

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

**EQUIPAMENTO PORTÁTIL DE COLETA DE MATERIAL PARA PREVENÇÃO DE CÂNCER  
NO COLO UTERINO**

Alexandre Kyoshiro Kato

São Paulo  
2005

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

**EQUIPAMENTO PORTÁTIL DE COLETA DE MATERIAL PARA PREVENÇÃO DE CÂNCER  
NO COLO UTERINO**

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

Alexandre Kyoshiro Kato

Orientador: Marcelo Massarani

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica

São Paulo  
2005

TF 05  
K 156m

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011883

1505852

**Kato, Alexandre Kyoshiro**

**Mesa ginecológica portátil / A.K. Kato. – São Paulo, 2005.**

**p.**

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

**1.Estruturas (Projeto) 2.Equipamentos e provisões  
hospitala-  
res I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Departamento de Engenharia Mecânica II.t.**

TE 05  
K 156m

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600011883

1505852

**Kato, Alexandre Kyoshiro**

**Mesa ginecológica portátil / A.K. Kato. – São Paulo, 2005.**

**p.**

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

**1.Estruturas (Projeto) 2.Equipamentos e provisões  
hospitala-  
res I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Departamento de Engenharia Mecânica II.t.**

## **RESUMO.**

O projeto da mesa ginecológica portátil tem como objetivo auxiliar o Hospital do Câncer de Barretos na prevenção do câncer de colo uterino através do desenvolvimento e construção do protótipo deste equipamento. Para isso, foram definidas algumas especificações técnicas a serem respeitadas, seguidas do desenvolvimento de diversas alternativas de soluções. Todas essas alternativas foram avaliadas constantemente durante o desenvolvimento do projeto de forma a se garantir a qualidade do mesmo. Para avaliar a qualidade do projeto foram definidos Indicadores de qualidade que serviram também como parâmetros julgados para determinar a melhor solução dentre as propostas. Esta solução obtida foi avaliada mais detalhadamente, sofrendo diversas alterações com o intuito de simplificar o produto final sem abrir mão de suas funcionalidades e foi também dimensionada através de estudos de tensões e deformações presentes nas suas estruturas.

## **ABSTRACT**

The target of this portable gynecological equipment is to help “Hospital do Câncer de Barretos” on preventing uterine cancer. Our contribution to this is the design and build of a prototype of this equipment. At the beginning of the project, some technical specifications were defined and they were followed during the entire project. The methodology applied consists on the development of some solutions and evaluate all of them constantly against some quality drivers. After this, the best alternative was chosen.

The next step was the design and build of a prototype in order to analyze the compatibility and functioning of the solution. On this step, some incompatibilities were found causing some changes on the chosen solution. After these changes, a new sizing was made, considering tension a deformation theories and to conclude, some draws were made and plotted to make the prototype construction possible.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	ETAPAS DO PROJETO .....	3
2.1.	Cronograma Físico do Projeto.....	4
2.2.	Estudo de viabilidade.....	6
2.2.1.	Estudo da necessidade e pesquisa sobre o assunto .....	6
2.2.2.	Especificação Técnica do projeto .....	6
2.2.3.	Síntese de Soluções.....	6
2.2.4.	Análises (técnica/legal/econômica/financeira/ambiental).....	6
2.3.	Apresentação do Projeto Parcial.....	7
2.3.1.	Elaboração do Relatório Parcial .....	7
2.3.2.	Elaboração da Apresentação Parcial .....	7
2.3.3.	Elaboração do Pôster Parcial .....	7
2.4.	Projeto Básico .....	7
2.4.1.	Seleção da melhor alternativa.....	7
2.4.2.	Desenvolvimento de modelos (sensibilidade, compatibilidade e estabilidade).....	8
2.4.3.	Consolidação dos materiais resultantes.....	8
2.5.	Construção do Protótipo .....	8
2.5.1.	Busca por patrocínio .....	8
2.5.2.	Aquisição dos materiais .....	8
2.5.3.	Preparação das peças.....	9
2.5.4.	Montagem.....	9
2.6.	Projeto Executivo .....	9
2.6.1.	Elaboração dos desenhos do produto.....	9
2.7.	Testes .....	9
2.7.1.	Realização de testes no protótipo .....	9
2.8.	Apresentação do Projeto Final .....	9
2.8.1.	Elaboração do Relatório Final .....	9
2.8.2.	Elaboração da Apresentação Final.....	10
2.8.3.	Elaboração do Pôster Final.....	10
3.	LEVANTAMENTO DA NECESSIDADE .....	11
4.	AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA .....	13
5.	ESTUDO DE MERCADO .....	14
6.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	19
6.1.	Funcionais .....	19
6.2.	Operacionais.....	20
6.3.	Construtivas.....	20
7.	INDICADORES DE QUALIDADE .....	21
8.	SÍNTESE DE SOLUÇÕES .....	23
8.1.	Descrição das partes e suas alternativas .....	23
8.1.1.	Montagem da mesa ginecológica.....	23
8.1.2.	Pernas .....	26
8.1.3.	Apoios .....	27
8.1.4.	Tampo .....	28

9.	ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS COM RELAÇÃO AOS INDICADORES .....	30
10.	SOLUÇÃO ESCOLHIDA .....	31
10.1.	Esboço da solução escolhida .....	32
11.	ALTERAÇÕES REALIZADAS DURANTE A ELABORAÇÃO DO PRÉ-PROTÓTIPO .....	33
11.1.	Evolução na solução proposta .....	34
11.2.	Descrição da nova solução .....	35
11.3.	Fabricação do pré-protótipo intermediário .....	37
12.	DIMENSIONAMENTO DA NOVA SOLUÇÃO .....	37
12.1.	Peças a serem dimensionadas .....	37
12.2.	Análise de tensão .....	38
12.2.1.	Encostos .....	38
12.2.2.	Pernas e Barra para Inclinação .....	38
12.2.3.	Barra guia .....	39
12.2.4.	Junção Perna – Mesa .....	40
12.3.	Resultado do dimensionamento .....	41
12.3.1.	Pernas .....	41
12.3.2.	Barra Guia (Perfil C) .....	41
12.3.3.	Encosto .....	42
12.3.4.	Junção Perna – Mesa .....	43
12.3.5.	Carrinho .....	43
12.3.6.	Barra para inclinação .....	44
12.4.	Materiais necessários para fabricar o equipamento .....	44
13.	MODELO 3D FINAL .....	46
14.	CONCLUSÃO E RESULTADOS .....	48
15.	REFERÊNCIAS .....	49
16.	ANEXOS .....	50
16.1.	Desenho de conjunto do produto .....	50
16.2.	Desenhos de fabricação .....	51



## 1. INTRODUÇÃO

O câncer de colo uterino é o mais comum entre as mulheres no Brasil, correspondendo a aproximadamente 24% de todos os cânceres, e o segundo mais comum entre as mulheres do mundo, correspondendo a 15% dos cânceres femininos. Apesar destes números, devido a lenta evolução desta doença, este câncer pode ser facilmente combatido, e a melhor forma de combate a este câncer é a realização de exames preventivos periódicos, o qual vem se demonstrando extremamente eficiente no combate a esta doença.

Mesmo sendo simples o combate a este câncer, são poucas as mulheres que realizam este tipo de exame e, de acordo com texto informativo sobre a prevenção do câncer de colo uterino publicado pelo Hospital Albert Einstein, somente 30% das mulheres realizam este exame pelo ao menos três vezes durante a vida, sendo que, através destes exames preventivos, que possibilitam a detecção precoce do câncer de colo uterino, associados ao tratamento correto, é possível a redução de até 90% das ocorrências desta doença.

