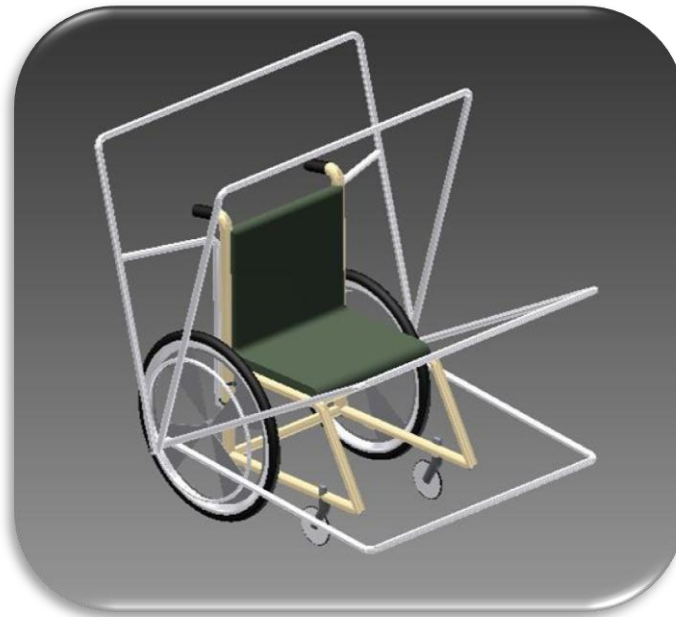


# **“Bubble Chair”**

## Relatório Final



Turma 2  
Prof. Clóvis Alvarenga Netto  
Prof. Eduardo Zancul

### **Componentes:**

Bruno Salman Scigliano	nº USP: 5948114
Cauê Gonçalves Mançanares	nº USP: 5949199
Giulia Ventura Gargioni	nº USP: 5693285
Rafael Oricchio Gimenes	nº USP: 5949481
Roger Higashi Yamabe	nº USP: 5946241

São Paulo

Junho de 2010

## Sumário

1.	Sumário Executivo.....	4
2.	Introdução.....	7
3.	Apresentação do Mercado.....	9
4.	Procedimentos Metodológicos.....	10
5.	Identificação das necessidades dos usuários.....	12
6.	Macro Análise Funcional.....	27
7.	Estudo de Diferenciação.....	30
8.	Escala Vertical e Valor Mercadológico .....	31
9.	Estudo de aproveitamento técnico .....	37
10.	Análise do Estudo de aproveitamento técnico .....	46
11.	Matriz Morfológica .....	47
12.	Reformulação do Desenho e da Concepção Inicial .....	49
13.	Constituição do Produto .....	51
14.	Canais de Distribuição .....	54
15.	Análise Crítica do Produto.....	57
16.	Especificação dos materiais.....	75
17.	Documentação Técnica.....	78
18.	Escala de produção .....	80
19.	Definição da Embalagem .....	86
20.	Processo de Fabricação .....	88
21.	Controle da Qualidade .....	96
22.	FMEA do Processo.....	101
23.	Especificação de ferramentas e dispositivos.....	112

<b>24. Preço do Produto .....</b>	<b>113</b>
<b>25. Engenharia e Análise de Valor.....</b>	<b>116</b>
<b>26. Considerações Finais .....</b>	<b>120</b>
<b>27. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>

# 1. Sumário Executivo

## Equipe do projeto

Bruno Salman Scigliano, Cauê Gonçalves Mançanares, Giulia Ventura Gargioni, Rafael Oricchio Gimenes, Roger Higashi Yamabe.

## Descrição do produto

A Bubble Chair é uma capota para cadeira de rodas que se assemelha a uma cobertura de carrinho de bebê. Ela proporciona a capacidade e a comodidade necessárias para que um cadeirante possa sair de casa, mesmo sob chuva, sem que precise ocupar suas mãos com algum dispositivo de proteção contra a chuva.

O produto é facilmente acoplável a qualquer cadeira de rodas, e pode ser removido com igual facilidade para casos de clima seguramente seco. Sob seu campo de proteção encontram-se inteiramente tanto o cadeirante quanto a própria cadeira de rodas.

## Mercado alvo

População de cadeirantes de quatro cidades-alvo: São Paulo, Campinas, São José dos Campos e Santos, integrantes das classes sociais B, C e D.

Segmentação do mercado: Cadeirantes que saem de casa sozinhos (41% dos cadeirantes)

Penetração no mercado potencial: 10%

Potenciais Usuários: 19.322 cadeirantes

## Custos principais

- Custo total de produção: R\$ 53,30
- Custo de matéria-prima e componentes: R\$ 47,34
- Custo de mão-de-obra: R\$ 5,96

## **Valor do produto**

- Valor Mercadológico: R\$ 250,00
- Preço de Etiqueta: R\$ 141,79
- Margem do Revendedor: 100%
- Preço de Fábrica: R\$ 70,80
- Margem da Fábrica: 15%

## **Dados de produção**

- Escala: 322 Capotas por Mês
- Lead Time de fabricação: 27 minutos

## **Processos principais**

Corte, prensa, dobra e solda de tubos de Alumínio 6063; corte e cola de laminado de PVC; embalagem; distribuição do produto.

## **Fornecedores principais**

- Vick Comércio de Plásticos e Isolantes Ltda. – fornecedor do laminado de PVC simples calandrado.
- Grupo Gonçalves Dias S/A (GGD Metals S/A) – fornecedor dos tubos de alumínio (liga de alumínio 6063).

## **Pontos críticos principais**

*Produto:* Fixação à cadeira de rodas; mecanismo de abertura e fechamento da capota.

*Processo:* Colar o plástico; soldar os tubos.

*Qualidade:* Recebimento de materiais; inspeção do produto final.

## **Principais dificuldades**

- Escolher um princípio de solução eficiente e fácil de construir.
- Selecionar materiais e fornecedores.
- Desenvolver um dispositivo de fixação eficiente.

### **Principais lições aprendidas**

- Trabalho em equipe
- Uso de ferramentas de engenharia de produção.
- Enxergar com a ótica do cliente.
- Desenvolvimento de projeto.

## 2. Introdução

O processo de concepção e desenvolvimento de um produto, num sentido amplo, ocorre como uma sequência de três momentos distintos: (i) o pré-desenvolvimento, em que se planeja estrategicamente o que deve ser desenvolvido; (ii) o desenvolvimento propriamente dito, em que são caracterizados todos os fatores necessários à colocação do produto no mercado, enfatizando os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto, suas características e forma de produção; e (iii) o pós-desenvolvimento, etapa de acompanhamento do produto após o lançamento até que se resolva descontinuá-lo.

O presente documento apresenta todas as etapas contidas no escopo do atual projeto, que abrange o processo de desenvolvimento do produto desde a etapa (i) do pré-desenvolvimento, até a elaboração do projeto detalhado, parte da etapa (ii) do desenvolvimento propriamente dito. Como tal, apresenta as informações e ferramentas necessárias e suficientes para que, a partir dele, possa-se, de maneira planejada, preparar toda a estrutura necessária para que se comece a produzir o produto.

Visando atender a uma necessidade de mercado, “proteger um cadeirante da chuva” foi definido como meta orientadora para a concepção inicial do produto. A partir dela, foram realizadas pesquisas para a obtenção direta da “voz do cliente”, neste caso, das necessidades latentes dos cadeirantes quanto ao quesito “proteção contra a chuva”. As necessidades levantadas foram desdobradas em requisitos técnicos do produto, isto é, funcionalidades que um produto deve possuir para atender à meta orientadora. Isto permitiu a concepção inicial de um produto bem alinhado com as necessidades existentes, capaz de atendê-las.

A concepção inicial foi detalhada e, em um processo iterativo que envolve a aplicação de diversas ferramentas como o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e o *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) para a obtenção de soluções de produto com características técnicas mais adequadas, foi possível detalhar o projeto do produto final, doravante

denominado *Bubble Chair*. Neste processo, são detalhados também os processos de fabricação e montagem dos componentes, incluindo seus custos, equipamentos e mão-de-obra necessária.

Concomitantemente ao processo de concepção da *Bubble Chair* propriamente dita descrito acima, foi realizada uma caracterização do mercado em que ela será inserida, com levantamentos objetivos que permitiram a determinação de uma previsão de escala de produção. Também foi detalhado o canal de distribuição a ser utilizado, com todos os benefícios e desvantagens nele envolvidos, e a embalagem em que a *Bubble Chair* será distribuída.

A solução obtida para o atendimento da meta orientadora especificada no início do processo de desenvolvimento se estabeleceu como resultado de forças advindas, de um lado, das necessidades latentes existentes dos clientes, e do outro lado, das necessidades econômicas relativas à redução de custos e otimização de processos.



### 3. Apresentação do Mercado

A capota para cadeira de rodas estará inserida no mercado de acessórios para cadeira de rodas, portanto deve-se estudar o mercado de cadeira de rodas para analisar os impactos do produto neste mercado.

De acordo com o último censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geociências e Estatística) onde foi pesquisada a questão da deficiência no Brasil, no ano de 2000, 24,5 milhões de brasileiros apresentavam algum tipo de deficiência. Destes, 6,6 milhões necessitavam de cadeira de rodas para se locomover. Na época, isto representava 3,9% da população. Supondo que o percentual de usuários de cadeiras de rodas em relação à população total do Brasil se manteve constante, estima-se que hoje 7,4 milhões de brasileiros necessitem de cadeira de rodas para se locomover.

O mercado de cadeiras de rodas corresponde a 10% do mercado de produtos ortopédicos, movimentando aproximadamente R\$ 100 milhões em 2009, segundo site da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD).

Apenas no Estado de São Paulo existem mais de 50 fabricantes de cadeiras de rodas, sejam elas manuais ou elétricas, entre eles estão Jaguaribe, Freedom, Ortobrás e Agile, que são as 4 maiores fabricantes do produto.

O mercado de cadeirantes está dividido entre os que apresentam deficiências que os impossibilitam de sair de casa sem o auxílio de outros e os que estão aptos a sair. Como não foram encontrados números na literatura clássica e em sites de associações, foi obtida uma estimativa em contato com a Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) e a Associação Brasileira dos Deficientes Físicos (ABDF) para se obter um número de potenciais consumidores minimamente próximos da realidade. Os números obtidos foram:

- AACD – 41%
- ABDF – 44%

## 4. Procedimentos Metodológicos

A importância metodológica de um trabalho pode ser justificada pela necessidade de embasamento científico adequado, geralmente caracterizado pela busca da melhor abordagem de pesquisa a ser utilizada para endereçar as questões da pesquisa, bem como seus respectivos métodos e técnicas para seu planejamento e condução. O resultado é o desenvolvimento de trabalhos melhor estruturados que podem ser replicados e aperfeiçoados por outros pesquisadores visando, acima de tudo, a busca do desenvolvimento da teoria, por meio de sua extensão ou refinamento ou, em última instância, da proposição de novas teorias, contribuindo assim para a geração de conhecimento.

A pesquisa realizada com os potenciais usuários do produto combina o uso de métodos qualitativos e quantitativos na coleta e análise dos dados. Entre os métodos qualitativos de pesquisa figuram principalmente as perguntas abertas feitas para os deficientes físicos para saber quais os problemas enfrentados por eles em relação a andar na chuva e quais as principais necessidades que eles possuíam neste âmbito. Entre os métodos quantitativos figuram principalmente as perguntas fechadas realizadas para analisar as segmentações de mercado, a satisfação dos clientes com os produtos atuais utilizados para andar na chuva e também avaliar os produtos aferindo uma nota a cada um deles, para que o QFD pudesse ser construído.

O uso combinado deste conjunto de métodos e técnicas permite fazer o que se chama de triangulação: o confronto de informações de fontes diferentes para reduzir a possibilidade de uma análise tendenciosa.

Com a finalidade de identificar as necessidades dos potenciais usuários da capota para cadeira de rodas foi realizado um questionário com 40 deficientes físicos ou motores que fazem uso de cadeiras de rodas diariamente.

A escolha dos voluntários dispostos a preencher o questionário referido foi feita pela internet, através de blogs que tratam de assuntos como deficiência física, mantidos por deficientes e destinados ao público que faz uso de cadeira

de rodas, e através de comunidades destinadas a deficientes e cadeirantes em redes sociais.

Entrou-se em contato com usuários e clientes desses serviços e foi pedido para que respondessem ao questionário, se fosse do seu agrado, que visava à futura criação de um novo produto. O número total de voluntários correspondeu a 40, o que permitiu uma boa análise dos dados coletados.

## **5. Identificação das necessidades dos usuários**

### **5.1. Coleta de dados**

Para entender quais as necessidades dos usuários de cadeiras de rodas foi preciso analisar o questionário aplicado aos cadeirantes para saber se há realmente a necessidade de se projetar um produto que os proteja da chuva. As principais respostas obtidas no questionário foram as seguintes:

- 92,5% dos cadeirantes andam ou já andaram na chuva
- 90% dos cadeirantes já deixaram de sair de casa por causa da chuva
- 95% dos cadeirantes estão dispostos a comprar um produto que os protegesse da chuva

Analisando as respostas obtidas pode-se concluir que um produto que proteja os cadeirantes da chuva é realmente uma necessidade, pois a grande maioria dos cadeirantes anda na chuva e está disposta a comprar um produto que os proteja da chuva, ou seja, estão insatisfeitos com os produtos existentes.

Foi realizada uma entrevista com 40 cadeirantes por meio de um formulário online para que a “voz do cliente” fosse ouvida e assim fosse possível elaborar a matriz da qualidade exigida. O procedimento de aplicação da entrevista está detalhado na seção 4, “Procedimentos Metodológicos”. De acordo com as respostas obtidas foi possível identificar as expectativas dos usuários e elaborar a matriz da qualidade exigida, que explicita os requisitos dos clientes. A partir da matriz da qualidade exigida, ou seja, dos requisitos dos clientes, é possível identificar as características principais que o produto deve apresentar.

Apresenta-se a seguir o questionário que foi aplicado e os principais tipos de respostas obtidos.

1) Que tipo de cadeira de rodas você utiliza?

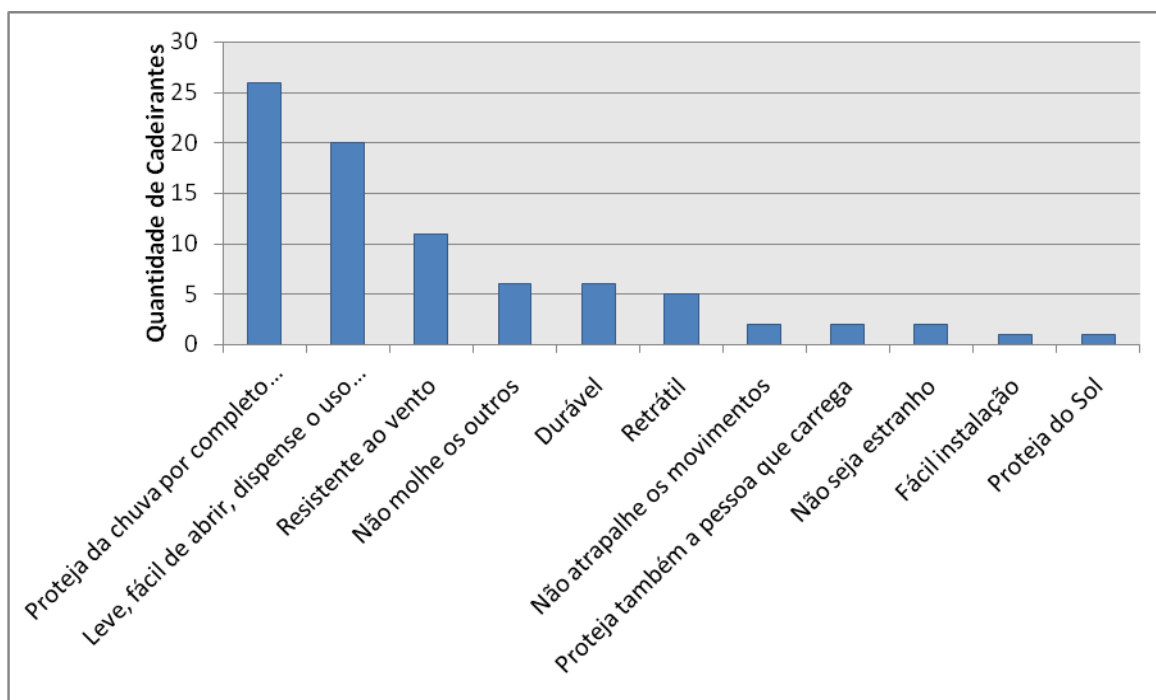
**Tabela 1 – Pesquisa dos tipos de cadeiras de rodas**

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Manual	36	90,0
Elétrica	4	10,0

2) O que você espera de um guarda chuva?

**Tabela 2 – Pesquisa das necessidades dos clientes**

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Proteja da chuva por completo (cadeirante + cadeira)	26	31,7
Leve, fácil de abrir, dispense o uso das mãos	20	24,4
Resistente ao vento	11	13,4
Não molhe os outros	6	7,3
Durável	6	7,3
Retrátil	5	6,1
Não atrapalhe os movimentos	2	2,4
Proteja também a pessoa que carrega	2	2,4
Não seja estranho	2	2,4
Fácil instalação	1	1,2
Proteja do Sol	1	1,2



**Figura 1 – Representação das necessidades dos clientes**

3) Você já andou na chuva alguma vez?

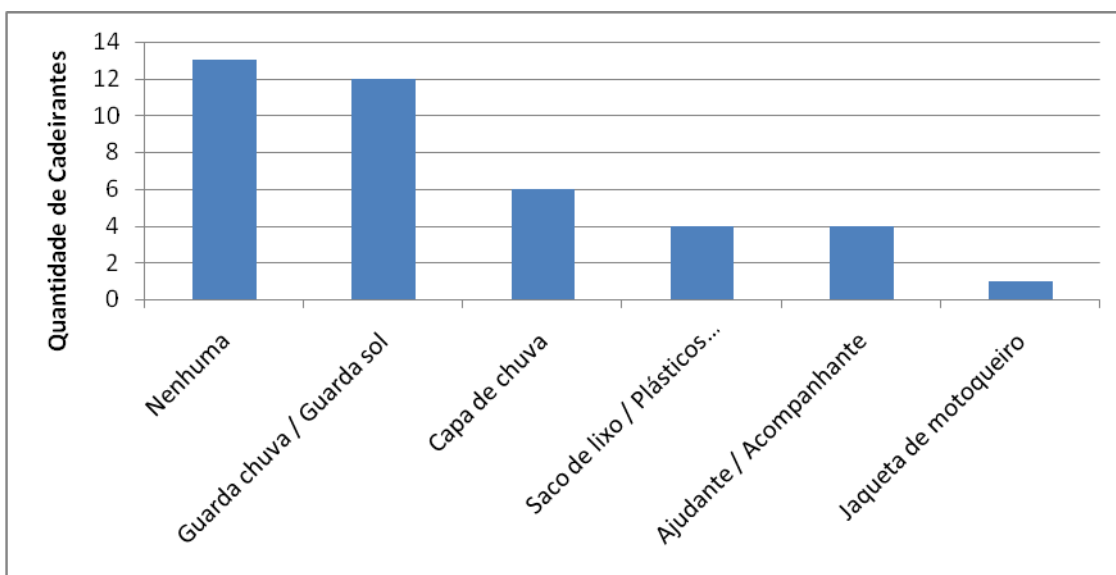
**Tabela 3** – Quantidade de cadeirantes que já se locomoveram sob chuva

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Sim	37	92,5
Não	3	7,5

4) Que tipo de proteção você usa para não se molhar?

**Tabela 4** – Soluções encontradas atualmente

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Nenhuma	13	32,3
Guarda chuva / Guarda sol	12	29,0
Capa de chuva	6	16,1
Saco de lixo / Plásticos grandes	4	9,7
Ajudante / Acompanhante	4	9,7
Jaqueta de motoqueiro	1	3,2



**Figura 2** – Representação das soluções mais encontradas

5) Você já deixou de sair de casa por causa da chuva?

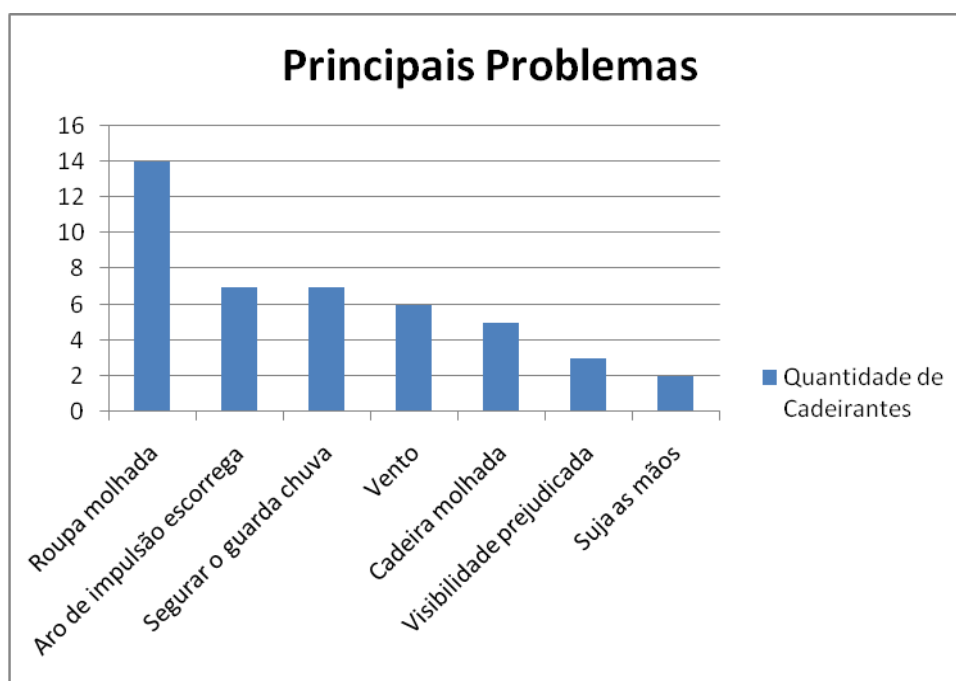
**Tabela 5** – Cadeirantes que deixaram de sair por causa da chuva

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Sim	36	90,0
Não	4	10,0

6) Quais os maiores problemas ao se andar na chuva?

**Tabela 6 – Problemas ao se andar na chuva**

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Roupa molhada	14	30,4
Aro de impulsão escorrega	7	16,4
Segurar o guarda chuva	7	16,4
Vento	6	13,3
Cadeira molhada	5	11,7
Visibilidade prejudicada	3	7,0
Suja as mãos	2	4,7



**Figura 3 – Representação dos principais problemas**

7) Você usaria um guarda chuva que pudesse ser acoplado à sua cadeira, sem precisar segurá-lo?

**Tabela 7 – Porcentagem de aceitação**

Resposta	Quantidade	Porcentagem (%)
Sim	38	95,0
Não	2	5,0

## 5.2. Matriz da Qualidade Exigida

Com as respostas obtidas, é possível elaborar a Matriz da Qualidade Exigida, que representa os requisitos dos clientes. Os graus de importância utilizados na Matriz da Qualidade Exigida foram definidos utilizando as respostas obtidas com o questionário. Segue abaixo a Matriz da Qualidade Exigida:

**Tabela 8 – Matriz da Qualidade Exigida**

<b>Matriz da Qualidade Exigida</b>		
<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>	<b>Grau de Importância</b>
1. Usabilidade	1.1 Fácil de abrir	5
	1.2. Fácil de fechar	5
	1.3. Fácil de guardar	3
	1.4. Fácil de instalar	2
	1.5. Portátil	2
	1.6. Não precise utilizar as mão para segurar	5
2. Proteção	2.1. Proteja o corpo da chuva	5
	2.2. Proteja os pés da chuva	4
	2.3. Proteja de ventos	3
	2.4. Proteja a cadeira	4
	2.5. Proteja o aro de impulsão	4
	2.6. Não escorra água no usuário	4
3. Design	3.1. Seja pequeno	2
	3.2. Não esbarre nos outros	3
	3.3. Não molhe os outros	2
	3.4. Compacto quando guardado	3
	3.5. Não atrapalhe a movimentação	5
4. Resistência	4.1. Não vire com o vento	5
	4.2. Não entorte	3
	4.3. Leve	4
5. Visibilidade	5.1. Permite enxergar todos os lados	5



### 5.3. Matriz da Qualidade Planejada

Depois de elaborada a Matriz da Qualidade Exigida foi atribuída uma nota para cada um dos dois métodos mais utilizados por cadeirantes e também para o novo produto. Esta nota foi atribuída para cada requisito do cliente pelos integrantes do grupo em uma reunião com 2 cadeirantes. Para atribuir uma nota ao produto que está sendo desenvolvido foi suposto como ele funcionaria.

Uma vez aferidas notas para cada requisito do cliente em cada produto pode-se construir a Matriz da Qualidade Planejada, que permite definir quais requisitos dos clientes necessitam de maior atenção para se implementarem melhorias, uma vez que o produto esteja funcionando perfeitamente da maneira desejada. A Matriz da Qualidade Planejada encontra-se abaixo:

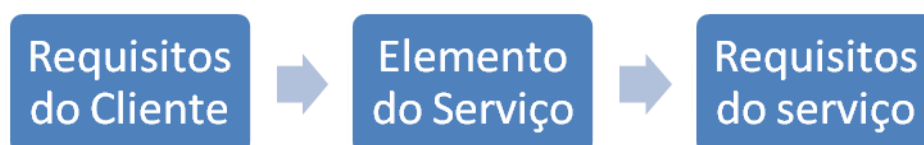
**Tabela 9 – Matriz da Qualidade Planejada**

Matriz da Qualidade Planejada											
Nível 1	Nível 2	Avaliação e Desempenho				Planejamento			Peso		
		Grau de Importância	Capota	Guarda-Chuva	Capa de chuva	Plano de Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo	
1. Usabilidade	1.1 Fácil de abrir	5	3	4	1	5	1.67	1.5	12.5	9%	
	1.2. Fácil de fechar	5	3	4	1	5	1.67	1.5	12.5	9%	
	1.3. Fácil de guardar	3	2	4	5	5	2.5	1.5	11.3	8%	
	1.4. Fácil de instalar	2	2	4	2	3	1.5	1.3	3.9	3%	
	1.5. Portátil	2	2	3	5	4	2	1.4	5.6	4%	
	1.6. Não precise utilizar as mão para segurar	5	5	1	5	5	1	1.5	7.5	5%	
2. Proteção	2.1. Proteja o corpo da chuva	5	5	2	4	5	1	1.5	7.5	5%	
	2.2. Proteja os pés da chuva	4	5	2	1	5	1	1.2	4.8	3%	
	2.3. Proteja de ventos	3	5	2	1	5	1	1.5	4.5	3%	
	2.4. Proteja a cadeira	4	5	2	1	5	1	1.1	4.4	3%	
	2.5. Proteja o aro de impulsão	4	5	2	1	5	1	1	4	3%	
	2.6. Não escorra água no usuário	4	5	1	1	5	1	1.3	5.2	4%	
3. Design	3.1. Seja pequeno	2	1	3	5	2	2	1	4	3%	
	3.2. Não esbarre nos outros	3	2	3	5	3	1.5	1	4.5	3%	
	3.3. Não molhe os outros	2	2	3	5	3	1.5	1.1	3.3	2%	
	3.4. Compacto quando guardado	3	2	4	5	4	2	1.2	7.2	5%	
	3.5. Não atrapahe a movimentação	5	2	2	5	3	1.5	1.4	10.5	7%	
4. Resistência	4.1. Não vire com o vento	5	4	1	5	5	1.25	1.1	6.88	5%	
	4.2. Não entorte	3	4	1	5	4	1	1	3	2%	
	4.3. Leve	4	1	3	5	3	3	1	12	8%	
5. Visibilidade	5.1. Permite enxergar todos os lados	5	4	3	5	5	1.25	1.5	9.375	6%	

## 5.4. Matriz da Qualidade Projetada

O próximo passo para a construção do QFD do produto em desenvolvimento é elaborar a Matriz da Qualidade Projetada.

Para elaboração da Matriz da Qualidade Projetada é necessário primeiro transformar os requisitos dos clientes em elementos do serviço e requisitos do serviço, como mostra a figura abaixo:



**Figura 4** – Etapas da elaboração da Matriz da Qualidade Projetada

Este desdobramento é mostrado na tabela abaixo:

**Tabela 10** – Desdobramento dos requisitos do cliente

Requisitos do cliente	Elemento do Serviço	Requisito do Serviço
Fácil de abrir	Dispositivo de abertura	Quanto tempo demora para abrir
Fácil de fechar	Dispositivo de abertura	Quanto tempo demora para fechar
Fácil de guardar	Portabilidade	Quanto espaço ocupa fechado na cadeira de rodas
Fácil de instalar	Encaixe na cadeira	Quanto tempo demora para instalar
Portátil	Portabilidade	Se pode ou não ser carregado na cadeira de rodas quando fechado
Não precise utilizar as mãos para segurar	Encaixe na cadeira	Quanto tempo o encaixe resiste
Proteja o corpo da chuva	Tamanho	Quanto ml de água caem no cadeirante
Proteja os pés da chuva	Tamanho	Quanto ml de água caem nos pés do cadeirante
Proteja de ventos	Forma	Qual a intensidade do vento dentro da capota
Proteja a cadeira	Tamanho	Quanto ml de água caem na cadeira

Proteja o aro de impulsão	Tamanho	O aro de impulsão fica ou não molhado
Não escorra água no usuário	Forma	Quantos ml de água escorrem no usuário
Seja pequeno	Tamanho	Quanto espaço ocupa aberto
Não esbarre nos outros	Tamanho	Quantas pessoas esbarram na capota
Não molhe os outros	Forma	Espirra água nos outros ou não
Compacto quando guardado	Portabilidade	Quanto espaço ocupa fechado fora da cadeira de rodas
Não atrapalhe a movimentação	Forma	Nível de dificuldade do cadeirante para andar com a capota
Não vire com o vento	Forma	Quantas vezes virou com o vento
Não entorte	Resistência	Quantas vezes entortou
Leve	Portabilidade	Peso
Permite enxergar todos os lados	Visibilidade	Porcentagem de transparência

Depois de desdobrados os requisitos dos clientes em requisitos do serviço podem ser definidas as características da qualidade, transformando os elementos do serviço em requisitos técnicos da qualidade. Segue abaixo este desdobramento:

**Tabela 11 – Requisitos técnicos da qualidade**

Nível 1	Nível 2
Dispositivo de abertura	Dispositivo que abre/fecha com uma só mão
	Dispositivo que não machuca a mão
	Dispositivo ao alcance de uma das mãos
	Dispositivo que abre/fecha com um só movimento
Portabilidade	Pode ser carregado na cadeira quando fechado
	Produto leve
	Não atrapalhe o movimento das mãos que giram o aro

Nível 1	Nível 2
	Não esbarre nos outros quando fechado
Encaixe na cadeira	Dispositivo fácil para encaixar a capota na cadeira
	Encaixe que não se desfaça
Tamanho	Altura que não encoste no cadeirante
	Grande o suficiente para cobrir os pés
	Grande o suficiente para cobrir o aro
Forma	Não atrapalhe o usuário a andar quando aberto
	Não permita entrada de ventos
	Não permita que escorra água para dentro
Resistência	Material que não quebra facilmente
	Material que não entorta facilmente
Visibilidade	Material transparente

Para que possa ser construída a matriz da qualidade projetada devem ser definidas as correlações existentes entre as características da qualidade do produto. Deste modo, foram utilizados os seguintes símbolos para representar estas correlações:

- “VAZIO” = correlação inexistente
- “-” = correlação fraca, com valor igual a 1
- “+” = correlação média, com valor igual a 3
- “++” = correlação forte, com valor igual a 9

As correlações definidas estão na tabela a seguir:



Uma vez definidas as correlações entre as características da qualidade da capota para cadeira de rodas pode-se atribuir uma nota de correlação entre estas características e os requisitos dos clientes para que possam ser analisados:

- Até que ponto as características da qualidade avaliam os requisitos dos clientes
- Como as características da qualidade afetam os requisitos dos clientes
- Como as características da qualidade influenciam os requisitos dos clientes

Após atribuir uma nota de acordo com a relação de cada requisito do cliente com as características da qualidade, obtém-se a seguinte matriz de qualidade projetada:

Tabela 12 – Matriz da Qualidade Projetada

Matriz da Qualidade Projetada																													
Características da Qualidade		Dispositivo que abre/fecha com uma só mão	Dispositivo que não machuca a mão	Dispositivo ao alcance de uma das mãos	Dispositivo que abre/fecha com um só movimento	Pode ser carregado na cadeira quando fechado	Produto leve	Não atrapalhe o movimento das mãos que giram o aro	Não esbarre nos outros quando fechado	Dispositivo fácil para encaixar a capota na cadeira	Encaixe que não se desfaça	Altura que não encoste no cadeirante	Grande o suficiente para cobrir os pés	Grande o suficiente para cobrir o aro	Não atrapalhe o usuário a andar quando aberto	Não permita entrada de ventos	Não permita que escorra água para dentro	Material que não quebra facilmente	Material que não entorta facilmente	Material Transparente	Avaliação e Desempenho				Planejamento			Peso	
																					Grau de Importância	Capota	Guarda-Chuva	Capa de chuva	Plano de Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo
1. Usabilidade	1.1 Fácil de abrir	9	9	9	9	1														5	3	4	1	5	1,67	1,5	12,5	9%	
	1.2 Fácil de fechar	9	9	9	9	1	1													5	3	4	1	5	1,67	1,5	12,5	9%	
	1.3 Fácil de guardar					9													3	3	3	2	4	5	5	2,5	1,5	11,3	8%
	1.4 Fácil de instalar	9	3			3			9	3									1	1	2	2	4	2	3	1,5	1,3	3,9	3%
	1.5 Portátil	9				9	3		9											9	2	2	3	5	4	2	1,4	5,6	4%
	1.6 Não precise utilizar as mão para segurar																				5	5	1	5	5	1	1,5	7,5	5%
2. Proteção	2.1. Proteja o corpo da chuva									9	9	9		9	9					5	5	2	4	5	1	1,5	7,5	5%	
	2.2. Proteja os pés da chuva									9	3	3		9	9					4	5	2	1	5	1	1,2	4,8	3%	
	2.3. Proteja de ventos									1	9	9		9						3	5	2	1	5	1	1,5	4,5	3%	
	2.4. Proteja a cadeira									1	9	9		9	9					4	5	2	1	5	1	1,1	4,4	3%	
	2.5. Proteja o aro de impulsão						1				9	9		9						4	5	2	1	5	1	1	4	3%	
	2.6. Não escorra água no usuário												9	9			9			4	5	1	1	5	1	1,3	5,2	4%	
3. Design	3.1. Seja pequeno					3	3				3	3	3							2	1	3	5	2	2	1	4	3%	
	3.2. Não esbarre nos outros							9						3						3	3	2	3	5	3	1,5	1	4,5	3%
	3.3. Não molhe os outros																			2	2	3	5	3	1,5	1,1	3,3	2%	
	3.4. Compacto quando guardado					9		9												3	2	4	5	4	2	1,2	7,2	5%	
	3.5. Não atrapalhe a movimentação						9	1		9	1	9	9							9	5	2	2	5	3	1,5	1,4	10,5	7%
4. Resistência	4.1. Não vire com o vento					3				9				9			3			5	4	1	5	5	1,25	1,1	6,88	5%	
	4.2. Não entorte					3		3		3				9		3	9			3	4	1	5	4	1	1	3	2%	
	4.3. Leve					1	9							1		9				4	1	3	5	3	3	1	12	8%	
5. Visibilidade	5.1. Permite enxergar todos os lados							9					9							9	5	4	3	5	5	1,25	1,5	9,375	6%
	Grau de Importância	2.149	1.639	1.558	1.558	1.754	1.406	0.682	1.880	0.243	1.400	0.737	1.850	2.432	1.332	2.269	1.364	1.214	0.449	1.681	27.596							144.455	100%
	Percentual	7.79%	5.94%	5.64%	5.64%	6.36%	5.10%	2.47%	6.81%	0.88%	5.07%	2.67%	6.71%	8.81%	4.83%	8.22%	4.94%	4.40%	1.63%	6.09%	100.00%								

## 5.5. Análise da Matriz da Qualidade projetada

Utilizando como base a Matriz da Qualidade Projetada, podem ser tiradas conclusões sobre quais características da qualidade do produto devem ser aprimoradas de modo a obter maior satisfação dos clientes com o produto.

