

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA CONTAR FIOS
DE LÃ PARA CONFECÇÃO DE CABELOS DE BONECO**

Henrique Saraiva Scarmagnan

São Paulo
2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA CONTAR FIOS
DE LÃ PARA CONFEÇÃO DE CABELOS DE BONECO**

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

Henrique Saraiva Scarmagnan

Orientador: Marcelo Massarani

Área de Concentração:
Engenharia Mecânica

São Paulo
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Scarmagnan, Henrique Saraiva

Desenvolvimento de um equipamento para contar fios de lã para confecção de cabelos de boneco, por H. S. Scarmagnan. São Paulo: EPUSP, 2007. 39p.

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

RESUMO

A ONG Grupo Primavera, sediada na região periférica da cidade de Campinas no estado de São Paulo, veio até a Escola Politécnica da USP, através do programa Poli Cidadã, expor suas dificuldades no processo de confecção de bonecos de tecido. A venda destes bonecos é uma das principais fontes de renda da entidade que realiza programas contínuos de assistência social dirigido a meninas de 11 a 16 anos de idade. Este trabalho irá se concentrar na solução de problemas relativos ao processo de confecção dos cabelos dos bonecos. Estes são feitos com fios de lã e uma das principais dificuldades encontradas no processo é a padronização do corte dos fios a fim de se obter sempre certa quantidade de fios de um mesmo comprimento. O objetivo final deste trabalho é desenvolver e construir um protótipo que melhore o processo de corte dos fios.

ABSTRACT

The NGO “Grupo Primavera”, headquartered at the Campinas’ suburban region in the state of São Paulo, came to “Escola Politécnica da USP”, through the “Poli Cidadã” Program, to show its difficulties in the fabric dolls’ confection. The sale of these dolls is one of the main sources of income for the entity, which carries continuous social-assistance programs dedicated to girls from 11 to 16 years old. This project will concentrate its efforts to solve the problems found in the dolls’ hair confection process.

The hair is made of woolen wires and one of the main difficulties found is the standardization of the wires’ cutting process in order to always get a certain amount of wires with a fixed length. The final objective of this work is to develop and construct a prototype that improves this process.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1. O GRUPO PRIMAVERA	4
2. OS BONECOS	5
2.1. Histórico.....	5
2.2. A Confeccção.....	6
2.3. Os Cabelos	7
3. ESTUDO DAS DIFICULDADES	8
4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DA NECESSIDADE	13
4.1. Especificação técnica	13
4.1.1. Funcionais:.....	13
4.1.2. Operacionais:.....	14
4.1.3. Construtivas	14
5. MÁQUINAS EXISTENTES NO MERCADO	15
6. DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO	18
6.1. Problema de troca das rodas:.....	19
6.2. Parada da Roda:.....	19
6.2.1. Alternativa A.....	19
6.2.2. Alternativa B	20
6.2.3. Alternativa C	20
6.2.4. Alternativa D.....	20
7. DETERMINAÇÃO DA ALTERNATIVA DE SOLUÇÃO	22
7.1. Critérios de Decisão:	22
7.2. Matriz de Decisão	22
7.3. Solução Escolhida.....	23
8. PROJETO DA MAQUINA ENROLADORA DE FIOS	24
8.1. Sistema de troca de cilindros.....	24
8.2. Seleção do Motor	25
8.3. Sistema de Transmissão por Polias.....	27
8.4. Verificação dos rolamentos.....	28
8.5. Contador Mecânico	30
9. FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO	31
9.1. Eixo de sustentação do cilindro.....	31
9.1.1. Materiais Utilizados	31
9.1.2. Maquinário Utilizado	31
9.1.3. Folha de Processo.....	31
9.2. Cilindro de Borracha	32
9.2.1. Materiais Utilizados	32
9.2.2. Maquinário Usado.....	32
9.2.3. Folha de Processo.....	32
9.3. Rodas.....	32
9.3.1. Material Utilizados.....	32
9.3.2. Maquinário Usado.....	33
9.3.3. Folha de Processo.....	33
10. MONTAGEM DAS RODAS	35
11. PROJETO FINAL	36
12. CONCLUSÃO	37

13. REFERÊNCIAS	38
14. ANEXOS – DESENHOS DAS PEÇAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de bonecos confeccionados [1].....	7
Figura 2: Máquina utilizada pelas artesãs	8
Figura 3: Rodas de números 0.5, 1, 1.5 e 2, da direita para a esquerda	9
Figura 4: Artesã enrolando o fio na roda	12
Figura 5: Motor utilizado na máquina atual.....	13
Figura 6: espuladeira artesanal manual [2]	15
Figura 7: espuladeira artesanal elétrica [2]	16
Figura 8: Máquinas enroladoras de um rebolo. [3].....	17
Figura 9: Máquina enroladora com três rebolos [3].....	17
Figura 10: Rebolo Ranhurado	18
Figura 11: Exemplo de cronômetro digital [4].....	20
Figura 12: Contador Mecânico de voltas [5].....	20
Figura 13: Microprocessador PIC 16F84A [6]	21
Figura 14: Motor elétrico	26
Figura 15: Polia Motora	28
Figura 16: Polia Movidã	28
Figura 17: Serie 7272 – Contador mecânico de golpes [5].....	30
Figura 18: Representação da montagem da roda 2	35
Figura 19: Foto do protótipo	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela das rodas	9
Tabela 2: Tabela dos bonecos	10
Tabela 3: Relação Diâmetro do Maço x Quantidade de Fios.....	10
Tabela 4: Tabela das necessidades do projeto.....	11
Tabela 5: Matriz de Decisão do Problema B	22
Tabela 6: Relação dos comprimentos dos fios e dos diâmetros das rodas.....	24
Tabela 7: Diâmetro dos cilindros de poliestireno expandido.....	25
Tabela 8: Características do Motor	26
Tabela 9: Dados do rolamento 1203 ETN9 da SKF™	29

INTRODUÇÃO

A ONG Grupo Primavera, sediada na região periférica da cidade de Campinas no estado de São Paulo, veio até a Escola Politécnica da USP, através do programa Poli Cidadã, expor suas dificuldades no processo de confecção de bonecos de tecido. A venda destes bonecos é uma das principais fontes de renda da entidade que realiza programas contínuos de assistência social dirigido às meninas de 11 a 17 anos de idade da periferia daquela cidade. Por trás destes produtos, está uma bela e grandiosa estrutura assistencial com muitos programas educacionais como: o IMT (Iniciação ao Mundo do Trabalho), o Programa Florada e o Projeto Tear, além de aulas de ensino complementar. A instituição também oferece alimentação nutritiva e variada no café da manhã, almoço e lanche da tarde.

Este trabalho irá se concentrar na solução de problemas relativos ao processo de confecção dos cabelos dos bonecos. Estes são feitos com fios de lã e as principais dificuldades encontradas no processo são: padronização do corte dos fios a fim de se obter sempre certa quantidade de fios de um comprimento pré-estabelecido; melhorar o processo de colagem dos fios de lã na cabeça dos bonecos; e acelerar e facilitar o processo de corte dos fios após colagem dos mesmos.

O objetivo final deste trabalho é desenvolver e construir um protótipo de um equipamento que solucionem a dificuldade encontrada na padronização do corte dos fios de lã. Assim, seria possível aumentar a produção dos bonecos e conseqüentemente aumentar a receita da instituição, uma vez que é sabida a existência de demanda do mercado sobre esse produto.

1. O GRUPO PRIMAVERA

A atividade da entidade foi iniciada em 1981 quando três voluntárias, mães e donas de casa, responderam ao desejo de seis adolescentes moradoras do Jardim São Marcos (Campinas – SP), de fazer algo útil no seu tempo livre.

Os trabalhos começaram em pequeno Posto de Saúde do bairro, onde funcionava um “Clube de Mães” do qual as meninas queriam participar. Desapontadas pela impossibilidade de se filiarem ao grupo, receberam a promessa do Dr. Nelson Noronha Gustavo Filho de que iria providenciar um programa para elas. O Dr. Nelson fez o convite àquelas três mulheres que, apesar de não terem experiência no campo social, aceitaram prontamente a incumbência.

Começaram informalmente os encontros semanais de meio período, no pátio do Posto de Saúde do bairro. Sem sala, sem planos traçados, sem recursos, havia apenas o objetivo de alcançar um amanhã mais promissor para aquelas jovens. Nesses encontros as voluntárias conversavam com as adolescentes, ouvindo seus anseios e esperanças, com o objetivo de afirmar valores morais, éticos e sociais, utilizando-se do ensino de trabalhos manuais.

De ano a ano foi aumentando o número de participantes, tanto adolescentes quanto voluntárias. Esse crescimento exigiu espaços mais adequados, multiplicação dos grupos, aumento do número de dias de encontro e diversificação dos programas. Em 1992, já funcionando cinco dias por semana nos dois períodos, a instituição se estruturou juridicamente, permanecendo o nome original – Grupo Primavera – escolhido pelas adolescentes devido à analogia com a fase de suas vidas.

Hoje, instalado em sede própria, o GP atende mais de 200 adolescentes do sexo feminino, com idade entre 11 e 17 anos, e conta com uma equipe de 62 colaboradores (voluntários e contratados), dos quais 25% são jovens formadas na entidade. O caminho escolhido pelo Grupo Primavera é o de investir na formação da jovem mulher - mãe e educadora natural dos futuros cidadãos.

2. OS BONECOS

2.1. Histórico

É difícil imaginar que uma boneca de pano trazida da Filadélfia (EUA) em 1996 iria afetar a vida de centenas de moradores do Jardim São Marcos, periferia de Campinas, interior de São Paulo, e proporcionaria um impulso vertiginoso na visibilidade do processo de mobilização de recursos do Grupo Primavera.

O início dessa história se deu quando um empresário americano, o Sr. Morton Sand, em visita ao Grupo Primavera constatou tanto o potencial da instituição quanto a necessidade de se buscar fontes de auto-sustento para a obra. Retornando aos Estados Unidos, Sand intermediou a aproximação entre o Grupo Primavera e a empresa Little Souls, cuja proprietária, Gretchen Wilson, empenhou-se em cooperar com o serviço social dos países emergentes.

A Sra. Gretchen visitou várias vezes o Brasil e o Grupo Primavera em 1996. Numa dessas visitas foi realizado um workshop sobre confecção de bonecas para as voluntárias e meninas da entidade.

Nesse mesmo ano decidiu-se confeccionar 50 bonecas para o bazar anual Florada, a título de experiência, sendo todas vendidas na primeira hora. Uma pesquisa revelou grande interesse pelo produto, o que fortaleceu a idéia de continuidade do projeto das bonecas.

Em 1997, uma jovem formada no Grupo Primavera, Josiane Teixeira Pires, que naquela ocasião já era funcionária da entidade, foi aos Estados Unidos para receber treinamento e adquirir “know-how” da confecção das bonecas, cedido pela empresa Little Souls. Com viagem e estadia patrocinadas pelo Sr. Sand e acompanhada por uma voluntária, Josiane, em 15 dias, assimilou a tecnologia da confecção da boneca. Ninguém suspeitava do potencial daquela jovem de apenas 18 anos, que aprendeu e reproduziu com fidedignidade as técnicas e processos de fabricação. Mais que isso, ela foi capaz de criar novos modelos de bonecas, adaptando-as ao gosto e ao bolso dos brasileiros.

Começamos timidamente nossa fabricação: 200 unidades em 1997, passando a 340 em 1998, ano em que o Projeto das Bonecas foi vencedor do 1º Concurso promovido

pela Ashoka, com patrocínio da Fundação Ford: “Idéias Inovadoras em Captação de Recursos”.

Com a produção de 450 bonecas em 1999 e a expectativa de produzir 800 no ano seguinte, a entidade participou com um “Plano de Negócios” em um concurso promovido pela McKinsey e Ashoka, classificando-se em 2º lugar. Ainda nesse ano, surpreendentemente, a produção e venda de bonecas extrapolou todas as previsões, chegando-se ao total de 3.500 unidades, número esse acrescido para 3.600 em 2001.

Tornando-se o símbolo “mascotes” do Grupo Primavera, as bonecas são comercializadas em shopping centers, lojas de artigos infantis, feiras diversas e eventos.

As bonecas de pano do Grupo Primavera conseguem mobilizar a vida de muitas adolescentes, ajudando a captar recursos para sustento da entidade e trazendo uma contribuição efetiva ao orçamento de muitas famílias da comunidade.

2.2. A Confecção

O processo de confecção dos bonecos de pano é bastante artesanal. Os bonecos são confeccionados basicamente com tecidos, linhas, algodão e lã. Os tecidos são utilizados para fazer o corpo do boneco e suas roupas. Já o algodão é utilizado como enchimento dos corpos de tecido. Por fim, os fios de lã, que é o material relacionado a este trabalho, são utilizados na confecção dos cabelos.

Os bonecos ou bonecas são de dois tipos: “normais” e “fofos”, podendo ter vários tamanhos. Os bonecos “normais” possuem um corpo de tecido com enchimento de algodão e as roupas vão por cima deste corpo. Já os “fofos” não possuem roupa, mas seus corpos são feitos com tecidos estampados, imitando roupas, que recebem o enchimento.



Figura 1: Tipos de bonecos confeccionados [1]

2.3. Os Cabelos

Os cabelos são confeccionados com fios de lã de 2 mm de diâmetro. O GP recebe doações destes fios, que são condicionados em grandes carretéis.

De acordo com o boneco a ser confeccionado, há diferentes necessidades de comprimento e quantidade de fios para a confecção dos cabelos.

Para se obter fios de mesmo comprimento, o fio contínuo proveniente do carretel é enrolado em um cilindro, chamado pelas artesãs de roda. Depois de enrolado, elas cortam os fios acumulados sobre a roda em uma mesma linha, perpendicular aos mesmos, obtendo-se um maço de fios de um mesmo comprimento. Quanto maior número de voltas, maior é a quantidade de fios e quanto maior o diâmetro da roda, maior o comprimento dos fios.

Hoje as artesãs trabalham com seis diferentes diâmetros de rodas, que são traçadas dependendo do comprimento de fios necessário. Para quantificar a quantidade de fios, utiliza-se uma fita métrica para medir o perímetro do maço de fios formado sobre a roda antes de ser cortado.

3. ESTUDO DAS DIFICULDADES

Após a visita a instituição e conversas com as artesãs, foi possível determinar a dificuldade que é encontrada no processo de corte dos fios. Esta é a de conseguir uma quantidade de fios de um mesmo tamanho, sendo que inicialmente se tem um fio único que é condicionado em um grande carretel.

Hoje em dia as artesãs já contam com uma máquina adaptada com um motor de máquina de costura que gira uma roda fixada em um eixo, o qual é apoiado em mancais. A transmissão da rotação e do torque do motor elétrico para o eixo é feita por um conjunto de duas polias e uma correia.



Figura 2: Máquina utilizada pelas artesãs

O processo consiste em enrolar o fio de lã sobre essa roda e após certo número de voltas, que elas não conseguem determinar, esta é parada. Os fios são então cortados obtendo-se um maço de fios de um mesmo tamanho. O momento de corte dos fios é determinado pelo perímetro do maço de fios que se forma sobre a mesma, o que obriga que ela seja parada algumas vezes para a realização da medição.

As rodas podem ser trocadas como forma de se obter comprimentos diferentes de fios. Portanto, para a confecção dos cabelos de cada tipo de boneco existe uma roda e um valor de perímetro do maço a ser atingido. As rodas utilizadas são numeradas em valores crescentes dependendo de seu diâmetro, porém não existe nenhuma relação direta entre os números das rodas e seus respectivos diâmetros. Esses valores encontram-se nas tabelas a baixo:

Nº da Roda	Perímetro da Roda
0,5	33 cm
1	39 cm
1,5	42 cm
2	53 cm
3	73 cm
4	89 cm

Tabela 1: Tabela das rodas



Figura 3: Rodas de números 0.5, 1, 1.5 e 2, da direita para a esquerda.

A artesã responsável pela confecção dos bonecos montou uma tabela com os principais bonecos confeccionados relacionando-os à roda que deve ser utilizada e ao perímetro do maço de fios que deve ser atingido. Os valores encontram-se abaixo:

Tipos de Bonecos	Nº da Roda	Diâmetro do Maço
Boneco Mini	1	10 cm
Boneca Mini	0,5	7 cm
Boneco Fofo Mini	1	8 cm
Boneca Fofa Mini	0,5	5 cm
Boneco Médio	2	13 cm
Boneca Média	1	10 cm
Boneco Fofo Médio	2	13 cm
Boneca Fofa Média	1	8 cm

Tabela 2: Tabela dos bonecos

Podemos então relacionar o perímetro das rodas com o comprimento dos fios e o diâmetro do maço de fios com certa quantidade de fios. Na visita realizada, obteve-se um maço de fios de 13 cm de perímetro. Contando a quantidade de fios, chegamos ao valor de 900 fios. Selecionando maços de 5, 7, 8 e 10 cm de perímetro chegamos a valores, respectivamente, de 160, 290, 360 e 550 fios.

