	Aço 1020	128x52x4,76
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala	1:1	Nome	Lucas Chojiro Segawa
Título	Suporte do eixo da polia		

### **3.5 Tirantes**

Os tirantes e a viga de sustentação do motor foram feitas de aço SAE 1020 redondo trefilado. A matéria-prima foi cortada na serra de fita horizontal. Assim somente foi necessário, utilizando o Torno Universal fazer rebaixos nas pontas e rosquear com o cossinete. Os furos da viga de sustentação do motor foram feitos na furadeira e os centros traçados no riscador de altura e puncionados. Através dos furos passaram 2 parafusos ligados a base do motor. Rosqueando-se nos parafusos, porcas por cima da viga de sustentação do motor, pode-se tensionar as 2 correias. Foi colocado outra contra-porca embaixo da viga para fixar o conjunto do motor a viga. Nas pontas dos tirantes foram colocadas arruelas para melhor fixarem-se com as placas dos cones que formarão a estrutura do modelo.



4	4	Aço 1020	587xφ22 Tref.
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:3	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Tirante		

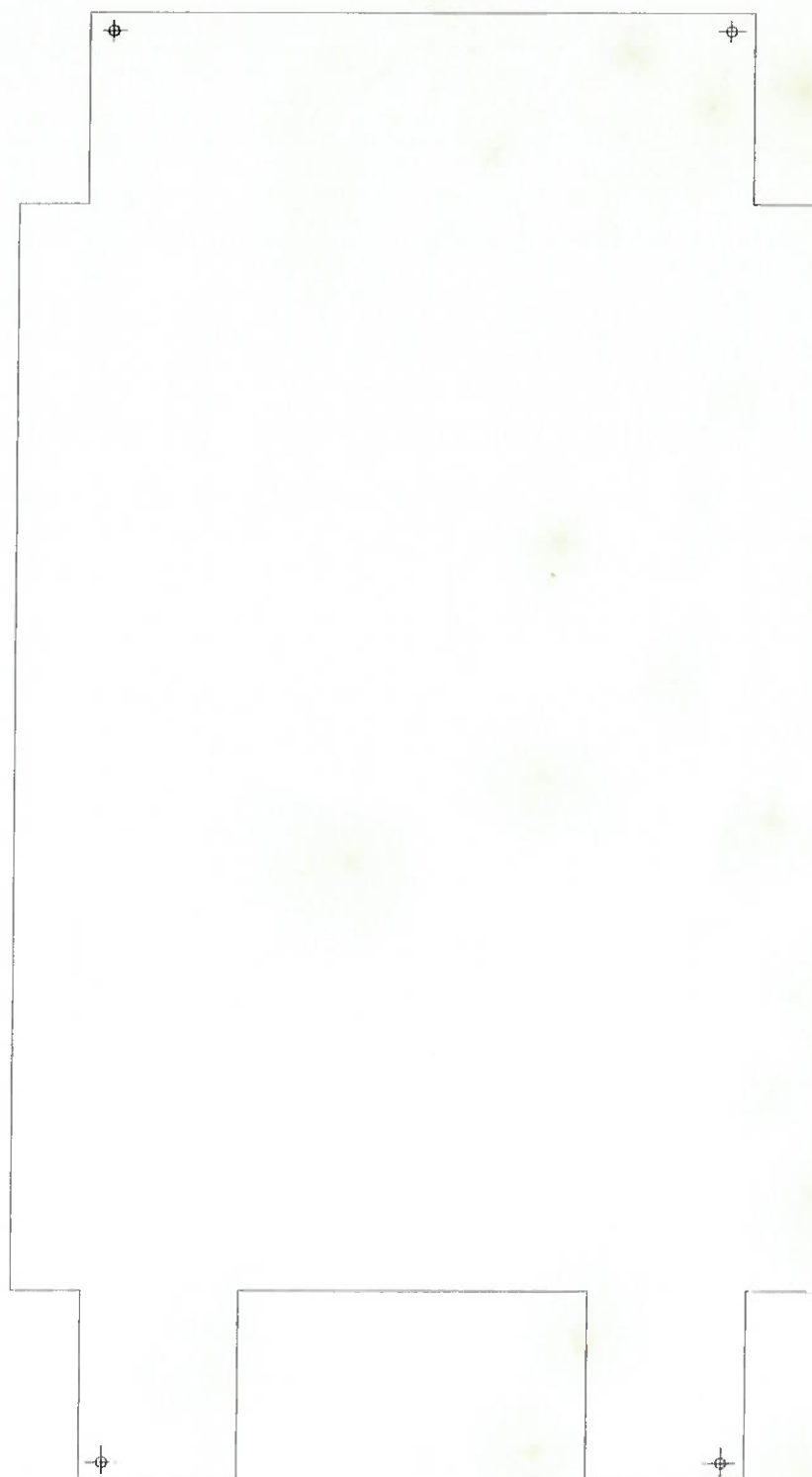


3	1	Aço 1020	587xφ22 Tref.
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:3	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título			
Viga de Sustentação do Motor			



### **3.6 Placa de apoio do Papel**

As arresta dessa peça e centros dos furos foram desenhadas com o riscador de altura e puncionados. Na Guilhotina foi cortada na medida retangular. Os rebaixos foram feitos na serra de fita horizontal e, para dar acabamento limadas as arestas. Os furos foram feitos na furadeira. A placa irá ficar entre os dois pares de eixos, apoiada em pequenas cantoneiras feitas com retalhos do inox. Estas são fixas no mesmo parafuso que prende as cantoneiras guias dos suportes dos eixos as placas dos cones que formam a estrutura. Também foi feita uma placa para auxiliar a entrada do papel pelos eixos paralelos.