Os resultados obtidos são apresentados abaixo:

**Tabela 13** – Características da qualidade

Grande o suficiente para cobrir o aro	8.81%	Dispositivo que abre/fecha com um só movimento	5.64%
Não permita entrada de ventos	8.22%	Produto leve	5.10%
Dispositivo que abre/fecha com uma só mão	7.79%	Encaixe que não se desfaça	5.07%
Não esbarre nos outros quando fechado	6.81%	Não permita que escorra água para dentro	4.94%
Grande o suficiente para cobrir os pés	6.71%	Não atrapalhe o usuário a andar quando aberto	4.83%
Pode ser carregado na cadeira quando fechado	6.36%	Material que não quebra facilmente	4.40%
Material Transparente	6.09%	Altura que não encoste no cadeirante	2.67%
Dispositivo que não machuca a mão	5.94%	Não atrapalhe o movimento das mãos que giram o aro	2.47%
Dispositivo ao alcance de uma das mãos	5.64%	Material que não entorta facilmente	1.63%
		Dispositivo fácil para encaixar a capota na cadeira	0.88%

Como pode ser observado na tabela acima, as características críticas da qualidade que devem ser mais levadas em consideração no projeto do produto são:



1. Cobrir o aro de impulsão
2. Proteger de ventos
3. Abrir facilmente com apenas uma mão

## **5.6. Benchmarking técnico**

Devem ser definidos critérios de medida para cada característica da qualidade para que, posteriormente, possam ser comparados os valores projetados com os valores reais do produto. Esta comparação permitirá a elaboração de uma análise de aderência do produto desenvolvido ao projetado. Para isso, devem ser definidas as unidades de medida das características da qualidade e também os valores-meta de cada característica, definindo onde se pretende chegar em cada característica.

O Benchmarking técnico elaborado abaixo descreve os critérios de medida para cada característica da qualidade, realizando também uma comparação entre os 3 produtos previamente escolhidos para serem comparados. O Benchmarking contém também um valor meta para o produto em desenvolvimento.

**Tabela 14 – Benchmarking técnico**

		Características da Qualidade																		
Unidade		Dispositivo que abre/fecha com uma só mão	Dispositivo que não machuca a mão	Dispositivo ao alcance de uma das mãos	Dispositivo que abre/fecha com um só movimento	Pode ser carregado na cadeira quando fechado	Produto leve	Não atrapalhe o movimento das mãos que giram o aro	Não esbarre nos outros quando fechado	Dispositivo fácil para encaixar a capota na cadeira	Encaixe que não se desfaça	Altura que não encoste no cadeirante	Grande o suficiente para cobrir os pés	Grande o suficiente para cobrir o aro	Não atrapalhe o usuário a andar quando aberto	Não permita entrada de ventos	Não permita que escorra água para dentro	Material que não quebra facilmente	Material que não entorta facilmente	Material Transparente
		Quantas mãos são necessárias para abrir	Há possibilidade de machucar a mão ou não	É possível abrir com qualquer uma das mãos ou não	Quanto movimentos são necessários para abrir	Pode ou não ser carregado na cadeira de rodas quando fechado	Peso (Kg)	Atrapalha o cadeirante girar o aro ou não	Quanto vezes esbarra em alguém ao andar em um dia de chuva na calçada da Av. Paulista por 100 m	Quanto tempo demora para o produto estar pronto para ser usado (minutos)	Quanto vezes o encaixe solta a cada hora	Qual porcentagem da população que pode usar o produto sem que a altura atrapalhe	Protege os pés ou não	Cobre o aro ou não	Nível de dificuldade do cadeirante para andar com a capota (0 a 10)	Qual a intensidade do vento sentido pelo usuário (0 a 10)	Qual o nível da água que entra na capota (nota dada pelo cadeirante de 0 a 10)	Quanto tempo dura o produto sem quebrar (anos)	Quanto tempo dura o produto sem entortar (anos)	Porcentagem de transparência
Benchmarking Técnico de produto	Capota	1	N	S	2	S	2	N	0	0,5	0	90%	S	S	4	2	0	2	2	90%
	Guarda-chuva	2	S	S	2	S	0,5	N	0	0,1	0	100%	N	N	8	9	5	0,2	0,1	70%
	Capa de chuva	2	N	N	5	S	0,2	N	0	2	0	100%	N	N	1	9	10	0,4	0,4	100%
	Plano (Meta)	1	N	S	2	S	2	N	0	0,5	0	90%	S	S	1	1	0	2	2	90%

## 6. Macro Análise Funcional

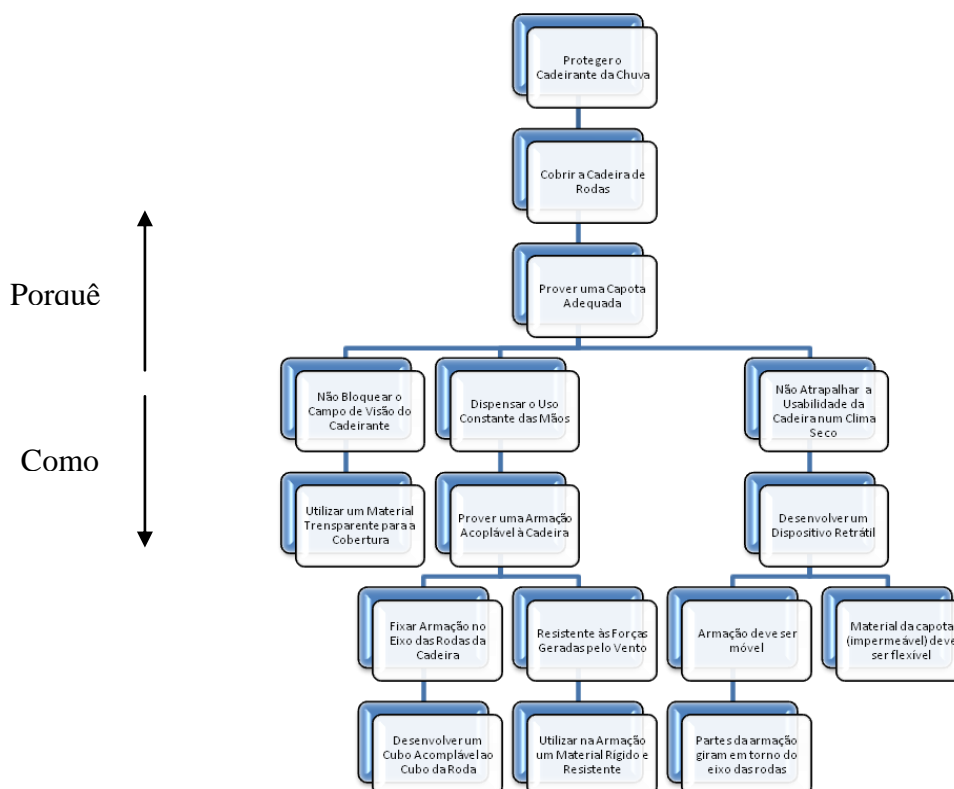
Para a realização da análise funcional deve-se começar elencando as principais funções do produto e classificando-as. As funções obtidas foram classificadas em Global, Básica ou Secundária, e são apresentadas a seguir.

**Função Global:** proteger o cadeirante da chuva.

**Funções Básicas:** liberar as mãos do cadeirante da obrigação de segurar um guarda-chuva; não atrapalhar a visão do cadeirante; não ser um incômodo num clima seco;

**Funções Secundárias:** proteger o controle da cadeira motorizada, que corre risco de pane elétrica se molhado; proteger do sol;

Foi elaborado um diagrama FAST (Function Analysis System Technique), apresentado a seguir, como forma padronizada de, a partir de um problema principal, derivar diversos sub-problemas e então abordá-los individualmente.



**Figura 6 – Diagrama FAST**

A partir das necessidades existentes e das funções apresentadas, pôde-se elaborar uma concepção inicial do produto, apresentada no desenho no anexo 1. No detalhe “Configuração 2”, as principais partes do produto foram enumeradas e são descritas na sequência:

1. **Armação Fixa:** armação presa ao eixo das rodas maiores da cadeira sem a possibilidade de girar em torno do mesmo. É responsável por sustentar a peça 6 na posição apresentada (um pouco atrás da cabeça do cadeirante);
2. **Armação Móvel 1:** armação presa ao eixo das rodas maiores da cadeira podendo movimentar-se com 1 grau de liberdade, parcialmente, em torno deste eixo até o ponto apresentado. Tem a função de esticar a parte 5 até uma altura um pouco maior do que a da cabeça do cadeirante, evitando que uma encoste na outra;
3. **Cubos Fixadores:** unem as peças 1, 2 e 4 ao eixo das rodas maiores das cadeiras e limitam os movimentos de rotação da cada uma dessas peças;
4. **Armação Móvel 2:** armação presa ao eixo das rodas maiores da cadeira podendo movimentar-se com 1 grau de liberdade em torno deste eixo até o ponto apresentado no desenho. Tem a função de prender uma extremidade da peça 5 e esticá-la, conforme é movimentado, até o ponto desejado pelo cadeirante;
5. **Material Flexível Impermeável Transparente:** responsável pelo bloqueio da passagem das gotas de água. É desenrolado sobre a cabeça do cadeirante a partir da peça 6, preso à peça 4 passando pela peça 2. Deverá ser feito de algum plástico transparente;
6. **Carretel:** dispositivo que, a partir de um sistema de molas, recolhe a peça 5, enrolando-a para quando o dispositivo não estiver sendo usado.

Todas as peças apresentadas são dispostas, numa situação de clima seco, da forma apresentada no detalhe “Configuração 1” do desenho. No caso

de chuva, o usuário deverá empurrar com as mãos as peças 2 e 4 até as posições apresentadas no detalhe “Configuração 2” (a peça 3 possuirá limitadores para fixar estas posições). Este movimento fará com que o material plástico transparente impermeável seja desenrolado sobre toda a cadeira de rodas, protegendo o cadeirante da chuva.

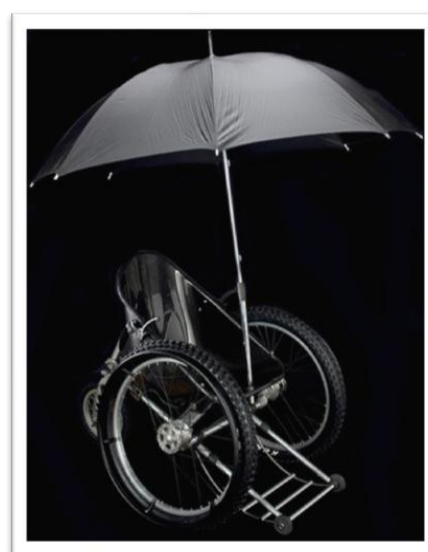
As partes apresentadas são suficientes para a apresentação de uma concepção inicial do produto.

## 7. Estudo de Diferenciação

A capota para cadeira de rodas representará uma inovação no mercado uma vez que se diferencia do que existe atualmente em diversos aspectos. De acordo com uma pesquisa realizada pela internet e com alguns dos cadeirantes entrevistados, este tema ainda se encontra muito inexplorado. O que já foi desenvolvido não passou da fase de protótipo, sem se tornar modelo de produção. Todos esses protótipos utilizavam uma adaptação de um guarda-chuva acoplado na cadeira de rodas. A seguir apresentam-se dois exemplos:



**Figura 7** – Guarda-chuva preso no empurrador



**Figura 8** -

Nenhuma solução existente atualmente é capaz de realizar todas as funções elencadas na análise funcional da capota em questão. Entre as reclamações recorrentes dos cadeirantes com relação aos protótipos já criados, destacam-se a falta de praticidade de um guarda-chuva na cadeira de rodas, o tamanho do guarda-chuva – não é grande o suficiente para proteger o corpo todo e atrapalha as outras pessoas na rua – e o ajuste de posição – para proteger da chuva lateral.

Eduardo Camara, cadeirante e autor do blog “Mão na Roda” ([maonarodablog.com.br](http://maonarodablog.com.br)), informou que, pela falta de uma solução melhor, prefere usar uma capa de chuva para se proteger. A solução da figura 9, por exemplo, não poderia ser usada por ele, pois sua cadeira de rodas não possui empurrador.

## 8. Escala Vertical e Valor Mercadológico

Por escala vertical entende-se o conjunto de produtos, que se considera que sejam mais caros ou mais baratos que o produto a ser desenvolvido. Para a elaboração da escala vertical referida devem-se buscar produtos que fazem parte do campo de consumo dos potenciais clientes da capota para cadeira de rodas a ser desenvolvida. Junto de cada produto segue sua origem de compra, preço, bem como sua descrição.

Assim, buscou-se obter uma seleção de produtos utilizados por cadeirantes cotidianamente.

### 8.1. Guarda-chuva

Primeiramente, como produto base para a escala vertical, escolheu-se o guarda-chuva, por possuir menor preço de mercado, em geral, e por ser o método mais utilizado pelos potenciais clientes para se proteger da chuva.



**Figura 9 – Guarda-chuva**

Trata-se de uma armação metálica que, conforme o desejo do usuário, pode ser aberta. Acoplada a armação metálica encontra-se uma tela que tem como objetivo proteger o corpo do usuário da água da chuva.

O item em questão pode ser adquirido em vários locais. Os principais exemplos são: mercado informal, internet e lojas de varejo.

O preço de um guarda-chuva pode variar consideravelmente dependendo do nível de customização, material utilizado ou marca do produto.

O produto pode ser encontrado por um preço médio de R\$30,00 no mercado, considerando seu modelo mais comum.

## **8.2. Capa de Chuva Convencional**

Pode-se incluir também a capa de chuva convencional na escala vertical. Esta solução é utilizada por cadeirantes com frequência para se proteger da chuva. No entanto, esta alternativa não é a preferida, pois possui menor praticidade e eficiência que outros métodos.



**Figura 10** – Capa de chuva convencional

Trata-se de uma capa de plástico que cobre por completo o corpo do usuário, impermeabilizando-o da água da chuva.

O item em questão pode ser adquirido em vários locais. Os principais exemplos também são: mercado informal, internet e lojas de varejo.

O preço do produto neste caso varia principalmente conforme o material utilizado. O preço médio da capa de chuva comumente utilizada corresponde a aproximadamente R\$30,00.



### **8.3. Capa de Chuva para Cadeirantes**

Outro produto presente na escala vertical é a capa de chuva especialmente desenvolvida para cadeira de rodas. Justifica-se sua presença na escala vertical por se tratar de um produto substituível à capota a ser desenvolvida.



*Figura 11 – Capa de chuva para cadeirantes*

O produto constitui-se de uma capa fabricada em nylon de alta resistência, com a finalidade de proteger o cadeirante usuário da chuva. Possui um zíper com argola para facilitar o manuseio além de um capuz com viseiras laterais transparentes e luzes reflexivas nas mangas.

A capa de chuva para cadeira de rodas pode ser encontrada em lojas de varejo especializadas ou na internet. A loja virtual que oferece o produto em questão faz parte da loja Como ir, especializada em pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida. O preço deste produto na loja virtual citada acima é de R\$233,17.

### **8.4. Cadeira de Rodas**

A cadeira de rodas é o produto utilizado pela grande maioria de pessoas portadoras de deficiência física ou mobilidade reduzida. Portanto é cabível que este item faça parte da escala vertical, já que é um produto presente no dia-a-

dia dos deficientes físicos. Além disso, a capota será exclusivamente desenvolvida para ser acoplada a uma cadeira de rodas.

Trata-se de uma cadeira montada sobre rodas para possibilitar a locomoção de portadores de deficiência física ou mobilidade reduzida. Existem cadeiras do tipo manual, onde o próprio usuário é o responsável pela locomoção da cadeira, e cadeiras do tipo elétrica, onde um motor é responsável pela movimentação.

#### **8.4.1. Manual**

No primeiro modelo, ao lado das rodas existem aros de impulsão para que os próprios usuários possam movimentar a cadeira utilizando suas mãos. Existem também apoios no encosto para um eventual acompanhante empurrar a cadeira e movê-la.



**Figura 12** – Cadeira de rodas manual

O produto pode ser encontrado no mercado em lojas de varejo especializadas em deficientes físicos ou materiais para cirurgia e ortopedia. Também é possível comprar um modelo por lojas virtuais na internet.

O preço de uma cadeira de rodas manual pode variar conforme sua complexidade principalmente. O preço médio de uma cadeira de rodas do tipo manual encontrada no mercado é de R\$400,00.

### 8.4.2. Elétrica

No modelo elétrico pode haver ou não aros de impulsão e empurrador. Normalmente há um motor que encontra-se abaixo do assento do usuário, sendo aquele o responsável pelo movimento da cadeira.



*Figura 13 – Cadeira de rodas elétrica*

Assim como para a cadeira manual, o produto pode ser encontrado no mercado em lojas de varejo especializadas em deficientes físicos ou materiais para cirurgia e ortopedia. Também é possível comprar um modelo por lojas virtuais na internet.

O preço de uma cadeira de rodas elétrica pode variar de acordo com a complexidade do sistema elétrico, quantidade de motores, potencia do(s) motor(es), dentre outros fatores. O preço médio de uma cadeira de rodas do tipo elétrica encontrada no mercado é de R\$7000,00.

## 8.5. Valor Mercadológico

Tendo em mãos a escala vertical, deve-se comparar relativamente à capota para cadeira de rodas com os produtos existentes na escala.

Analisando os produtos presentes na escala comparativa, é possível afirmar que o cliente potencial estaria disposto a pagar, na capota, um valor mais elevado do que paga atualmente em uma capa de chuva para cadeira de rodas. Ambos os produtos possuem a mesma função, no entanto a capota

apresenta algumas vantagens que motivaria sua compra ao invés da capa de chuva citada. São exemplos: conforto no uso, ausência da necessidade de vestir o acessório no corpo e ausência da necessidade de ajuda para sua utilização. Diz-se então que o valor mercadológico da capota encontra-se acima do preço da capa de chuva para cadeira de rodas.

Por outro lado, tendo o preço da cadeira de rodas manual como foco, pode-se dizer que o potencial usuário dificilmente estaria disposto a pagar mais na capota quando comparado ao item em questão. Isto pode ser dito devido à necessidade de utilização de uma cadeira de rodas e ao fato de que dificilmente os clientes pagariam em um acessório um valor acima da própria cadeira. Diz-se então que o valor mercadológico da capota encontra-se abaixo do preço da cadeira de rodas manual.

Portanto, feita esta análise, afirma-se que o valor mercadológico da capota para cadeira de rodas é de R\$250,00, encontrando-se entre os preços da capa de chuva para cadeira de rodas e da cadeira de rodas manual. O valor mercadológico encontra-se mais próximo da capa de chuva para cadeira de rodas pois acredita-se que o preço da capa de chuva está supervalorizado.

A tabela abaixo mostra a escala vertical com a capota para cadeira de rodas inserida na sua posição intermediária:

**Tabela 15 – Escala vertical comparativa**

<b>Produto</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Guarda-chuva	30,00
Capa de chuva	30,00
Capa de chuva para cadeira de rodas	233,17
Capota para cadeira de rodas	250,00
Cadeira de rodas manual	400,00
Cadeira de rodas elétrica	7000,00

## 9. Estudo de aproveitamento técnico

Para a realização do estudo de aproveitamento técnico deve-se obter uma coleção de produtos que possuam linhas de similaridade com o produto em desenvolvimento. Esta coleção de produtos deve ser analisada para serem levantadas considerações estritamente técnicas de como aproveitar suas idéias no desenvolvimento da capota para cadeira de rodas. Devem ser encontrados produtos que ofereçam soluções para:

- 1) Escolha da Matéria-Prima
- 2) Tecnologia de funcionamento
- 3) Determinação da Forma
- 4) Preço de venda

### 9.1. Escolha da matéria-prima

A matéria-prima escolhida para ser a cobertura da capota para cadeira de rodas deve possuir as seguintes características:

1. Permitir o usuário enxergar através dela
2. Ser resistente à água
3. Durável
4. Maleável

Para escolher a matéria prima da cobertura foram analisados diversos materiais que atendem a estes requisitos.

#### 9.1.1. Santoldo Cristal®

O Santoldo Cristal® é um toldo que permite enxergar através dele. Ele é feito de laminado de PVC simples calandrado e possui as características de ser resistente, durável, maleável e também é resistente ao raio UVA e UVB.

A figura abaixo exemplifica o Santoldo Cristal®:



**Figura 14** – Laminado transparente

## 9.2. Tecnologia de funcionamento

É necessário que a tecnologia de funcionamento do produto em desenvolvimento atenda aos requisitos dos clientes identificados anteriormente. Para isso, a capota de chuva deve possuir as seguintes características:

**Tabela 16** – Requisitos técnicos

Dispositivo de abertura	Dispositivo que abre/fecha com uma só mão
	Dispositivo que não machuca a mão
	Dispositivo ao alcance de uma das mãos
	Dispositivo que abre/fecha com um só movimento
Encaixe na cadeira	Dispositivo fácil para encaixar a capota na cadeira
	Encaixe que não se desfaça

Além disso, para que a capota de chuva para cadeira de rodas seja retrátil e de tamanho pequeno quando fechada, é necessário que a cobertura possua uma tecnologia de fechamento que possa compactá-la.

### 9.2.1. Toldo Sanfonado

A tecnologia utilizada no toldo sanfonado é parecida com a da sanfona, pois são utilizadas armações metálicas unidas por um tipo de material.

A capota de chuva para cadeira de rodas pode utilizar esta mesma tecnologia de funcionamento, utilizando apenas uma matéria prima diferente para e armações de alumínio menores e mais finas.

A figura abaixo exemplifica o funcionamento do toldo sanfonado:



**Figura 15** – Toldo sanfonado

### 9.2.2. Guarda Sol

A tecnologia utilizada no encaixe do guarda sol pode ser utilizada para o encaixe da capota na cadeira de rodas. A haste de um guarda sol convencional é cilíndrica e é segmentada em duas partes: uma, inferior, que é fincada na areia e outra, superior, que é encaixada na primeira e que possui a estrutura de proteção do sol. Este encaixe é viável pois a haste cilíndrica da segunda parte possui diâmetro externo menor do que o diâmetro interno da haste que é fincada na areia.

O mesmo princípio pode ser utilizado para o encaixe da capota na cadeira de rodas.

A figura a seguir exemplifica um guarda sol



**Figura 16** – Guarda-sol

### **9.2.3. Carrinho de bebê coberto**

A tecnologia de funcionamento utilizada num carrinho de bebê para abertura e fechamento da capota também pode ser utilizada na capota para cadeira de rodas. Um material flexível, responsável pela proteção propriamente dita contra chuva e ventos, é preso a uma armação de plástico que gira em torno de uma articulação, definindo a forma que terá a capota quando aberta. Este mesmo princípio poderia ser utilizado no desenvolvimento da capota para a cadeira de rodas, apenas alterando-se os materiais.

A figura abaixo exemplifica o funcionamento do carrinho de bebê coberto:



**Figura 17** – Carrinho de bebê



### 9.3. Determinação da Forma

É necessário que a forma do produto em desenvolvimento atenda os requisitos dos clientes identificados anteriormente. Para isso, a capota de chuva deve possuir as seguintes características:

**Tabela 17 – Características de forma**

Tamanho	Altura que não encoste no cadeirante
	Altura que não encoste na pessoa que empurra a cadeira
	Grande o suficiente para cobrir os pés
	Grande o suficiente para cobrir o aro
Forma	Não atrapalhe o usuário a andar quando aberto
	Não permita entrada de ventos
	Não permita que escorra água para dentro
Portabilidade	Pode ser carregado na cadeira quando fechado
	Produto leve
	Não atrapalhe o movimento das mãos que giram o aro
	Não esbarre nos outros quando fechado

De acordo com as características do produto para atender aos requisitos dos clientes e também com as tecnologias de funcionamento apresentadas no item anterior, pode-se identificar uma coleção de produtos com forma parecida com a idealizada para o produto em desenvolvimento e que podem ser utilizadas no projeto.

#### 9.3.1. Toldo Sanfonado

A forma circular do toldo sanfonado pode ser aproveitada para o projeto da capota de chuva para cadeira de rodas pois ela pode ser projetada em

qualquer tamanho, com a altura e comprimento desejada para atender aos requisitos, ela não permite a entrada de ventos e nem escorre água no interior.

A figura abaixo exemplifica a forma do toldo sanfonado:



*Figura 18 – Toldo sanfonado*

### **9.3.2. Capota de carro conversível**

A forma da capota de carro conversível desperta a atenção, uma vez que o produto em desenvolvimento também é utilizado para locomoção. A vantagem do carro conversível em relação à cadeira de rodas é que a frente do carro possui um vidro para não bater vento direto no motorista, e a cadeira de rodas não possui. Por outro lado, no carro conversível, é utilizada uma lona para proteger a parte de cima do carro da chuva. É interessante analisar a capota de carros conversíveis, entretanto não é possível sua aplicação na cadeira de rodas.

A figura abaixo exemplifica a forma da capota de carro conversível:



*Figura 19 – Capota de carro*

### **9.3.3. Carrinho de bebê coberto**

A forma utilizada nos carrinhos de bebês cobertos é próxima da idealizada para o produto em desenvolvimento, pois além proteger de ventos e

oferecer espaço suficiente para o bebê se mexer dentro do carrinho, a cobertura não aumenta o volume ocupado pelo carrinho e também permite o bebê enxergar, uma vez que o material que cobre o carrinho é transparente.

Esta forma pode ser utilizada no desenvolvimento da capota de chuva para cadeira de rodas.

A figura abaixo exemplifica a forma do carrinho de bebê coberto:



**Figura 20** – Carrinho de bebê

## **9.4. Preço de Venda**

No estudo de linhas de similaridade por preço de venda devem ser analisados produtos com preços similares e comprá-los em relação a força de mercado. Como foi definido o valor mercadológico de R\$ 250,00 para a capota de chuva para cadeira de rodas, foram analisado produtos do mesmo preço.

### **9.4.1. Capa de chuva para cadeira de rodas**

A capa de chuva para cadeira de rodas custa R\$ 233,17. Comparando com o produto em desenvolvimento, a capa de chuva para cadeira de rodas não é tão boa quanto a capota, uma vez que os dois produtos possuem a mesma função mas a capota para cadeira de rodas supera a capa de chuva em diversos aspectos que são requisitos dos clientes.

A figura a seguir exemplifica a capa de chuva para cadeira de rodas:



**Figura 21** – Capa de chuva para cadeirantes

#### **9.4.2. Assento sanitário**

O assento sanitário é destinado aos mesmos clientes potenciais da capota de chuva para cadeira de rodas, portanto é um bom produto para ser comparado na linha de similaridade de preços. O assento custa R\$ 260,00. Comparando o assento sanitário com a capota para cadeira de rodas é possível afirmar que, com base nas pesquisas das principais dificuldades dos cadeirantes realizadas previamente, o produto em desenvolvimento suprirá uma necessidade mais urgente dos cadeirantes.

A figura a seguir exemplifica o assento sanitário:



**Figura 22** – Assento sanitário

#### **9.4.3. Encosto de cabeça para cadeira de rodas**

O encosto de cabeça para cadeira de rodas é destinado aos mesmos clientes potenciais da capota de chuva para cadeira de rodas, portanto é um

bom produto para ser comparado na linha de similaridade de preços. O assento custa R\$ 220,00. De acordo com as pesquisas realizadas, andar na chuva representa uma grande dificuldade enfrentada por cadeirantes, enquanto encostar a cabeça enquanto andam não foi uma dificuldade mencionada. Embasando-se nestes fatos, pode-se comprovar a força de mercado da capota para cadeira de rodas.

A figura a seguir exemplifica o encosto de cabeça para cadeira de rodas:



**Figura 23** – Encosto de cabeça

## **10. Análise do Estudo de aproveitamento técnico**

Analisando o estudo de aproveitamento técnico, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

- A matéria-prima utilizada pode ser a mesma dos toldos Santoldo Cristal®, que é o laminado de PVC simples calandrado.
- A forma da capota pode ser parecida com coberturas de carrinhos de bebês e também parecida com toldos sanfonados.
- A tecnologia de funcionamento da cobertura pode ser igual ao dos toldos sanfonados, permitindo que a cobertura estique e contraia.
- O método de encaixe da capota na cadeira de rodas pode utilizar a mesma tecnologia de encaixe do guarda sol.
- O preço de venda determinado pela escala vertical é plausível e o produto terá força de mercado.

## 11. Matriz Morfológica

Aproveitando as funções definidas pela Análise Funcional, foi feita a Matriz Morfológica a seguir:

**Tabela 18 – Matriz Morfológica**

<b>Princípio de Solução</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Função</b>					
<b>Proteger da chuva</b>	Guarda-chuva	Capota	Capa de chuva	Saco de lixo	
<b>Liberar as mãos</b>	Capota	Capa de chuva			
<b>Ser Retrátil</b>	Sanfona	Armação de guarda chuva	Antena de televisão	Anteparo de Projetor	
<b>Não bloquear a visão</b>	Lona super-transparente	Lona transparente	Plástico		
<b>Material flexível (capota)</b>	Lona de toldos	Lona de capotas	Plástico	Tecido	
<b>Material impermeável</b>	Lona de toldos	Lona de capotas	Plástico		
<b>Armação acoplável à cadeira</b>	Parafuso	Rosca	Encaixe		

Em seguida, foram separadas algumas alternativas de solução:

**Tabela 19 – Alternativas de solução**

<b>Alternativa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Função</b>					
<b>Proteger da chuva</b>	Capota	Capota	Capota	Capota	Capota
<b>Liberar as mãos</b>	Capota	Capota	Capota	Capota	Capota
<b>Ser Retrátil</b>	Sanfona	Sanfona	Sanfona	Anteparo de Projetor	Anteparo de Projetor
<b>Não bloquear a visão</b>	Lona transparente	Lona super-transparente	Lona super-transparente	Lona transparente	Lona transparente
<b>Material flexível (capota)</b>	Lona de capotas	Lona de toldos	Lona de toldos	Lona de capotas	Lona de toldos
<b>Material impermeável</b>	Lona de capotas	Lona de toldos	Lona de toldos	Lona de capotas	Lona de toldos
<b>Armação acoplável à cadeira</b>	Rosca	Rosca	Encaixe	Encaixe	Encaixe



## 12. Reformulação do Desenho e da Concepção Inicial

A partir do estudo de aproveitamento técnico apresentado anteriormente, pôde-se concluir que a concepção inicial de capota retrátil apresentada não é a melhor solução para a finalidade desejada. Apesar da primeira solução encontrada atender a todas as funções desejadas, levantadas no diagrama FAST anteriormente, ela não o faz da melhor forma. A utilização de um material plástico que é recolhido por um carretel atrás da cadeira é prática, mas ainda deixa a cadeira muito exposta à chuva nas laterais, principalmente em casos de vento forte. Não seria viável, no entanto, manter o sistema de carretel e oferecer ao cadeirante a proteção adequada contra a chuva, que inclui a proteção das laterais da cadeira.

