

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BENGALA PARA CEGOS

Jean Anagnostopoulos Jr.
Mauro Nucci de Toledo

São Paulo
2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BENGALA PARA CEGOS

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

Jean Anagnostopoulos Jr.
Mauro Nucci de Toledo

Orientador: Prof. Dr. Gilberto
Martha de Souza

Área de Concentração:
Engenharia Mecânica

São Paulo
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Anagnostopoulos Junior, Jean

Processo de produção de bengalas para cegos / J. Anagnostopoulos Junior, M.N. de Toledo. -- São Paulo, 2006.

80 p.

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

1.Deficiente visual 2.Desenvolvimento de produtos 3.Montagem do produto I.Toledo, Mauro Nucci de II.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecânica III.t.

RESUMO

O projeto tem como objetivo colaborar com a Fundação Dorina Nowill para Cegos [7], uma entidade sem fins lucrativos localizada na cidade de São Paulo, cujo propósito é reintegrar pessoas com deficiência visual à sociedade.

Um problema importante apontado pela fundação é a necessidade de fornecer aos deficientes visuais bengalas com boa qualidade e com preço inferior às atualmente presentes no mercado.

Neste sentido, este projeto aplica uma metodologia para o desenvolvimento de um processo de produção de bengalas que possa ser montado nas instalações da própria fundação, que empregue deficientes visuais na montagem dos produtos, que produza bengalas de alta qualidade e durabilidade, e, principalmente, que possam ser oferecidas aos deficientes visuais por um preço reduzido.

Para tanto, foram pesquisados e analisados os tipos de bengalas existentes no mercado, e, posteriormente, selecionados os modelos de maior aceitação. Com isso, estudou-se a viabilidade técnico-econômica de desenvolvimento e implantação do referido projeto. Por fim, definiu-se toda a concepção da bengala a ser produzida, bem como os processos de fabricação, a matéria prima e o maquinário necessário para a sua produção.

ABSTRACT

This project aims to cooperate with "Fundação Dorina Nowill para Cegos" [7], a non-profit organization located in the city of São Paulo, which purpose is to reintegrate people with visual deficiency in the society. The Foundation points out that there is a need for supply of high quality and low cost blind canes to people with visual deficiency.

In this sense, this project applies a methodology for the development of a blind cane manufacturing process that can be assembled in the premises of the Foundation, that could employ visually deficient individuals in the assembly line, and specially willing to attend the demand for low-cost blind canes.

For this purpose, the blind canes currently offered in the market and the most accepted models were researched and analyzed. Furthermore, the economic and technical viability for the development and implementation of the project were also studied.

Finally, the concept, manufacturing processes, raw material and necessary machinery for its production were determined.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1	Introdução.....	1
2	Objetivos	2
3	Projeto Poli Cidadã.....	3
4	Sobre a Fundação Dorina Nowill para Cegos	4
5	Sobre a Deficiência Visual no Brasil	5
6	Metodologia.....	6
7	Pesquisa do Produto	7
7.1	A Bengala	7
7.2	Tipos de Bengala	7
7.2.1	Bengala Rígida	7
7.2.2	Bengala Dobrável	8
7.3	Os Usuários e Suas Preferências	9
7.4	Fabricantes e Produtos Disponíveis no Mercado	11
8	Bengala Padrão	12
9	Análise de Viabilidade	13
9.1	Matéria Prima	13
9.2	Resumo do Processo de Produção.....	13
9.3	Ferramental Necessário	13
9.4	Estrutura das Instalações	14
9.5	Funcionários	14
9.6	Resumo da Estimativa de Custos	15
10	Variáveis do Produto e Propostas de Soluções.....	16
10.1	Material da Bengala.....	16
10.2	Dimensões da Bengala	18
10.3	Encaixes.....	20
10.3.1	Proposição de Alternativas	20
10.3.2	Seleção: Testes e Cotações	23
10.4	Elástico	27
10.5	Partes Plásticas	28
10.6	A Ponteira.....	29
10.7	A Luva.....	37
10.8	Pintura	40
11	Projeto da bengala	44
11.1	Processos de Fabricação	45
11.2	Ferramentas e Máquinas.....	48
11.3	Tempo de Produção.....	52
11.4	Layout da Planta de Produção	54
11.5	Funcionários	55
12	Análise de Custos	56
12.1	Custos Iniciais	56
12.1.1	Gastos com Maquinário.....	56

12.1.2	Gastos com Instalação	56
12.1.3	Gastos com Protótipos.....	57
12.2	Custos Mensais.....	57
12.2.1	Custos Fixos	57
12.2.2	Custos Variáveis.....	57
13	Gestão da Qualidade.....	61
13.1	Controle de Qualidade do Material Recebido	61
13.2	Controle da Qualidade do Produto	62
14	Análise de Resultados	63
15	Conclusões.....	65
16	Referências Bibliográficas	66
Anexo A		

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de preços dos modelos encontrados	11
Tabela 2 - Dimensões da bengala padrão	12
Tabela 3 - Estimativa de preços dos componentes	13
Tabela 4 - Estimativa da relação e preços de equipamentos necessários	14
Tabela 5 - Estimativa de custos gerais	15
Tabela 6 - Características de alguns materiais	17
Tabela 7 - Comparação de medidas dos gomos	19
Tabela 8 - Relação de aproveitamento de material	19
Tabela 9 - Soluções a serem analisadas.....	20
Tabela 10 - Comparação de preço de chapa e tubo	26
Tabela 11 - Matriz de decisão da ponteira	36
Tabela 12 - Matriz de decisão da luva.....	40
Tabela 13 - Testes de cronometragem.....	53
Tabela 14 - Tempo médio de produção.....	54
Tabela 15 - Relação de custos com operarios	59
Tabela 16 - Relação de custos com matéria prima.....	60
Tabela 17 - Quantidade de resíduos de alumínio para reciclagem.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da metodologia adotada.....	6
Figura 2 - Usuário de bengala para cegos	7
Figura 3 - Bengala rígida.....	8
Figura 4 - Bengalas dobrada.....	8
Figura 5 - Bengala dobrável	9
Figura 6 - Questionário para pesquisa entre usuários.....	10
Figura 7 - Bengala padrão escolhida	12
Figura 8 - Encaixe por expansão e redução de tubo de diâmetro único	14
Figura 9 - Encaixe por tubos de diâmetros diferentes colados.....	14
Figura 10 - Exemplos de perfis extrudados	21
Figura 11 - Esquema ilustrativo da solução 1	21
Figura 12 - Esquema ilustrativo da solução 2	22
Figura 13 - Esquema ilustrativo da solução 3	23
Figura 14 - Teste de viabilidade técnica da alternativa 1	24
Figura 15 - Elástico	28
Figura 16 - Ponteira 1	29
Figura 17 - Ponteira 1 com representação do elástico.....	29
Figura 18 - Ponteiras 2 (esquerda) e 3 (direita).....	30
Figura 19 - Esquema do pino para fixar o elástico.....	31
Figura 20 - Fixação do elástico por arruela	31
Figura 21 - Ponteira 4.....	32
Figura 22 - Ponteira 5.....	32
Figura 23 - Ponteira 6.....	33
Figura 24 - Ponteira 7	34
Figura 25 - Ponteira 8.....	34
Figura 26 - Manopla de bicicleta.....	37
Figura 27 - Manopla de pebolim	38
Figura 28 - Grip de raquete de tênis	38
Figura 29 - Protótipo da bengala a ser produzida.....	44
Figura 30 - Fluxograma de produção	45
Figura 31 - Serra Policorte	48
Figura 32 - Superfície após corte com serra policorte.....	49
Figura 33 - Superfície após corte com serra, e acabamento com esmeril	49
Figura 34 - Esmeril.....	50
Figura 35 - Superfície cortada na serra, e acabada no torno	51
Figura 36 - Superfície após o corte (esquerda) e com acabamento (direita).....	51
Figura 37 - Exemplo de torno mecânico usado na fabricação	52
Figura 38 - Esquema da planta de produção	55
Figura 39 - Pesagem do protótipo	64

1 INTRODUÇÃO

Este projeto visa a elaboração e implantação de um processo de produção e montagem de uma bengala para deficientes visuais que possa ser instalado nas dependências da Fundação Dorina Nowill para Cegos [7].

A Fundação Dorina Nowill para Cegos [7] é uma instituição que há 60 anos tem o objetivo de prestar serviços aos portadores de deficiência visual, tais como educação, reabilitação e profissionalização dos deficientes; pesquisa e prevenção da cegueira; produção e distribuição de materiais especiais e equipamentos para uso de deficientes visuais. Uma necessidade indicada pela própria fundação foi a de se ter um processo de produção de bengalas para deficientes visuais nas instalações da mesma. Dessa forma, surgiu o propósito deste projeto.

Os principais motivos que levaram à escolha do tema são:

- Número reduzido de fabricantes no Brasil.
- A demanda mensal justifica a instalação da planta.
- Redução do custo do produto para os usuários.
- Gerar empregos para deficientes visuais, visto a intenção de empregá-los na produção.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste projeto é disponibilizar ao deficiente visual a possibilidade de comprar na Fundação uma bengala que tenha características e qualidade equivalentes às que hoje apresentam maior aceitação entre os usuários, porém com um preço reduzido.

Para saber qual o tipo de bengala que tem maior aceitabilidade no mercado, foi feita uma pesquisa entre os deficientes visuais, e pesquisas com profissionais da Fundação Dorina Nowill [7] além de 2 fabricantes, para assim basear os estudos nesta bengala de maior procura.

Ainda existe a possibilidade de se agregar qualidade a esta bengala, propondo melhorias e diferentes soluções para a mesma.

A Fundação é uma organização sem fins lucrativos, e praticamente todos os serviços prestados por ela à sociedade são gratuitos, tais como cursos e sessões de reabilitação para deficientes visuais, ou a preço de custo, como é o caso de regletes e bengalas. Sendo assim, o objetivo do projeto é fazer com que o custo da produção da bengala seja o menor possível, sem interferir na qualidade da mesma, para que o deficiente visual possa adquiri-la a um preço reduzido, e não para aumentar a margem de lucro.

3 PROJETO POLI CIDADÃ

As atividades do Projeto Poli Cidadã têm como objetivo estabelecer mecanismos para incentivar a realização de Projetos de Conclusão da Graduação que atendam necessidades identificadas junto a organismos representativos da sociedade.

Ou seja, deseja-se propor aos alunos de graduação e professores orientadores alternativas de temas obtidos a partir da manifestação destes órgãos (em princípio no âmbito do Estado de São Paulo), e que sejam compatíveis com o escopo de um Trabalho de Formatura.

Trata-se também de uma oportunidade para aproximar a Universidade à Sociedade, respondendo de forma mais direta e efetiva às expectativas que existem em relação ao papel desta Universidade Pública gerida e financiada pelo Governo do Estado de São Paulo.

4 SOBRE A FUNDAÇÃO DORINA NOWILL PARA CEGOS

A Fundação Dorina Nowill para Cegos [7] foi instituída em 1946 com o objetivo de favorecer a inclusão social de crianças, jovens e adultos cegos ou com baixa visão por meio de ações educativas e culturais. A iniciativa de criar a Fundação foi da professora Dorina de Gouvêa Nowill e o projeto vem crescendo desde então.

A Fundação atua na produção de livros e revistas em braille, falados e digitais, oferece atendimento especializado ao deficiente visual e sua família, além de desenvolver outros serviços em benefício dos portadores de cegueira ou de baixa visão nas áreas de:

- Educação, reabilitação, profissionalização e cultura;
- Pesquisa e prevenção da cegueira;
- Produção e distribuição de livros em Braille e outros veículos;
- Produção e distribuição de materiais especiais e equipamentos para uso de deficientes visuais;
- Prestação de serviços de assessoria e consultoria especializada a entidades congêneres;
- Outras atividades que sejam consideradas necessárias ao atendimento de portadores de cegueira e baixa visão.

Em 2005, a Fundação imprimiu mais de 17 milhões de páginas em braille, produzindo mais de 22 mil exemplares de livros e revistas faladas e realizou mais de 19 mil atendimentos. Esses livros são distribuídos gratuitamente para mais de 1.300 organizações em todo o país.

A Fundação procura ainda estar sempre ampliando e melhorando os serviços prestados, e voluntários como o engenheiro Edgard Pinto Ferreira Filho estão constantemente à procura de novas soluções para os diversos problemas que os deficientes encontram no seu cotidiano.

Uma necessidade indicada pela própria Fundação foi a de ter um processo de produção de bengalas para deficientes visuais nas instalações da mesma, para assim proporcionar ao deficiente uma bengala mais barata do que as existentes no mercado com uma qualidade equivalente. Desta forma, surgiu o propósito deste projeto.

5 SOBRE A DEFICIÊNCIA VISUAL NO BRASIL

Segundo dados do Censo 2000 do IBGE [9], último levantamento oficial disponível, o contingente de deficientes visuais no Brasil é da ordem de 9,8% da população brasileira, o equivalente a 16,6 milhões de pessoas na época. Deste total, 148 mil são cegos, 2,4 milhões têm grande dificuldade de enxergar e 14 milhões têm alguma dificuldade de enxergar. Do total de cegos, 77.900 eram mulheres e 70.100, homens. A região Nordeste, apesar de ter população inferior ao Sudeste, concentrava o maior número de pessoas cegas: 57.400 cegos no Nordeste contra 54.600 no Sudeste. São Paulo é o estado com o maior número de cegos (23.900), seguido da Bahia (15.400).

6 METODOLOGIA

O objetivo é fornecer ao usuário final, bengalas com a mesma qualidade das que existem no mercado atual, a custo inferior. Elaborou-se uma metodologia de projeto, de forma a garantir o foco no objetivo traçado.

A Figura 1 mostra, por meio de um fluxograma, a metodologia para a definição do projeto da bengala a ser produzida. Após a realização das pesquisas, define-se a bengala padrão, seguida do estudo detalhado da mesma, resultando na obtenção das principais variáveis. O estudo do custo em função das principais variáveis é realizado através de apresentação de várias soluções (“brainstorm”), e estudo de custo e de viabilidade técnica (quando necessário) das mesmas para a escolha da mais adequada. Uma vez que o custo final do produto é um fator importante no projeto, esse tema será abordado na análise de todas as propostas de solução do projeto. O custo final da bengala deve ser inferior ao preço da bengala padrão encontrada no mercado, mantendo-se o mesmo nível de qualidade. O resultado deste estudo é a definição do projeto da bengala a ser produzida.