Diâmetro do Maço	Qtd. de fios
5 cm	160
7 cm	290
8 cm	360
10 cm	550
13 cm	900

Tabela 3: Relação Diâmetro do Maço x Quantidade de Fios

Montando uma nova tabela relacionando os tipos de bonecos com os comprimentos e quantidades de fios, chegamos a:

Tipos de Bonecos	Comprimento dos fios	Quantidade de fios
Boneco Mini	33 cm	550 fios
Boneca Mini	39 cm	290 fios
Boneco Fofa Mini	33 cm	360 fios
Boneca Fofa Mini	39 cm	160 fios
Boneco Médio	53 cm	900 fios
Boneca Média	39 cm	550 fios
Boneco Fofa Médio	53 cm	900 fios
Boneca Fofa Média	39 cm	360 fios

Tabela 4: Tabela das necessidades do projeto

Portanto, a necessidade que este projeto deve suprir é a de criar um equipamento que corte certa quantidade de fios de certo comprimento para cada tipo de boneco, como apresentado na tabela acima.

Apesar de sabermos da existência das rodas de números 3 e 4, que possuem diâmetros maiores, vamos nos ater apenas a suprir a necessidades de utilização das rodas de menor diâmetro, uma vez que são as mais utilizadas como apresentado na Tab. 2.

As rodas de maiores diâmetros, de acordo com as artesãs, são utilizadas apenas quando existe uma encomenda de bonecos de tamanhos maiores, fora dos padrões normais de produção.

Outra grande dificuldade no processo, além das trocas das rodas, é a necessidade de a artesã ter que guiar o fio de lã com as mãos durante do processo de enrolamento. Devido à alta rotação, o fio corre pelos dedos da artesã em grande velocidade causando aquecimento e desconforto. Por esse motivo, alternativas serão desenvolvidas para que não seja necessário o contato da artesã com o fio durante o processo. Além disso, se por algum motivo o fio deixa de ser guiado, este se enrola no eixo da roda, obrigando a parada da máquina para desenrolar o fio acumulado sobre o eixo para só então retomar ao processo.



Figura 4: Artesã enrolando o fio na roda

Resumindo, temos três problemas que devem então ser solucionados, ou ao menos minimizados:

1. Troca das rodas: desenvolver soluções onde não seja necessária a troca do rotor ou que o tempo de troca seja reduzido.
2. Parada do rotor: desenvolver soluções para que o momento de parada do rotor seja determinado.
3. Enrolamento do Fio: desenvolver soluções onde não é necessário que a artesã segure o fio durante o processo de enrolamento ou que torne mais confortável.

4. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DA NECESSIDADE

Utilizando o método de formulação das características, temos que as entradas e saídas, desejáveis e não-desejáveis do equipamento são:

- Entradas desejáveis: energia elétrica, ações do usuário e o fio de lã.
- Saídas desejáveis: maço de fios de lã com um mesmo comprimento.
- Entradas não-desejáveis: materiais estranhos, comandos inadequados, choques físicos.
- Saídas não-desejáveis: vibração (desbalanceamento), choques elétricos, fios de tamanhos diferentes.

4.1. Especificação técnica

4.1.1. Funcionais:

- Desempenho: deseja-se que a rotação final do tambor seja igual ou pouco superior à rotação na máquina atual, principalmente pro motivos de segurança. Potência necessária é baixa, pois a únicas forças externas que atuam no sistema são as forças peso dos componentes e o peso do fio de lã, que deve ser puxado.



Figura 5: Motor utilizado na máquina atual

- Conforto: nível de ruído máximo na altura do usuário de 40 db.
- Segurança: impossibilidade de o rotor se soltar, base da máquina com superfície antiderrapante, impossibilidade de tombamento.

4.1.2. Operacionais:

- Energia: operável com energia elétrica
- Voltagem: operável em 110 ou 220 V;
- Durabilidade: vida útil dos principais componentes não-inferior a 2 (dois) anos.
- Confiabilidade: nenhuma falha que interrompa o funcionamento nos primeiros 2 (anos) de uso.

4.1.3. Construtivas

- Peso: se trabalharmos com a hipótese de um equipamento de bancada, como a máquina atual, o peso do mesmo não deverá ser muito superior à 5 kgf, devido à necessidade de mobilidade do mesmo uma vez que a máquina atual apresenta tal característica. Porém, existe também a possibilidade de um equipamento maior e estático, uma vez que a instituição não apresentou nenhum tipo de limitação.
- Dimensões máximas: dependerá da alternativa escolhida. Todavia a ONG não impôs nenhuma restrição quanto às dimensões.

5. MÁQUINAS EXISTENTES NO MERCADO

Atualmente no mercado existem algumas máquinas para a indústria têxtil que realizam o processo de rebobinamento dos fios de lã. São utilizadas principalmente para reaproveitamento de sobras de linhas, para combinação de linhas diferentes em um mesmo carretel ou para divisão de carretéis grandes em carretéis menores.

Durante o processo de pesquisa, percebeu-se que este tipo de máquina pode receber alguns nomes dentro da cultura da indústria têxtil. Entre eles podemos citar: espuladeira, conicaleira, desmeadeira e parafinadora. Utilizaremos o termo conicaleira neste trabalho por considerar o que melhor caracteriza o tipo de máquina a ser desenvolvida.

Pesquisando sobre as conicaleiras, encontramos numa linha mais artesanal as máquinas apresentadas nas próximas figuras. São equipamentos bem simples que são utilizados para pequenas produções, principalmente por artesãos.



Figura 6: espuladeira artesanal manual [2]



Figura 7: espuladeira artesanal elétrica [2]

Quando caminhamos em direção às máquinas profissionais, utilizadas em produção em larga escala, encontramos máquinas maiores e com acessórios importantes para o ganho de produção e para o conforto do operador. Essas máquinas apresentam um rebolo ranhurado que tem a função de distribuir o fio durante o processo de enrolamento. Algumas máquinas apresentam ainda um mecanismo para parafinar os fios. A parafinação é um processo muito importante, pois torna o fio mais macio e flexível facilitando o processo de tricotagem do tecido de lã.

As máquinas são constituídas basicamente de guias parafinadoras, do rebolo guiador de fios e de um suporte para o cone onde o fio será enrolado.

Para realização do enrolamento, o operador passa o fio pelas guias parafinadoras e amarra o mesmo no cone. Abaixa-se então o cone, colocando-o em contato com o rebolo guiador de fios (cilindro preto nas figuras 8 e 9). A máquina é ligada e o rebolo guiador começa a girar. Como o cone encontra-se em contato com o rebolo, este também gira pela ação do atrito, fazendo o fio se enrolar sobre o cone. Conforme o fio vai sendo enrolado este passa pelas ranhuras do rebolo, as quais guiam o fio distribuindo-o uniformemente sobre o cone.



Figura 8: Máquinas enroladoras de um rebolo. [3]



Figura 9: Máquina enroladora com três rebolos [3]

Através de um orçamento com a empresa Serv-Mak[®], as máquinas apresentadas acima possuem preços que variam de R\$ 1100,00 (um rebolo) à R\$2500,00 (três rebolos).

Existem ainda máquinas para grandes tecelagens que possuem até doze rebolos com acionamentos independentes.

6. DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Após analisar a dificuldade encontrada pelas artesãs, não foi possível encontrar um método mais eficiente para se obter um maço de fios de mesmo comprimento que não fosse o de enrolar o fio contínuo, proveniente de um carretel, em um rebolo e posteriormente cortar o maço de fios.

Além do problema de troca das rodas, também se busca solucionar o problema de determinação do momento de parada da roda e o do desconforto da artesã durante o processo de enrolamento.

Como, de acordo com as artesãs, guiar o fio durante o processo de enrolamento é o problema que causa maior desconforto, partiremos então para a adaptação de uma máquina industrial, como as apresentadas anteriormente. Assim temos o problema de enrolamento dos fios solucionado, uma vez que nestas máquinas o operador não tem contato com o fio durante o enrolamento. Além disso, o fio é distribuído uniformemente sobre a roda, solucionando os dois problemas desse processo.

Resta então o problema de troca de rodas e o da determinação do momento de parada.



Figura 10: Rebolo Ranhurado

6.1. Problema de troca das rodas:

Como partiremos para a adaptação de uma conicaleira, teremos que trabalhar necessariamente com cilindros devido ao princípio de funcionamento da máquina.

Assim, serão criados quatro cilindros que deverão ser substituídos de acordo com a necessidade das artesãs.

Como o princípio de enrolamento se baseia basicamente no atrito entre o rebolo e o cilindro onde o fio será enrolado, os cilindros deverão ser confeccionados com um material que garanta o atrito com o rebolo metálico. Por esse motivo e os cilindros terão uma manta de borracha, que cobrirá a superfície que entrará em contato com o rebolo (cilindro ranhurado). Além de garantir o atrito, o emprego de um material com propriedades elásticas contribuirá significativamente com a diminuição de vibração do equipamento.

6.2. Parada da Roda:

6.2.1. Alternativa A

A primeira alternativa para solucionar o problema de parada do rotor seria o acoplamento de um cronômetro ao motor. Assim que o motor fosse ligado, o cronômetro começaria a contar o tempo. Após um determinado tempo, dependendo da quantidade de fios que se quisesse obter, o motor deveria ser desligado.

Sabendo a rotação do motor e a relação de transmissão entre o motor e o rotor é fácil determinar o tempo que se deve esperar.

$$\Delta t = \frac{30 * N}{\pi * w_{motor} \cdot i} \quad \text{(Equação 1)}$$

Na equação temos que N é a quantidade de fios desejada, w_{motor} é a rotação do motor em RPM e i é a relação de transmissão entre o motor e o rotor. A equação dará o tempo em segundos de máquina ligada para se obter a quantidade de fios desejada.

A deficiência dessa solução é que consideramos que a rotação do motor é constante, que não há nenhum escorregamento entre as polias e a correia do sistema de transmissão nem entre o rebolo e a roda.



Figura 11: Exemplo de cronômetro digital [4]

6.2.2. Alternativa B

Outra alternativa para esse problema seria o acoplamento de um conta-giros eletrônico ao rotor. Da mesma forma que o cronômetro, o operador deveria desligar o motor elétrico após certo número de voltas. Porém, essa alternativa seria mais confiável, pois a tomada de dados seria feita diretamente no rotor.

6.2.3. Alternativa C

A terceira proposta de alternativa seria o acoplamento de um contador mecânico de voltas ao rotor. A aplicação seria igual a da alternativa anterior e com a mesma confiabilidade. O que diferenciaria uma alternativa da outra seriam o custo de cada equipamento e a manutenção dos mesmos.



Figura 12: Contador Mecânico de voltas [5]

6.2.4. Alternativa D

Uma última alternativa seria o desenvolvimento de um circuito eletrônico que contasse o número de voltas do rotor e desligasse o motor após certo número de voltas. Para isso seria necessário o desenvolvimento de um sistema com um microprocessador. Conectaríamos a uma de suas entradas um sensor magnético o qual seria estimulado a cada volta do rotor por um pequeno ímã fixado no mesmo. O

sistema deveria desligar o motor após certo numero de voltas pré-programado através do acionamento de um relê.

Essa alternativa é a que mais reduziria o esforço do operador do equipamento, pois só seria necessária a escolha de quantas voltas o rotor deveria realizar, todavia é a que apresenta custo mais elevado.

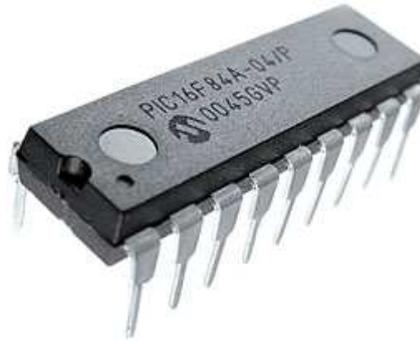


Figura 13: Microprocessador PIC 16F84A [6]

7. DETERMINAÇÃO DA ALTERNATIVA DE SOLUÇÃO

7.1. Critérios de Decisão:

- *Esforço do Operador*: Esse critério diz respeito ao conforto do operador. Ele avaliará a necessidade de ações necessárias para conseguir com que a roda pare no momento certo.
- *Precisão*: esse critério caracteriza o quão preciso é o sistema responsável por determinar o momento de parada do sistema girante, ou seja, se o motor será desligado depois do número determinado de voltas.
- *Manutenção*: esse critério tem por objetivo avaliar as alternativas quanto à necessidade de manutenção do sistema; e quando está for necessária, se é de fácil realização.
- *Custo Geral*: esse último critério tem o objetivo de comparar as alternativas quanto ao seu custo, tanto se forem comprados ou se for necessário o seu desenvolvimento. No caso de necessidade de desenvolvimento, será avaliado além do custo de material, o custo da mão-de-obra e de utilização de máquinas.

7.2. Matriz de Decisão

A matriz de decisão esta apresentada abaixo:

CRITÉRIO	Peso	A		B		C		D	
		nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp
<i>Esforço Operador</i>	0,33	3,0	0,99	4,0	1,32	4,0	1,32	5,0	1,65
<i>Precisão</i>	0,27	4,0	1,08	5,0	1,35	5,0	1,35	5,0	1,35
<i>Manutenção</i>	0,22	4,0	0,88	3,0	0,66	3,5	0,77	2,0	0,44
<i>Custo Geral</i>	0,18	5,0	0,90	3,0	0,54	3,5	0,63	2,0	0,36
TOTAL	1,00		3,85		3,87		4,07		3,80

Tabela 5: Matriz de Decisão do Problema B

Justificando as notas atribuídas a cada uma das alternativas:

- *Esforço do Operador*: as notas foram dadas de acordo com as ações que seriam necessárias. Na primeira alternativa, o cronômetro, é necessário ligar o cronômetro e o motor e depois de determinado tempo desligar ambos. No caso dos conta-giros eletrônico e mecânico, o operador necessita apenas ligar

o motor e desligá-lo após determinado número de voltas. Já a última alternativa seria a de menor esforço do operado, pois este necessitaria apenas ligar o motor que desligaria automaticamente após certo número de voltas.

- *Precisão:* a primeira alternativa recebeu uma pior nota em relação às demais alternativas, pois pode haver escorregamento entre as polias e a correia. Além disso, pode haver um atraso ou até mesmo esquecimento na ligação do cronômetro. As alternativas B, C e D receberam as mesmas notas, pois trazem leituras mais confiáveis e que não dependem do operador.
- *Manutenção:* as notas atribuídas levaram em conta principalmente a complexidade das alternativas, pois quanto mais complexo, maior seria a dificuldade em um caso de manutenção. Assim, os equipamentos eletrônicos receberam piores notas. A melhor nota foi dada ao cronômetro, pois é um instrumento bastante comum, seguido pelo contador de voltas mecânico.
- *Custo:* as melhores notas foram dadas as alternativas que são mais comuns, simples e baratas. O cronômetro recebeu a melhor nota, seguido pelo contador mecânico e em seguida pelo eletrônico. A pior nota ficou com o sistema eletrônico com micro chip devido não apenas ao custo de materiais, mas também a necessidade de construção do sistema.

7.3. Solução Escolhida

Teremos então uma conicaleira adaptada, que possuirá um cilindro no lugar do cone onde usualmente são enrolados os fios. Teremos então a troca destes cilindros para a obtenção de fios de comprimentos diferentes.

Para a determinação da parada da roda, teremos o acoplamento de um contador de voltas mecânico ao eixo onde o rebole está fixo, bastando então que o operador acompanhe o processo e desligue o equipamento quando o número de voltas desejado for atingido.

8. PROJETO DA MAQUINA ENROLADORA DE FIOS

Como a máquina a ser desenvolvida irá trabalhar com fios de lã, fez-se uma pesquisa em um dos grandes pólos de produção de tecidos e roupas de lã no estado de São Paulo, a cidade de Campos do Jordão.

Foram realizadas visitas a algumas malharias da cidade em busca de máquinas que poderiam ser aplicadas para solucionar o problema. Foi então que se teve conhecimento da conicaleira, a máquina descrita anteriormente que tem aplicação parecida com o que se deseja para esse projeto. A partir de então se iniciou uma busca por peças para a construção do equipamento.

8.1. Sistema de troca de cilindros

Os cilindros serão feitos de chapas de alumínio, tarugos de poliestireno expandido e tubos de policloreto de vinila (PVC). O alumínio será utilizado para a confecção de discos que garantirão a rigidez das rodas. Os tarugos de poliestireno serão utilizados para a confecção de cilindros, que serão a alma das rodas. E por fim, a manta de borracha cobrirá os cilindros para garantir o atrito e a absorção de vibrações.