8	1	Aço 1020	530x290x1,58
Num	Qtde	Material	Dimen
Escala 1:2,5	Nome	Lucas Chojiro Segawa	
Título	Placa de apoio do Papel		

# 4 - Tabelas, Gráficos e Panfletos

Tabela 1 - Seleção de Chavetas para as polias

8 ch

CD 621.886.6

Uniones por presión con Inclinación

Chavetas

Dimensiones y aplicación

2.56

DIN 6886

Medidas en mm

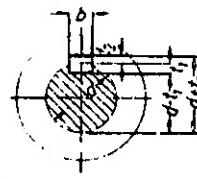
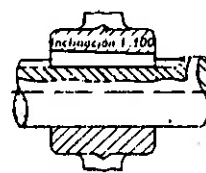
A extremos redondos B extremos rectos

(chaveta encajada)

(chaveta a presión)

Inclinación 1:100

Inclinación 1:100



Aristas matadas (por todas partes)

Chafilán

Redondeado

Redondeado del fondo del chavetero para eje y cubo

 Designación de una chaveta forma A de anchura  $b = 20$  mm, altura  $h = 12$  mm y longitud  $l = 125$  mm:

 Chaveta A  $20 \times 12 \times 125$  DIN 6886

Sección de la chaveta (acero para chav. DIN 6886)	anchura $b$	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
altura $h$	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
Para diámetro del eje $d$ (1)	más de	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75
	hasta	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85
Ancho del chavetero $b$ D 10		2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Profundidad del chavetero del eje $t_1$ (2)		1,1	1,7	2,4	2,9	3,5	4,1	4,7	4,9	5,5	6,2	6,8	7,4	8,5
	dif. adm.													
Profundidad del chavetero del cubo $t_2$ (3)		0,6	1	1,3	1,8	2,1	2,4	2,8	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,8
	dif. adm.													
Chafilán o redondeado $r_1$			0,2				0,4			0,5			0,6	
	dif. adm.		+0,1							+0,2				
Redondeado del fondo del chavetero $r_2$			0,2				0,4			0,5			0,6	
	dif. adm.		-0,1							-0,3				
Longitud $l$ (1)	dif. adm.													
Peso (7,85 kg/dm <sup>3</sup> ) kg/1000 piezas $\approx$ para forma B														
8		0,161												
10		0,241	0,558											
12		0,306	0,886	1,24										
14		0,360	0,811	1,48	2,32									
16		0,424	0,966	1,73	2,71									
18		0,482	1,10	1,97	3,09	4,46								
20		0,540	1,23	2,21	3,47	5,01								
22		0,598	1,37	2,45	3,84	5,30	8,68							
24			1,50	2,69	4,22	6,11	9,52							
26			1,64	3,04	4,78	6,92	10,8	15,5						
28			1,87	3,39	5,34	7,73	12,1	17,3	23,6					
30			2,14	3,86	6,08	8,60	13,7	19,7	26,5					
32			2,39	4,32	6,81	9,86	15,4	22,1	28,5					
34				4,77	7,54	10,9	17,1	24,5	29,4	38,7				
36				5,34	8,45	12,2	19,1	27,5	31,0	43,4	55,2			
38					9,32	13,5	21,2	30,4	38,5	48,1	61,2	75,9		
40					10,4	15,1	23,5	33,9	40,7	53,6	68,4	84,8	102	
42						16,8	26,4	38,0	46,6	60,0	76,5	95,1	116	149
44						18,6	29,2	42,0	50,4	66,5	84,8	105	128	165
46							31,2	47,7	57,1	75,4	96,6	120	146	188
48							37,0	53,3	64,0	84,6	108	134	163	211
50								60,8	70,4	93,5	119	148	181	233
52								68,3	77,2	102	131	163	198	258
54									86,9	115	147	183	221	285
56										98,3	125	163	204	268
58											144	185	231	281
60												206	257	314
62													283	348
64														400
66														465
68														555
Peso a deducir para forma A		0,013	0,043	0,104	0,203	0,351	0,724	1,29	1,84	2,81	4,06	5,66	7,62	10,7

Para la inclinación en la chaveta y en el chavetero del cubo no se han fijado por de pronto diferencias admisibles. Para casos especiales en que haya que atenderse a determinadas diferencias, se acordarán en el pedido. La medida  $h$  es la máxima altura de la chaveta, las medidas  $(d + t_1)$  y  $t_2$  se refieren a la máxima profundidad del chavetero del cubo.

Material: St 60 (acero de 60 kg/mm<sup>2</sup> de resistencia mínima a la tracción en pieza terminada) otros materiales a indicar en el pedido

- Para medidas de acoplamiento, especialmente de extremos de ejes, hay que atenderse imprescindiblemente a la coordinación de la sección de la chaveta a los diámetros de ejes.
- En los dibujos de taller se pueden anotar juntas las medidas  $t_1$  y  $(d - t_1)$ , así como  $t_2$  y  $(d + t_2)$ ; sin embargo, en muchos casos serán suficientes las medidas  $t_1$  y  $(d + t_2)$ . Para esto en ciertas circunstancias se tendrán en cuenta las diferencias admisibles y las demandas de mecanizado de eje y agujero del cubo.
- Si son inevitables longitudes intermedias se elegirán según DIN 3. En casos dudosos se aplicará siempre la diferencia admisible de la longitud  $l$  inmediata superior.

Tabela 2 - Coeficiente de atrito estático e dinâmico entre alguns materiais.

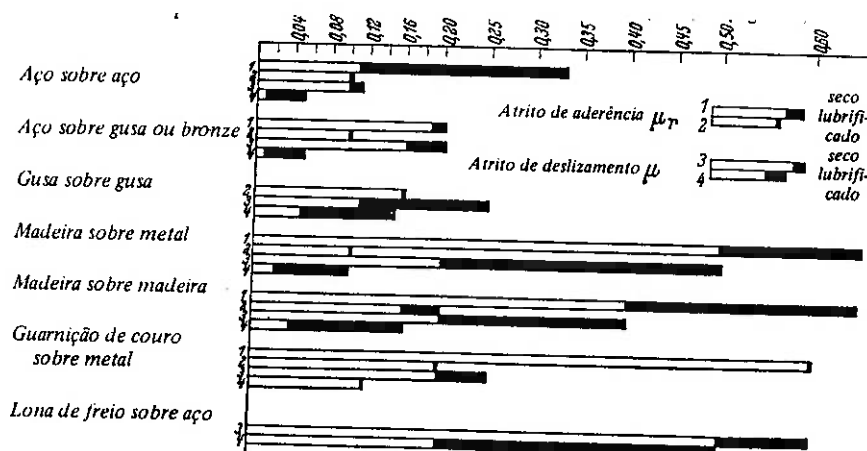


Tabela 3 - Escolha da correia e polias.