A partir das considerações apresentadas, a primeira solução foi descartada e substituída por uma solução alternativa, na qual o material maleável que efetivamente cobre a cadeira de rodas apresenta uma estrutura sanfonada semelhante à existente no toldo sanfonado apresentado no estudo de aproveitamento técnico. Isso permite que a capota cubra toda a cadeira de roda, incluindo as laterais, e ainda assim permaneça retrátil, não incomodando o cadeirante nos casos em que o uso da capota não se fizer necessário. As outras partes do dispositivo permanecem praticamente iguais, salvos alguns ajustes de forma que se fizeram necessários para compatibilizar a colocação da estrutura sanfonada.

O novo dispositivo elaborado é apresentado esquematicamente no desenho do anexo II, e as principais partes indicadas são descritas abaixo.

1. Armação Fixa: armação presa às peças 3 em ambas as laterais da cadeira. É responsável por fixar um dos lados da peça 5, o toldo de proteção contra a chuva;
2. Armação Móvel 1: armação presa às peças 3 podendo movimentar-se com 1 grau de liberdade, parcialmente, em torno deste eixo até o

ponto apresentado na configuração 2. Tem a função de esticar a parte 5 até uma altura um pouco maior do que a da cabeça do cadeirante, evitando que uma encoste-se à outra;

3. Cubos Fixadores: unem as peças 1, 2, 4 e 6 ao cubo das rodas maiores das cadeiras e limitam os movimentos de rotação da cada uma dessas peças;
4. Armação Móvel 2: armação presa às peças 6 podendo movimentar-se com 1 grau de liberdade em torno deste eixo até o ponto apresentado no desenho. Tem a função de prender uma extremidade da peça 5 e esticá-la, conforme é movimentado, até o ponto desejado pelo cadeirante;
5. Material Flexível Impermeável Transparente: feito pelo laminado de PVC simples calandrado, é responsável pelo bloqueio da passagem da água, do vento e do sol. É desdobrado sobre a cadeira de rodas a partir do movimento realizado pelas peças 2 e 4. Conforme ele é desdobrado, tampando completamente a cadeira, sua forma se mantém ergonomicamente projetada para não interferir a movimentação do cadeirante pela ação das armações secundárias (peça 6). O PVC será cortado em diversos fusos, esquematizados no detalhe 1 do desenho em anexo, que serão costurados nos pontos de encontro com as peças 6, formando uma lona com formato também esquematizado no detalhe 1. Este é o formato necessário para que o material se disponha da forma desejada quando aberto e dobre corretamente quando fechado;
6. Armações secundárias: dispositivos fixos às peças 3 nas duas laterais da cadeira. Com um formato semelhante ao das peças 1, 2 e 4, possuem uma estrutura mais fina pois só tem a função de dar forma ao material flexível, peça 5, e lhe conferir a característica de “sanfonado”.

## 13. Constituição do Produto

Nesta etapa são definidas as matérias-primas para a fabricação do produto. Para isto, é necessário estudar quais materiais são dotados das características desejadas para o produto e também quais são viáveis do ponto de vista econômico. Os componentes do produto que serão fabricados, portanto, necessitam de um estudo de matéria-prima para sua composição, são:

1. Haste principal
2. Hastes secundárias
3. Articulação
4. Cobertura

O material das hastes, principal e secundária, e também da articulação, precisa ser escolhido de forma que os requisitos dos clientes e as características do produto sejam atendidos. Os requisitos mais relevantes para estes componentes são:

1. Não vire com o vento
2. Não entorte
3. Seja leve

Devem ser consideradas também as seguintes qualidades para a escolha correta do material:

1. Não oxide
2. Seja maleável

O material não pode ser oxidável pois estará diretamente em contato com a água, e deve ser maleável a ponto de permitir dobras, embora deva ser resistente suficiente para se manter uma estrutura rígida que não vire com o

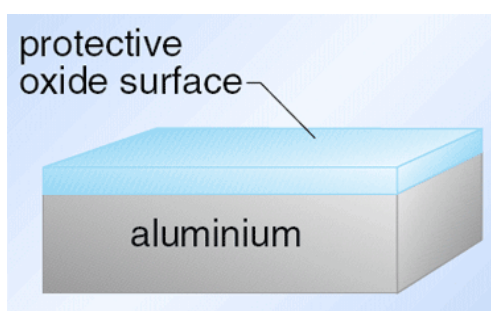
vento e também não entorte. Levando todos estes fatores em consideração, foram identificados os seguintes materiais:

### 13.1. Alumínio 6063

A liga de alumínio 6063 tem, como elementos de liga, magnésio e silício. Possui propriedades mecânicas adequadas para a aplicação em questão, sendo soldável e tratável com calor (“*heat treatable*”). A liga abrange uma vasta gama de aplicações incluindo perfis de janelas, portas, estruturas de escadas e corrimões. É resistente a tração, leve, reciclável, resistente a corrosão, possui alta ductilidade e é maleável.

A densidade da liga é da ordem de 2700 kg/m<sup>2</sup>, valor relativamente baixo em comparação aos outros metais adequados à aplicação desejada.

Um dos principais requisitos que devem ser preenchidos é a resistência à oxidação. O alumínio é um material extremamente resistente a oxidação pois ele possui a propriedade de reagir com o oxigênio da superfície, formando uma camada protetora que protege o material de corrosão. Esta camada se refaz rapidamente caso o metal sofra entre em contato com outra superfície rígida. A figura abaixo ilustra a camada protetora do alumínio:



**Figura 24** – Camada protetora de alumínio

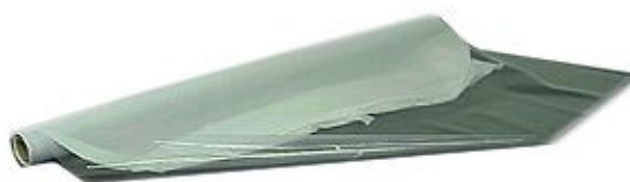
Outra característica importante desta liga de alumínio é sua maleabilidade, ou seja, a propriedade que o material apresenta de ser moldado por deformação. O alumínio é o segundo metal mais maleável, ficando atrás apenas do ouro.

## 13.2. Laminado de PVC

O laminado de PVC (cloreto de polivinila) é o material utilizado nos visores das capotas do setor automobilístico e será aproveitado em toda a extensão da cobertura da capota de cadeira de rodas. Pode ser costurado e receber soldagem de alta frequência, térmica ou ultra-som, sem tratamento prévio. Permite receber aditivos específicos (por exemplo, para torná-lo mais resistente à ação dos raios ultravioletas) e pode ter diversas durezas, com ou sem reforço de tecidos naturais ou sintéticos.

Esse material foi escolhido devido a três fatores principais: transparência, flexibilidade e resistência mecânica. Segundo as normas ASTM D1003, o laminado de PVC possui alta transparência (acima de 90%). Além disso, pode ser dobrado diversas vezes e possui alta resistência a tração (110 a 250 MPa), principalmente quando comparado com outros plásticos flexíveis, como o polietileno de baixa densidade.

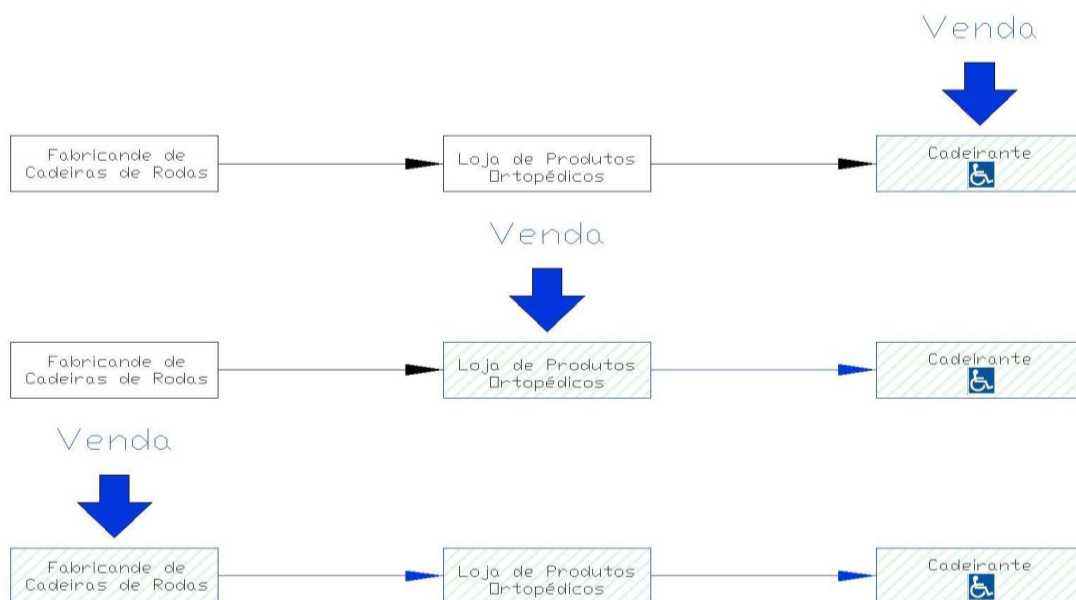
Outras características importantes também foram levadas em consideração, como a sustentabilidade econômica. A principal matéria-prima do PVC é o sal marinho, um recurso natural renovável. O PVC é 100% reciclável, podendo ser aproveitado na fabricação de eletrodutos, pisos, reforços para calçados, bancos, entre outros produtos. Além disso, pode ser aproveitado como fonte energética quando incinerado, no entanto, por ser um material clorado, é necessário o tratamento dos gases resultantes (principalmente o ácido clorídrico).



**Figura 25** – Rolo de laminado de PVC

## 14. Canais de Distribuição

Os possíveis canais de distribuição existentes para o caso de um acessório de uma cadeira de rodas diferem entre si, essencialmente, quanto ao ponto da cadeia de distribuição das cadeiras de rodas a partir do qual o acessório entrará. Há basicamente três possíveis canais de venda, ou clientes, para o produto em elaboração: o usuário da cadeira de rodas, as lojas que vendem cadeiras de rodas e o próprio fabricante da cadeira de rodas, conforme apresentado na figura abaixo. Apresenta-se a seguir uma análise de cada caso.



**Figura 26 – Possíveis canais de distribuição**

A venda feita diretamente ao usuário final pode ser feita tanto online quanto em algum ponto de venda físico. Essa alternativa de início já parece não ser boa, uma vez que exige um grau de verticalização que não parece se aplicar bem a um produto que é essencialmente um acessório de outro produto (a cadeira). Portanto, talvez não faça muito sentido vendê-lo separadamente, tanto por questões de custos quanto pelo grau de difusão do produto no mercado consumidor. A venda separada da capota em pontos de venda exclusivos ou online exigiria grandes esforços e despesas envolvendo a divulgação do produto a um grupo bastante específico que é o formado pelos possíveis usuários do produto. Caso ocorra futuramente uma diversificação do

produto, ou seja, outro foco de aplicação, essa alternativa pode ser considerada mais estratégica.

Para minimizar os problemas elencados anteriormente, a opção de venda através de lojas especializadas de produtos ortopédicos que vendam a cadeira de rodas parece ser uma melhor alternativa, uma vez que dessa maneira pode-se atingir facilmente o público-alvo. Essa venda pode ser feita tanto diretamente às lojas quanto através de distribuidores.

O produto será distribuído às lojas de produtos ortopédicos de acordo com seus pedidos. Foi feita uma pesquisa nessas lojas e o tamanho de lote médio utilizado para acessórios a cadeiras de rodas em média é de 2 a 4 unidades. Desta maneira, por se tratar de um lote pequeno, cada lote seria encaixotado em uma caixa de papelão e distribuído por um meio de transporte que atendesse às necessidades de custos e prazos.

Com relação à armazenagem, a estocagem do produto não deve ser feita em local úmido, pois a umidade pode potencialmente causar um dano na embalagem, o que diminui a sua atratividade e, conseqüentemente, a sua probabilidade de venda.

Tanto no transporte quanto na armazenagem, por questões de resistência do papelão da embalagem, não se deve empilhar uma carga maior que quatro caixas em cima do produto embalado. Sempre deve ser respeitada também a direção de empilhamento descrita na caixa. Não se deve utilizar empilhadeiras com as dimensões da base menor do que as da caixa do produto. Deve haver uma amarração consistente quando do transporte da caixa para evitar solturas. As empilhadeiras devem evitar alcançar velocidades altas durante seus percursos, bem como mudanças repentinas de direção durante a condução.

## **14.1. Logística e transporte**

Para o caso da venda do produto para lojas de produtos especializados, há duas possibilidades: transporte direto ou por meio de um distribuidor. Para uma análise dessas duas alternativas, deve-se considerar custos de transporte,

armazenamento e estoque do produto, dependendo das localidades dos pontos de produção, distribuição e venda.

O responsável pelo transporte, além de se comprometer com prazos de entrega, deve fazê-lo de maneira a não danificar o produto ou sua embalagem. A fragilidade do produto não é extremamente alta, porém um mínimo de cuidado no seu manuseio é necessário, ou seja, não se pode jogá-lo, lançá-lo ou empilhá-lo de modo que sejam causados riscos para a conservação do produto.

## **14.2. Pós-venda**

Por ser um produto muito especializado, inicialmente qualquer tipo de reparo deve ser feito na própria fábrica. Nesse caso, a logística de retorno funcionaria como a de distribuição, porém ao revés. Os produtos defeituosos, devolvidos pelos consumidores seriam recolhidos nos pontos de venda. Para isso, seria desenvolvido um programa de garantia de fábrica, ou seja, um tempo em que o consumidor poderia trocar o produto por um novo, sem custo. Após este período, haveria o reparo do produto devolvido, e posterior devolução ao cliente.

Futuramente, pode ser estudada a possibilidade de assistência autorizada.



## 15. Análise Crítica do Produto

Nesta etapa de desenvolvimento do produto justifica-se realizar uma análise crítica do mesmo para que o desenho técnico de engenharia e também a documentação técnica possam ser elaborados em sintonia com o desenvolvimento do processo e da manufatura do produto. Esta sintonia é essencial para evitar um futuro retrabalho por parte da engenharia de produto e diminuir o tempo total do desenvolvimento de produto. Para realização da análise crítica foram utilizadas 2 ferramentas, o DFA e o FMEA. O detalhamento da metodologia de aplicação destas ferramentas está explicado abaixo.

### 15.1. DFA

Com a finalidade otimizar o processo de manufatura e montagem do produto, bem como reduzir o número total de peças, foi utilizada a ferramenta *Design for Assembly*. Esta ferramenta contribuiu para que os desenhos técnicos do produto fossem elaborados de forma que o tempo de produção, o número de peças e os custos do produto fossem otimizados de forma significativa.

A aplicação do DFA e do FMEA no desenvolvimento do produto foi essencial para a identificação, na concepção inicial do produto, de diversos pontos insatisfatórios que não traziam soluções adequadas para a manufatura e montagem. Essas ferramentas permitiram uma reformulação na concepção inicial tendo em vista a otimização do processo de fabricação, sendo que a solução final é apresentada na documentação técnica do presente documento. Foi elaborado, portanto, o DFA da solução antiga a fim de serem implementadas melhorias nessa solução, e a partir destas melhorias foi desenvolvida a nova solução.

Foram feitas estimativas de custo do produto para que este custo pudesse ser acompanhado desde já, podendo-se propor mudanças no projeto para redução de custos caso o custo esteja muito elevado. As estimativas de

custos serão refinadas em etapas posteriores até chegar-se ao custo real do produto.

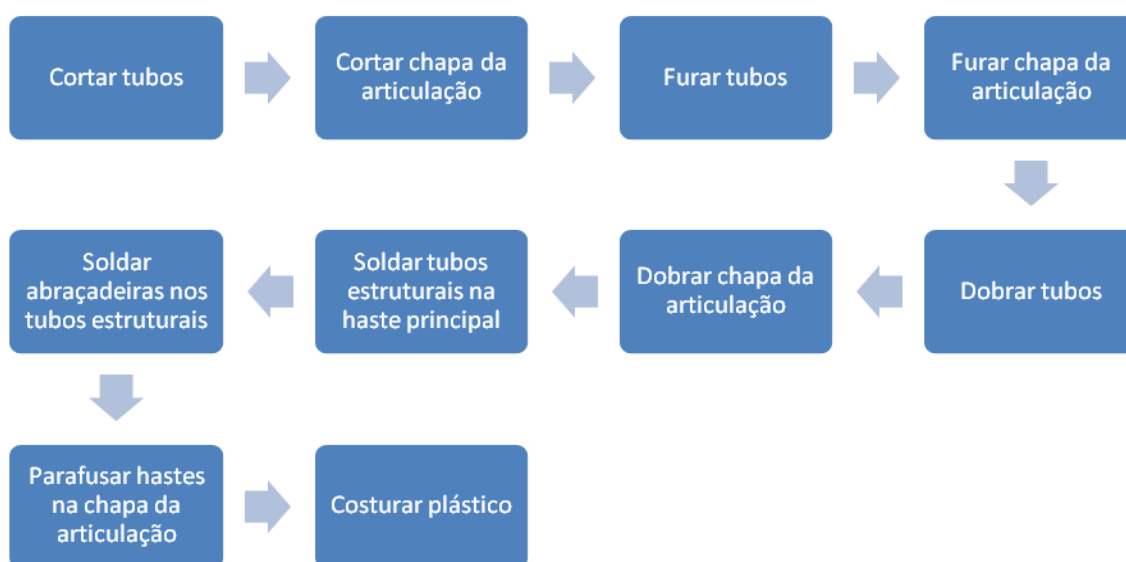
O salário considerado para o soldador foi de R\$ 1250,00 mais 70% de encargos sociais, totalizando R\$ 2125,00.

O salário considerado para o operário sem capacitação específica R\$ 800,00 mais 70% de encargos sociais, totalizando R\$ 1360,00.

É importante ressaltar que, nessa etapa do desenvolvimento do produto, a solução dada para articulação não se constitui mais de uma fixação acoplada ao cubo da cadeira, e sim a uma articulação suspensa composta por uma chapa metálica, onde estariam acopladas todas as hastes, sendo elas fixas e de movimentação. Além disso, as hastes não são mais circulares, apresentando três partes perpendiculares, exatamente como no desenho final, presente no anexo V.

### 15.1.1. Solução Antiga

O processo de fabricação do produto foi pensado da seguinte maneira:



*Figura 27 – Fluxograma do processo de fabricação*

### **Estimativa de custos de manufatura**

Os custos de manufatura da solução antiga seriam:

**Tabela 20 – Custos de Manufatura antigos**

Processo	Número de repetições	Tempo necessário para uma operação(s)	Tempo Total (s)	Capacitação do operador	Custo da hora do operador	Custo total
Corte dos Tubos	12	25	300		R\$ 6,87	R\$ 0,57
Corte do plástico	3	30	120		R\$ 6,87	R\$ 0,17
Soldagem	6	60	360	Soldador	R\$ 10,73	R\$ 1,07
Dobrar Tubos	10	20	200		R\$ 6,87	R\$ 0,38
Furar	30	25	750		R\$ 6,87	R\$ 1,43
Cortar Linha	12	5	60		R\$ 6,87	R\$ 0,11
Dobrar Chapa	4	20	80		R\$ 6,87	R\$ 0,15
<b>TOTAL</b>			<b>1870</b>			<b>R\$ 3,90</b>

**Estimativa de custos dos componentes**

Os custos de componentes da solução antiga seriam:

**Tabela 21 – Custos de componentes antigos**

Componente	Quantidade	Custo unitário	Custo Total
Parafuso	10	R\$ 0,75	R\$ 7,50
Arruela	10	R\$ 0,09	R\$ 0,90
Chapa de alumínio	2	R\$ 0,50	R\$ 1,00
Porca	10	R\$ 0,44	R\$ 4,40
Abraçadeira c/ Parafuso	2	R\$ 1,78	R\$ 3,56
Abraçadeira c/ Cunha	2	R\$ 1,94	R\$ 3,88
Hastes	4	R\$ 7,11	R\$ 28,44
Plástico	3	R\$ 0,35	R\$ 1,05
Tubo estrutural	2	R\$ 7,11	R\$ 14,22
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>		<b>R\$ 64,95</b>

## **Estimativa de custos de montagem**

Os custos de montagem da solução antiga seriam:

**Tabela 22 – Custos de Montagem antigos**

Processo	Número de repetições	Tempo necessário para uma operação (s)	Tempo Total (s)	Capacitação do operador	Custo da hora do operador	Custo total
Parafusar	10	30	300		R\$ 4,04	R\$ 0,34
Costurar Plástico	3	540	1620		R\$ 4,04	R\$ 1,82
<b>TOTAL</b>			<b>1920</b>			<b>R\$ 2,15</b>

No processo de fabricação do produto do modo antigo, no qual são utilizadas 45 peças e o tempo de montagem total é de 1920 segundos, o índice DFA é calculado da seguinte maneira:

$$DFA = \frac{\text{Número Teórico Mínimo Peças} \times 3 \text{ segundos}}{\text{Tempo Total Estimado de Montagem}}$$

$$DFA = \frac{45 \times 3}{1920} = 7,03\%$$

Na produção utilizando este processo e estes componentes, o custo total do produto é de R\$ 71,00.

O tempo total gasto na produção é de 3790 segundos.

### **15.1.2. Melhorias Implementadas**

#### **1. Mudança da Articulação**

As articulações utilizavam, na solução inicialmente concebida, 10 parafusos, 10 porcas, 10 arruelas e 2 chapas de alumínio, somando as duas articulações, exigindo que, para isso, fossem feitos 30 furos e 4 dobras.

Com todos estes componentes e processos, as articulações apresentavam, na solução antiga, custo de R\$ 14,04.

Visando reduzir os custos de produção e o número de peças do produto, a articulação foi mudada de forma a utilizar apenas um parafuso, uma porca, uma arruela e não será mais utilizada a chapa de

alumínio. Nesta nova solução apresentada, o número de furos foi reduzido de 30 para 8.

As articulações, depois da mudança, passaram a custar R\$ 2,93, o que representa uma diminuição de R\$ 11,21, ou 80% do custo.

## ***2. Mudança na Montagem do Plástico***

O plástico que cobre a capota, inicialmente, seria costurado ao redor de cada haste. Entretanto, verificou-se que leva muito tempo (1620 segundos) para realizar a operação de costura de todo o plástico. Isto ocorre pois o plástico é um material difícil de costurar e também a posição em que ele será costurado não permite que esta operação seja feita utilizando máquina de costura, assim o operador deve costurar à mão.

É proposto que, para reduzir o tempo de montagem, o plástico seja colado nas hastes, ao invés de ser costurado. Desta forma, será gasto um tempo muito menor na montagem do plástico (90 segundos).

Com base no DFA elaborado foi possível efetuar as mudanças da estrutura da articulação e na forma como será montado o plástico de cobertura, reduzindo o custo e o tempo de montagem.

### **15.1.3. Solução Nova**

O processo de fabricação do produto foi pensado da seguinte maneira:



**Figura 28** – Fluxograma do processo da solução nova

### **Estimativa de custos de manufatura**

Os custos de manufatura da solução nova são:

**Tabela 23 – Custos de Manufatura**

<b>Processo</b>	<b>Número de repetições</b>	<b>Tempo necessário para uma operação(s)</b>	<b>Tempo Total (s)</b>	<b>Capacitação do operador</b>	<b>Custo da hora do operador</b>	<b>Custo total</b>
Corte dos Tubos	16	25	400		R\$ 6,87	R\$ 0,76
Corte do plástico	3	30	120		R\$ 6,87	R\$ 0,17
Soldagem	4	60	240	Soldador	R\$ 10,73	R\$ 0,72
Dobrar Tubos	10	20	200		R\$ 6,87	R\$ 0,38
Furar	8	25	200		R\$ 6,87	R\$ 0,38
<b>TOTAL</b>			<b>1160</b>			<b>R\$ 2,41</b>

### **Estimativa de custos dos componentes**

Os custos de componentes são:

**Tabela 24 – Custos de componentes**

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo Total</b>
Parafuso	2	R\$ 0,90	R\$ 1,80
Velcro	2	R\$ 0,03	R\$ 0,06
Arruela	2	R\$ 0,09	R\$ 0,18
Porca	2	R\$ 0,44	R\$ 0,88
Abraçadeira c/ Parafuso	4	R\$ 1,78	R\$ 7,12
Hastes	4	R\$ 7,11	R\$ 28,44
Plástico	3	R\$ 0,35	R\$ 1,05
Tubos de fixação	2	R\$ 1,87	R\$ 3,73
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>		<b>R\$ 43,26</b>

## **Estimativa de custos de montagem**

Os custos de montagem são:

**Tabela 25 – Custos de montagem**

<b>Processo</b>	<b>Número de repetições</b>	<b>Tempo necessário para uma operação (s)</b>	<b>Tempo Total (s)</b>	<b>Capacitação do operador</b>	<b>Custo da hora do operador</b>	<b>Custo total</b>
Parafusar	2	30	60		R\$ 4,04	R\$ 0,07
Colar Velcro	2	5	10		R\$ 4,04	R\$ 0,01
Colar plástico	3	30	90		R\$ 4,04	R\$ 0,10
<b>TOTAL</b>			<b>160</b>			<b>R\$ 0,18</b>

No processo de fabricação do produto com as soluções novas já implementadas, são utilizadas 23 peças e o tempo de montagem total é de 160 segundos, o índice DFA é calculado da seguinte maneira:

$$DFA = \frac{\text{Número Teórico Mínimo Peças} \times 3 \text{ segundos}}{\text{Tempo Total Estimado de Montagem}}$$

$$DFA = \frac{23 \times 3}{160} = 43,12\%$$

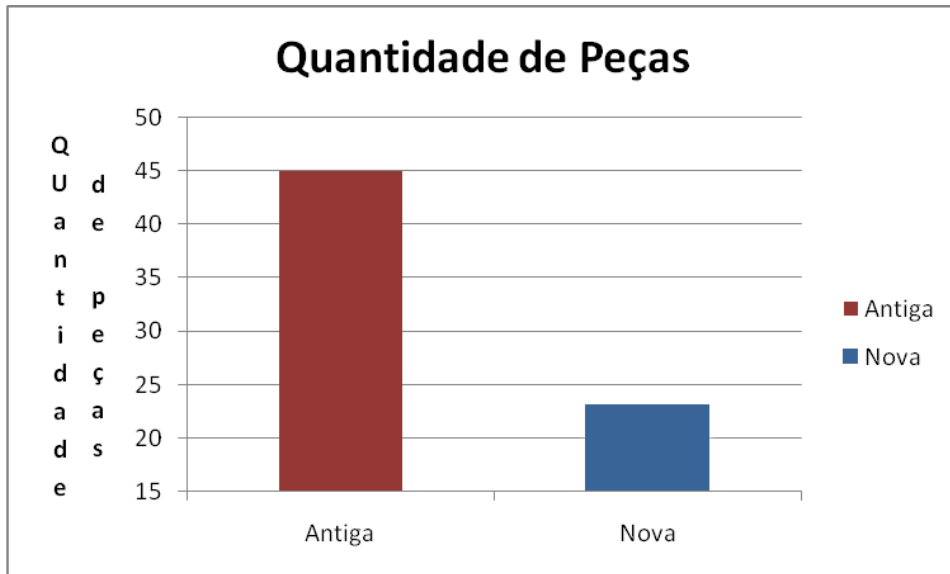
Na produção utilizando este processo e estes componentes, o custo total do produto é de R\$ 45,85.

O tempo total gasto na produção é de 1320 segundos.

Comparando as duas soluções, antiga e nova, obtêm-se as seguintes conclusões:

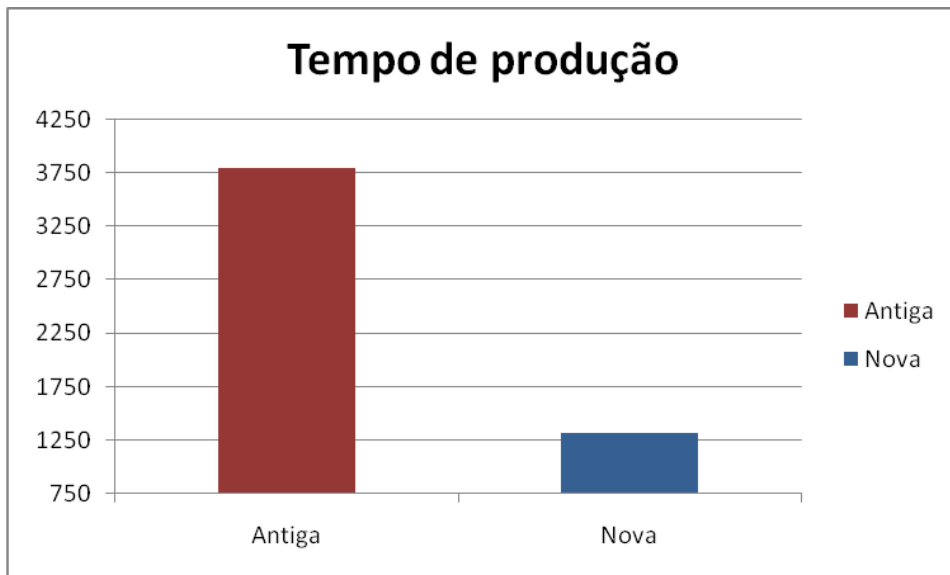
O número de peças foi reduzido em 49%, como ilustra a figura a seguir:





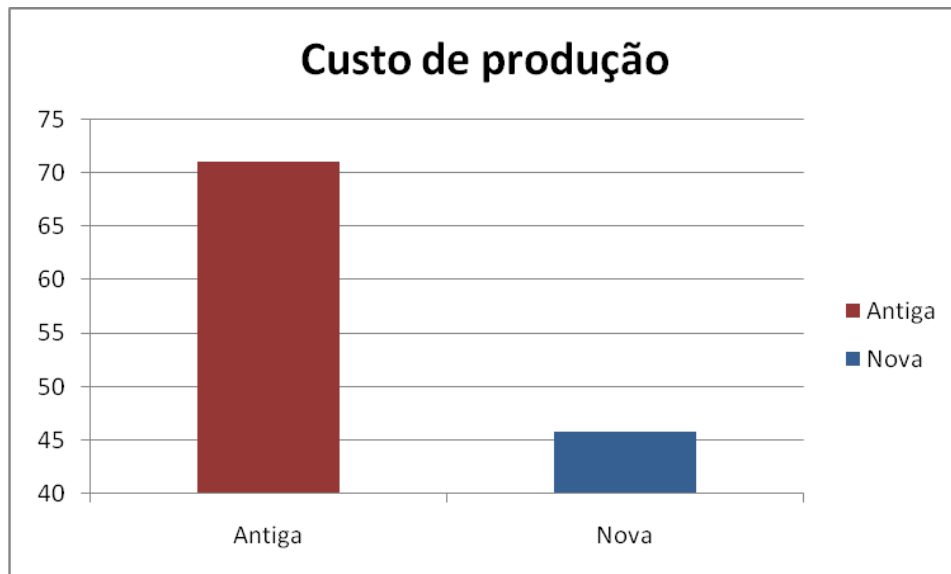
**Figura 29** – Quantidade de peças de cada solução

O tempo de produção foi reduzido em 65%, como ilustra a figura a seguir:



**Figura 30** – Tempo de produção de cada solução

O custo do produto foi reduzido em 35%, como ilustra a figura a seguir:



**Figura 31** – Custo do produto em cada solução

## 15.2. FMEA

Aplicado nesta fase de projeto do produto, o FMEA do produto pode ser implementado mais facilmente e com menores custos, evitando crises provocadas por alterações tardias. Com esse propósito, foi realizado o FMEA do produto em desenvolvimento visando uma análise mais criteriosa a respeito dos desenhos e requisitos levantados nas etapas anteriores.

O FMEA consiste em uma abordagem disciplinada que objetiva identificar, antecipadamente, problemas potenciais, seus respectivos efeitos e suas possíveis causas a fim de estabelecer mecanismos de detecção, controle e intervenção para assegurar a qualidade e confiabilidade requeridas pelo cliente.

É importante ressaltar que o FMEA é um processo iterativo que nunca termina. Portanto, mesmo que aplicado num processo produtivo que já esteja em andamento, o FMEA mantém sua utilidade.

Foram identificados os pontos de falha que podem ocorrer com o produto nos âmbitos de confiabilidade, usabilidade, ergonomia, conformidade com o usuário e suprimento de matéria-prima. Uma vez detectados os pontos de falha e seus respectivos pontos críticos, são apontados pontos de melhoria que envolvem medidas corretivas e preventivas para a reformulação de alguns aspectos do produto.

Seguindo o método de aplicação do FMEA, foram realizadas as seguintes etapas:

### 15.2.1. Planejamento

O FMEA deve ser elaborado em uma equipe constituída por pessoas de diversas áreas da empresa, para que possam ser explorados os diferentes pontos de vista. Deste modo, os membros do grupo se reuniram e, por meio da técnica do *brainstorming* e utilizando como base os requisitos dos clientes obtidos no QFD realizado anteriormente, foram elencados os pontos críticos do projeto. Em seguida, foram aplicados os diagramas de causa e efeito. Esses

diagramas têm como objetivo determinar de forma precisa as causas reais das possíveis falhas. Nesse processo todos os componentes foram examinados individualmente, de forma a determinar e detalhar todas as formas possíveis de falhas e seus respectivos efeitos e causas.