Assim, de acordo com o comprimento de fio desejado deveremos ter um diâmetro de cilindro. Fazendo uma conta simples conseguimos determinar os diâmetros.

$$C = \pi D \Rightarrow D = \frac{C}{\pi}, \text{ onde } C \text{ é o comprimento do fio e } D \text{ o diâmetro do cilindro.}$$

Assim, temos os seguintes valores de diâmetro.

Nº da Roda	Comprimento (C)	Diâmetro (D)
0,5	330 mm	105 mm
1	390 mm	124 mm
1,5	420 mm	134 mm
2	530 mm	169 mm

Tabela 6: Relação dos comprimentos dos fios e dos diâmetros das rodas

Para a adaptação da máquina deveremos confeccionar uma peça onde os cilindros deverão ser fixados. A máquina original possui um cone de plástico onde os cones de papelão são fixados para enrolamento dos carretéis.

Será confeccionado então um cilindro de borracha natural vulcanizada, onde as rodas serão fixadas. Este cilindro de borracha ficará permanentemente fixado à máquina.

Os discos de alumínio serão colocados nas laterais das rodas que serão feitas de tarugos de poliestireno expandido. Por cima destes tarugos será aplicada uma manta de borracha. Como a manta de borracha possui 1,5mm de espessura, podemos diminuir o diâmetro dos tarugos em valores de 3 a 5 mm, facilitando também a confecção das rodas.

Portanto, as dimensões dos tarugos são apresentadas abaixo

Nº da Roda	Diâmetro (<i>D</i>)
0,5	100 mm
1	120 mm
1,5	130 mm
2	164 mm

Tabela 7: Diâmetro dos cilindros de poliestireno expandido

Além do diâmetro externo, todos os cilindros terão um furo de 51 mm (2 pol.), onde serão colados os tubos de PVC, que darão maior resistência as rodas.

8.2. Seleção do Motor

Como a única força externa aplicada ao sistema é o peso do fio, a qual é muito pequena, no dimensionamento do motor devemos considerar apenas as forças internas, como atrito e as inércias rotacionais. Todavia, essas forças também são muito pequenas.

De acordo com as informações obtidas pelos empresários do ramo e por pequenos fabricantes destas máquinas que existem na cidade, foi informado que um motor de ¼ de cavalo é suficiente para o funcionamento da máquina. Assim, as características do motor utilizado são apresentadas abaixo.

Motor Kohlbach Mod. 48KT1	
Alimentação	110 /220 V
Corrente	5,2/2,6 A
Potência	¼ cv (184W)
Rotação	1700 RPM

Tabela 8: Características do Motor



Figura 14: Motor elétrico

Ainda assim devemos verificar se a potência do motor é suficiente. Porém, as forças de resistências são muito difíceis de serem dimensionadas. Assim, estas serão superestimadas a um valor 4 kgf, a qual corresponderia ao somatório das forças de atrito e de inércia do equipamento.

Assim temos:

$$Q = 4kgf = 39,2N$$

$$v = w * r$$

$$w = \frac{w_{motor}}{i} * \frac{2\pi}{60} = \frac{1700}{1,71} * \frac{\pi}{30} = 104,1rad / s$$

$$r = \frac{D_{rebolo}}{2} = \frac{70}{2} = 35mm$$

$$v = w * r = 104,1 * 0,035 = 3,64m / s$$

$$\eta_{eq} = \eta_{corr} = 0,97$$

$$N_e = Q * v = 39,2 * 3,64 = 142,7W$$

$$N_m \geq \frac{N_e}{\eta_{eq}} = \frac{142,7}{0,97} \Rightarrow N_m \geq 147,1W = 0,2cv$$

Assim, verificamos que mesmo superestimando o valor das forças de resistência, o motor de 0,25cv é suficiente.

8.3. Sistema de Transmissão por Polias

Desejamos que a rotação do rebolo ranhurado não fosse superior a 1000 RPM por uma questão de segurança e por limitação do contador de golpes. Assim, teremos a polia motora com 38 mm de diâmetro externo e polia movida com diâmetro externo de 65 mm, ambas com perfil tipo A. Assim, estabelece-se uma relação de transmissão 1:1,71, ou seja, a rotação máxima na polia movida será de 993 RPM.

A correia utilizada é da serie A-44, com circunferência externa de 1710 mm.



Figura 15: Polia Motora



Figura 16: Polia Movid

8.4. Verificação dos rolamentos

Consultando um catálogo da SKFTM de rolamentos autocompensadores de esferas, obtivemos alguns dados sobre um rolamento equivalente ao que o equipamento possuía. O código do produto é 1203 ETN9

Característica	Principais Dimensões			Coeficientes de Cargas		Taxas de Velocidades	
	Símbolo	d	D	B	Dinâmico C	Estático Co	Veloc. de Referência
Unidade	mm	mm	mm	kN	kN	RPM	RPM
Valor	17	40	12	8,84	2,2	38000	24000

Tabela 9: Dados do rolamento 1203 ETN9 da SKF™

Como podemos, os valores dos coeficientes de carga são da ordem de grandeza de kN e portanto muito superiores a qualquer carregamento que a máquina poderia sofrer.

Admitindo novamente então uma força radial de 4kgf, podemos calcular o numero de que este rolamento duraria.

$$C = 8840N \text{ e } Co = 2200N$$

A carga equivalente $P = F_R$ pois não há força axial, então

$$P = F_R = 4 * 9,8 = 39,2N$$

$$\frac{C}{P} = \frac{8840}{39,2} = 225,51$$

Sabendo que L , número de solicitações, é dado por:

$$\left(\frac{C}{P}\right)^p = L \text{ e } p = 3, \text{ pois trata-se de um rolamento de esferas, temos que:}$$

$$L = \left(\frac{8840}{39,2}\right)^3 = 11,5 \cdot 10^6 \text{ milhões de solicitações}$$

Assim, calculando a vida dos rolamentos em horas, podemos fazer:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^6}{60 \cdot 993} = 192,5 \text{ milhão de horas}$$

Portanto, temos que os rolamentos possuem vida infinita.

8.5. Contador Mecânico

Foram encontradas algumas empresas que fabricam ou distribuem contadores mecânicos, entre elas podemos citar a Líder Cont® e a Switron®, ambas localizadas na cidade de São Paulo.

Existe uma gama variada de contadores que possuem diversas aplicações como contagem de voltas, de metros e de golpes.

O contador que apresentou especificação mais adequada foi o modelo da série 7272 de fabricação pela Veeder-Root do Brasil.



Figura 17: Serie 7272 – Contador mecânico de golpes [5]

- *Principais Características:* Eixo em aço; Caixa robusta de Zamak; Não requer lubrificação; Resistente à corrosão; Velocidade de até 1000 contagens por minuto; Montagem pela base; 4 ou 5 dígitos.

9. FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Grande parte das peças foi comprada, como toda a estrutura da máquina, placas e eixos, as duas polias, o rebolo ranhurado, os mancais de rolamento e o braço que sustenta o cone. Essas peças serão indicadas e mostradas na etapa de montagem do protótipo.

Neste capítulo iremos nos ater às peças que foram fabricadas, ou seja, sofreram um processo onde houve modificação de suas dimensões originais.

De maneira a simplificar o processo de fabricação, sua exemplificação foi dividida em etapas. Cada etapa representou a fabricação de determinada peça, seguindo os conceitos descritos por NORTON, 1994 [8]. As vistas de cada uma das peças fabricadas são indicadas pelos desenhos de fabricação que estão dispostos no final deste capítulo. A seqüência de montagem das peças será exemplificada no capítulo 10.

9.1. Eixo de sustentação do cilindro

9.1.1. Materiais Utilizados

Barra Hexagonal de Aço SAE 1020:

- Altura: 16 mm;
- Comprimento: 205 mm.

9.1.2. Maquinário Utilizado

- Serra de fita;
- Torno;
- Furadeira de bancada.

9.1.3. Folha de Processo

- a) Torneiar a barra ao longo de 164,5 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 13,0 mm;
- b) Torneiar a barra ao longo de 164,0 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 9,5 mm;
- c) Torneiar a barra ao longo de 19 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 8,7 mm;

- d) Tornear a barra ao longo de 13 mm de comprimento até se obter um diâmetro de 8 mm;
- e) Tornear a barra ao longo destes 13 mm uma rosca M8;
- f) Fazer um furo de 3/8'' (9,5 mm) de diâmetro a uma distância de 10 mm da outra extremidade da barra.

9.2. Cilindro de Borracha

9.2.1. Materiais Utilizados

Cilindro maciço de borracha natural vulcanizada

- Comprimento: 175 mm
- Diâmetro: 3'' (76,2 mm)

9.2.2. Maquinário Usado

- Torno

9.2.3. Folha de Processo

- a) Tornear o cilindro de borracha até atingir o diâmetro de 52 mm
- b) Fazer um furo passante no cilindro com 1/2'' (12,7 mm) de diâmetro
- c) Tornear o furo interno em ambos os lados até se obter furos de 24 mm de diâmetro e 22 mm de profundidade

9.3. Rodas

9.3.1. Material Utilizados

Tubo de PVC

- Comprimento: 710 mm
- Diâmetro Externo: 51 mm
- Espessura de parede: 1,6 mm

Chapa de Alumínio

- Comprimento x Largura: 320 x 335 mm
- Espessura: 0,5 mm

Tarugos de Poliestireno expandido

- Comprimento: 500 mm
- Diâmetros: 100, 120, 150 e 200 mm

9.3.2. Maquinário Usado

- Guilhotina
- Serra de fita
- Torno
- Furadeira de bancada
- Cortador de Poliestireno expandido (“Fio quente”)

9.3.3. Folha de Processo

9.3.3.1 Tubo Central:

- a) Serrar 175 mm do tubo de PVC
- b) Serrar o tubo ao meio

9.3.3.2 Disco para a roda 0,5:

- a) Guilhotinar uma chapa 110 x 110 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Torneiar a chapa até obter um diâmetro de 105 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½”
- d) Torneiar o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

9.3.3.3 Disco para a roda 1:

- a) Guilhotinar uma chapa 125 x 125 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Torneiar a chapa até obter um diâmetro de 124 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½”
- d) Torneiar o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

9.3.3.4 Disco para a roda 1,5:

- a) Guilhotinar uma chapa 135 x 135 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Torneiar a chapa até obter um diâmetro de 134 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½”
- d) Torneiar o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

9.3.3.5 Disco para a roda 2:

- a) Guilhotinar uma chapa 170 x 170 mm da chapa de 0,5 mm de espessura
- b) Torneiar a chapa até obter um diâmetro de 169 mm
- c) Furar o disco no centro com uma broca de ½”

- d) Tornear o furo interno até obter um diâmetro interno de 51 mm
- e) Guilhotinar o disco ao meio

9.3.3.6 Cilindro para a roda 0,5:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 100 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro com o cortador de poliestireno;
- c) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

9.3.3.7 Cilindro para a roda 1:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 120 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro com o cortador de poliestireno;
- c) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

9.3.3.8 Cilindro para a roda 1,5:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 150 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e cortar o cilindro externamente até obter um diâmetro externo de 130 mm;
- c) Fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro;
- d) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

9.3.3.9 Cilindro para a roda 2:

- a) Cortar um cilindro de 160 mm de comprimento do tarugo de 200 mm de diâmetro;
- b) Fixar o cilindro em uma barra e cortar o cilindro externamente até obter um diâmetro externo de 164 mm;
- c) Fazer um furo interno e longitudinal com 51 mm de diâmetro;
- d) Terminar de dividir o cilindro ao meio com o cortador.

10. MONTAGEM DAS RODAS

As rodas serão montadas da seguinte maneira:

O tubo de PVC será a parte central da roda. Por cima dele, será colado o cilindro de poliestireno expandido. Então, colaremos os discos de alumínio nas laterais e por fim, colaremos a manta de borracha sobre o cilindro.

Abaixo temos uma representação de como ficará o cilindro nº 2, com 169 mm de diâmetro.

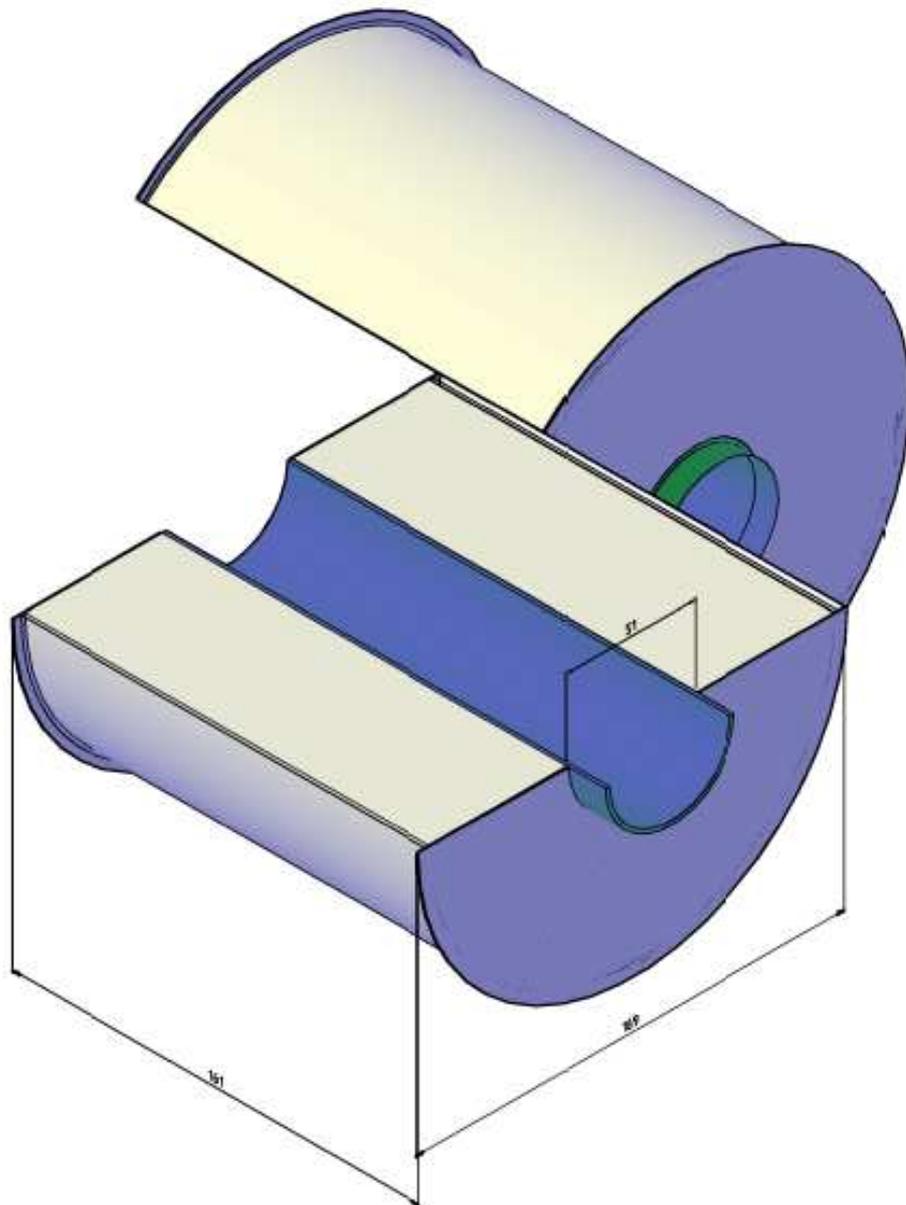


Figura 18: Representação da montagem da roda 2

11. PROJETO FINAL



Figura 19: Foto do protótipo

12. CONCLUSÃO

O início do processo de desenvolvimento foi um pouco lento e difícil devido à falta de informação sobre as máquinas empregadas na indústria têxtil.

Após a visita a algumas fábricas de malhas na cidade de Campos do Jordão, o trabalho se desenvolveu relativamente rápido. O fato de ter conseguido peças, como a estrutura da máquina, facilitou muito o processo de fabricação do protótipo, ficando apenas necessária a confecção do sistema de troca das rodas.

Como melhorias para as artesãs, temos que não há mais a necessidade de contato com o fio durante o processo de enrolamento, uma vez que a máquina traciona e distribui uniformemente o fio sobre as rodas.

A determinação de parada da roda é muito mais simples, uma vez que só é necessário o acompanhamento do processo e o desligamento da máquina quando a quantidade de fios desejada for atingida. Não há mais a necessidade de constantes desligamentos da máquina para avaliar a quantidade de fios que se acumulou sobre a roda.