### ESCOLHA DE CORREIAS E POLIAS

A fim de simplificar o cálculo para a aplicação de correias "V" em múltiplo, sugerimos que se use a seguinte tabela para selecionar diferentes secções.

H. P.	Secção	Diâmetro Normal	
		Polia Pequena	Polia Pequena Normal
1/5 a 5	A	3.0" a 6.0"	4.2"
2 a 25	B	5.4" a 11.0"	6.4"
15 a 75	C	9.0" a 16.0"	9.6"
50 a 100	D	13.0" a 22.0"	14.2"

NOTA: — Se for usada uma polia maior do que o máximo indicado nesta tabela, a vida útil da transmissão aumentará proporcionalmente, ou se tomarmos na tabela os dados de uma polia menor do que a realmente em uso, a vida útil da transmissão aumentará proporcionalmente. Por exemplo: Se uma correia da secção B for usada numa polia de 8.6" e se tomou os dados da tabela para uma polia de 7", a vida útil da transmissão será maior. Os diâmetros menores acima indicados são os mínimos que devem ser usados para as respectivas secções.

### FÓRMULAS USADAS EM CÁLCULOS DE TRANSMISSÕES PARA CORREIAS E. C. MULTI-V


Tabela 4 - Capacidade por Correia com arco de contato de 180°

SL: SERVIÇO LEVE

SN: SERVIÇO NORMAL

SP: SERVIÇO PESADO

SEP: SERVIÇO EXTRA PESADO



Vide pg. 14 para classificação dos diversos tipos de serviço.

Correias "V" da Seção A são geralmente recomendadas para: HP de 1/2 a 5.

Diâmetro Nominal da polia pequena 3.0" a 6.0".

Diâmetro Nominal normal da polia pequena 4.2".

Velocidade da correia em pés por minuto	DIÂMETRO NOMINAL DA POLIA PEQUENA — EM POLEGADAS											
	4.0			4.2			4.4			4.6		
	SL	SN	SP	SEP	SL	SN	SP	SEP	SL	SN	SP	SEP
1000	50	53	64	54	55	57	67	57	58	60	70	61
1200	60	63	76	64	65	67	78	67	68	70	81	71
1400	70	73	88	74	75	77	88	77	78	80	91	81
1600	80	83	100	84	85	87	98	87	88	90	101	91
1800	90	93	112	94	95	97	108	97	98	100	111	101
2000	100	103	124	104	105	107	118	107	108	110	121	111
2200	110	113	136	114	115	117	128	117	118	120	131	121
2400	120	123	148	124	125	127	139	127	128	130	141	131
2600	130	133	160	134	135	137	150	137	138	140	151	141
2800	140	143	172	144	145	147	161	147	148	150	161	151
3000	150	153	184	154	155	157	172	157	158	160	171	161
3200	160	163	196	164	165	167	183	167	168	170	181	171
3400	170	173	208	174	175	177	194	177	178	180	191	181
3600	180	183	220	184	185	187	205	187	188	190	201	191
3800	190	193	232	194	195	197	216	197	198	200	211	201
4000	200	203	244	204	205	207	227	207	208	210	221	211
4200	210	213	256	214	215	217	238	217	218	220	231	221
4400	220	223	268	224	225	227	249	227	228	230	241	231
4600	230	233	280	234	235	237	260	237	238	240	251	241
4800	240	243	292	244	245	247	271	247	248	250	261	251
5000	250	253	304	254	255	257	282	257	258	260	271	261

Velocidade da correia em pés por minuto	DIÂMETRO NOMINAL DA POLIA PEQUENA — EM POLEGADAS											
	3.0			3.2			3.4			3.6		
	SL	SN	SP	SEP	SL	SN	SP	SEP	SL	SN	SP	SEP
1000	40	43	54	44	45	47	57	47	48	50	60	51
1200	48	51	64	52	53	55	65	55	56	58	68	59
1400	56	59	76	60	61	63	73	63	64	66	76	67
1600	64	67	88	68	69	71	81	71	72	74	84	75
1800	72	75	100	76	77	79	89	79	80	82	92	83
2000	80	83	112	84	85	87	97	87	88	90	100	91
2200	88	91	124	92	93	95	105	95	96	98	108	99
2400	96	99	136	100	101	103	113	103	104	106	116	107
2600	104	107	148	108	109	111	121	111	112	114	124	115
2800	112	115	160	116	117	119	129	119	120	122	132	123
3000	120	123	172	124	125	127	137	127	128	130	140	131
3200	128	131	184	132	133	135	145	135	136	138	148	139
3400	136	139	196	140	141	143	153	143	144	146	156	147
3600	144	147	208	148	149	151	161	151	152	154	164	155
3800	152	155	220	156	157	159	171	159	160	162	172	163
4000	160	163	232	164	165	167	181	167	168	170	180	171
4200	168	171	244	172	173	175	191	175	176	178	188	179
4400	176	179	256	180	181	183	201	183	184	186	196	187
4600	184	187	268	188	189	191	211	191	192	194	204	195
4800	192	195	280	196	197	199	221	199	200	202	212	203
5000	200	203	292	204	205	207	231	207	208	210	220	211