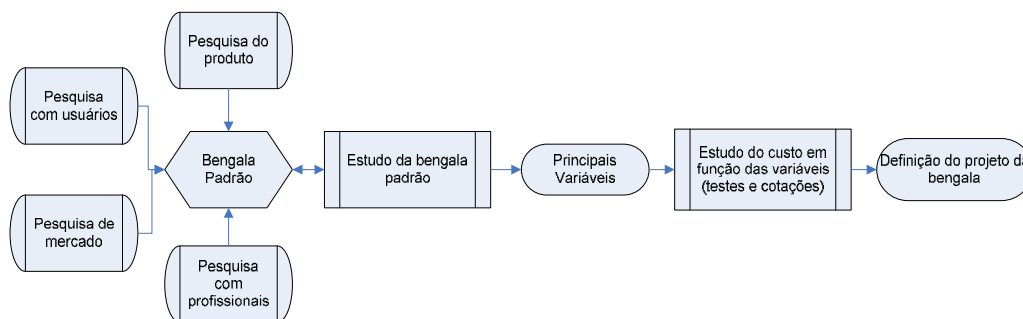


Figura 1 - Fluxograma da metodologia adotada

7 PESQUISA DO PRODUTO

7.1 A Bengala

A bengala é um instrumento muito útil para o deficiente visual. Ela serve para ajudar a pessoa a se locomover em ruas e calçadas e em outros ambientes desconhecidos. Uma ilustração da bengala em uso é mostrada na figura abaixo:



Figura 2 - Usuário de bengala para cegos

Atualmente vários cegos estão deixando a bengala de lado e utilizando cães-guia. Um dos problemas é que a sociedade não está ainda muito preparada para isso. Muitos são barrados em locais públicos, como ônibus, metrô, teatros e outros. Muitas pessoas confundem bengalas com muleta. Muleta é um instrumento de apoio para indivíduos que sofreram algum tipo de problema nos membros inferiores. A bengala serve para que a pessoa “perceba” os obstáculos que estão a sua volta.

7.2 Tipos de Bengala

Existem dois tipos básicos de bengalas: as rígidas, e as dobráveis.

7.2.1 Bengala Rígida

Esse tipo de bengala é muito conhecido e não é utilizado somente por deficientes visuais. São utilizadas também por pessoas com dificuldade de locomoção, e possuem como diferencial uma ponta emborrachada para evitar quebras quando chocadas contra objetos. Esse tipo de bengala é ilustrado na figura abaixo.



Figura 3 - Bengala rígida

Como principais características, pode-se salientar:

- Rígida;
- Não dobrável;
- Maior vida útil
- Maior peso se comparada com a dobrável de alumínio.

7.2.2 Bengala Dobrável

A maioria das bengalas dobráveis ofertadas no mercado possui características muito semelhantes. Basicamente é o mesmo produto, podendo haver variações de material, tamanho e acessórios de fixação. A figura abaixo mostra dois modelos comuns desse tipo de bengala.



Figura 4 - Bengalas dobrada

Essa outra ilustração mostra a bengala dobrável em seu formato armado, para o uso, e em seu formato retrátil, para se guardar em uma bolsa, por exemplo.

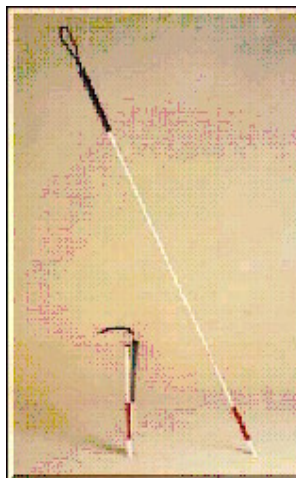


Figura 5 - Bengala dobrável

A bengala dobrável é dividida nas seguintes partes: Luva, Gomos, Ponteira, Elástico interno.

A luva serve para a pessoa segurar a bengala. Os gomos constituem o corpo da bengala. Eles são unidos por meio de um elástico. O elástico fica preso na luva e na ponteira.

A ponteira é a parte que fica em contato com o chão.

Quando a bengala não está em uso, basta desacoplar os gomos e dobra-la. Quando a bengala for ser usada, ela pode ser armada com um simples movimento.

As principais características desse tipo de bengala são:

- Dobrável;
- Maior conforto devido à ponteira e ao peso reduzido;
- Elástico para amarrar a bengala dobrada e guardá-la numa bolsa ou num bolso de uma calça;
- Longa ponteira emborrachada.

7.3 Os Usuários e Suas Preferências

Foi feita uma pesquisa visando encontrar o tipo de bengala pela qual os deficientes visuais têm preferência, quais os itens mais relevantes, vida útil média, custo de manutenção, dentre outras questões. Para tanto, elaborou-se um questionário, e

entrevistou-se sete deficientes visuais usuários de bengalas há mais de 3 anos, entre jovens e adultos, de ambos os sexos. O modelo do questionário segue abaixo.

<u>Questionário sobre Bengalas</u>			
Sexo:	M () F ()	Idade:	Data: / / 2006
▪ Há quanto tempo usa a bengala? ▪ Qual o tipo de bengala utilizada atualmente? ▪ Quais tipos já utilizou? ▪ Qual a bengala que mais gosta? E Por quê? ▪ Qual a vida útil de uma bengala em média? ▪ Quais peças costumam se desgastar com maior frequência? ▪ Quanto costuma gastar com reparos anualmente?			

Figura 6 - Questionário para pesquisa entre usuários

A partir dessa pesquisa, pôde-se avaliar os dois tipos de bengalas em vários aspectos. O Preço de uma bengala rígida varia de R\$ 15,00 a R\$ 60,00, dependendo do modelo e proveniência. Já a bengala dobrável varia de R\$ 40,00 a R\$ 100,00. Quanto ao custo de manutenção anual elas são compatíveis. Segundo os entrevistados, esse tipo de gasto é baixo, sendo em torno de R\$ 2,50 por ano para ambos os tipos. Este gasto se resume à troca da ponteira de borracha ou plástico, e para o caso da bengala desmontável, à troca da luva também. Quanto à durabilidade, a bengala rígida tem vantagem, durando aproximadamente 2 a 5 anos, dependendo do tipo de material constituinte, e do uso. E as bengalas dobráveis duram em torno de um ano.

Dos 7 deficientes visuais entrevistados, todos expressaram preferência pela bengala desmontável. Todavia, 3 deles ainda utilizam a bengala rígida, segundo eles, devido ao alto preço de uma bengala desmontável de uma qualidade razoável, e por terem menor durabilidade. O argumento citado por todos eles em relação à preferência pela dobrável é que este tipo de bengala, devido à praticidade de guardá-la quando não

estiver sendo usada, e também por ela ser em geral mais leve do que a rígida, é mais prática e confortável no dia-a-dia.

Ao final desta pesquisa foi concluído que a bengala dobrável seria, a princípio, o foco do estudo.

7.4 Fabricantes e Produtos Disponíveis no Mercado

Uma vez definido o tipo de bengala a ser trabalhada, partiu-se para uma pesquisa de mercado com os fabricantes e distribuidores do produto. Como já se sabia de início, o número de fabricantes deste produto é muito reduzido, sendo apenas dois os mais expressivos em suas vendas. Os dois líderes de mercado no Brasil, atualmente são Bengala Branca [3], e Fundação Laramara [11].

Tabela 1 - Estimativa de preços dos modelos encontrados

Fabricante	modelo	preço
Laramara	sem rolete	R\$ 43.00
	com rolete	R\$ 50.00
Bengala branca	comum	R\$ 39.50
	importada	R\$ 79.50
	importada com rolete	R\$ 99.50

8 BENGALA PADRÃO

Por fim, foi escolhido um modelo padrão manufaturado pela Bengala Branca [3] para servir de base nas estimativas de preços de matéria prima e processos de produção. A Fundação Laramara [11] também oferece um modelo semelhante ao do outro fabricante, inclusive com preço similar. No entanto, a bengala escolhida é a mesma revendida atualmente pela fundação Dorina Nowill [7], fato que indica a garantia de aprovação da qualidade deste produto, e maior facilidade no estudo do mesmo, devido à parceria com a fundação.



Figura 7 - Bengala padrão escolhida

Foram levantadas as dimensões detalhadas da bengala padrão, e estas estão resumidas na Tabela 2. Cada dimensão foi tomada quatro vezes para que erros por imprecisões fossem minimizados.

Tabela 2 - Dimensões da bengala padrão

		1	2	3	4	média (mm)	média (pol)
Tubo	D	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	0.50
	d	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	0.42
	t	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.04
Redução	D	10.2	10.4	10.4	10.2	10.3	0.41
	d	7.5	7.6	7.7	7.6	7.6	0.30
	t	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	0.05
	L	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	1.02
Expansão	D	15.1	15.0	15.0	15.0	15.0	0.59
	d	12.8	12.9	12.9	12.8	12.9	0.51
	t	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.04
	L	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.24
interface	L	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	0.14

9 ANÁLISE DE VIABILIDADE

Pelo motivo do custo ser um parâmetro principal de projeto, é necessário realizar um breve estudo de viabilidade para se ter uma idéia da acessibilidade do projeto de se montar um processo de produção, a princípio nas instalações da Fundação Dorina Nowill para Cegos [7], de bengalas para deficientes visuais. Busca-se desse modo a diminuição de riscos, o direcionamento e a minimização de erros no andamento do projeto.

9.1 Matéria Prima

Para se estimar o custo de produção da bengala, foi cotado o preço da matéria-prima necessária à sua manufatura.

Tabela 3 - Estimativa de preços dos componentes

Material	Empresa	Preço
Tubo de aluminio	Tecnoperfil	R\$1,38 /metro
Ponteira	Alfredo Monchini	R\$5,63 /unidade
Luva	Alfredo Monchini	R\$9,18 /unidade
Elastico	-----	R\$2,10 /metro

9.2 Resumo do Processo de Produção

Para planejamento de aquisições necessárias, área útil necessária e layout da planta, foi elaborada uma seqüência do processo de produção:

- Corte dos tubos
- Conformação mecânica para encaixes
- Acabamento nos tubos
- Montagem da bengala, (luva, ponteira e elástico)

9.3 Ferramental Necessário

O planejamento da produção inicial resultará na escolha da capacidade do equipamento mais adequado. É de extrema importância a opção por equipamentos econômicos e eficazes.

- Para a primeira etapa do processo será necessária uma serra circular de mesa com guia e limitador. Para a segunda etapa, ainda não foi definido o método de fabricação dos encaixes. Foram levantadas inicialmente duas alternativas para os mesmos, ilustradas na Figura 8 e na Figura 9.

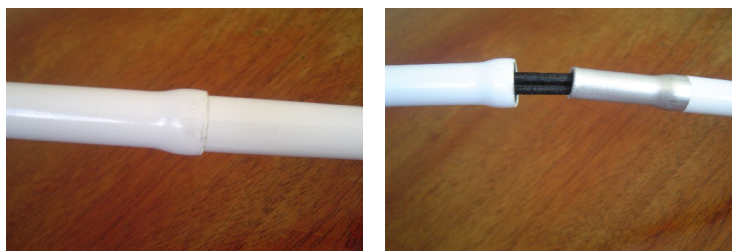


Figura 8 - Encaixe por expansão e redução de tubo de diâmetro único



Figura 9 - Encaixe por tubos de diâmetros diferentes colados

Outras ferramentas menores também serão cotadas para compra, além de uma bancada.

Tabela 4 - Estimativa da relação e preços de equipamentos necessários

Maquina / Ferramenta	Loja	Marca	Preço
Lima	Imagem Rio	Tramontina	R\$17,00
Tesoura	Pedaços Scrapbook	Mundial	R\$5,40
Bancada	-----	-----	R\$50,00
Serra Policorte	DIBRAP	Ferrari	R\$939,00

9.4 Estrutura das Instalações

Atualmente a fundação está em processo de reformas e reorganização da área útil das instalações. Ainda não foi estimada a área necessária para a instalação da planta.

9.5 Funcionários

Estimou-se que, devido à pequena produção mensal, poderia ser empregado apenas um funcionário, sendo que este ainda poderia executar outras funções devido à baixa carga de serviço necessário. Outra possibilidade discutida com a fundação é a de utilizar um funcionário para executar os serviços de corte e manufatura dos encaixes, e para montagem e acabamento seria empregado um deficiente visual, visto a grande

habilidade manual deles. Nesta segunda opção, pensa-se em realocar mão de obra já contratada, já que a carga de serviço na fundação varia bastante durante a semana, devido ao serviço quinzenal “Veja falada”.

9.6 Resumo da Estimativa de Custos

Tabela 5 - Estimativa de custos gerais

custo fixo (inicial)	ferramentas e maquinas	R\$ 1,011.40
	materia prima	R\$ 2,920.40
custo variavel (mensal)	funcionarios	R\$ 400.00
	total	R\$ 3,320.40

A estimativa de custos foi feita baseando-se em uma venda mensal de 100 unidades, sendo assim o custo unitário mensal da bengala de aproximadamente R\$ 35,00. Para o investimento inicial, está sendo discutida possibilidade de patrocínio. Existe ainda possibilidade de auxilio de patrocínios nos custos mensais, em troca de adesivos da marca patrocinadora que seriam colados no produto, visto a boa imagem que este tipo de parceria geraria para empresas de qualquer setor. O setor focado inicialmente para propostas de patrocínio é o dos bancos e financeiras, devido a outras parcerias já existentes com a fundação. Este assunto será, no entanto, estudado mais a fundo no projeto executivo, como explicado no cronograma.

10 VARIÁVEIS DO PRODUTO E PROPOSTAS DE SOLUÇÕES

As pesquisas previstas na metodologia foram executadas, resultando na definição da bengala padrão. Esta bengala é fabricada pela Bengala Branca [3] Importação e Comércio Ltda., e é atualmente revendida pela Fundação Dorina Nowill [7] a R\$ 39,00. Suas características e dimensões foram estudadas para a obtenção das variáveis de produção que mais afetam o custo final, que se mostraram ser:

- Material da bengala;
- Dimensões;
- Método de fabricação dos encaixes;
- Elástico;
- Partes plásticas;
- Pintura;
- Acessórios.

10.1 Material da Bengala

Para a escolha do material a ser utilizado na bengala, o primeiro passo foi colher dados da pesquisa de mercado que já havia sido realizada, donde concluiu-se que quase todas as bengalas comercializadas hoje são de alumínio. Existe também uma pequena parcela de bengalas (todas importadas) produzidas em fibra de vidro e em grafite, apresentando menor peso, e, com isto, maior comodidade no uso. Estes modelos, porém, custam em torno de R\$ 55,00 no caso da fibra de vidro, e R\$ 75,00 para os modelos em grafite, o que está fora do escopo do projeto, que é obter uma bengala a custo final em torno de R\$ 30,00.

Foi discutida ainda a possibilidade de empregar um outro material como o PVC, mas este foi descartado devido à sua excessiva flexibilidade.

A escolha final foi, então o alumínio, e as principais vantagens deste metal estão explicadas abaixo.

Uma característica importante do alumínio é a sua leveza, o que torna a bengala um equipamento mais confortável em seu uso, visto a repetição de movimentos realizados por um deficiente visual ao caminhar com o auxílio de uma bengala. Pode-se verificar na Tabela 6 que o alumínio tem aproximadamente 1/3 da densidade do aço e de outros metais utilizados normalmente pela indústria.

Tabela 6 - Características de alguns materiais

	Alumínio	Cobre	Aço 371
Resistência/Tensão de rotura N/mm ²	250	250	400
Ductibilidade/Alongamento %	15	25	20
Elasticidade/Módulo de Young MPa	70.000	125.000	210.000
Densidade kg/m ³	2.700	8.900	7.800
Ponto de fusão °C	660	1080	1500
Amplitude da temperatura de trabalho °C	-250-150	-200-300	-50-500
Conductividade eléctrica m/Ohm-mm2	29	55	7
Conductividade térmica W/m °C	200	400	76
Coefficiente de expansão linear x10 ⁻⁶ / °C	24	17	12
Não-magnético	Sim	Sim	Não
Soldável	Sim	Sim	Sim

As ligas de alumínio utilizadas na fabricação de esquadrias e fachadas apresentam propriedades mecânicas adequadas a essas aplicações, mesmo nas condições mais rigorosas.