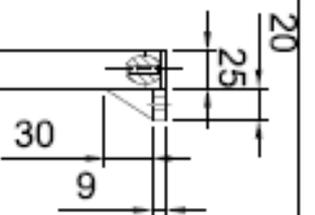
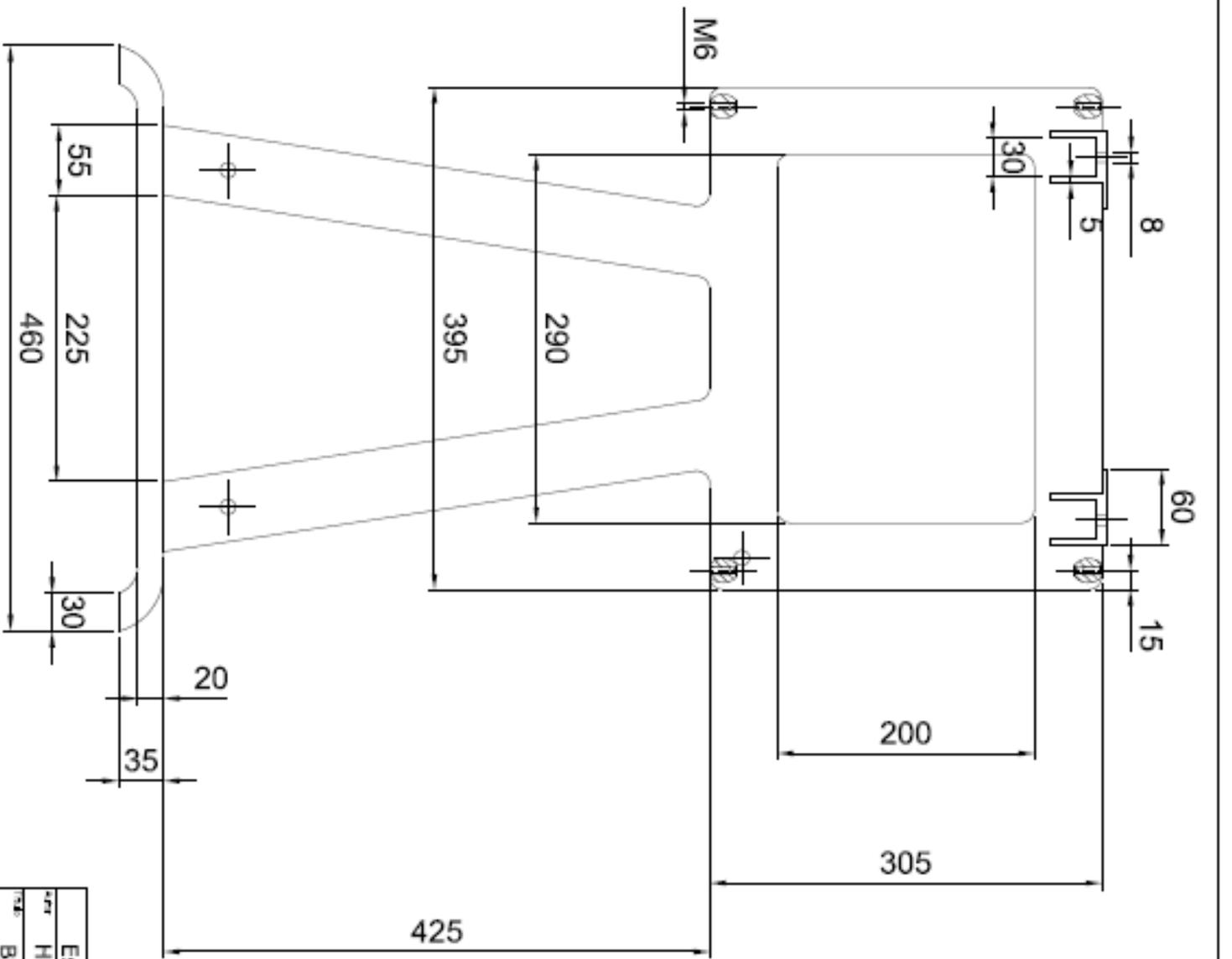
Por fim, a troca das rodas permanece devido à característica de funcionamento do equipamento, mas foi facilitada, pois não é mais necessária a desconexão da correia para a sua realização.

Com relação ao tempo de enrolamento, temos uma redução de quase 50%. Se compararmos o processo mais longo, ou seja, dar 900 voltas na roda de maior diâmetro; no equipamento anterior as artesãs levavam em média quatro minutos e meio. No atual, esse mesmo processo leva pouco mais que dois minutos. Considerando ainda que com a roda maior teremos uma rotação menor, devido a configuração do novo equipamento, esse ganho aumenta consideravelmente quando há a utilização das rodas menores.

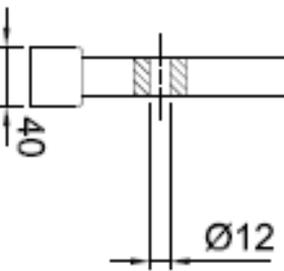
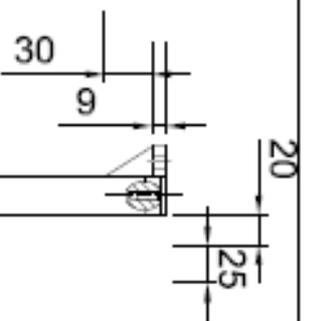
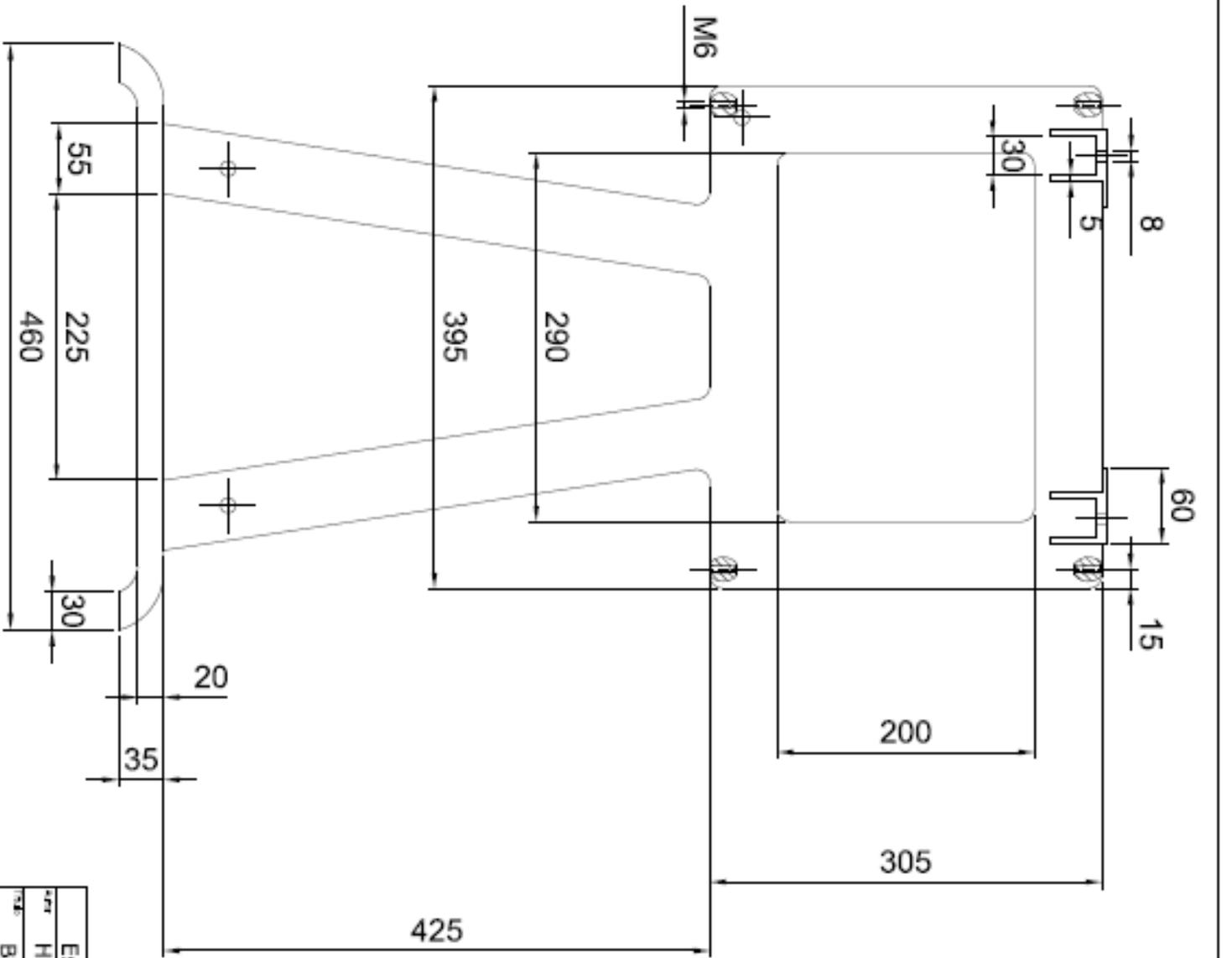
13. REFERÊNCIAS

- [1] GRUPO PRIMAVERA. Site Institucional. Disponível em <<http://www.gprimavera.org.br>>. Acesso em 25 de julho de 2007;
- [2] FEITO FIBRA – OFICINA DE FIOS. Catálogo de Produtos. Disponível em <<http://www.feitofibra.com.br/oficinadosfios>>. Acesso em 08 de novembro de 2007
- [3] SERV-MAK – FABRICANTE E DISTRIBUIDORA DE MÁQUINAS TEXTEIS. Catálogo de Produtos. Disponível em: <<http://www.serv-mak.com.br/trico.asp>>. Acesso em 08 de novembro de 2007
- [4] HIPPERQUIMICA. Catálogo de Produtos. Disponível em <<http://www.hipperquimica.com.br/catalogo>>. Acesso em 18 de setembro de 2007.
- [5] LIDER CONT. Catálogo de produtos eletromecânicos. Disponível em <<http://www.lidercont.com.br/totalizadores.html>>. Acesso em 19 de setembro de 2007
- [6] OFICINA DIGITAL. Site de venda de artigos eletrônicos. Disponível em <<http://www.oficina-digital.com>>. Acesso em 18 de setembro de 2007.
- [7] KAMINSKI, P. C. *Desenvolvendo Produtos com Planejamento, Criatividade e Qualidade*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2000.
- [8] NORTON, R. L. *Projeto de máquinas*, Bookman, 2ª Ed, São Paulo, 1994.
- [9] ZAMPESE, B. *Manuais de rolamento*, Copyright Boris Zampese, São Paulo, 1995.

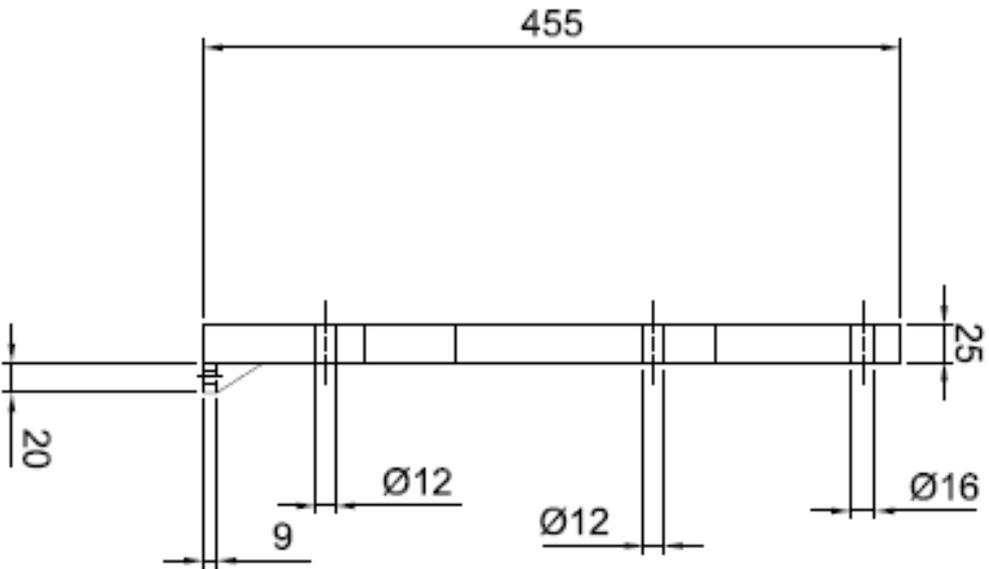
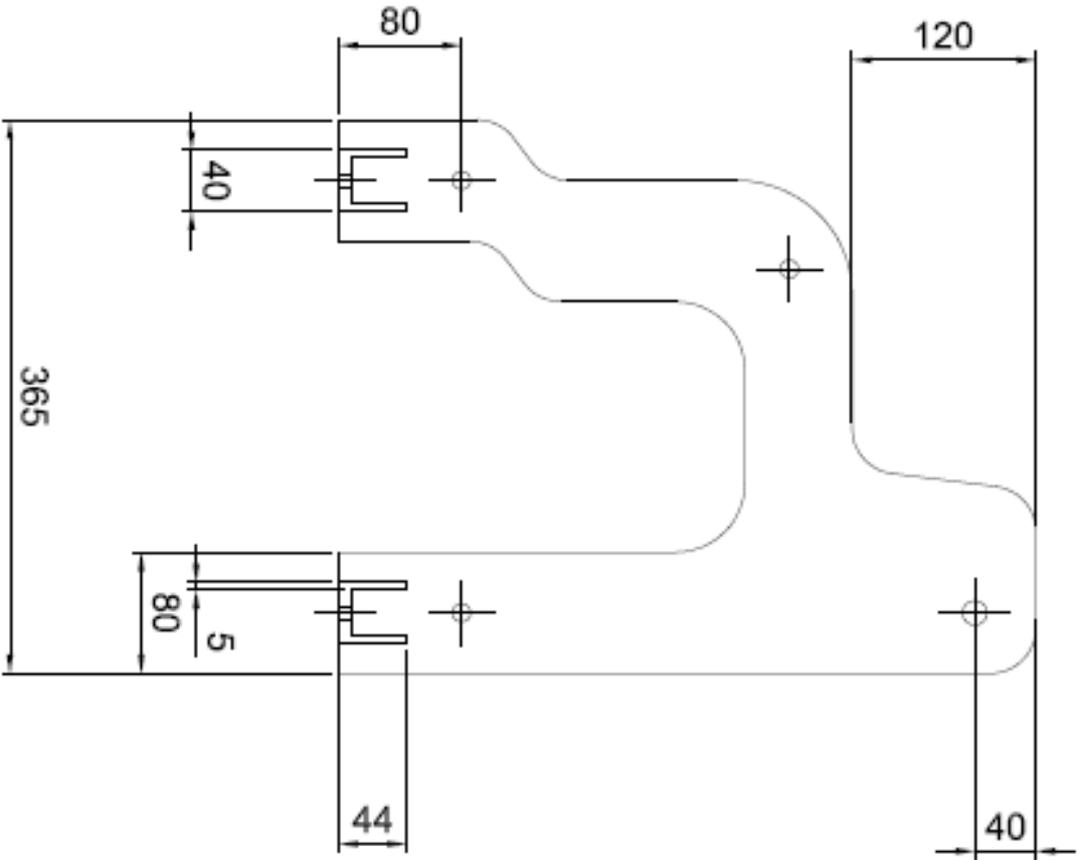
14. ANEXOS – DESENHOS DAS PEÇAS