CAPACIDADE EM HP POR CORREIA COM ARCO DE CONTATO DE 180°  
SEÇÃO A

Tabela 5 - Comprimento das correias

**COMPRIMENTO PADRÃO DAS CORREIAS GOODYEAR  
E. C. MULTI-V**

N.º de Série Goodyear	Comp. Nom.	N.º de Série Goodyear	Comp. Nom.	N.º de Série Goodyear	Comp. Nom.	N.º de Série Goodyear	Comp. Nom.
A-24	25.3"	B-27	28.8"	C-51	53.9"	D-120	123.3"
-26	27.3"	-35	36.8"	-55	57.9"	-128	131.3"
-27	28.3"	-37	38.8"	-60	62.9"	-136	139.3"
-31	32.3"	-38	39.8"	-63	65.9"	-144	147.3"
-32	33.3"	-39	40.8"	-68	70.9"	-158	161.3"
-33	34.3"	-42	43.8"	-71	73.9"	-162	165.3"
-35	36.3"	-46	47.8"	-72	74.9"	-173	176.3"
-38	39.3"	-51	52.8"	-73	75.9"	-180	183.3"
-41	42.3"	-52	53.8"	-75	77.9"	-195	198.3"
-42	43.3"	-53	54.8"	-81	83.9"	-210	213.3"
-45	46.3"	-55	56.8"	-85	87.9"	-225	225.8"
-46	47.3"	-60	61.8"	-90	92.9"	-240	240.8"
-47	48.3"	-63	64.8"	-96	98.9"	-250	250.8"
-49	50.3"	-64	65.8"	-105	107.9"	-270	270.8"
-51	52.3"	-65	66.8"	-112	114.9"	-300	300.8"
-55	56.3"	-68	69.8"	-120	122.9"	-330	330.8"
-60	61.3"	-71	72.8"	-128	130.9"	-360	360.8"
-64	65.3"	-75	76.8"	-136	138.9"	-390	390.8"
-68	69.3"	-76	77.8"	-144	146.9"	-420	420.8"
-69	70.3"	-81	82.8"	-158	160.9"	-480	480.8"
-71	72.3"	-85	86.8"	-162	164.9"		
-75	76.3"	-90	91.8"	-173	175.9"		
-80	81.3"	-93	94.8"	-180	182.9"		
-85	86.3"	-97	98.8"	-195	197.9"		
-90	91.3"	-105	106.8"	-210	212.9"		
-96	97.3"	-112	113.8"	-225	225.9"		
-105	106.3"	-120	121.8"	-240	240.9"		
-112	113.3"	-128	129.8"	-255	255.9"		
-120	121.3"	-136	137.8"	-270	270.9"		
-128	129.3"	-144	145.8"	-300	300.9"		
-144	145.3"	-158	159.8"	-315	315.9"		
-158	159.3"	-162	163.8"	-330	330.9"		
-173	174.3"	-173	174.8"	-360	360.9"		
-180	181.3"	-180	181.8"	-420	420.9"		
		-195	196.8"				
		-210	211.8"				
		-225	225.3"				
		-240	240.3"				
		-270	270.3"				
		-300	300.3"				
		-330	330.3"				
		-360	360.3"				

Tabela 6- Fator de correção para arco de contato e comprimento

**FATOR DE CORREÇÃO DO ARCO DE CONTATO  
PARA CORREIAS "V"**

MULTIPLIQUE O HP A 180" PELO FATOR DA TABELA  
PARA OBTER O HP A CONDIÇÕES DADAS

Diferença dos diâmetros em polegadas (Dn-dn)	Distância de centro a centro em polegadas															
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	200
2	.98	.98	.99	.99	.99	.99	.99									
4	.94	.96	.97	.98	.99	.99	.99									
6	.91	.93	.95	.97	.98	.98	.99									
8	.86	.91	.94	.95	.97	.97	.98	.98								
10	.83	.89	.92	.94	.95	.97	.98	.98								
12	.78	.86	.90	.92	.94	.95	.97	.98	.98							
14	.71	.84	.89	.91	.93	.95	.97	.97	.98							
16		.81	.87	.89	.91	.93	.95	.96	.97							
18		.78	.85	.87	.90	.93	.95	.95	.96	.97						
20		.74	.83	.86	.89	.92	.94	.95	.96	.96						
22		.69	.80	.85	.88	.91	.93	.94	.95	.96						
24			.78	.84	.87	.90	.92	.93	.95	.96	.96					
26			.74	.82	.85	.89	.92	.93	.94	.95	.96	.96				
28			.72	.80	.84	.88	.91	.93	.94	.95	.95	.96	.96			
30			.69	.78	.83	.87	.90	.92	.93	.94	.95	.96	.96			
32				.76	.82	.87	.89	.91	.93	.94	.95	.96	.96	.96		
34				.73	.80	.86	.89	.91	.92	.93	.94	.95	.96	.96		
36				.71	.78	.85	.88	.90	.91	.93	.94	.95	.96	.96		
42					.72	.82	.86	.88	.90	.91	.93	.93	.94	.95	.96	
48						.78	.84	.87	.89	.90	.91	.93	.94	.95	.96	
54						.74	.81	.85	.87	.89	.90	.91	.93	.94	.95	.96
60						.69	.78	.83	.86	.88	.89	.90	.92	.93	.94	.96
66							.74	.81	.84	.86	.88	.89	.91	.92	.93	.95
72							.71	.78	.82	.85	.87	.88	.90	.91	.92	.94
78								.75	.80	.84	.85	.87	.89	.90	.91	.93
84								.72	.78	.82	.84	.86	.88	.89	.90	.93
90								.69	.75	.80	.83	.85	.87	.88	.90	.93

Tabela 7 - Fator de correção para arco de contato de 180°

## CORREÇÃO PARA O ARCO DE CONTATO

A tabela abaixo mostra a correção para vários arcos de contato, quando se usa correias "V". Essas correções foram computadas pela fórmula da página 6 e foram adotadas para organizar a tabela conveniente à página 22.

Arco de contato	Fator de correção	Arco de contato	Fator de correção
180	1.00	125	.85
170	.98	120	.83
160	.95	115	.81
150	.92	110	.79
145	.91	105	.77
140	.89	100	.74
135	.88	95	.72
130	.86	90	.69

## CORREÇÕES PARA COMPRIMENTO

É compreensível que a frequência com que uma correia se flexiona ao redor das polias é inversamente proporcional ao seu comprimento. Correias mais curtas gastam-se mais depressa do que as mais longas e, teoricamente, por essa razão, diferentes comprimentos devem ter diferentes capacidades. Para correção da capacidade, com referência ao comprimento, os seguintes fatores devem ser aplicados às capacidades indicadas nas tabelas de Capacidade em HP (página 18 a 21) depois das mesmas terem sido devidamente corrigidas pelo Fator de Correção para o Arco de Contato.

## SECÇÃO A

Correias menores de 40" ..... Use 90% da capacidade  
 " de 40" a 80" ..... " 100% " "  
 " maiores de 80" ..... " 110% " "

## SECÇÃO B

Correias menores de 60" ..... Use 90% da capacidade  
 " de 60" a 120" ..... " 100% " "  
 " maiores de 120" ..... " 110% " "

## SECÇÃO C

Correias menores de 100" ..... Use 90% da capacidade  
 " de 100" a 200" ..... " 100% " "  
 " maiores de 200" ..... " 110% " "

## SECÇÃO D

Correias menores de 150" ..... Use 90% da capacidade  
 " de 150" a 250" ..... " 100% " "  
 " maiores de 250" ..... " 110% " "

## ESTICAMENTOS

A porcentagem de esticamentos nos conjuntos múltiplos em "V" é relativamente pequena. Entretanto, sempre são necessários alguns ajustes para corrigir o esticamento e para compensar, com o aumento da distância entre os centros, o desgaste das faces laterais das correias.