São utilizadas em regiões do mundo sujeitas a terremotos, furacões e outros fenômenos naturais, nos edifícios mais altos do mundo, hotéis, shopping centers, grandes lojas, aeroportos e ainda outras edificações de uso público que utilizam coberturas de alumínio há muitos anos.

O alumínio também é resistente à corrosão, devido a um fenômeno natural bastante simples. Quando uma nova superfície de alumínio é exposta ao oxigênio do ar, ocorre uma reação de oxidação, com a formação de uma camada fina superficial de óxido de alumínio que, ao contrario do ferro, é duro e isola o metal do contato com o oxigênio e interrompe o processo. Essa resistência natural à corrosão faz do alumínio um material praticamente perene, e pode ser ainda melhorada através de acabamentos de superfície como a anodização e a pintura eletrostática, que serão comentadas adiante.

O alumínio pode ser transformado por praticamente todos os processos desenvolvidos pelo homem para trabalhar metais, e, adicionalmente, pode ser trabalhado por processos muito especiais, como é o caso da extrusão. Através da extrusão podem ser obtidos perfis de alumínio com seções transversais muito complexas, o que propicia o desenvolvimento de esquadrias, fachadas, estruturas e outros produtos com comportamentos muito interessantes. A extrusão permite

otimizar perfis e conjuntos de perfis sob os mais diversos aspectos, como comportamento estrutural, facilidade de fabricação e montagem, vedação, aparência, funcionamento, entre outros.

Existe ainda o fator ambiental, no qual o alumínio se destaca por permitir sua reciclagem infinitas vezes, sem perder suas propriedades originais. A reciclagem do alumínio preserva o meio ambiente de duas maneiras: deixa-se de extrair a bauxita para fabricar o alumínio primário correspondente, e economiza-se 95% da energia que seria necessária para produzi-lo.

O alumínio apresenta ainda preço compatível com o produto em questão, sendo o seu custo de aproximadamente R\$ 15,00 por quilo. Um cálculo preliminar mostra que uma bengala de 1,3m leva aproximadamente 130g do metal, custando não mais do que R\$ 2,00, um valor baixo, se comparado com o preço final do produto que deverá ser em torno de R\$ 30,00 a R\$ 35,00.

10.2 Dimensões da Bengala

A bengala padrão é composta de cinco módulos de mesmo diâmetro, sendo 3 deles do mesmo comprimento, e os módulos das extremidades de comprimentos diferentes. Isso se dá por haver uma certa variedade de comprimentos de bengala. As bengalas hoje comercializadas têm seus comprimentos entre 1,12m a 1,37m, variando de 5cm em 5cm. Existe um comprimento de bengala ideal para cada pessoa de acordo com a sua estatura e necessidades, e é determinado pelos profissionais em seções de orientação e mobilidade com os deficientes visuais. Uma vez que os tubos de alumínio comercializados e cotados em diversos fabricantes têm o comprimento padrão de 6m, foi feita uma análise das dimensões dos módulos da bengala a ser projetada, para se otimizar o aproveitamento do tubo comprado.

Observa-se que nas condições da bengala padrão, para que se obtenha as seis medidas de bengalas é necessário que se corte o tubo em uma medida A, para os três tubos centrais, e uma segunda medida B, para os gomos das extremidades, que deve ser variada quatro vezes, para que se obtenha as seis medidas de bengala desejadas. Observou-se, porém, que todos os gomos poderiam ter seus comprimentos variados, de modo que seja preciso apenas duas medidas de corte, minimizando assim os gastos de tempo com ajustes de máquina de corte, organização na montagem (implicando em tempo de montagem). A Tabela 7 mostra o esquema de divisão de

gomos observado na bengala padrão escolhida, em contraste com o novo sistema escolhido.

Tabela 7 - Comparação de medidas dos gomos

Esquema da Bengala Padrão						
gomo luva	17	22	22	27	27	32
gomo 1	25	25	25	25	25	25
gomo 2	25	25	25	25	25	25
gomo 3	25	25	25	25	25	25
gomo 4	17	17	22	22	27	27
ponteira	3	3	3	3	3	3
total	112	117	122	127	132	137
Esquema Novo						
gomo luva	22	27	27	27	27	27
gomo 1	22	22	27	27	27	27
gomo 2	22	22	22	27	27	27
gomo 3	22	22	22	22	27	27
gomo 4	22	22	22	22	22	27
ponteira	3	3	3	3	3	3
total	113	118	123	128	133	138

O estudo feito envolveu não apenas os fatores já mencionados de redução de custos, mas também a relação de aproveitamento dos lotes comprados. Os tubos são vendidos, em geral em barras de seis metros, o que nos leva a uma sobra após tiradas as peças nos tamanhos desejados. Além disso, foram consideradas as perdas pelo processo de corte dos tubos. No caso do elástico não foi considerada perda alguma pois o processo de corte com tesoura não leva à perda de material, como ocorre com o corte com serra. Observa-se na Tabela 8 que a perda gerada com a configuração de tubos de 22 e 27 cm é muito baixa (apenas 6 cm), sendo das mais baixas entre as opções estudadas.

Tabela 8 - Relação de aproveitamento de material

	Número de Peças por Unidade	Comprimento por peça [mm]	Comprimento Efetivo [mm]	Comprimento Efetivo Total [mm]	Lote de Compra [mm]	Perda Mínima por Peça [mm]	Peças por Lote	Sobra por Lote [mm]	Sobra + Perdas por Lote [mm]
gomos ext	4	220	220	880	6000	1	27	33	60
gomos ext	4	270	270	1080	6000	1	22	38	60
gomos int	4	45	0	0	6000	1	130	20	150
gomo luva	1	270	270	270	6000	1	22	38	60
Luva	1	150	0	0	60	0	60	0	0
Ponteira	1	50	30	30	100	0	100	0	0
Arruela	1	1	1	1	100	0	100	0	0
Elastico	1	2700	0	0	100000	0	37	100	100

O comprimento efetivo das peças listado na Tabela 8 é a parcela do comprimento da peça que influi no comprimento da bengala.

10.3 Encaixes

10.3.1 Proposição de Alternativas

Para facilidade de explicação, as soluções serão mencionadas segundo a Tabela 9.

Tabela 9 - Soluções a serem analisadas

Soluções	
Nome	Explicação
solução 1	Expansão e redução das extremidades dos tubos
solução 2	Junta de tubo cortado
solução 3	Junta fabricada de chapa dobrada

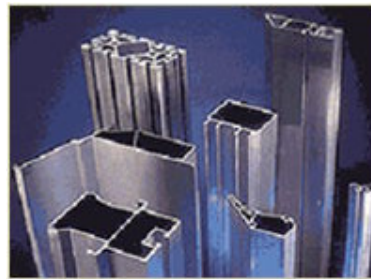
Solução 1 – Expansão e redução das extremidades dos tubos

A solução 1 foi encontrada na marca Bengala Branca [3] , a principal fabricante nacional de bengalas para cegos. Como ponto alto desta solução, foi identificada a necessidade de poucas peças, já que o tubo do próprio corpo da bengala é conformado para a fabricação dos encaixes.

O custo desta solução está diretamente ligado aos processos de expansão e compressão das extremidades dos módulos da bengala. É, portando, baseado neste processo, o estudo de custo da solução 1.

Como mostrado na Figura 11, esta solução requer um bom acabamento das peças, de modo que o encaixe se dê de modo perfeito, não havendo jogo entre os módulos.

O processo de conformação mecânica desta primeira solução chama-se extrusão. A extrusão é um processo de transformação de metais particularmente adequado ao alumínio através do qual pode-se obter barras de seção transversal bastante complexas, chamadas de perfis extrudados. A operação é realizada em prensas hidráulicas horizontais de grande capacidade. Cilindros pré-aquecidos de alumínio, chamados normalmente de tarugos, são forçados pela prensa a fluir através de discos de aço com orifícios com as formas dos perfis desejados. Em uma única operação, os cilindros são transformados em longas barras extrudadas.



Extrudados de alumínio Alcoa

Figura 10 - Exemplos de perfis extrudados

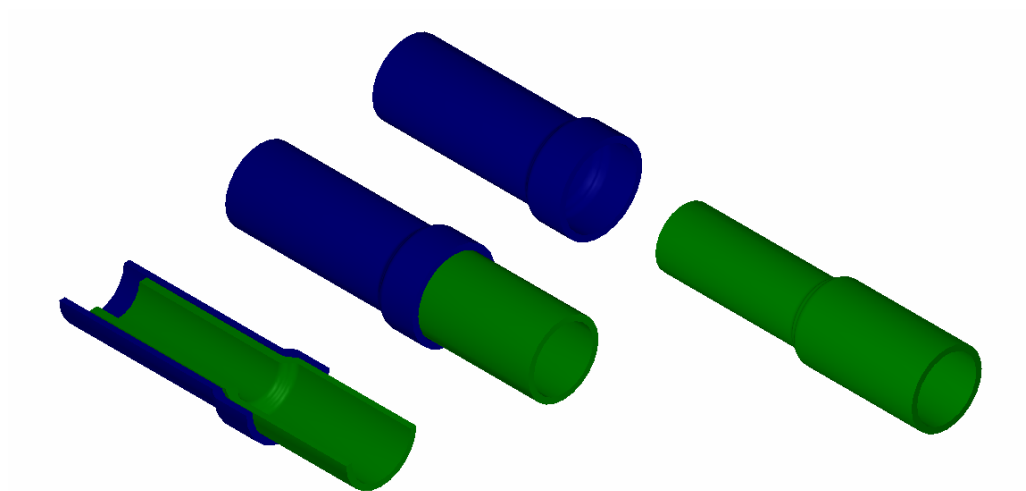


Figura 11 - Esquema ilustrativo da solução 1

Solução 2 – Junta de tubo cortado

Esta solução é mais simples no sentido de não envolver nenhum processo de conformação. Existe, no entanto, a necessidade de compra de matéria prima adicional, já que se precisa de um tubo de diâmetro menor e de adesivo para a fixação dos tubos. Como a compra de uma serra para corte dos tubos está prevista em todas as outras alternativas, esta não implicaria na compra de mais máquinas, como se observa nas outras duas, o que é um ponto positivo para esta solução.

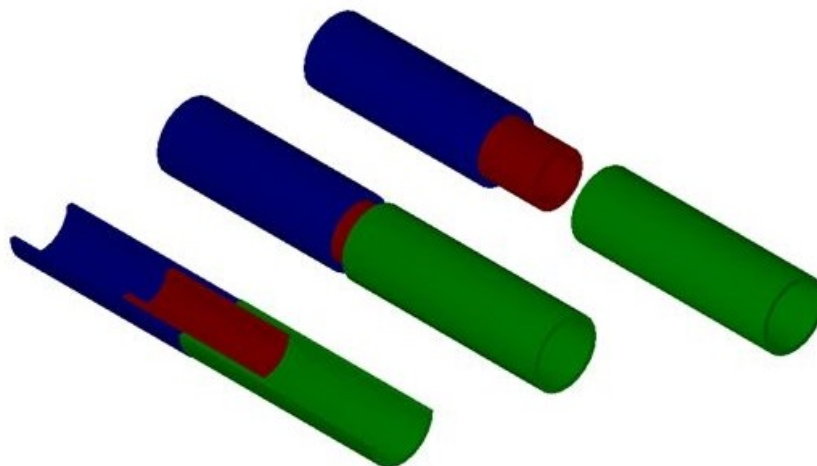


Figura 12 - Esquema ilustrativo da solução 2

Solução 3 – Junta fabricada de chapa dobrada

Esta solução é muito parecida com a anterior, com a diferença de que ao invés de empregar um tubo como encaixe, seria cortado um pedaço de chapa e conformado no formato de tubo, para posteriormente ser colada parte dele no interior de uma das extremidades do módulo da bengala, ficando outra parte para fora, formando o encaixe.

Existem muitas maneiras de se fixar as peças dos encaixes das soluções 2 e 3. Mas no caso de uma bengala existem algumas especificações a serem levadas em consideração. Por exemplo, o produto é de uso principalmente externo. Assim, ele deve resistir à chuva, ou seja, ele tem que ser a prova d'água. Portanto, é importante ressaltar que essas uniões devem ser totalmente resistentes à água. Outros fatores aos quais essas uniões devem resistir são os esforços solicitantes devido às forças aplicadas na bengala, de forma que as juntas e as barras não podem descolar após certo tempo de utilização. O produto será certamente exposto ao sol, e com isso a temperatura pode aumentar muito devendo, portanto, a colagem ser resistente a todos estes fatores.

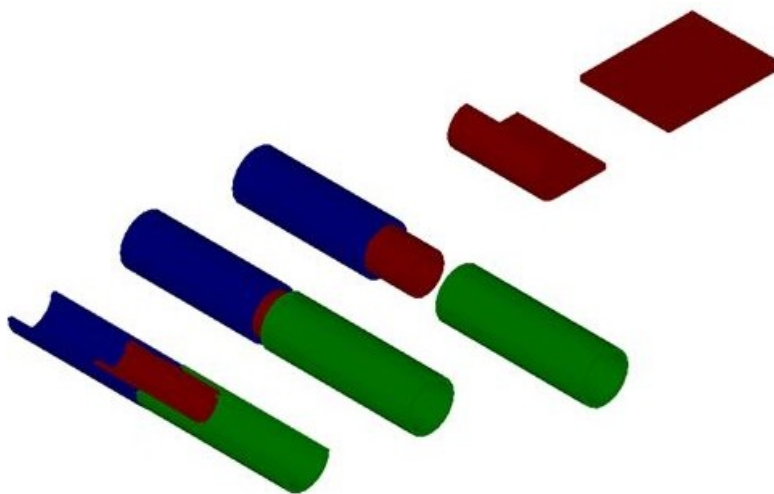


Figura 13 - Esquema ilustrativo da solução 3

Mesmo havendo neste método de produção a necessidade de um processo a mais em relação à solução 2, pode ser que isto seja compensado por que a chapa seria mais barata quando comparada com o tubo. Há ainda a possibilidade de colar a chapa enrolada pelo lado de fora do corpo da bengala, caso isto seja identificado como uma solução mais adequada. Nesta opção há, assim como na anterior, a aplicação de adesivo na junção das peças. O custo do adesivo deve ser adicionado aos custos variáveis no cálculo do preço da bengala.

10.3.2 Seleção: Testes e Cotações

Para a escolha da alternativa a ser adotada, foram feitas cotações, estimando-se com certa precisão o custo de cada uma delas. Paralelamente às cotações, foram planejados testes para se verificar a viabilidade técnica das alternativas.

10.3.2.1 Testes

Solução 1 – Expansão e redução das extremidades dos tubos

Devido à grande dificuldade de encontrar na literatura técnicas para fabricação deste tipo de encaixe, decidiu-se realizar um teste para verificar o nível de dificuldade de execução desta tarefa. Caso o processo se mostrar muito complexo, esta opção será descartada, pois a fundação não dispõe de muito espaço para grandes máquinas, ou dinheiro para investir em maquinário ou pessoal capacitado para atividades complexas. A idéia do projeto é que todo o processo seja o mais simples possível, e que a planta de produção não ultrapasse uma área de 30m².

Foi planejado então um teste a ser realizado no laboratório de máquinas do prédio da Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP, utilizando um torno pequeno. Adquiriu-se então o tubo de teste, e o ensaio foi realizado forçando uma matriz de extremidade cônica no tubo, que tem 10.7mm de diâmetro interno. O que se espera deste teste é que a matriz consiga expandir o tubo, mostrando que a expansão do tubo pode ser feita através de um processo simples, e factível nas condições do projeto. Pode-se observar na Figura 14 o esquema utilizado no teste, que resultou no descarte desta alternativa devido que o torno não teve força suficiente para expandir o tubo.