### 15.2.2. Avaliação de riscos

Uma vez determinados os pontos críticos, estes foram avaliados segundo critérios quantitativos, de forma a ranqueá-los segundo uma ordem decrescente de importância, concentrando os esforços da equipe na prevenção e correção dos itens de risco acima de 5%. Os critérios adotados para calcular o fator de risco NPR são Severidade, Ocorrência e Detecção. As notas aferidas para cada um destes três critérios são explicadas na tabela a seguir:

**Tabela 26 – Critérios utilizados nos índices**

<b>Nota</b>	<b>Severidade (S)</b>	<b>Ocorrência (O)</b>	<b>Detecção (D)</b>
[9,10]	Perigo elevado sem possibilidade de alerta	Muito alta e quase inevitável	Não se pode detectar ou probabilidade de detecção muito baixa
[7,8]	Perda da principal função; Usuário Insatisfeito	Falha com alto índice de repetição	Chance de detecção remota ou baixa
[5,6]	Perda de uma função secundária	Falha com índice moderado de repetição	Probabilidade de Detecção Baixa
[3,4]	Defeito de pequena monta	Ocorrência ocasional de Falha	Probabilidade de detecção moderada
[1,2]	Sem efeito	Falha com pouca probabilidade de ocorrer	Detecção quase certa

Deste modo, o valor NPR abrange os valores de 0 a 1000. O valor NPR (Índice de risco) foi calculado da seguinte maneira:

$$\text{Índice de Risco} = \text{Índice de Severidade} \times \text{Índice de Ocorrência} \times \text{Índice de Detecção}$$

*Figura 32 – Cálculo do NPR*

### **15.2.3. Controles atuais**

Foram determinados os controles atuais projetados para os pontos críticos analisados, descrevendo como as formas de controle previstas no projeto atuam sobre os modos de falha e causas apontadas.

### **15.2.4. Tabelas do FMEA do Produto**

Encontram-se nas páginas seguintes as tabelas do FMEA realizado para o produto Bubble Chair:

Nome do componente	Função	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Tubo estrutural	Prover a estrutura necessária para toda a capota e propiciar a instalação e retirada da cobertura	Não prover a estrutura necessária para toda a capota	Capota desprende-se da cadeira	9	Diâmetro do tubo insuficiente para aguentar toda a estrutura	2	Realização de testes segundo norma	2	36		9	2	2	36
					Material fora das especificações	3	Realização de testes segundo norma	1	27		9	3	1	27
		Deixar de propiciar a instalação e retirada da cobertura	Impossibilidade de uso	10	Diâmetro do tubo estrutural incorreto, impedindo encaixe (SOLUÇÃO NOVA)	2	Realização de testes nos lotes segundo norma	2	40	Escolher uma amostra mais representativa para a inspeção	10	1	1	10
					Instalação e retirada difícil e demorada	8	Utilização de ferramental a cada colocação e retirada	4	320	Implementação de um tubo de encaixe, possibilitando a remoção rápida da estrutura	10	1	3	30

Nome do componente	Função	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Hastes	Prover estrutura adequada para a cobertura da capota	Não prover estrutura adequada para a cobertura da capota	Cobertura cai sobre o cadeirante	9	Haste sofre falha	2	Realização de testes segundo norma	2	36		9	2	2	36
					Haste mal presa na articulação	4	Realização de testes nos componentes da articulação segundo normas	6	216	Investir em mão-de-obra qualificada e processos mais confiáveis	9	1	6	54

Nome do componente	Função	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Cobertura plástica	Proteger cadeirante da chuva	Não proteger o cadeirante da chuva	Cadeirante se molha	7	Existência de furos na cobertura	2	Realização de testes segundo norma para o material e testes de uso do produto	1	14		7	2	1	14
					Colagem da cobertura plástica mal feita	3	Realização de testes segundo norma para a cola	7	147	Investir em mão-de-obra qualificada e material de qualidade	7	1	7	49
					Perda da aderência da cola com o tempo	4	Realização de testes segundo norma para a cola	7	196	Maior rigor na escolha da cola	7	2	7	98
		Cobertura plástica não fechar de maneira compacta	Abertura indesejada da capota	5	Inexistência de mecanismo de fixação para fechamento	9	Empurrar capota para trás com força	3	135	Implementação no projeto de velcro como forma de fixação	5	1	3	15



Nome do componente	Função	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Fixação na cadeira	Fixar o tubo estrutural na cadeira de rodas	Não fixar o tubo estrutural na cadeira de rodas	Estrutura desprende-se da cadeira	9	Parafuso da abraçadeira mal apertado	4	Material facilmente rosqueável	5	180	Clareza das instruções no manual	9	1	4	36
					Mal dimensionamento da abraçadeira	2	Realização de testes segundo norma	2	36				0	
					Soltura das abraçadeiras superiores	6	Realização de testes segundo norma	3	162	Eliminação das abraçadeiras superiores com a implementação de mais um par na parte inferior	9	1	3	27
Articulação	Possibilitar a abertura da capota	Não possibilitar a abertura da capota	Capota não abre quando necessário	7	Eixo (parafuso) mal dimensionado	3	Medição do diâmetro dos parafusos	2	42		7	3	2	42

## **15.2.5. Melhorias Implementadas**

A partir dos modos de falha, efeitos e causas das falhas, foram elaboradas ações recomendadas para reduzir as causas das falhas nos pontos críticos do produto visando reduzir riscos acima de 5%, ou seja, falhas com causas que apresentam NPR acima de 50. As ações recomendadas que apresentam impacto na documentação técnica do produto e necessitam de redesenho são as seguintes:

### ***1. Mudança do Encaixe***

Visando obter melhor usabilidade e confiabilidade do produto, foi reformulado o mecanismo de encaixe do produto na cadeira. Com esta mudança, foi possível reduzir o tempo de encaixe do produto na cadeira de 5 minutos (tempo de parafusar 2 abraçadeiras) para apenas alguns segundos (tempo de encaixar um cano dentro de outro). Deste modo o requisito do cliente de encaixe fácil na cadeira foi satisfeito e a possível falha de o encaixe se soltar da cadeira foi eliminada.

### ***2. Colocação de velcro***

Um ponto crítico do produto é a cobertura de plástico que, por ser articulada, poderia abrir sem o cadeirante querer, assustando-o. Este ponto crítico não apresenta severidade alta, entretanto, por se tratar de um ponto crítico com NPR alto devida a sua alta ocorrência, necessita de mudança. A mudança proposta é a colocação de um velcro na haste principal e também na haste da frente da capota. Deste modo, a ocorrência desta falha será remota.

## 16. Especificação dos materiais

A Lista de materiais da capota para cadeira de rodas é usada abaixo para especificar todos os componentes do produto em desenvolvimento, constando também uma breve explicação dos materiais, tanto os que serão comprados quanto os fabricados.

**Tabela 27 – Lista de materiais**

<b>Lista de Materiais</b>			
<b>Componente</b>	<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Obs.</b>
Haste	Liga Al 6063	4	
Tubo Estrutural	Liga Al 6063	2	
Tubo de Encaixe	Liga Al 6063	2	
Parafuso - Articulação	Aço Inox	2	Comprado
Porca - Articulação	Aço Inox	2	Comprada
Arruela de Pressão	Aço Inox	2	Comprada
Abraçadeira c/ parafuso	Alumínio	4	Comprada
Vélcro	Fita tecida de poliamida e gancho polietileno HTH	1	Comprado

### 16.1. Parafusos

Serão utilizados no produto em desenvolvimento 2 parafusos, ambos nas articulações das hastes, sendo 1 parafuso de cada lado. Os parafusos devem ser de material anti-oxidante pois estarão expostos à chuva. Encontra-se abaixo a especificação dos parafusos encontrados:

Parafuso Inox Rosca Métrica Cabeça Cilíndrica Fenda Reta

Comprimento: 4 polegadas

Diâmetro: ¼ polegadas

Material: Aço inox

Preço: R\$ 75,23 100 unidades

## 16.2. Abraçadeiras

São necessárias 4 abraçadeiras que fecham com parafuso, sendo 2 para cada tubo de encaixe. As abraçadeiras que fecham com parafuso irão fixar a capota na parte de baixo da cadeira, e são as responsáveis pela sustentação do produto.

### 4.1.1 Abraçadeira tipo “D” com parafuso



*Figura 33 – Abraçadeira tipo “D” com parafuso*

Material: Alumínio

Diâmetro: 1,5 polegadas

Preço: R\$ 1,78 a unidade

## 16.3. Porcas

As porcas são utilizadas para a fixação dos parafusos. Para a articulação, foram escolhidas porcas sextavadas, especificamente de aço inoxidável, porque ficarão expostas à chuva.

Porca Sextavada Inox – ¼”

Material: Aço inoxidável

Acabamento: Polido

Preço: R\$ 44,25 (100 unidades)

## **16.4. Hastes e Tubos Estruturais e de Encaixe**

Para a fabricação das 4 hastes, 2 tubos estruturais e 2 tubos de encaixe da capota será utilizada liga de alumínio 6063, em barras de perfil tubular. A escolha foi feita em vista da leveza, resistência, preço, resistência à oxidação e possibilidade de reciclagem que o material oferece, que são características preferíveis às das encontradas no aço galvanizado 1020.

A capota será constituída de 4 hastes que darão sustentação à cobertura de proteção.

A articulação será constituída de um parafuso e uma porca fixando as 4 hastes em um centro comum de rotação.

## **17. Documentação Técnica**

Partindo da escolha de materiais e componentes realizada em etapa anterior, deve-se documentá-los por meio de especificação técnica nesta etapa do projeto.

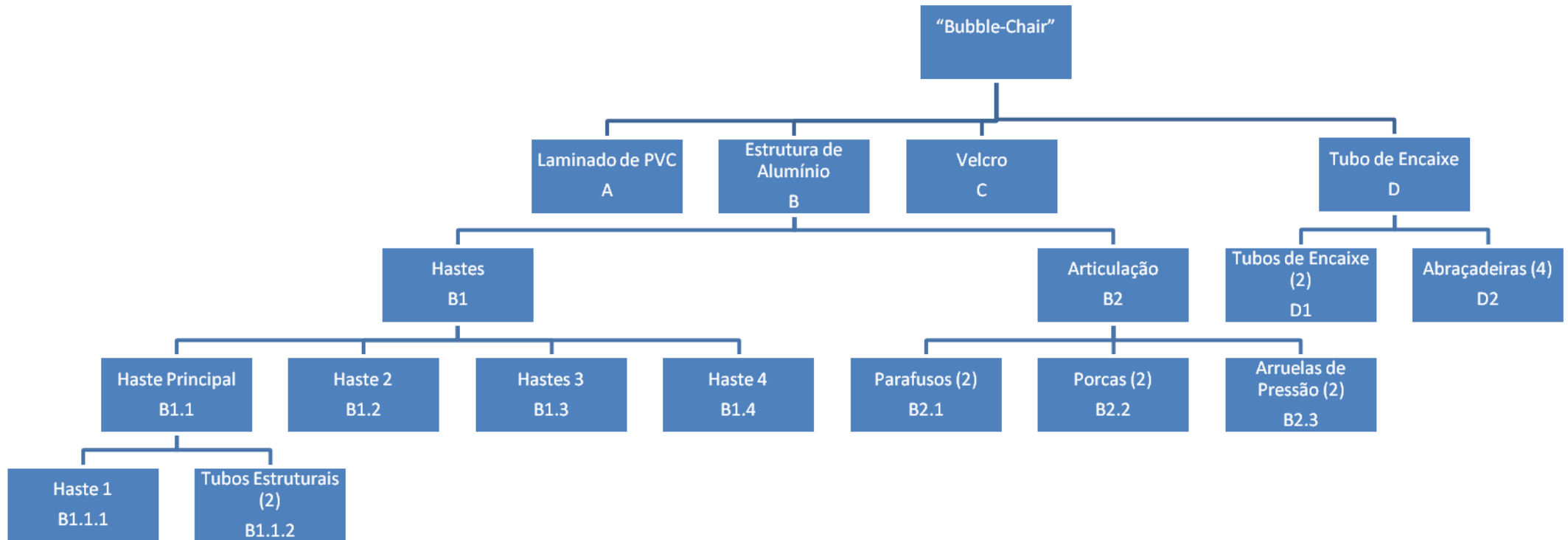
Nesta etapa são detalhados aspectos importantes para a fabricação do produto, como: propriedades do material, dimensões, lotes de compra e procedimentos de recebimento.

Ainda são abordadas as possíveis perdas de materiais decorrentes da fabricação dos componentes do produto final.

A documentação técnica dos materiais e componentes encontra-se no Anexo III.

## 17.1. Lista de Materiais - “Bubble Chair”

A capota para cadeira de rodas é composta das seguintes partes:



*Figura 34 – Árvore do produto*

## 18. Escala de produção

Antes de ser feito qualquer detalhamento sobre o processo de produção do produto é necessário retomar o estudo mercadológico realizado. A figura 1 a seguir ilustra a fase de desenvolvimento do produto desta etapa:



*Figura 35 – Desenvolvimento de produto*

Deste modo, antes de ser determinada a melhor maneira de produzir, devem ser levados em consideração:

1. O valor mercadológico do produto
2. As praças de comercialização
3. O mercado potencial
4. A escala de produção planejada para o produto

### 18.1. Valor mercadológico do produto

O valor mercadológico da capota de chuva para cadeira de rodas foi encontrado com base na escala vertical elaborada. Chegou-se a conclusão de que os cadeirantes estariam dispostos a pagar **R\$ 250,00** pelo produto.

### 18.2. Praças de comercialização

Conforme definido anteriormente, o produto será vendido em lojas especializadas de produtos ortopédicos. Uma vez definido o canal de



distribuição, devem ser definidas as cidades onde será comercializado o produto.

Para a escolha das cidades de comercialização foi utilizado o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS-Riqueza). Este índice é calculado pela Fundação SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) e é uma ferramenta usada para avaliar e redirecionar os recursos públicos voltados para o desenvolvimento dos municípios paulistas. Este índice permite uma avaliação da riqueza das cidades para a escolha dos pontos de comercialização do produto.

A dimensão “Riqueza” (per capita) do índice IPRS aponta as seguintes cidades como as mais ricas:

- Santos
- São Paulo
- São José dos Campos
- Campinas

Com base no índice, toma-se a decisão de comercializar os produtos nestas 4 cidades por considerar que elas representam os pólos comerciais de suas devidas regiões, abrigando a maior parte dos consumidores do Estado de São Paulo.

### **18.3. Mercado potencial**

Para definição do mercado potencial para o produto devem ser abordados os seguintes aspectos do mercado:

- Porcentagem da população usuária da cadeira de rodas
- Número de habitantes das cidades-alvo
- Porcentagem de população disposta a pagar o valor mercadológico pelo produto
- *Market-share* pretendido

De acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano 200, onde foi pesquisada a questão da deficiência física, 3,9% da população Brasileira é usuária de cadeira de rodas.

Considerando que as cidades-alvo para o produto possuem uma amostra significativa da população Brasileira, pode-se adotar esta proporção de deficientes para sua população.

De acordo com o censo realizado pelo IBGE no ano de 2009:

- Santos – 417.098 Habitantes
- São Paulo – 11.037.593 Habitantes
- São José dos Campos – 615.871 Habitantes
- Campinas – 1.064.669 Habitantes

A população destas cidades, somadas, é de 13.135.231 Habitantes. Adotada a proporção de 3,9% de deficientes físicos que utilizam cadeira de rodas na população destas cidades, obtêm-se o número de 512.274 usuários de cadeira de rodas.

Para descobrir o número de potenciais usuários do produto é necessário definir também as classes sociais dispostas a comprar o produto. Conforme explanado anteriormente na pesquisa de mercado, pretende-se vender o produto para as classes sociais B, C e D. Isto foi definido pois os integrantes da classe A não necessitam de um produto para se locomover na chuva, uma vez que não freqüentam muitos lugares expostos à chuva e, quando o fazem, possuem outros meios para se proteger, como carros adaptados por exemplo, e os integrantes da classe E possuem renda mensal de até R\$ 510,00, não apresentando disposição de gastar metade do salário com um produto que não é um bem primário.

A tabela a seguir exemplifica as classes sociais no estado de São Paulo:

**Tabela 28 – Classes sociais**

<b>Classe Social - SP</b>	<b>Renda Mensal (Salários Mínimos)</b>	<b>Renda Mensal em R\$</b>
<b>A</b>	mais de 15	mais de 7650,00
<b>B</b>	de 5 a 15	de 2550,00 a 7650,00
<b>C</b>	de 3 a 5	de 1530,00 a 2550,00
<b>D</b>	de 1 a 3	de 510,00 a 1530,00
<b>E</b>	até 1	até 510,00

Fonte: Fundação Getúlio Vargas – 2009

Segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV) - 2009, as classes sociais no Estado de São Paulo estão distribuídas da seguinte maneira:

**Tabela 29 – Distribuição das classes sociais no Estado de São Paulo**

<b>Classe Social</b>	<b>Porcentagem da População</b>
<b>A</b>	5%
<b>B</b>	24%
<b>C</b>	43%
<b>D</b>	25%
<b>E</b>	3%

Fonte: Fundação Getúlio Vargas - 2009

Com os dados obtidos, calcula-se que 92% da população abrange as classes sociais pretendidas para a venda do produto.

Assim, estima-se que 471.292 cadeirantes nas 4 cidades-alvo do produto se enquadram nas classes sociais B, C, e D, sendo eles potenciais usuários do produto.

Considerando a segmentação de mercado proposta na seção 3, o mercado de cadeirantes está dividido entre os que apresentam deficiências que os impossibilitam de sair de casa sem o auxílio de outros e os que estão aptos a sair. Como não foram encontrados números na literatura clássica e em sites de associações, foi obtida uma estimativa em contato com a Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD) e a Associação Brasileira dos Deficientes Físicos (ABDF) para se obter um número de potenciais consumidores minimamente próximos da realidade. Os números obtidos foram:

- AACD – 41%
- ABDF – 44%

Devido à divergência dos números obtidos optou-se por utilizar o menor deles, reduzindo o risco de super dimensionamento da produção.

Assim, o número de cadeirantes ativos, ou seja, que saem de casa sozinhos, que estariam interessados em comprar o produto, é 41% de 471.292, que totaliza 193.229.

Após obter o número de cadeirantes que são possíveis usuários do produto, considerando diversos fatores, deve ser determinada a taxa de penetração do produto no mercado, também conhecido como *market-share* do produto. Esta taxa leva em consideração os concorrentes do produto, que continuarão sendo usados por uma parcela da população, a disponibilidade do produto, a visibilidade e sua aceitação no mercado. Para obter uma estimativa próxima da realidade, entretanto sem superestimara produção, adotou-se o *market-share* de 10% do mercado potencial do produto. Assim, o mercado potencial para o produto é 10% dos 193.229 cadeirantes integrantes das classes B, C e D nas cidades-alvo.

Pode-se então chegar ao número de **19.322 usuários do produto**.

## **18.4. Escala de produção**

Estima-se que os usuários do produto o comprarão dentro de 5 anos, a partir da data de lançamento. Portanto a produção anual do produto pode ser estimada em **3865 unidades por ano**. Isto representa uma produção diária estimada em **322 capotas por mês**. Este número foi determinado seguindo os passos descritos acima. A tabela a seguir resume estes passos.

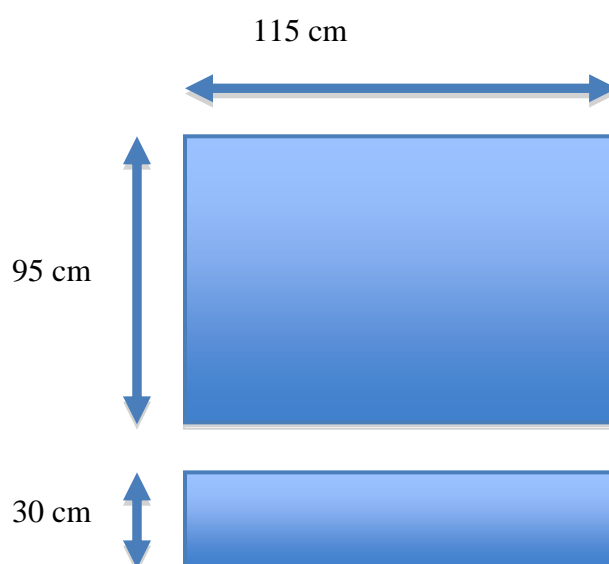
**Tabela 30 – Estimativa da escala de produção**

Número de Habitantes das cidades-alvo	13.135.231
Porcentagem de Deficientes Físicos Usuários de Cadeira de Rodas na População	3,90%
Porcentagem de integrantes das classes sociais B, C e D na população	92%
Porcentagem de Cadeirantes que saem de casa sem o auxílio de outras pessoas	41%
<i>Market-Share</i>	10%
Ciclo de vida do produto (em anos)	5
TOTAL de Capotas por ano	3865
<b>TOTAL de Capotas por mês</b>	<b>322</b>

## 19. Definição da Embalagem

Dado o não tão alto volume de vendas que se espera do produto, pode-se concluir que será necessário apenas um tipo de embalagem, que será a mesma para contenção, apresentação e comercialização.

A capota para cadeira de rodas será embalada sem que haja alguma dobragem ou desmontagem, dentro de uma caixa de papelão ondulado simples de formato paralelepípedo capaz de abrigar o produto respeitando suas dimensões. As dimensões da embalagem serão: 115 x 95 x 30 cm.



**Figura 36** - Desenho esquemático da embalagem de papelão

A abertura da caixa é prevista para ser feita pela face superior, facilitando a retirada do produto, bem como a abertura e fechamento da embalagem.

No interior da caixa, o produto será envolto por plástico-bolha, protegendo a embalagem de eventuais choques mecânicos.

Além de proteger e facilitar o transporte do produto, a embalagem também terá a função de chamar o cliente para a compra: nela haverá uma foto

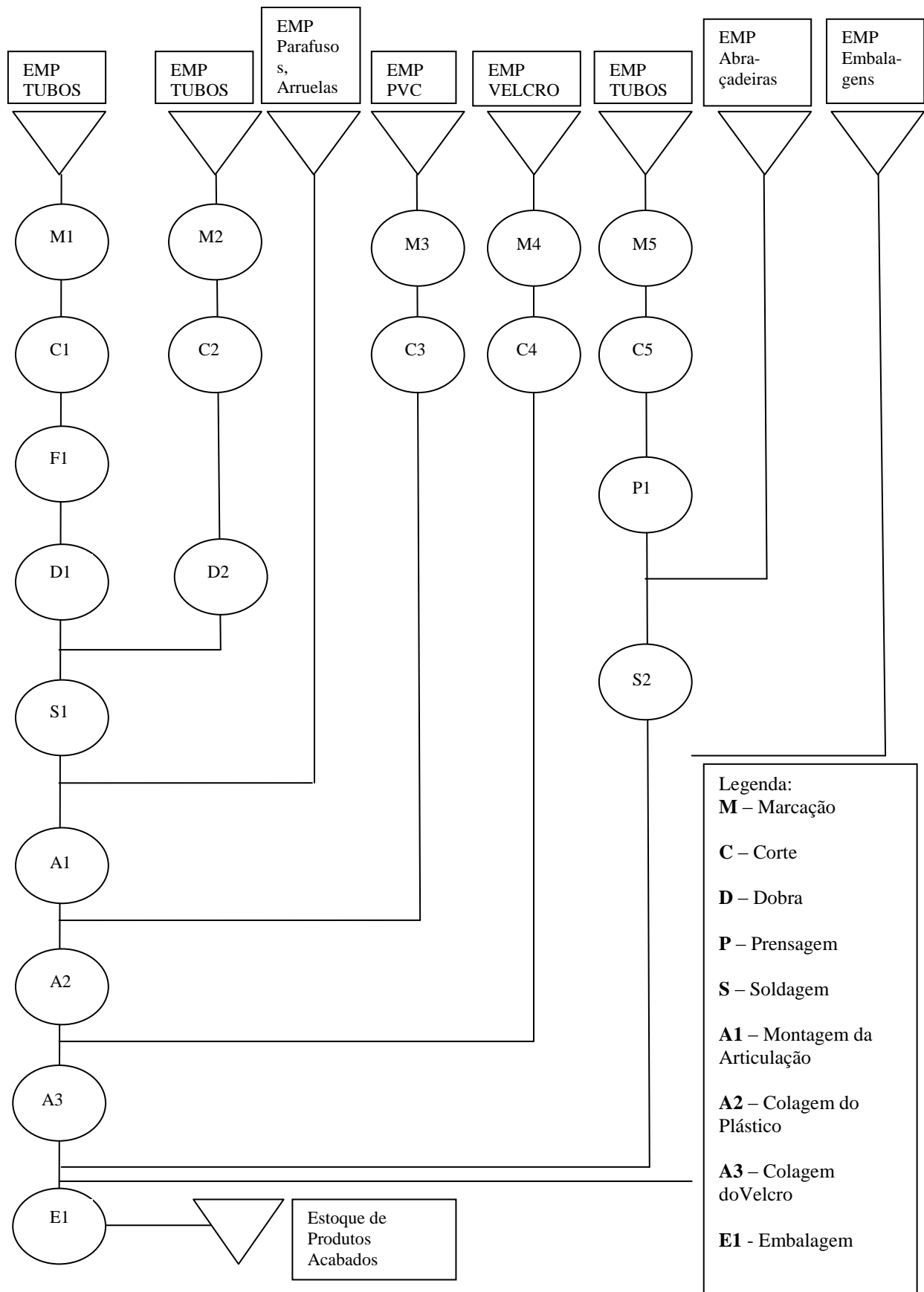
que ilustre de forma chamativa a utilidade do produto. Na parte de trás (a parte oposta à da foto, que ficará exposta), haverá as instruções de uso. No rótulo também será possível obter informações como: dados do fabricante, identificação do produto, código do lote, data de fabricação, precauções que devem ser adotadas e principais materiais que compõem o produto.

## **20. Processo de Fabricação**

O processo de fabricação da capota Bubble Chair se resume a processos mecânicos de baixo custo, uma vez que apenas uma operação, a de solda, exige operador qualificado para sua realização. Assim, não será necessário grande investimento em maquinário e em mão-de-obra especializada. Além disso, as operações realizadas em sua fabricação são operações básicas, como corte, furos, dobras e montagem, tornando o processo adaptável a qualquer fábrica que trabalhe com produtos similares, como uma fábrica de cadeira de rodas ou então de produtos ortopédicos.

A manufatura da capota será feita seguindo uma lógica para facilitar todos os processos. As etapas do processo de fabricação estão ilustradas no fluxograma abaixo para facilitar o entendimento do processo.





**Figura 37 – Fluxograma do processo**

As operações indicadas no fluxograma são detalhadas abaixo:

**Marcação dos Tubos:** Os tubos saem do DMP e vão para os marcadores, que marcam o código do tubo (Haste 1, Haste 2, etc) e os locais onde devem ser cortados, furados, prensados, dobrados e soldados os tubos. Para esta operação é utilizado o marcador de alumínio.

**Corte dos tubos:** Os tubos já marcados chegam na área de corte de tubos. Os operadores da serra ligam a serra, abrem a morsa, colocam o tubo na posição correta, acionam a alavanca de corte, abrem a morsa novamente, cortam a outra extremidade do tubo repetindo o processo e, quando terminado, retiram o tubo.

**Furação:** Os tubos já cortados chegam na área de furação já com as marcas de onde devem ser furados. Os operadores das furadeiras ligam-nas, prendem o tubo na posição correta utilizando a morsa da furadeira, acionam a alavanca da máquina, retiram o tubo furado, repetem o procedimento para fazer o outro furo e retiram o tubo da morsa.

**Soldagem:** Os operadores de solda identificam o código do tubo e, caso seja necessário, pegam 2 abraçadeiras. Utilizando a máquina de soldagem, os operadores de solda aproximam as duas superfícies a serem soldadas, permitindo a passagem de corrente. Para esta operação é necessário um soldador qualificado e equipamentos de segurança especiais, como luvas, máscaras e aventais grossos.

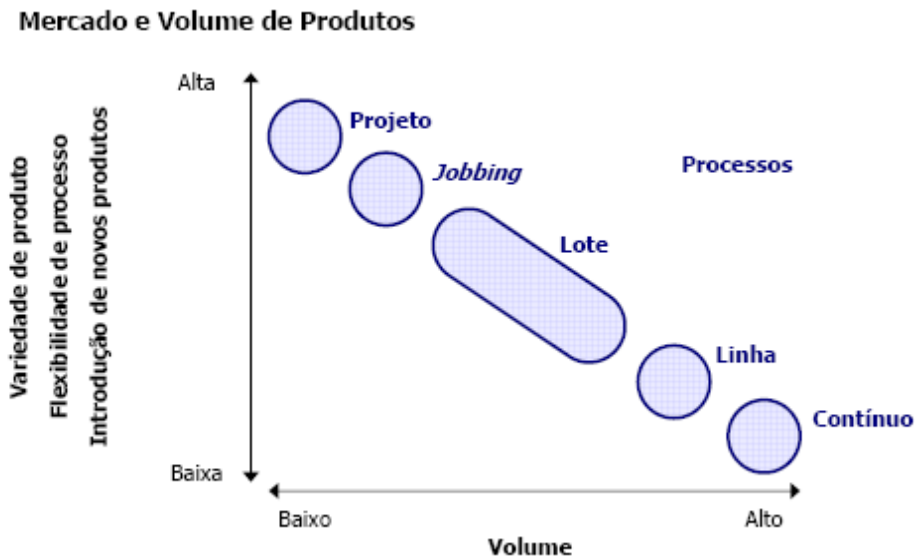
**Dobra:** Para realização da dobra é necessário que o operador identifique o local a ser feita a dobra, insira o tubo na máquina de dobra, acione-a, virando a alavanca, retire o tubo e repita a operação no outro ponto de dobra, caso seja necessário.

**Prensagem:** Para realização da prensagem é necessário que o operador identifique o local a ser feita a prensagem, insira o tubo na prensa, acione-a, virando a alavanca e retire o tubo.

É feita abaixo uma análise da disposição das áreas funcionais para estudo de layout de uma possível planta da fábrica para a fabricação da

capota. O processo produtivo a ser utilizado na produção da capota deve ser determinado de acordo com a escala de produção adotada. Como visto acima, o volume de produção será baixo.

A figura a seguir, auxilia a escolha do processo:



**Figura 38 – Escolha do processo**

Fonte: Terry Hill (1993)

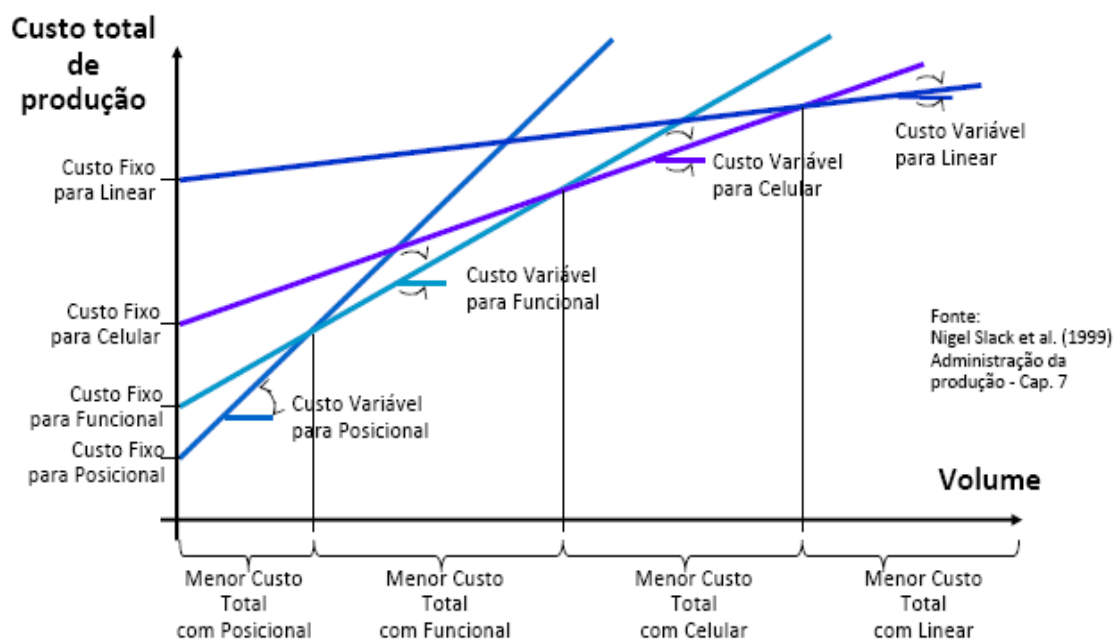
A capota de chuva para cadeira de rodas é um produto para um segmento de mercado restrito, o que justifica sua baixa produção. A maioria das empresas fabricantes de produtos ortopédicos produz toda a linha de produtos para aumentar a quantidade produzida ou atuam ainda em outros segmentos relacionados com a saúde. Deste modo, a variedade de produtos é alta, bem como a flexibilidade do processo. A introdução de novos produtos não é tão freqüente. Assim, analisando o gráfico, chega-se a conclusão que o tipo de processo deve ser do tipo *Jobbing*.

Este processo de produção é caracterizado por alta flexibilidade, alta variedade de produtos produzidos, alta habilidade do operador e baixo volume de produção.

Por se tratar da produção de poucas unidades e com alta flexibilidade do processo, uma vez que podem ser produzidos diversos outros produtos

utilizando os mesmos equipamentos, arranjo físico da fábrica deve ser funcional, ou seja, cada tipo de máquina alocado em um espaço específico dentro da fábrica. Deste modo, o custo total da produção será o mínimo.