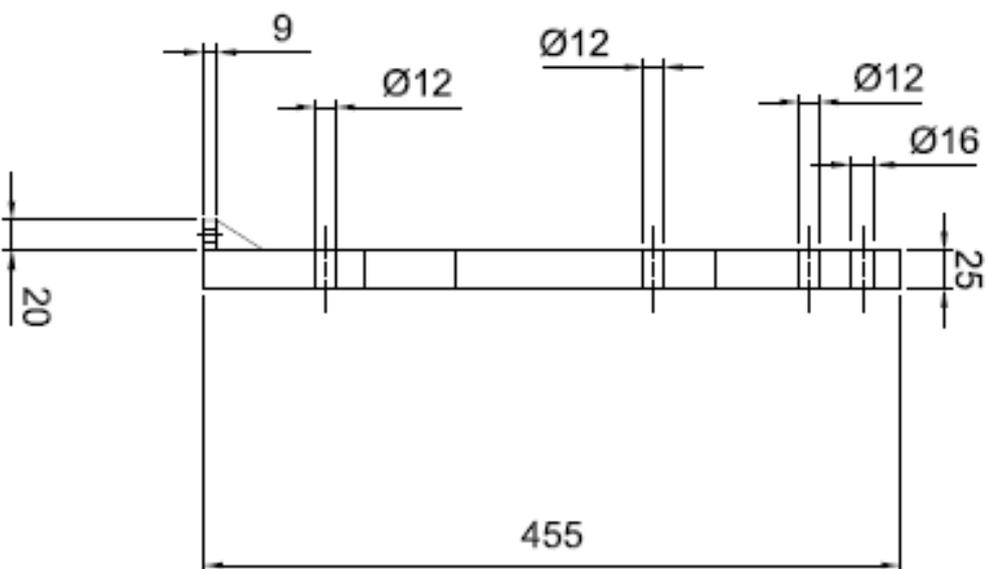
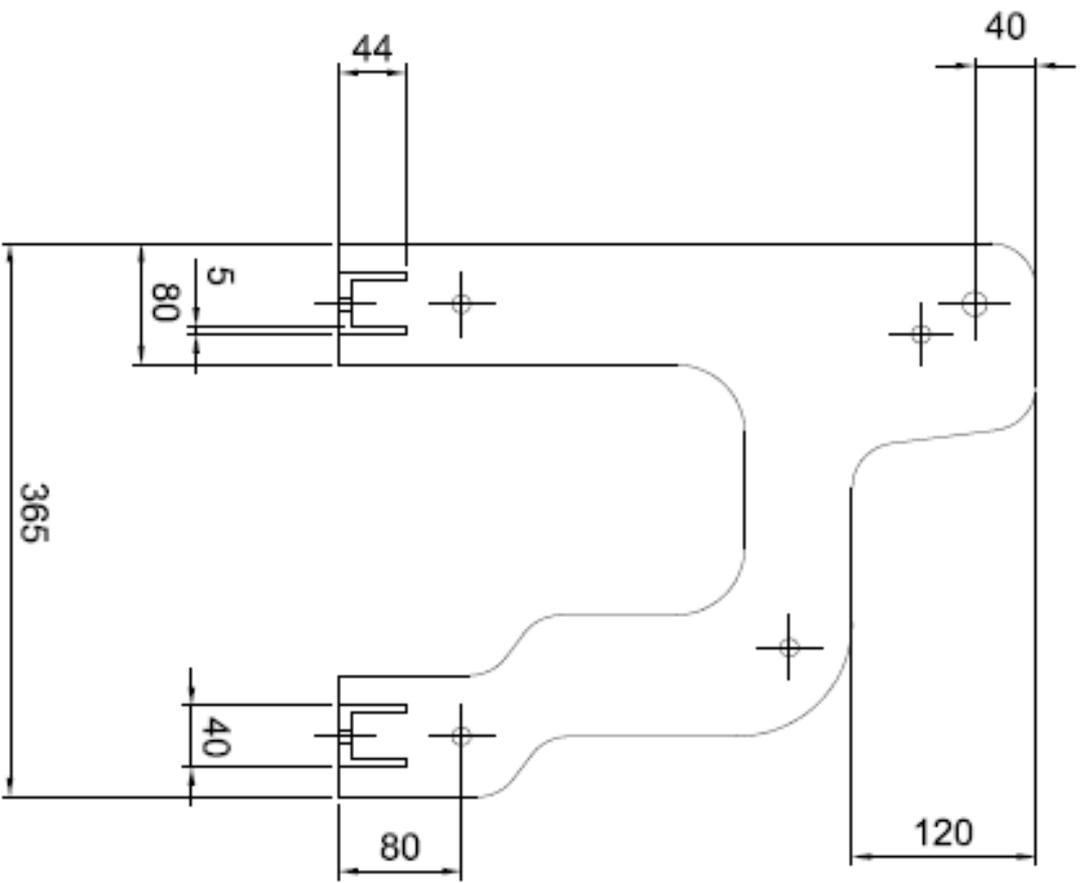
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Base Inferior Esquerda	
Ferro Fundido	
Projeto	1/19
Desenho	1
Escala	1:5



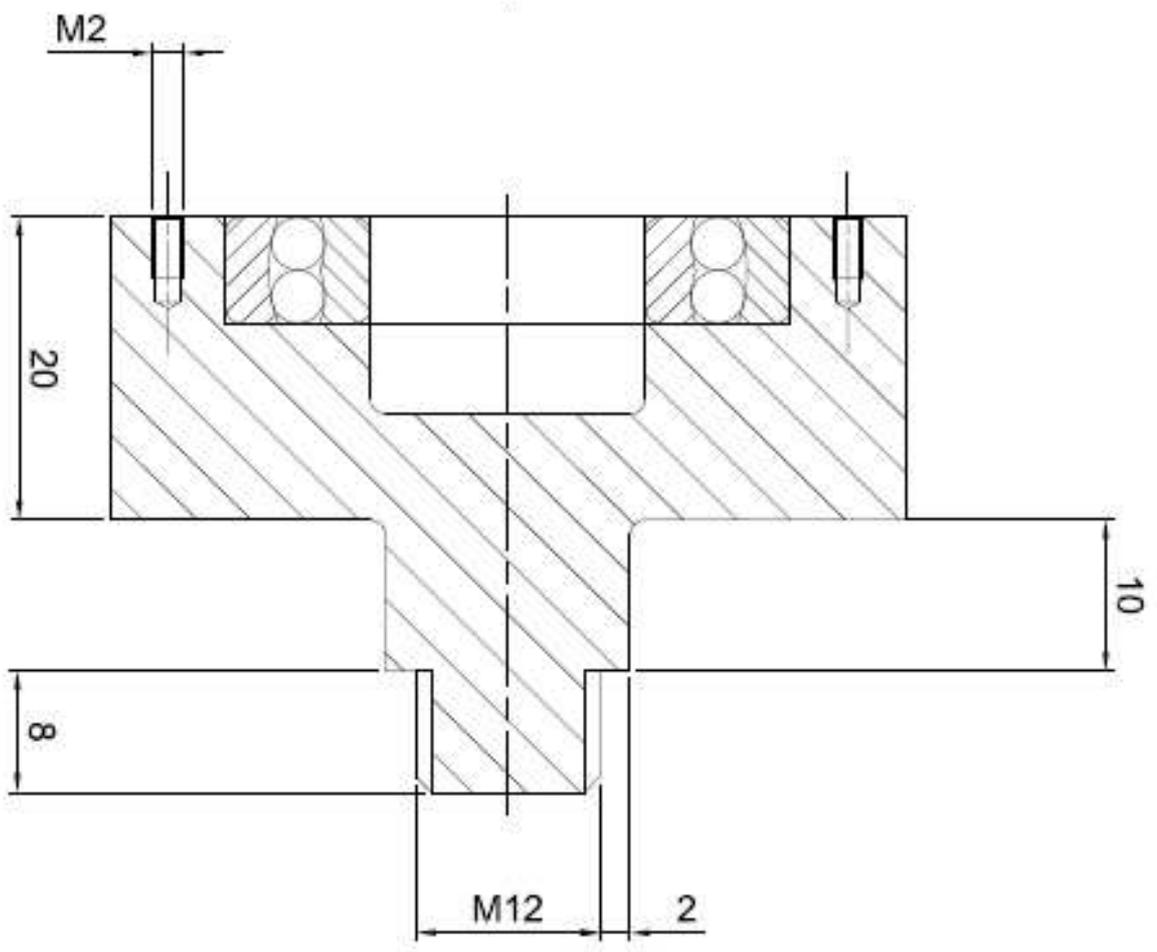
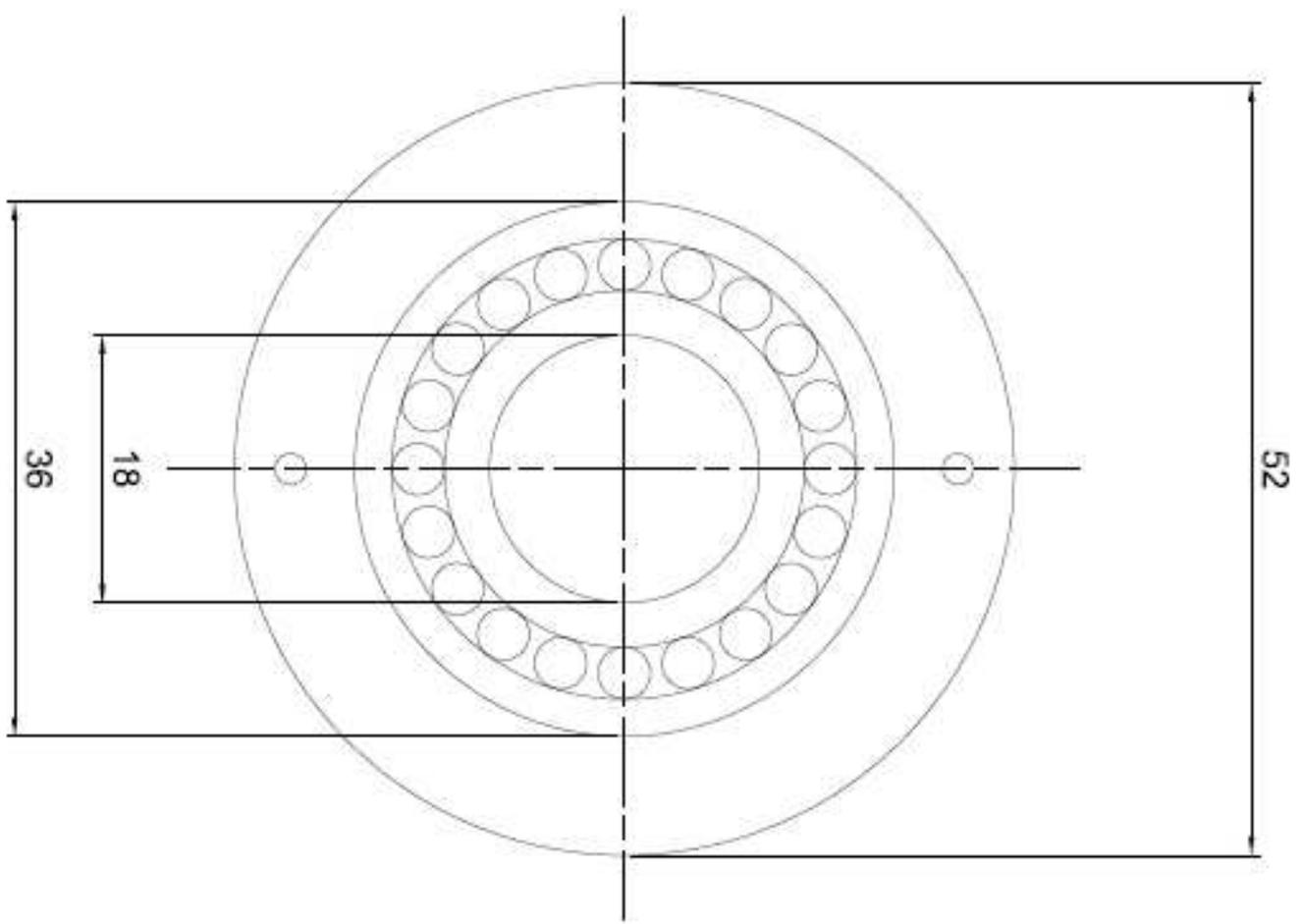
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Base Inferior Direita	
Ferro Fundido	
Projeto	2/19
Escala	1:5
Quantidade	1



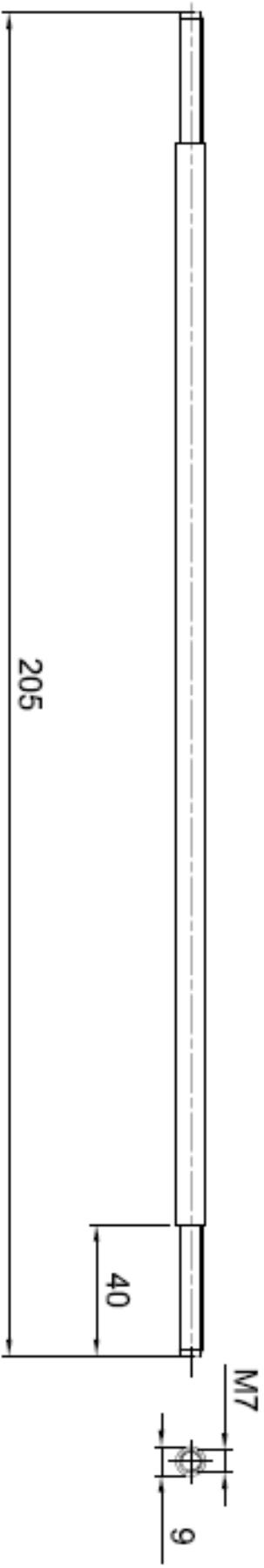
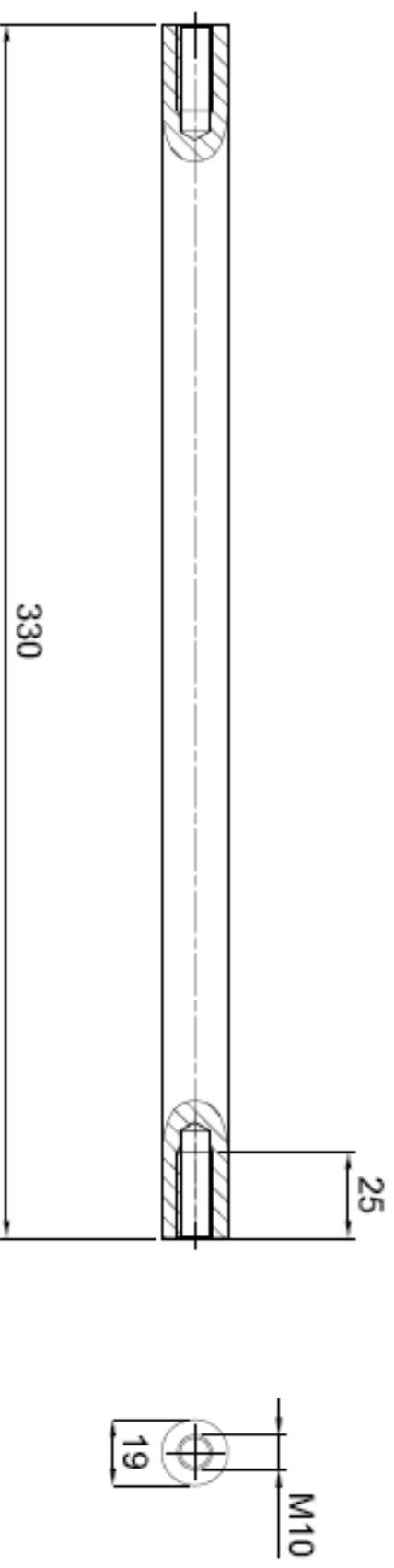
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Base Superior Esquerda	
Ferro Fundido	
1:5	1
3/19	