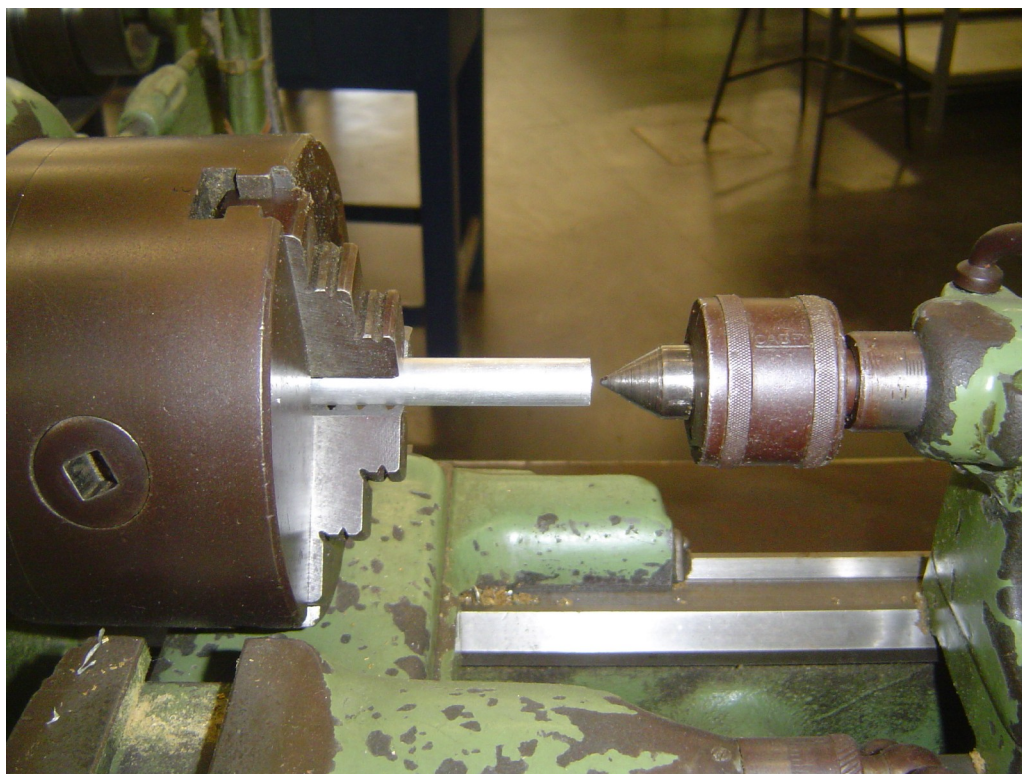


Figura 14 - Teste de viabilidade técnica da alternativa 1

Solução 2 – Junta de tubo cortado

Para esta alternativa, o teste realizado é o de colagem dos tubos. Para tanto, foram pesquisadas opções de adesivos a serem utilizados, os quais foram avaliados quanto à facilidade de execução do processo. O produto final não foi avaliado quanto à força que o adesivo suporta, pois as cargas às quais a junta será sujeita são muito baixas, mas quanto ao acabamento que o adesivo permite, pois os encaixes devem ser precisos de modo a permitir o máximo de sensibilidade possível ao usuário.

Dentre as possibilidades de cola encontradas, foi selecionada a cola “Veda flanges” da empresa Colamais Química Comercio e Industria, que é uma resina anaeróbica que cura à temperatura ambiente, quando confinada entre duas superfícies metálicas. O produto apresentou bom acabamento devido ao seu poder de preenchimento de folgas de até 0,5 mm.

Solução 3 – Junta fabricada de chapa dobrada

Esta solução também depende dos resultados dos testes realizados para a solução 2, mas envolve ainda um teste de viabilidade de enrolar a chapa de alumínio em formato cilíndrico. Espera-se encontrar alguma dificuldade de moldar a chapa em um diâmetro tão pequeno (10,3mm no caso da colagem por dentro, e 12,7mm colando a chapa por fora do tubo).

Esta solução deixa ainda a dúvida quanto à rigidez flexional do encaixe, pois o tubo fechado é muito mais rígido que a chapa dobrada, já que esta não será fechada por solda, ou algo do tipo. Foi elaborado, portanto um teste que consiste em aplicar uma certa carga perpendicular ao plano da bengala, apoiando-a horizontalmente apenas em suas extremidades, e amarrando um peso no meio do vão, mantendo a carga aplicada por um certo tempo. Este teste não foi realizado porque a alternativa mostrou-se pouco atraente economicamente, como será explicado mais adiante no relatório.

10.3.2.2 Cotações

Solução 1 – Expansão e redução das extremidades dos tubos

Esta opção é a única que não requer matéria prima extra, ficando, portanto, a comparação do custo apenas no custo de compra do maquinário necessário, e no custo “homem/hora” envolvido na expansão do tubo. Como foi explicado anteriormente, esta alternativa mostrou-se inviável tecnicamente.

Solução 2 – Junta de tubo cortado

O principal fator financeiro desta solução é a compra de um tubo de diâmetro menor, que se ajuste quase que perfeitamente com o interior do tubo externo. Este custo mostrou-se baixo, já que de uma barra de 6 m, pode-se produzir mais de 140 encaixes, acrescentando, assim, menos de R\$ 0,35 por bengala em material. A produção dos encaixes, no entanto mostrou-se um pouco demorada, devido à necessidade de um bom acabamento das bordas após o corte para evitar danos ao

elástico, que estará em contato internamente com os encaixes, além de evitar que o usuário se machuque com rebarbas.

Foi feito então um teste de cronometragem de torneamento da peça para facear e eliminar as rebarbas, o que resultou em um tempo de mais de 2'30" por peça. Este pode ser um problema para esta solução, de modo que serão estudados novos métodos de acabamento caso esta solução seja escolhida.

A colagem é outro fator que envolve custos nesta alternativa. Foram pesquisadas e encontradas algumas maneiras de colagem das peças de forma eficiente, a baixo custo, e de fácil aplicação. Portanto, este fator não compromete o projeto, caso uma das opções que envolvem colagem seja escolhida.

Solução 3 – Junta fabricada de chapa dobrada

A análise de custo desta solução é basicamente a comparação direta entre o custo de dobramento da chapa, e a diferença de preço entre a chapa e o tubo. Foi constatado que a chapa de alumínio é, no entanto, tão, ou até mais cara que o tubo, o que resulta no descarte desta alternativa.

A Tabela 10 mostra a comparação de preço feita entre a chapa que poderia ser utilizada nesta solução, e o tubo da solução 2. A tabela mostra que o preço por unidade de volume da chapa chega a ser maior que o do tubo, além de a chapa gerar maior perda de material, e a necessidade de mais um processo, o de dobramento.

Tabela 10 - Comparação de preço de chapa e tubo

	Area seção [mm²]	Comprimento	Volume	Preço	Preço/dm³
Tubo	39.59	6000	237519.131	10.18	42.86
Chapa	2000.00	1000	2000000	86.60	43.30

Solução escolhida

Como resultado dos estudos explicados acima, chegou-se à conclusão de que a solução 2 é a mais adequada entre as opções encontradas. A solução 1 foi descartada ao mostrar-se necessária uma planta pesada e cara, o que foge das premissas do projeto. A solução 3 foi descartada pois ao competir diretamente com a solução 2, esta última mostrou-se mais barata, e ainda assim, mais confiável, e simples na sua execução.

O desafio a partir deste ponto fica no sentido de encontrar um processo de corte e acabamento dos tubos que leve menos tempo do que o testado, já que para uma

produção de 100 bengalas, sendo necessária a produção de 9 peças por bengala, verifica-se um tempo mínimo de quase 40 horas. É uma premissa do projeto que se utilize mão de obra ociosa da fundação, de modo que a produção do lote mensal não deve ultrapassar as 40 horas.

Um estudo mais aprofundado desta solução levou ainda a uma quarta opção, que acabou se mostrando mais adequada. Procurando os tubos que se encaixassem internamente um ao outro, foram encontradas duas opções para encaixar o tubo interno que tem diâmetro de $\frac{3}{8}$ de polegada (9,53 mm), ambas com diâmetro externo de $\frac{1}{2}$ polegada. Uma é o tubo de parede de 1 mm, o que daria uma folga de 1.17 mm. Esta opção deixa uma folga muito grande, gerando um jogo inaceitável na bengala. Caso fosse escolhida esta solução, seria necessário o uso de cola de preenchimento de um lado do encaixe, e algum material de enchimento do outro, como uma peça plástica injetada, por exemplo, o que encareceria o projeto.

A outra solução foi o uso de um tubo externo com parede de 1.65 mm, o que resulta em uma interferência de 0.13 mm. Neste caso, pode-se dispensar a cola, e fabricar a junta por encaixe forçado com interferência, sendo necessário o alargamento do tubo maior, ou o afinamento do menor para que o outro gomo se encaixe e se solte com facilidade.

Esta última solução mostrou-se mais atrativa, e foi posta em teste, gerando bons resultados com o alargamento do tubo externo, que pode ser feito com uma broca de $\frac{3}{8}$ de polegada, gerando um encaixe quase sem folga.

10.4 Elástico

O elástico interno tem uma extremidade fixada na ponteira da bengala e a outra na luva. Sua função é manter os módulos da bengala sempre ajustados uns aos outros, uma vez que os encaixes apenas determinam a posição entre os módulos. A tensão axial aplicada pelo elástico pode ser controlada pelo tamanho do mesmo, de modo que caso haja alguma folga entre os módulos, o elástico pode ser facilmente encurtado, se não pelo próprio usuário (devido à dificuldade gerada pela deficiência), por qualquer outra pessoa.



Figura 15 - Elástico

O tamanho padrão para o elástico será de 2,70 m, já que a maior bengala a ser produzida mede 1,37 m, e o elástico percorre a mesma duas vezes, devendo sobrar para fora da bengala um laço de aproximadamente 40 cm de perímetro. O custo do elástico encontrado foi de R\$ 0,64 por bengala, sendo ele vendido em rolos de 100m. A venda deste produto separado da bengala é mais um grande benefício ao deficiente visual, já que o preço médio de elásticos encontrados no mercado atualmente ultrapassa os R\$ 4,00, sendo o preço encontrado mais de seis vezes menor.

10.5 Partes Plásticas

Tanto a luva quanto a ponteira da bengala padrão são produzidas em Nylon 6, segundo o fabricante da mesma. Existem fornecedores que produzem as peças sob encomenda, existindo neste caso a necessidade de fabricação de um molde em aço para a injeção do termoplástico, o que torna o processo muito caro. Para a produção de cada uma das peças, apenas o molde custa em torno de R\$ 20.000,00, o que, para uma produção em baixa escala, torna os custos muito elevados, inviabilizando o projeto.

Uma segunda opção seria adaptar peças já existentes e disponíveis no mercado, como manoplas de bicicleta, por exemplo. Existem alguns fabricantes especializados em peças e encaixes desses tipos, precisando então encontrar componentes compatíveis com o projeto. Existe ainda a possibilidade de fabricação das peças a partir de tarugos de plástico, utilizando um torno, já que ambas as peças são próximas de cilindros.

10.6 A Ponteira

Com o objetivo de minimizar o custo da bengala, pesquisou-se no mercado algumas possibilidades de luvas e ponteiras já existentes, além de possíveis desenvolvimentos de soluções novas.

Após uma série de pesquisas em diversas lojas de peças de borrachas e plásticos, em estabelecimentos de equipamentos hospitalares, além de lojas de construção e em lojas esportivas, encontrou-se algumas possibilidades de ponteiras passíveis de serem adaptadas no projeto. Elas estão discriminadas abaixo, seguidas de observações e análises quanto à viabilidade da utilização de tais peças.

Ponteira 1

Esta primeira ponteira é hoje utilizada pela fabricante Bengala Branca [3] em suas bengalas dobráveis. É feita de nylon 6, sendo bastante resistente às condições de utilização a que é solicitada. Possui também um gancho na parte superior aonde se passa o elástico, como já foi explicado anteriormente, e como pode ser visualizado na Figura 17. O acoplamento se dá internamente, ou seja, a peça se encaixa internamente ao tubo, e o ajuste não é forçado, mas sim com folga. O que faz com que a ponteira fique fixa à terminação do tubo é a tração ocasionada pelo elástico. A peça é vendida pela Bengala Branca [3] por R\$ 3,50.



Figura 16 - Ponteira 1



Figura 17 - Ponteira 1 com representação do elástico

Ponteiras 2 e 3

Encontraram-se também duas outras possibilidades similares de ponteiras. Elas são produzidas em plástico mais flexível que o plástico da ponteira da Bengala Branca

[3]. O encaixe delas é externo em relação ao tubo de alumínio, por ajuste forçado. O tubo da bengala possui diâmetro externo de 1/2 polegada, portanto as peças possuem um diâmetro interno um pouco menor do que este. Um ponto não muito favorável à utilização destas peças é que elas possuem uma parede relativamente fina, o que somado ao fato de que o plástico constituinte não é muito resistente, pode fazer com que a troca destas peças seja muito freqüente, devido ao rápido desgaste das mesmas. Cada peça custa R\$ 0,70, se tratando de uma solução barata e de encontro com o objetivo do projeto.

O que diferencia uma peça da outra é o tamanho e a espessura da parede da peça. Enquanto a ponteira 2 tem a parede mais espessa, a ponteira 3 proporciona um melhor encaixe na tubo (Figura 18).



Figura 18 - Ponteiras 2 (esquerda) e 3 (direita)

Um outro ponto importante a ser destacado quanto à possível utilização destas peças é a forma com que se possa fixar o elástico na mesma. Uma vez que elas não possuem nenhum gancho ou furo para fixar o elástico, deve-se determinar um modo para tal fixação. Duas possibilidades foram cogitadas. A primeira seria, como pode ser visualizado na Figura 19, a utilização de um pino passante no tubo alguns centímetros da terminação do tubo, para então servir de ponto de fixação de uma das extremidades do elástico. É uma solução de bom funcionamento, porém implica em mais alguns processos para a produção da bengala, conseqüentemente, aumentando os gastos com matéria-prima e horas de trabalho.

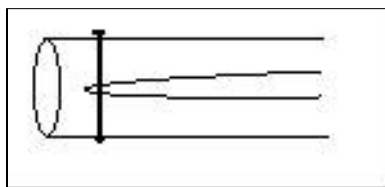


Figura 19 - Esquema do pino para fixar o elástico

Uma outra solução seria o uso de uma arruela na extremidade final da bengala, fazendo com que o elástico passe por dentro dela, e em seguida dar um nó na ponta do elástico, como pode ser visualizado na Figura 20. Devido à arruela ter um furo de diâmetro menor que o do tubo da bengala, o nó do elástico não passa pela arruela, e a própria tração do elástico faz a arruela ficar fixa na extremidade do tubo da bengala. Esta é uma solução mais simples, que apenas implica na utilização de uma arruela a mais no processo de produção sendo a montagem dessa solução bem simples e rápida, não envolvendo nenhum maquinário para tal processo.



