

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATOS E
EQUIPAMENTO AUXILIAR**

Bianca Ito

São Paulo

2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATOS E
EQUIPAMENTO AUXILIAR

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

Bianca Ito

Orientador: Prof. Marcelo Augusto L. Alves

Área de Concentração:
Engenharia Mecânica

São Paulo

2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Ito, Bianca

Desenvolvimento de processo de fabricação de sapatos para bonecos de pano e projeto de equipamentos auxiliares do processo / B.Ito – São Paulo, 2007.

56p.

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

1. Projeto Mecânico de máquina 2. Processo de fabricação de sapatos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica II.t

Aos meus pais Eduardo e Noriko, às minhas irmãs Alessandra e Micaela, e ao meu companheiro de vida Fernando pelo amor, carinho, apoio e incentivo que me proporcionaram intensamente ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela educação exemplar, amor e carinho dedicados à minha vida. À minha irmã Micaela pela amizade e constante apoio e incentivo ao meu desenvolvimento.

Ao meu namorado Fernando Gandini pelo amor, companheirismo, apoio e participação ativa ao longo da execução deste trabalho, e por desenvolver papel importante e essencial para tornar este projeto real.

Ao professor Marcelo Augusto Leal Alves pela orientação durante a execução deste trabalho e ao professor Antonio Luis de Campos Mariani pela atenção e ajuda prestada durante todo o desenvolvimento do projeto.

Ao Douglas Silva, técnico do laboratório de Mecânica dos Fluidos, pelo tempo e atenção dedicados na fabricação do protótipo.

Aos trabalhadores do Grupo Primavera que gentilmente me receberam durante a visita à entidade.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente na execução deste trabalho.

RESUMO

Trabalho realizado em parceria com a organização não governamental *Grupo Primavera* para o desenvolvimento de um processo de fabricação de sapatos dos bonecos de pano produzidos artesanalmente e comercializados na instituição, bem como o projeto de máquina auxiliar desse processo. Os sapatos utilizados nos bonecos atualmente são adquiridos de uma fábrica de brinquedos, mas pretende-se transferir a produção para os moradores da comunidade local realizarem em suas casas, gerando serviço remunerado na região e reduzindo os custos de produção para a ONG. O único gasto será com mão-de-obra uma vez que a matéria-prima dos sapatos será proveniente de doações particulares e de fábricas. Utilizou-se o método da Engenharia Reversa para a proposição de alternativas para a fabricação dos sapatos, buscando-se alternativas simples e de baixo custo, requisito importante para a entidade. A principal função da máquina auxiliar é a de realizar a etapa de corte do solado e das tiras de corvin, facilitando o processo.

Palavras chave: Fabricação de sapatos, máquinas de corte de tecido, balancim.

ABSTRACT

This paper was made in association with nongovernmental organization named *Grupo Primavera* to develop a process to produce shoes to the cotton dolls made and sold at the institution, as well as project an auxiliary machine of this process. The shoes dolls wear now are bought from a toy company but the NGO intends to bring the production to the local community so they can make it on their own houses, which will generate paid work in the area and will reduce production costs for the institution. The only expenses of the production will be with labor, considering that raw material will come from donation. Reverse engineering was used to propose alternatives to manufacture shoes, searching for simple ideas and low cost, very important requirement. The most important machine's function will be to cut the shoe sole and the textiles, making the process much easier.

Keywords: Shoes production, textile cutting machine, press machine.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO	1
2. INÍCIO DO ESTUDO DE VIABILIDADE.....	3
2.1 ESTABELECIMENTO DA NECESSIDADE	3
2.1.1 <i>Especificação técnica da necessidade:</i>	5
2.2 ESTRUTURAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS.....	6
2.2.1 <i>Análise do sapato comercializado atualmente</i>	6
2.2.2 <i>Divisão das partes componentes do sapato</i>	7
3. MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DO SOLADO DE BORRACHA.....	8
3.1 FACAS	12
4. MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DO CORPO DO SAPATO.....	14
5. O DETALHE DO SAPATO	20
6. CONCLUSÕES A RESPEITO DAS PESQUISAS REALIZADAS E IDÉIAS PROPOSTAS	21
7. ESTUDO E ESTABELECIMENTO DE MÉTODO PARA FIXAÇÃO DAS PARTES	22
7.1 TIPOS DE COLA	23
7.2 SELEÇÃO DO TIPO DE COLA	26
7.3 ETAPA DE COLAGEM.....	27
7.3.1 <i>Procedimentos</i>	27
7.3.2 <i>Estimativa do tempo gasto na etapa de colagem e acabamento</i>	27
8. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	30
9. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE PROCESSOS. ESTIMATIVAS DE INVESTIMENTOS INICIAIS NECESSÁRIOS EM CADA PROCESSO .	31
9.1 ALTERNATIVA A: MANUAL MANUAL.....	31
9.2 ALTERNATIVA B: MÁQUINA MANUAL	32
9.3 ALTERNATIVA C: MANUAL MÁQUINA	33
9.4 ALTERNATIVA D: MÁQUINA MÁQUINA.....	34
10. PROJETO BÁSICO	36
10.1 RESUMO DESCRITIVO DAS ETAPAS DE FABRICAÇÃO DOS SAPATOS	37
11. PROJETO DA MÁQUINA	38
11.1 CÁLCULO DE ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO.....	38
11.2 MATERIAIS SELECIONADOS PARA FABRICAÇÃO E ESTIMATIVA DE PREÇOS ..	41

11.3	DESENHO DE FABRICAÇÃO EM CAD	41
12.	FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	42
12.1	CUSTO FINAL DO PROTÓTIPO	44
13.	GUIA DE ORIENTAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA MÁQUINA.....	44
14.	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO – POP.....	45
15.	DISCUSSÃO.....	47
16.	CONCLUSÕES	49
ANEXO A	51
ANEXO B.....	52
ANEXO C	53
LISTA DE REFERÊNCIAS	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de tesoura multiuso - Tramontina (fonte: Empresa Panmatic).....	8
Tabela 2 – Preços dos moldes para solado. Fonte: Só Facas LTDA.....	13
Tabela 3 – Tipos de tesoura para tecido - Tramontina (fonte: Empresa Panmatic)...	14
Tabela 4 – Preços dos moldes para corte do tecido. Fonte: Só Facas LTDA	15
Tabela 5 – Tipo de adesivo multiuso e aplicabilidade	26
Tabela 6 – Preços dos materias utilizados.....	30
Tabela 7 – Preços dos materias utilizados.....	30
Tabela 8 – Valor de investimento inicial para a alternativa A.....	32
Tabela 9 – Valor de investimento inicial para a alternativa B	33
Tabela 10 – Valor de investimento inicial para a alternativa C	34
Tabela 11 – Valor de investimento inicial para a alternativa D.....	34
Tabela 12 – Cotação de preços de materiais	41
Tabela 13 – Custo total do protótipo.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Oficina de Produção do Grupo Primavera.....	3
Figura 2 – Sapatos utilizados nos bonecos atualmente	4
Figura 3 – Detalhe do sapato mini, parte posterior	5
Figura 4 – Detalhe do sapato médio, parte posterior	5
Figura 5 – Balancim de solas	10
Figura 6 – Balancim hidráulico.....	10
Figura 7 – Balancim eletrônico	11
Figura 8 – Balancim de ponte	11
Figura 9 – Calandra. Fonte: Brawel Máquinas LTDA.....	12
Figura 10 – Facas para corte de solado. Fonte: Só Facas LTDA.....	12
Figura 11 – Facas para corte de tecido. Fonte: Só Facas LTDA.....	15
Figura 12 – Serra de fita Insulflação	16
Figura 13 – Serra de fita Trefiladeira.....	17
Figura 14 – Máquinas de corte vertical.....	17
Figura 15 – Máquinas de corte com faca circular	17
Figura 16 – Máquinas de corte Compact 2,5” (pneumática)	18
Figura 17 – Máquina de corte 2” (elétrica)	18
Figura 18 – Luvas protetoras metálicas	18
Figura 19 – Alicates para dar pique em moldes	19
Figura 20 – Exemplos de sapatos infantis fixados por costura	22
Figura 21 – Exemplos de sapatos fixados por cola.....	23
Figura 22 – Cronograma da etapa de colagem.....	28
Figura 23 – Matriz de decisão	36
Figura 24 – Imagem ilustrativa máquina em 3D.....	38
Figura 25 – Desenho esquemático das medidas da mola fabricada.....	40
Figura 26 – 6 Bases de Celeron intercambiáveis	42
Figura 27 – Cepo de celeron	43
Figura 28 – Protótipo fabricado	43
Figura 29 – Ciclo PDCA	45

1. INTRODUÇÃO

Este projeto, realizado em parceria com a organização não governamental *Grupo Primavera*, cadastrada no Poli Cidadã, tem como objetivos o desenvolvimento de um processo de fabricação de sapatos para os bonecos de pano confeccionados e comercializados pela instituição, e o projeto de máquina auxiliar na obtenção dos componentes dos sapatos (foco principal). Tais produtos são adquiridos atualmente de uma fábrica de brinquedos, mas deseja-se transferir a produção dos sapatos para os moradores da comunidade local realizarem em suas próprias casas, gerando assim serviço remunerado na comunidade e diminuindo os custos de produção dos bonecos para a instituição

O Grupo Primavera, localizado no Jardim São Marcos, periferia da cidade de Campinas, no estado de São Paulo, foi fundado em 1981 com a missão de “Formar as Mulheres de Amanhã”. Administra, atualmente, o Programa de Educação Complementar que atende adolescentes de 11 a 14 anos, estudantes de escolas públicas do bairro, visando concretizar valores como respeito, pontualidade, colaboração, participação, organização e iniciativa, bem como desenvolver habilidades e competências das usuárias para inserção social e profissional, além de outros projetos sociais dignos de respeito e admiração. Parte de sua receita é proveniente da venda de artigos artesanais, dentre eles os bonecos de pano, confeccionados nas oficinas de produção do Grupo Primavera, gerenciadas e operacionalizadas por jovens formadas na entidade.

A participação ou realização de um trabalho social capaz de impactar positiva e diretamente a vida de algumas pessoas - neste caso, os trabalhadores escolhidos para realizar a fabricação dos sapatos - é de extrema importância para a formação de um estudante de Engenharia, que já carrega infinitas possibilidades de exercer sua função em busca de retorno financeiro mas também em busca de satisfação pessoal e orgulho por realizar um trabalho voluntário. A acelerada rotina recorrente na sociedade atual pode conduzir à errônea idéia de que vive-se ocupado demais para realizar trabalhos voluntários. Este projeto é um exemplo de trabalho voluntário que certamente demandou tempo, além de dedicação e pesquisa, mas que também reafirmou a importância de se buscar “fazer a diferença” na sociedade, mesmo que de maneira discreta e simples. Fazer valer-se de conhecimentos adquiridos ao longo

da vida e da vivência acadêmica para praticar caridade é um ato grandioso e deve ser posto sempre em prática para conduzir o país a uma situação melhor.

Durante o desenvolvimento deste trabalho não houve contato com a empresa fabricante dos sapatos comercializados atualmente, ou com nenhuma outra empresa atuante no ramo. Assim, a fim de se propor alternativas para os processos de fabricação dos sapatos, pesquisou-se métodos normalmente utilizados em indústrias de calçados e valeu-se do método da engenharia reversa em que produtos semelhantes foram analisados e propôs-se métodos para obtê-los. O Grupo Primavera afirmou, durante a apresentação do tema do projeto, que o modelo do sapato poderia ser todo reformulado caso se julgasse necessário e que não haveria nenhum custo de produção dos sapatos para a entidade, além da mão-de-obra, uma vez que a matéria-prima será obtida através de doações particulares ou de indústrias do ramo de tecidos e borracha.

Ao final do presente trabalho, o desenvolvimento do processo de fabricação dos sapatos terá sido concluído, e uma máquina auxiliar projetada. Conta também com a execução de um protótipo a fim de garantir que o projeto apresenta-se factível e funcional.

2. INÍCIO DO ESTUDO DE VIABILIDADE

2.1 Estabelecimento da necessidade

Em visita realizada ao Grupo Primavera, em 30 de Abril de 2007, foi apresentada a Oficina de produção da entidade (figura 1), bem como as etapas realizadas durante o processo de fabricação dos bonecos de pano no local.



Figura 1 – Oficina de Produção do Grupo Primavera

Dentre os problemas apresentados pela instituição, identificou-se a importante necessidade de se determinar uma nova fonte de obtenção dos sapatos dos bonecos de pano, uma vez que estes são obtidos de uma fábrica de brinquedos, a valores considerados altos pelo Grupo. Paga-se R\$ 2,50 pelo par de sapato mini (figura 3) e R\$ 3,00 pelo médio (figura 4). O montante absorvido pela entidade gira em torno de 1.300 a 1.500 pares de sapatos por mês, sendo 300 ou 500 pares de mini e 1.000 pares de médios; e os bonecos são vendidos a R\$35,00, a Cirandinha (mini, de 23 cm), e R\$ 60,00 a Ciranda (média, de 38 cm).

Diante de tal necessidade, a coordenação do Grupo Primavera pretende que a produção dos sapatos passe a ser um produto da própria instituição, sendo realizada por moradores da região, em suas próprias casas, gerando assim serviço remunerado na comunidade e diminuindo os gastos do Grupo na aquisição de tais sapatos. Toda matéria-prima necessária para a fabricação dos sapatos será proveniente de doações

particulares ou de fábricas, e o único gasto contabilizado na entidade será no pagamento da mão-de-obra dos trabalhadores.

Deve-se, portanto, desenvolver um processo de fabricação artesanal de sapatos e o projeto de uma máquina que auxilie e facilite o processo, priorizando o baixo custo.