Desta forma, com o intuito de auxiliar na prevenção ao câncer de colo uterino, um equipamento portátil para a realização deste exame preventivo (exame de Papanicolau), idealizado pelo médico José Reinaldo Walter de Almeida, foi desenvolvido e patenteado no ano de 1994 pelo Hospital do Câncer de Barretos, de tal forma que, em posse deste equipamento, uma enfermeira capacitada (Creusa de Moraes Saure – nomeada “Mulher do Ano” pela UNICEF em 1998) visitava as mulheres que residiam na periferia da cidade de Barretos. Com este projeto, muitas mulheres foram atendidas e diversos casos de câncer de colo uterino em estágio inicial foram detectados e curados.



**Figura 1 - Foto da mesa ginecológica portátil do Hospital do Câncer de Barretos**

Este equipamento consiste de uma maleta que, quando desdobrada e devidamente montada, transforma-se numa mesa ginecológica na qual é possível realizar o exame de Papanicolau. Atualmente, esta mesa não vem sendo utilizada pelo Hospital do Câncer de Barretos pois unidades móveis mais modernas foram adquiridas pelo hospital e também devido à amplitude de mulheres atendidas na região. Entretanto, este equipamento pode ser aplicado em diversas regiões do Brasil e do Mundo, sendo necessário realizar algumas melhorias, dentre elas o conforto e a segurança da mesa.

Para realizar tal melhoria, serão realizadas análises quanto aos materiais a serem utilizados na sua fabricação, estrutura da mesa para melhorar a segurança sobre ela, estudos sobre ergonomia, mecanismos para montagem e desmontagem, análises financeiras, entre outras que forem julgadas necessárias.

Vale ressaltar que este projeto tem como foco o projeto do produto, sem levar em consideração o aspecto de mercado e produção em larga escala do equipamento.

## **2. ETAPAS DO PROJETO**

A seguir, está apresentado o cronograma físico do projeto, seguido das descrições dos passos a serem realizados durante o andamento do projeto. Vale ressaltar que estão inclusos, como passos do projeto, as apresentações parcial e final a serem realizadas nos finais do primeiro e segundo semestres.

## 2.1. Cronograma Físico do Projeto

Atividade/Período	Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto			
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4
Estudo da necessidade e pesquisa sobre o assunto																				
Especificação técnica do projeto																				
Síntese das soluções																				
Análise técnica e legal																				
Análise econômica																				
Análise Financeira																				
Análise Ambiental																				
Elaboração do relatório parcial																				
Apresentação do projeto Parcial																				
Elaboração da apresentação parcial																				
Elaboração do pôster parcial.																				
Seleção da melhor alternativa.																				
Desenvolvimento de modelos e aprofundamento da solução																				
Análises sobre o modelo (sensibilidade, compatibilidade e estabilidade)																				
Consolidação dos materiais resultantes																				
Busca por patrocínio																				
Aquisição dos materiais																				
Preparação das peças																				
Montagem																				
Elaboração dos desenhos do produto																				
Projeto Executivo																				
Realização de testes no protótipo																				
Teste																				
Elaboração do relatório Final																				
Apresentação do projeto Final																				
Elaboração da apresentação Final																				
Elaboração do pôster Final																				

Atividade/Período		Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
		sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4
Estudo de Viabilidade	Estudo da necessidade e pesquisa sobre o assunto																
	Especificação técnica do projeto																
	Síntese das soluções																
	Análise técnica e legal																
	Análise econômica																
	Análise Financeira																
	Análise Ambiental																
	Elaboração do relatório parcial																
Apresentação do projeto Parcial	Elaboração da apresentação parcial																
	Elaboração do pôster parcial.																
	Seleção da melhor alternativa.																
Projeto Básico	Desenvolvimento de modelos e aprofundamento da solução																
	Análises sobre o modelo (sensibilidade, compatibilidade e estabilidade)																
	Consolidação dos materiais resultantes																
	Busca por patrocínio																
	Aquisição dos materiais																
Construção do Protótipo	Preparação das peças																
	Montagem																
Projeto Executivo	Elaboração dos desenhos do produto																
Teste	Realização de testes no protótipo																
	Elaboração do relatório Final																
Apresentação do projeto Final	Elaboração da apresentação Final																
	Elaboração do pôster Final																

## **2.2. Estudo de viabilidade**

### **2.2.1. Estudo da necessidade e pesquisa sobre o assunto**

Serão expostas as pesquisas realizadas sobre a doença e informações extraídas durante visita ao hospital para embasar a necessidade do projeto da mesa portátil para realização de exame de Papanicolau.

### **2.2.2. Especificação Técnica do projeto**

Neste tópico, serão especificados alguns parâmetros técnicos para o projeto, levantados durante a visita ao Hospital do Câncer de Barretos. Estes parâmetros estão relacionados aos requisitos funcionais, operacionais e construtivos a serem atendidos pelo produto.

### **2.2.3. Síntese de Soluções**

Serão especificadas algumas soluções para o projeto, com a finalidade de se obter diversas alternativas a serem julgadas numa fase posterior do projeto. A elaboração de mais de uma alternativa tem como grande importância o levantamento de idéias e pontos de vista diferentes.

Nesta fase, as soluções são descritas com foco na funcionalidade, deixando para a fase seguinte o detalhamento da solução selecionada como a mais apropriada.

### **2.2.4. Análises (técnica/legal/econômica/financeira/ambiental)**

Como se trata de um produto a ser desenvolvido em parceria com o Hospital do Câncer de Barretos e, portanto, sem fins lucrativos, muitas das análises não serão realizadas de modo aprofundado, focando este tópico mais na análise técnica, sem desconsiderar os demais aspectos, especialmente o aspecto financeiro.

## **2.3. Apresentação do Projeto Parcial**

### **2.3.1. Elaboração do Relatório Parcial**

Nesta etapa será elaborado o documento contendo o máximo de informações referentes aos tópicos contidos no cronograma até a data programada.

### **2.3.2. Elaboração da Apresentação Parcial**

Nesta etapa será desenvolvida uma apresentação visual e oral para apresentar o resultado parcial e o andamento do projeto para os examinadores e para o orientador.

### **2.3.3. Elaboração do Pôster Parcial**

Nesta etapa será elaborado um pôster, seguindo o modelo proposto pela disciplina, no qual serão apresentados o tema, cronograma, objetivo e soluções obtidas. Este pôster ficará exposto para apresentação dos temas e resultados.

## **2.4. Projeto Básico**

### **2.4.1. Seleção da melhor alternativa**

Aplicando critérios, pesos e notas em uma matriz de decisão, será selecionada a melhor alternativa dentre as apresentadas no estudo de viabilidade. Esta alternativa será a base para os estudos do projeto nos passos seguintes a esta definição.

O detalhamento desta alternativa escolhida deve ser o maior possível, contendo estudos sobre materiais a serem aplicados, estrutura da mesa, mecanismo de montagem e desmontagem, dimensionamento das peças e processos de fabricação a serem aplicados na construção.

#### **2.4.2. Desenvolvimento de modelos (sensibilidade, compatibilidade e estabilidade).**

A fim de ilustrar o estudo realizado até o momento e a alternativa escolhida, serão desenvolvidos modelos para análise da sensibilidade (sensibilidade do produto em relação aos parâmetros), compatibilidade (compatibilidade entre os componentes do produto final) e estabilidade (estabilidade devido a influencia do meio ou uso).

#### **2.4.3. Consolidação dos materiais resultantes**

Tendo todos estes modelos criados e especificados, as análises e as devidas alterações realizadas, deve-se consolidar todo o material resultante a fim de se obter um resultado para o projeto. Este resultado será utilizado para a realização do protótipo o qual poderá trazer novas informações para complementar o projeto.