Figura 20 - Fixação do elástico por arruela

Ponteira 4

Uma outra solução seria a peça de borracha da Figura 21. É utilizada como batente em motores de certos veículos automotivos. É constituída de uma borracha bastante resistente na parte inferior, e na parte superior a borracha constituinte é mais macia, proporcionando o encaixe forçado por dentro do tubo. O único inconveniente é que o único diâmetro encontrado foi de 5/8 polegadas, havendo assim a necessidade de usinagem para haver um melhor encaixe dentro do tubo. O seu custo unitário é de R\$ 0,70.



Figura 21 - Ponteira 4

Ponteira 5

Em uma loja de equipamentos hospitalares e equipamentos para deficientes físicos chamada Cavenagh, encontrou-se a peça a seguir. Ela faz parte de um freio de uma cadeira de rodas, que entra em contato com as rodas da cadeira para freá-la, quando a alavanca é acionada. É constituída de um plástico bastante resistente, e o furo onde seria encaixada a ponta da bengala possui um diâmetro inferior a 1/2 polegada, o que faria com que o ajuste fosse forçado, o suficiente para não desencaixar da bengala com a constância de movimentos da bengala a ser manuseada pelo deficiente visual. Seu custo é de R\$ 3,50.



Figura 22 - Ponteira 5

Nestas três últimas soluções apresentadas, seria necessária a utilização de algum dos métodos acima descritos para a fixação do elástico, visto que nenhuma das três soluções possui algum dispositivo para se fixar o mesmo.

Ponteira 6

Ainda, encontrou-se na Fundação Dorina Nowill para Cegos [7] um tipo de ponteira que há alguns anos era utilizado pela Fundação quando ainda fabricava bengalas. Ela é constituída de um plástico bastante rígido, e o encaixe se dá internamente. Possui uma rosca na parte que fica interna à bengala, para que seja rosqueada na bengala. Portanto, é necessário através da utilização de um torno, usinar tanto o tubo de

alumínio quanto a ponteira, para que haja o encaixe através de rosca. Já possui um orifício por onde o elástico pode passar. Trata-se de uma solução muito eficiente, porém envolve maior gasto e tempo para a produção. Há quatro anos, quando essas peças eram vendidas, custavam R\$ 3,50.



Figura 23 - Ponteira 6

Ponteira 7

Também, pensou-se numa outra solução, a partir do mesmo material constituinte desta última solução apresentada. Trata-se de uma peça plástica em forma de cilindro, e com um furo com rosca numa das extremidades, para se encaixar a ponta da bengala. Assim, seria necessário também usinar o tubo de alumínio externamente para se fazer o encaixe da rosca. Como também não possui dispositivo para se prender o elástico, seria adotado algum dos métodos acima descritos. Portanto, precisa-se, para esta solução, adquirir as barras cilíndricas de plástico, cortá-las nos comprimentos corretos, fazer o furo, e em seguida a rosca.



Figura 24 - Ponteira 7

Ponteira 8

Por último, após muitas consultas e pesquisas de fabricantes de materiais plásticos, encontrou-se uma empresa fabricante que fornece peças plásticas a várias outras empresas nos mais diversos ramos de atividade. O nome desta empresa é Tecnusi Industria e Comércio Ltda. Ela fornecia, até 2004, ponteiras para uma associação de assistência ao deficiente visual, porém, como as bengalas que esta associação produzia pararam de ser fabricadas, a Tecnusi interrompeu a produção de tais ponteiras. A ponteira pode ser visualizada na Figura 25. Trata-se de uma peça usinada a partir de uma barra cilíndrica. O encaixe é feito por ajuste forçado externamente ao tubo de alumínio. A um custo unitário de R\$ 3,00 esta opção é bastante razoável, considerando a sua qualidade. Testes foram realizados, e esta nova ponteira se adequou bem ao objetivo do projeto.



Figura 25 - Ponteira 8

Sendo assim, para se determinar qual das soluções acima seria a mais adequada para o projeto, montou-se uma matriz de decisão. Os critérios de escolha e os respectivos pesos são os seguintes:

- Preço (Peso 5): Por ser um critério que influencia diretamente o objetivo do projeto, leva o maior peso. Em relação às demais partes constituintes da bengala, as peças plásticas contribuem significativamente com o custo da mesma, sendo assim um critério importante na seleção da melhor solução.
- Durabilidade (Peso 4): A durabilidade da peça é um fator importante neste projeto. Pelo fato de a ponteira ser a parte da bengala que mais sofre desgaste, e por proteger o tubo de alumínio, é importante que ela seja bastante resistente.
- Facilidade / eficiência de encaixe (Peso 4): É importante que o encaixe seja prático, ou seja, que não precise destruir a peça plástica para repô-la. Caso ela seja colada, por exemplo, haverá maior dificuldade para trocá-la. É necessário também que o encaixe seja eficiente, para que não haja a possibilidade da ponteira se soltar da bengala durante o uso.
- Facilidade de obtenção (Peso 3): É importante que essas peças sejam de fácil obtenção. O projeto poderá ficar comprometido, sendo necessária uma modificação do projeto da bengala, caso não se encontre mais tal peça. Ainda, caso a peça tenha que ser produzida, é importante levar em conta a complexidade de tal produção, o maquinário necessário, mão-de-obra envolvida e o tempo necessário para tal processo.
- Dispositivo para fixação do elástico (Peso 1): Caso a peça não possua um dispositivo para fixação do elástico, deve-se adotar uma das duas soluções para fixação do elástico anteriormente apresentados. Como se tratam de soluções simples, este critério possui um peso menor que os demais.
- Peso e Dimensões (Peso 2): Todas as soluções apresentadas já são produzidas de materiais leves para tal função, e também possuem

dimensões previamente analisadas para não interferir na funcionalidade da bengala.

- Estética (Peso 1): Um critério importante, porém não essencial para o bom funcionamento da bengala.

Assim, a matriz de decisão possui sete propostas de solução avaliadas a partir dos sete critérios acima descritos.

Tabela 11 - Matriz de decisão da ponteira

Soluções		Preço	Durabilidade	Facilidade/ Eficiência do Encaixe	Facilidade de Obtenção	Dispositivo para fixar Elástico	Peso e Dimensões	Estética	Total
Peso		5	4	4	3	1	2	1	
1		4	6	3	7	10	9	8	113
2		10	1	2	7	8	7	5	145
3		10	1	2	7	8	7	5	130
4		10	2	4	7	8	9	8	161
5		4	7	7	7	8	7	8	183
6		4	8	9	3	10	9	8	189
7		4	8	9	3	8	9	8	187
8		6	8	9	7	8	9	8	209

Desse modo, chegou-se à conclusão de que a melhor solução encontrada é a de número oito. Por não haver dispositivo de fixação do elástico, será necessário utilizar uma das duas propostas comentadas. A primeira solução requer um furo no tubo de alumínio e também um parafuso e uma porca para servir de pino para a fixação do elástico, como pode ser vista na Figura 20. A segunda solução requer apenas uma arruela, que custa R\$ 0,03, um custo desprezível para o projeto, além de não

necessitar de outros processos para fixação, como por exemplo um furo no tubo de alumínio. A montagem desta segunda solução é também muito mais rápida do que a primeira.

Portanto a solução escolhida é a de número oito, e com a utilização do método da arruela para a fixação do elástico.

10.7 A Luva

A luva, local onde se segura a bengala para manuseá-la durante o uso, também é uma parte importante da bengala. É necessário que seja feita de um material leve, resistente e confortável. Assim como para as ponteiros, pesquisou-se no mercado algumas soluções já existentes e possíveis de serem aplicadas no projeto da bengala. Foram encontradas três opções.

Manopla 1 – Manopla de bicicleta

A primeira se trata de uma manopla utilizada em bicicletas. É leve, confortável e custa em torno de R\$ 4,00. O único problema é que todas as manoplas encontradas no mercado possuem orifício interno para o encaixe do tubo da bengala superior a 1/2 polegada. São em sua maioria constituídas de furos de diâmetro de 1 polegada, prejudicando em muito a qualidade da fixação da manopla na bengala. A foto a seguir é um modelo de manopla encontrado.



Figura 26 - Manopla de bicicleta

Manopla 2 – Manopla de pebolim

Existe um jogo muito conhecido aqui no Brasil, chamado de “Pebolim” ou “Totó”, que possui manoplas específicas. Ela pode ser visualizada na Figura 27. É constituída de um plástico duro e resistente, e possui um orifício interno para o encaixe de uma barra de metal do jogo de 5/8 polegadas. Com isso, encaixe desta manopla na bengala também fica prejudicado, porém sendo ajustável com a utilização de algum

tipo de cola ou adesivo. Custa R\$ 2,50 e é fabricado por Lamarco, uma empresa especializada em peças plásticas injetadas.



Figura 27 - Manopla de pebolim

Manopla 3 – Grip de raquete de tênis

Uma terceira opção analisada foi a utilização de um “grip” de raquete de tênis que seria enrolado no tubo do gomo superior da bengala. Esta opção tem a facilidade de se encaixar em uma grande variedade de diâmetros de tubo, o que a torna mais versátil, além de ser confortável, e muito resistente, já que a fita é desenvolvida para suportar esforços muito maiores do que os que solicitam a manopla da bengala. Por fim, é um material de fácil adaptação, pois já vem com um adesivo na sua face anterior, para ser fixado ao cabo da raquete, e tem o custo de R\$ 3,70.



Figura 28 - Grip de raquete de tênis

Montou-se também uma matriz de decisão para a escolha da melhor alternativa de manopla. Os critérios são os mesmos que os utilizados para a escolha da ponteira, porém com pesos diferentes.

- Preço (Peso 5): Por ser um critério que influencia diretamente o objetivo do projeto, leva o maior peso. Em relação às demais partes constituintes da bengala, as peças plásticas ou de borracha contribuem

significativamente com o custo da mesma, sendo assim um critério importante na seleção da melhor solução.

- Durabilidade (Peso 4): A durabilidade da peça é um fator importante neste projeto. É importante que a luva seja resistente e que mantenha suas características por longo tempo, para proporcionar sempre o conforto necessário ao usuário.
- Facilidade / eficiência do encaixe (Peso 4): É importante que o encaixe seja prático, ou seja, que não precise destruir o material para repô-lo. É necessário também que o encaixe seja eficiente, para que não haja a possibilidade da luva se soltar da bengala durante o uso da mesma.
- Facilidade de obtenção (Peso 3): É importante que essas peças sejam de fácil obtenção. Caso seja uma peça difícil de se encontrar, o projeto poderá ficar comprometido caso não se encontre mais tais peças no futuro. Neste caso, seria necessária uma modificação do projeto da bengala
- Peso e Dimensões (Peso 2): Todas as soluções apresentadas já são produzidas de materiais leves para tal função, e também possuem dimensões previamente analisadas para não interferir na funcionalidade da bengala.
- Estética (Peso 1): Um critério importante, porém não essencial para o bom funcionamento da bengala.

A matriz a seguir resume a escolha da luva.

Tabela 12 - Matriz de decisão da luva

<i>Soluções</i>		<i>Preço</i>	<i>Durabilidade</i>	<i>Facilidade/ Eficiência do Encaixe</i>	<i>Facilidade de Obtenção</i>	<i>Peso e Dimensões</i>	<i>Estética</i>	<i>Total</i>
	<i>Peso</i>	5	4	4	3	2	1	
1		6	8	3	8	4	5	111
2		8	8	5	8	4	5	129
3		7	8	9	8	9	8	153

Desse modo, chegou-se à conclusão de que a melhor solução encontrada é a utilização do grip de raquete de tênis. Por não haver dispositivo de fixação do elástico nesta opção, será necessária a utilização de uma arruela na parte superior da bengala para poder prender o elástico. Ainda, pode-se utilizar o acoplamento de número 3 sugerido anteriormente para a ponteira, pois se trata de uma peça pequena e que proporciona um bom acabamento à terminação superior da bengala. Como existe este tipo de peça já com um orifício na parte superior da peça, seria o ideal para se passar o elástico da bengala, tracioná-lo o necessário e então aplicar um nó no mesmo. Trata-se de uma solução barata, com um acréscimo de R\$ 0,70 ao custo da bengala, e também simples de ser montada. Portanto a solução escolhida é a da borracha de raquete de tênis, com a utilização do método da arruela para a fixação do elástico e com a utilização do acoplamento de plástico mencionado acima para proporcionar um bom acabamento ao projeto.

10.8 Pintura

A bengala padrão tem uma pintura branca e possui um adesivo envolvendo o último módulo (módulo inferior) na cor amarela. Além de ser uma característica estética, a pintura também serve para proteger o alumínio. Como foi visto anteriormente, o alumínio é resistente à corrosão, devido a um fenômeno natural bastante simples. Quando uma nova superfície de alumínio é exposta ao oxigênio do ar, ocorre uma reação de oxidação, com a formação de uma camada fina superficial de óxido de alumínio, isolando o metal do contato com o oxigênio e interrompendo o processo. Essa resistência natural à corrosão, que faz do alumínio um material praticamente

perene, pode ser ainda melhorada através de acabamentos de superfície como a anodização ou a aplicação de “wash primer” ambas seguidas de pintura.

A pintura tem ainda a finalidade de sinalização. Alguns deficientes utilizam apenas uma vareta branca, pois a bengala branca [3] se tornou ao longo dos anos um símbolo mundial do deficiente visual. Esta sinalização não é, no entanto uma norma, e não é encontrada em todas as bengalas vendidas atualmente. Deste modo, caso a pintura encareça muito o produto, será optado por vender a bengala no alumínio mesmo, dadas as suas características já explicadas.

Anodização

A Anodização é um processo industrial eletroquímico aplicado ao alumínio e suas ligas para artificialmente tornar mais espessa, mais uniforme e mais resistente à abrasão a camada de óxido que se forma naturalmente. A camada de óxido aumentada artificialmente, sendo parte do material, é de difícil remoção. Ela melhora a natural resistência do alumínio à corrosão, garantindo o aspecto uniforme e a vida útil dos produtos. O processo de anodização consiste basicamente em agrupar uma quantidade de barras em uns suportes e submetê-las a uma série de banhos em grandes tanques.

Fundamentalmente, a seqüência de tratamentos é a seguinte: desengraxe, fosqueamento, anodização propriamente dita, coloração e selagem. A selagem é o processo de fechamento dos poros da camada anódica através de hidratação do óxido de alumínio. Alguns desses tratamentos são puramente químicos, alguns são eletroquímicos. Depois de cada um deles há um ou dois banhos em água limpa, para lavagem dos resíduos químicos que permanecem nas barras. O tempo de permanência em cada um dos banhos é controlado rigidamente. É fundamental para a obtenção de uma camada anódica compacta e uniforme o absoluto controle dos parâmetros de processo: composições químicas dos diferentes banhos, temperaturas, tempos de imersão, agitação da solução e correntes elétricas que atravessam o material.

O princípio da anodização é o da eletrólise da água. Devido a razões de ordem econômica, aspecto final e processual, o eletrólito por muitas vezes utilizado é o ácido sulfúrico. A superfície do ânodo, em alumínio, recobre-se de uma película de alumina formada pelo oxigênio proveniente da dissociação da água na eletrólise, e da

superfície do cátodo liberam-se bolhas de hidrogênio. A camada de óxido obtida pelo processo adequadamente controlado tem aparência uniforme e espessura constante. Ela é transparente e muito mais dura do que o alumínio. Depois de anodizado, a resistência à abrasão e ao risco do alumínio é bastante superior àquela do metal não tratado.

Estuda-se a possibilidade de compra do material já tratado, já que alguns fornecedores oferecem esta opção.