Figura 2 – Sapatos utilizados nos bonecos atualmente

A instituição fez ainda observações quanto à qualidade e aparência dos sapatos comprados, que podem ser notados nas figuras 3 e 4. O acabamento deixa em evidência a cola utilizada para fixar a sola do sapato, e a sola se descola facilmente do restante do calçado. A partir desta característica, foi admitido pelo Grupo Primavera que o modelo de sapato a ser fabricado neste projeto poderia ser reformulado, caso fosse necessário, priorizando sempre o baixo custo e, num segundo momento, a aparência do produto e facilidade de fabricação, uma vez que uma boa aparência agrega valor ao produto e a facilidade de fabricação não demanda grande esforço por parte dos voluntários e agiliza o processo de fabricação, gerando alta produtividade.



Figura 3 – Detalhe do sapato mini, parte posterior



Figura 4 – Detalhe do sapato médio, parte posterior

Os bonecos de pano comercializados no Grupo Primavera são considerados produtos de artesanato e não brinquedos, mas é importante garantir que os materiais utilizados sejam bem fixados e não apresentem partes mal acabadas, tanto para segurança no manuseio do produto por uma criança, como para a garantia de um produto de qualidade.

2.1.1 Especificação técnica da necessidade:

Utilizando o Método da Formulação das Características [1], obteve-se:

- Entradas desejáveis: facilidade de fabricação dos sapatos a fim de tornar o processo rentável; e possibilidade de utilização de qualquer tipo de material na confecção do produto, uma vez que os materiais serão provenientes de doação
- Saídas desejáveis: sapatos a baixo custo, de aparência e qualidade boas. Aumento de lucro obtido na confecção e venda dos bonecos.

- Entradas não-desejáveis: dificuldade na fabricação dos sapatos, exigência de etapas complexas e esforço demasiado; elevado investimento inicial.
- Saídas não-desejáveis: sapatos de custo alto, de aparência pobre e sem uniformidade.

2.2 Estruturação do desenvolvimento de alternativas

Para o desenvolvimento de um processo de fabricação de sapatos deve-se primeiramente determinar o modelo a ser fabricado para então desenvolver o processo. Visando a continuidade da aparência padrão dos bonecos fabricados e comercializados pelo Grupo Primavera, e uma vez que a entidade mostrou-se satisfeita quanto ao modelo e apenas gostaria de melhorar o acabamento e a qualidade dos sapatos, optou-se por manter o modelo de sapato já utilizado, variando apenas o acabamento e possivelmente o material utilizado, o que ficará a critério da entidade.

2.2.1 Análise do sapato comercializado atualmente

Antes de iniciar o desenvolvimento de alternativas para fabricação dos sapatos, realizou-se análise do produto comercializado atualmente para proposição de melhorias. A fábrica que produz tais sapatos não foi contatada em nenhum momento, sendo o projeto desenvolvido totalmente independente.

O tecido, assim como o solado do sapato, apresenta um corte aparentemente uniforme e de qualidade aceitáveis. Ambos parecem ter sido cortados manualmente, possivelmente com um instrumento tipo tesoura. A direção do Grupo Primavera não apresenta reclamações quanto a esta característica.

Já no quesito fixação, a qualidade do sapato torna-se visivelmente inferior. A eficiência do adesivo utilizado parece não ser alta o suficiente, ou este não ser destinado para um dos dois tipos de material presentes no sapato, provavelmente a borracha EVA, justificando-se assim o excesso de cola utilizado para fixar as partes e o fácil descolamento do solado sem realização de grandes esforços.

Sendo a aparência do produto seu maior defeito e, mais precisamente, a eficiência de seu método de fixação, propôs-se possíveis alternativas para sua melhoria:

- Utilização de cola especializada na fixação de calçados (cola de contato, por exemplo) ou utilização de tipos diferentes de cola para cada material utilizado no sapato
- Mudança do sequenciamento da colagem das partes, inserindo outro tipo de tecido intermediário para melhor fixação dos diferentes tipos de material
- Fixação por outro método, tal como costura.
- Colagem de outro tecido por cima da área em que ocorre a união de solado e tecido para mantê-los mais seguramente unidos.

2.2.2 Divisão das partes componentes do sapato

O sapato produzido atualmente é composto por:

- solado de borracha tipo EVA (acetato de vinil etileno)
- corvin colorido
- fina tira de corvin posicionado entre o corpo do sapato (de corvin) e o solado
- fixação por adesivo (tipo desconhecido)
- detalhe de botão ou lã (cadarço).

Assim, os materiais utilizados no desenvolvimento dos sapatos neste projeto serão estes acima relacionados.

A fim de se determinar alternativas para o método de fabricação do sapato, dividiu-se o produto em três partes: **solado**, **corpo** e **detalhe** (ou enfeite). Partiu-se então para possíveis alternativas para obtenção de tais partes, pesquisando-se processos realizados nas indústrias de calçados ou artigos semelhantes.

3. MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DO SOLADO DE BORRACHA

O solado de borracha tipo EVA, por se tratar de um material poroso e flexível, pode ser facilmente obtido por corte manual ou através de máquina de corte.

Para o corte manual devem ser realizadas 2 etapas:

- 1) Corte em partes menores: para evitar perdas de material, a borracha EVA será cortada em formato de retângulo em dimensões pré-estabelecidas, com um instrumento tipo estilete.
- 2) Corte do formato final: a partir de um molde pré-estabelecido, geralmente de papelão, o trabalhador deverá demarcar o contorno do solado na borracha com o uso de um material riscante (tipo caneta) para então cortar a borracha com um instrumento do tipo tesoura no formato desejado. As bordas do molde de papelão são geralmente revestidas com filete metálico para oferecerem segurança ao cortador, durabilidade ao molde e boa qualidade ao corte. Periodicamente, este tipo de molde deve ser substituído pois apresenta deformações ao longo do uso.

Existem atualmente inúmeros tipos de tesoura multiuso para realizar o corte de borracha (tabela 1). Os valores variam entre R\$14,00 e R\$50,00, dependendo da finalidade e precisão de cada uso.

Tabela 1 – Tipos de tesoura multiuso - Tramontina (fonte: Empresa Panmatic)

 <p>Tesoura multiuso, forjada e niquelada - fio liso - 6" - 15cm / 7" - 17cm / 8" - 20cm</p>	 <p>Tesoura industrial multi uso - 6" - 15cm / 7" - 17cm / 8" - 20cm</p>
 <p>Tesoura industrial multi uso - 5" - 12cm / 6" - 15cm</p>	 <p>Tesoura industrial multi uso - 8" - 20cm / 9" - 22cm - 10" - 25cm / 12" - 30cm</p>
 <p>Tesoura multi uso - 8½" - 21cm</p>	 <p>Tesoura multi uso - 8½" - 21cm</p>



Já no processo de corte com o uso de máquina, é necessária apenas uma etapa de execução. A máquina utilizada deve ser do tipo prensa, mais comumente conhecida nas indústrias de calçados como balancim. A quantidade de solados produzidos depende das dimensões da máquina utilizada bem como do número de moldes utilizados no balancim, mas já é possível afirmar seguramente que este método é mais produtivo que o corte manual.

Existem basicamente 4 tipos de balancins. São eles:

- **Balancim de sola:** a principal função é cortar peças que exijam maior exatidão e produtividade. O corte nestas máquinas é feito através do molde de aço, ou faca (figura 5), sobre um cepo de madeira, borracha, plástico ou metal.

Características:

- Pressão, 12 toneladas
- Diâmetro do prato, 340 x 220 mm
- Mesa, 370 x 220 mm
- Diâmetro do volante, 590 mm
- Curso de corte, 25 mm
- Abertura entre a mesa e o pistão, 210 mm
- Rotação do volante, 220 rpm
- Motor, 1 hp 1700 rpm
- Dimensões: 580 x 1600 x 850 mm
- Peso aproximado: 600 kg

Preço sugerido do balancim de sola: R\$ 6.200,00 (Alfa Máquinas LTDA)

R\$ 9.000,00 (Cardoso Ind. Com. Máquinas
LTDA)



Figura 5 – Balancim de solas

- **Balancim hidráulico:** acionado por pressão a óleo, além de ser econômico, é de fácil manejo. O material a ser cortado é colocado sobre o cepo, fixado a mesa da máquina. Ao acionar a máquina, o cabeçote prensa o molde de aço sobre o material, cortando-o (figura 6).

Preço sugerido do balancim hidráulico: R\$ 9.800,00 (Alfa Máquinas LTDA)



Figura 6 – Balancim hidráulico

- **Balancim Eletrônico:** neste tipo de equipamento, a válvula de comando de óleo não estabelece um curso certo para o cabeçote, sendo comandada eletronicamente, abrindo-se e fazendo o cabeçote voltar ao seu lugar sempre que houver contato entre o cabeçote e o cepo, sendo este metálico (figura 7).



Figura 7 – Balancim eletrônico

- **Balancim Ponte:** difere dos demais por permitir ao fabricante o corte de couros, forros, contrafortes, couraças, espumas, E.V.A, P.U, P.V.C. (figura 8). Diferentemente dos balancins hidráulicos, que possuem uma mesa de 90cm por 40cm, o balancim de ponte possui uma área de trabalho com 1,70m por 50cm. Perfeita para cortar os materiais que normalmente são comprados em rolos.



Figura 8 – Balancim de ponte

Não foi possível obter o preço sugerido do balancim eletrônico e do balancim ponte mas, segundo os fabricantes, os valores são consideravelmente maiores que os outros tipos de balancim, devido à alta precisão e produtividade demandada em determinados ramos da indústria, o que foge do escopo da produção artesanal e a baixo custo deste projeto.

Existe também no mercado emergente de pequenos empreendedores uma máquina para corte de EVA denominada calandra (figura 9). A calandra foi desenvolvida para cortar pequenas peças em EVA, papelão para fabricação de caixas de presente, couro, tecidos sintéticos ou têxteis, feltros e espumas. Trata-se de uma máquina composta por uma chapa metálica, que serve como base, e dois rolos. O

operador coloca o molde sobre uma base e uma placa de EVA por cima da faca. Gira a manivela e faz com que os rolos, ao rodarem, movimentem o conjunto faca+EVA, realizando o corte no instante em que este passa pelos rolos.



Figura 9 – Calandra. Fonte: Brawel Máquinas LTDA.

A estimativa de preço para esta máquina é de R\$ 1.500,00 (fonte: Brawel Máquinas LTDA).

3.1 Facas

O molde para máquinas de corte, ou faca, consta de uma fita de aço, moldada conforme o contorno das peças do modelo (figura 10). Suas bordas são afiadas, em um ou nos dois lados. Ao receberem o impacto do balancim, efetua-se o corte da peça. A peça deve ser colocada sobre uma superfície rígida, denominada cepo, que seja forte o suficiente para resistir ao impacto do corte. O molde de aço apresenta vantagem em relação ao molde de papelão pois as peças cortadas mecanicamente apresentam corte mais exato, proporcionando melhores resultados na região do corte.

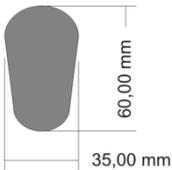
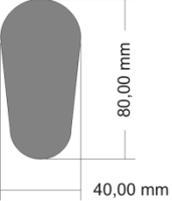


Figura 10 – Facas para corte de solado. Fonte: Só Facas LTDA

Moldes dos solados e corvins foram confeccionados em papelão e enviados para a empresa especializada na produção de facas a fim de se obter orçamento dos

valores das facas necessárias para este projeto. Os preços dos moldes encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Preços dos moldes para solado. Fonte: Só Facas LTDA

Molde (faca)	Preço
	R\$ 6,40
	R\$ 8,00

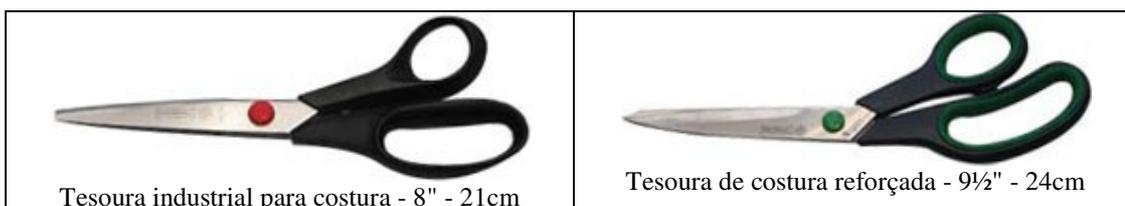
4. MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DO CORPO DO SAPATO

O corvin é um tecido imitação de couro, de baixo custo, que apresenta espessura fina e portanto facilmente cortado tanto manualmente quanto por máquinas.

O processo de corte manual do corvin poderá ser feito por tesoura. Maiores espessuras que o corvin, porém, podem possivelmente causar algum dano ao trabalhador, tal como como calosidades no manuseio contínuo da tesoura.. Existem inúmeros exemplares de tesouras destinadas ao corte de tecido, conforme tabela 3, além das tesouras multiuso apresentadas na tabela 1, com valores na mesma faixa entre R\$ 14,00 e R\$ 50,00.