A figura a seguir auxilia a compreender esta escolha:



**Figura 39** – Custos de produção

## 20.1. Fichas de Fabricação e de Montagem

As fichas de fabricação elaboradas encontram-se abaixo:

**Tabela 31** – Ficha de fabricação do tubo de encaixe

Item	Processo	Produção			Ferramental	Matéria-prima	
		Centro de custos	Equipamento	Tempo padrão (s)		Tipo	Qtd.
Tubo de encaixe (cada tubo)	Marcar os pontos de corte	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	10	Marcador	Tubo de alumínio	
	Cortar tubo	Corte de tubos	Serra de bancada	25	Lâmina para alumínio		
	Prensar	Prensa de tubos	Prensa manual	10	Punção		
	Soldar abraçadeiras (2)	Soldagem	Equipamento de solda	120		Material de preenchimento	

\*Serão utilizados 2 tubos de encaixe na capota.

**Tabela 32 – Ficha de fabricação da haste principal**

Item	Processo	Produção			Ferramental	Matéria-prima	
		Centro de custos	Equipamento	Tempo padrão (s)		Tipo	Qtd.
<b>Haste Principal</b>	Marcar os pontos de corte	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	60	Marcador	Tubo de alumínio	
	Marcar os pontos de furação	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	20	Marcador	Tubo de alumínio	
	Marcar pontos de solda	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	20	Marcador	Tubo de alumínio	
	Cortar tubo	Corte de tubos	Serra de bancada	150	Lâmina para alumínio		
	Furar as extremidades (passagem de parafuso)	Furação de tubos	Furadeira de coluna	40	Broca de 1/4" de diâmetro e pelo menos 7/8" de comprimento		
	Dobrar tubo	Dobragem de tubos	Máquina de dobra	50			
	Soldar tubo estrutural	Soldagem	Equipamento de solda	60		Material de preenchimento	20g

**Tabela 33 - Ficha de fabricação das hastes secundárias**

Item	Processo	Produção			Ferramental	Matéria-prima	
		Centro de custos	Equipamento	Tempo padrão (s)		Tipo	Qtd.
<b>Hastes secundárias (cada haste)</b>	Marcar os pontos de corte	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	20	Marcador	Tubo de alumínio	
	Marcar os pontos de furação	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	20	Marcador	Tubo de alumínio	
	Marcar pontos de solda	Marcação de tubos	Marcador de alumínio	20	Marcador	Tubo de alumínio	
	Cortar	Corte de tubos	Serra de bancada	50	Lâmina para alumínio		
	Furar as extremidades (passagem de parafuso)	Furação de tubos	Furadeira de coluna	40	Broca de 1/4" de diâmetro e pelo menos 7/8" de comprimento		
	Dobrar tubo	Dobragem de tubos	Máquina de dobra	50			

\*Serão utilizadas 3 Hastes-Secundárias na capota.

**Tabela 34 – Ficha de fabricação das gomas**

Item	Processo	Produção			Ferramental	Matéria-prima	
		Centro de custos	Equipamento	Tempo padrão (s)		Tipo	Qtd.
Gomas de plástico	Cortar plástico em gomas	Corte de plástico	Máquina de corte	30			

\*Serão utilizadas 3 Gomas de Plástico na capota.

A **ficha de Montagem** encontra-se abaixo:

**Tabela 35 – Ficha de montagem**

Etapa	Processo	Produção			Ferramental	Matéria-prima	
		Centro de custos	Equipamento	Tempo padrão (s)		Tipo	Qtd.
1	Alinhar e parafusar as hastes principal e secundárias	Montagem		60	Alicate, chave fixa e chave de fenda	Parafuso (100mm e 1/4")	2
						Porca sextavada	2
						Arruela	2
2	Colar as gomas de laminado de PVC nas hastes	Colagem		120	Pincel	Cola	20g
3	Colar o velcro	Colagem		30	Pincel	Cola	3g
4	Embalar	Finalização		30		Caixa de papelão	1

## **21. Controle da Qualidade**

A criação de um plano de qualidade é justificada para que o processo produtivo seja controlado de maneira a reduzir os custos com refugos, retrabalho e principalmente o custo de perda de vendas devido a produtos com defeito. Portanto a política de controle da qualidade deve ser instituída de modo que o produto final corresponda às expectativas do cliente, a legislação aplicável e também às expectativas do processo produtivo eficiente.

Para atingir os objetivos acima descritos é necessário estipular procedimentos bem definidos para o controle da qualidade dos produtos e do processo. Estes procedimentos devem ser realizados na chega de matéria-prima, durante o processo produtivo e também no produto pronto.

### **21.1. Recebimento de matéria-prima**

Como a qualidade produto final é necessariamente uma consequência, em alguns aspectos, da qualidade da matéria-prima utilizada para sua produção, é necessário estabelecer alguns procedimentos para inspeção desta, acarretando na aceitação ou rejeição dos lotes recebidos, podendo chegar ao ponto de procurar outros fornecedores.

Por se tratar de um produto com uma restrição de encaixe entre dois tubos e algumas restrições de tamanho das peças, é necessário realizar procedimentos que garantam que estas restrições sejam atendidas.

Estão relacionados na tabela a seguir os procedimentos adotados no recebimento de cada matéria-prima ou componente.



**Tabela 36 – Procedimentos de recebimento de matéria-prima**

<b>Materiais</b>	<b>Procedimentos</b>
<b>Plástico PVC</b>	Serão realizados testes amostrais seguindo a norma ASTM D1593 para a verificação da resistência a tração, alongação na ruptura e resistência ao cisalhamento em 1 Rolo por Lote. Lotes que apresentarem características com variações acima de 5% das especificações serão rejeitados.
<b>Tubos de alumínio</b>	Um tubo proveniente de cada lote será analisado por meio de testes de compressão e medidas de diâmetro, seguindo as normas ASTM E9 – 09 e ASTM B88 - 09, respectivamente. Serão analisados as características de limite de escoamento, módulo de elasticidade, diâmetro interno e diâmetro externo dos tubos. Amostras com resultados cujas variações com relação às especificações forem superiores a 5% do previsto terão seus lotes rejeitados.
<b>Parafusos</b>	Serão realizados testes para parafusos segundo a norma ASTM F606 – 09, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das peças. Lotes que apresentarem falhas serão devolvidos.
<b>Porcas</b>	Serão realizados testes para porcas segundo a norma ASTM A563 – 07a, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das peças. Lotes que apresentarem falhas serão devolvidos.

<b>Materiais</b>	<b>Procedimentos</b>
<b>Arruelas</b>	Serão realizados testes para arruelas segundo a norma ASTM F436 – 09, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das arruelas. Lotes que apresentarem falhas serão devolvidos.
<b>Velcro</b>	Serão feitos testes em 1 rolo por Lote para conferir a medida do comprimento do velcro enviado pelo fornecedor e também inspeção visual para detectar furos, queimaduras e rasgos que comprometam sua utilização.
<b>Abraçadeiras</b>	Serão realizados testes de tensão para abraçadeiras, verificando sua resistência. Os testes serão realizados em uma abraçadeira a cada 2 lotes recebidos e visam a manutenção das propriedades mecânicas das abraçadeiras. Lotes que apresentarem falhas serão devolvidos.

## **21.2. Controle da Qualidade do Processo**

Para garantir que o processo produtivo seja feito conforme o especificado, gerando produtos de maior qualidade, é necessário adotar procedimentos de inspeção para o processo. O procedimento adotado será o CEP (Controle Estatístico do Processo). Utilizando esta ferramenta da qualidade para controlar o processo a produção será monitorada, o que implica na redução de produtos finais defeituosos, uma vez que se o processo estiver instável ele deve ser paralisado e a causa do problema identificada e resolvida.

Para implementação do CEP será feito uso de gráficos de controle, visando definir os limites de controle do processo e mate-lo estável. O objetivo é manter sob controle as saídas do processo, garantindo que a qualidade dos itens produzido em cada etapa do processo está dentro dos padrões.

O intervalo de retirada de amostras das saídas dos processos deve ser totalmente aleatório, evitando que o resultado seja mascarado pelos operadores.

Para garantir que a qualidade do produto e do processo torne-se um fator relevante não só para a redução de custos, mas também para garantia de credibilidade da empresa, é pretendido a obtenção da ISO 9001:2008, que estabelece requisitos que auxiliam a melhoria dos processos internos, a maior capacitação dos colaboradores, o monitoramento do ambiente de trabalho, a verificação da satisfação dos clientes, colaboradores e fornecedores, num processo contínuo de melhoria do sistema de gestão da qualidade.

Os procedimentos de Inspeção, bem como o instrumento utilizado, a frequência e as ações recomendadas para cada etapa do processo são descritas na tabela a seguir:

**Tabela 37 – Procedimentos de inspeção**

Inspeções durante o processo de fabricação						
Peça	Medida	Instrumento Utilizado	Gravidade	Frequência	Instrumento de Controle	Ação com os não conformes
Cortes de Tubo de Alumínio	Comprimento dos Tubos	Régua	Alta	Inspeção em 1 Tubo a cada 6	Gráfico de Controle	Descarte
Furos	Alinhamento dos furos e Distância entre eles	Teste de alinhamento na mesa de testes/ Régua	Alta	Inspeção em 1 Tubo a cada 8	Gráfico de Controle	Descarte
Soldas	Medição Visual e Mecânico	Teste manual mecânico de resistência da solda	Alta	Inspeção em 1 Solda a cada 6	Gráfico de Controle	Descarte
Colagem do Plástico	Resistência da Colagem	Teste manual de resistência da Cola	Alta	Inspeção de todos os plásticos	Rejeição dos plásticos não conformes	Refazer a colagem
Colagem do Velcro	Resistência da Colagem	Teste manual de resistência da Cola	Baixa	Inspeção de todos os plásticos	Rejeição dos plásticos não conformes	Refazer a Colagem
Dobras dos Tubos	Ângulo da Dobra	Transferidor	Média	Inspeção em 1 Tubo a cada 6	Gráfico de Controle	Descarte
Prensagem dos Tubos	Tamanho da parte prensada	Régua	Média	Inspeção em 1 Tubo a cada 20	Gráfico de Controle	Nenhuma

### 21.3. Controle da Qualidade de Produtos

Depois de montada, a capota deve receber uma última inspeção para garantir que os produtos que saem da fábrica possuem a qualidade desejada. Esta inspeção deve ser realizada em todos os produtos, e devem ser verificados visualmente os seguintes itens:

1)

**Tabela 38 – Produtos e quantidades**

Item	Quantidade
Parafusos	2
Porcas	2
Arruelas	2
Velcro	2
Abraçadeiras	4

2) A capota abre e fecha?

3) O plástico foi colado?

Caso o produto não atenda alguma das especificações acima devem ser feitas as devidas correções para que o produto possa ser embalado. Depois de embalado é feita uma inspeção visual para analisar se a embalagem está em boas condições e se todas as embalagens contêm uma capota.

A cada ano serão realizados testes de desempenho do produto em laboratórios especializados, como o laboratório de testes do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Os testes que devem ser realizados são:

- **Construção:** Série de ensaios realizados com o objetivo de verificar a conformidade de características construtivas da capota, principalmente à articulação e soldas.
- **Ensaio de Uso Normal:** Este ensaio deve simular as condições de uso da capota, para garantir que não sejam gerados riscos pelo desgaste e deterioração normais.
- **Ensaio de Abuso Razoavelmente Excessivo:** Neste ensaio a capota será submetida a situações que, embora não ocorram no seu uso cotidiano, podem ocorrer em alguma situação adversa. Este ensaio destina-se a verificar os riscos de alguma situação adversa, como soltar o parafuso da articulação ou ainda outros fins para o qual a capota não se destina.

## **22. FMEA do Processo**

Aplicado nesta fase de projeto do produto, o FMEA do processo pode ser implementado mais facilmente e com menores custos, evitando crises provocadas por alterações tardias. Com esse propósito, foi realizado o FMEA do processo do produto em desenvolvimento visando uma análise mais criteriosa a respeito dos processos de fabricação, buscando evitar falhas em sua produção.

### **22.1. Tabelas do FMEA do processo**

Encontram-se nas páginas seguintes as tabelas do FMEA realizado para o produto *Bubble-Chair*.

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Compra de matéria-prima	Adquirir insumos para a produção da capota	Atraso na chegada de matéria-prima	Atraso da produção de capotas	7	Má escolha do fornecedor	5	Escolha feita de acordo com o melhor preço	3	105	Comparar prazos de entrega de diferentes fornecedores, estabelecendo um SLA	7	3	3	63
Verificação de matéria-prima	Verificar adequação da matéria-prima adquirida	Aprovar material não adequado	Utilização de material inadequado e comprometimento do produto final	8	Ineficiência da equipe de controle da qualidade	3	Realização de testes nos lotes segundo norma	8	192	Aperfeiçoamento da equipe de controle da qualidade e dos ensaios	8	1	6	48
		Rejeitar material adequado	Não aproveitamento de material de qualidade	4	Ineficiência da equipe de controle da qualidade	3	Realização de testes nos lotes segundo norma	8	96	Aperfeiçoamento da equipe de controle da qualidade	4	1	8	32
		Não verificar adequação da matéria-prima	Utilização de material inadequado e comprometimento do produto final	9	Inexistência de controle da qualidade	2	Existência de equipe e de procedimentos de controle da qualidade	1	18		9	2	1	18

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Marcação dos tubos	Marcar os pontos para corte dos tubos	Deixar tubos sem marcação	Repasse pelo setor de marcação	2	Desatenção do operador	2	Inspeção visual	1	4		2	2	1	4
		Fazer marcações fora das especificações	Retrabalho	5	Desatenção do operador	5	Controle Estatístico do Processo	3	75	Contratação de operadores mais qualificados	5	2	3	30
					Mau desempenho da tinta de marcar alumínio	3	Controle Estatístico do Processo	3	45		5	3	3	45
Corte dos tubos	Cortar os tubos de acordo com as especificações	Cortar os tubos fora das especificações	Retrabalho ou perda do componente	8	Desatenção do operador	5	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	120	Contratação de operadores mais qualificados	8	2	3	48
					Defeito da máquina	3	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	72	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	8	1	3	24
					Mal treinamento do operador	3	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6) / Treinamento 20 horas	3	72	Realizar melhor treinamento do operador	8	1	3	24

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Prensagem de tubos	Prensar as pontas dos tubos de encaixe	Não prensar as pontas dos tubos ou prensagem mal feita	Impossibilidade de encaixe da estrutura da capota ao tubo de encaixe	7	Defeito da máquina	4	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 20)	3	84	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	7	2	3	42
					Mal treinamento do operador	3	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 20) / Treinamento 20 horas	3	63	Realizar melhor treinamento do operador	7	1	3	21
					Desatenção do operador	4	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 20)	3	84	Contratação de operadores mais qualificados	7	2	3	42



Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Corte do plástico	Cortar o laminado de PVC de acordo com as especificações	Cortar o laminado de PVC fora das especificações	Retrabalho ou perda do material	8	Desatenção do operador	5		3	120	Contratação de operadores mais qualificados	8	2	3	48
					Defeito da máquina	2		3	48	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	8	1	3	24
					Mal treinamento do operador	3	Treinamento 20 horas	3	72	Realizar melhor treinamento do operador	8	1	3	24
Furação	Furar as extremidades das hastes	Fazer furos mal posicionados	Perda do material	9	Desatenção do operador	3	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 8)	3	81	Contratação de operadores mais qualificados	9	1	3	27
		Fazer furos muito grandes	Perda do material	9	Mau funcionamento da furadeira	2	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 8)	3	54	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	9	1	3	27
		Fazer furos muito pequenos	Retrabalho	5	Mau funcionamento da furadeira	2	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 8)	3	30		5	2	3	30

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Dobragem dos tubos	Dobrar os tubos nos pontos corretos	Não dobrar nos pontos corretos	Perda do material	9	Desatenção do operador	4	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	108	Contratação de operadores mais qualificados	9	1	3	27
					Mal treinamento do operador	4	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	108	Realizar melhor treinamento do operador	9	1	3	27
	Dobrar os tubos de maneira correta	Dobrar os tubos de maneira incorreta	Danos no tubo e consequente perda do material	9	Processo mal planejado	2	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	54	Aprimorar o planejamento do processo	9	1	3	27
					Defeito da máquina	4	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6)	3	108	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	9	1	3	27
					Mal treinamento do operador	5	Controle Estatístico do Processo (1 a cada 6) / Treinamento 20 horas	3	135	Realizar melhor treinamento do operador	9	1	3	27

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Soldagem	Unir as abraçadeiras aos tubos de encaixe	Nãu unir as partes ou união mal feita	Soltura de toda a capota à cadeira de rodas	10	Desatenção do soldador	6	Realização de ensaios com a solda	4	240	Contratação de soldadores mais qualificados	10	1	4	40
					Mal treinamento do soldador	6	Realização de ensaios com a solda	4	240	Realizar melhor treinamento do soldador	10	1	4	40
					Defeito do equipamento de solda	2	Realização de ensaios com a solda	4	80	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	10	1	4	40
	Unir haste principal ao tubo estrutural	Não unir as partes ou união mal feita	Soltura das hastes à estrutura da capota	10	Desatenção do soldador	6	Realização de ensaios com a solda	4	240	Contratação de soldadores mais qualificados	10	1	4	40
					Mal treinamento do soldador	6	Realização de ensaios com a solda	4	240	Realizar melhor treinamento do soldador	10	1	4	40
					Defeito do equipamento de solda	2	Realização de ensaios com a solda	4	80	Realizar manutenção preventiva frequentemente na máquina	10	1	4	40

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Montagem da articulação	Rosquear porca no parafuso	Não rosquear porca no parafuso ou rosqueamento mal feito	Desmontagem da estrutura de hastes	10	Desatenção do montador	2	Inspeção visual	1	20		10	2	1	20
			Existência de folga entre as hastes	6	Desatenção do montador	3	Inspeção visual	3	54	Contratação de montadores mais qualificados	6	1	3	18
	Acoplar arruela de pressão ao parafuso	Não acoplar arruela ao parafuso ou acoplagem mal feita	Aperto excessivo das porcas e consequente imobilidade das hastes	6	Desatenção do montador	3	Inspeção visual	5	90	Contratação de montadores mais qualificados	6	1	5	30
	Inserir parafusos nos furos dos tubos para permitir movimentação	Não inserir parafusos nos furos ou inserção mal feita	Impossibilidade de articulação entre as hastes	10	Desatenção do montador	3	Inspeção visual	1	30		10	3	1	30

Nome do processo	Função (Verbo + Substantivo)	Modo (Tipo)	Efeito (severidade)	S	Causa (ocorrência)	O	Controles Atuais	D	NPR	Resultado das Ações				
										Ações Recomendadas	S	O	D	NPR
Colagem do plástico	Colar laminado de PVC às hastes para permitir proteção contra a chuva	Não colar laminado de PVC às hastes ou colagem mal feita	Impossibilidade de proteção contra a chuva	10	Desatenção do montador	2	Inspeção visual	1	20		10	2	1	20
			Soltura fácil da cobertura	8	Mau desempenho da cola	3	Inspeção visual	6	144	Troca do fornecedor do material e realização de ensaios com a cola	8	2	3	48
			Desatenção do montador		3	Inspeção visual	6	144	Troca do fornecedor do material e realização de ensaios com a cola	8	2	3	48	

## 22.2. Melhorias Implementadas

A partir dos modos de falha, efeitos e causas das falhas, foram elaboradas ações recomendadas para reduzir as causas das falhas nos pontos críticos do produto visando reduzir riscos acima de 5%, ou seja, falhas com causas que apresentam NPR acima de 50.

Nota-se que a etapa do processo mais crítica é a etapa de soldagem. Qualquer falha nesta parte do processo pode ocasionar em conseqüências gravíssimas e as causas das falhas ocorrem com freqüência razoável.

Para diminuir a freqüência das falhas na soldagem foram propostas duas alternativas de melhoria:

- 1) Contratar soldadores mais qualificados para evitar que desatenções ocorram nesta etapa da fabricação
- 2) Realizar um treinamento aprofundado em soldagem, evitando que o mesmo tenha um mau desempenho nesta etapa do processo em vista de uma eventual má qualificação.

Outra falha que merece atenção e que apresenta alto Índice de Risco é a aprovação de material inadequado, tendo como grave conseqüência o comprometimento da qualidade do produto final. A difícil detecção da falha também contribui para o alto NPR.

Com isso, foi proposto um aperfeiçoamento da equipe de controle da qualidade, bem como dos ensaios dos materiais. Desta forma, a freqüência de ocorrência seria reduzida e, devido à melhoria dos ensaios e da equipe, facilitaria a detecção de novas falhas.

Todas as outras propostas de melhoria são baseadas na contratação de mão de obra mais qualificada, comparação de fornecedores, aperfeiçoamento das equipes, realização de treinamentos, realização de manutenção preventiva, aprimoramento do planejamento e realização de ensaios.

Todas as alternativas primam pela redução da frequência de ocorrência das falhas. Especialmente no caso da realização de ensaios com a cola do aperfeiçoamento dos ensaios de qualidade, o índice de detecção também diminui, já que se torna mais fácil detectar as possíveis falhas.

## **23. Especificação de ferramentas e dispositivos**

Para a escolha dos equipamentos e ferramentas específicos para o processo de fabricação proposto devem ser consideradas as operações realizadas pelo processo e também o volume de produção planejado.

Como o volume de produção é baixo, a linha de produção deve ser planejada de modo que as ferramentas utilizadas sejam compartilhadas com a produção de outros produtos e também apresentem baixo custo de compra e manutenção, uma vez que não haverá ganho de escala na produção da capota, e sejam de simples manuseio, ou seja, não requeiram mão-de-obra especializada. A única máquina necessária que requer mão-de-obra especializada é a máquina de solda, que requer um soldador.

Deste modo, as máquinas escolhidas para o processo produtivo são:

1. Serra de Bancada
2. Disco para Serra de Bancada
3. Máquina de Corte
4. Furadeira de coluna
5. Broca para Metais
6. Máquina de Dobra
7. Equipamento de Solda
8. Máquina Universal de Ensaaios
9. Paquímetro Digital
10. Marcador de Alumínio
11. Prensa Hidráulica
12. Chave Fixa
13. Bancada

As descrições das máquinas e ferramentas escolhidas encontram-se no Anexo IV.



## 24. Preço do Produto

O preço do produto em desenvolvimento deve ser calculado tanto para a fábrica quanto para o cliente final, que no caso da “Bubble Chair” serão os usuários que irão comprar em lojas de produtos ortopédicos. Para que seja calculado o custo do produto deve ser analisado o custo de fabricação e o custo dos componentes e matéria prima utilizadas.

**Tabela 39 – Custos de fabricação**

Centro de Custos	Investimento	Custo de operação	Tempo de uso (anos)	Custo Máquina por unidade	Homem-hora (R\$)	Tempo de fabricação (s)	Custo Homem por unidade (R\$)	Custo total por unidade (R\$)
Marcação de tubos	900	0,31	10,00	0,33	6,87	300,00	0,57	0,91
Corte de tubos	2000	0,31	10,00	0,36	6,87	350,00	0,67	1,03
Corte de plástico	1188	0,31	10,00	0,34	6,87	90,00	0,17	0,51
Furação de tubos	2300	0,31	10,00	0,37	6,87	160,00	0,31	0,68
Prensa de tubos	568	0,31	10,00	0,33	6,87	20,00	0,04	0,36
Dobragem de tubos	1100	0,31	10,00	0,34	6,87	200,00	0,38	0,72
Soldagem	3439	0,31	10,00	0,40	10,73	300,00	0,89	1,29
Montagem		0,31			6,87	60,00	0,11	0,11
Colagem		0,31			6,87	150,00	0,29	0,29
Finalização		0,31			6,87	30,00	0,06	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>11495,00</b>	<b>3,11</b>	<b>70,00</b>	<b>2,47</b>	<b>72,54</b>	<b>1660,00</b>	<b>3,49</b>	<b>5,96</b>

**Tabela 40 – Custos dos componentes**

Componente	Quantidade	Custo unitário	Custo Total
Parafuso	2	R\$ 0,90	R\$ 1,80
Velcro	2	R\$ 0,03	R\$ 0,06
Arruela	2	R\$ 0,09	R\$ 0,18

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo Total</b>
Porca	2	R\$ 0,44	R\$ 0,88
Abraçadeira c/ Parafuso	4	R\$ 1,78	R\$ 7,12
Hastes	4	R\$ 7,11	R\$ 28,44
Plástico	3	R\$ 0,35	R\$ 1,05
Tubo encaixe	2	R\$ 1,36	R\$ 2,72
Tubo estrutural	2	R\$ 2,37	R\$ 4,74
Embalagem	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>		<b>R\$ 47,34</b>

Assim, chega-se ao custo final do produto de **R\$ 53,30**

Para calcular o preço de fábrica do produto devem ser considerados os tributos incidentes e também a margem do fabricante, além das despesas variáveis de venda.

Os tributos PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para financiamento para Seguridade Social) não incidem sobre o produto em desenvolvimento por se tratar de um aparelho ortopédico, que teve sua alíquota de **PIS/COFINS reduzida a zero** com a emenda MP 462 de 2009, que modifica os artigos 8 e 28 da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004, e concede a utilização do benefício da alíquota zero para artigos e acessórios para portadores de necessidades especiais e para artigos e aparelhos de próteses.

A alíquota do **ICMS** para acessórios para portadores de necessidades especiais foi **zerada** em 2005, no **convênio ICMS 38/05**.

A alíquota do **IPI** (Imposto sobre Produto Industrializado) para produtos ortopédicos no Estado de São Paulo é de **10%**.

Assim, o custo do produto para a fábrica será:

**Tabela 41 – Aplicação do IPI**

Custo	R\$ 53,30
IPI	10%
<b>Custo Final</b>	<b>R\$ 58,63</b>

A margem adota para a produção da “Bubble Chair” será de 15% do preço com os tributos já embutidos, e as despesas variáveis de venda adotadas são de 5% do preço com a margem embutida. Deste modo, o preço de fábrica do produto será:

**Tabela 42 – Aplicação da margem e das despesas de venda**

Custo Final	R\$ 58,63
Margem	15%
Despesa de Venda	5%
<b>Preço de Fábrica</b>	<b>R\$ 70,80</b>

O preço final do produto depende da margem adotada nos pontos de venda. A **margem típica dos pontos de venda** pretendidos para a “Bubble Chair” é de **50% do preço de venda**. Deste modo, o preço de venda final do produto é calculado abaixo:

**Tabela 43 – Aplicação da margem de venda**

Preço de Fábrica	R\$ 70,80
Margem do ponto de venda	50% do preço de venda
<b>PREÇO FINAL</b>	<b>R\$ 141,59</b>

O valor mercadológico encontrado para o produto por meio da utilização da escala vertical foi de R\$ 250,00. Quando comparado com o preço final encontrado, chega-se a conclusão de que o produto irá superar as expectativas dos consumidores, que estariam dispostos mais do que o produto efetivamente custa.

Logo, o produto em desenvolvimento é comercialmente viável, uma vez que o preço final está abaixo do que os consumidores estão dispostos a pagar, chegando-se a conclusão de que o lançamento deste produto é viável.

## 25. Engenharia e Análise de Valor

Dando continuidade ao projeto, será tratado aqui da Engenharia e Análise de Valor. Para tanto, deve-se iniciar diretamente com a última etapa da chamada fase informativa, pois nesse ponto já se conhece a fundo o produto em questão.

### 25.1. Identificação e Classificação das Funções

As funções do produto estão indicadas na tabela abaixo. Elas foram classificadas segundo a importância (Primárias ou Secundárias) e também quanto a natureza (Técnica, Mercadológica, Uso e Estima).

*Tabela 44 – Classificação das funções*

FUNÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	
	T/M/U/E	P/S
<b>A. Cobrir usuário</b>	U	P
<b>B. Fixar partes</b>	T	S
<b>C. Permitir visão</b>	U	S
<b>D. Garantir estabilidade</b>	T	S
<b>E. Garantir transporte</b>	T	S
<b>F. Facilitar instalação</b>	U	S
<b>G. Facilitar abertura</b>	T	S

Pode-se perceber que não há entre as funções listadas nenhuma com classificação em estima ou mercadológica. Isso aconteceu pois na concepção do produto, foram apenas levadas em consideração funções mensuráveis, de dimensão racional. Por se tratar de um produto destinado a uma minoria, o produto em si tem um valor mercadológico, de dimensão emocional, porém nenhuma de suas funções é específica nesse sentido.

### 25.2. Grade de Mudge

Comparam-se as funções entre si, a fim de determinar sua hierarquia. Na tabela a seguir, os campos estão compostos de uma letra e um número. A letra indica qual das duas funções é mais importante que a outra e o número

indica o grau dessa importância (1=Fracamente mais importante; 2=Medianamente mais importante; 3=Fortemente mais importante). A seguir foram somados todos os pesos funcionais para cada função (A-G) e a porcentagem em relação ao total.

**Tabela 45 – Comparação das funções**

	B	C	D	E	F	G	$\Sigma$	%
A	A3	A1	A2	A3	A3	A3	15	34,09.
	B	C3	D2	E1	F1	G2	3	6,82.
		C	C2	C2	C3	C2	12	27,27.
			D	D1	D2	D1	6	13,64.
				E	E1	E1	3	6,82.
					F	G2	1	2,27.
						G	4	9,09.
						SOMA	44	100,00.

A tabela a seguir expõe a hierarquia das funções de acordo com o cálculo feito na matriz acima.

**Tabela 46 – Hierarquia das funções**

FUNÇÃO	VALOR IVA
	HIERARQUIA FUNCIONAL
<b>A. Cobrir usuário</b>	34,09%
<b>B. Fixar partes</b>	6,82%
<b>C. Permitir visão</b>	27,27%
<b>D. Garantir estabilidade</b>	13,64%
<b>E. Garantir transporte</b>	6,82%
<b>F. Facilitar instalação</b>	2,27%
<b>G. Facilitar abertura</b>	9,09%

### 25.3. Custos das funções nos componentes

Aqui são indicados todos os componentes do produto e quais funções ele exerce. Para cada componente, dividem-se os seus custos de produção/aquisição entre as funções, de acordo com a tabela abaixo.

**Tabela 47 – Divisão dos custos dos componentes**

Componente	Custo	Função	Custos	
			ABSOLUTO	% NO COMPONENTE
<b>Laminado de PVC</b>	R\$ 1,05	A. Cobrir usuário	R\$ 0,41	39%
		C. Permitir visão	R\$ 0,41	39%
		D. Garantir estabilidade	R\$ 0,12	11%

		G. Facilitar abertura	R\$ 0,12	11%
<b>Hastes</b>	R\$ 33,18	B. Fixar partes	R\$ 1,33	4%
		D. Garantir estabilidade	R\$ 10,62	32%
		E. Garantir transporte	R\$ 10,62	32%
		G. Facilitar abertura	R\$ 10,62	32%
<b>Articulação</b>	R\$ 2,86	B. Fixar partes	R\$ 1,43	50%
		G. Facilitar abertura	R\$ 1,43	50%
<b>Velcro</b>	R\$ 0,06	G. Facilitar abertura	R\$ 0,06	100%
<b>Encaixe</b>	R\$ 9,84	B. Fixar partes	R\$ 1,57	16%
		D. Garantir estabilidade	R\$ 4,13	42%
		F. Facilitar instalação	R\$ 4,13	42%
<b>TOTAL</b>	R\$ 46,99		R\$ 46,99	

## 25.4. Custo das funções por classe

Com base na tabela do item anterior, em seguida somaram-se os custos totais de cada função, e depois agruparam-se estas em suas classes, como segue.

**Tabela 48 – Custos totais de cada função**

FUNÇÃO	CUSTO/ESFORÇO	
	CUSTO DA FUNÇÃO	CLASSE
<b>A. Cobrir usuário</b>	R\$ 0,41	U
<b>B. Fixar partes</b>	R\$ 4,33	T
<b>C. Permitir visão</b>	R\$ 0,41	U
<b>D. Garantir estabilidade</b>	R\$ 14,87	T
<b>E. Garantir transporte</b>	R\$ 10,62	T
<b>F. Facilitar instalação</b>	R\$ 4,13	U
<b>G. Facilitar abertura</b>	R\$ 12,22	T

**Tabela 49 – Custos por classe**

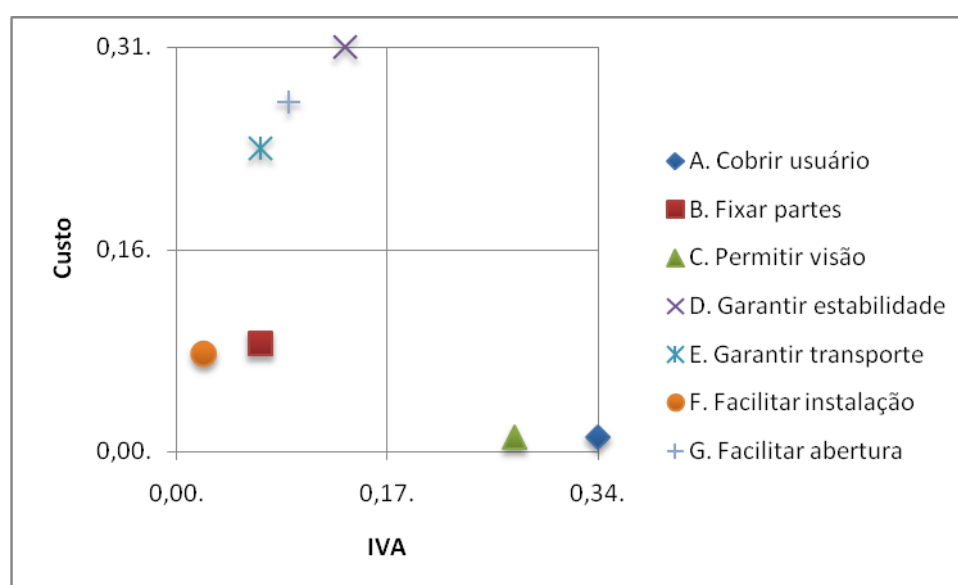
CLASSE	CUSTO
<b>Uso</b>	R\$ 4,95
<b>Técnica</b>	R\$ 42,04

## 25.5. Custos vs. Valor Agregado

Aqui devem ser comparados os custos calculados de cada função com seu valor agregado (IVA), calculado na grade de Mudge. O custo percentual e o IVA foram plotados em um gráfico, exposto a seguir.