Além disso é necessária uma certa folga entre centros para permitir a instalação e ajuste das correias sem avariá-las. É uma prática muito errada forçar as correias sobre as polias e, em muitos casos, em consequência dessa maneira errônea de colocar correias, as mesmas se estragam antes de começar a trabalhar.

Sempre que possível, deve-se deixar margem para um ajustamento de 5% aproximadamente, recomendando-se que 1% seja usado na instalação das correias como precaução contra avarias e os restantes 4% fiquem para futuros esticamentos e desgastes.

TABELA A.20 Propriedades Típicas do Ferro Fundido Cinzento

A Sociedade Americana para Ensaios de Materiais (American Society for Testing Materials - ASTM) estabeleceu um sistema de numeração para o ferro fundido cinzento no qual o número corresponde à resistência mínima à tração em kpsi. Assim, um ferro fundido ASTM n.º 20 possui uma resistência mínima à tração de 20 kpsi (138 MPa). Deve-se notar que os valores tabelados são valores típicos.

Classificação ASTM	Resistência (kpsi) <sup>1</sup>			Módulo de Elasticidade (Mpsi) <sup>2</sup>		Limite de Resistência à Fadiga S <sub>n</sub> (kpsi) <sup>1</sup>	Dureza Brinell HB
	Tração S <sub>ut</sub>	Compressão S <sub>uc</sub>	Cisalhamento S <sub>sr</sub>	Longitudinal (E)	Transversal (G)		
20	22	83	26	9,6-14	3,9-5,6	10	156
25	26	97	32	11,5-14,8	4,6-6,0	11,5	174
30	31	109	40	13-16,4	5,2-6,6	14	201
35	36,5	124	48,5	14,5-17,2	5,8-6,9	16	212
40	42,5	140	57	16-20	6,4-7,8	18,5	235
50	52,5	164	73	18,8-22,8	7,2-8,0	21,5	262
60	62,5	187,5	88,5	20,4-23,5	7,8-8,5	24,5	302

<sup>1</sup> Multiplicar por 6,89 para ter MPa.

<sup>2</sup> Multiplicar por 6,89 para ter GPa.

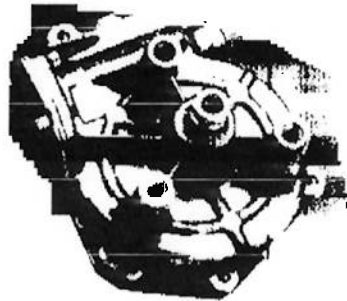
Tabela 8 - Propriedades Típicas do Ferro Fundido Cinzento