### **2.5. Construção do Protótipo**

#### **2.5.1. Busca por patrocínio**

Para a construção do protótipo, será necessária a arrecadação de fundos para a compra de material e os diversos gastos na construção do mesmo. Para tanto, será necessário encontrar empresas ou instituições interessadas em ajudar, tanto com valores financeiros, como no auxílio de construção e preparação das peças. Para esta etapa, deve ser um dos requisitos a pesquisa de preços de materiais no mercado a fim de se elaborar uma proposta de patrocínio concreta na quais os valores envolvidos na construção do protótipo estejam bem estimados.

#### **2.5.2. Aquisição dos materiais**

Tendo o patrocínio, será necessário comprar os materiais para a fabricação do protótipo. Nesta fase, devem ser apenas comprados os materiais, sendo que a pesquisa de preços deve ter sido realizada na fase anterior (busca por patrocínio).



### **2.5.3. Preparação das peças**

Com os materiais em mãos, será necessário aplicar os processos de fabricação necessários para a fabricação das peças componentes do protótipo a ser montado na fase seguinte.

### **2.5.4. Montagem**

Após a fabricação das peças, seguirá a fase de montagem das peças a fim de se obter o protótipo final.

## **2.6. Projeto Executivo**

### **2.6.1. Elaboração dos desenhos do produto**

Juntamente com a fase de testes, deve-se iniciar a fase de desenho de fabricação das peças e desenho de conjunto do equipamento, a fim de se possibilitar a construção do mesmo por outras pessoas.

## **2.7. Testes**

### **2.7.1. Realização de testes no protótipo**

Correndo paralelamente aos desenhos dos produtos, deverão ser realizados testes no protótipo a fim de se realizar uma análise prática do produto.

## **2.8. Apresentação do Projeto Final**

### **2.8.1. Elaboração do Relatório Final**

Nesta etapa será elaborado o documento contendo o máximo de informações referentes ao projeto de forma a demonstrar toda a metodologia utilizada, as soluções apresentadas, o detalhamento da solução escolhida e os resultados de análises e testes tanto no projeto como no protótipo.

### **2.8.2. Elaboração da Apresentação Final**

Nesta etapa será desenvolvida uma apresentação visual e oral para apresentar o resultado final do projeto desenvolvido. Serão apresentados todos os passos para a realização do projeto e os resultados finais do mesmo.

### **2.8.3. Elaboração do Pôster Final**

Nesta etapa será elaborado um pôster, seguindo o modelo proposto pela disciplina, no qual serão apresentados o tema, cronograma, objetivo e resultado final do projeto. Este pôster ficará exposto para apresentação dos temas e resultados.

### 3. LEVANTAMENTO DA NECESSIDADE

No ano de 1994, a enfermeira Creusa de Moraes Saure realizou um trabalho para prevenção de câncer de colo uterino nas regiões periféricas da cidade de Barretos. Para conseguir realizar o exame nas mulheres que não podiam ou não se sentiam confortáveis por algum motivo em ir até o hospital, a enfermeira utilizou um equipamento portátil, idealizado pelo médico José Reinaldo Walter de Almeida e construído e patenteado pelo Hospital do Câncer de Barretos, para realizar o exame nestas mulheres. Ela utilizava uma bicicleta na qual acoplava a maleta, que na sua primeira versão possuía cerca de 14 kg, e se dirigia à periferia para realizar o exame de porta em porta e, desta forma, conseguiu melhorar significativamente o índice de cânceres de colo uterino detectados em seu estágio inicial, no qual as chances de cura chegam a 100%. Desta forma, Creusa foi premiada com o prêmio de “Mulher do Ano” pela UNICEF em 1998.

Com a evolução do projeto e o auxílio de artistas e pessoas interessadas, a mesa ginecológica (um dos nomes como é conhecida) tornou-se desnecessária perante as unidades móveis, que possuem tanto locais para o exame do Papanicolau como para exames de mamografia e próstata. Entretanto, mesmo sem muita utilidade pelo Hospital do Câncer de Barretos, o Dr. Edmundo Carvalho Mauad, diretor do hospital, enfatiza a necessidade de desenvolvimento deste equipamento para aplicação em outras áreas geográficas as quais as unidades móveis não têm alcance, ou para a utilização onde seja necessária a aplicação desta mesa portátil.

Na opinião do Dr. Edmundo, esta mesa ainda pode trazer diversos benefícios à sociedade no combate ao câncer de colo uterino e, para tal, um equipamento melhor projetado poderia ser desenvolvido, de tal forma a se obter um produto final que passe mais confiança e conforto para as pacientes, e mais praticidade para as enfermeiras. Para tanto, o Hospital do Câncer de Barretos, associado à Escola Politécnica da USP estão apoiando o projeto desta mesa ginecológica.

Um dos fatores que concretiza a necessidade desta mesa ginecológica portátil é que, segundo o próprio Dr. Edmundo, este equipamento tem sido procurado por algumas pessoas interessadas no projeto, pois existem inúmeras regiões nas quais o exame preventivo não é realizado com a abrangência de mulheres desejada.

É importante notar que foi a partir da utilização desta mesa na cidade de Barretos que evoluiu o projeto de prevenção ao câncer que atualmente já conta com unidades móveis para as regiões próximas a cidade de Barretos. Desta forma, a aplicação da mesa em outros locais pode ser o início de projetos, como o realizado em Barretos, por todo o Brasil.

#### **4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA**

Como citado anteriormente, um equipamento portátil para coleta de material para prevenção de câncer de colo uterino já existe e diversas versões dele já foram produzidas, sendo que a primeira pesava cerca de 14 kg e a última pesa cerca de 5,5 kg. Desta forma, a necessidade levantada pelo próprio Hospital do Câncer é o aperfeiçoamento deste equipamento de forma a possibilitar uma melhor aplicação da mesma.

Devido a estas experiências anteriores no projeto deste equipamento não existe grande preocupação com o valor a ser investido na fabricação da mesa, pois já existe uma base de valores para produção das versões anteriores e, devido a funcionalidade da mesa não ser alterada, o valor não deve diferir muito dos anteriores. Ainda foi citado pelo Dr. Edmundo que, caso o valor seja alto (valor citado em torno de 1000 reais), o investimento será válido pois o produto final deve ser projetado para ter uma durabilidade boa.

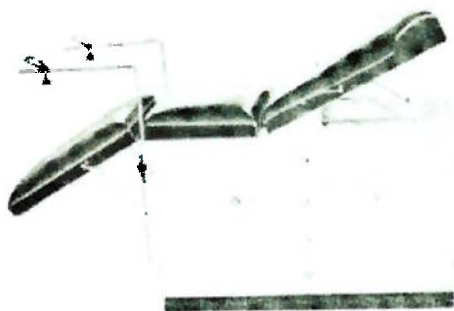
Para a realização do projeto, existe um total apoio do Hospital do Câncer de Barretos que está investindo na parceria com a Escola Politécnica. Desta forma, a fonte de investimentos para todas as etapas do projeto será o próprio hospital que já colaborou com os custos de transporte e hospedagem para visitação ao hospital.

Com posse de todas essas informações, pode-se verificar que o projeto se torna viável economicamente.

## 5. ESTUDO DE MERCADO

Através de pesquisa uma pesquisa de mercado, realizou-se o levantamento de alguns modelos de mesas ginecológicas que estão sendo comercializadas atualmente. A partir desses modelos encontrados, serão realizados estudos a fim de determinar algumas necessidades e algumas melhorias que podem ser aplicadas no projeto da mesa ginecológica portátil.