**Tabela 50 – Valor agregado das funções**

FUNÇÃO	CUSTO/ESFORÇO		VALOR
	CUSTO ABSOLUTO	CUSTO %	IVA
<b>A. Cobrir usuário</b>	R\$ 0,41	0,87%	34,09%
<b>B. Fixar partes</b>	R\$ 4,33	9,21%	6,82%
<b>C. Permitir visão</b>	R\$ 0,41	0,87%	27,27%
<b>D. Garantir estabilidade</b>	R\$ 14,87	31,65%	13,64%
<b>E. Garantir transporte</b>	R\$ 10,62	22,60%	6,82%
<b>F. Facilitar instalação</b>	R\$ 4,13	8,79%	2,27%
<b>G. Facilitar abertura</b>	R\$ 12,22	26,01%	9,09%
<b>TOTAL</b>	R\$ 46,99	100,00%	100,00%



**Figura 40 – Diagrama de Mudge**

De acordo com o gráfico acima, pode-se perceber que as funções de Facilitar abertura, Garantir transporte e Garantir estabilidade estão muito caras em relação ao seu IVA. Isso significa que são funções implícitas porém que tem um alto custo para o fabricante. A recomendação é que os custos dessas funções sejam reduzidos.

## **26. Considerações Finais**

### **26.1. Preocupação com Usabilidade**

Durante o desenvolvimento do projeto da capota para cadeira de rotas procurou-se dar atenção especial para o aspecto da usabilidade, propiciando ergonomia e boas condições de uso para o cliente no que tange à segurança de uso.

É assegurado que o produto atende às condições de uso de 95% da população usuária, de acordo com o que é considerado comumente no desenvolvimento de produtos.

No projeto do produto procurou-se adequar os requisitos do cliente, transformando-os em requisitos do produto através do QFD. Desta forma, foi considerado que, dentre outros aspectos, deve-se deixar uma distância entre o aro de impulsão e as hastes suficientemente confortável para que o cadeirante possa realizar o movimento de impulsão.

Além disso, considerou-se a utilização de um material que não causasse danos às mãos do usuário durante os movimentos de abrir e fechar a capota, bem como de acoplá-la à estrutura da cadeira e desacoplá-la da mesma.

Foi dada importância à possibilidade de o usuário abrir e fechar a capota com a maior facilidade possível, podendo realizar estes movimentos com apenas uma mão ou durante a movimentação da cadeira de rodas.

Foi considerada também a altura das hastes suficientemente grande para comportar a altura vertical do usuário enquanto sentado sobre a cadeira, de modo a evitar que a capota, quando aberta, atingisse o corpo do usuário.

Outro aspecto considerado durante o desenvolvimento do projeto foi a possibilidade de acoplar e desacoplar a capota a estrutura da cadeira, permitindo o usuário de utilizá-la quando for desejado.

Finalmente, foi escolhido, durante a seleção dos materiais, o plástico mais transparente possível para possibilitar ao máximo a visibilidade do usuário durante a utilização do produto.



## 26.2. Marketing

A estratégia de marketing é algo de muita importância ao se desenvolver e lançar um produto. Para que o produto alcance uma quantidade considerável de vendas é necessário que ele satisfaça as necessidades dos consumidores, e que, para isso, estes saibam da existência do produto e sejam convencidos de que suas necessidades possam ser satisfeitas.

Para isso, é necessário considerar os quatro grandes grupos de atividades que envolvem o marketing. São eles: produto, preço, promoção e praça.

Para satisfazer às necessidades do consumidos quanto a produto, é necessário que a marca do produto tenha força no mercado. Portanto, deve-se associar o produto a uma marca reconhecida no mercado de produtos ortopédicos, fazendo com que o consumidor tenha confiança no produto proveniente da marca que possui. Além disso, pode-se investir em embalagens visualmente atrativas para conquistar um maior número de usuários.

No que tange o aspecto de preço, é importante que o produto apresente boas condições de pagamento, o que deve ser acordado com as lojas que irão comercializar o produto. Deve-se também propor que sejam dados descontos na aquisição de mais de um produto ou no caso de compra a vista.

Em relação à propaganda, deve-se investir em publicidade com distribuição de *flyers* em lojas de produtos ortopédicos. Pode-se optar também por realizar patrocínios de eventos relacionados a cadeirantes, para introduzir o produto ao conhecimento dos potenciais usuários. Outra medida possível é estabelecer parcerias com empresas que comercializam cadeiras de rodas, propiciando a venda casada, ou seja, possibilidade de comprar em conjunto a cadeira de rodas com a capota.

Finalmente, no aspecto praça, deve-se levar em consideração a análise do canal de distribuição já realizada no presente relatório. Pode-se optar por comercializar o produto em lojas já reconhecidas pelos clientes do mercado, no caso de o produto ser vendido em lojas de varejo.

### 26.3. Dificuldades encontradas

Ao longo do projeto da capota da cadeira de rodas foram encontradas inúmeras dificuldades, algumas das quais é importante ressaltar nesta etapa final de seu desenvolvimento.

Inicialmente, a primeira questão que surgiu nas discussões foi como proteger o usuário da chuva sem a necessidade de utilização das mãos. Diversos modelos de estruturas foram pensados de modo que isto fosse possibilitado, sem conferir ao produto um visual agressivo e dando boas condições de usabilidade.

Após avaliar as diferentes opções, decidiu-se, então, optar por uma estrutura que abrisse e fechasse realizando movimentos circulares, semelhante a uma lona ou a um carrinho de bebê, em detrimento da solução com estrutura semelhante à de um carro conversível ou a de uma estrutura que percorresse um trilho suspenso.

Em seguida, surgiu o problema de como fixar a estrutura da capota à estrutura da cadeira de rodas. Foram levantadas diferentes alternativas. Inicialmente, determinou-se acoplar o eixo de rotação da capota ao cubo da cadeira de rodas. No entanto, verificou-se extrema dificuldade em realizar esta fixação, bem como em possibilitar a montagem e desmontagem por parte do usuário. Decidiu-se então, fixar a estrutura da capota à cadeira por meio de abraçadeiras localizadas nos tubos do encosto da cadeira. Junto a essa solução, e após realização do FMEA, decidiu-se separar a estrutura da capota em duas, fazendo com que uma sustentasse a estrutura da capota e a outra apenas servisse de apoio à estrutura e fixação à cadeira. Assim foi possível solucionar o problema de montagem e desmontagem por parte do usuário, que deixaria apenas uma parte diminuta do produto constantemente fixada à cadeira de rodas.

Praticamente simultaneamente ao problema anterior, foi discutido em diversas oportunidades como permitir a rotação das hastes da capota. Inicialmente, optou-se por uma chapa de metálica que conteria as quatro hastes. Entretanto, após a abordagem DFA, decidiu-se por substituí-la por um eixo de rotação concêntrico, onde as hastes seriam fixadas por meio de um

único parafuso. Assim, reduziu-se o número de peças e quantidade de material utilizado, deixando o produto mais leve e simples de ser fabricado e montado.

Outra dificuldade evidente no desenvolvimento do produto surgiu na etapa de seleção de materiais. Foi necessário avaliar vantagens e desvantagens de cada material, considerando aspectos como custo e propriedades dos materiais. Procurou-se priorizar a leveza do material, dado que o usuário deverá montá-lo e desmontá-lo, além da necessidade de transportar o peso do produto junto consigo próprio, optando-se pelo alumínio.

Dificuldades ao encontrar fornecedores que comercializassem os materiais a serem adquiridos nas dimensões desejadas também se evidenciaram ao longo do projeto. Houve oportunidades em que os fornecedores comercializavam o material com outras dimensões que não as desejadas, ou outro material com a dimensão desejada.

Enfim, esperava-se de fato que surgissem diversas dificuldades, devendo o grupo, através de discussões, busca do conhecimento e pesquisa, enfrentá-las e superá-las para a realização do melhor projeto do produto possível.

## **26.4. Lições aprendidas**

No decorrer do desenvolvimento do produto muitas lições puderam ser aprendidas, desde a concepção do produto até o final do projeto.

Inicialmente, pôde-se enxergar como desenvolver um produto com os olhos do cliente, ou seja, se colocando no lugar do cliente em potencial, que deseja ter uma necessidade suprida.

Pôde-se aprofundar em aspectos específicos de um produto, a saber: movimentação mecânica das partes, conhecimento de diversos tipos de materiais, características especiais para produtos ortopédicos, entre outros.

Foi possível aplicar as ferramentas de engenharia de produção em um projeto real de um produto, contribuindo para o conhecimento das dificuldades encontradas durante o percurso de desenvolvimento do produto e como superá-las.

Outro fator a ser destacável é o contato direto com diversos tipos de fornecedores, realizando cotações de preços, perguntando sobre descontos e prazos e condições de entrega. Enfim, pôde-se perceber que, ao desenvolver um produto, não é preciso lidar somente com estruturas, peças e materiais, mas também com pessoas no âmbito profissional que apresentam pensamentos que nem sempre convergem com os do grupo de desenvolvimento.

Ademais, para a confecção dos desenhos de engenharia do produto, foi necessário que o grupo se familiarizasse com um software do tipo CAD, ferramenta de grande importância no campo da engenharia.

Também houve a oportunidade do grupo aprimorar as habilidades de trabalhar em grupo, onde todas as idéias, por mais diferentes que seja, precisam ser relevadas, analisadas e discutidas, chegando-se a uma conclusão comum que dê seqüência ao projeto. Considera-se esta parte uma das mais importantes, pois é neste tipo de ambiente que os integrantes do grupo estarão inseridos futuramente no mercado profissional.

## **26.5. Conclusão**

A partir da elaboração do projeto, foi possível vivenciar o desenvolvimento real de um produto, desde a concepção da idéia até a verificação de sua viabilidade comercial, passando por todas as etapas intermediárias com suas devidas dificuldades.

Além disso, com a construção do protótipo do produto, foi possível trabalhar com a prática e acompanhar a transformação de uma idéia embrionária do grupo em um produto com as funcionalidades do que foi projetado.

Vale ressaltar que o processo de desenvolvimento do produto sempre é passível de aperfeiçoamento. Durante o projeto, vários pontos foram reconsiderados e mudanças de direções foram realizadas. As sugestões de melhoria dadas pelo professor da disciplina contribuíram para o aprimoramento do produto, ressaltando o fato de que opiniões externas ao grupo sempre são bem-vindas e devem ser levadas em consideração.

No geral, considera-se o desenvolvimento do trabalho extremamente positivo e deseja-se que, em relação ao mercado atual, sejam projetadas e produzidas mais alternativas de produtos que tenham como clientes os portadores de necessidades especiais, visto que é um mercado carente de opções facilitadoras.

Enfim, deseja-se também, que no futuro próximo, o produto aqui desenvolvido possa estar no mercado de trabalho, pois considera-se de grande valia para os potenciais usuários, além das outras características e vantagens já explicitadas.

## 27. Referências Bibliográficas

- AKAO, Y. A. **QFD: integrating customer requirements into product design**. Productivity Press, Portland: 1990
- BOUER, G. **Notas de aula da Disciplina PRO2713**. PRO-EPUSP, São Paulo: 2008
- CARVALHO, M. M. C. **QFD – Uma ferramenta de tomada de decisão em projeto**. Tese de Doutorado, EPS – UFSC, Florianópolis: 1997
- CHENG, L. C.; Melo Filho, L. D. R. **QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. Editora Blucher, São Paulo: 2007
- MIGUEL, P. A. C. **Implementação do QFD para o desenvolvimento de novos produtos**. Editora Atlas, São Paulo: 2008
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo, Ed. Saraiva, 2006
- <<http://www.sansuy.com.br>> acessado em 16/04.
- <<http://www.designpvc.org/index.php/desenvolvimento-sustentavel.html>> acessado em 16/05.
- <<http://www.vick.com.br/vick/produtos/pvc/pvc.htm>> acessado em 16/05
- <<http://www.mspc.eng.br/ciemat/cmat310.shtml>> acessado em 16/05.
- <<http://www.mmcontabilidade.com.br/flash/taxasdepreciacao.htm>> acessado em 21/05.

# ANEXOS

## I. Concepção Inicial do Produto

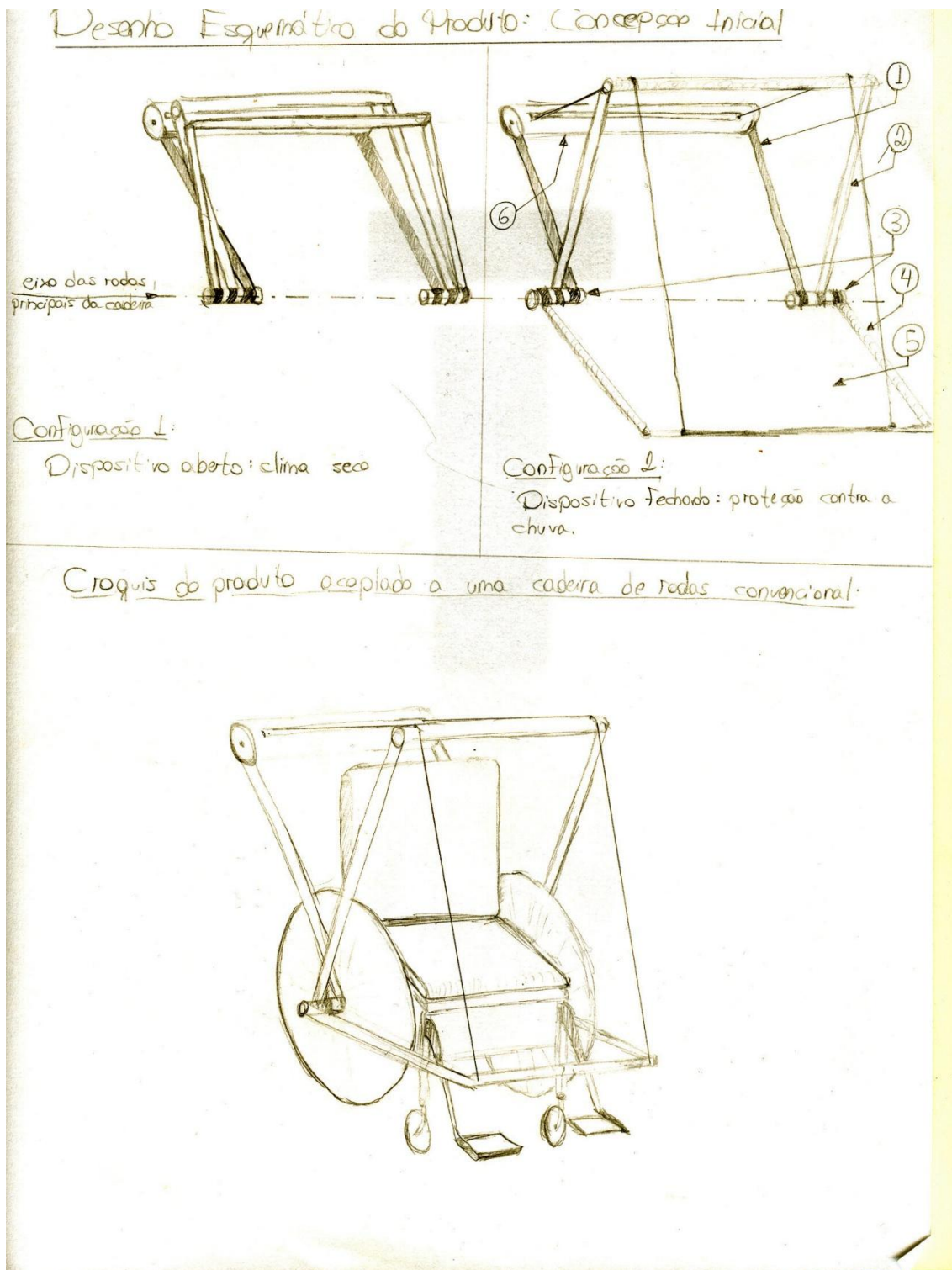


Figura A. 1 – Desenhos iniciais

## II. Reformulação da Concepção Inicial

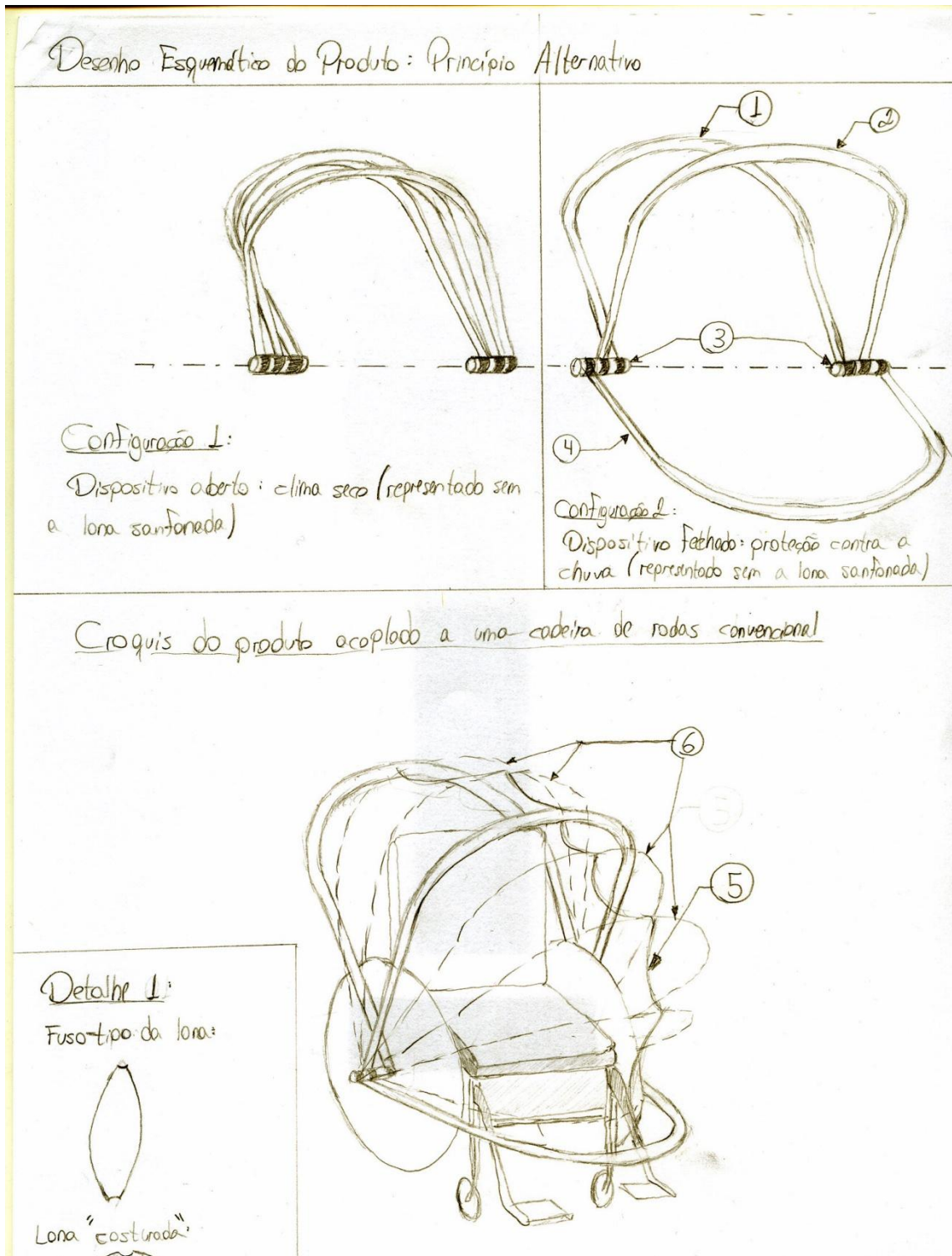


Figura A. 2 – Desenhos reformulados



### III. Documentação Técnica

#### Alumínio 6063

Material – Liga de Alumínio 6063

*Tabela A. 1 – Características técnicas da liga de alumínio 6063*

<b>Características Técnicas</b>	<b>Valores</b>
Densidade	2,7 g/cm <sup>3</sup>
Composição: Alumínio	98,35%
Silício	0,20%
Magnésio	0,45%
Ferro	0,35%
Outros	0,65%
Temperatura de Fusão	660 °C
Módulo de Elasticidade	69000 Mpa
Coeficiente de Expansão Linear	0,000023 L/°C
Condutibilidade Térmica	0,56 cal/cm °C
Condutibilidade Elétrica	62 (IACS)%
Limite de Resistência a Tração	145 Mpa
Limite de Escoamento	105 Mpa
Alongamento no Escoamento	8%

#### Cola

A cola será utilizada para a colagem da capota de PVC nas hastes e do velcro na capota de PVC.

**Material:** Cola Líquida para PVC

*Tabela A. 2 – Propriedades típicas da cola para PVC*

<b>Propriedades Típicas</b>	
Peso Específico	0,90 (20/20°C)
Ponto de Fulgor	-17,2° (Inflamável)
Viscosidade	0,53 cps (20°C)

<b>Propriedades Típicas</b>	
Tempo De Secagem	<p>Aderência inicial: 10 a 15 segundos</p> <p>Cura parcial: 30 minutos (20-24°C)</p> <p>Deve-se aguardar mínimo de 3hs antes da usinagem</p> <p>Cura total: 24 e 48 horas</p> <p>Dependendo do acabamento das partes usinadas deve-se aguardar mais tempo antes de manusear as peças.</p>
Limite De Tolerância Dos Vapores	200 PPM
Resistência Da Junta	Alta
Aparência Da Junta	Cristalina, uniforme
Resistência Ao Tempo	Boa resistência às intempéries
Precauções	<p><b>Produto Tóxico e Inflamável:</b> Uso exclusivo para a colagem de plásticos. Manter afastado de fontes de calor e chama aberta. Evitar a inalação usando máscara de proteção respiratória durante o uso e manuseio. Limite máximo de tolerância no ar 200 ppm. Trabalhar em ambiente ventilado, preferencialmente dentro de</p>

<b>Propriedades Típicas</b>	
	capela com exaustão de vapores. Se inalado intensamente pode provocar náuseas, tontura e convulsões, afetando o sistema nervoso central cárdio-respiratório. Evitar também contato com a pele e olhos, protegendo-os com luvas e óculos apropriados. Manter afastado de crianças e pessoas inabilitadas com uso profissional do produto.
Embalagem	Frascos com 1 litro / Caixas com 6 litros
Validade	12 meses

**Preço:**

R\$ 12,00 ( Frasco de 1 L)

**Fornecedor:**

Vick Comércio de Plásticos e Isolantes

Av. Marquês de São Vicente, 955 - Barra Funda

Tel: (11) 3871-7888

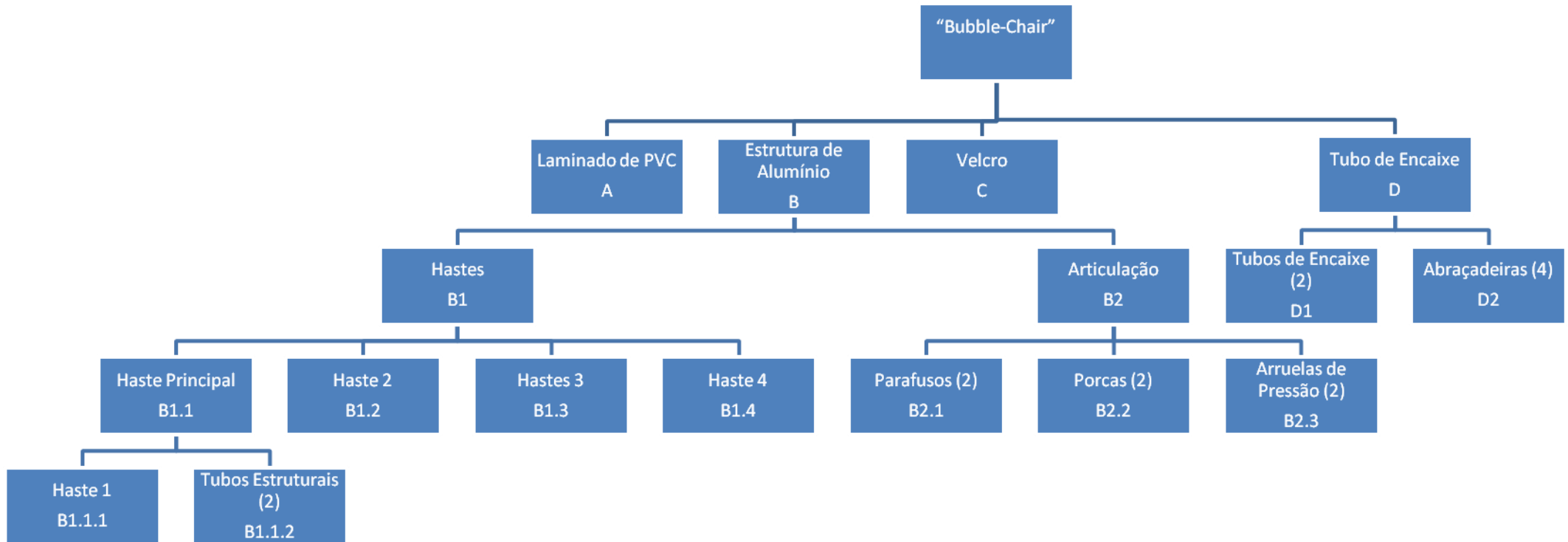
<http://www.vick.com.br>

**Lote de Compra:** Estimando-se que seja gasto um quinto do tubo para a produção de uma capota, e considerando o volume de produção como 80 capotas, decidiu-se fazer a compra em três lotes de 6 unidades cada, pois são comercializadas caixas com este número de unidades.

**Recebimento:** Deverá ser realizada a contagem dos frascos de acordo com o lote pedido. Em seguida, as características de aderência da cola devem ser verificadas através de testes específicos.

As principais perdas referentes a este componente são referentes a uso excessivo de cola, no momento da colagem da cobertura da capota nas hastes. Deve-se tomar cuidado especial para que não haja desperdício de material nesta etapa. Estima-se que as perdas referentes a excesso de utilização de cola girem em torno de 2%.

A capota para cadeira de rodas é composta das seguintes partes:



**Figura A. 3 – Árvore do produto**

## A. Laminado de PVC

As especificações se referem ao tipo de plástico que será utilizado na cobertura plástica da capota.

**Tabela A. 3 – Propriedades do laminado de PVC flexível**

<b>Propriedades Físicas</b>	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	1,20-1,70
Absorção de água (%) 24h 3mm espessura	0,16-0,75
<b>Mecânicas</b>	
Resistência à tração (10 <sup>2</sup> Kgf/cm <sup>2</sup> )	11,0-25,0
Alongamento na ruptura (%)	200-450
Dureza Shore	50-100 A
<b>Térmicas</b>	
Condutividade térmica <small>10<sup>4</sup> cal/s cm<sup>2</sup> °C/cm</small>	3,0-4,0
<b>Elétricas</b>	
Constante dielétrica até 1 KHz	4,0-8,0
Fator de dissipação até 1 KHz	0,07-0,11
Resistividade volumétrica (ohm/cm) a 22,8°C - 50% RH	10 <sup>11</sup> - 10 <sup>16</sup>

### **Laminado de PVC simples calandrado**

**Material:** laminado de PVC

**Dimensões:**

Largura: 3,00 m

Espessura: 0,40 mm

Comprimento: 25 m

**Preço:**

R\$ 21,96 (Rolo de 25m)

**Fornecedor:**

Vick Comércio de Plásticos e Isolantes

Av. Marquês de São Vicente, 955 - Barra Funda



Tel: (11) 3871-7888

Site: *www.vick.com.br*

**Lote de compra:** Considerando as dimensões do corte, tem-se que é possível produzir 10 capotas por rolo. Levando em conta a produção estimada de 80 capotas por semana, decidiu-se fazer a compra em lotes de 8 rolos.

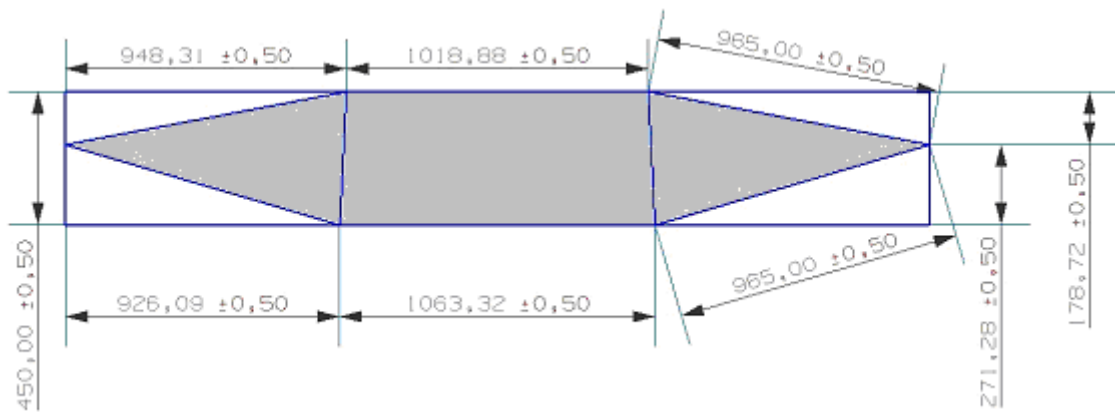
**Recebimento:** Serão realizados testes amostrais seguindo a norma ASTM D1593 para a verificação da resistência a tração, alongação na ruptura e resistência ao cisalhamento. Lotes que apresentarem características com variações acima de 5% das especificações serão rejeitados.

Para a colagem do laminado de PVC sobre as hastes de movimentação, será necessário realizar o corte de 3 pedaços de folhas de PVC. Os mesmos respeitarão as dimensões horizontais e verticais das hastes e estarão localizados entre elas. Portanto, o gomo 1 estará localizado entre as hastes 1 e 2, o gomo 2 entre as hastes 2 e 3 e o gomo 3 entre as hastes 3 e 4. Graças a esta colagem, o laminado de PVC cortado nas dimensões indicadas limitará o movimento das hastes, fazendo com que elas se disponham da maneira mais adequada para a proteção total da chuva quando a capota for fechada.

Os gomos serão formados por duas partes laterais de forma triangular e por uma parte central de forma trapezoidal, conforme desenhos abaixo. As partes preenchidas em cinza indicam a parte da camada recortada que fará parte da cobertura da capota. A área excedente em branco representa perdas de materiais.

Sabendo as dimensões do corte é possível obter valores de peso bruto, peso líquido e perdas no processo de corte, primeiramente para cada gomo, e em um segundo momento, para toda a cobertura da capota.

## Gomo 1



**Figura A. 4** – Corte do gomo 1

Através da figura 8, pode-se calcular a área compreendida entre o retângulo maior, resultando na área total de corte do PVC, a área de material perdido, compreendida pelas partes brancas da figura, e a área de material utilizado, compreendida pelas partes cinzas.

$$A_{total} = (948,31 + 948,31 + 1018,88) \times 450 = 1311975 \text{ mm}^2$$

$$A_{perda} = 948,31 \times 450 = 426739,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{útil} = A_{total} - A_{perda} = 1311975 - 426739,5 = 885235,5 \text{ mm}^2$$

Tendo também o valor da espessura do laminado de PVC, pode-se calcular os volumes total, perdido e utilizado.

$$V_{total} = A_{total} \times e = 1311975 \times 0,4 = 524790 \text{ mm}^3 = 0,00052479 \text{ m}^3$$

$$V_{perda} = A_{perda} \times e = 426739,5 \times 0,4 = 170695,8 \text{ mm}^3 = 0,000170695 \text{ m}^3$$

$$V_{útil} = A_{útil} \times e = 885235,5 \times 0,4 = 354094,2 \text{ mm}^3 = 0,0003540942 \text{ m}^3$$

Conhecendo esses valores, para obter os pesos bruto e líquido basta multiplicar os volumes pelo peso específico do material.

$$m_{bruto} = \rho \times V_{total} = 1200 \times 0,00052479 = 0,6297 \text{ kg}$$

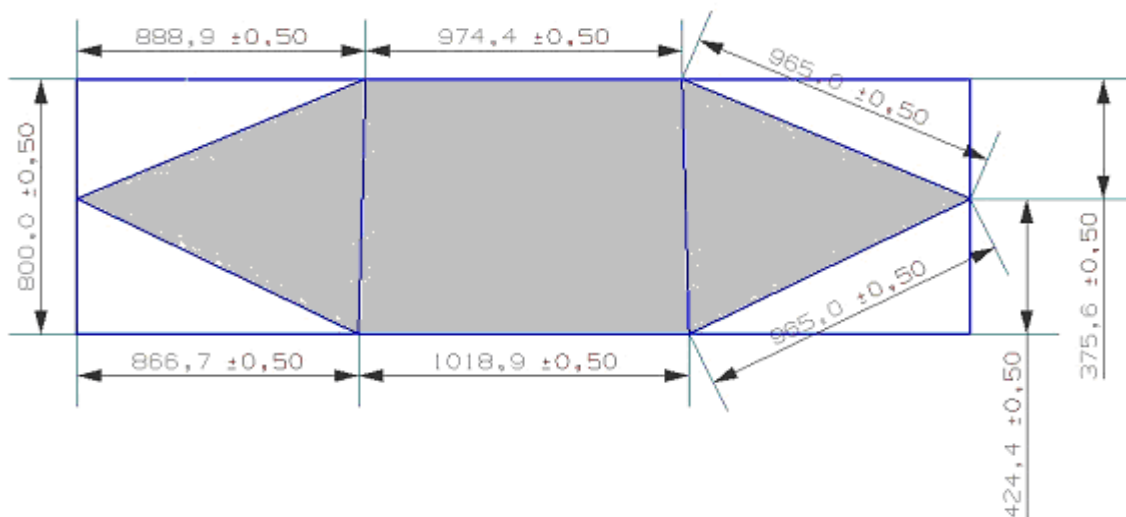
$$m_{líquido} = \rho \times V_{útil} = 1200 \times 0,0003540942 = 0,4249 \text{ kg}$$



Para calcular o valor referente a perdas é necessário considerar duas áreas de perdas. Primeiramente, a área branca da figura, que não será aproveitada devido ao corte retangular. Além disso, o rolo de PVC apresenta largura de 3 m. Com isso, considerando que o corte será feito tentando aproveitar o maior espaço possível do rolo, pode-se afirmar que, partindo da dimensão horizontal de 2,9155 m da tira de PVC, o montante necessário para chegar em 3 m será perdido. Logo, tem-se:

$$perda = 1 - \left( \frac{A_{útil}}{A_{total} + A_{excedente}} \right) = \frac{885235,5}{3000 \times 450} = 34,42\%$$

## Gomo 2



**Figura A. 5** – Corte do gomo 2

Através da figura 9, pode-se calcular a área compreendida entre o retângulo maior, resultando na área total de corte do PVC, a área de material perdido, compreendida pelas partes brancas da figura, e a área de material utilizado, compreendida pelas partes cinzas.

$$A_{total} = (888,91 + 888,91 + 974,44) \times 800 = 2201808 \text{mm}^2$$

$$A_{perda} = 888,91 \times 800 = 711128 \text{mm}^2$$

$$A_{útil} = A_{total} - A_{perda} = 2201808 - 711128 = 1490680 \text{mm}^2$$

Tendo também o valor da espessura do laminado de PVC, pode-se calcular os volumes total, perdido e utilizado.

$$V_{total} = A_{total} \times e = 2201808 \times 0,4 = 880723,2 \text{mm}^3 = 0,0008807232 \text{m}^3$$

$$V_{perda} = A_{perda} \times e = 711128 \times 0,4 = 284451,2 \text{mm}^3 = 0,0002844512 \text{m}^3$$

$$V_{útil} = A_{útil} \times e = 1490680 \times 0,4 = 596272 \text{mm}^3 = 0,000596272 \text{m}^3$$

Conhecendo esses valores, para obter os pesos bruto e líquido basta multiplicar os volumes pelo peso específico do material.