Tabela 16 Tipos de molas

<div> <div>SCREW CENTER</div> <div>Molas de Compressão</div> </div>									
d (mm)	Dm (mm)	L0 (mm)	L1 (mm)	P1 (mm)	C (kg/mm)	Diâmetro (mm)		Aço Carbono	Aço Inoxidável
						Ext	Int	Código	Código
1.00	8.00	12.2	7.3	3.00	0.141	6.5	9.6	BSC 01 1 100 08 03	BSC 02 2 100 08 03
		12.5	7.5		0.143			BSC 01 1 100 08 05	BSC 02 2 100 08 05
		13.0	8.0		0.145			BSC 01 1 100 08 06	BSC 02 2 100 08 06
		13.5	8.5		0.147			BSC 01 1 100 08 08	BSC 02 2 100 08 08
		14.0	9.0		0.151			BSC 01 1 100 08 12	BSC 02 2 100 08 12
	10.0	17.4	8.0	2.50	0.102	8.4	11.8	BSC 01 1 100 10 03	BSC 02 2 100 10 03
		26.0	11.3		0.176			BSC 01 1 100 10 05	BSC 02 2 100 10 05
		38.8	16.0		0.114			BSC 01 1 100 10 08	BSC 02 2 100 10 08
		56.1	22.4		0.077			BSC 01 1 100 10 12	BSC 02 2 100 10 12
1.25	6.3	12.2	7.5	2.50	0.276	4.7	8.1	BSC 01 1 125 05 03	BSC 02 2 125 05 03
		12.5	7.5		0.277			BSC 01 1 125 05 05	BSC 02 2 125 05 05
		13.0	8.0		0.278			BSC 01 1 125 05 08	BSC 02 2 125 05 08
		13.5	8.5		0.279			BSC 01 1 125 05 12	BSC 02 2 125 05 12
		14.0	9.0		0.280			BSC 01 1 125 05 18	BSC 02 2 125 05 18
	8.0	15.0	7.5	9.90	0.316	6.1	9.6	BSC 01 1 125 06 03	BSC 02 2 125 06 03
		22.3	10.5		0.837			BSC 01 1 125 06 05	BSC 02 2 125 06 05
		33.1	14.9		0.542			BSC 01 1 125 06 08	BSC 02 2 125 06 08
		47.9	21.0		0.308			BSC 01 1 125 06 12	BSC 02 2 125 06 12
1.60	10.0	19.7	7.7	8.10	0.674	8.2	11.9	BSC 01 1 125 08 03	BSC 02 2 125 08 03
		29.7	10.8		0.429			BSC 01 1 125 08 05	BSC 02 2 125 08 05
		44.4	15.2		0.277			BSC 01 1 125 08 08	BSC 02 2 125 08 08
		64.0	21.1		0.189			BSC 01 1 125 08 12	BSC 02 2 125 08 12
		93.7	30.0		0.127			BSC 01 1 125 08 18	BSC 02 2 125 08 18
	12.5	27.0	8.2	6.50	0.345	10.6	14.6	BSC 01 1 125 10 03	BSC 02 2 125 10 03
		41.3	11.6		0.219			BSC 01 1 125 10 05	BSC 02 2 125 10 05
		62.3	16.5		0.142			BSC 01 1 125 10 08	BSC 02 2 125 10 08
		90.1	23.1		0.097			BSC 01 1 125 10 12	BSC 02 2 125 10 12
1.60	16.0	132.9	32.9	5.10	0.065	14.1	18.2	BSC 01 1 125 10 18	BSC 02 2 125 10 18
		40.2	9.1		0.164			BSC 01 1 125 12 03	BSC 02 2 125 12 03
		61.5	12.9		0.105			BSC 01 1 125 12 05	BSC 02 2 125 12 05
		93.5	18.5		0.068			BSC 01 1 125 12 08	BSC 02 2 125 12 08
		136.8	26.0		0.046			BSC 01 1 125 12 12	BSC 02 2 125 12 12
	20.0	201.8	37.3		0.031			BSC 01 1 125 12 18	BSC 02 2 125 12 18
		15.0	9.5	20.10	3.651	5.9	10.1	BSC 01 1 160 05 03	BSC 02 2 160 05 03
		21.5	12.6		2.256			BSC 01 1 160 05 05	BSC 02 2 160 05 05
		30.8	17.9		1.475			BSC 01 1 160 05 08	BSC 02 2 160 05 08
		44.0	24.8		0.994			BSC 01 1 160 05 12	BSC 02 2 160 05 12
1.60	10.0	63.5	35.2	16.10	0.663	7.9	12.1	BSC 01 1 160 05 18	BSC 02 2 160 05 18
		18.8	9.7		1.767			BSC 01 1 160 06 03	BSC 02 2 160 06 03
		27.0	13.2		1.165			BSC 01 1 160 06 05	BSC 02 2 160 06 05
		39.7	18.9		0.744			BSC 01 1 160 06 08	BSC 02 2 160 06 08
		57.0	26.5		0.503			BSC 01 1 160 06 12	BSC 02 2 160 06 12
	12.5	82.4	37.9		0.341			BSC 01 1 160 06 18	BSC 02 2 160 06 18
		24.0	10.0	12.90	0.916	10.3	14.7	BSC 01 1 160 08 03	BSC 02 2 160 08 03
		36.0	14.1		0.586			BSC 01 1 160 08 05	BSC 02 2 160 08 05
		53.5	20.1		0.384			BSC 01 1 160 08 08	BSC 02 2 160 08 08
		76.4	28.0		0.257			BSC 01 1 160 08 12	BSC 02 2 160 08 12
1.60	16.0	112.1	39.9	10.00	0.176	13.7	18.3	BSC 01 1 160 08 18	BSC 02 2 160 08 18
		33.0	11.0		0.436			BSC 01 1 160 10 03	BSC 02 2 160 10 03
		51.5	15.5		0.279			BSC 01 1 160 10 05	BSC 02 2 160 10 05
		77.0	22.2		0.182			BSC 01 1 160 10 08	BSC 02 2 160 10 08
		112.0	31.2		0.124			BSC 01 1 160 10 12	BSC 02 2 160 10 12
	20.0	161.0	44.6		0.083			BSC 01 1 160 10 18	BSC 02 2 160 10 18
		48.0	12.4	8.00	0.226	17.5	22.5	BSC 01 1 160 12 03	BSC 02 2 160 12 03
		72.6	17.6		0.144			BSC 01 1 160 12 05	BSC 02 2 160 12 05
		105.0	25.5		0.093			BSC 01 1 160 12 08	BSC 02 2 160 12 08
		152.0	36.0		0.063			BSC 01 1 160 12 12	BSC 02 2 160 12 12
1.60	22.0	224.0	51.8	8.00	0.043			BSC 01 1 160 12 18	BSC 02 2 160 12 18

## Panfleto 1- Motor

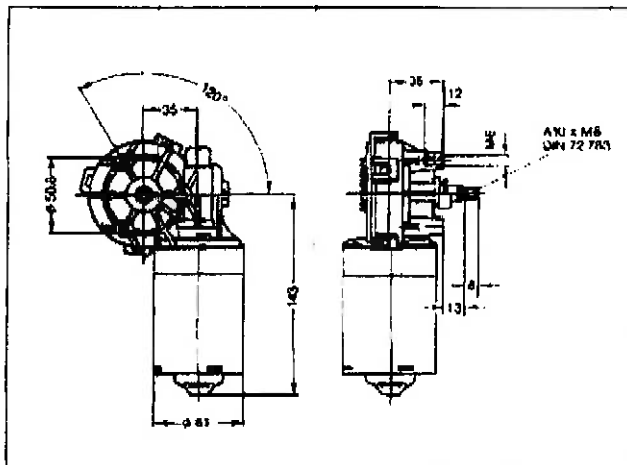


### Características Técnicas\*

Tensão dos Motores..... 12 VCC ou 24 VCC  
Consumo Nominal..... 7,5 A (conforme torque aplicado)  
Torque/Opções..... 13 a 25 Nm  
Sentido de Rotação..... horário ou anti-horário  
Velocidades..... 1 ou 2  
Rotações..... máximo 100 rpm

\* cada modelo de motor tem características específicas.

## Motorreductor Tipo CEP



**Q**uando é necessário alto torque e tamanho reduzido, os motorredutores tipo CEP representam o que há de melhor atualmente. São aparelhos versáteis com várias opções de torque, rotação, tensão e consumo, que possibilitam inúmeras aplicações em máquinas e equipamentos cujos movimentos exijam um motor robusto com grande durabilidade.

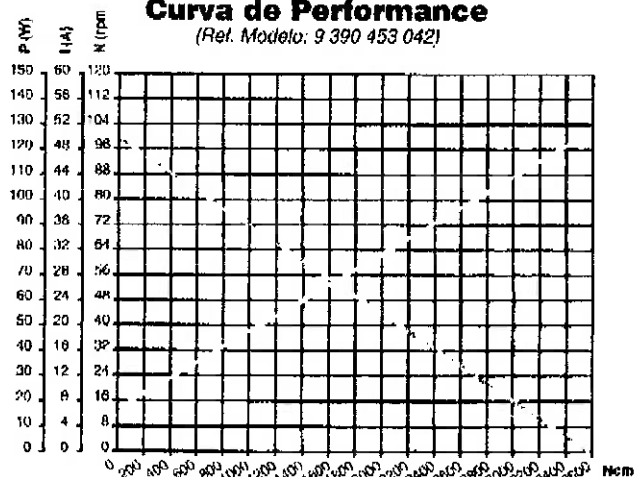
O seu sistema redutor é composto de engrenagem de Polioximetileno (Delrin 100) injetado diretamente no pino, que faz com que o motor possa suportar trabalho contínuo com baixo índice de ruído.