Aplicação de “wash primer”

As superfícies metálicas de alumínio recebem uma camada de "wash primer" na área que será pintada. Isto garante a perfeita aderência entre a chapa e a tinta posteriormente utilizada, pois o "wash primer" serve como superfície de ligação. Com isso, o metal fica protegido e não surgirão manchas escuras que normalmente ocorrem durante o transporte ou armazenagem do alumínio natural.

O “wash primer” é a base de água que confere proteção contra corrosão em superfícies galvanizadas, alumínio e ferro. Possui textura lisa e excelente aderência à pintura. O rendimento é variável de acordo com a diluição, rugosidade, absorção do substrato, preparação da superfície, métodos e técnica de aplicação. 250ml do produto pode ser aplicado em aproximadamente 2,4 a 2,8m². A secagem completa se dá entre 4 a 6 horas, onde poderão ser aplicadas tintas a base de água. Recomenda-se 24 horas para aplicação de tintas base solvente. O Primer para metais só atingirá a plenitude de seu desempenho após uma semana de secagem. O preço de 250ml deste produto é em torno de R\$ 14,00.

Algumas alternativas foram levantadas com respeito à proteção e pintura dos tubos de alumínio.

A primeira seria contratar os serviços de anodização e selagem dos tubos de alumínio. A segunda seria comprar o “wash primer” e tintas em cores a serem definidas, para a realização do processo na própria Fundação. A terceira seria manter a bengala sem pintura, haja vista a durabilidade de aproximadamente um ano de uma bengala, e devido ao propósito da utilização do alumínio e o critério de redução de custos, não realizar nenhum tratamento no alumínio recebido, devido ao alumínio ser um material bastante resistente à oxidação, não tendo suas propriedades mecânicas e estéticas muito modificadas devido ao contato com o ar.

Há ainda a opção de se colocar um adesivo que reflete a luz no módulo inferior da bengala, o que seria útil em relação à segurança do deficiente visual em ambientes noturnos com circulação de automóveis.

Ainda, há a alternativa de se colar adesivos, das mais variadas cores, em cada um dos módulos da bengala para proteção do material, e sinalização.

Como o objetivo do projeto é essencialmente a redução do custo da bengala, adotou-se a opção de não se tratar o alumínio com nenhum tipo de processo anteriormente explicado, por ele já ser resistente à oxidação, e também de não se utilizar nenhum tipo de adesivo, pelo propósito de redução de custos, já que o benefício trazido por estas soluções não é grande, e nem se mostrou vital.

11 PROJETO DA BENGALA

A partir de todas as análises realizadas e da definição de todas as partes constituintes da bengala, tais como tubos a serem utilizados, encaixes dos tubos, tipo de ponteira e luva, além de pintura da bengala, pode-se determinar com maior precisão o método de execução do projeto da bengala. Pelo estudo de viabilidade pôde-se ter uma idéia dos processos de produção que seriam empregados e assim dos ferramentais e maquinário necessários. Porém, como o projeto da bengala ainda não estava concretizado, foram adotadas algumas hipóteses a respeito dos processos de fabricação que, no desenrolar do projeto, sofreram alterações. Nesta parte do projeto, portanto, serão novamente analisados os processos de fabricação das bengalas baseados nas conclusões dos testes e seleção das melhores soluções para as diversas partes da bengala. Esta etapa do projeto pode ser vista como um segundo ciclo de uma espiral de projeto.

Pode-se observar nas figuras abaixo a bengala a ser produzida.



Figura 29 - Protótipo da bengala a ser produzida

- **Corte dos tubos maiores:** O próximo passo é o corte dos gomos da bengala, que ocorrem basicamente como a operação anterior. Corte no torno, com alimentação traseira contínua, mas com o alargamento interno do tubo com uma broca na contraponta do torno para que o tubo menor entre livre, tendo os gomos da bengala com um dos lados acabado como output. O tempo médio por peça é um pouco superior ao do processo anterior (2'02''), e os gomos são armazenados em caixas, sendo divididos por tamanhos (gomos de 22 cm em uma caixa, e 27 cm em outra), separando ainda 1/5 das peças, que não deve passar pelo processo de encaixe (estes serão os gomos inferiores da bengala), agilizando o processo.
- **Encaixe dos tubos:** Este processo tem como inputs os gomos e os tubos menores, ambos já cortados nas respectivas dimensões corretas. Para o encaixe dos tubos, optou-se pela montagem com interferência, sendo necessário para isto uma prensa manual de alavanca, que pode ser fabricada pela própria fundação, dada a sua simplicidade. O gomo é posicionado com o lado não acabado para cima, onde se posiciona o lado acabado do tubo menor. Aciona-se a alavanca da prensa, que por alavanca aplica a força necessária para a montagem. Este processo tem como output os gomos já com os encaixes, que são novamente armazenados para posterior acabamento do outro lado. O tempo médio para este processo é de 0'09''.
- **Acabamento final dos tubos:** Os gomos já montados com os tubos menores são levados ao torno, onde é feito o acabamento da borda interna com uma broca, e das bordas externas (do tubo maior e menor) com uma lima. Tem-se então os gomos acabados, prontos para a montagem. Estes são novamente armazenados em caixas, separados por tamanho. Este processo leva em média 0'54'', como se observa na tabela de tempos.
- **Montagem do gomo da luva:** Os gomos já separados previamente para a montagem da luva vão agora ao torno com o lado do encaixe inacessível, pois deseja-se trabalhar o outro lado, deixando exposta

quase que a totalidade da peça. Com a contraponta da máquina apóia-se o lado em balanço, e com uma rotação em torno de 60 rotações por minuto enrola-se o grip ao tubo, iniciando-se a 10 mm da extremidade. Ao final, é dado o acabamento, cortando o excesso do grip, e passando uma volta de fita adesiva, que está inclusa no grip. É então encaixada manualmente a ponteira de luva, e com uma broca, esta é furada para dar passagem ao elástico. Este processo leva em média 2'25'' por peça, e resulta no gomo da luva pronto para a montagem.

- **Montagem:** Por fim, com todas as peças disponíveis, a montagem começa com o encaixe dos 5 gomos, seguido do corte do elástico com o dobro do comprimento de 4 gomos da bengala a ser montada mais dois palmos. O elástico será passado por dentro da bengala com um arame de cobre com uma argola ovalada em uma das extremidades, que funciona como uma agulha. Passa-se, portanto, o elástico por dentro da argola do arame até a sua metade, e amarra-se as pontas livres do elástico com um nó duplo a cerca de 20 cm do fim (medido com pouco menos de um palmo). Passa-se então o arame pela bengala, e pela arruela, que é posicionada na extremidade inferior. Passado o elástico, basta puxar o elástico de dentro da argola, que se abre como uma mola para liberar o elástico, e dar um nó para que a arruela o estrangule quando solto, dando firmeza à bengala. Dá-se agora um nó duplo na extremidade livre do elástico, e outro a 3 cm (medidos com 2 a 3 dedos). O último passo é o encaixe da ponteira que também é feito manualmente por pressão. Todo o procedimento da montagem leva em média 3'00'', resultando na bengala pronta para venda.
- **Inspeção:** Após pronta, a bengala deve passar pela inspeção, que consiste em observar a qualidade geral da bengala, além de montar e avaliar a sua rigidez, além da facilidade de montagem e dobragem. Uma vez aprovada, a bengala deve ser dobrada, e armazenada para ser encaminhada ao estoque. Caso a bengala seja reprovada em algum

quesito, ela deve ser desmontada e as peças constatadas boas voltam para o processo, podendo ser usadas em outras bengalas, enquanto as peças ruins são consideradas perdidas.

11.2 Ferramentas e Máquinas

É extremamente importante a opção por equipamentos econômicos e eficazes. Também, é necessário levar em conta o espaço reduzido destinado à implantação do processo de produção. Desse modo, pode-se determinar quais os equipamentos que melhor se encaixam ao perfil da produção.

Máquina de Corte

Para a determinação da melhor máquina de corte para os tubos de alumínio, foram levados em consideração alguns fatores, tais como o número de cortes para cada bengala e, assim, número total de cortes por mês. Com a realização dos protótipos, pôde-se experimentar diversos modos de se cortar os tubos de alumínio, e assim avaliar o grau de dificuldade das operações, o tempo gasto, o nível de acabamento, a segurança, e os custos envolvidos.



Figura 31 - Serra Policorte

A primeira opção testada foi o corte com uma serra policorte, conforme a Figura 31. Neste equipamento, o tempo para a realização de um corte foi de aproximadamente 0'05'', o que foi considerado bastante rápido. O grau de dificuldade também foi considerado baixo, sendo que a maior preocupação é garantir que o corte seja perpendicular ao eixo do tubo, e para isso existe uma guia no equipamento que permite tal precisão. Para um operador com certa prática em manusear tal máquina, o processo é considerado seguro. O único problema desse processo é o nível de acabamento. Após o corte, a seção de corte fica áspera, com algumas regiões cortantes, e com rebarbas, como se pode notar na Figura 32.

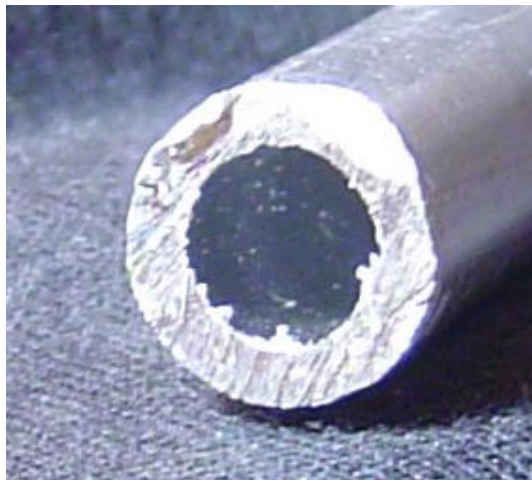


Figura 32 - Superfície após corte com serra policorte

Deste modo, apesar do pouco tempo gasto no corte, se faz necessário dar um acabamento à peça. Para tanto, testou-se o uso de um esmeril, que ainda não apresentou o resultado esperado, deixando a superfície áspera, além de cortante na borda interna, e com algumas irregularidades. O mesmo aconteceu utilizando-se uma lima. O resultado destes testes pode ser visto na Figura 33



Figura 33 - Superfície após corte com serra, e acabamento com esmeril

Feito isso, pesquisou-se os preços dos dois equipamentos. Para a determinação da máquina de corte utilizada, foram contatadas algumas empresas para indicar qual seria a máquina que tivesse o melhor custo-benefício. Foi então escolhida a máquina

com base nas respostas das empresas, essa que é da marca Ferrari, ilustrada na Figura 31.

Como o modelo da máquina já tinha sido determinado, a pesquisa de preço do produto foi facilitada. Após pesquisa em diversas lojas especializadas, encontrou-se a serra por R\$ 939,00 na loja Dibrap [6]. Uma lima comum da marca Tramontina custa em torno de R\$ 17,00. Quanto ao esmeril, encontrou-se um modelo recomendado para o tipo de trabalho, da marca Black&Decker modelo BT3600 que pode ser visualizado na Figura 34 e que tem o custo de R\$ 159,90.



Figura 34 - Esmeril

Em seguida, alguns testes foram realizados utilizando-se um torno mecânico, que pode ser visualizado na Figura 37. A grande vantagem do uso desta máquina é a possibilidade de fazer o corte no tubo, e em seguida realizar o acabamento da peça na seção de corte, arredondando as extremidades e fazendo a face ficar homogênea. A Figura 35 mostra como fica a peça cortada na serra, e posteriormente acabada no torno. O grande problema desta sequência de processos é o tempo necessário para o acabamento, que fica em mais de 2 minutos por peça, o que considerando que uma bengala leva 9 peças que precisaria deste processo, chega-se a quase quarenta horas só para o corte na produção de 100 bengalas, o que aumentaria muito o custo com empregados.



Figura 35 - Superfície cortada na serra, e acabada no torno

O nível de dificuldade foi considerado médio para um operador sem muito domínio do equipamento, porém facilmente se consegue a prática de tal operação.

Considerou-se então cortar os tubos no torno, já que este tipo de corte, apesar de mais lento, já proporciona um nível de acabamento aceitável, sendo necessário apenas retirar as rebarbas internas com uma broca, e as externas com uma lima. Pode-se observar na Figura 36 a qualidade da peça gerada por este processo.

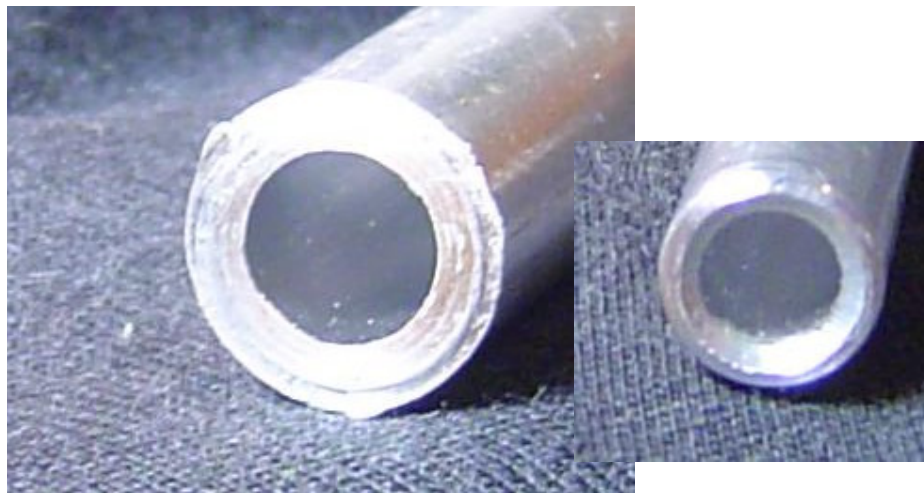


Figura 36 - Superfície após o corte (esquerda) e com acabamento (direita)

O tempo desta operação de corte e acabamento fica em torno de 1 minuto. Deste modo, decidiu-se fazer testes de cronometragem de algumas seqüências de

processos, que cumprem os objetivos requeridos de cortar, dar acabamento e alargar o tubo maior.



Figura 37 - Exemplo de torno mecânico usado na fabricação

11.3 Tempo de Produção

O teste de cronometragem foi feito com números diferentes de peças para cada processo, levando em conta a precisão dos resultados. Processos que poderiam apresentar maior variação de tempo de usinagem de uma peça foram cronometrados ao longo de várias peças, enquanto que os processos que são executados mais homoganeamente em relação ao tempo foram cronometrados ao longo de poucos, ou até um ciclo apenas.

As opções de seqüências de processos estão apresentadas na Tabela 13, onde nota-se que a seqüência 3 apresenta um tempo de fabricação de 100 bengalas de aproximadamente 30 horas. Comparando com as outras seqüências de operações, tem-se uma diferença de 15 e 4,5 horas com as seqüências 1 e 2, respectivamente, o que considerando o preço homem/hora a R\$ 20,00, resulta em diferenças de R\$ 300,00 e R\$ 90,00.