A seguir, podemos verificar alguns modelos encontrados:



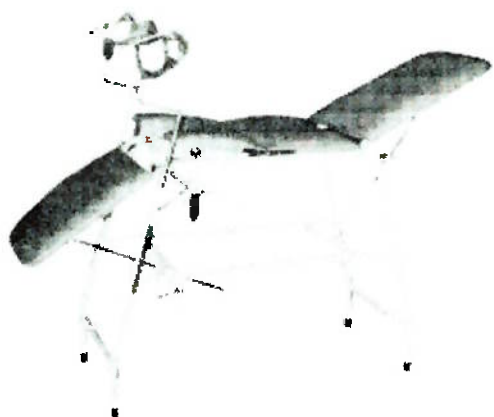
[www.movelaco.com.br](http://www.movelaco.com.br)

**M-356 - Mesa de Exames ginecológicos em madeira revestida com fórmica. Estofamento em espuma, revestida com courvin. NB: a parte inferior (gabinete) possui divisões para roupeiro.**

**M-353 - Mesa Ginecológica simples -**  
Assento ½ Trendellenburg, com gaveta. Duas perneiras. Armação tubular de 1.1/4" chapeada em aço. Pintura epóxi, opcional epoxi. Dimensões: 0,50 x 1,70 x 0,80 de altura. Peso: 30,5 kg.



[www.movelaco.com.br](http://www.movelaco.com.br)



[www.movelaco.com.br](http://www.movelaco.com.br)

**M-354 - Mesa Ginecológica de luxo -**

Modelo idêntico ao M-353, porém com o leito estofado em espuma e napa. Movimento telescópico, com pintura sintética, opcional epoxi.

Peso: 35 Kg.

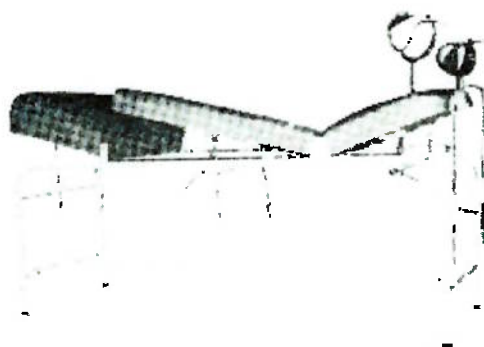
**M-355 - Mesa de Exames para Ginecologia e Urologia** - Perneiras especiais. Armação tubular de 1.1/4". Leito com 3 movimentos independentes, estofado com espuma e napa.

Pintura sintética, opcional epoxi.

Peso: 60 kg

Gastroenterologia - Pode ser adaptada para esta especialidade, invertendo-se a secção no centro do leito.

Dimensões: 0,65 x 1,80 x 0,80 de altura.



[www.movelaco.com.br](http://www.movelaco.com.br)



[www.staluzia.com.br](http://www.staluzia.com.br)

Construída com tubos de 1.1/4", esmaltada, com gaveta para escoamento, movimento de trendelemburg no leito. Acompanha par de porta-coxas estofados e suporte p/ balde. Dim.: 1.70m comp. X 0.50m larg. X 0.80m alt. Opcional : SL- 0980; SL- 2200 - colchonete p/ ginecológica 3 partes c/ cinto; SL- 2220 Colchonete 1 peça 1,10x 50x 4. Opção : SL-0962 - mesa ginecológica móvel, leito inox c/ porta coxa.

Leito inox e gaveta esmaltada, pés tubulares esmaltados, movimento de trendelemburg no leito, acompanha par de porta-coxas estofados.

Dim.: 1,70m comp. X 0,50m larg. X 0,80m altura. Opc.: SL- 0960 Leito fixo, esmaltada.



[www.staluzia.com.br](http://www.staluzia.com.br)





[www.staluzia.com.br](http://www.staluzia.com.br)

**Modelo Standard, leito e gaveta esmaltado com porta coxas estofados. Dim.: 1.70m comp. x 0.80m alt. Opc.: Leito inóx, leito móvel.**

**Modelo Standard, armação em tubo esmaltado, com gaveta esmaltada, leito fixo totalmente estofado em courvin. Acompanha par de porta-coxa estofado e haste em aço cromado e suporte para balde. Dimensões: 1.80 m comprimento x 0.53 m largura x 0.86 m altura. Opc.: Plastificada.**



[www.staluzia.com.br](http://www.staluzia.com.br)



[www.staluzia.com.br](http://www.staluzia.com.br)

Construída em madeira compensada revestida externamente de fórmica e internamente de verniz, leito acolchoado em espuma e napa, com 2 portas , 3 gavetas , 1 par de porta coxas , suporte p/ lençol descartável e cuba em aço inóx . Dimensões 1,20 x 0,60 x 0,80. Opcional: Suporte para colposcopia, cor de fórmica e napa. Opção : SL- 0986 Mesa ginecológica Luxal sem cuba.

- Tamanho: 185x66x75cm(CxLxA).
- Dobrável e prática, pode ser guardada em qualquer lugar
- Confortável, macia é revestida com material sintético com bases em metal;
- Vem com alça e rodinhas;



[www.comprefacil.com.br](http://www.comprefacil.com.br)

**Figura 2 - Fotos de mesas ginecológicas do mercado**

## 6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 6.1. *Funcionais*

- **Facilidade de montagem** – Devido à necessidade de atender a um grande número de pacientes por dia, a mesa deve possuir uma montagem de tal forma que uma única pessoa, no caso a enfermeira, seja capaz de montá-la ou desmontá-la em um tempo máximo de 5 minutos.
- **Conforto para a paciente** – Por ser um exame que provoca certo constrangimento na paciente, deve-se projetar uma mesa que torne o exame o menos desagradável possível. Desta forma, a mesa deve ser ergonômica, propiciando um maior conforto e também uma maior facilidade na coleta do material pela enfermeira. O Estudo da ergonomia determinará as dimensões da mesa que estão descritas mais abaixo.
- **Componentes necessários** - A mesa deve possuir apoios para as pernas da paciente, de forma a mantê-las em posição de exame ginecológico durante o exame. Esta posição requer que as pernas da paciente se posicionem de tal forma a formarem um ângulo de aproximadamente 60 graus. Outro componente da mesa deve ser o apoio para a cabeça da paciente, que deve prover um maior conforto para a paciente, devido às dimensões reduzidas da mesa.
- **Sensação de segurança** - A mesa não deve trepidar facilmente no momento do exame e deve possuir um aspecto visual que transmita segurança para a paciente, antes mesmo de a mesma deitar-se sobre ela.

## **6.2. Operacionais**

- **Cargas:** Suportar cargas acima de 150 kg
- **Vida Útil:** A vida útil da mesa deve ser maior que 3 anos

## **6.3. Construtivas**

- **Peso aproximado do equipamento:** 5 kg
- **Dimensões Maleta:** Deve estar contida dentro de um paralelepípedo de dimensões 80x45x20
- **Dimensões Mesa:** As dimensões da mesa foram determinadas através do estudo antropométrico (ergonomia) para uma pessoa de aproximadamente 1,80m. Desta forma, as dimensões da mesa devem obedecer aos seguintes limites:

Altura ideal: 65 cm

Largura mínima: 45 cm

Comprimento mínimo: 75 cm

## 7. INDICADORES DE QUALIDADE

A fim de controlar a qualidade das soluções propostas, foram definidos alguns Indicadores que devem ser constantemente avaliados durante o desenvolvimento do projeto de forma a verificar se as soluções propostas estão contemplando todos os pontos importantes do projeto. Além disso, para cada um deles será atribuído uma importância (Peso) e, desta forma, será possível determinar prioridades no momento em que alguma decisão que necessite ser tomada. Vale ressaltar que a atribuição de um peso baixo a um “indicador” não significa que o mesmo tenha pouca importância, pois este título é dado somente a parâmetros importantes. Esses Indicadores servirão também como parâmetros a serem analisados na matriz de decisão para a escolha da melhor alternativa.