Alguns modelos são dotados de sistema de parada automática que, após desenergizado o motor, faz com que a ponta do seu eixo pare sempre na mesma posição.

sentido de rotação anti-horário.

### Curva de Performance

(Ref. Modelo: 9 390 453 042)



### Aplicações já Desenvolvidas

- Camas hospitalares
- Cadeiras e mesas oftalmológicas
- Painéis de propaganda rotativos
- Máquinas para fabricação de velas
- Esteiras rolantes
- Máquinas de embalagens
- Máquinas gráficas

ROBERT BOSCH LIMITADA  
Rua Dr. Rubens Gomes Bueno, 478  
Cep 04730-901 - São Paulo - SP  
Tel: (011) 547.5756 - Fax: (011) 547.5760



**BOSCH**

Nosso produto é tecnologia

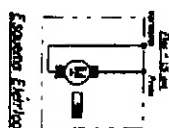
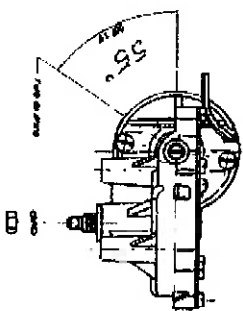
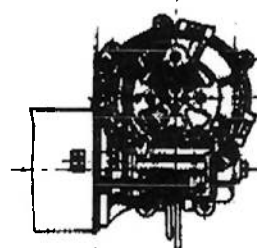
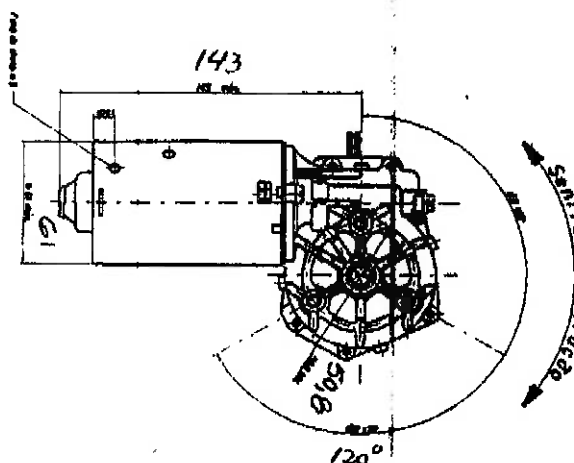
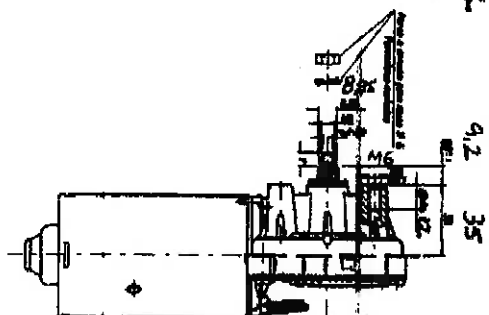
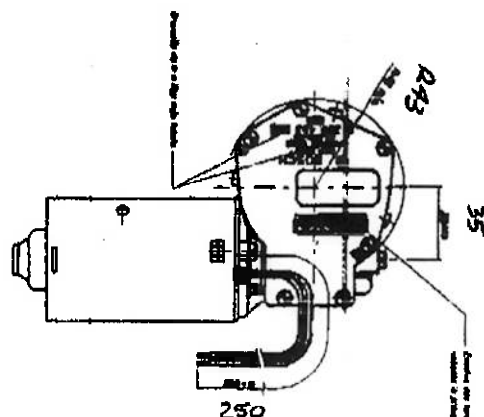
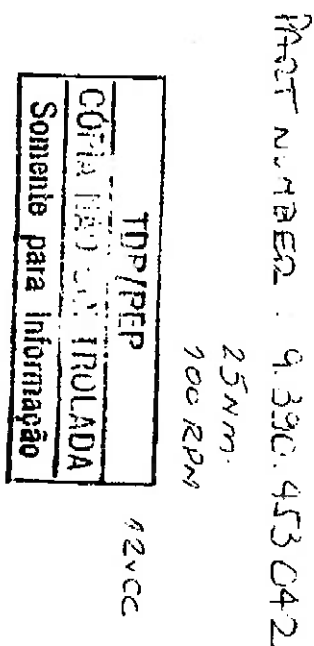
### Desenho 1 - Desenho do Motor

10/28/98 09:45

6

BOSCH-UE/5P

91

[illegible]