Tabela 3 – Tipos de tesoura para tecido - Tramontina (fonte: Empresa Panmatic)

 <p>Tesoura costura reforçada, forjada e niquelada - fio liso - 7" - 17cm / 8" - 20cm / 9" - 22cm</p>	 <p>Tesoura industrial para costura - 8" - 20cm</p>
 <p>Tesoura costura profissional, forjada e niquelada - fio serrilhado - cabo pintado - 6" - 15cm / 7" - 17cm / 8" - 20cm (com protetor de câmara)</p>	 <p>Tesoura alfaiate, forj. e niquelada - fio liso - cabo pintado - 8" - 20cm / 9" - 20cm / 10" - 25cm / 12" - 30cm</p>
 <p>Tesouras tecelão reta, forjada e cromada - fio - 4½" - 11cm</p>	 <p>Tesouras tecelão curva, forjada e cromada - fio liso - 4½" - 11cm</p>
 <p>Tesoura industrial tecelão - 4" - 10cm</p>	 <p>Tesoura de costura reforçada - 9½ - 24cm</p>



As etapas de corte manual podem ser otimizadas, variando-se o número de partes que compõem o sapato ou a sequência de corte dos tecidos, a ser testado posteriormente.

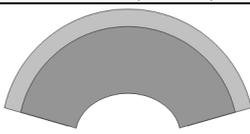
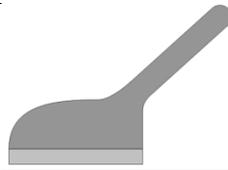
O corte do tecido pode também ser realizado por máquina tipo prensa ou balancim. Ocorre, no entanto, que o corte de tecido em prensas exige a etapa de esticamento do tecido antes da prensa. Uma alternativa seria o empilhamento de vários pedaços de tecido para que sejam cortados juntos e não necessitar do esticamento. As facas para corte de tecido (figura 11) são semelhantes às facas para corte de borracha, tendo contudo maior número de detalhes, o que aumenta o custo das facas.

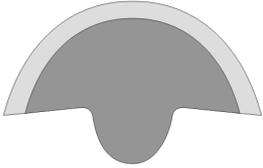


Figura 11 – Facas para corte de tecido. Fonte: Só Facas LTDA

Realizou-se o mesmo procedimento para obtenção de orçamento referente aos valores das facas para corte de tecido. Os valores apresentam-se na tabela 4.

Tabela 4 – Preços dos moldes para corte do tecido. Fonte: Só Facas LTDA

Molde (facas)	Preço
	R\$ 9,60
	R\$ 11,60

	R\$ 12,80
	R\$ 11,60

As fábricas de tecidos e confecções utilizam também máquinas especializadas no corte de tecido do tipo serra de fita ou simples máquina de corte. As máquinas de corte são as mais comumente utilizadas, dado o custo ser relativamente menor.

Existem dois tipos de serra de fita:

- **Serra de fita Insulflação:** possui sistema de insuflação que alivia o peso do tecido, proporcionando um corte perfeito. Ideal para corte de curvas acentuadas (figura 12). Preço sugerido: R\$ 8.750,00 (Panmatic – Empresa de Máquinas e Acessórios)



Figura 12 – Serra de fita Insulflação

- **Serra de fita Trefiladeira:** possui fita contínua acoplada ao sistema de afiação por rebolos. Realiza corte de qualquer tipo de tecido com precisão, com capacidade de corte de até 35 cm de altura. Potência: 1½ CV e peso de 170 Kg (figura 13).

Preço sugerido: estima-se, por comparação à serra de insulflação, que esteja em torno de R\$ 8.500,00



Figura 13 – Serra de fita Trefiladeira

Já para máquina de corte a variedade é maior:

- **Máquina de corte de faca vertical:** ideal para cortar malhas, cotton, jeans, lycra, elanca, entre outros. Medidas de facas: 5”/6”/8”/10” (figura 14).

Preço sugerido: R\$ 960,00 a R\$ 1.150,00 (Delamaq – Máquinas de Costura)

R\$ 1.700,00 (Panmatic – Empresa de Máquinas e Acessórios)



Figura 14 – Máquinas de corte vertical

- **Máquina de corte de faca circular:** também ideal para cortar malhas tecidos em geral. Diâmetro dos discos: 3,5”/4”/5” (figura 15).

Preço sugerido: R\$ 450,00 a R\$ 1.675,00 (Panmatic – Empresa de Máquinas de Costura)



Figura 15 – Máquinas de corte com faca circular

- **Máquina de corte Pneumática:** equipamento de alta rotação, disco de 2,5”, possibilita cortes em qualquer tipo de tecido com extrema precisão e rapidez. Seu manuseio é fácil, podendo fazer cortes em linha reta, zig-zag ou em curvas. Leve e compacta (figura 16).

Preço sugerido: R\$ 450,00 (Delamaq – Máquinas de costura)

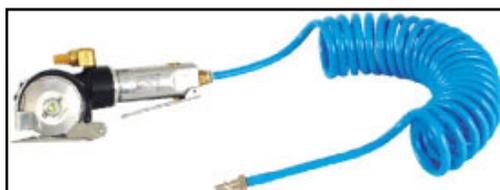


Figura 16 – Máquinas de corte Compact 2,5” (pneumática)

- **Máquina de corte elétrica:** substitui tesouras convencionais nas operações de corte de peças piloto, mostruário e pequenos enfeitos. Possui disco de 2”; também conhecida como bananinha (figura 17).

Preço sugerido: R\$ 189,00 (Delamaq – Máquinas de costura)



Figura 17 – Máquina de corte 2” (elétrica)

No uso de qualquer máquina de corte de tecido ou serra de fita é necessário o uso de luvas protetoras metálicas (figura 17) para garantir a segurança do operador da máquina contra acidentes. É uma luva feita em malha de aço, para cinco ou três dedos, com a finalidade de proteger as mãos do operador de máquinas de corte sem prejudicar a mobilidade e a eficiência. Estas luvas não devem ser utilizadas em operações com facas ou discos dentados, e nem quando forem muito maiores do que a mão do operador.



Figura 18 – Luvas protetoras metálicas

No momento da fixação do tecido ao solado, é necessário realizar cortes ou picotes no tecido, ao longo da região de união, independente do método de fixação ser por cola ou costura. Para isso, deve-se utilizar um alicate para dar pique em moldes (figura18).



Figura 19 – Alicate para dar pique em moldes

5. O DETALHE DO SAPATO

Os detalhes dos sapatos atuais são constituídos por cadarço (pedaço de lã cortado que passa por furos no corvin) e botão fixado por cola ao corvin, ambos processos factíveis manualmente e sem grandes esforços ou dificuldades. Assim, o acabamento final dos sapatos será determinado pelo próprio Grupo Primavera, de acordo com suas preferências ou possibilidades. O processo de fabricação de sapatos será delineado de tal forma a tornar o processo de acabamento independente dos demais processos, dando condições para que o acabamento possa ser variado conforme escolha ou necessidade da entidade.

6. CONCLUSÕES A RESPEITO DAS PESQUISAS REALIZADAS E IDÉIAS PROPOSTAS

A pesquisa realizada a respeito das ferramentas e máquinas utilizadas nas indústrias de calçados mostrou-se bastante útil para elaboração de métodos para cortar materiais. Observou-se claramente que as máquinas de corte de tecido (figuras 14 a 17) não seriam apropriadas para este projeto dado o formato dos moldes de corvin serem bastante reduzidos, o que dificultaria o manuseio das máquinas e o resultado desejado provavelmente não seria alcançado, pois os moldes do corvin apresentam sinuosidades que o disco pode não ser capaz de realizar devido à medida do seu diâmetro. As serras de fita, dado elevado custo e finalidade - para artigos em que se deseja alta precisão - foram também descartadas. O manuseio destas máquinas demandaria aquisição das luvas metálicas para os trabalhadores e orientação com treinamento intenso a fim de garantir a segurança dos operadores.

A dupla funcionalidade do balancim, sendo capaz de realizar tanto o corte do solado como do corvin, levando portanto a necessidade da utilização de apenas uma máquina para todo o processo de fabricação de sapatos, torna-o bastante apropriado para este projeto. O valor da máquina, no entanto, dificulta a sua aquisição pelo Grupo Primavera, que não conta com possibilidade de investimento inicial no valor sugerido de R\$ 6.200,00 para o balancim de solas. Deve-se portanto realizar o projeto de um modelo de máquina tipo balancim, porém mais simplificado, mesma funcionalidade, praticidade, e de custo menor. Para a utilização do balancim no corte do solado de borracha e do corvin, será necessário realizar apenas pequenas adaptações.

As máquinas de corte para tecido, quando comparadas ao balancim, apresentam produtividade menor, uma vez que o balancim pode utilizar mais de uma faca de corte, reforçando a idéia da não utilização das máquinas de corte de tecido neste projeto.

A máquina denominada calandra (figura 9) apresenta-se em desvantagem quando comparada ao balancim. O operador da calandra deve realizar diversos movimentos a mais em relação ao movimento do operador do balancim, devendo retirar e recolocar os moldes diversas vezes, além do movimento demorado de girar a manivela. Sendo assim, esta máquina também foi descartada deste estudo.

7. ESTUDO E ESTABELECIMENTO DE MÉTODO PARA FIXAÇÃO DAS PARTES

Definidas as alternativas de métodos para obtenção das partes do sapato, partiu-se para a proposição de métodos para a fixação das partes e acabamento. Para isso, realizou-se análise dos modelos de sapatos infantis e de bonecos existentes no mercado a fim de se determinar os meios utilizados para fixar as partes do sapato e realizar acabamento- Método da Engenharia reversa. O termo Engenharia reversa é muito usado no ramo de softwares, que consiste em tentar entender como um programa funciona ou que ele faz, sem possuir qualquer informação a respeito dele. Optou-se por esse método uma vez que nenhuma empresa de calçados aceitou compartilhar qualquer informação a respeito de seus processos.

Existem basicamente 2 tipos de fixação em sapatos infantis: os fixados por costura (figura 20) e os fixados por cola (figura 21). Existem também os fixados por cola e por costura a fim de garantir melhor fixação e, portanto, maior durabilidade; e outros dois métodos de colagem: a *injeção direta*, utilizada com solas feitas de materiais sintéticos, e a *vulcanização*. Na vulcanização, a sola feita de pasta de borracha crua prensada, natural ou sintética, é inicialmente colada ao cabedal com um adesivo compatível e fixada por meio de uma vira também de borracha crua. É então levada a uma autoclave onde, sob pressão e altas temperaturas, é vulcanizada e adquire suas propriedades finais. A união cabedal-sola obtida a partir da vulcanização é extremamente sólida e durável.



Figura 20 – Exemplos de sapatos infantis fixados por costura



Figura 21 – Exemplos de sapatos fixados por cola

Observa-se que o processo de costura de sapatos infantis, dado o formato da sola e tamanho do sapato bastante reduzidos, demanda um grande esforço e torna difícil o manuseio do produto em produção artesanal, ou seja, tal processo exige máquinas de costura, uma vez que a costura torna-se bastante trabalhosa quando realizada manualmente, e exige maior número de etapas (para costura) na montagem dos sapatos, diminuindo a produtividade ou demandando maior número de mão-de-obra.

Levando-se em consideração, novamente, que os bonecos de pano não são vistos como brinquedos e sim como produtos artesanais, geralmente para decoração ou enfeite, os sapatos não necessitam de intenso cuidado quanto à resistência e durabilidade devido ao uso contínuo do produto, cuidados esses tomados na fabricação de sapatos infantis. Sendo assim, em virtude do processo de fixação por cola apresentar vantagens em relação ao processo de costura quanto à simplicidade (é possível ser realizado apenas manualmente), tempo necessário para fabricação, gastos com maquinário (não é necessário máquinas) e o número de etapas (um operário apenas pode realizar todas as etapas de colagem do solado), optou-se pelo uso de tal processo de fixação do solado dos sapatos, assim como já é feito no modelo de sapato comercializado atualmente.

7.1 Tipos de cola

Colas são adesivos que unem superfícies através de processo químico. A utilização do adesivo correto para determinada aplicação pode resultar em fixação

mais rápida e mais duradoura. Neste projeto, deseja-se utilizar um adesivo multiuso a fim de unir dois materiais diferentes, o corvin e a borracha. Os tipos de adesivos multiuso mais utilizados são:

- **Cola branca:** é baseada em um homopolímero de Acetato de Vinila (PVA) dispersa em uma solução aquosa (líquido branco), plastificada, de baixa viscosidade, isenta de cargas minerais que após secagem apresenta um filme transparente. É recomendada para uso em materiais porosos - madeira, papel, tecido, cerâmica porosa e junção não estrutural de madeira com madeira. Não é resistente à água. É preciso prender as duas superfícies com um grampo durante 30 minutos a 1 hora para que a cola fique firme, o tempo de cura é de 18 a 24 horas. Cola escolar, um tipo de cola branca, seca mais lentamente. Barata e não-inflamável.
- **Epóxi:** são vendidos em tubos ou em latas. Consistem de duas partes - resina e endurecedor - que devem ser muito bem misturadas imediatamente antes do uso. São muito fortes, duráveis e resistentes à água. Os epóxios são recomendados para uso em metal, cerâmicas, alguns plásticos e borracha e não são recomendados para superfícies flexíveis. Para a maioria dos epóxios, é necessário usar um grampo por cerca de 2 horas. O tempo de secagem é de cerca de 12 horas; o tempo de cura é de um a dois dias. Quando seca, o epóxi fica claro ou âmbar e é mais caro do que outros adesivos.
- **Cianoacrilato:** também chamado de super cola ou cola instantânea, o cianoacrilato é similar ao epóxi mas é só a cola. Essas colas formam uma liga muito forte e são recomendadas para uso em materiais tais como metal, cerâmica, vidro, alguns plásticos e borracha e não são recomendadas para superfícies flexíveis. Não é necessário usar grampos e o tempo de cura é de um a dois dias. Os cianoacrilatos ficam claros quando secam.
- **Cola de contato:** líquido à base de borracha vendido em garrafas ou latas, trata-se de um adesivo de contato universal indicado para colar materiais porosos, laminados, folheados e outras áreas grandes e para reparos. Ideal na colagem de EVA, tecidos, plásticos, espumas, couros, papel entre outros porque permanece flexível quando seca. Alto rendimento e alta resistência final da colagem. Deve-se aplicar nas duas superfícies e aguardar um tempo; as superfícies são então pressionadas uma contra a outra para se ter uma colagem instantânea. Não é possível

reposicionar as peças depois que for feito o contato. Não é necessário o uso de grampo; tempo de pega de aproximadamente 15 minutos, dependendo da temperatura ambiente e da ventilação do local de trabalho. Tempo de cura total de 24h. O máximo de resistência é desenvolvida após 3 dias de colagem. Esse é o tempo que todos os adesivos de contato à base de borracha sintética neoprene levam para se auto-vulcanizar.