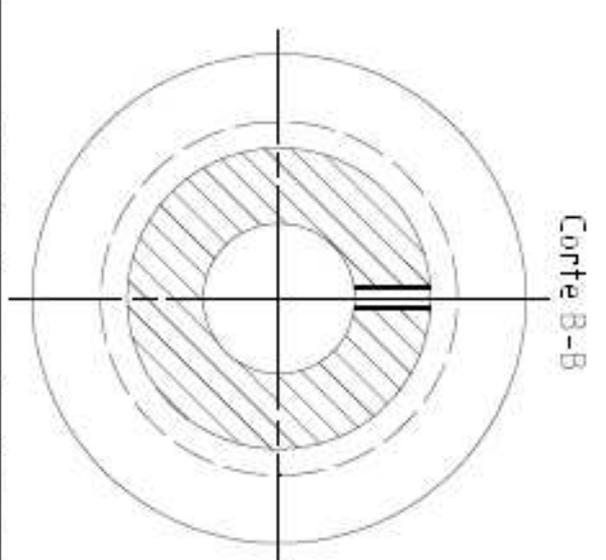
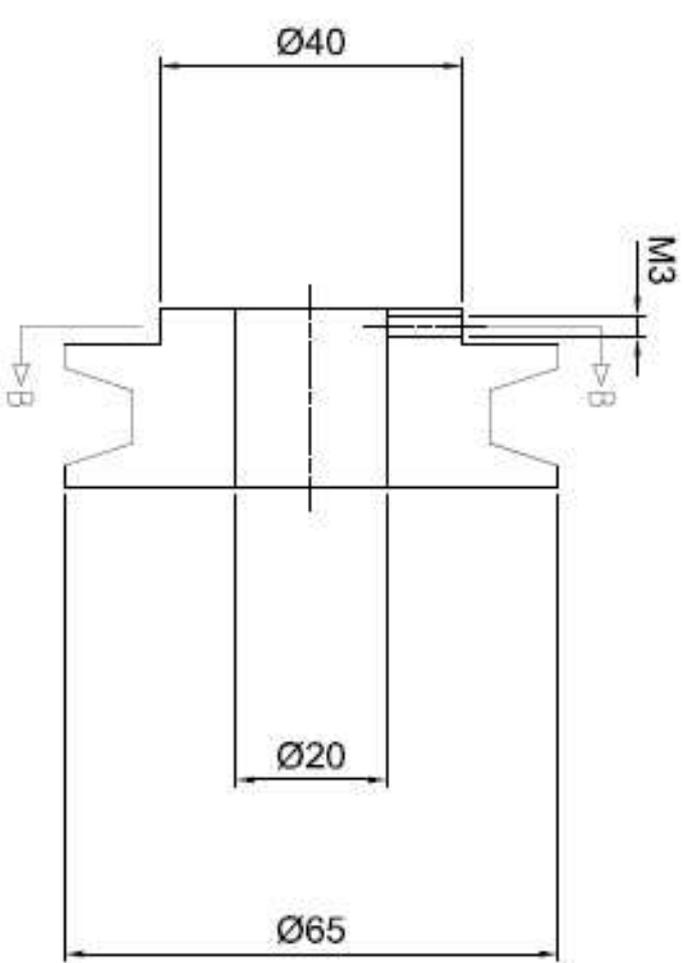
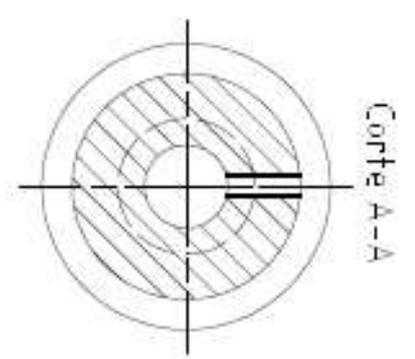
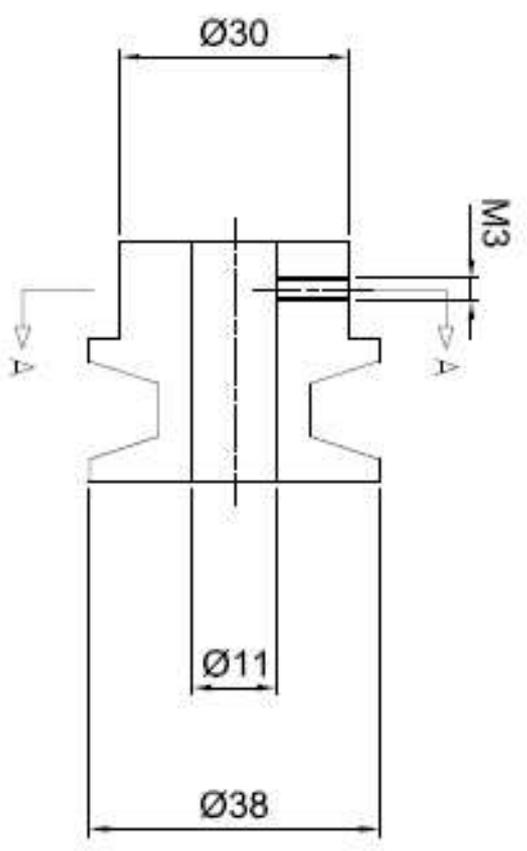
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Base Superior Direita	
Ferro Fundido	
Escala	1:5
Quantidade	1
Data	4/19



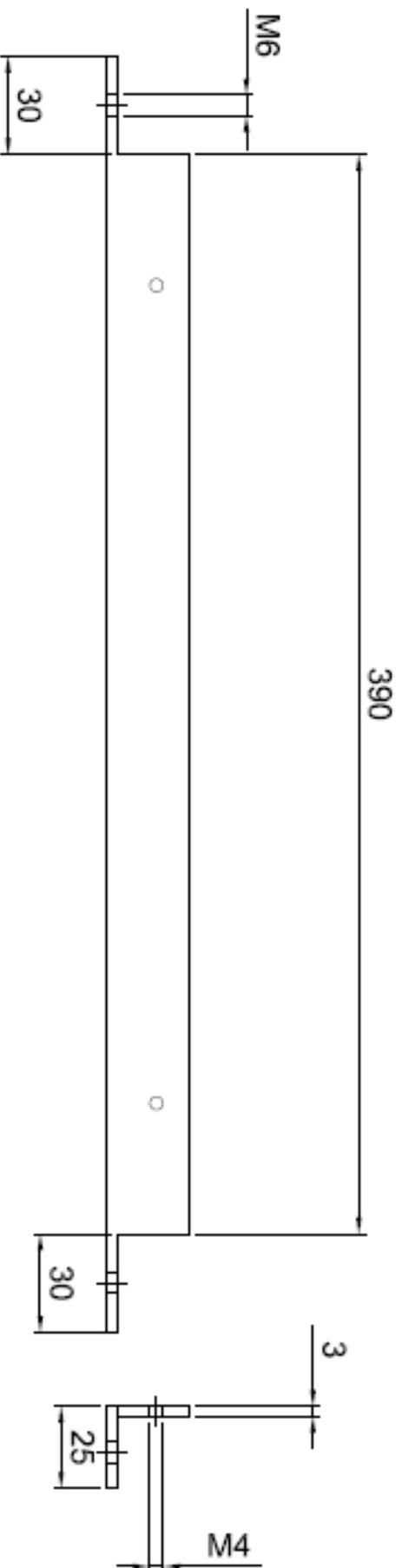
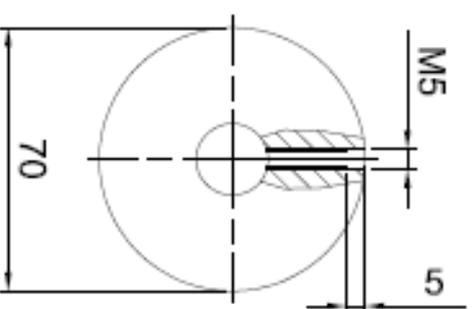
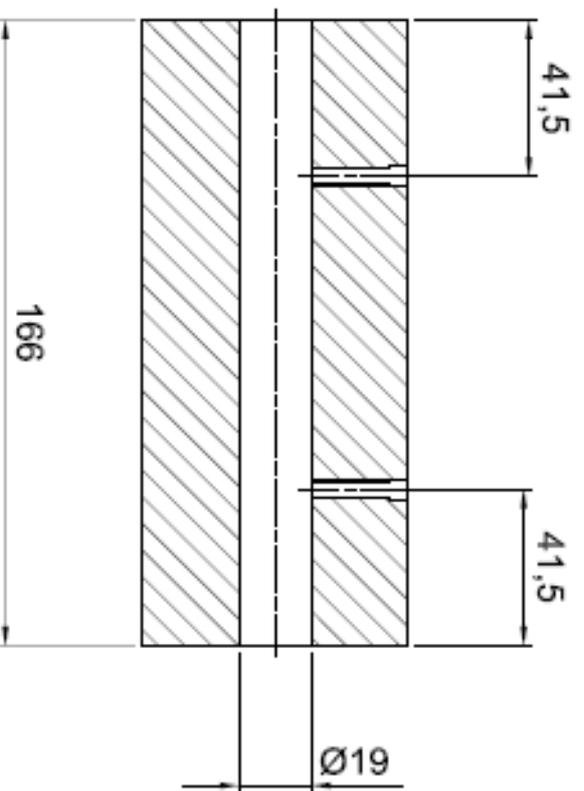
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Disciplina	Mecânica 1:0,5
Assunto	Mancal e rolamento
Matéria	Aço
Matrícula	5/19



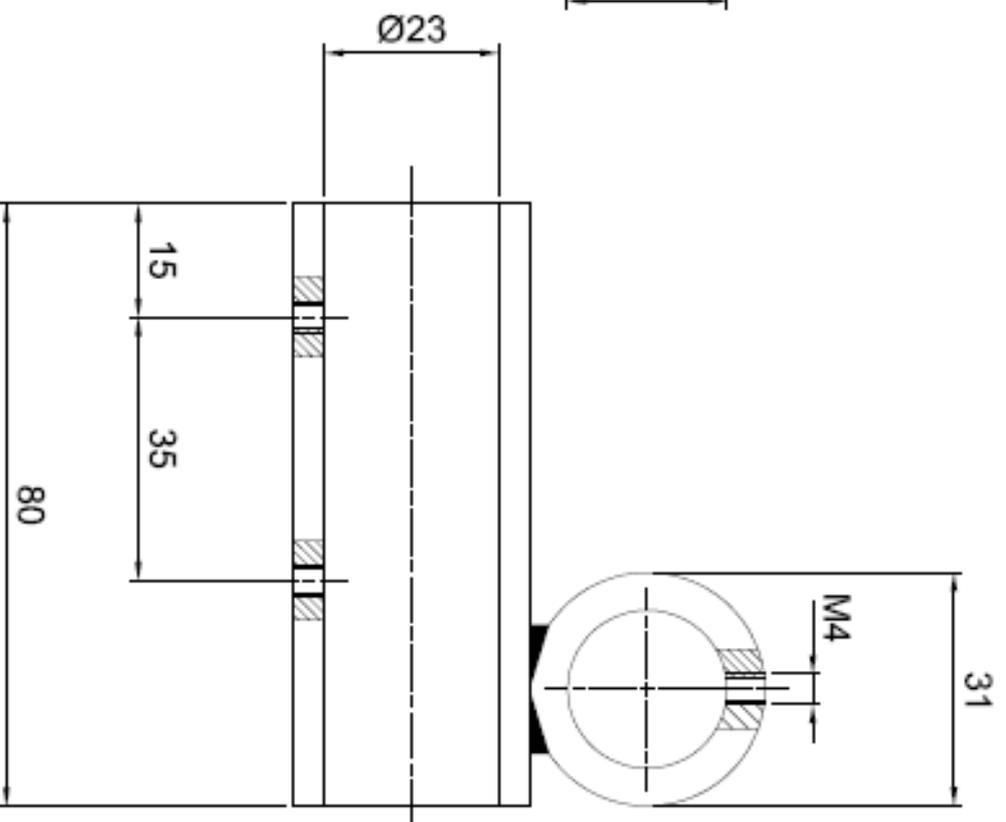
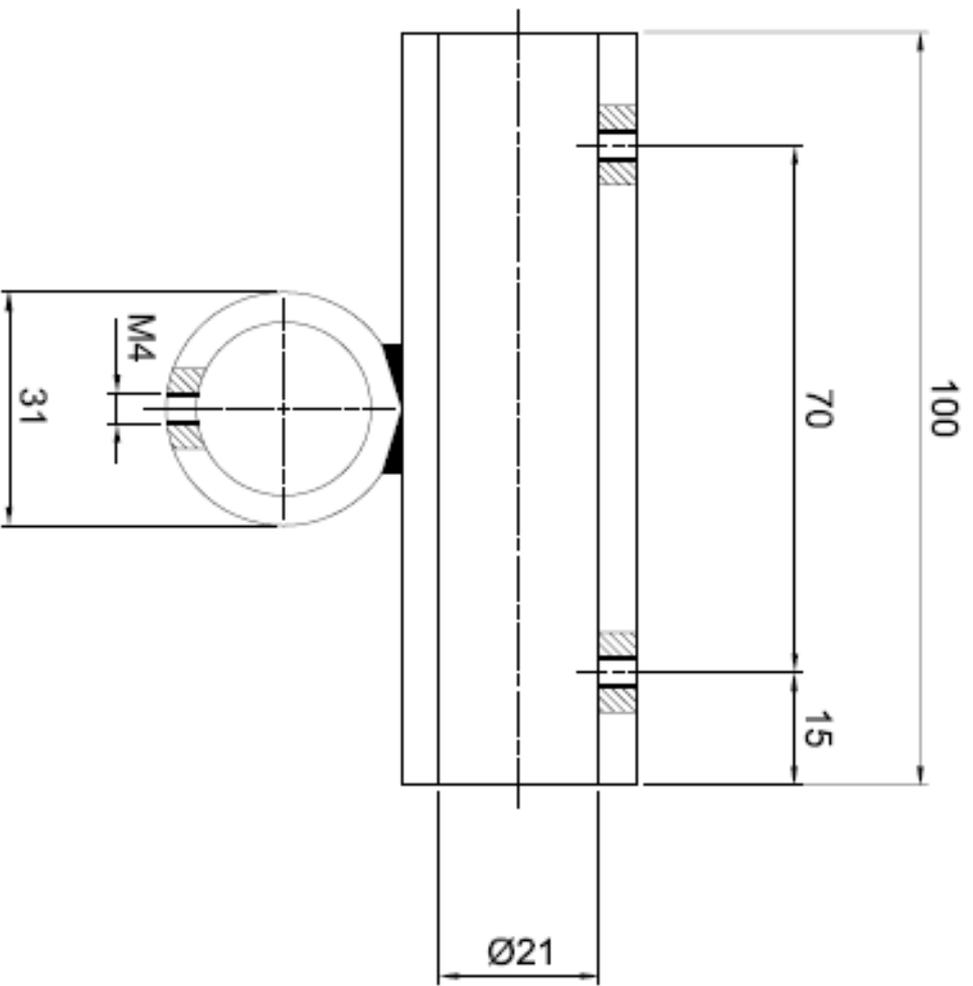
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala: 1:2	
Henrique Saravá Scarmagnan			
Disciplina	Elxo	Qtd	3
Projeto	Barra Estabilizadora	Qtd	3
Material	Aço	Quantidade	6/19



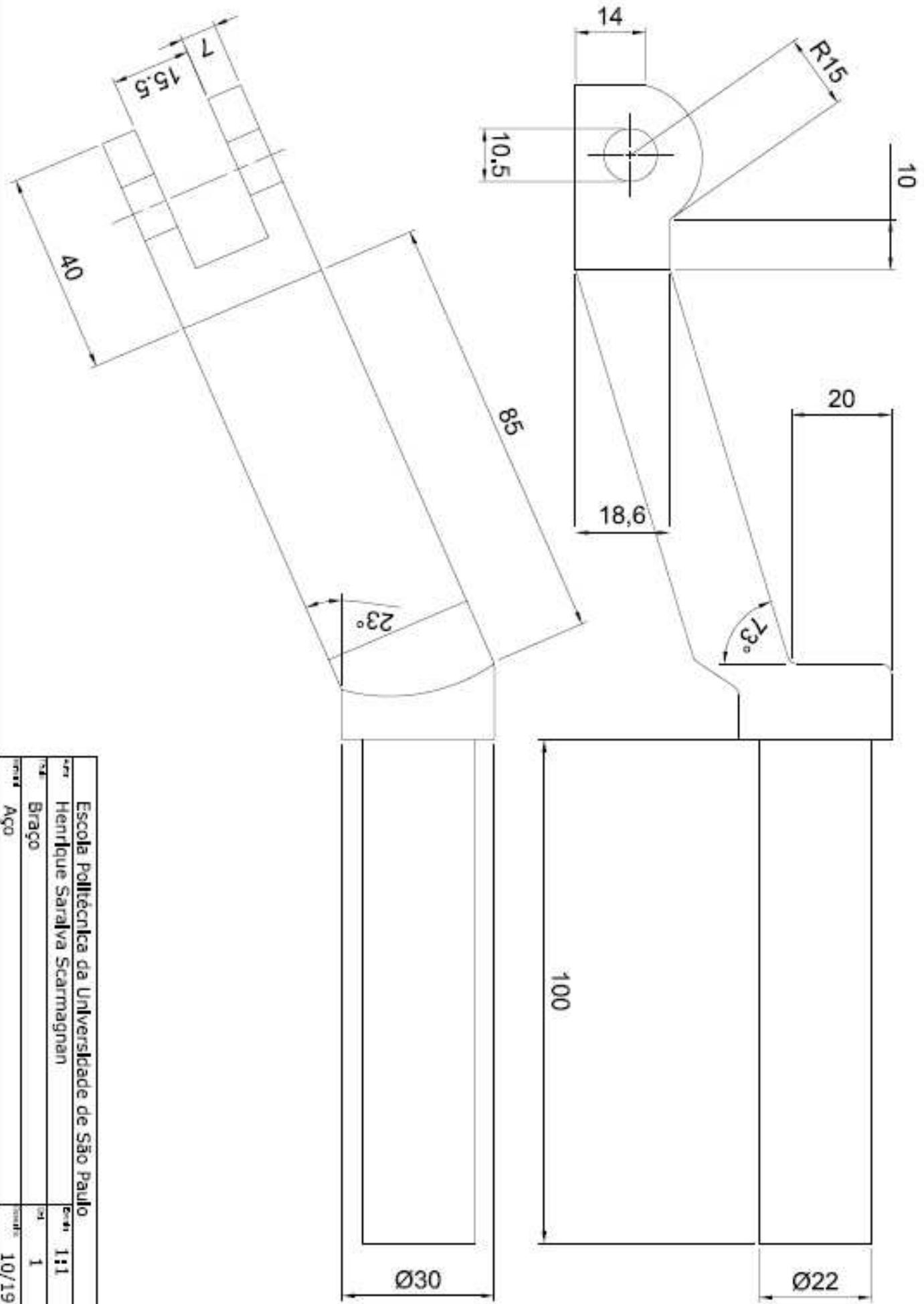
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saravá Scarmagnan	
Polia Motora	1
Polia Movida	1
Alumínio	7/19