Foram definidos os seguintes Indicadores:

<i><b>Indicador</b></i>	<i><b>Peso</b></i>	<i><b>Descrição</b></i>
<i><b>Praticidade</b></i>	<i><b>10</b></i>	É um requisito fundamental para o projeto, pois o equipamento não deve possuir uma montagem e desmontagem difícil, devendo ser simples e rápida.
<i><b>Tamanho</b></i>	<i><b>10</b></i>	Da mesma forma que para a praticidade, o tamanho da mesa e da maleta são requisitos fundamentais, tendo uma importância máxima atribuída. Entretanto, o foco deste “indicador” é possibilitar que o equipamento seja portátil.
<i><b>Peso</b></i>	<i><b>10</b></i>	Assim como para o “indicador” tamanho, este possui uma importância máxima no projeto pois é fundamental para garantir que o equipamento seja fácil de ser transportado.
<i><b>Custo</b></i>	<i><b>9</b></i>	Apesar de ser muito importante, o custo não possui a mesma importância que os Indicadores acima pois o foco principal do projeto é o desenvolvimento de um equipamento que satisfaça os requisitos para a realização do exame.
<i><b>Segurança</b></i>	<i><b>8</b></i>	A segurança transmitida pelo equipamento é muito importante

<b><i>Indicador</i></b>	<b><i>Peso</i></b>	<b><i>Descrição</i></b>
		para garantir o sucesso no exame e a segurança da própria paciente, devendo portanto ser avaliada.
<b><i>Conforto</i></b>	<b><i>7</i></b>	A fim de possibilitar um exame menos constrangedor para a paciente, foi definido que este “indicador” deve ser avaliado.
<b><i>Limpeza</i></b>	<b><i>6</i></b>	Por se tratar de um equipamento médico, o equipamento deve ser fácil de ser limpo. Desta forma, este “indicador” será avaliado.

Tabela 1. Indicadores de qualidade

## 8. SÍNTESE DE SOLUÇÕES

Para a síntese da solução, o equipamento será dividido em diversas partes e a combinação da melhor solução para cada uma dessas partes formará a solução escolhida a ser trabalhado no Projeto Básico.

As partes em que o equipamento foi dividido, assim como algumas soluções para cada uma destas partes estão descritas na tabela abaixo:

### 8.1. *Descrição das partes e suas alternativas*

#### 8.1.1. Montagem da mesa ginecológica

##### 8.1.1.1. Partes

Como a mesa ginecológica deve ser portátil, deve-se pensar em alternativas para torná-la compacta, de forma a tornar-se possível de ser carregada. Para satisfazer essa necessidade, foram propostas as seguintes soluções:

- Longitudinal em duas partes
- Longitudinal em três partes
- Transversal em duas partes
- Transversal em três partes

Cada uma das soluções listadas acima está descrita na tabela abaixo:

<b>Longitudinal em duas partes</b>	Neste tipo de montagem, o tampo da mesa (encosto) é dividido em duas partes iguais, de forma que o comprimento das partes é mantido e a largura de cada uma das partes se torna a metade da largura total da mesa.
<b>Longitudinal em três partes</b>	Neste tipo de montagem, o tampo da mesa é dividido em 3 partes, sendo que a largura da parte central é o dobro de cada uma das outras

	partes que são idênticas entre si, que se fecham sobre a parte central para tornar a mesa mais compacta.
<b>Transversal em duas partes</b>	Neste tipo de montagem, o tampo da mesa (encosto) é dividido em duas partes iguais, de forma que a largura das partes é mantido e o comprimento de cada uma das partes se torna a metade do comprimento total da mesa.
<b>Transversal em três partes</b>	Neste tipo de montagem, o tampo da mesa é dividido em 3 partes, sendo que o comprimento da parte central é o dobro de cada uma das outras partes que são idênticas entre si, que se fecham sobre a parte central para tornar a mesa mais compacta.

Tabela 2: Partes

#### 8.1.1.2. Dobradiças

Para montar as partes descritas na seção 8.1.1.1, existe a possibilidade de haver ou não dobradiças. Desta forma, foram propostas as seguintes soluções:

<b>Não. (Escurregamento)</b>	Nesta solução, as dobradiças são substituídas por um mecanismo no qual as partes escorregam entre si.
<b>Não. (Totalmente desacoplada)</b>	Nesta solução, as partes ficam separadas e a montagem não é realizada através das dobradiças.
<b>Sim</b>	Nesta solução, as partes são acopladas por dobradiças, de forma a se articularem entre si.

Tabela 3: Dobradiças

#### 8.1.1.3. Mecanismo de dobramento das pernas da mesa

Este mecanismo é uma das principais partes da mesa, pois é através dele, associado ao item 8.1.1-Montagem, que a mesa se tornará portátil. Como soluções, foram apresentados os seguintes mecanismos:



<b>Mecanismo com duas barrinhas e trava</b>	Este mecanismo é composto por quatro pernas independentes, sendo que cada uma delas é articulada à mesa (ou à uma estrutura que serve de apoio para o encosto da mesa). Apoiada a cada uma das pernas, existe um mecanismo composto por duas barras articuladas entre si, sendo que uma das extremidades deste mecanismo de duas barras é articulada à perna da mesa e a outra à própria mesa (ou à estrutura apresentada anteriormente). Desta forma, esse mecanismo funciona como um limitador do movimento da perna, além de funcionar como uma “Mão francesa”.
<b>Removível com parafuso</b>	Este mecanismo consiste de quatro pernas independentes, sendo que cada uma delas possui uma extremidade que é encaixada a mesa, e um outra barra, que sai aproximadamente da metade da perna, que possui em sua extremidade um furo no qual é encaixado um parafuso contido na mesa. Através de uma borboleta, esta perna é fixada.
<b>Removível com Plug</b>	Este mecanismo consiste de quatro pernas independentes, sendo que cada uma delas possui um plug em suas extremidades. Cada um desses plugs deve ser acoplado ao seu complemento na mesa.
<b>Removível rosqueado</b>	Este mecanismo consiste de quatro pernas independentes, sendo que cada uma delas possui uma de suas extremidades rosqueada, que deve ser diretamente acoplada à mesa.
<b>Mecanismo de tábua de passar</b>	Consiste de dois mecanismos compostos por duas barras longas, presas em sua metade por um pino que possibilita que as mesmas rotaçãoem entre si. Na parte superior, uma das barras é fixa em um dos lados da mesa e a outra barra fica móvel. Para manter a mesa aberta, existe um apoio para a parte superior desta outra barra de forma a travar o movimento dela.
<b>Mecanismo de base retrátil e pernas articuladas</b>	Este mecanismo consiste de duas canaletas cilíndricas localizadas debaixo da estrutura principal (metade do encosto), sendo que dentro delas corre um outro tubo cilíndrico. Desta forma, quando este tubo que corre por dentro da canaleta é puxado, vira um

	apoio no qual pode ser apoiada a outra parte do encosto. Na extremidade que fica para fora da canaleta, existe um mecanismo de pernas representado na Figura 3 - Isométrica da solução escolhida (esboço)
--	---

Tabela 4: Mecanismo de dobramento das pernas da mesa

## 8.1.2. Pernas

### 8.1.2.1. Material das Pernas

Assim como foram definidos materiais para o encosto da mesa, devem ser definidos alguns materiais para serem utilizados nas pernas da mesa. Os materiais selecionados foram:

- Alumínio
- Aço

### 8.1.2.2. Perfil das Pernas

A fim de auxiliar o desenvolvimento do mecanismo para fechamento das pernas da mesa, podem ser selecionados dois tipos de perfis para as mesmas. Os perfis selecionados foram:

- Perfil Circular
- Perfil Retangular

### 8.1.2.3. Tipo das pernas

As pernas da mesa são partes fundamentais para transmitir e garantir a segurança da mesa. Para esta parte, foram apresentadas seguintes soluções:

<b>Inclinadas articuladas</b>	Nesta solução, as pernas ficam inclinadas em relação ao solo e, para tornar-se mais compacta, podem ser articulada em 2 partes, iguais ou não.
<b>Inclinadas Inteiras</b>	Nesta solução, as pernas ficam inclinadas em relação ao solo. Entretanto não possuem articulação para tornar-se mais compacta.
<b>Perpendiculares Articuladas</b>	Nesta solução, as pernas ficam perpendiculares em relação ao solo e, para tornar-se mais compacta, podem ser articulada em 2 partes, iguais ou não.
<b>Perpendiculares Inteiras</b>	Nesta solução, as pernas ficam perpendiculares em relação ao solo. Entretanto não possuem articulação para tornar-se mais compacta.
<b>Telescópica</b>	Nesta solução as pernas são telescópicas, sendo compostas por 2 partes.