- **Cola de poliuretano:** esta cola altamente resistente é uma pasta âmbar vendida em tubos. Ela forma uma liga muito forte semelhante a do epóxi. A cola de poliuretano é recomendada para uso em madeira, metal, cerâmica, vidro, maioria dos plásticos e fibra de vidro. Ela seca com flexibilidade e pode ser usada em couro, tecido, borracha e vinil. É necessário usar grampo por cerca de 2 horas; o tempo de cura é de aproximadamente 24 horas. Depois de seca, a cola de poliuretano fica translúcida e pode ser pintada ou tingida. Sua vida útil é curta e é um produto caro.
- **Adesivo ou selante de silicone:** colas e selantes de silicone são vendidos em tubos e são semelhantes ao silicone para calafetar. Eles formam ligas muito fortes e muito resistentes à água, com excelente resistência a altas e baixas temperaturas. São recomendados para o uso em calhas e em materiais de construção, incluindo metal, vidro, fibra de vidro, borracha e madeira. Podem também ser usados em tecidos, alguns plásticos e cerâmica. Normalmente não é necessário usar grampo; o tempo de cura é de cerca de 24 horas, mas o adesivo forma uma película em menos de uma hora. Os adesivos de silicone permanecem flexíveis depois de secos.
- **Cola multiuso:** os vários adesivos vendidos em tubos como cola multiuso são colas de secagem rápida e de baixa resistência. Eles são recomendados para o uso em madeira, cerâmica, vidro, papel e alguns plásticos. Algumas colas multiuso permanecem flexíveis depois de secas e podem ser usadas em tecidos, couro e vinil. Normalmente não é necessário usar grampos; o tempo de secagem é de 10 a 20 minutos, o tempo de cura é de até 24 horas.
- **Cola quente:** colas quentes são vendidas em bastões e usadas com uma pistola. Uma pistola para cola quente aquece a cola acima de 93° C. Para uma colagem melhor, as superfícies a serem coladas devem também ser pré-aquecidas. Como as colas quentes são apenas moderadamente fortes e as peças coladas podem se separar se expostas a altas temperaturas, esse tipo de cola é recomendado para

colagem temporária de madeira, metal, papel e alguns plásticos e materiais compostos. Não é necessário usar grampos; o tempo de secagem é de 10 a 45 segundos e o tempo de cura é de 24 horas.

7.2 Seleção do tipo de cola

Os tipos de adesivos aplicáveis neste projeto foram então selecionados, de acordo com a tabela 5.

Tabela 5 – Tipo de adesivo multiuso e aplicabilidade

<i>Tipo de adesivo multiuso</i>	<i>Aplicável neste projeto?</i>	<i>Razão</i>
Cola branca	Não	Recomendada somente para madeira, papel, tecido, cerâmica porosa e junção não estrutural de madeira com madeira.
Epóxi	Não	Não são recomendados para superfícies flexíveis
Cianoacrilato	Não	Não são recomendados para superfícies flexíveis
Cola de contato	Sim	Ideal na colagem de EVA, tecidos, plásticos, espumas, couros, papel entre outros porque permanece flexível quando seca. Alto rendimento e alta resistência final da colagem
Cola de poliuretano	Não	Sua vida útil é curta e é um produto caro
Adesivo ou selante de silicone	Sim	Recomendados para o uso em calhas e em materiais de construção, incluindo metal, vidro, fibra de vidro, borracha e madeira. Podem também ser usados em tecidos, alguns plásticos e cerâmica
Cola multiuso	Sim	Algumas colas multiuso permanecem flexíveis depois de secas e podem ser usadas em tecidos, couro e vinil.
Cola quente	Não	Como as colas quentes são apenas moderadamente fortes e as peças coladas podem se separar se expostas a altas temperaturas, esse tipo de cola é recomendado para colagem temporária de madeira, metal, papel e alguns plásticos e materiais compostos.

Assim, existem 3 possibilidades de adesivos multiuso aplicáveis neste projeto: cola de contato, adesivo ou selante de silicone e cola multiuso. A cola de contato, porém, é o adesivo com características mais favoráveis para o projeto em questão por sempre poder ser utilizado em EVA e tecidos ou couro, mantendo-se flexível e apresentar alto rendimento e elevada resistência final. A cola de contato é

bastante utilizada para a fixação de sapatos e tapeçaria, conhecida também vulgarmente por cola de sapateiro.

7.3 Etapa de colagem

A etapa de colagem proposta neste projeto poderá ser reavaliada posteriormente, conforme necessidade do Grupo Primavera, por se tratar de processo puramente manual.

7.3.1 Procedimentos

1. Com um pincel apropriado, espalhar cola de contato nas duas tiras de corvin a serem fixadas conforme montagem dos sapatos. Colar apenas um lado do corpo do sapato. Aguardar 15 minutos para tempo de pega. Não é necessário o uso de grampo. Cuidar para não unir as partes de maneira incorreta pois uma vez unidas, a cola de contato não permite descolamento.
2. Espalhar cola por todo o contorno da palmilha e unir ao corvin, que agora representa apenas uma peça, e tem picotes no contorno para facilitar o encurvamento do bico do sapato, como explicado anteriormente. Colar nesta etapa o outro lado da união dos corvins. Aguardar aproximadamente 15 minutos.
3. Espalhar cola por toda a palmilha e sobre o EVA e uní-los. Aguardar 24 horas para o tempo de cura total. Após 24 horas, é possível realizar acabamento ou adicionar ornamentos.

7.3.2 Estimativa do tempo gasto na etapa de colagem e acabamento

Para estimar o tempo gasto na realização da etapa de colagem, elaborou-se um cronograma (figura 22) que compreende o instante do 1º procedimento de colagem e seu tempo de pega ou cura inicial de 15 minutos, o 2º procedimento de colagem e seu tempo de cura, e o 3º procedimento. Estimou-se que o tempo gasto para cada procedimento é de 30 segundos e quando se passa de um procedimento a outro procedimento, há tempo a ser descontado do tempo total de 30 segundos, para contabilizar a troca de materiais de trabalho.

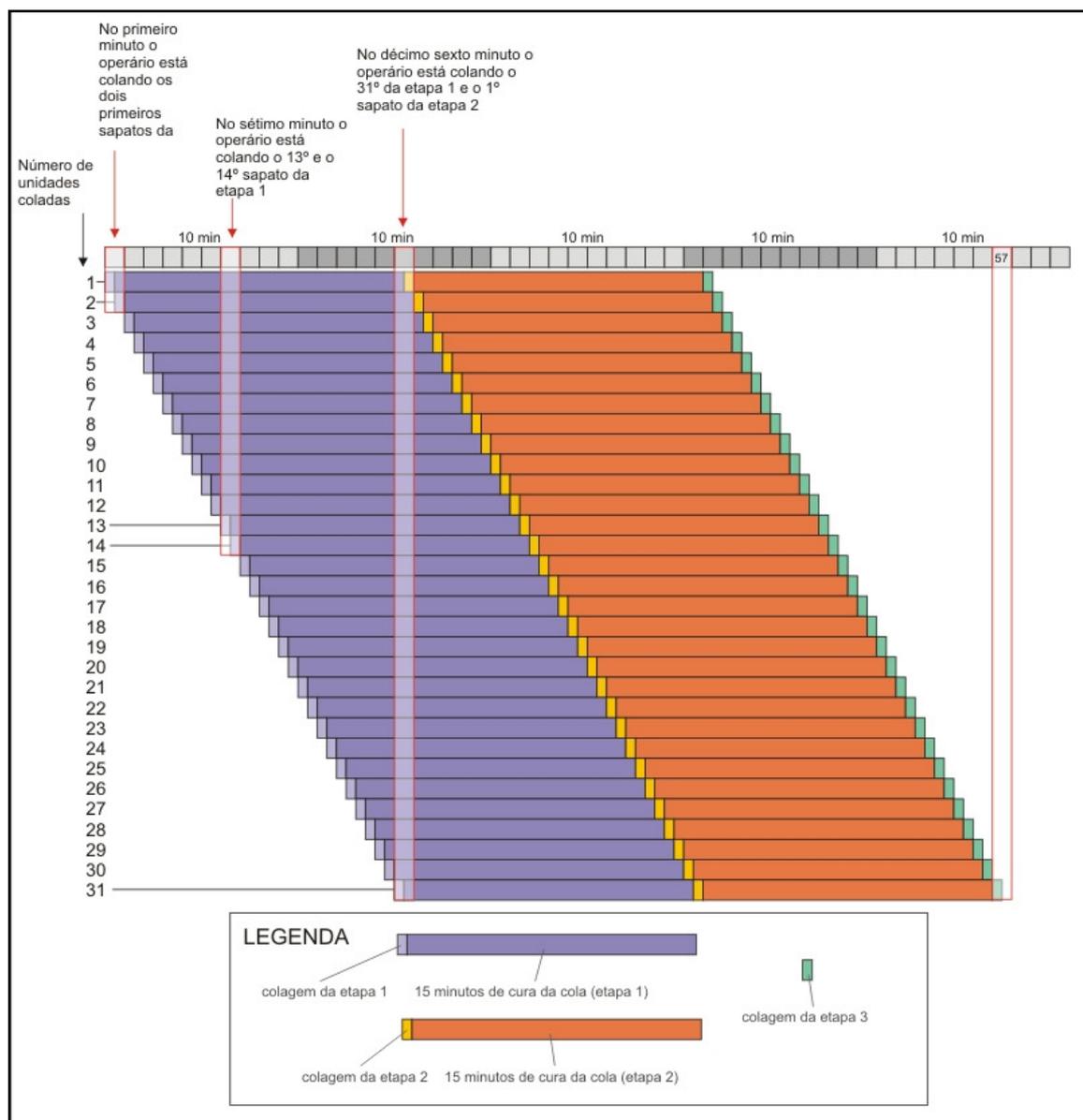


Figura 22 – Cronograma da etapa de colagem

De acordo com o cronograma, em 57 minutos serão colados por completo 31 sapatos. Em um dia útil, de 8 horas ou 480 minutos, tem-se portanto $\frac{480}{57} \times 31$ sapatos, que equivale a aproximadamente 261 sapatos ou 130 pares de sapatos.

Neste cálculo, contudo, não foi contabilizado o tempo de acabamento. Estima-se que tal etapa levará em torno de 2 a 3 minutos, uma vez que o cadarço de lã deve ser cortado e o corvin deve ser furado para passagem do cadarço no caso do sapato médio. No caso do sapato Mini, usa-se um botão de pressão colado que poderá ser substituído por um botão costurado e um corte na outra ponta,

contabilizando também aproximadamente 3 minutos. Assim, para cada sapato colado, deve-se adicionar o tempo de 3 minutos de acabamento, o que resulta no seguinte cálculo:

- Tempo total para realização do acabamento em 31 sapatos:

$$31 \text{ sapatos} \times 3 \text{ minutos} = 93 \text{ minutos}$$

- Tempo total para a colagem e acabamento de 31 sapatos:

$$57 \text{ minutos} + 93 \text{ minutos} = 150 \text{ minutos}$$

Com isso, 31 sapatos serão produzidos em 150 minutos. Em um dia (480 minutos) serão produzidos $\frac{480}{150} \times 31$, o que equivale a 99 sapatos ou 49 pares de sapato. Em um mês, serão colados e acabados 980 pares de sapato por cada trabalhador.

A média de sapatos absorvidos pelo Grupo Primavera gira em torno de 1.500 pares por mês. Conclui-se, portanto, que serão necessários 2 trabalhadores, no mínimo, para realizar a colagem e o acabamento, respondendo à demanda mínima de 75 pares de sapato/dia.

8. ESTIMATIVA DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

Embora toda a matéria-prima utilizada na fabricação dos sapatos seja proveniente de doações obtidas pelo Grupo Primavera, realizou-se uma breve pesquisa de preços dos materiais (tabela 6) para posterior estimativa do valor de custo de cada unidade de sapato produzido em caráter ilustrativo. Não há contabilidade complexa a ser realizada neste processo de fabricação de sapatos já que o único custo de produção dos sapatos será com mão-de-obra [2].

Tabela 6 – Preços dos materiais utilizados

<i>Material</i>	<i>Medidas</i>	<i>Preço (R\$)</i>	<i>Empresa</i>
Corvin	1,00m x 1,00 m	10,30	Caseg – Comercio de Artigos de Sapataria e Estofaria Gadotti Ltda
Borracha EVA (2,2 mm)	0,90m x 1,90m	6,50	EVArte
Borracha EVA (3,0 mm)	1,00m x 2,00m	9,00	IBEL – Ind. De Borracha E.V.A. LTDA
Cola de contato	750 g	10,30	Caseg - Comercio de Artigos de Sapataria e Estofaria Gadotti Ltda
Cola de Contato Brascoplast	75 g	5,00	Horizonte Borrachas

O custo da mão-de-obra já foi calculado pelo Grupo Primavera, tendo um valor fixo para cada unidade produzido, dependendo do modelo (tabela 7). A base de cálculo foi o valor vigente.