Tabela 13 - Testes de cronometragem

	Operação	Tempo		Peças -----	Tempo/Peça [min]	Peças por Bengala -----	Tempo para 100 Bengalas [horas]
		[min]	[seg]				
Sequência 1	Corte dos tubos na serra	1	0	20	0.05	9	0.75
	Acabamento no torno das duas bordas cortadas na serra	31	17	12	2.61	9	39.15
	Alargamento do tubo maior na furadeira	3	27	6	0.58	5	4.83
	Total						44.73
Sequência 2	Corte e acabamento de um lado do tubo menor no torno	3	4	3	1.03	4	6.87
	Corte + Acabamento e alargamento de um dos lados no torno (tubo maior)	6	7	3	2.04	5	17.00
	Acabamento do segundo lado no torno	4	12	6	0.70	9	10.50
	Total						34.37
Sequência 3	Corte e acabamento de um lado do tubo menor no torno	3	4	3	1.03	4	6.87
	Corte + Acabamento e alargamento de um dos lados no torno (tubo maior)	6	7	3	2.04	5	17.00
	Acabamento do segundo lado dos tubos já encaixados no torno	3	38	4	0.91	4	6.07
	Total						29.93

As seqüências estão apresentadas na tabela na ordem em que foram desenvolvidas, observando assim um aprimoramento da primeira para a segunda, e desta para a terceira. A melhora da primeira para a segunda foi bastante expressiva, enquanto que da segunda para a terceira foi bem menor, donde concluiu-se que já havia chegado a um nível aceitável.

Do mesmo modo foram feitos os teste de cronometragem para todos os outros processos de produção, de modo que fosse possível avaliar a viabilidade da produção mensal de 100 bengalas em um tempo médio de 40 horas.

A Tabela 14 mostra os tempos médios para cada etapa da produção da bengala, chegando a um período de 6 dias para a produção da bengala. Foram considerados dias de 7 horas, para haver uma folga, já que todo o processo é manual. Espera-se, no entanto que o tempo se reduza após alguns meses, já que o funcionário estaria mais treinado, e executaria as tarefas com maior agilidade e rapidez do que ocorreu nos testes.

Tabela 14 - Tempo médio de produção

Operação	Tempo		Peças	Tempo/Peça	Peças por Bengala	Tempo para 100 Bengalas
	Min	seg	unidade	min	unidade	horas
Corte + acabamento de um lado do tubo menor no torno	3	4	3	1.03	4	6.87
Corte + Acabamento e alargamento de um dos lados no torno (tubo maior)	6	7	3	2.04	5	17.00
Encaixe forçado dos tubos na prensa	0	54	6	0.15	4	1.00
Acabamento do segundo lado do tubo maior + Acabamento do segundo lado do tubo menor	3	38	4	0.91	4	6.07
Montagem do gomo da luva	2	25	1	2.42	1	4.03
Montagem	3	0	1	3.00	1	5.00
Inspeção	0	30	1	0.50	1	0.83
					Total de horas	40.80
					Total de dias	5.83

11.4 Layout da Planta de Produção

A Fundação possui 3500m² de área construída, sendo dividida em salas administrativas, salas de aula para reabilitação, salas de atendimento, biblioteca, almoxarifado, bazar e área de produção de livros em braile, dentre outras divisões. Existe uma área retangular próxima à sala das prensas, de dimensões próximas a 10x8m, que poderia ser utilizada para a instalação da planta. Ficando, inclusive próxima ao almoxarifado onde serão alocadas as bengalas depois de produzidas. Tais dimensões da sala facilitam o manuseio dos tubos de alumínio que chegam do fornecedor com 3m de comprimento.

A Figura 38 esquematiza a organização do espaço disponível para a instalação da planta. Nota-se que a planta é muito simples, sendo que as setas indicam o fluxo de peças ao longo da fabricação, de acordo com os processos que foram anteriormente explicados.

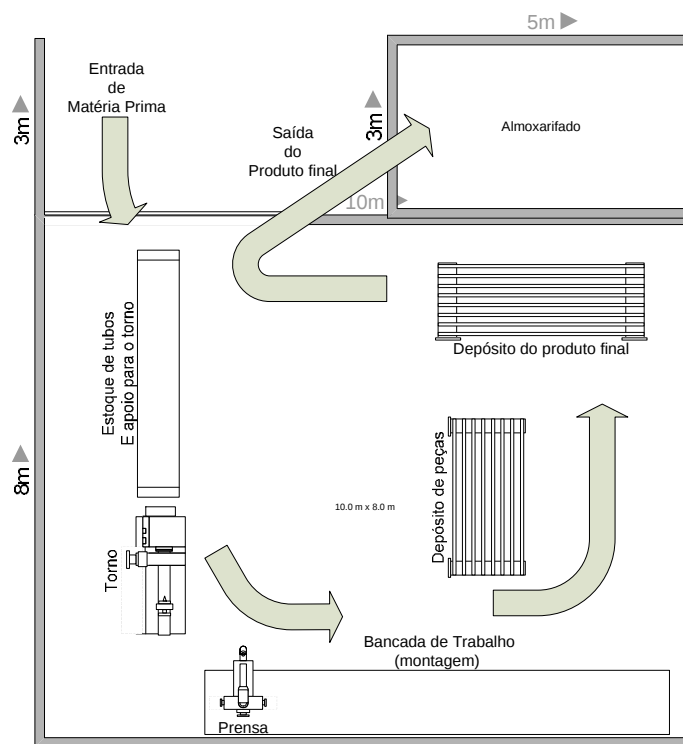


Figura 38 - Esquema da planta de produção

11.5 Funcionários

O número de funcionários foi definido segundo o número de tipos de tarefas, além da carga. Foram identificadas duas tarefas:

- Torneamento
- Montagem

O torneamento o encaixe forçado na prensa são realizados por um operário que tenha treinamentos específicos para operar os equipamentos. O custo/hora deste funcionário é maior que um funcionário que faz apenas a montagem e a inspeção. Deste modo, a opção por um segundo funcionário barateia o produto, além de existir a possibilidade de utilizar mão de obra de um deficiente na montagem e inspeção. Isto não foi testado, mas dadas as atividades complexas realizadas por deficientes na fundação, acredita-se que esta tarefa seria cumprida por uma pessoa cega sem grandes problemas.

12 ANÁLISE DE CUSTOS

A partir de toda matéria prima, processos e maquinário determinados, pode-se fazer algumas estimativas de custos. Ainda, é necessário estimar outros gastos, tais como mão-de-obra, impostos e outras despesas operacionais.

Os custos foram primeiramente divididos em custos iniciais e custos mensais e posteriormente subdivididos em cada etapa do processo de fabricação do produto.

12.1 Custos Iniciais

O custo inicial da empresa é a soma dos gastos necessários para implementação e início do funcionamento da mesma. Esses custos são fixos e não dependem da quantidade de produtos fabricados (considera-se apenas uma escala de produção). Além disso, esses valores são gastos uma única vez e não se repetem em caso de necessidades futuras de reparo ou substituição.

12.1.1 Gastos com Maquinário

O maquinário necessário para a fabricação do produto em todas as suas etapas, assim como os modelos e quantidades, foram determinados anteriormente na seleção de maquinário. A Fundação possuía um torno mecânico o qual foi vendido há dois anos por R\$ 500,00, preço de mercado. Sendo assim, calcula-se que a aquisição de um torno mecânico do mesmo padrão do que a Fundação possuía anteriormente custaria não mais do que R\$ 1.000,00.

Será necessário também a utilização de uma prensa, que custará em torno de R\$ 100,00.

Outras ferramentas necessárias são uma lima, brocas, tesoura e arame para montagem. O preço destes materiais pode variar muito, mas de acordo com cotações feitas, não se gastaria mais do que R\$ 35,00.

Desta maneira o gasto total com maquinários é de: R\$ 1.135,00

12.1.2 Gastos com Instalação

A Fundação possui algumas bancadas disponíveis que poderiam ser utilizadas para a montagem das bengalas nas suas diversas etapas. Para o estoque das bengalas já fabricadas, já existe o almoxarifado da Fundação. Será estimado um valor de R\$ 100,00 para eventuais reparos das bancadas.

Dessa forma, o custo total para a instalação da empresa será de: R\$ 100,00.

12.1.3 Gastos com Protótipos

Uma vez que o protótipo já foi realizado, e não será cobrado da Fundação, os gastos destinados aos testes, matéria prima e fabricação dos protótipos não serão incluídos no projeto.

Desta forma obtemos o total de gastos iniciais: R\$ 1.235,00. Este valor inicial não será adicionado aos custos do projeto pois, pensando-se em longo prazo, esses custos já terão sido pagos com um pequeno acréscimo do valor das bengalas dos primeiros meses de produção.

12.2 Custos Mensais

Os custos mensais são divididos em custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos são os custos que não dependem do volume de vendas e/ou produção e os custos variáveis são aqueles diretamente relacionados ao desempenho da produção e da demanda.

12.2.1 Custos Fixos

Aluguel do Espaço

Não será necessário o aluguel de algum espaço para a montagem da planta, uma vez que a Fundação possui espaço que poderia ser utilizado para tal finalidade.

12.2.2 Custos Variáveis

Os custos aqui presentes foram calculados tendo em vista a produção de 100 bengalas ao mês. Caso o número de bengalas produzidas aumente, o gasto unitário com matéria prima permanecerá constante, porém o custo com mão de obra poderá sofrer pequenas alterações. Ou ainda, pode-se negociar com os fabricantes algum desconto pelo aumento da demanda.

Impostos

Conforme o Decreto nº 48786 de 13/07/2004 – Anexo de isenções art. 17, os produtos para deficientes visuais têm isenção de ICMS (imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços) e IPI (imposto sobre produtos industrializados). Sendo assim, não há impostos incidentes no valor da bengala, uma vez que ela se destina a portadores de deficiência visual. Portanto a Fundação é isenta do ICMS e do IPI calculados sobre o lucro bruto.

É importante frisar que a Fundação paga encargo incidentes sobre a folha de pagamento de seus funcionários. São eles:

- FGTS: 8,0% + 0,5% sobre o salário nominal;
- Férias: 8,3% (ou 1/12) sobre o salário nominal;
- Abono de férias: 2,7% (ou 1/3 das férias) sobre o salário nominal;
- Indenização (a ser paga no caso de dispensa do funcionário sem justa causa): 100% do salário nominal ou 40% + 10% do saldo do FGTS.

Por ser uma Fundação, a Dorina Nowill [7] está isenta do INSS, que teoricamente seria de 20%.

Salários

A partir dos processos de produção necessários, e do tempo estimado para cada processo, chegou-se à conclusão de que dois funcionários seriam o suficiente para suprir a demanda mensal.

Primeiramente, como foi calculado, é necessário um funcionário para operar o torno mecânico e a prensa por 35 horas mensais. A partir dos impostos acima, e de informações da gerente financeira da Fundação, o custo de um funcionário para tal função é de R\$ 20,00 / hora, totalizando R\$ 700,00 ao mês.

As outras etapas do processo, que não dizem respeito ao corte e acabamento dos tubos de alumínio, devem ser feitas por um outro funcionário. Ficaria então designado a este funcionário a montagem da bengala, encaixando os gomos de alumínio uns aos outros, fixando a luva de borracha, passando o elástico no interior da bengala, tracionando-o e fixando-o à arruelas e ao acoplamento de borracha da parte superior da bengala e por último acoplando a ponteira à extremidade inferior da bengala.

Como proposto nos objetivos do projeto, seria interessante caso pudesse se empregar um funcionário com deficiência visual na produção das bengalas. Após conversas e análises junto a especialistas da área de reabilitação da Fundação, concluiu-se que tais tarefas podem ser tranquilamente realizadas por um deficiente visual. Após um curto período de treinamento, o portador de deficiência visual estaria apto a realizar tal função. Segundo o departamento financeiro da Fundação, este tipo de tarefa realizada por funcionários em outros setores da Fundação, sendo deficiente visual ou não, custa à Fundação R\$ 10,00/hora, incluindo também todos os encargos e benefícios acima citados. Para a montagem da bengala, como especificado

anteriormente, requer o empenho de 6 horas ao mês, custando então R\$ 60,00 ao mês. A Tabela 15 resume tais informações.

Tabela 15 - Relação de custos com operarios

Funcionário	Custo / hora	Horas / mês	Custo / mês
Torneiro Mecanico	R\$ 20.00	35	R\$ 700.00
Montagem	R\$ 10.00	6	R\$ 60.00
		Total	R\$ 760.00

Deste modo, o gasto com salários será de R\$ 760,00 ao mês, ou ainda, R\$ 7,60 por bengala.

Matéria-prima

- Tubos de Alumínio

Descrição: 2 tubos de alumínio de dimensões diferentes e segmentados em diversos tamanhos, variando com o comprimento total de cada bengala.

Fornecedor: Belmetal

- Manopla ou Luva

Descrição: Adaptação de uma borracha utilizada em cabos raquetes de tênis.

Fabricante: Sigma, modelo Soft Tack, revendido por ProSpin.

- Acoplamento Plástico (ponteira superior)

Descrição: Peça plástica a ser utilizada na extremidade superior da bengala.

Fornecedor: Borrachas Moema Ltda.

- Ponteira

Descrição: 1 ponteira de nylon para ser encaixada na extremidade inferior da bengala.

Fornecedor: Tecnusi Indústria e Comércio Ltda.

- Arruela

Descrição: Utilização de 1 arruela na extremidade inferior da bengala para fixação do elástico.

Fornecedor: Borrachas Moema Ltda.

- Elástico

Descrição: Utilização de elástico duplo no interior da bengala.

Fornecedor: Armarinhos Fernando

A Tabela 16 traz um resumo dos materiais que constituem a bengala, a quantidade de material em cada lote, bem como o quanto será aproveitado e/ou descartado. Ainda, traz os preços dos lotes e por fim o custo de matéria prima por bengala.

Tabela 16 - Relação de custos com matéria prima

	Número de Peças por Unidade	Comprimento por peça [mm]	Comprimento Efetivo [mm]	Comprimento Efetivo Total [mm]	Lote de Compra [mm]	Perda Mínima por Peça [mm]	Peças por Lote	Sobra por Lote [mm]	Lotes para 100 unidades	Sobras + perda em 100 Unidades [mm]	Excedente em 100 Unidades [mm]	Preço do Lote	Custo
gomos ext	4	270	270	1080	6000	1	22	38	19	1140	4860	R\$ 14.00	R\$ 266.00
gomos int	4	40	0	0	6000	1	146	14	3	480	1520	R\$ 10.18	R\$ 30.54
gomo luva	1	270	270	270	6000	1	22	38	5	300	2700	R\$ 14.00	R\$ 70.00
Luva	1	150	0	0	60	0	60	0	2	0	20	R\$ 220.00	R\$ 440.00
Ponteira de luva	1	15	0	0	1	0	1	0	100	0	0	R\$ 0.70	R\$ 70.00
Ponteira	1	80	38	38	100	0	100	0	1	0	0	R\$ 300.00	R\$ 300.00
Arruela	1	1	0	0	1	0	1	0	100	0	0	R\$ 0.03	R\$ 3.00
Elastico	1	2560	0	0	100000	0	39	160	3	480	43520	R\$ 21.50	R\$ 64.50
		Comprimento da Bengala		1388								custo unitário	R\$ 12.44

Com isso, pode-se determinar que o custo com matéria prima por bengala será de R\$ 12,44.

Segundo o CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem) [5], uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo, o preço do alumínio reciclável é de R\$ 3,90 por quilograma de material. Uma vez que a produção de cavacos e segmentos de tubos de alumínio que não serão aproveitados por mês pesa em torno de 0,27 Kg, pode-se deduzir do custo de produção mensal de bengalas R\$ 1,10. Todavia, como se trata de um valor muito baixo, este cálculo não influenciará o custo de produção da bengala.