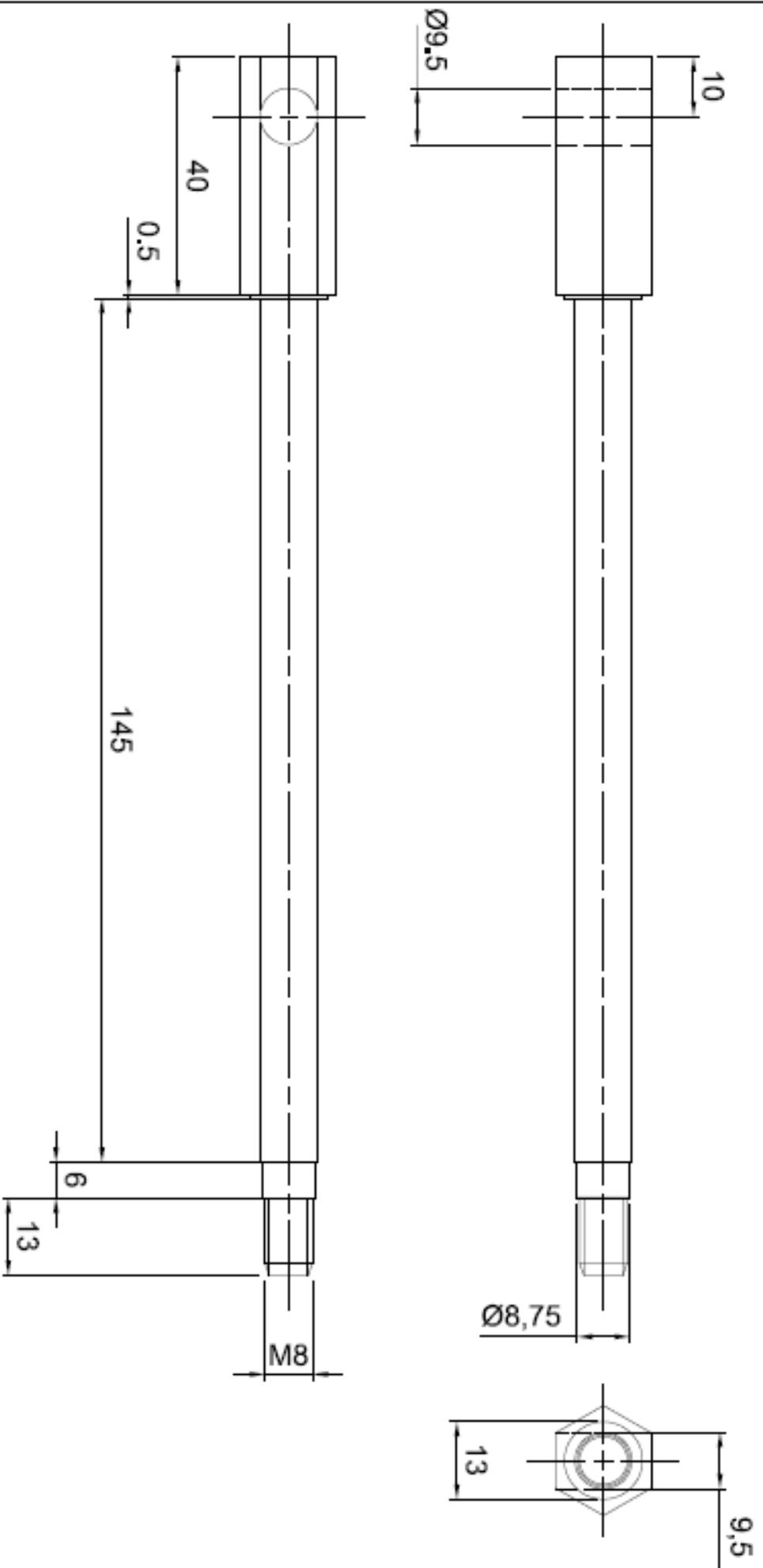
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala	1:2
Henrique Saralva Scarmagnan		Qtd	1
Rebolo Ranhurado		Material	Alumínio
Haste de Fixação		Material	Aço
		Scale	8/19



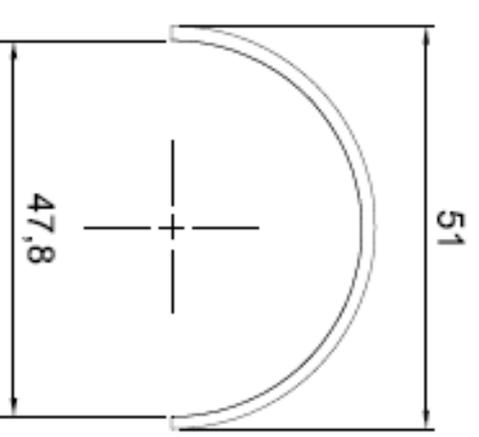
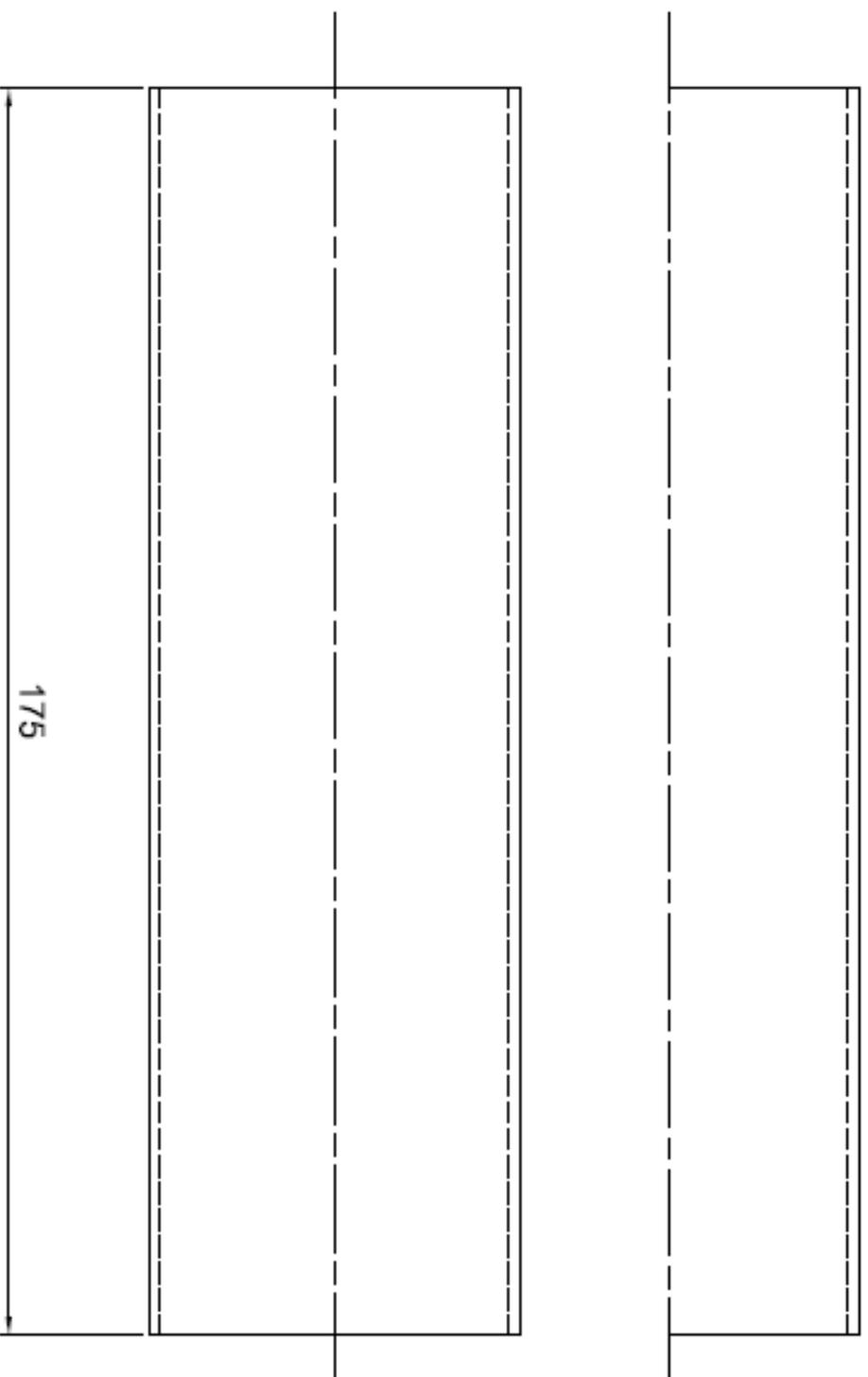
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala	1:1
Henrique Saralva Scarmagnan		Matr.	1
Pivo do Braço		Disciplina	9/19
Aço			



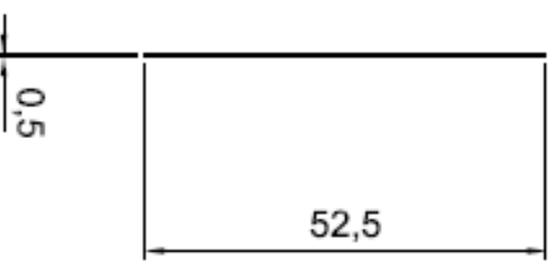
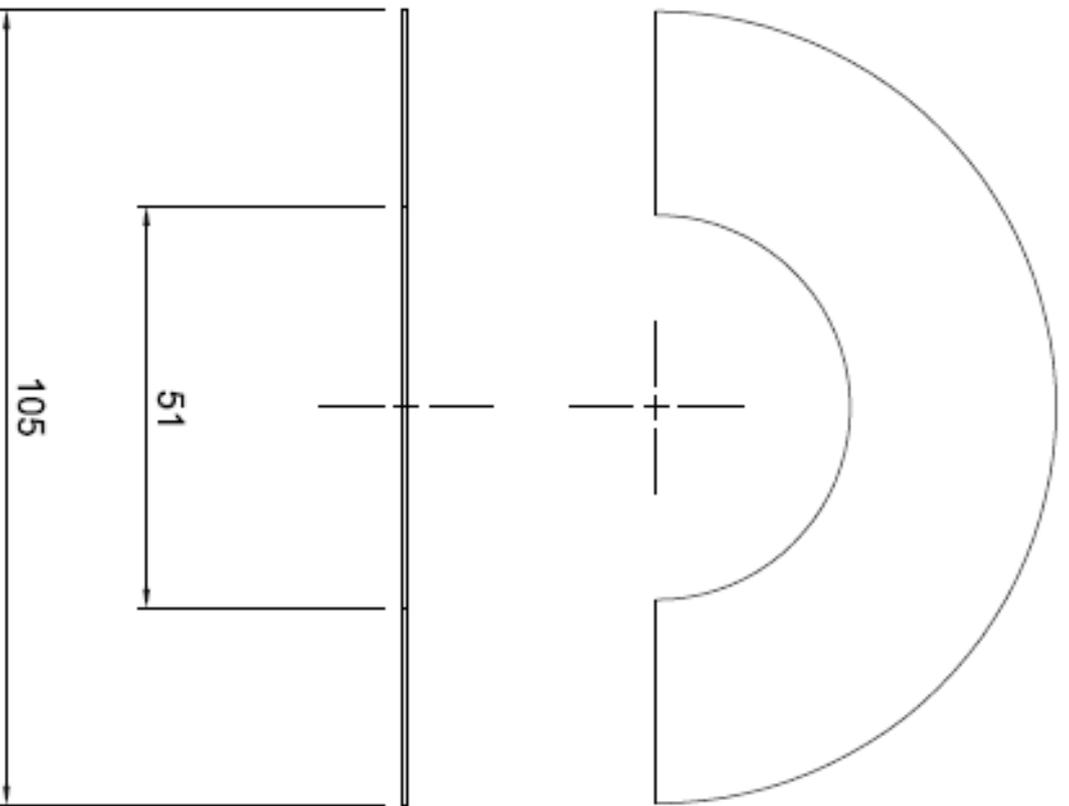
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Nome	1:1
Matrícula	1
Disciplina	10/19
Assunto	
Material	Aço



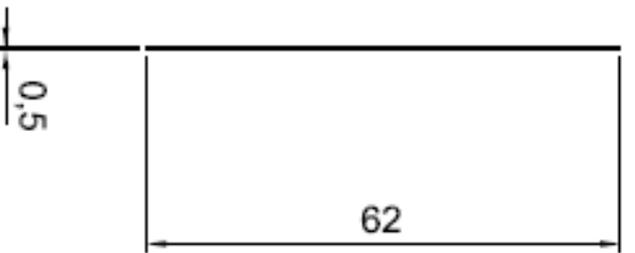
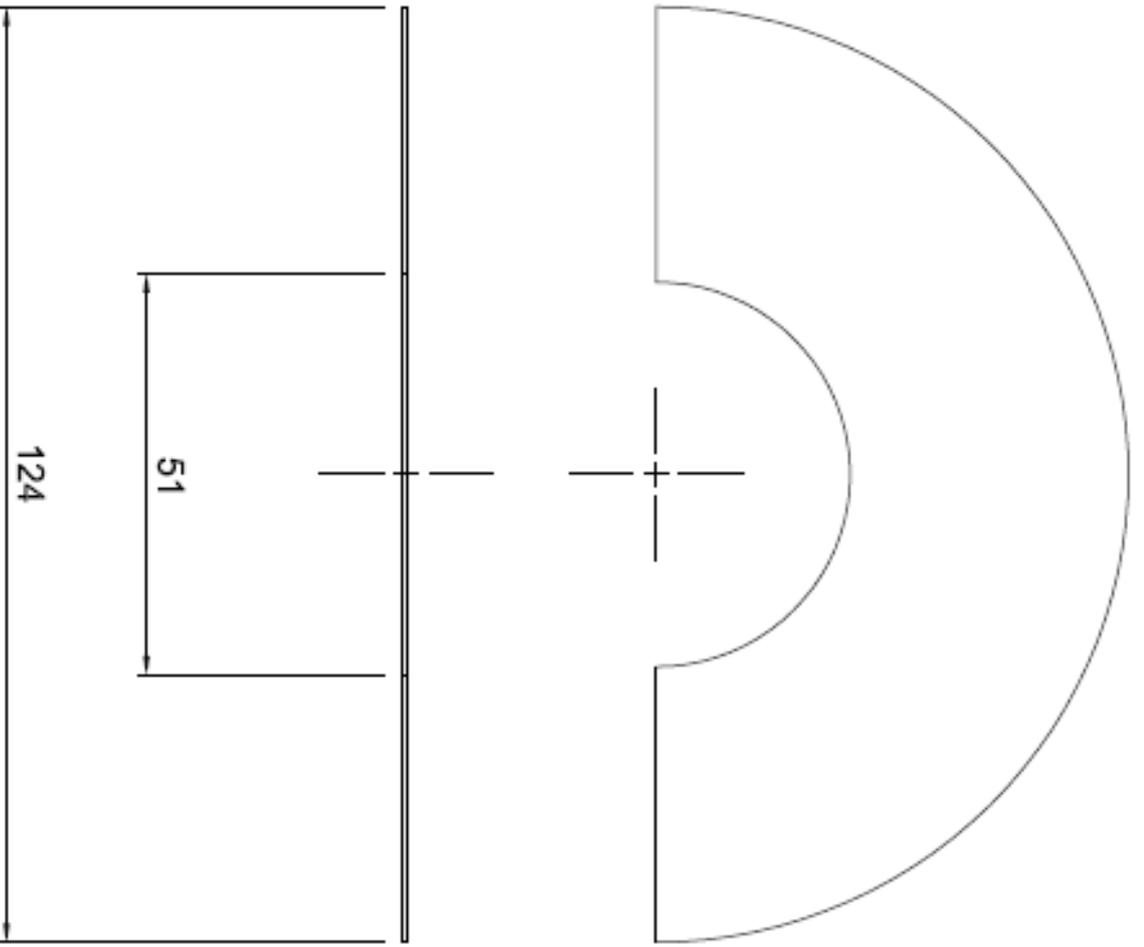
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Eixo do Cilindro de Borracha	
Matrícula	Aço SAE 1020
Escala	1:1
Quantidade	1
Data	12/19