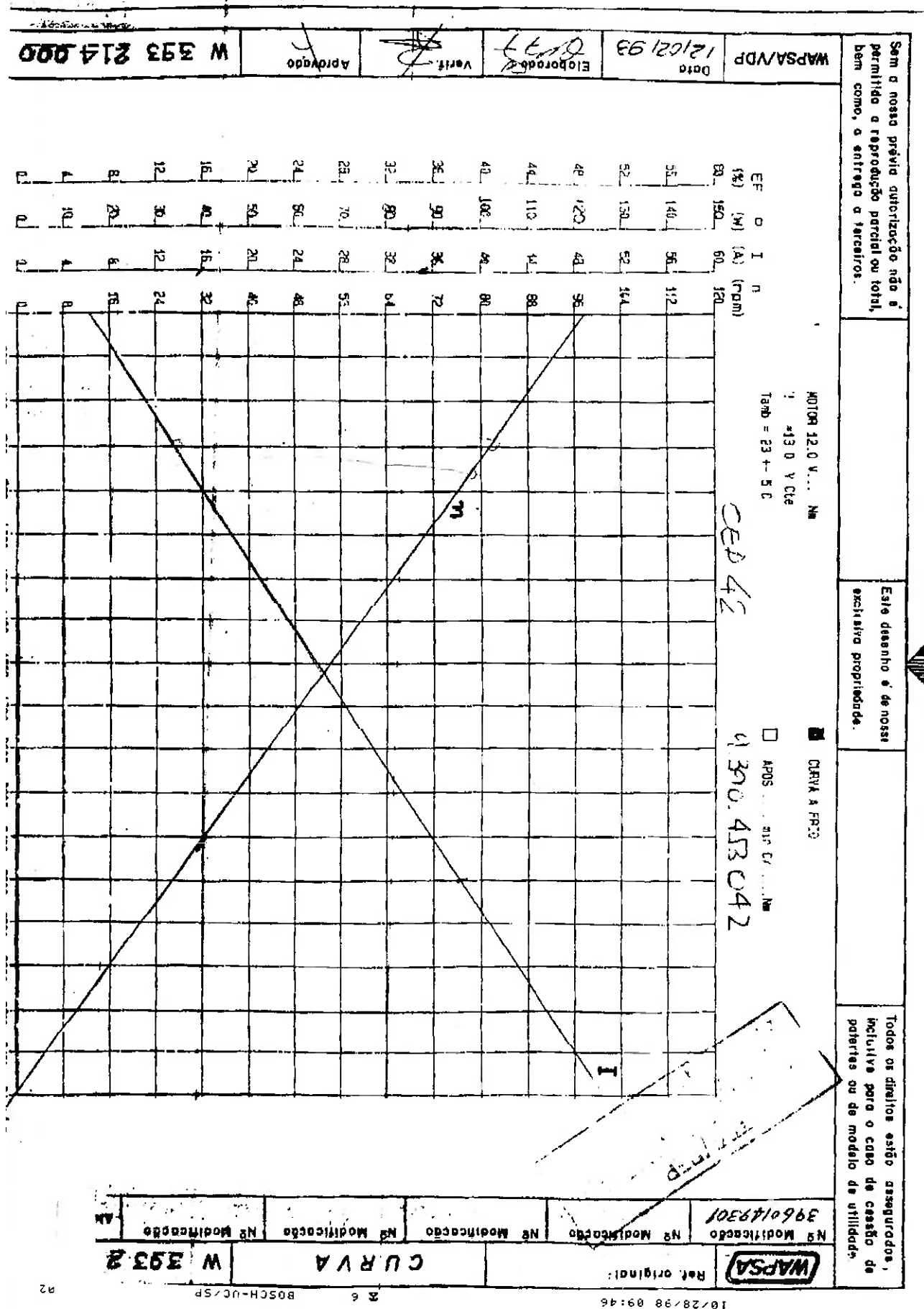
## Director

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

■ 2001 gte 4225	1 200 423 042	_____	1 029	12 11	12 303 244 020
Deposits of	Interest on deposits	Interest on deposits	Yield	Percent	Curve at

[illegible]

Gráfico 1 - Curvas do Motor







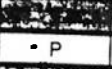
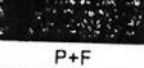
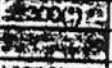

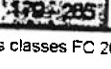

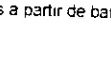




### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

- As dimensões contidas nesta lista são de produtos que poderão ser encontrados em nosso estoque.  
Outras ligas, dimensões e formatos poderão ser fornecidos mediante consulta.
- O peso teórico é apenas orientativo.  
O faturamento será efetuado com base no peso real.
- Para escolha da opção mais adequada, colocamos à disposição os serviços de nosso corpo técnico.
- As informações desta lista poderão sofrer alterações sem consulta prévia.

### SUGESTÕES PARA APLICAÇÕES

- FC200 Componentes de máquinas, tais como: buchas, polias, anéis, mesas para máquinas-ferramenta; contrapesos; flanges; tampões; mancais; roldanas acoplamentos; carretéis e fusos.
- FC 300 Componentes de máquinas sujeitos a desgaste; tampas de cilindros; êmbolos; cabeçotes; réguas-guia; gremalheiras; válvulas hidráulicas.
- FE 45012 Componentes de máquinas sujeitos a choques; componentes hidráulicos, tais como: manifolds, êmbolos, tampas; válvulas; engrenagens; porcas; eixos; rolos para leito de resfriamento.
- FE 55006 Componentes de máquinas que exigem resistência ao desgaste e tratamentos térmicos superficiais; engrenagens; porcas; corpos moedores.

### PROPRIEDADES MECÂNICAS

		Ferro Fundido Cinzento		Ferro Fundido Nodular	
Normas	TUPY	FC 200		FE 45012	
	ABNT NBR 6589	FC 200		-	
	ABNT NBR 6916	-		FE 42012	
	ASTM A 159	G3000		-	
	ASTM A 536	-		65-45-12	
Estrutura	P = Perlita / F= Ferrita	P+F	• P	F+P	P+F
Propriedades Mecânicas	Tração (Mpa)	200(*)		450	
	Alongamento (%)	-		12	
	Dureza (HB)	165 - 207	170 - 205	131 - 217	

Obs. (\*) Os valores de resistência à tração das classes FC 200 e FC 300 referem-se a ensaios realizados em corpos de prova obtidos a partir de barras com 30 mm de diâmetro fundidas separadamente da peça

## 5 - Conclusão

Este trabalho mostrou todas as dificuldades de se construir um projeto na prática. Também foi interessante ver como devemos adotar nossas opiniões ao que é possível. O baixo custo da matérias-primas foi conseguido, Sendo o custo do projeto de aproximadamente U\$\$ 200,00. O que fica difícil calcular, foi o custo de usinagem e o tempo gasto. Infelizmente o projeto teve um peso muito acima do especificado, por volta de 100 Kg, porém mostrou-se de grande rigidez e durabilidade. Ainda há muito para aperfeiçoar neste experimento, principalmente na tentativa de se construir modelo mais fáceis de fabricação. Este projeto facilitará a vida de várias pessoas para não realizarem um serviço metódico.

## **6.- Bibliografia**

CASILLAS, Máquinas Formulário Técnico, 2ªed, Editora Mestre Jou, 1961

DUBLEL, Heinrich, Manual do Engenheiro Mecânico, 13ªed 1V e 3V, 1979;

GoodYear, Manual de Correias E.C. Multi - V;

MARCO, Stipkovic Filho, apostila de Prensa, Tesouras e Ferramentas, São Paulo;

SHIGLEY, Joseph Edward, Elementos de Máquinas, Tradução de Edival Ponciano de Carvalho, Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1984;

SKF, Catálogo Geral;

ZAMPEZE, Boris. Dimensionamento, São Paulo      Grêmio Politécnico, 1986;