Tabela 17 - Quantidade de resíduos de alumínio para reciclagem

	Peso linear [Kg/m]	Perda [m]	Peso perdido [Kg]
Tubo maior	0.155	1.44	0.2232
Tubo menor	0.107	0.48	0.05136
		Total	0.27456

Concluindo, somando-se os gastos com salários (R\$ 7,60 por bengala) e com matéria prima (R\$ 12,44 por bengala), chega-se ao custo de R\$ 20,04 por bengala.

O valor total dos gastos mensais para uma produção média de 100 unidades por mês foi, portanto, estimado em R\$ 2.004,00.

13 GESTÃO DA QUALIDADE

O controle de qualidade numa produção pode ser dividido em algumas seções. Neste projeto seria interessante implementar dois pontos principais de controle de qualidade. O primeiro que controla o material recebido e outro que controla a qualidade do produto final. Ainda, é interessante que periodicamente os processos de fabricação sejam reavaliados para possíveis implementações e otimização dos processos.

13.1 Controle de Qualidade do Material Recebido

Dado um fornecimento, os principais fatores que definem a qualidade deste são:

- Normas de qualidade seguidas pelo fornecedor
- Cumprimento do prazo de entrega dos suprimentos
- Cumprimento das normas do contrato vigente

Para se evitar que a qualidade na parte de suprimentos caia demasiadamente, é preciso que haja precauções tomadas por parte da empresa a fim de se minimizar os problemas caso alguma coisa de errado (atrasos, peças com defeitos) aconteça. Para isto adotou-se as medidas a seguir:

- Caso o lote de peças enviadas esteja com porcentagem de defeituosos acima do estabelecido, procede-se com a devolução do lote para o reenvio de outro. Para se evitar o atraso neste caso é preciso ter sempre um estoque de emergência.
- Caso a empresa não cumpra alguma das normas vigentes e mesmo diante de reclamações não esteja disposta a cumprir, pode-se haver a quebra de contrato e a procura de um outro fornecedor.

A princípio, as seguintes dimensões serão controladas:

- Diâmetro interno e externo dos tubos de maior diâmetro;
- Diâmetro externo dos tubos de menor diâmetro;
- Riscos, arranhões e amassados no tubo;
- Diâmetro interno das ponteiros (para garantir o ajuste forçado no tubo);

13.2 Controle da Qualidade do Produto

Além desses ensaios, serão realizados testes para garantir a qualidade de cada processo na linha de produção. As seguintes características da bengala serão controladas:

- Comprimento dos tubos
- Posicionamento dos encaixes depois de fixados na prensa
- Posicionamento da manopla e ponteira
- Fixação do elástico
- Acabamento
- Facilidade de montar e desmontar a bengala

Tanto no controle da qualidade do material recebido quanto do produto, os parâmetros que estão sendo medidos podem ser excluídos, substituídos ou outros podem ser adicionados conforme a necessidade.

14 ANÁLISE DE RESULTADOS

Após todas as análises e planejamentos realizados, custos levantados, e o protótipo montado, foram levantados alguns pontos importantes do projeto necessários para se determinar os resultados positivos alcançados, e o que ainda permite melhorias.

O preço da bengala deste projeto será de R\$ 20,04. Comparada à bengala padrão utilizada como referência neste projeto, que custa R\$ 40,00 ao usuário, a nova bengala é exatamente 50% mais barata, o que é um ponto muito forte deste projeto.

Também foi realizada uma pesquisa com alguns portadores de deficiência visual a respeito da nova bengala criada. Alguns pontos importantes foram levantados a partir da entrevista, que abordava os seguintes pontos:

- Peso
- Manopla
- Acabamento
- Ponteira
- Dimensões da bengala quando dobrada
- Possíveis melhorias
- Preço

Um ponto interessante a ser ressaltado é a qualidade do acabamento da bengala quando comparada com muitas bengalas encontradas à venda em diversas lojas. Não só os encaixes em si, mas também a manopla e a ponteira são de qualidade muito boas para os padrões do mercado de bengalas. Os entrevistados notaram esses pontos e destacaram os encaixes como sendo seguros quando a bengala está sendo dobrada, por não possuírem seções cortantes, e também por proporcionar uma fácil montagem e desmontagem. Ainda, as dimensões da ponteira fazem com que ela dure por um grande período, por possuir bastante material para ser desgastado antes da necessidade de troca da mesma. A manopla também agradou aos entrevistados por ser macia e não machucar as mãos durante a utilização da bengala. Um ponto levantado por eles é a grossura reduzida do cabo. Talvez fosse interessante implementar, segundo eles, o aumento da grossura da manopla, para tornar os movimentos mais confortáveis.

Um outro ponto a ser melhorado é quanto ao peso da bengala. Apesar de ser leve em relação a vários modelos do mercado, a bengala protótipo possui 272,5g, enquanto

que a bengala padrão possui 213,9g, ou seja, ela é em torno de 27% mais pesada que a bengala padrão.



Figura 39 - Pesagem do protótipo

Um outro ponto importante destacado pelos entrevistados é o fato da bengala ter dimensões reduzidas quando dobrada. A bengala protótipo possui um grau de compactação que agradou aos entrevistados.

15 CONCLUSÕES

O primeiro resultado obtido foi ao fim da análise de viabilidade, quando o projeto mostrou-se viável. Com o objetivo de obter um projeto de uma bengala de qualidade similar à bengala padrão escolhida, para ser vendida a preço mais viável ao usuário, a possibilidade de êxito foi confirmada quando chegou-se ao preço final de R\$ 33,20, mais de 15% abaixo do preço pago atualmente pelo usuário.

Vale deixar claro aqui, que quando se fala em ter um projeto de uma bengala com certas características, não significa necessariamente projetá-la do início ao fim. Dada a simplicidade do produto, constatou-se, na verdade, que seria muito mais lógico estudar as soluções existentes no mercado, testá-las e adaptá-las ao escopo do projeto.

Com o avanço do projeto, e conforme novas soluções foram encontradas, o custo final da bengala caiu ainda mais, chegando ao valor de R\$ 20,04, o equivalente a 50% do preço pago pelo deficiente pela bengala padrão.

Pôde-se, experimentar diversas alternativas de soluções para as diversas partes da bengala. Testes foram realizados para determinar o melhor encaixe entre os módulos dos tubos de alumínio, podendo-se constatar de fato quais as reais dificuldades em se conseguir os resultados desejados. Quanto à ponteira e a luva, também foi necessário uma análise minuciosa dos produtos disponíveis no mercado passíveis de adaptação no projeto, e ainda de outras propostas de criação das peças, tendo sempre os critérios de custo, durabilidade, eficiência do encaixe entre outros previamente detalhados como fundamentais para a determinação do projeto.

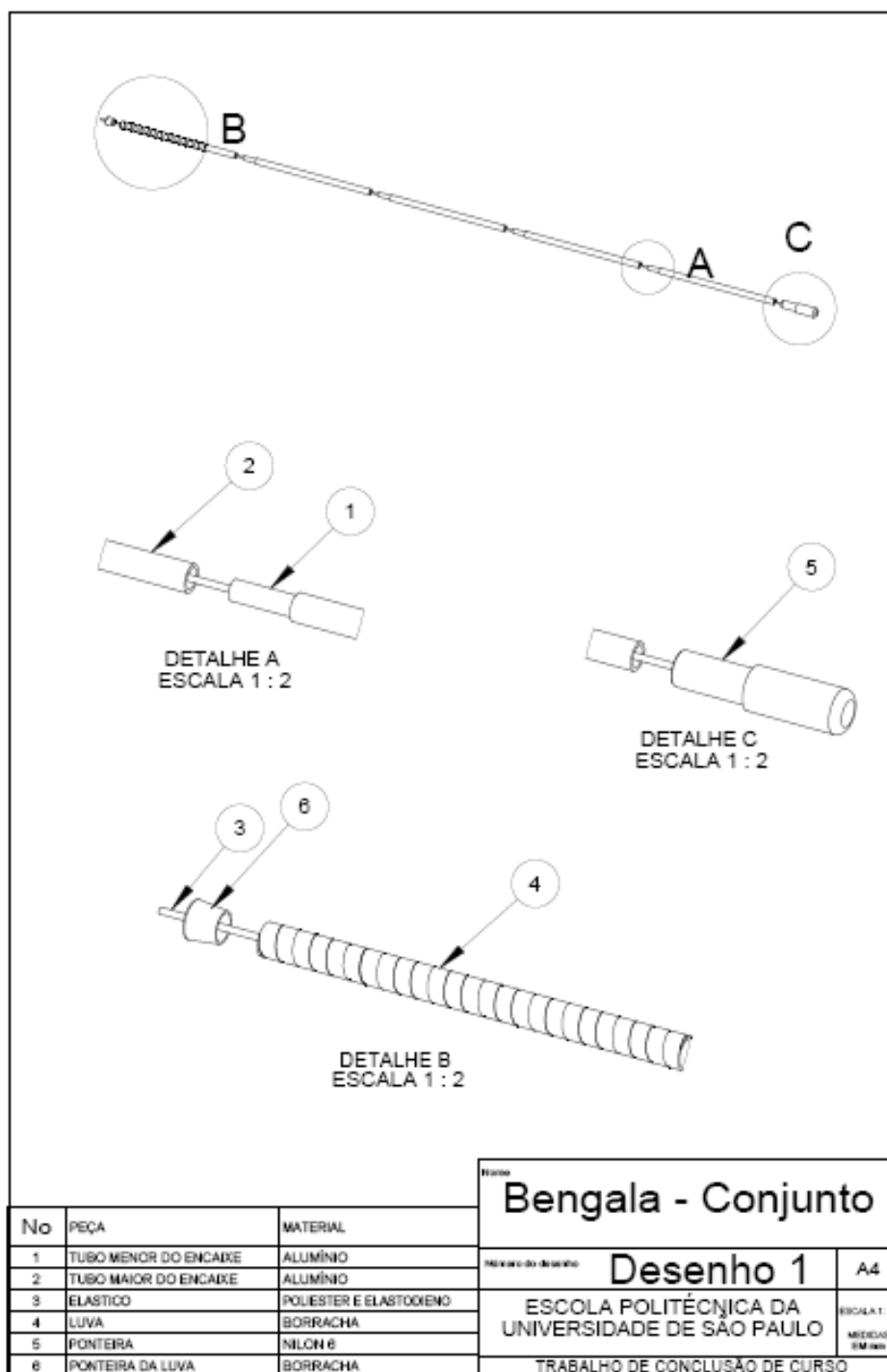
Ao final do projeto, foi constatada a boa qualidade da bengala quando comparada à bengala padrão e diversas outras existentes no mercado, resultando em uma relação custo-benefício excelente.

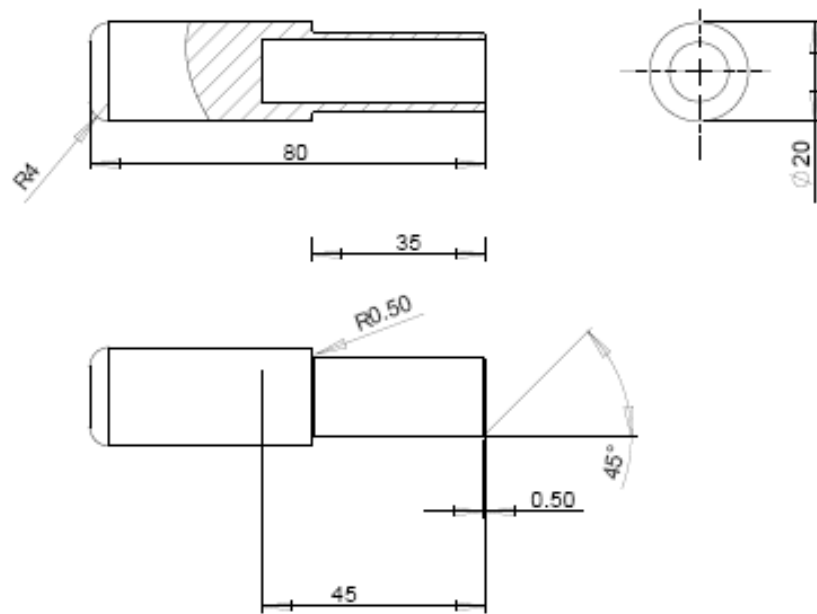
Devido à incerteza quanto à implementação do projeto pela Fundação, não foram levantados possíveis patrocinadores, não descartando, no entanto esta possibilidade.

16 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

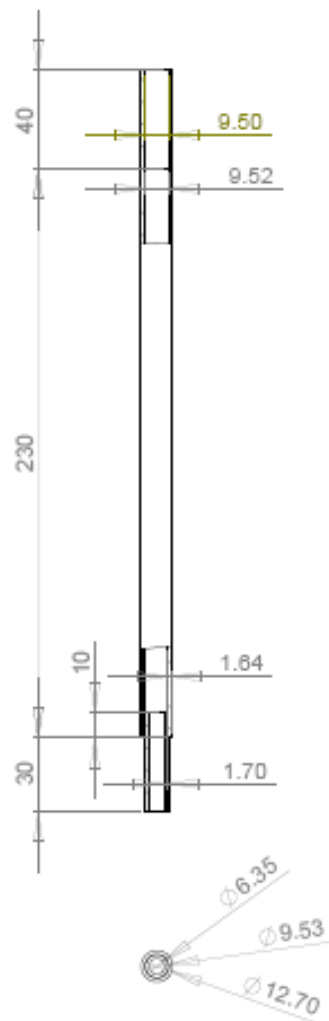
- [1] Alfredo Monchini & CIA – Peças técnicas e industriais - Rua João Serrano, 260 – São Paulo, SP – fone:(11)2661400
- [2] AmbuTech - DeBaets St. - Winnipeg, Canadá – fone:(1 204)6633340
- www.ambutech.com
- [3] Bengala Branca Importação e Comércio LTDA - Rua Coronel Vicente, 608 – Porto Alegre, RS – fone:(51)32124777 -
www.bengalabranca.com.br
- [4] CALLISTER, W. D., Material Science and Engeneering – An Introduction, 5th edition
- [5] Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em:
www.cempre.org.br
- [6] Dibrap – Soluções em ferramentas elétricas - Fone:(11)63413497 -
loja.dibrap.com.br
- [7] Fundação Dorina Nowill – Rua Doutor Diogo de Faria, 558 – São Paulo, SP – fone:(11)5087-0999 www.fundacaodorina.org.br
- [8] Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: www.fgv.br
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
www.ibge.gov.br
- [10] KAMINSKI, P. C., Desenvolvendo Produtos com Planejamento , Criatividade e Qualidade, Livros Técnico e Científicos Editora S.A., 2000
- [11] Laramara – Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual - Rua Conselheiro Brotero, 338 – São Paulo, SP fone:(11)36606400 –
www.lamara.org.br
- [12] www.presidencia.gov.br
- [13] Rede Saci – Solidariedade Apoio Comunicação e Informação. Disponível em: www.saci.org.br
- [14] Tecnoperfil – Peças e componentes de alumínio - Rua Marginal, 1450, Rod Stos Dumont, Km72 – Campinas, SP – fone:(19)32258700 -
www.tecnoperfilaluminio.com.br

ANEXO A – DESENHOS TÉCNICOS DA BENGALA PROJETADA





Nome			PONTEIRA	
Número do desenho			Desenho 2	A4
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO			ESCALA: 1:1	MEDIDAS EM mm
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO				



Nome		ENCAIXE	
Número do desenho		Desenho 3	A4
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO		ESCALA 1:2 MEDIDAS EM mm	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.