Tabela 5: Tipo das pernas

## 8.1.3. Apoios

### 8.1.3.1. Apoio para as mãos

A fim de transmitir segurança para a paciente, foi proposta a utilização de apoios para as mãos de forma que durante o exame a paciente tenha acesso a um local onde possa se firmar melhor à mesa. Como a mesa possui dimensões reduzidas, este apoio para as mãos pode ser utilizado como alça para a maleta, podendo ser fixo ou acoplável.

#### **8.1.3.2. Apoio para a cabeça**

Devido às dimensões reduzidas da mesa e a fim de proporcionar mais conforto e segurança para a paciente, foi proposta a utilização de apoios para a cabeça. Desta forma, foi proposta a utilização de um apoio de cabeça que pode ser fixo ou acoplável, podendo ainda ter sua altura regulada ou não. A regulação da altura do apoio visa a melhor utilização da mesma por mulheres de diversas alturas de forma mais confortável.

#### **8.1.3.3. Apoio para as pernas**

Para manter a mulher na posição de exame ginecológico é essencial a presença de apoio para as pernas. Como alternativa para este item, foram propostos o apoio para a coxa (utilizado na maioria das mesas ginecológicas), e o apoio para os pés (utilizado na mesa portátil atualmente desenvolvida). Para o caso do apoio para a coxa, como a paciente apoiará as nádegas próxima à ponta da mesa, seria necessário que o apoio ficasse mais distante da mesa.

### **8.1.4. Tampo**

#### **8.1.4.1. Configuração**

Uma funcionalidade que pode ser acrescentada à mesa é o encosto reclinável, presente na maioria das mesas ginecológicas do mercado. Entretanto, apesar deste fato, não é obrigatório que o encosto seja reclinável. Para o caso de ser reclinável, a solução proposta prevê uma estrutura articulável sobre a qual é montado o encosto da mesa e, apoiada a uma das barras dessa estrutura, uma outra barra contendo apoios que se acoplam à estrutura da base para definir diversos ângulos de inclinação. Esta estrutura pode, ou não estar ligada às pernas da mesa.

#### **8.1.4.2. Material do Encosto**

Como citado anteriormente, o encosto é uma das partes principais da mesa e, assim como para o restante da mesa, é necessário definir um material para ele.

Como ele deve suportar o peso da pessoa e ao mesmo tempo ser leve e relativamente barato, foram selecionados os seguintes materiais:

- Inox
- PVC
- Alumínio

#### **8.1.4.3. Estofamento**

A fim de proporcionar um melhor conforto para a paciente, foi proposta a utilização de um estofamento na mesa. Desta forma, analisando as mesas disponíveis no mercado foram definidos dois materiais para o revestimento do estofamento. O courvin e a napa.

## 9. ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS COM RELAÇÃO AOS INDICADORES

Peça	Tipo	Alternativa	Custo	Praticidade	Tamanho	Limpeza	Peso	Conforto	Segurança	Total
Montagem	Dobradiça	Não. (Escorregamento)	2	4	-	-	-	-	4	90
		Não. (Totalmente desacoplada)	4	2	-	-	-	-	2	72
		Sim	3	4	-	-	-	-	4	99
		Com duas barrinhas e trava (camping)	3	3	3	-	-	-	4	119
	Mecanismo de pernas	Removível com parafuso	4	-	3	-	-	-	4	98
		Removível com Plug	3	2	3	-	-	-	3	101
		Removível rosqueado	4	1	3	-	-	-	4	108
		Tabua de passar	2	4	1	-	-	-	3	92
		Base retrátil e pernas articuladas	2	3	4	-	-	-	4	120
		Longitudinal em 2 partes	4	4	2	-	-	-	-	96
	Partes	Longitudinal em 3 partes	2	2	2	-	-	-	-	58
		Transversal em 2 partes	4	4	3	-	-	-	-	106
		Transversal em 3 partes	2	2	4	-	-	-	-	78
		Aço	4	-	-	-	2	-	-	56
	Material	Alumínio	3	-	-	-	4	-	-	67
		Aço Inox	2	-	-	-	2	-	-	38
	Perfil	Circular	4	-	-	-	4	-	-	76
		Retangular	3	-	-	-	3	-	-	57
Pernas	Tipo	Inclinadas articuladas	3	3	4	-	-	-	4	129
		Inclinadas inteiras	4	4	1	-	-	-	4	118
		Retas Articuladas	3	3	4	-	-	-	3	121
		Retas inteiras	4	4	1	-	-	-	3	110
		Telescópica	2	2	4	-	-	-	2	94
		Acoplável com regulagem de altura	3	3	4	-	-	4	-	125
	Cabeça	Acoplável sem regulagem de altura	3	3	4	-	-	2	-	111
		Fixo com regulagem de altura	3	4	2	-	-	4	-	115
		Fixo sem regulagem de altura	3	4	2	-	-	2	-	101
		Sem apoio de cabeça	4	4	4	-	-	-	-	116
Apoios	Mãos	Acoplável	3	2	3	-	-	-	4	109
		Fixo (alça)	3	3	2	-	-	-	4	109
		Sem apoio para mãos	4	4	4	-	-	-	3	140
	Pernas	Apoio para coxa com regulagem de altura	2	2	-	-	-	4	-	66
		Apoio para coxa sem regulagem de altura	3	4	-	-	-	2	-	81
		Apoio para o pé	4	4	-	-	-	4	-	104
		Não Reclinável	4	-	-	-	-	3	-	57
	Configuração	Reclinável	3	-	-	-	-	4	-	55
		estofado em espuma e napa	3	-	-	2	3	4	-	97
		Estofamento em espuma, revestida com courvin	3	-	-	2	3	4	-	97
Tampo	Estofamento	Não	4	-	-	4	4	1	-	107
		Alumínio	3	-	-	3	3	3	4	128
		Inox	2	-	-	4	3	3	4	125
	Material	PVC	4	-	-	1	4	4	2	126

Tabela 6: Tabela de decisão e análise de Indicadores

## 10.SOLUÇÃO ESCOLHIDA

A solução escolhida foi definida através da atribuição de notas a cada uma das alternativas, para cada um dos Indicadores cabíveis para a alternativa a ser avaliada. Além da análise das notas (matriz de decisão), foram realizadas avaliações quanto a compatibilidade entre as soluções para cada parte do equipamento e para alguns casos foram utilizadas adaptações de algumas soluções que, apesar de não terem sido julgadas como as melhores, foram julgadas interessantes para a finalidade do produto.