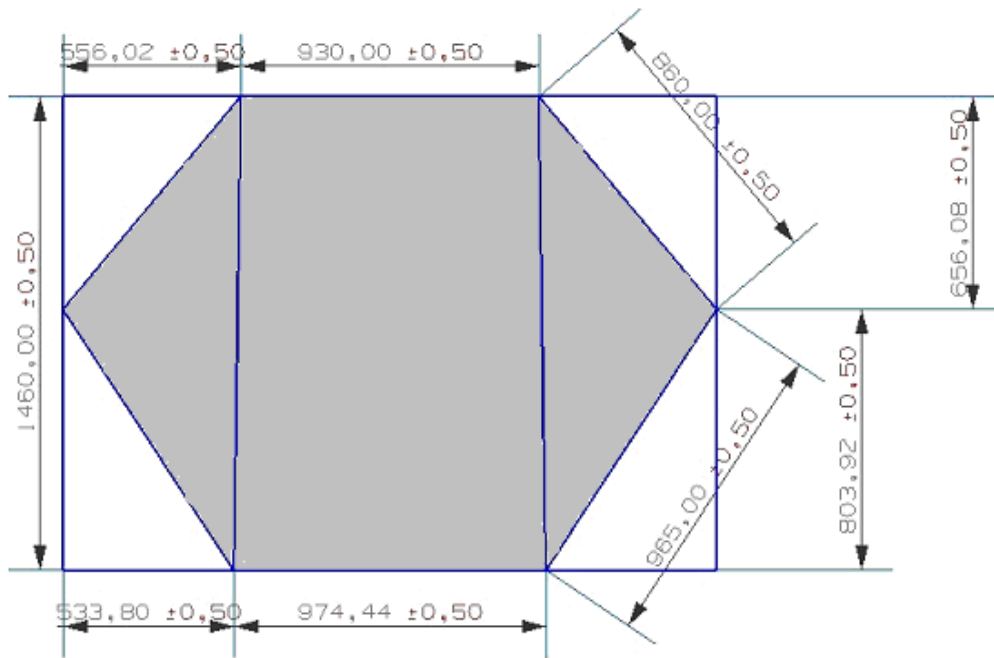
$$m_{bruto} = \rho \times V_{total} = 1200 \times 0,0008807232 = 1,0569 \text{kg}$$

$$m_{líquido} = \rho \times V_{útil} = 1200 \times 0,000596272 = 0,7155 \text{kg}$$

Para calcular o valor referente a perdas é necessário considerar duas áreas de perdas. Primeiramente, a área branca da figura, que não será aproveitada devido ao corte retangular. Além disso, o rolo de PVC apresenta largura de 3 m. Com isso, considerando que o corte será feito tentando aproveitar o maior espaço possível do rolo, pode-se afirmar que, partindo da dimensão horizontal de 2,7523 m da tira de PVC, o montante necessário para chegar em 3 m será perdido. Logo, tem-se:

$$perda = 1 - \left( \frac{A_{útil}}{A_{total} + A_{excedente}} \right) = \frac{1490680}{3000 \times 800} = 37,89\%$$

### **Gomo 3**



**Figura A. 6 – Corte do gomo 3**

Através da figura, pode-se calcular a área compreendida entre o retângulo maior, resultando na área total de corte do PVC, a área de material perdido, compreendida pelas partes brancas da figura, e a área de material utilizado, compreendida pelas partes cinzas.

$$A_{total} = (556,02 + 556,02 + 930) \times 1460 = 2981378,4mm^2$$

$$A_{perda} = 556,02 \times 1460 = 811789,2mm^2$$

$$A_{útil} = A_{total} - A_{perda} = 2981378,4 - 811789,2 = 2169589,2mm^2$$

Tendo também o valor da espessura do laminado de PVC, pode-se calcular os volumes total, perdido e utilizado.

$$V_{total} = A_{total} \times e = 2981378,4 \times 0,4 = 1192551,36mm^3 = 0,00119255136m^3$$

$$V_{perda} = A_{perda} \times e = 811789,2 \times 0,4 = 324715,68mm^3 = 0,00032471568m^3$$

$$V_{útil} = A_{útil} \times e = 2169589,2 \times 0,4 = 867835,68mm^3 = 0,00086783568m^3$$

Conhecendo esses valores, para obter os pesos bruto e líquido basta multiplicar os volumes pelo peso específico do material.

$$m_{bruto} = \rho \times V_{total} = 1200 \times 0,00119255136 = 1,431kg$$

$$m_{líquido} = \rho \times V_{útil} = 1200 \times 0,00086783568 = 1,0414kg$$

Para calcular o valor referente a perdas é necessário considerar duas áreas de perdas. Primeiramente, a área branca da figura, que não será aproveitada devido ao corte retangular. Além disso, o rolo de PVC apresenta largura de 3 m. Com isso, considerando que o corte será feito tentando aproveitar o maior espaço possível do rolo, pode-se afirmar que, partindo da dimensão vertical multiplicada por 2 de 2,92 m da tira de PVC, o montante necessário para chegar em 3 m será perdido. Logo, tem-se:

$$perda = 1 - \left( \frac{A_{útil}}{A_{total} + A_{excedente}} \right) = \frac{2169589,2}{2042,04 \times 1500} = 29,17\%$$

Enfim, somando-se as três parcelas dos pesos líquidos da cobertura, é possível obter o peso correspondente à cobertura de PVC da capota:

$$m = 1,0414 + 0,7155 + 0,4249 = 2,1818kg$$

## B. Estrutura de alumínio

Os tubos serão adquiridos diretamente do fornecedor com dimensões determinadas por padrões de comercialização. O diâmetro externo dos tubos será de 7/8" (22,22 mm), que é um dos tamanhos padrão para comercialização. A espessura da parede será de 1/32" (0,79 mm), também obedecendo aos padrões. O tubo comercializado tem comprimento de 6 m.

### Dimensões do tubo comprado:

Comprimento: 6 m

Diâmetro interno: 20,64 mm

Diâmetro externo: 22,22 mm

Espessura da Parede: 0,79 mm



### Preço:

R\$ 16,50 (1 Kg)

**Fornecedor:**

GDD Metals

Avenida Interlagos, 3332 – Interlagos – São Paulo – SP

Tel: (11) 5545-8200

Site: [www.gddmetals.com.br](http://www.gddmetals.com.br)

**Lote de Compra:** O pedido será feito considerando a fabricação de um conjunto de hastes e tubos estruturais. Cada haste utilizará 3 m de tubo para sua fabricação e cada par de tubos estruturais utilizará de 1,0 m. Para possibilitar a fabricação de 320 hastes e 80 pares de tubos estruturais, um lote de 180 tubos de 6 m cada seria suficiente. Portanto, o pedido será feito em lotes de 180 tubos.

**Recebimento:** Um tubo proveniente de cada lote será analisado por meio de testes de compressão e medidas de diâmetro, seguindo as normas ASTM E9 – 09 e ASTM B88 - 09, respectivamente. Serão analisados as características de limite de escoamento, módulo de elasticidade, diâmetro interno e diâmetro externo dos tubos. Amostras com resultados cujas variações com relação às especificações forem superiores a 5% do previsto terão seus lotes rejeitados.

**B1. Hastes**

Serão quatro hastes, sendo elas:

- Haste 1 – haste principal, que será fixa, sem liberdade de movimentos;
- Haste 2 – primeira haste após a principal;
- Haste 3 – segunda haste após a principal;
- Haste 4 – terceira e última haste após a principal.

**Haste 1**

Após o processo de dobragem, que ocorrerá em dois locais do tubo de alumínio, a haste 1 adquirirá o tamanho final. A dimensão vertical da haste terá

o comprimento de 965 mm. A dimensão horizontal terá comprimento de 1063,32 mm.

### **Haste 2**

Após o processo de dobragem, que ocorrerá em dois locais do tubo de alumínio, a haste 2 adquirirá o tamanho final. A dimensão vertical da haste terá o comprimento de 965 mm. A dimensão horizontal terá comprimento de 1018,88 mm.

### **Haste 3**

Após o processo de dobragem, que ocorrerá em dois locais do tubo de alumínio, a haste 3 adquirirá o tamanho final. A dimensão vertical da haste terá o comprimento de 965 mm. A dimensão horizontal terá comprimento de 974,44 mm.

### **Haste 4**

Após o processo de dobragem, que ocorrerá em dois locais do tubo de alumínio, a haste 4 adquirirá o tamanho final. A dimensão vertical da haste terá o comprimento de 860 mm. A dimensão horizontal terá comprimento de 930 mm.

Todas as hastes apresentam o mesmo eixo de rotação. Isso se deve a presença da articulação que dá liberdade aos movimentos das hastes 2, 3 e 4. Nota-se, portanto, que as hastes devem possuir suas dimensões horizontais progressivamente maiores, partindo da haste 4, que apresenta a menor dimensão horizontal. Assim, pode-se considerar que a haste 4 é a haste interna e, analogamente, a haste 1 ou principal é a haste externa.

Serão adquiridos do fornecedor dois tubos de alumínio de comprimento de 6 m cada para a fabricação das hastes. O preço do alumínio cotado pelo fornecedor é de R\$16,50/kg. A área da seção circular é calculada da seguinte maneira:

$$A_{\text{externa}} = \pi R_e^2 = \pi 11,11^2 = 387,77 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{interna}} = \pi (R_e - R_i)^2 = \pi (11,11 - 0,79)^2 = 334,58 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = A_{\text{externa}} - A_{\text{interna}} = 387,77 - 334,58 = 53,19 \text{ mm}^2$$

Sabendo o comprimento do tubo adquirido, pode-se obter o volume do próprio tubo, que é calculado a seguir:

$$V = A \times l = 53,19 \times 6000 = 319140 \text{mm}^3 = 0,00031914 \text{m}^3$$

Tendo em mãos a densidade do alumínio 6063 e o volume do tubo de alumínio, é possível calcular o peso bruto apresentado por cada tubo, no momento da compra:

$$m = \rho \times V = 2700 \times 0,00031914 = 0,862 \text{kg}$$

No entanto, como se tratam de dois tubos necessários para a fabricação das hastes, para calcular o peso bruto total referente às hastes basta multiplicar o valor encontrado por dois:

$$m_{\text{bruto}} = 0,862 \times 2 = 1,724 \text{kg}$$

Assim, sendo, conhecendo o preço por peso do alumínio e também o preço, calculado anteriormente, é possível descobrir o preço de cada tubo comprado:

$$P = p \times m = 16,5 \times 0,862 = R\$14,22$$

Além disso, pode-se também calcular o peso líquido referente às hastes de alumínio do produto. Basta obter o volume de cada haste e multiplicá-lo pelo valor da densidade do alumínio, como se segue:

Haste 1

$$l_1 = 1063,32 + 965 + 965 = 2993,32 \text{mm}$$

$$V_1 = A \times l_1 = 53,19 \times 2993,32 = 159214,7 \text{mm}^3 = 0,0001592147 \text{m}^3$$

$$m_1 = \rho \times V_1 = 2700 \times 0,0001592147 = 0,4299 \text{kg}$$

Haste 2

$$l_2 = 1018,88 + 965 + 965 = 2948,88 \text{mm}$$

$$V_2 = A \times l_2 = 53,19 \times 2948,88 = 156850,9 \text{mm}^3 = 0,0001568509 \text{m}^3$$

$$m_2 = \rho \times V_2 = 2700 \times 0,0001568509 = 0,4235 \text{kg}$$

Haste 3

$$l_3 = 974,44 + 965 + 965 = 2904,44 \text{mm}$$

$$V_3 = A \times l_3 = 53,19 \times 2904,44 = 154487,2 \text{mm}^3 = 0,0001544872 \text{m}^3$$

$$m_3 = \rho \times V_3 = 2700 \times 0,0001544872 = 0,4171 \text{kg}$$

Haste 4

$$l_4 = 930 + 860 + 860 = 2650 \text{mm}$$

$$V_4 = A \times l_4 = 53,19 \times 2650 = 140953,5 \text{mm}^3 = 0,0001409535 \text{m}^3$$

$$m_4 = \rho \times V_4 = 2700 \times 0,0001409535 = 0,3806 \text{kg}$$

Assim sendo, pode-se calcular o **peso líquido** total referente às hastes, como se segue:

$$m_{\text{líquido}} = 0,4299 + 0,4235 + 0,4171 + 0,3806 = 1,6511 \text{kg}$$

Sabendo esses valores, é possível calcular o valor da **perda** referente ao processo de corte do alumínio para a fabricação das hastes:

$$\text{perda} = 1 - \left( \frac{1,6511}{1,724} \right) = 4,22\%$$

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades do material adquirido juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.



### B.1.1.2 Tubos estruturais

Os tubos estruturais serão compostos por duas estruturas simétricas. A parte vertical, localizada dentro do tubo de encaixe e paralela ao encosto da cadeira de rodas, possuirá dimensão de 220 mm. A parte horizontal, que se conecta à haste 1, formando a haste principal, que dá sustentação à estrutura do produto, possuirá dimensão de 280 mm.

Desta forma, tem-se que um par de tubos estruturais corresponderá a 1000 mm de alumínio. Sendo assim, um tubo de 6 m adquirido junto ao fornecedor será capaz de dar origem a 6 pares de tubos estruturais.

O tubo de 6 m será cortado em 12 partes de 500 mm, não restando sobras de material. Tendo esses dados em mãos, podem-se calcular os **pesos bruto e líquido**, sempre considerando a fabricação de um par de tubos estruturais, para os quais é necessário 1 m de tubo de alumínio.

$$V = A \times l = 53,19 \times 1000 = 53190 \text{mm}^3 = 0,000053190 \text{m}^3$$

$$m_{\text{bruto}} = \rho \times V = 2700 \times 0,000053190 = 0,1436 \text{kg}$$

$$V_{\text{final}} = A \times l_{\text{final}} = 53,19 \times 1000 = 53190 \text{mm}^3 = 0,000053190 \text{m}^3$$

$$m_{\text{líquido}} = \rho \times V_{\text{final}} = 2700 \times 0,000053190 = 0,1436 \text{kg}$$

Observa-se que, como não há perdas no processo de fabricação do tubo estrutural, o peso bruto é exatamente igual ao peso líquido.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda pode haver perdas relacionadas à soldagem do tubo estrutural à haste principal, devido ao aquecimento e manipulação inadequada do aparelho de soldagem que pode deformar os materiais, resultando no descarte. Estima-se que a perda resultante desse processo pode chegar de 1 a 2% de material.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades do material adquirido juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com

os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

## **B2. Articulação**

### ***B2.1 Parafusos***

As especificações se referem ao tipo de parafuso que será utilizado na articulação que dará movimento as hastes.

#### ***Parafuso Inox Rosca Métricas Cabeça Cilíndrica Fenda Reta***

**Material:** Aço Inox

**Dimensões:**

Comprimento: 100 mm

Diâmetro: ¼”

**Preço:**

R\$ 90,00 (100 unidades)

**Fornecedor:**

Reipar Parafusos

Rua Carlos Nilson, 81 – Limeira – SP

Tel: (19) 3451-4788

Site: [www.reiparparafusos.com.br](http://www.reiparparafusos.com.br)



**Lote de Compra:** O fornecedor opera com lote mínimo de um saco contendo 100 unidades. Portanto, considerando a produção de 80 capotas por semana, e, conseqüentemente, a utilização de 160 parafusos, o lote de compra para o parafuso será de 2 sacos de 100 unidades cada.

**Recebimento:** Serão realizados testes para parafusos segundo a norma ASTM F606 – 09, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das peças. Peças que apresentarem falhas não serão aproveitadas.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades dos componentes adquiridos juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

## **B2.2 Porcas**

As especificações se referem ao tipo de porca que será utilizado na articulação que dará movimento as hastes, para fixar os parafusos.

### **Porca Sextavada Inox**

**Material:** Aço Inox

**Acabamento:** Polido

**Dimensões:**

Diâmetro da rosca: ¼"

Bitola: 12 mm

**Preço:**

R\$ 44,00 (100 unidades)

**Fornecedor:**

Inox-Par

Rua Dom Pedrito, 407 – Guarulhos – São Paulo

Tel: (11) 2488-2828

Site: [www.inoxpar.com.br](http://www.inoxpar.com.br)



**Lote de Compra:** O fornecedor opera com lote mínimo de um saco contendo 100 unidades. Portanto, considerando a produção de 80 capotas por semana,

e, conseqüentemente, a utilização de 160 porcas, o lote de compra para a porca será de 2 sacos de 100 unidades cada.

**Recebimento:** Serão realizados testes para porcas segundo a norma ASTM A563 – 07a, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das peças. Peças que apresentarem falhas não serão aproveitadas.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades dos componentes adquiridos juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

### ***B2.3 Arruelas***

As especificações se referem ao tipo de arruela que será utilizado na articulação que dará movimento as hastes, que se posicionará entre as hastes e as porcas.

#### ***Arruela de Pressão Leve***

**Material:** Aço carbono

**Acabamento:** Zincado

**Dimensões:**

Diâmetro interno: ¼”

**Preço:**

R\$ 9,00 (100 unidades)

**Fornecedor:**

Aphox Technica

Rua Praia Brava, 245 – Vargem Grande Paulista – SP



Tel: (19) 9369-2244

Site: [www.aphox.com.br](http://www.aphox.com.br)

**Lote de Compra:** O fornecedor opera com lote mínimo de um saco contendo 100 unidades. Portanto, considerando a produção de 80 capotas por semana, e, conseqüentemente, a utilização de 160 arruelas, o lote de compra para a arruela será de 2 sacos de 100 unidades cada.

**Recebimento:** Serão realizados testes para arruelas segundo a norma ASTM F436 – 09, a cada 4 lotes recebidos. Os testes visam à verificação da manutenção das propriedades mecânicas, químicas e dimensionais das arruelas. Peças que apresentarem falhas não serão aproveitadas.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades dos componentes adquiridos juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

### **C. Velcro**

As especificações se referem ao velcro que será utilizado na compactação da capota enquanto estiver fechada.

#### ***Velcro Preto (Conjunto)***

**Material:** Fita tecida de poliamida e gancho polietileno HTH



#### **Dimensões:**

Largura: 25 mm



#### **Preço:**

R\$ 0,76 (1 metro)

**Fornecedor:**

JB Tecidos

Avenida Goiás, 1466 – São Caetano do Sul – SP

Tel: (11) 4224-3490

Site: [www.lojajbtecidos.com.br](http://www.lojajbtecidos.com.br)

Prazo de entrega: 3 dias (para São Paulo – SP)

**Lote de Compra:** O fornecedor comercializa o material por metro. Decidiu-se fazer a compra em lotes de 100 metros, julgando este valor razoável para a produção da capota.

**Recebimento:** Serão feitos testes para conferir a correção da medida do comprimento do velcro enviado pelo fornecedor.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades dos componentes adquiridos juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

**D. Encaixe na cadeira*****D1. Tubos de Encaixe***

Os tubos serão adquiridos diretamente do fornecedor com dimensões determinadas por padrões de comercialização. O diâmetro externo dos tubos será de 1" (25,4 mm), que é um dos tamanhos padrão comercialização. A espessura da parede será de 1/32" (0,79 mm), também obedecendo a padrões. O tubo comercializado tem comprimento de 6 m.

**Dimensões do tubo comprado:**

Comprimento: 6 m

Diâmetro interno: 23,82 mm

Diâmetro externo: 25,4 mm

Espessura da Parede: 0,79 mm

**Preço:**

R\$ 16,50 (1 Kg)

**Fornecedor:**

GDD Metals

Avenida Interlagos, 3332 – Interlagos – São Paulo – SP

Tel: (11) 5545-8200

Site: [www.gddmetals.com.br](http://www.gddmetals.com.br)

**Lote de Compra:** O pedido será feito considerando a fabricação de um conjunto de tubos de encaixe. Cada par de tubos de encaixe utilizará 1,0 m de tubo para sua fabricação. Para possibilitar a fabricação de 80 pares de tubos de encaixe, um lote de 15 tubos de 6 m cada seria suficiente. Portanto, o pedido será feito em lotes de 15 tubos.

**Recebimento:** Um tubo proveniente de cada lote será analisado por meio de testes de compressão e medidas de diâmetro, seguindo as normas ASTM E9 – 09 e ASTM B88 - 09, respectivamente. Serão analisados as características de limite de escoamento, módulo de elasticidade, diâmetro interno e diâmetro externo dos tubos. Amostras com resultados superiores a 5% do previsto nas especificações terão seus lotes rejeitados.

Será adquirido do fornecedor um tubo de alumínio de comprimento de 6 m cada para a fabricação dos tubos de encaixe. O preço do alumínio cotado pelo fornecedor é de R\$16,50/kg. A área da seção circular é calculada da seguinte maneira:

$$A_{externa} = \pi Re^2 = \pi 12,7^2 = 506,707mm^2$$

$$A_{interna} = \pi(Re - Ri)^2 = \pi(12,7 - 0,79)^2 = 445,629mm^2$$

$$A_{total} = A_{externa} - A_{interna} = 506,707 - 445,629 = 61,08mm^2$$

Sabendo o comprimento do tubo adquirido, pode-se obter o volume do próprio tubo, que é calculado a seguir:

$$V = A \times l = 61,08 \times 6000 = 366480 \text{mm}^3 = 0,000366480^3$$

Tendo em mãos a densidade do alumínio 6063 e o volume do tubo de alumínio, é possível calcular o peso bruto apresentado por cada tubo, no momento da compra:

$$m = \rho \times V = 2700 \times 0,00036648 = 0,9895 \text{kg}$$

Assim, sendo, conhecendo o preço por peso do alumínio e também o preço, calculado anteriormente, é possível descobrir o preço de cada tubo comprado:

$$P = p \times m = 16,5 \times 0,9895 = R\$16,33$$

Os tubos de encaixe serão compostos por duas partes simétricas. Os tubos de encaixe estarão localizados externamente às partes verticais dos tubos estruturais, paralelamente ao encosto da cadeira de rodas e será responsável pela fixação diretamente à cadeira de rodas, através de abraçadeiras.

Os tubos de encaixe terão uma dimensão vertical de 500 mm. Sendo assim, um par de tubos de encaixe necessitará de 1000 m de alumínio. Logo, os 6 m de tubo de alumínio adquirido junto ao fornecedor serão capazes de dar origem a 6 pares de tubos de encaixe.

O tubo de alumínio de 6 m será cortado em 12 partes de 500 mm cada uma. Portanto, o processo de corte para tubo de encaixe não dará origem a nenhuma perda de material.

Com os dados em mãos, podem-se calcular os **pesos bruto e líquido** sempre considerando a fabricação de um par de tubos de encaixe, para os quais é necessário 1 m de tubo de alumínio.

$$V = A \times l = 61,08 \times 1000 = 61080 \text{mm}^3 = 0,00006108 \text{m}^3$$

$$m_{\text{bruto}} = \rho \times V = 2700 \times 0,00006108 = 0,1649 \text{kg}$$

$$V_{\text{final}} = A \times l_{\text{final}} = 61,08 \times 1000 = 61080 \text{mm}^3 = 0,00006108 \text{m}^3$$

$$m_{\text{líquido}} = \rho \times V_{\text{final}} = 2700 \times 0,00006108 = 0,1649 \text{kg}$$



Observa-se que, como não há perdas no processo de fabricação do tubo de encaixe, o peso bruto é exatamente igual ao peso líquido.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades do material adquirido juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

## ***D2. Abraçadeiras***

As especificações se referem ao tipo de abraçadeira que será utilizado na fixação do tubo de encaixe à cadeira de rodas.

### ***Abraçadeira tipo “D” com parafuso***

**Material:** Alumínio

**Dimensões:**

Diâmetro: 1 ½”

**Preço:**

R\$ 1,78 (1 unidade)

**Fornecedor:**

Pizzimenti

Rua Carneiro Leão, 143 – Brás – São Paulo – SP

Tel: (11) 3340-7200

Site: [www.pizzimenti.com.br](http://www.pizzimenti.com.br)



**Lote de Compra:** O fornecedor opera com lote mínimo de um saco contendo 100 unidades. Portanto, considerando a produção de 80 capotas por semana, e, conseqüentemente, a utilização de 160 abraçadeiras, o lote de compra para a abraçadeira será de 2 sacos de 100 unidades cada.

**Recebimento:** Serão realizados testes de tensão para abraçadeiras, verificando sua resistência. Os testes serão realizados a cada 2 lotes recebidos e visam a manutenção das propriedades mecânicas das abraçadeiras. Peças que apresentarem falhas não serão aproveitadas.

É importante ressaltar que a realização inadequada de qualquer procedimento pode resultar em perdas de materiais, caso não haja possibilidade de retrabalho.

Ainda existe a possibilidade de haver não conformidades referentes a dimensões e propriedades dos componentes adquiridos juntos aos fornecedores, inviabilizando sua utilização. Neste caso, é necessário entrar em contato com os fornecedores para que se responsabilizem por estas perdas e melhorem a qualidade do material entregue, para evitar novas perdas. Estima-se que perdas por não conformidade variem de 1,00 a 1,50%.

## IV. Descrição das Máquinas e Ferramentas

### Serra de Bancada

**Modelo:** 614

**Fabricante:** RIDGID

**Características:** Corta aço, cobre, alumínio, plástico e madeira. Deste modo, é um dispositivo versátil que pode ser utilizado para diversos outros processos. É de ação rápida e possui morsa para prender o tubo. Tensão 220V.

**Preço:** R\$ 1100,00



### Disco para serra circular (para metais)

**Modelo:** DWT

**Fabricante:** DeWALT

**Características:** 12"; 120 dentes trapezoidais; furo interno de 30 mm

**Preço:** R\$ 176,89



### Máquina de Corte

**Modelo:** Disco 950C

**Fabricante:** Singer

**Características:** Corte com 100W de potência. Espessura máxima cortada 25mm. Fácil manuseio. Corta tecidos e plásticos flexíveis. Tensão 220V.

**Preço:** R\$ 288,00



## Furadeira de Coluna

**Modelo:** FSC32P

**Fabricante:** Shulz

**Características:** Motor com potência de 1 HP, funciona de 180 a 3865 RPM's, em 12 velocidades, e sua profundidade de corte é de 110mm. Tensão 220 V.

**Preço:** R\$ 2.300,00



## Broca para metais

**Especificação/Modelo:** Aço Rápido ANSI B94.11 M /  $\Phi = \frac{1}{4}$ "; L = 102 mm

**Fabricante:** IRWIN Industrial Tools

**Características:** Broca helicoidal com haste cilíndrica e corte à direita

**Preço:** R\$ 5,60



## Máquina de dobra

**Modelo:** RLL-900

**Fabricante:** Rotterman

**Características:** Curvador de tubos Industrial. Efetua dobras de tubos com parede fina (até 1,5 mm de parede) e diâmetro de até 31,75 mm.

**Preço:** R\$ 1.100,00



## Equipamento de Solda

**Modelo:** Mig Mag - Mega Plus 250

**Fabricante:** Bambozzi

**Características:** Corrente de solda de 60 a 250 Amperes. Fácil operação e baixo custo. Permite soldar estruturas metálicas como alumínio, que é o desejado. Tensão de 220V.

**Preço:** R\$ 3.439,00



## Equipamento Universal de Ensaio

**Modelo:** WD-P6000

**Fabricante:** Jinan TEST

**Características:** Realiza teste de tração e compressão de tubos e também verifica o módulo de elasticidade de plásticos. Tensão 220V.

**Preço:** R\$ 4.800,00



## Paquímetro Digital

**Modelo:** COOLANT PROOF IP-67 500-762  
MITUTOYO

**Fabricante:** Master Tool Instrumentos

**Características:** Capacidade 0-150mm. Resolução 0,01mm. Exatidão +/- 0,02mm.

**Preço:** R\$ 407,00



## Marcador de Alumínio

**Modelo:** Vermelho

**Fabricante:** Riscofer

**Características:** Tinta permanente em base de solventes.

**Preço:** R\$ 7,90



## Prensa Hidráulica

**Modelo:** PH12

**Fabricante:** Nowak

**Características:** Prensa Hidráulica de fácil manuseio para tubos metálicos.

**Preço:** R\$ 568,00



## Chave Fixa

**Modelo:** Chave Fixa 12x13 Tramontina Nova – ISO 9001

**Fabricante:** Tramontina

**Características:** Corpo forjado em aço carbono e temperado. Acabamento cromado. Abertura das bocas calibradas.

**Preço:** R\$ 9,99

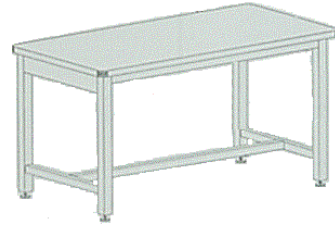


## **Bancada Industrial**

**Modelo:** Mesa Uso Geral

**Fabricante:** Bancada Industrial

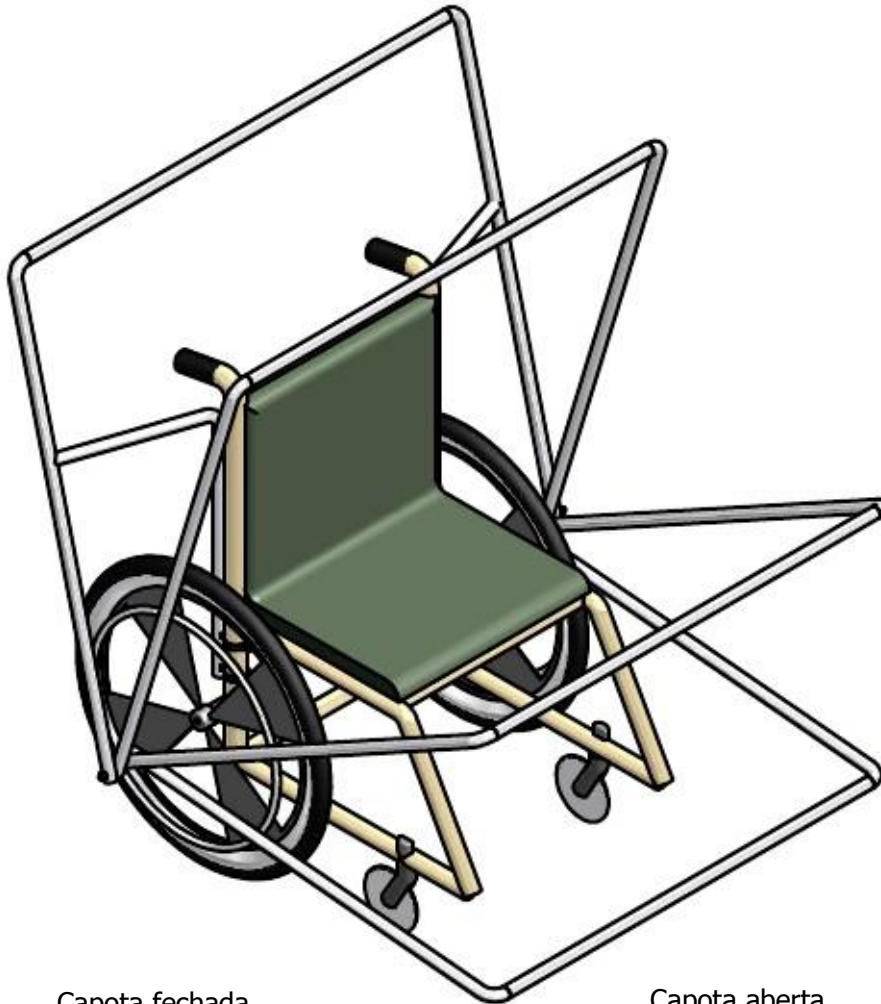
**Características:** Tampo em compensado laminado de 20mm. revestido com laminado plástico (Fórmica) e bordas com perfil de PVC. Estrutura tubo de aço 40 X 40 com sapatas reguláveis. Medidas padrão : 900(alt.) x 1500(larg.) x 800(prof.) em mm. Será utilizada uma Mesa de bancada para cada área do processo que utilize máquina de bancada.