Tabela 7 – Preços dos materiais utilizados

<i>Modelo de sapato</i>	<i>Base de cálculo</i>	<i>Pagamento por cada par de sapato</i>
Mini	R\$ 1,50	R\$ 1,00
Médio	R\$ 2,00	R\$ 1,50

9. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE PROCESSOS. ESTIMATIVAS DE INVESTIMENTOS INICIAIS NECESSÁRIOS EM CADA PROCESSO

A fim de se avaliar as alternativas para a etapa do corte do solado e corvin, realizou-se estimativas de duas maneiras:

- 1) De acordo com a capacidade produtiva de cada método de corte, considerando-se turno de trabalho composto por 8 horas diárias e apenas 1 trabalhador. Desta maneira, é possível observar a capacidade de expansão de cada um.
- 2) De acordo com a meta atual de 1.500 pares de sapato/mês, ou 75 pares/dia (corte de 150 solados e 300 corvins), considerando-se um mês de 20 dias úteis. Assim, é possível contabilizar o tempo gasto para fabricação dos sapatos e, portanto, verificar a produtividade de cada alternativa.

Após cada análise, sugeriu-se o número mínimo de funcionários para cada alternativa de processo proposta e realizou-se cálculo estimado do investimento inicial necessário para cada alternativa proposta (tabelas 6, 7, 8 e 9).

9.1 Alternativa A: manual manual

Tanto o corte do solado de borracha como o corte do corvin são realizados manualmente por tesoura.

1. Estimativa da capacidade produtiva:

- rabisco do molde do solado: 9 solados/minuto \Rightarrow 1 solado a cada 6,7 segundos
- corte do solado: 2 solados/minuto \Rightarrow 1 solado a cada 30 segundos
- rabisco de molde do corvin: 5 corvins/minuto \Rightarrow 1 corvin a cada 12 segundos
- corte do corvin: 1,5 corvin/minuto \Rightarrow 1 corvin a cada 40 segundos

Total: 140,7 segundos para corte de cada sapato, ou 281,4 segundos para cada par de sapato, lembrando que o sapato é composto por duas tiras de corvin.

Assim, podem ser cortados aproximadamente **102 pares de sapatos/dia** por cada trabalhador. Ao final de um mês, pode-se cortar aproximadamente 2040 pares de sapatos por trabalhador.

2. Estimativa do tempo de produção:

- rabisco de molde do solado: 9 solados/minuto \Rightarrow Total = 16,7 minutos
- corte do solado: 3 solados/minuto \Rightarrow Total = 50 minutos

- rabisco de molde do corvin: 8 corvins/minuto \Rightarrow Total = 37,5 minutos
- corte do corvin: 2 corvins/minuto \Rightarrow Total = 150 minutos

Tempo total de corte : **4,23 horas/dia.**

Número mínimo sugerido de trabalhadores no processo: 2 para corte e 2 para colagem e acabamento; ou 3 para corte, colagem e acabamento.

Tabela 8 – Valor de investimento inicial para a alternativa A

<i>Ferramenta de trabalho utilizada</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Estimativa de custo</i>
Tesoura de uso geral	2	R\$ 40,00
Caneta para riscar corvin e borracha	2	R\$ 0,50
Moldes em cartolina (2 para o solado mini e médio, 4 para corvins)	6	R\$ 1,20
TOTAL:	-	R\$ 41,70

9.2 Alternativa B: máquina manual

O corte do solado será realizado por máquina e o corte de tecido será feito manualmente, por tesoura. A fim de se estimar a capacidade produtiva do corte por máquina, determinou-se que serão utilizados 8 moldes de faca de uma só vez.

1. Estimativa da capacidade produtiva:

- corte do solado: 24 solados/minuto (3 movimentos da prensa) \Rightarrow 1 solado a cada 2,5 segundos
- rabisco de molde do corvin: 5 corvins/minuto \Rightarrow 1 corvin a cada 12 segundos
- corte do corvin: 1,5 corvin/minuto \Rightarrow 1 corvin a cada 40 segundos

Total: 106,5 segundos para cada sapato, ou 213 segundos para cada par de sapato

Assim, podem ser produzidos aproximadamente **135 pares de sapatos/dia** por cada trabalhador. Ao final de um mês, pode-se produzir aproximadamente 2700 pares de sapato, com apenas um trabalhador.

2. Estimativa do tempo de produção:

- corte do solado: 24 solados/minuto \Rightarrow Total = 6,25 minutos
- rabisco de molde do corvin: 8 corvins/minuto \Rightarrow Total = 37,5 minutos
- corte do corvin: 2 corvins/minuto \Rightarrow Total = 150 minutos

Tempo total aproximado dedicado ao corte: **3,23 horas/dia**

Número mínimo sugerido de trabalhadores nesta etapa: 2 para corte e 2 para colagem e acabamento ou 3 para corte e colagem e acabamento.

Tabela 9 – Valor de investimento inicial para a alternativa B

<i>Ferramenta de trabalho utilizada</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Estimativa de custo</i>
Tesoura para corte de corvin	2	R\$ 40,00
Caneta para riscar corvin	2	R\$ 0,50
Moldes em cartolina (corvins)	4	R\$ 0,80
Máquina tipo balancim	1	R\$ 1.500,00
Facas para corte de solado Mini	8	R\$ 51,20
Facas para corte de solado Médio	8	R\$ 72,00
TOTAL:	-	R\$ 1.626,10

9.3 Alternativa C: manual máquina

O corte do solado será realizado manualmente por instrumento tipo tesoura e o corte de tecido será feito por máquina. A fim de se estimar a capacidade produtiva do corte por máquina, determinou-se que serão utilizados de uma só vez 4 moldes de cada tipo de faca (o corpo do tecido possui 2 tipos), no total de 8 moldes por movimento de prensa.

1. Estimativa da capacidade:

- rabisco de molde do solado: 8 solados/minuto \Rightarrow 1 solado a cada 6,7 segundos
- corte do solado: 2 solados/minuto \Rightarrow 1 solado a cada 30 segundos
- corte do corvin: 24 corvins/minuto (3 movimentos da prensa) \Rightarrow 1 tipo de cada corvin a cada 5 segundos

Total: 41,7 segundos para cada sapato, ou 83,4 segundos para cada par de sapato

Assim, podem ser produzidos aproximadamente **345 pares de sapatos/dia** por cada trabalhador. Ao final de um mês, pode-se produzir aproximadamente 6900 pares de sapato, com apenas um trabalhador.

2. Estimativa do tempo de produção para a meta de 75 pares de sapato/dia (150 solados, 300 corvins):

- rabisco de molde do solado: 9 solados/minuto \Rightarrow Total = 16,7 minutos

- corte do solado: 3 solados/minuto \Rightarrow Total = 50 minutos
- corte do corvin: 24 corvins/minuto \Rightarrow Total = 12,5 minutos

Tempo total aproximado dedicado ao corte = **1,19 hora/dia**

Número sugerido de trabalhadores nesta etapa: 1 para corte e 2 para colagem e acabamento, ou 3 para corte, colagem e acabamento.

Tabela 10 – Valor de investimento inicial para a alternativa C

<i>Ferramenta de trabalho utilizada</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Estimativa de custo</i>
Tesoura para corte de borracha	1	R\$ 20,00
Caneta para riscar borracha	1	R\$ 0,25
Moldes em cartolina (solado)	2	R\$ 0,40
Máquina tipo balancim	1	R\$ 1.500,00
Facas para corte de corvin Mini	8	R\$ 97,60
Facas para corte de corvin Médio	8	R\$ 63,60
TOTAL:	-	R\$ 1.681,85

9.4 Alternativa D: máquina máquina

1. Estimativa da capacidade produtiva:

- corte do solado: 24 solados/minuto (4 movimentos da prensa) \Rightarrow 1 solado a cada 2,5 segundos
 - corte do corvin: 24 corvins/minuto \Rightarrow 1 tipo de cada corvin a cada 5 segundos
- Total: 12,5 segundos para cada sapato, ou 25 segundos para cada par de sapato

Assim, podem ser produzidos aproximadamente **1152 pares de sapatos/dia** por cada trabalhador. Ao final de um mês, pode-se produzir aproximadamente 23040 pares de sapato, com apenas um trabalhador.

2. Estimativa do tempo de produção:

- corte do solado: 24 solados/minuto (4 movimentos da prensa) \Rightarrow Total = 6,25 minutos
- corte do corvin: 24 corvins/minuto \Rightarrow Total = 12,5 minutos

Tempo total aproximado dedicado ao corte = **0,33 hora/dia ou 19,9 minutos/dia**.

Número mínimo sugerido de trabalhadores nesta etapa: 2 para corte, colagem e acabamento.

Tabela 11 – Valor de investimento inicial para a alternativa D

<i>Ferramenta de trabalho utilizada</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Estimativa de custo</i>
Máquina tipo balancim	1	R\$ 1.500,00
Facas para corte de solado Mini	8	R\$ 51,20
Facas para corte de solado Médio	8	R\$ 72,00
Facas para corte de corvin Mini	8	R\$ 97,60
Facas para corte de corvin Médio	8	R\$ 63,60
TOTAL:	-	R\$ 1.784,40

10. PROJETO BÁSICO

Para a escolha da melhor alternativa, foram definidos os seguintes atributos para compor a matriz de decisão:

- *Produtividade*: é a relação entre bens e serviços produzidos e os recursos utilizados para a produção, que podem ser: mão-de-obra, matéria-prima, equipamentos e tempo, segundo a FIESP – Fundação das Indústrias do Estado de São Paulo. Tal atributo, portanto, tem como função qualificar a produtividade das alternativas em relação a tempo e mão-de-obra necessária.
- *Segurança do trabalhador*: este projeto priva pela segurança do trabalhador durante a fabricação dos sapatos, no manuseio de ferramentas e máquinas, portanto é de extrema importância avaliar este atributo nas alternativas propostas.
- *Facilidade de fabricação*: o tempo despendido com treinamento dos trabalhadores bem como a complexidade da fabricação dos sapatos devem ser levados em consideração.
- *Investimento inicial*: contabiliza os gastos com a obtenção das ferramentas de trabalho necessárias para iniciar o processo.
- *Capacidade de expansão*: é importante atentar para a possibilidade de futura expansão na produção dos sapatos e/ou na distribuição dos produtos para outros mercados. Sendo assim, a capacidade de expansão de cada alternativa deve ser medida.

ATRIBUTO	Peso	Alternativ a A		Alternativ a B		Alternativ a C		Alternativ a D	
		nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp	nota	nxp
Produtividade	0,22	3	0,66	4	0,88	6	1,32	9	1,98
Segurança	0,28	6	1,68	6	1,68	6	1,68	8	1,96
Facilidade de fabricação	0,15	3	0,45	4	0,60	6	0,90	8	1,20
Investimento inicial	0,20	9	1,80	8	1,60	7	1,40	3	0,60
Capacidade de expansão	0,15	2	0,30	7	1,05	7	1,05	10	1,50
Soma:	1,00		4,89		5,81		6,35		7,52

Figura 23 – Matriz de decisão

Assim, concluiu-se que a melhor escolha seria a alternativa D, que conta com máquina para o corte de ambas partes do sapato, solado e corvin.

Percebeu-se, através da matriz de decisão, que a utilização de máquinas para as principais etapas na fabricação dos sapatos contribuiria fortemente para um processo mais produtivo e fácil. A etapa de corte das partes do sapato trata-se de um procedimento que não necessita ser manual para garantir o caráter artesanal do produto, e que assegura maior produtividade e uniformidade na fabricação dos sapatos. Garantir a uniformidade mostra-se importante para a padronização dos produtos fabricados e comercializados na ONG, o que lhe confere imagem de entidade séria e preocupada com seus produtos e na satisfação de seus clientes, valores estes que devem mesmo ser passados aos aprendizes do Grupo Primavera.

10.1 Resumo descritivo das etapas de fabricação dos sapatos

No mínimo dois trabalhadores devem realizar a fabricação dos sapatos e seguir as seguintes etapas:

- 1) Corte da borracha E.V.A para solado e palmilha, no balancim.
- 2) Corte do corvin, no balancim.
- 3) Picote manual da borda do corvin para a etapa de colagem
- 4) Montagem e colagem.
- 5) Acabamento e expedição

A quantidade de trabalhadores determinada neste projeto foi estabelecida de acordo com a produtividade máxima possível de cada trabalhador, em um período de 8 horas diárias. O Grupo Primavera, no entanto, poderá determinar quantos trabalhadores irá selecionar pois o custo de produção de cada par de sapatos já foi determinado.

11. PROJETO DA MÁQUINA

O projeto da máquina iniciou-se a partir de um desenho de leiaute da máquina (ANEXO A), desenho este que torna possível obter uma primeira visualização das características e modo funcional da máquina. Foram propostas 3 idéias de leiaute, mas apenas uma apresentou-se funcional. As dimensões presentes no desenho de leiaute foram estimadas e sofreram modificações ao longo do projeto, quando foi possível avaliar as medidas e dimensões adequadas para cada parte. Neste momento, executou-se também uma imagem ilustrativa em 3D, realizada pelo designer gráfico Fernando Gandini, para melhor visualização da configuração da máquina.