Desta forma, podemos definir a seguinte tabela com as alternativas escolhidas:

Peça	Tipo	Alternativa
Montagem	Dobradiça	Sim
	Mecanismo de pernas	Base retrátil e pernas articuladas
	Partes	Transversal em 2 partes
Pernas	Material	Alumínio
	Perfil	Circular
	Tipo	Inclinadas articuladas
Apoios	Cabeça	Acoplável com regulagem de altura
	Mãos	Sem apoio para mãos
	Pernas	Apoio para o pé
Tampo (encosto)	Configuração	Reclinável
	Estofamento	Não
	Material	Alumínio

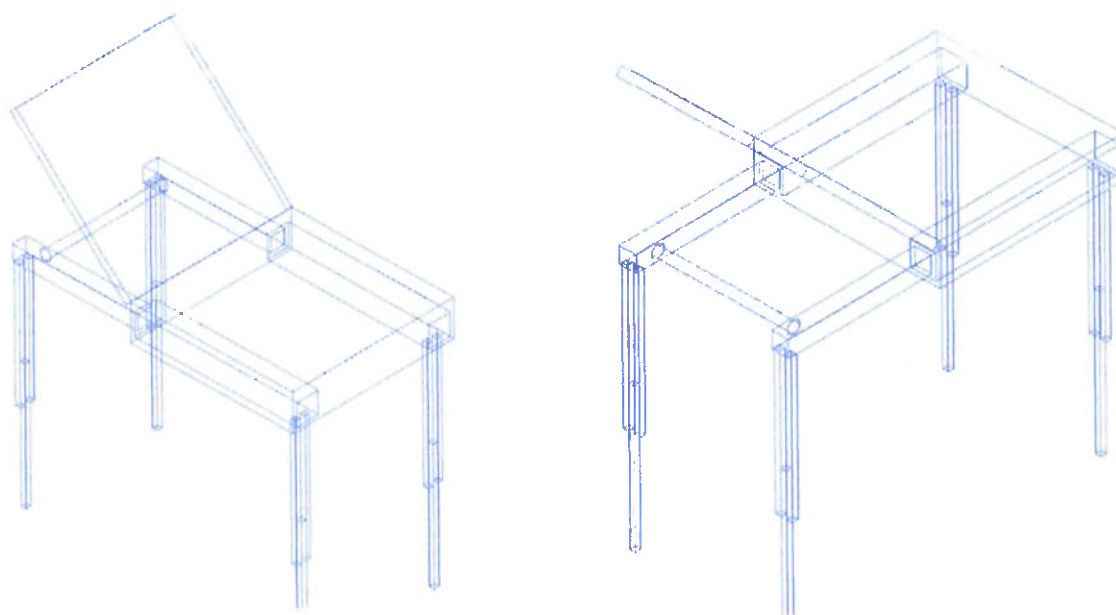
Tabela 7: Solução escolhida

Algumas observações devem ser feitas em relação a tabela acima.

- Apesar da configuração do tampo (encosto) selecionado na matriz de decisão ser “Não-Reclinável”, devido às proximidades das notas ser praticamente insignificante, consideramos utilizar a configuração “Reclinável”.
- Para o estofamento, a análise da matriz de decisão determinou que não deve haver o estofamento. Entretanto, analisando os quesitos avaliados, verificou-se que uma solução viável que pode satisfazer a todas as necessidades, é a utilização de um estofamento não fico à mesa.

### 10.1. *Esboço da solução escolhida*

Abaixo, pode-se visualizar um esboço da idéia selecionada. Neste esboço está detalhada apenas a idéia principal da solução, não contendo muitas das partes que a compõe.



**Figura 3 - Isométrica da solução escolhida (esboço)**



## **11.ALTERAÇÕES REALIZADAS DURANTE A ELABORAÇÃO DO PRÉ-PROTÓTIPO**

A fim de se analisar a solução definida na fase anterior, viu-se a necessidade de desenvolver um pré-protótipo. Desta forma, foram determinadas algumas dimensões para possibilitar o desenvolvimento do mesmo em escala. Entretanto, durante a fabricação do pré-protótipo, foram verificadas algumas incompatibilidades entre os diversos componentes, o que tomou necessária a realização de algumas alterações no projeto.

Devido à complexidade da solução proposta anteriormente, as alterações realizadas para satisfazer a análise de compatibilidade causaram uma alteração significativa no produto. Estas alterações ocorreram pois o estudo da adequação foi realizado visando à manutenção das funcionalidades agregadas ao produto e satisfazer as especificações técnicas do projeto.

### 11.1. Evolução na solução proposta

A nova solução proposta consiste de uma fusão entre as diversas soluções anteriormente propostas na fase anterior. Ainda seguindo a divisão dos componentes realizada, podemos descrever a solução com a tabela abaixo:

Peça	Tipo	Alternativa
Montagem	Dobradiça	Sim
	Mecanismo de pernas	Pernas independentes presas por pinos
	Partes	Longitudinal em duas partes iguais, para compactação da mesa, e transversal com duas partes de dimensões de comprimento diferentes, para a inclinação do encosto para as costas.
Pernas	Material	Alumínio
	Perfil	Circular
	Tipo	Perpendiculares Inteiras
Apoios	Cabeça	Acoplável sem regulagem de altura
	Pernas	Apoio para o pé
Tampo (encosto)	Configuração	Reclinável
	Estofamento	Não
	Material	Alumínio

Desta forma, podemos destacar que as alterações realizadas ocorreram na configuração das partes que compõe o encosto e consequentemente no mecanismo e tipo das pernas, pois com esta nova configuração, não existe a necessidade de articulação das pernas.

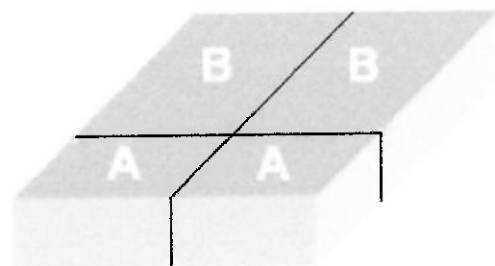
## **11.2. Descrição da nova solução**

A nova solução mantém as funcionalidades agregadas ao produto durante a primeira etapa do projeto, porém com alteração no modo como estas funcionalidades são apresentadas.

Nesta solução, o encosto (tampo) é dividido longitudinalmente em duas partes iguais de tal forma que as mesmas são dobradas para garantir a compactação da mesa. Adicionalmente, existe uma divisão transversal, que tem a função de inclinar o encosto, formada por duas partes de dimensões diferentes para garantir um melhor encosto para as costas da paciente. Para inclinar o encosto, existe um mecanismo, acoplado aos encostos menores através da utilização de Cola Epóxi para alumínio, composto por uma “barra guia” contendo marcações (furos) que serão utilizados para regular a inclinação. Dentro esta barra, correrá um bloco de alumínio composta por um pino, que se fixará aos furos da “barra guia”, e por uma outra barra, que ficará articulada tanto no bloco quanto no encosto, garantindo a inclinação do encosto.

Nesta solução, as pernas serão independentes, devendo ser montadas em um orifício no qual se fixará através de um pino.

O apoio para os pés será acoplável na mesa e deverá ser guardado no interior da mala quando a mesma for ser transportada. Da mesma forma, o apoio para a cabeça deverá ser retirado e guardado dentro da mala para o transporte da mesma.



**Figura 4 - Configuração do encosto**

### 11.3. Fabricação do pré-protótipo intermediário

Entre esta solução final e a primeira solução, foi desenvolvido um pré-protótipo que sofreu algumas alterações de forma a garantir uma maior rigidez e confiabilidade do equipamento. Este modelo foi desenvolvido basicamente de papelão e madeira balsa e teve como objetivo a realização de testes para garantir o sucesso no protótipo final.