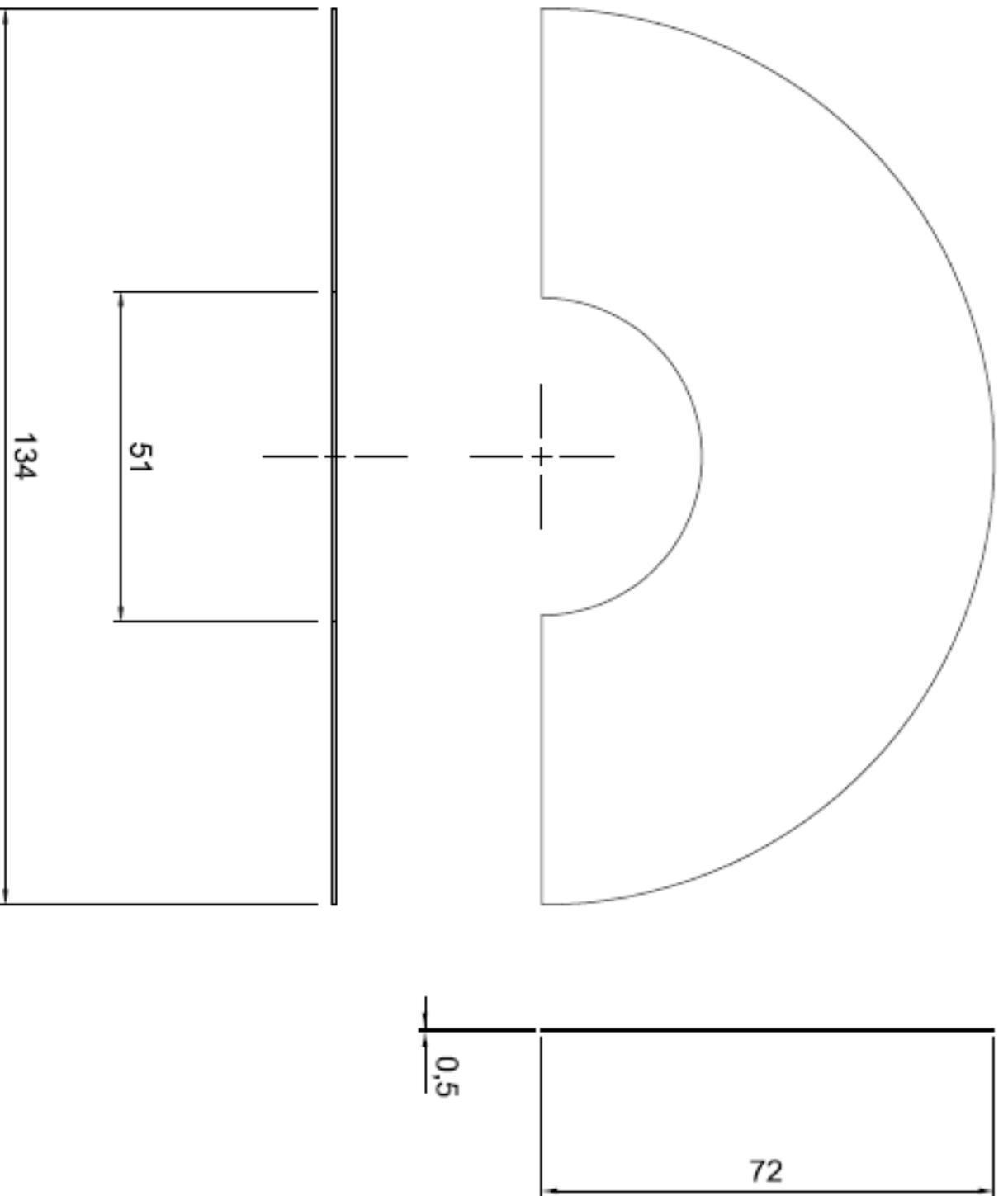
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Prof	Henrique Saralva Scarmagnan
Disc	Calha Central
Matr	Polímero de Vinila (PVC)
Edic	111
Edic	8
Matr	13/19



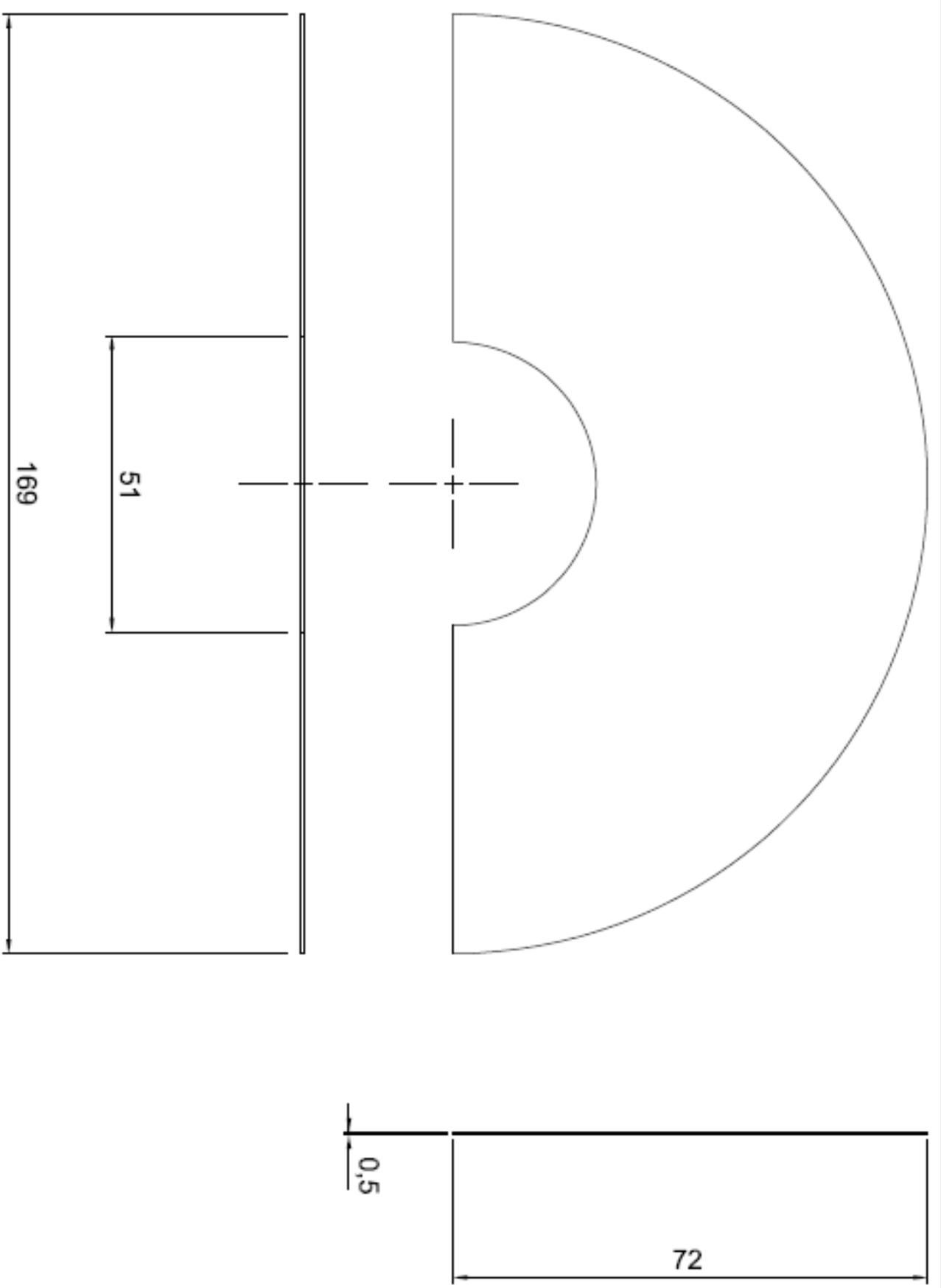
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala	1:1
Henrique Saralva Scarmagnan		Qtd	4
Disco para roda 0,5		Matéria	14/19
Alumino			



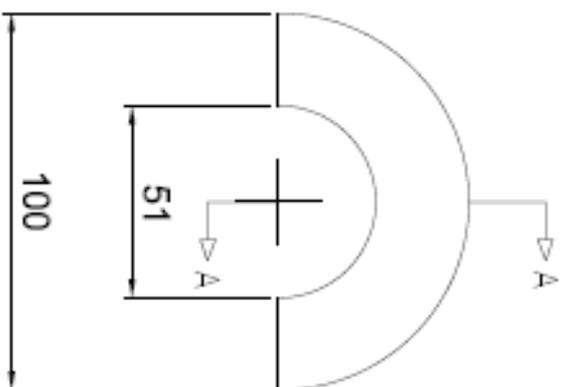
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Disciplina	Disco para roda 1
Aluno(a)	Alumínio
Escala	1:1
Quantidade	4
Data	15/19



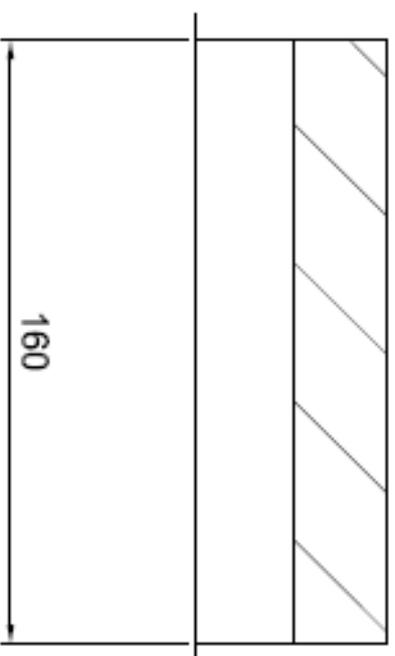
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala: 1:1	
Henrique Saralva Scarmagnan		Cota: 4	
Disco para roda 1,5		Cota: 16/19	
Alumino			



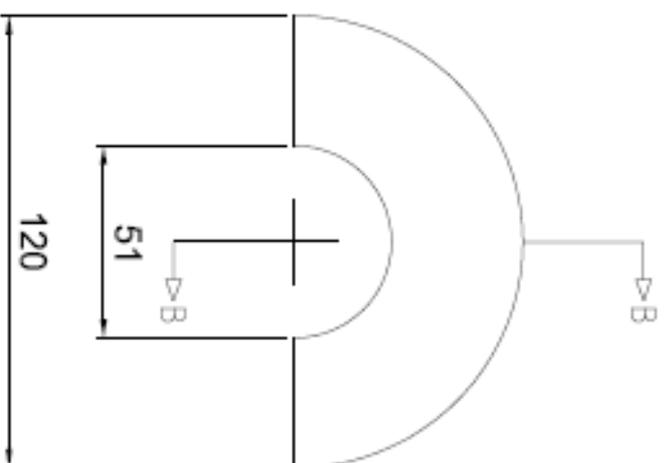
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo		Escala: 1:1	
Henrique Saralva Scarmagnan		Folha: 4	
Disco para roda 2		Data: 17/19	
Aluno			



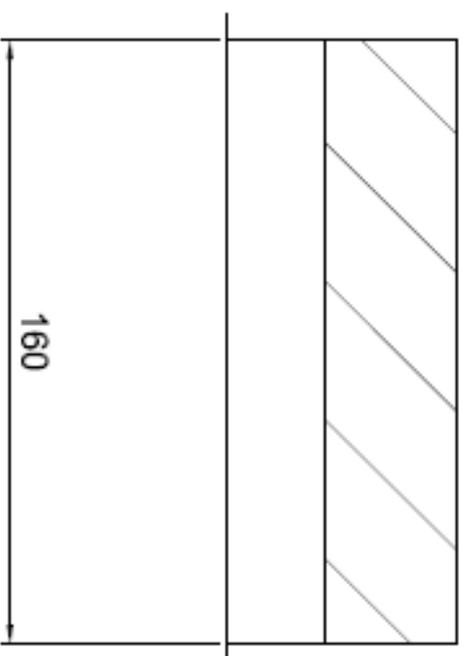
Corte A-A



160

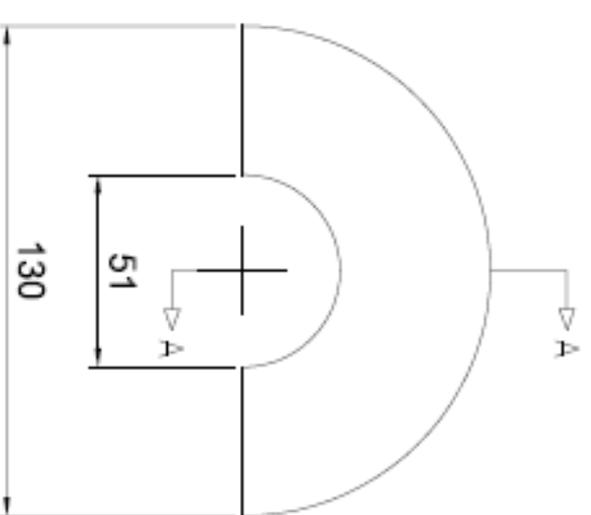


Corte B-B

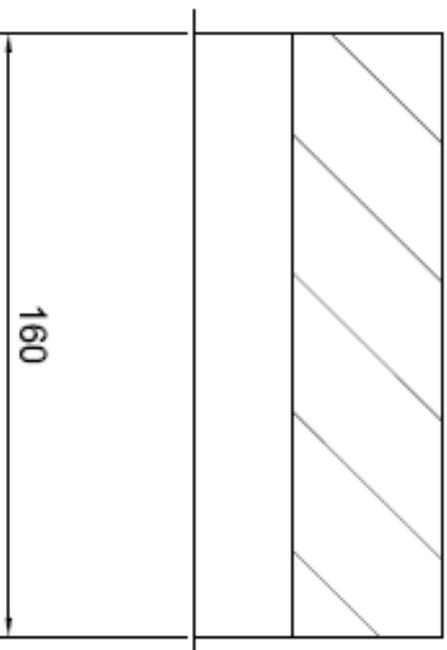


160

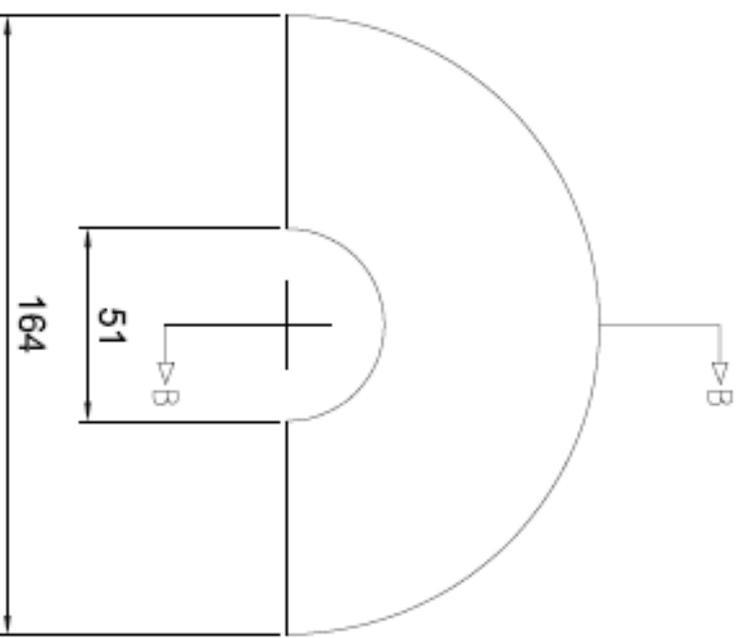
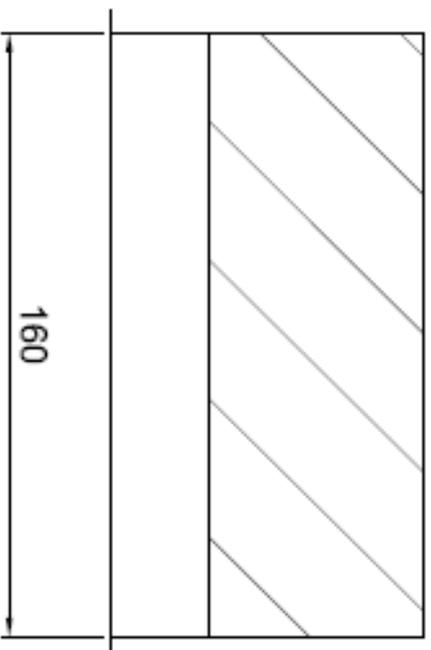
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Cilindros para as rodas 0,5 e 1	
Poliestireno Expandido	
1:2	18/19
2	



Corte A-A



Corte B-B



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	
Henrique Saralva Scarmagnan	
Assunto	Cilindros para as rodas 1,5 e 2
Matéria	Poliéstereno Espandido
Escala	1:1
Quantidade	2
Nota	19/19