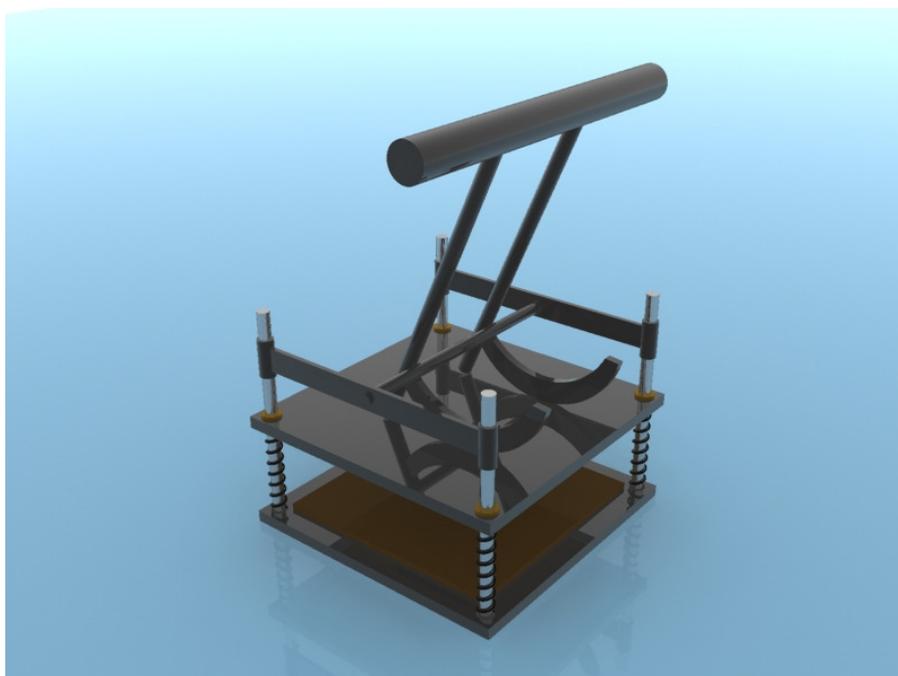


Figura 24 – Imagem ilustrativa máquina em 3D

11.1 Cálculo de esforços e dimensionamento

Para determinar a força necessária para realizar o corte dos materiais (corvin e EVA), seria necessário determinar a tensão de cisalhamento de cada material e a área de contato entre a faca e o material para então realizar o seguinte cálculo para cada material:

$$F_{corte} = \tau_{cis} \cdot A$$

Porém, os valores dessas tensões de cisalhamento não foram facilmente encontrados na literatura e, diante da facilidade para o corte de tais materiais - com uma tesoura simples, como já foi citado anteriormente, corta-se sem dificuldade

qualquer um dos dois materiais - optou-se por estimar a força necessária para o corte. Inicialmente estimou-se que a força necessária para efetuar o corte dos materiais seria em torno de 200N. Contudo, tal valor não apresentava grande relevância durante o dimensionamento da máquina, uma vez que esta força a ser aplicada pelo operador é consideravelmente pequena e também pode variar de acordo com o tamanho do braço da alavanca projetada, ou seja, dependendo de quão longo seja a alavanca para acionar a máquina, qualquer ser humano é capaz de manusear tal máquina. Sendo assim, optou-se por não determinar o valor da força na fase inicial do projeto, uma vez que não se trata de um aspecto relevante para a determinação das partes da máquina. A calibração do valor da força foi realizada durante a fabricação do protótipo.

Para o dimensionamento e fabricação da mola contactou-se a Brasilmol Indústria de Molas Ltda, que gentilmente auxiliou no cálculo da mola e, por fim, realizou doação das molas ao projeto. Os parâmetros de entrada foram os seguintes:

1. Altura livre: em torno de 100 a 130mm
2. Deflexão após imposição de $F1=98N$ (chapa de aço superior + chapa das facas): entre 15 e 25mm
3. Altura de máxima compressão da mola (L8), após aplicação da força de corte (F8): menor ou igual a 30mm (altura estimada a partir da soma da chapa das facas + cepo)
4. Diâmetro interno: maior que $\frac{1}{2}$ pol
5. Diâmetro externo: até 35mm

A partir de um software especializado no cálculo e dimensionamento de molas presente na indústria, obteve-se a mola apropriada para o projeto, cuidando para que ela não extrapolasse o limite de fadiga e apresentasse vida útil longa. Assim, obteve-se uma mola com as seguintes características:

1. Altura livre: 100 mm

$$k = 1,78 \frac{N}{mm}$$

2. Constante elástica:

3. Altura de máxima compressão da mola (L8): 26mm

3. Diâmetro interno (Di): 17,5mm

4. Diâmetro externo (De): 21,5mm

5. Espessura do arame: 2mm

6. Número de espiras ativas: 13

7. Número de espiras total: 15

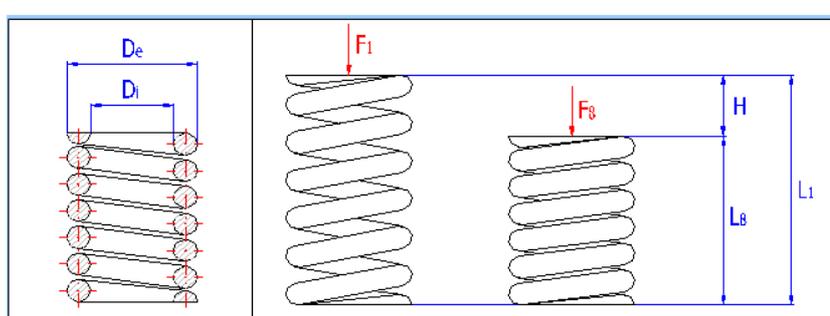


Figura 25 – Desenho esquemático das medidas da mola fabricada

Vale ressaltar que o valor da constante elástica foi determinada consequentemente aos parâmetros de entrada, segundo o software. Porém, inicialmente, foram realizados cálculos ($F = k \cdot x$) para garantir que a mola apresentasse um k pequeno a fim de facilitar o movimento de compressão das molas para realizar o corte. Este sim era um aspecto bastante relevante a ser considerado no projeto pois a mola não deveria ser tão resistente a ponto de dificultar o trabalho do operador. Mas, ao mesmo tempo, não poderia ter baixa resistência pois deveria suportar o peso da chapa superior + suporte com facas sem gerar grandes deformações, possibilitando que um espaço considerável entre a chapa superior e a inferior existisse, espaço esse suficiente para o operador introduzir sua mão para fixar o suporte das facas.

Durante o desenvolvimento do processo de fabricação dos sapatos, estimou-se que esta máquina cortaria em torno de 4 corvins (4 corvins da parte frontal do sapato e 4 corvins da parte traseira) e 8 solados, por descida de máquina – os solados possuem dimensão menor que os corvins, sendo possível portanto aproveitar melhor o espaço da máquina. Assim, de acordo com o tamanho das facas, o espaço para os moldes foi estimado com a dimensão mínima de 250mmx250mm, onde as bases das facas encaixam. Baseado nessa dimensão, estimou-se a dimensão da máquina como aproximadamente 300mmx300mm. A altura da máquina ficou estabelecida de acordo com os eixos-guias escolhidos de 250mm.

11.2 Materiais selecionados para fabricação e estimativa de preços

Os materiais utilizados na fabricação da máquina foram estabelecidos de acordo com dois critérios: resistência associada à durabilidade, e robustez para garantir estabilidade no uso da máquina. Diversos materiais podem ser utilizados em determinadas partes da máquina e, sendo assim, realizou-se intensa pesquisa por menor preço entre diversos fornecedores de cada ramo para estimativa de preço final da máquina (tabela 12).

Tabela 12 – Cotação de preços de materiais

Parte da máquina	Material	Preço	Fornecedor
Base superior e inferior (2 chapas)	Chapa de aço 1020 reuso (300mmx300mmx12,7mm)	R\$ 67,00	Mexicano - Aços em geral de reuso
	Chapa de aço(300mmx300mmx12,7mm)	R\$ 78,00	AçoMetal
	Placa de Nylon (1000mmx3000mmx20mm)	R\$ 871,00	Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda.
	Placa de PVC (1000mmx3000mmx20mm)	R\$ 609,00	Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda.
4 Guias (250mm x Ø 1/2")	Aço inox	R\$ 32,00	Blank Inox.
8 Buchas	Tarugo de latão	R\$ 30,37	AçoMetal
6 Bases para fixar as facas (250mmx250mm)	Celeron	R\$ 58,50	Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda.
1 Cepo (250mmx250mm)	Celeron	R\$ 9,75	Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda.
4 Molas	Aço carbono DIN 17223 B	R\$ 25,00	Brasilmol Indústria de Molas Ltda
		R\$ 27,00	Casa das Molas.
Dispositivo de alavanca (peças diversas)	Aço 1020	R\$ 65,00	AçoMetal

11.3 Desenho de fabricação em CAD

O desenho de fabricação encontra-se no ANEXO B.

12. FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Realizado o projeto da máquina, optou-se pela fabricação de um protótipo em tamanho real, o que possibilitaria uma melhor avaliação do funcionamento dos dispositivos e da máquina em geral. Foram utilizados os mesmos materiais escolhidos para compor a máquina real.

Foram utilizadas seis placas do material celeron (250mmx250mmx6,35mm) para fixar os diferentes tipos de facas. Essas placas (fig. 26) são intercambiáveis, o que torna possível a utilização da mesma máquina para cortar tanto o solado de borracha quanto o corpo de corvin, como se estabeleceu no início do projeto. A fixação das placas na chapa superior da máquina é realizada através de 4 parafusos de 1/4" e 4 borboletas.



Figura 26 – 6 Bases de Celeron intercambiáveis

Uma placa de celeron também foi utilizada como ceppo, fixada com 4 parafusos na chapa de aço inferior (fig. 27). O ceppo irá evitar que haja contato entre as facas e a superfície da chapa, o que poderia acelerar a perda da afiação das facas.



Figura 27 – Cepo de celeron

Buchas de latão foram usinadas e posicionadas nos 4 furos de cada chapa, tanto na inferior quanto na superior, para evitar o desgaste do aço durante o movimento da máquina. As buchas também realizaram a função de fixar a mola, não permitindo a ocorrência de flambagem da mola.

Os dispositivos para movimentar a máquina foram fixados por solda (fig 28).



Figura 28 – Protótipo fabricado

12.1 Custo final do protótipo

Dentre os materiais relacionados na tabela 12, foram escolhidos aqueles de menor custo para a fabricação do protótipo. Determinados materiais foram doados, o que diminuiu o valor do custo final do protótipo. O custo com mão-de-obra para fabricação não foi estimado.

Tabela 13 – Custo total do protótipo

Parte da máquina	Quant	Material	Preço
Base superior e inferior	2	Chapa de aço (300mmx300mmx12,7mm)	R\$ 78,00
Guias (250mm x □ 1/2")	4	Aço inox	R\$ 32,00
Buchas	8	Tarugo de latão	doação
Bases para fixar as facas (250mmx250mm)	6	Celeron	R\$ 58,50
Cepo (250mmx250mm)	1	Celeron	R\$ 9,75
Molas	4	Aço carbono DIN 17223 B	doação
Dispositivo de alavanca (peças diversas)	-	Aço 1020	doação
Facas para corte	32	Aço 1020	R\$ 312,60
Total:			R\$ 490,85

13. GUIA DE ORIENTAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA MÁQUINA

Em toda e qualquer operação com máquinas, é de vital importância orientar o operador quanto ao modo e condições de operação da máquina, bem como práticas para manutenção da máquina. Para a presente máquina, foi escrito um guia de operação e manutenção que deve ser lido e respeitado pelo operador e serve como uma primeira orientação antes de iniciar a operação da máquina (ANEXO C).

14. PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO – POP

Procedimento Operacional Padrão (POP) – do inglês, Standard Operating Procedure – é uma descrição detalhada de todas as operações necessárias para a realização de uma atividade, indicando procedimentos de segurança, seleção e uso adequado de recursos e ferramentas e condições para assegurar a repetição do desempenho dentro das variações previstas ao longo do tempo, garantindo assim a qualidade e uniformidade do processo ou produto resultante. Em geral, tem-se como POP um plano para atingir a meta padrão de qualquer processo, seja em fábrica, indústria, laboratório ou oficina e faz parte da etapa de planejamento do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), processo pelo qual busca-se a melhoria contínua em normas e sistemas de gestão, independentemente da área ou departamento (vendas, compras, engenharia, pesquisa), visando o constante aprimoramento e sucesso nas atividades. Basicamente o PDCA segue o seguinte ciclo presente na figura 27.

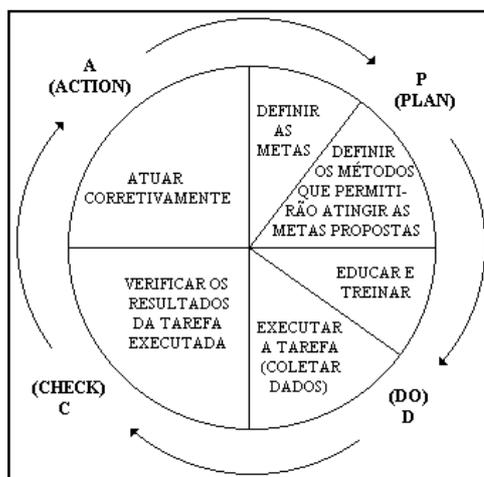


Figura 29 – Ciclo PDCA

O conjunto de procedimentos operacionais padrão é o próprio planejamento operacional da empresa. Assim, de modo mais simplificado porém completo, indica-se que seja feito um POP para a realização das etapas de fabricação dos sapatos do Grupo Primavera, garantindo a obtenção de um produto de qualidade e buscando um constante aprimoramento no modo de fabricar, no tempo despendido e na prática do operador. Geralmente, o POP é escrito pela pessoa que executa a tarefa pois esta é a que mais entende da atividade e de suas dificuldades e necessidades de mudança. Como uma das etapas da fabricação será feita por pessoas da comunidade em suas próprias casas – etapas posteriores ao corte – recomenda-se que uma representante

do Grupo Primavera estude e entenda estas etapas e escreva um POP, distribuindo para cada trabalhador. Assim, num primeiro momento, estas etapas podem ser uniformizadas e, havendo necessidade de mudanças em alguma parte do processo, os próprios trabalhadores poderão sugerir modificações e implementar um novo POP. É importante que o POP mantenha-se sempre atualizado – a data de atualização deve estar sempre presente no documento – assegurando que as atividades e os produtos fabricados atendam um padrão pré estabelecido pelo Grupo Primavera e, caso ocorra a substituição de um trabalhador, o processo já esteja documentado para orientar o novo operador.