**Preço:** R\$ 900,00

## **V. Desenhos Técnicos**



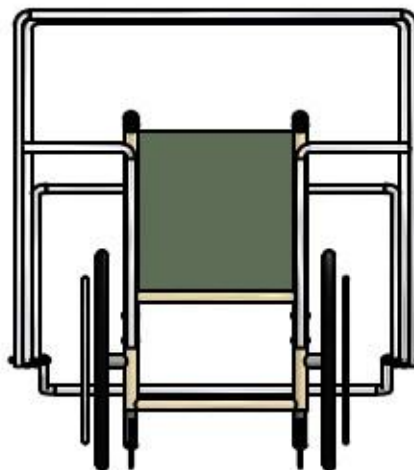
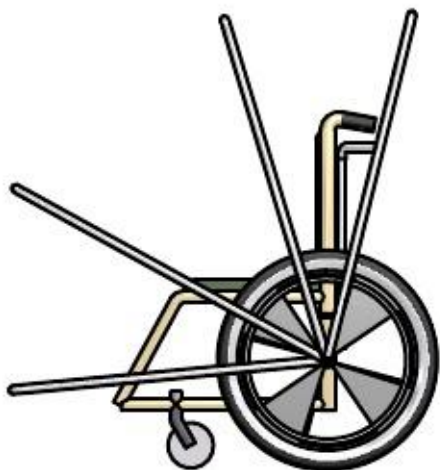
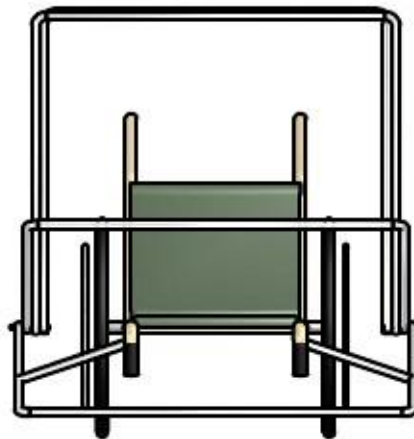
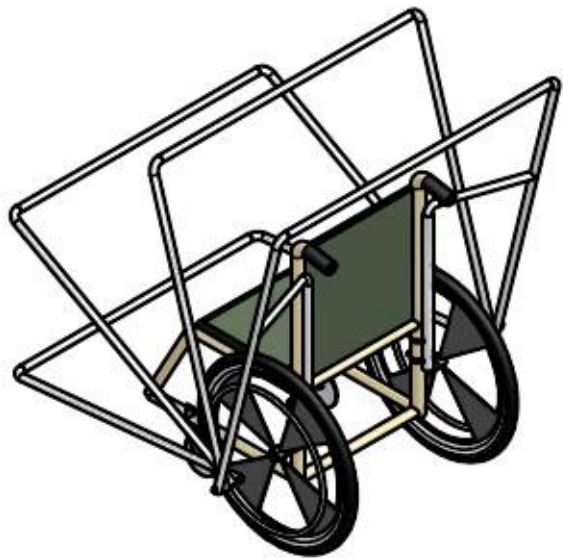


Capota fechada

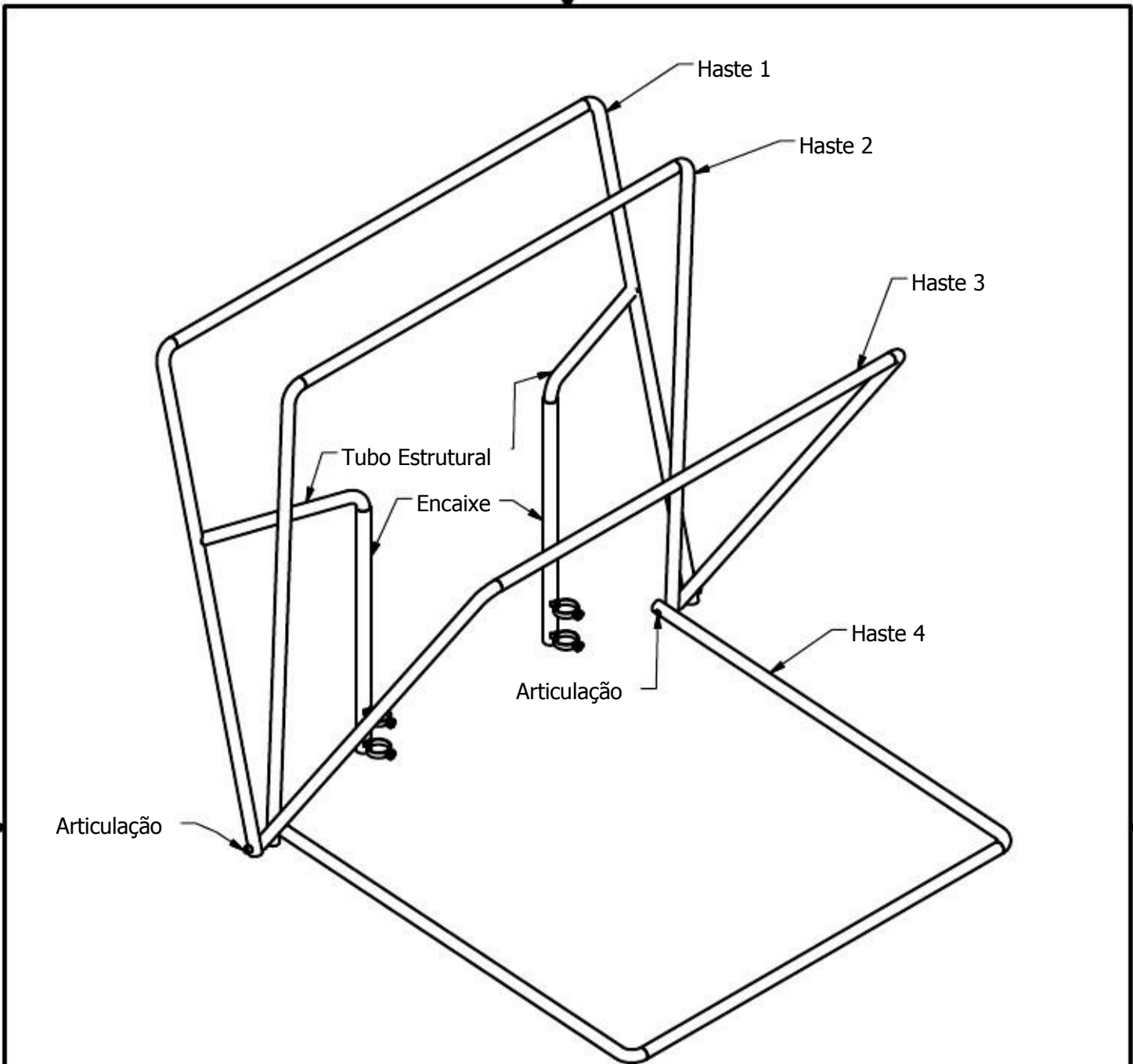
Capota aberta



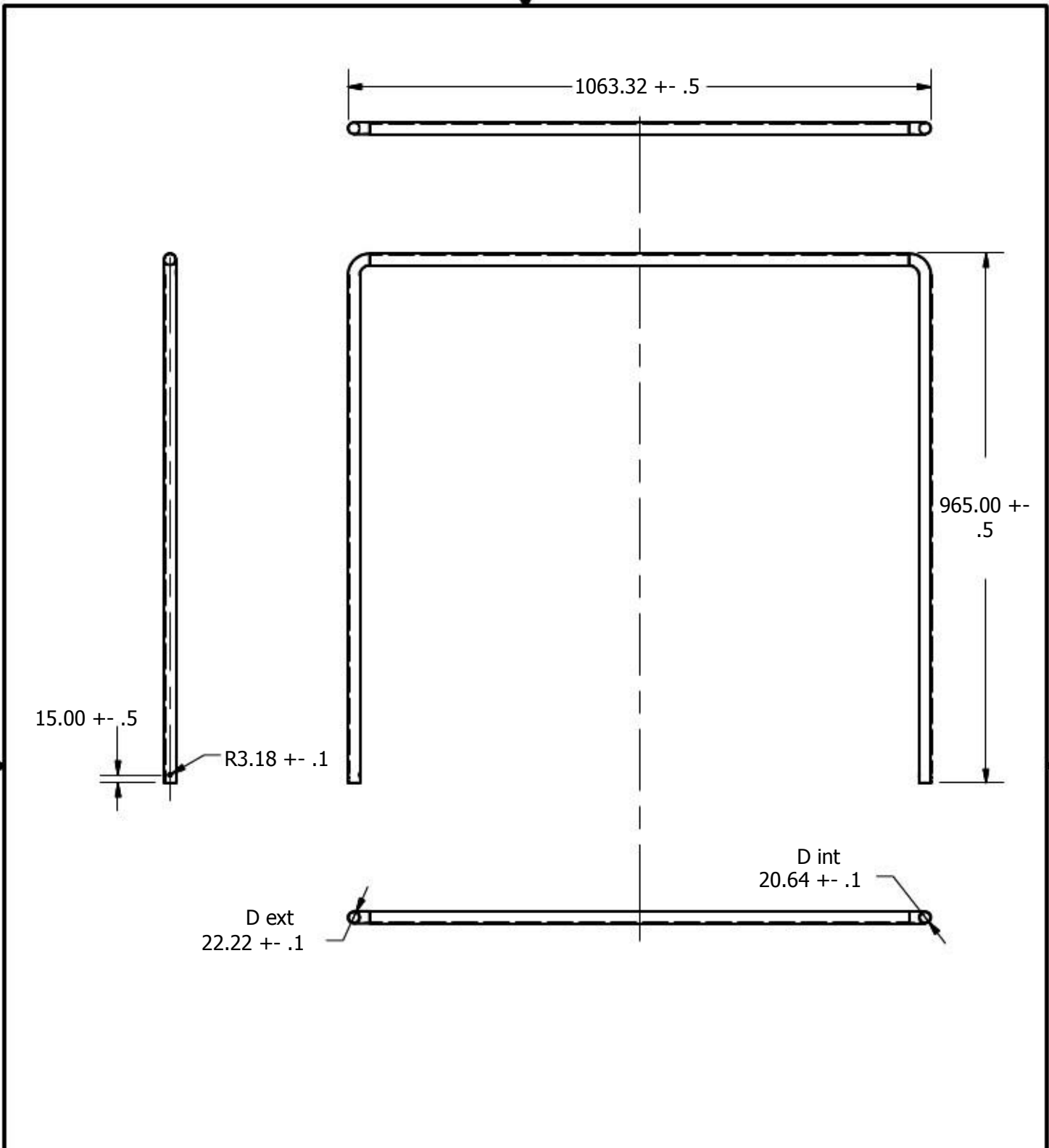
DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	Conjunto montado em uma cadeira de rodas		
MFG			
APPROVED	SIZE	DWG NO	REV
	A4	Conjunto+Cadeira	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	



DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	Vistas do Conjunto		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	Conjunto+Cadeira_2	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

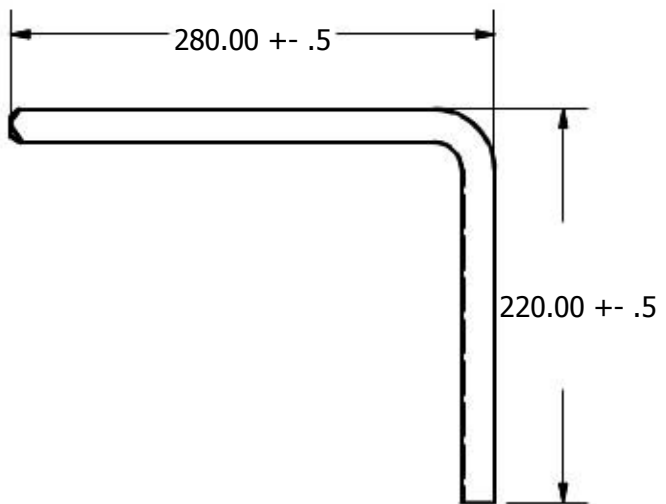
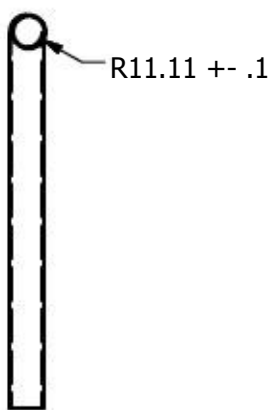
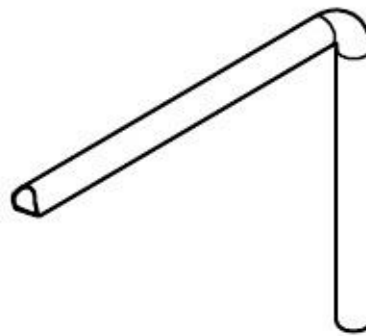
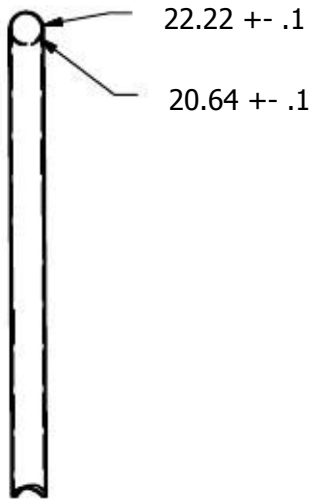


DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	Montagem: Estrutura de Alumínio e Tubos de Encaixe		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	Montagem	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

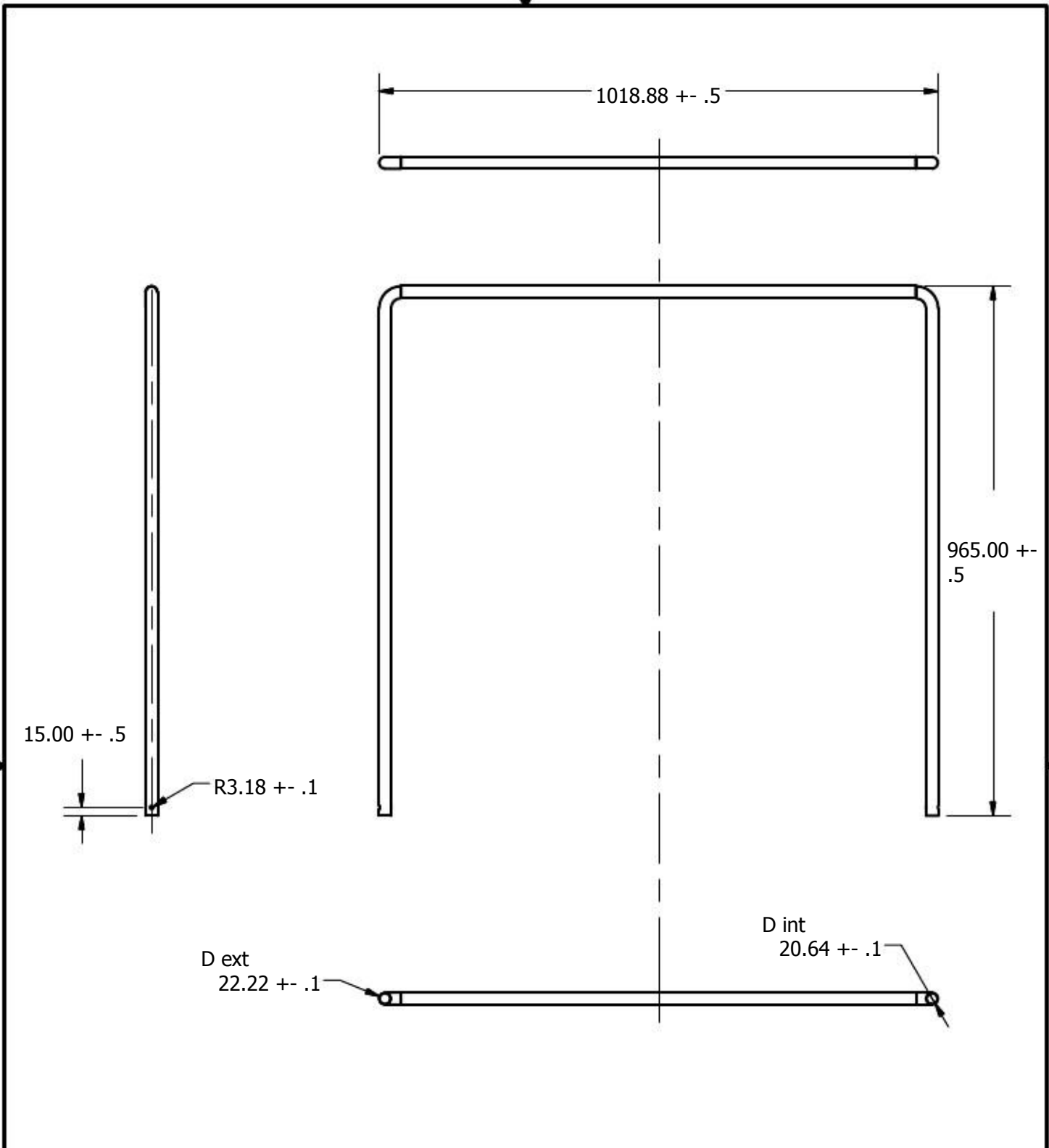


DRAWN	24/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	B1.1.1: Haste 1 (1x)		
MFG	Dwg No		
APPROVED	haste_1		REV
	SIZE	DWG NO	REV
	A4	haste_1	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	



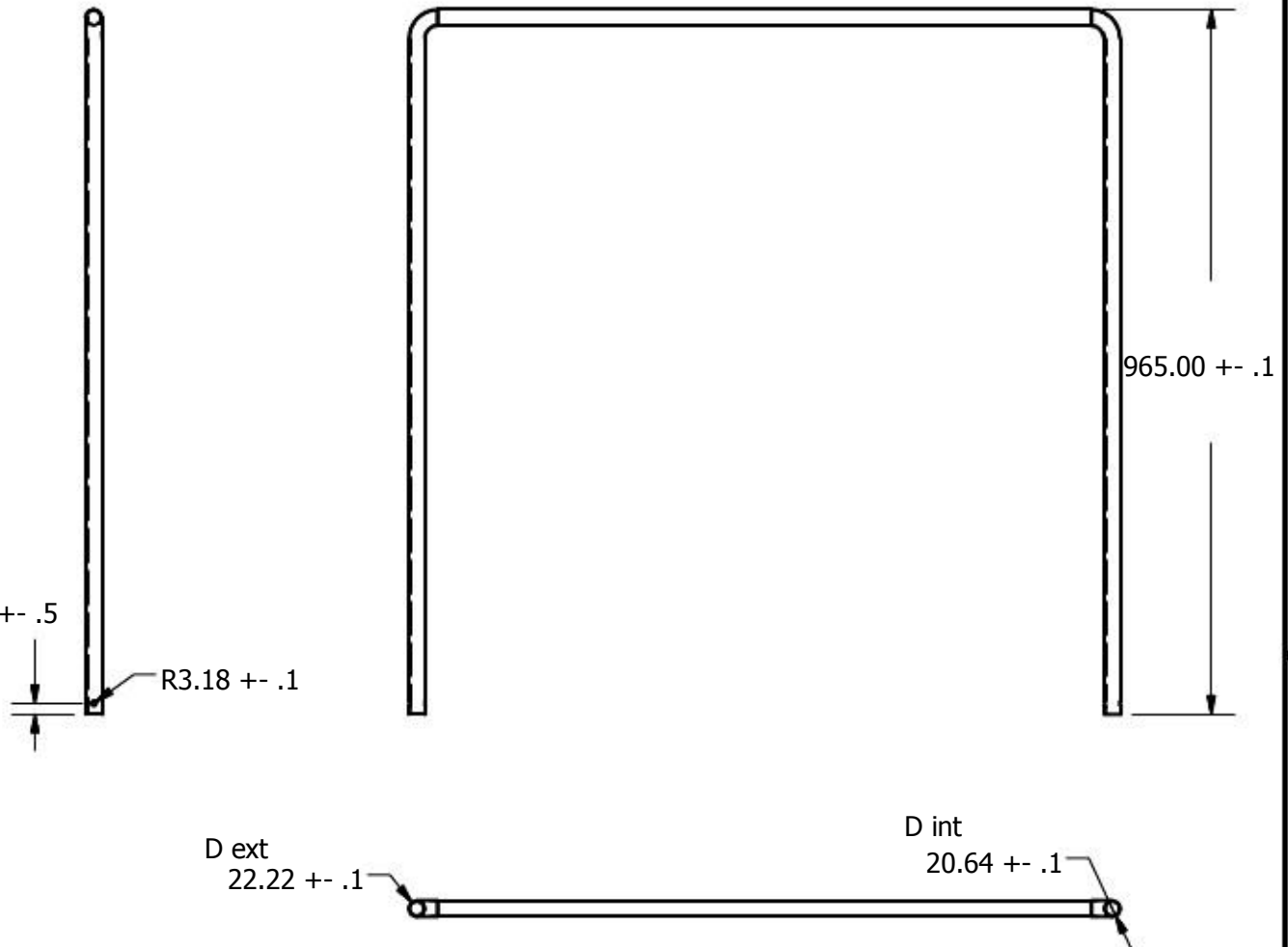
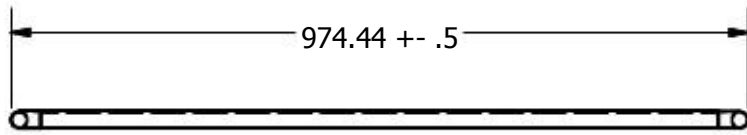


DRAWN	23/05/2010		
CHECKED			
QA	TITLE		
MFG	B1.1.2: Tubo Estrutural (2x)		
APPROVED			
	SIZE	DWG NO	REV
	A4	tubo_estrutural	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	



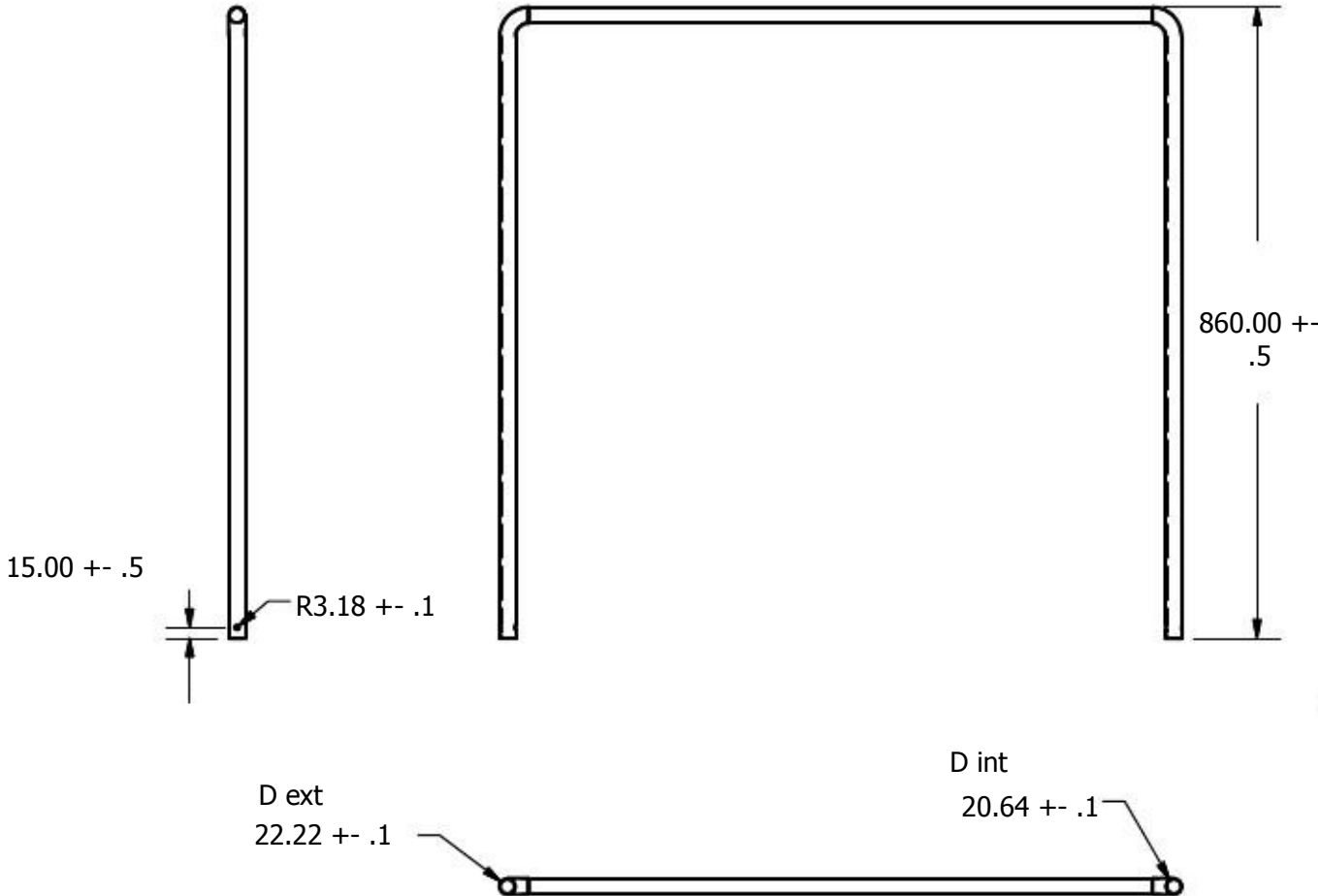
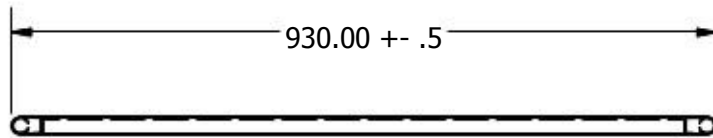
DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	B1.2: Haste 2		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	haste_2	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	





DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	B1.3: Haste 3		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	haste_3	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

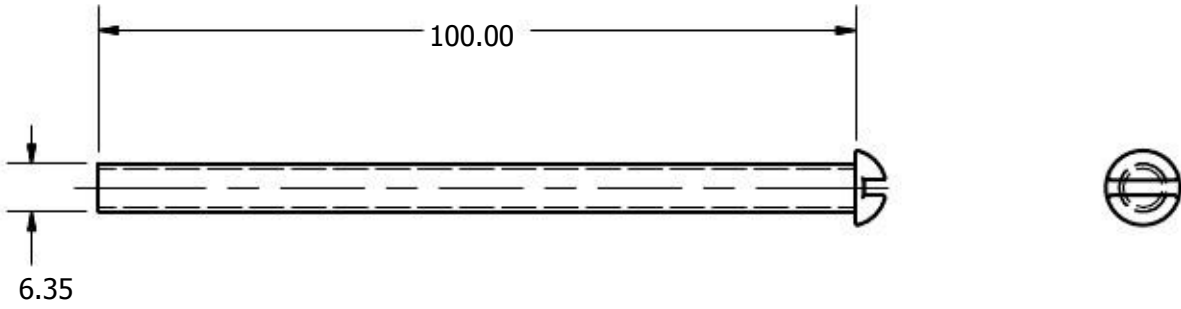




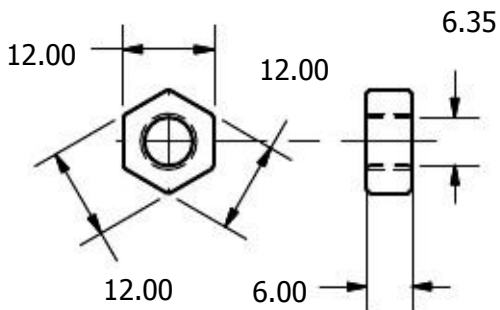
DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	B1.4: Haste 4 (1x)		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	haste_4	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	



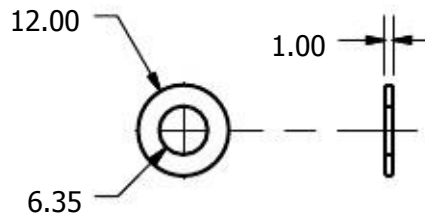
B2.1: Parafuso 1/4"



B2.2: Porca 12mm (2x)

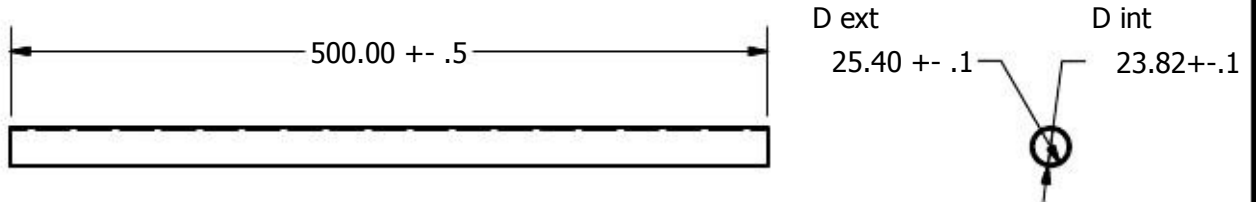


B2.3: Arruela

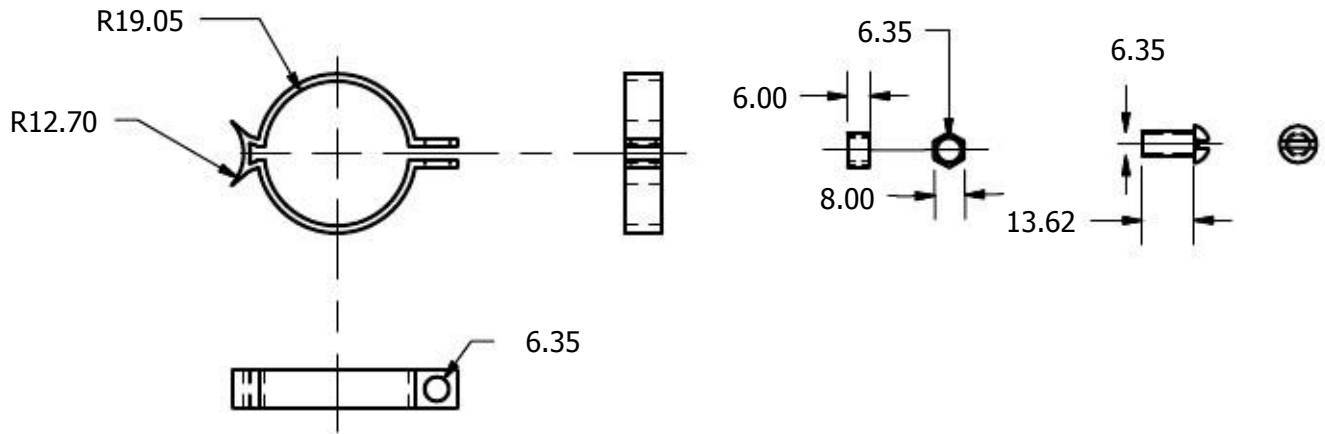


DRAWN	23/05/2010		
CHECKED			
QA	TITLE		
MFG	B2. Articulação		
APPROVED	B2.1: Parafuso		
	SIZE	DWG NO	REV
		Articulação	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

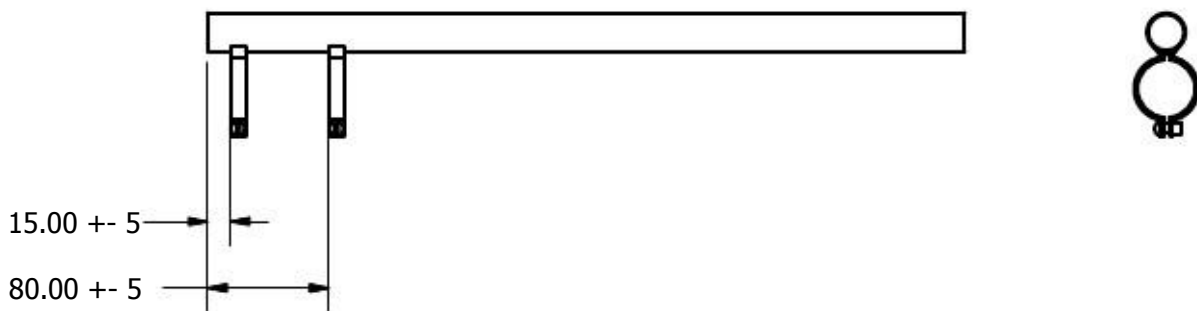
Tubo de Encaixe (2x) - Esc.: 1/5



Abra adeira (2x), Porca 8mm (2x), Parafuso (2x) - Esc.: 1/2



Conjunto de Encaixe na Estrutura do Encosto da Cadeira (2x) - Esc.: 1/5



DRAWN	23/05/2010		
CHECKED	TITLE		
QA	D: Tubo de Encaixe		
MFG	SIZE	DWG NO	REV
APPROVED	A4	encaixe	
	SCALE	SHEET 1 OF 1	