15. DISCUSSÃO

Para a elaboração deste projeto, foi concedido pelo Grupo Primavera total liberdade para reformulação do modelo do sapato a ser fabricado, devido ao desconhecimento do processo realizado pela empresa de brinquedos fornecedora dos sapatos comercializados atualmente. Porém, ao tentar formular alternativas para a fabricação dos sapatos, percebeu-se que seriam obtidas inúmeras variáveis – modelo, materiais, método de corte, método de colagem e acabamento – o que tornaria esta etapa de desenvolvimento de processo longa e complexa, distanciando-se da conclusão do projeto. A escolha da manutenção do modelo já existente foi de consenso também da instituição e, mesmo que se opte por produzir outros modelos de sapato futuramente, o projeto presente ainda pode atender suas necessidades, uma vez que o processo de fabricação dos sapatos foi elaborado por método abrangente, priorizando os métodos de corte de materiais e máquina envolvida no processo. Assim, torna-se possível realizar o corte de diferentes materiais e diferentes formatos de sapato, bastando fabricar as facas necessárias e realizar a substituição.

Talvez seja possível encontrar outros métodos ou maquinários envolvidos em processos semelhantes, e que não foram citados neste trabalho, pois buscou-se enumerar apenas aqueles mais facilmente encontrados nas indústrias para então escolher os mais simples e de baixo custo, características essenciais em uma produção pequena e artesanal.

Algumas etapas do processo de fabricação de sapatos proposto poderão ser reformuladas posteriormente, conforme necessidade do Grupo Primavera.

Os tempos estimados para a execução de algumas etapas podem vir a sofrer ligeiras variações pois dependem de diversos fatores relacionados ao trabalhador, perfil ainda desconhecido neste projeto. Os tempos estimados irão variar também devido ao treino e prática para a execução das etapas ao longo do tempo. Todavia, qualquer variação de tempo não irá impactar fortemente no processo já desenvolvido pois os cálculos e estimativas foram realizados com uma margem de segurança, ou seja, se um trabalhador demorar tempo maior para realizar o trabalho, ele ainda pode alcançar a produção desejada.

Cálculos aprofundados a respeito de custo de produção não foram realizados devido ao único custo ser pré-estabelecido pela própria instituição e decorrente de

mão-de-obra. A fonte de obtenção da matéria-prima também ficou totalmente sob responsabilidade do Grupo Primavera. A máquina projetada não necessita de fonte elétrica, não gerando custos fixos com energia elétrica. É possível, no entanto, que existam despesas quanto à entrega dos materiais provenientes de doação, o que fica a critério do Grupo Primavera avaliar a melhor alternativa, cuidando sempre para contabilizar os custos totais dos bonecos a fim de se determinar se a produção continua sendo rentável.

Outra possível pequena despesa seja no trabalho para adaptar os materiais ao tamanho mínimo para o corte na máquina. Como os materiais doados apresentam variações dimensionais – vêm em tamanhos diversos – não foi estabelecido um formato ideal e único do material a ser utilizado na máquina, é necessário apenas que o tecido ou a borracha possuam as dimensões mínimas de 250mmx250mm (de acordo com as chapas de celeron utilizadas como base para as facas e para o cepo). Caso o corvin ou EVA sejam fornecidos em rolo, será necessário apenas realizar o corte na largura, dividindo-o em rolos menores. Durante o corte, basta apenas desenrolar o material na medida da máquina e cortá-lo.

O custo final do protótipo, que segue fielmente as características da máquina real, apresentou-se bastante inferior ao valor de R\$ 1.500,00 estimado durante a etapa de desenvolvimento do processo de fabricação dos sapatos. Tal diferença ocorreu em parte devido aos materiais doados, mas também devido ao fato da máquina ter sido estimada em uma etapa inicial e bastante prematura ainda. Sabia-se certamente que a máquina teria custo consideravelmente inferior ao balancim de solas de R\$ 6.200,00 (fonte: Alfa Máquinas LTDA) mas não era possível prever quanto inferior seria. Vale salientar, contudo, que tal valor super estimado não acarretou em nenhuma inconsistência durante o processo de análise comparativa das diversas alternativas de corte (alternativas A, B, C e D apresentadas no capítulo 9), uma vez que a máquina de corte era a mesma para o corte de corvin e o corte de EVA.

16. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do processo de fabricação de sapatos deste projeto foi baseado nos processos já utilizados nas indústrias de calçados e em idéias propostas no método da Engenharia reversa, mas buscou-se selecionar as alternativas mais simples e de baixo custo, descartando logo qualquer possibilidade de uso de máquinas de alta precisão e elevada produtividade, destinadas a grandes processos fabris. Este projeto requer o desenvolvimento de um processo de produção artesanal simples e fácil.

No uso da matriz de decisão para escolha da melhor alternativa foi indicada aquela cujo investimento inicial era maior, o que talvez contradiga a afirmação do parágrafo anterior. Deve-se entender, porém, que o investimento estimado no processo poderá ser compensado pela elevada produtividade e facilidade que tal processo de fabricação implica, tornando-o bastante rentável e passível de ser direcionado para outros fins, já que sua capacidade produtiva é extremamente alta e o montante absorvido pelos bonecos de pano do Grupo Primavera é rapidamente obtido pelos trabalhadores. A máquina projetada, por exemplo, poderá ser destinada à fabricação de outros produtos ou parte de algum processo, ou até mesmo realizar maior montante de sapatos para distribuição em outros mercados. Basta realizar projeto de outras facas para se obter um uso específico, sendo que tais moldes apresentam baixíssimo custo quando comparados a todo o processo.

A inexistência de cálculos referentes a custos e despesas do processo tornou o desenvolvimento de alternativas relativamente simples, pois o valor do único gasto de produção, referente à mão-de-obra já foi fixado pelo GP. Tal fato, porém, não garantiu que qualquer alternativa proposta fosse inteiramente aceita. A alternativa de se produzir todo o sapato manualmente apontou que a demanda de sapatos seria atendida, a um baixíssimo investimento inicial, em troca de meios extremamente rudimentares, burocráticos e sem grandes possibilidades de expansão.

A máquina, tipo balancim, tornou-se o principal foco do estudo final. Em um primeiro momento, foram propostos três modelos de máquina, mas apenas um foi viabilizado por aspectos funcionais e construtivos, sendo os outros dois descartados logo no início do projeto, por isso não ser citado neste relatório. Buscou-se tornar a

máquina o mais simples possível, tanto no aspecto construtivo quanto funcional, conduzindo a um baixo custo de fabricação e manutenção, além de facilitar o treinamento e aprendizado dos operadores.

Planejou-se obter apenas uma unidade da máquina, que deve permanecer na instituição para que os trabalhadores realizem rapidamente o corte das partes do sapato no local e em seguida dirijam-se às suas casas para executar as etapas de colagem e acabamento dos sapatos. Especial atenção, portanto, deve ser dada às etapas de fabricação dos sapatos após o corte, uma vez que não terão supervisão direta durante a execução. Deve ser realizado um Procedimento Operacional Padrão (POP) a fim de garantir a manutenção da qualidade do produto fabricado e buscar melhoria contínua no tempo despendido, no processo de fabricação e na atividade realizada pelo trabalhador. A quantidade de trabalhadores empregados neste processo fica a critério do Grupo Primavera, que fica também encarregada de selecionar as pessoas mais aptas para as dadas funções presentes na fabricação dos sapatos.

A produtividade resultante do uso desta máquina atende e ultrapassa a demanda mensal do Grupo Primavera. De acordo com o estudo apresentado no capítulo 9, é possível produzir em torno de 1152 pares de sapatos/dia, sendo que a necessidade da entidade atualmente apresenta-se em torno de 1500 pares de sapatos/mês. Assim, o objetivo deste trabalho foi alcançado com um processo de fabricação descrito e um equipamento auxiliar projetado, que atende e ainda supera a produtividade requerida no momento.

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C**GUIA DE ORIENTAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA MÁQUINA**

Autor: Bianca Ito – Escola Politécnica da USP

Local: Grupo Primavera

I. OPERAÇÃO

1. Garantir que a máquina esteja devidamente posicionada em superfície plana e segura, evitando possíveis movimentos indesejados durante o uso que podem ser prejudiciais ao operador ou à operação de corte do material.
2. Utilizar luvas protetoras de resistência ao corte.
3. Atentar se a chapa superior está em posição segura a fim de evitar possível acidente no momento da troca das placas intercambiáveis.
4. Cuidadosamente apoiar a placa das facas na palma da mão e levar de encontro à chapa superior da máquina. Realizar a fixação encaixando o parafuso pelo furo passante e girando as borboletas presentes na parte posterior.
5. Cuidadosamente posicionar o tecido ou borracha no cepo, na posição correta.
6. Verificar se não há nenhum objeto indesejado em contato com a máquina.
7. Com as duas mãos, abaixar a alavanca aplicando força para realizar o corte do material.
8. Terminado o curso da chapa superior, quando a mola retornar à posição inicial sem deflexão, retirar o material do cepo.
9. Para a troca da placa de facas, realizar o mesmo procedimento a partir do item 4.

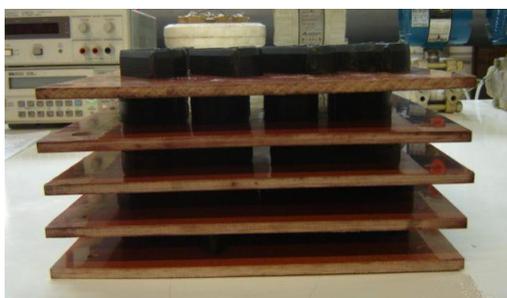
GUIA DE ORIENTAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA MÁQUINA

Autor: Bianca Ito – Escola Politécnica da USP

Local: Grupo Primavera

II. MANUTENÇÃO

1. Aplicar óleo lubrificante entre os eixos guias e as buchas de latão a cada 30 dias de uso ou antes, caso julgar necessário.
2. Evitar trocar as chapas das facas diversas vezes. Ao realizar uma troca, utilize as facas para cortar todos os materiais necessários.
3. A fim de evitar desgaste prematuro das facas, resultando em perda de afiação, posicionar as placas de facas que não estão em uso de acordo com a figura abaixo, mantendo as facas voltadas para a parte superior.



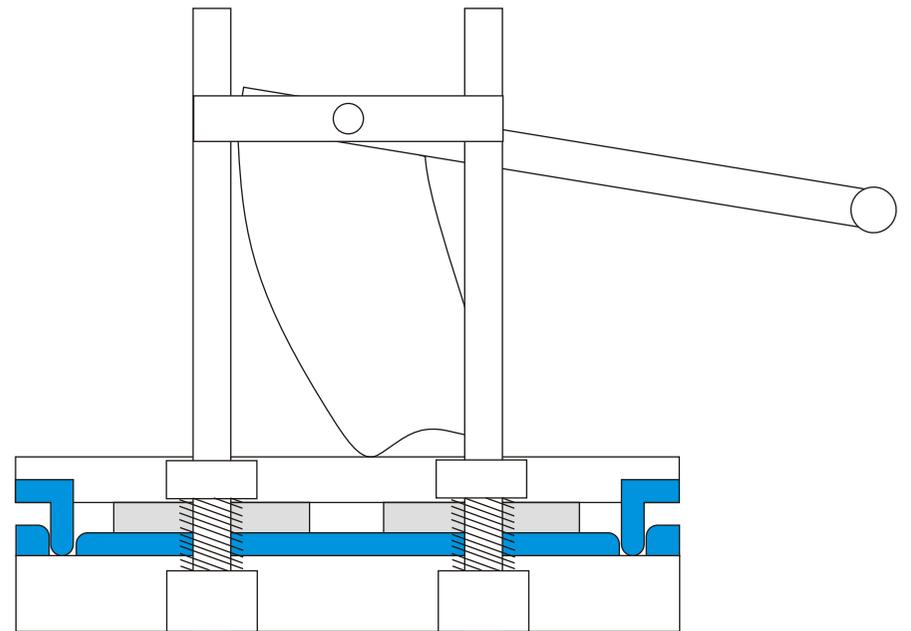
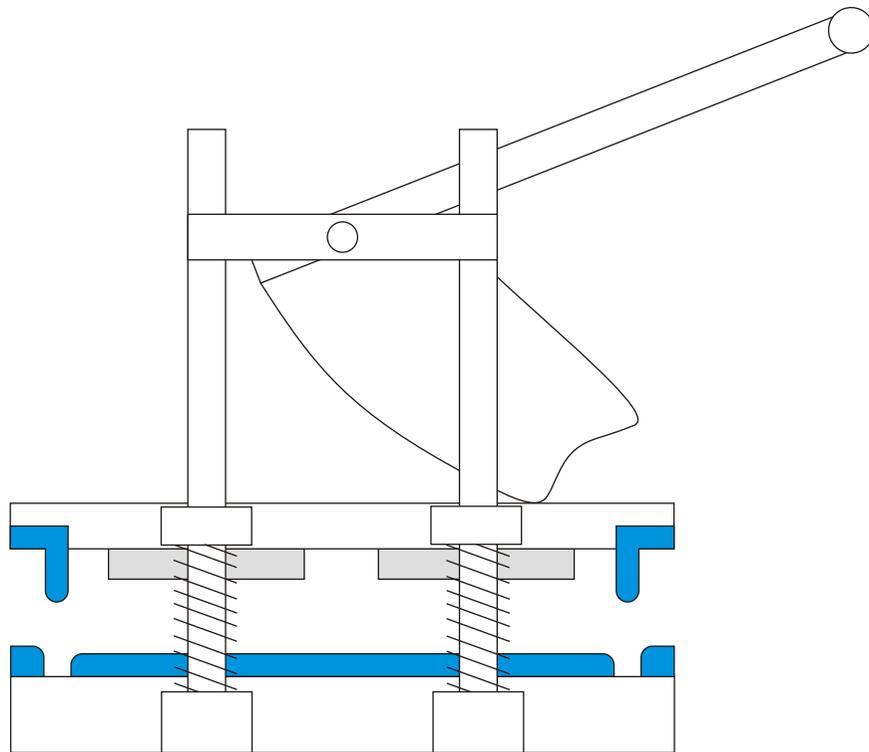
LISTA DE REFERÊNCIAS

- [1] *Kaminski*, Paulo Carlos. Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- [2] *Martins*, E. Contabilidade de custos. São Paulo, Atlas, 1987.
- [3] *Provenza*, Francesco. Estampos. Protec, 1977.
- [4] *Provenza*, Francesco. Desenhista de Máquinas. Protec, 1991.
- [5] *Provenza*, Francesco. Molas. Protec, 1991.
- [6] *Shigley*, Joseph Edward. Mechanical Engineering Design. McGraw Hill International Editions, 1899. 5a.edição.

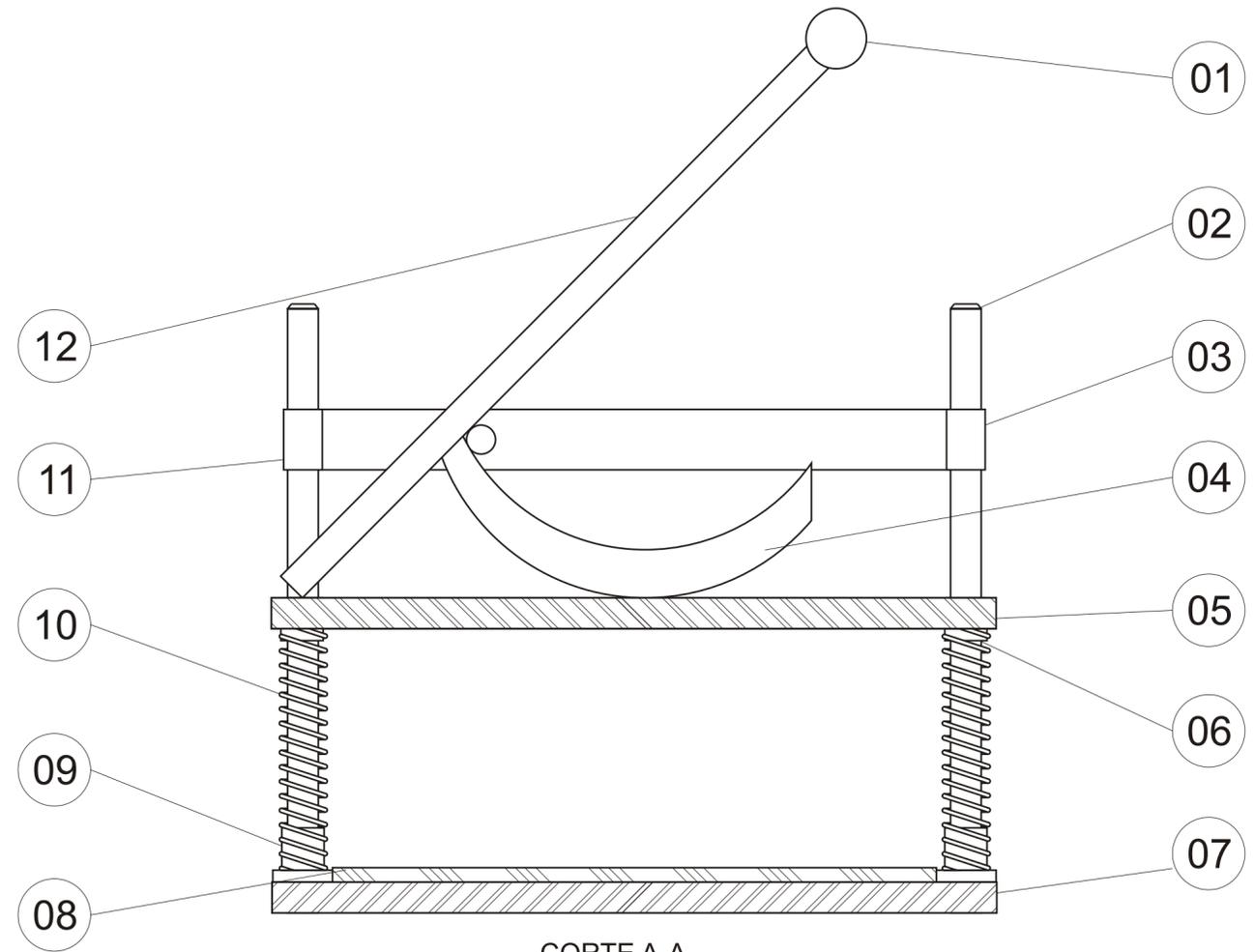
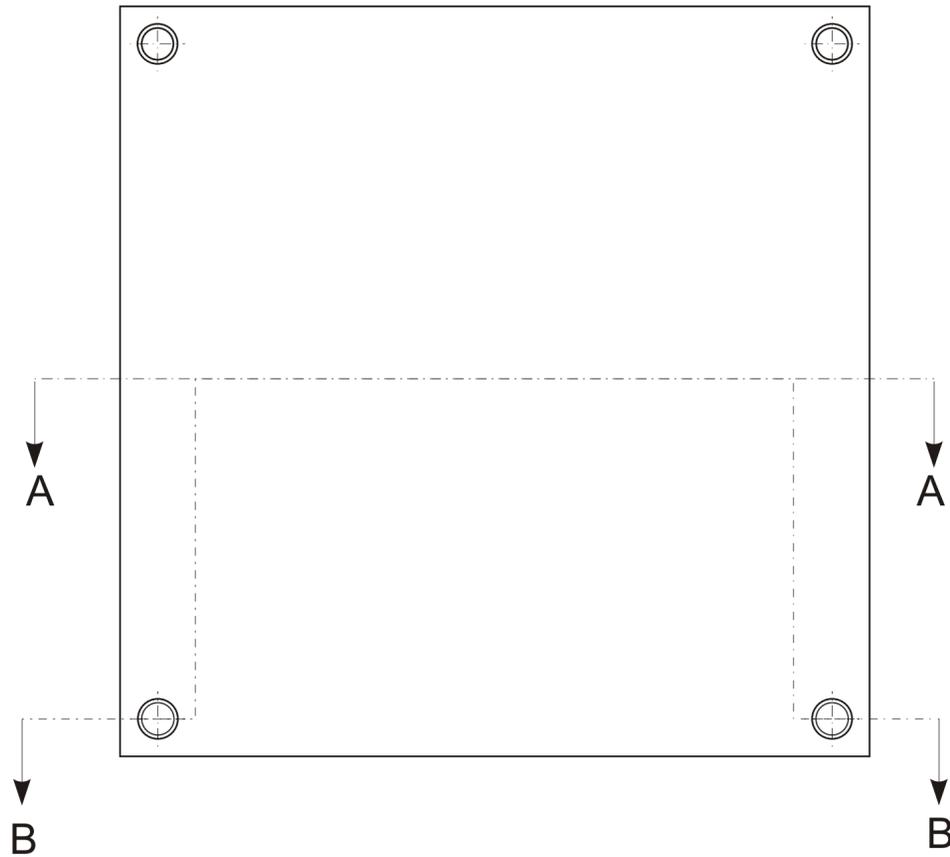
Websites:

- Açometal
www.acometal.com.br (último acesso em 20/10/2007)
- Afigraf – Fabricação e afiação e facas
www.afigraf.com.br (último acesso em 02/06/2007)
- Alfa Máquinas
www.alfa-maquinas.com.br (último acesso em 02/06/2007)
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA
www.anvisa.gov.br/ (último acesso em 09/11/2007)
- Associação Brasileira de Organizações não Governamentais
www.abong.org.br/ (último acesso em 03/05/2007)
- Brasilmol Indústria de Molas Ltda
www.brasilmol.com.br (último acesso em 04/11/2007)
- Blank Inox
www.blankinox.com.br (último acesso em 20/10/2007)
- CASEG – Comércio de Artigos de Sapataria e Estofaria
www.caseg.com.br/ (último acesso em 10/06/2007)
- Delamaq – Máquinas de costura
www.delamaq.com.br (último acesso em 02/06/2007)
- EVArte
www.evarte.com.br/ (último acesso em 03/10/2007)

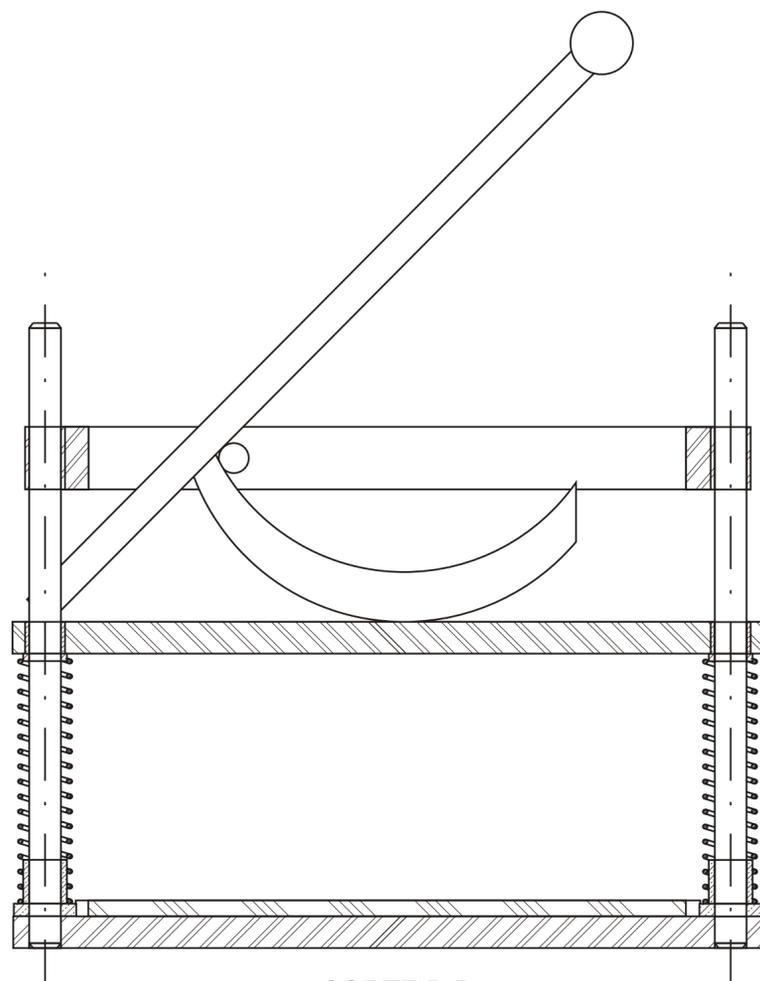
- EVA técnica
www.evatecnica.com.br (último acesso em 03/10/2007)
- Grupo Primavera
www.gprimavera.org.br (último acesso em 13/10/2007)
- How Stuff Works - Brasil
www.hsw.com.br (último acesso em 02/06/2007)
- Lantextil
www.lantextil.com.br/produtos/0-0-429/-cortador-de-tecido-fy8-1.html (último acesso em 02/06/2007)
- Mundial SA.
www.mundial.ind.br/por/index.asp (último acesso em 02/06/2007)
- Panmatic – Empresa de Máquinas e Acessórios
www.panmatic.com.br/ (último acesso em 03/06/2007)
- Procopios – Máquinas e acessórios para costura
www.procopios.com.br/ (último acesso em 03/06/2007)
- Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas do Senai
www.sbrt.ibict.br
- Só Facas LTDA (último acesso em 05/06/2007)
www.sofacas.com.br
- Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda.
www.vick.com.br (último acesso em 03/10/2007)
- 3m.
www.3m.com (último acesso em 12/06/2007)



Nome: Bianca Ito	NUSP: 4942307	Orientador: Prof. Marcelo Alves
PME2599 - Projeto Integrado II		12/09/2007
1:5	Leiaute 2 - Máquina de corte	EPUSP



CORTE A-A



CORTE B-B

12	Braço da alavanca	01	SAE 1020	
11	Eixo - base da alavanca	01	SAE 1020	
10	Mola, $k=1,78N/mm$	04	Aço-mola	$D_{int}=17,5mm$ $D_{ext}=21,5mm$
09	Bucha	04	Latão	
08	Cepo	01	Celeron	
07	Chapa inferior	01	SAE 1020	
06	Bucha	04	Latão	
05	Chapa superior	01	SAE 1020	
04	Dispositivo de perfil "Foice"	02	SAE 1020	
03	Braçadeira para apoio	04	SAE 1020	
02	Pino guia	04	Aço Inox	
01	Barra horizontal - alavanca	01	SAE 1020	
Peça	Denominação	Quantidade	Material	Observação
Nome: Bianca Ito		N USP: 4942307	Orient.: Prof. Marcelo A. L. Alves	
PME 2599 - Projeto Integrado II				27/10/2007
1:2	Prensa - Desenho de Conjunto			EPUSP