**Figura 5 – Foto e modelo do pré-protótipo**

## 12.DIMENSIONAMENTO DA NOVA SOLUÇÃO

### 12.1. Peças a serem dimensionadas

As peças críticas do projeto a serem dimensionadas são:

- ✓ Encostos
- ✓ Pernas
- ✓ Barra para inclinação
- ✓ Barra guia

## 12.2. Análise de tensão

### 12.2.1. Encostos

Para o estudo das placas, foi realizado o dimensionamento considerando uma deflexão de 5 mm no centro da chapa. Para isto, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$h^3 = C \cdot \frac{q_0 \cdot a^4}{w_{\max} \cdot E}$$

Onde

H = espessura da chapa

C = constante devido dimensoes = 0,0658

Qo = carga distribuída

A = dimensão menor da chapa

Wmax = deflexão maxima

### 12.2.2. Pernas e Barra para Inclinação

Para as pernas, foi verificado que o caso crítico que deve ser utilizado para o dimensionamento é a flambagem. O modelo utilizado para este cálculo foi o seguinte:



Figura 6 - Modelo para cálculo de Flambagem

Desta forma, foi utilizada a seguinte fórmula para se obter o resultado:

$$P_{CR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot L^2}$$

Onde:

$P_{cr}$  = Carga crítica para flambagem

$E$  = Módulo de Elasticidade (Alumínio)

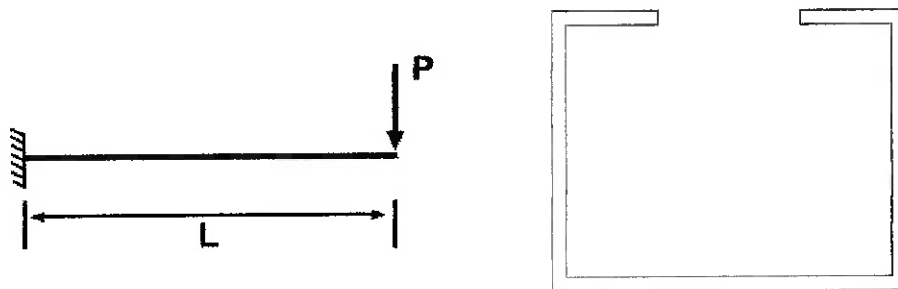
$I$  = Momento de Inércia (Tubo cilíndrico)

$L$  = Comprimento da Barra

### 12.2.3. Barra guia

Para a barra guia, foram realizados cálculos tanto para a torção quanto para a flexão.

Para a flexão, foi utilizado o seguinte modelo:



**Figura 7 - Modelo para cálculo de Flexão**

Para este caso, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\sigma_{esc} = \frac{M \cdot y}{I}$$

Onde:

$M$  = momento Fletor aplicado

$y$  = distancia entre a seção mais solicitada e a linha neutra

$I$  = Momento de Inércia (Viga em C)

A partir desta fórmula, e adotando-se uma flexão causada por uma Força de 1500 N aplicada a um braço de 0,4m, determinou-se o momento de inércia necessário e, através

do estudo deste momento de inércia para o perfil utilizado, determinou-se a espessura da parede do perfil.

A Torção foi calculada para garantir a estabilidade da mesa. Foi realizado um cálculo do peso necessário para torcer o perfil em 5°. Para isto, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$T = \frac{4 \cdot G \cdot A^2 \cdot \beta}{\oint \frac{ds}{t(s)}}$$

Onde:

G = 26,3 GPa (alumínio)

A = Área projetada do perfil

B = Ângulo de torção (rad)

ds = Comprimento total do perfil

t(s) = Espessura

#### 12.2.4. Junção Perna – Mesa

Para a junção entre a perna e a mesa será utilizado um bloco de alumínio. Desta forma, é necessário verificar se este bloco sofrerá esmagamento ao ser submetido a uma tensão causada por um momento fletor na perna da mesa, pois isso influencia diretamente na estabilidade do conjunto. Para isto, foi feita a suposição de uma força de 1000N aplicada a área que esmagaria caso a flexão ocorresse e comparou-se o valor obtido com a tensão de escoamento do alumínio.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Onde:

F=Força aplicada no bloco

A = Área de esmagamento



## 12.3. Resultado do dimensionamento

### 12.3.1. Pernas

Para um caso extremo de um peso de 150Kg apoiado sobre cada uma das pernas, verificou-se através do estudo da flambagem que, para um comprimento de 680mm e um diâmetro externo de 25mm, a espessura do tubo deve ser de 1,5 mm.

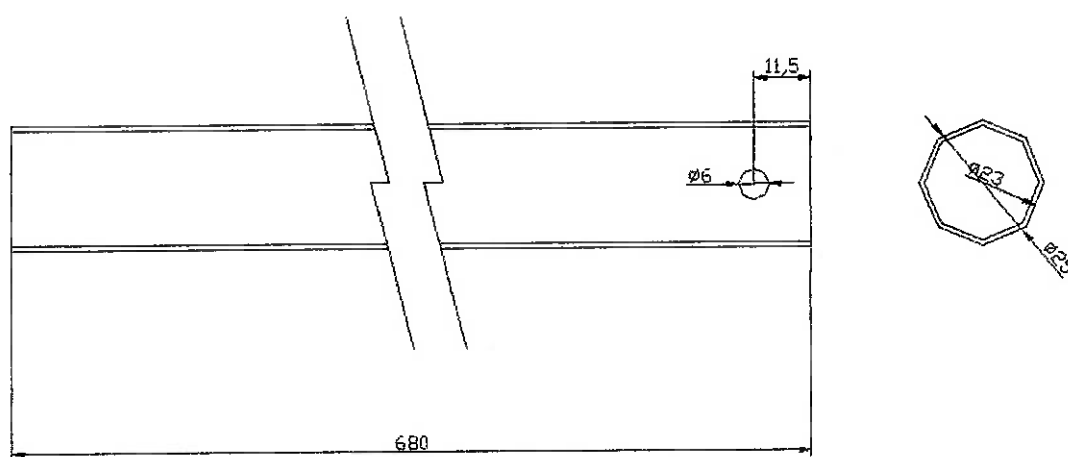


Figura 8- Dimensões da perna

### 12.3.2. Barra Guia (Perfil C)

Verificando tanto a torção quanto a flexão a qual esta barra é submetida, verificou-se que uma espessura de 2 mm é suficiente para suportar a flexão e garantir uma estabilidade quanto a torção da barra, não ultrapassando um ângulo de torção de 5°.



#### 12.3.4. Junção Perna – Mesa

Realizando um estudo do esmagamento deste bloco que forma a junção, verificou-se que as dimensões pré-estabelecidas devido ao dimensionamento do Barra Guia (este bloco deve encaixar nesta Barra), estão suficientes para garantir que não ocorrerão falhas.

Foi realizada a análise quanto ao esmagamento, verificando-se que a tensão gerada ( $\sigma=2\text{Mpa}$ ) é muito menor do que a tensão de escoamento do material ( $\sigma_e = 140\text{Mpa}$ )

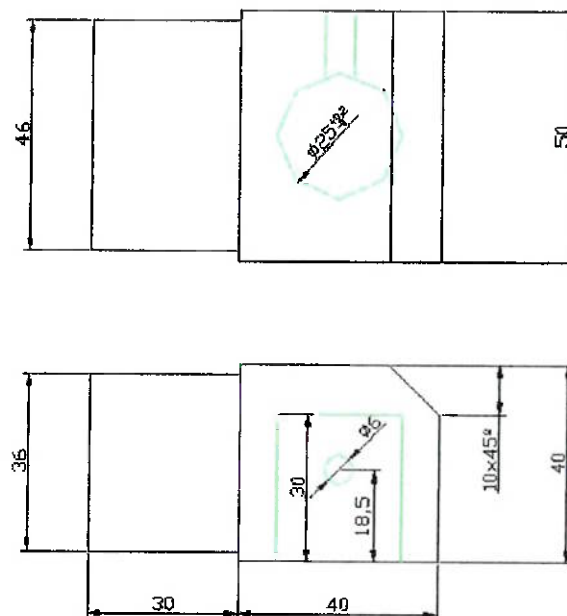


Figura 11 - Junção Perna - Mesa

#### 12.3.5. Carrinho

Como esta peça deve correr por dentro da Barra Guia, suas dimensões foram determinadas de tal forma a garantir que o mesmo desliza pelo interior da Viga sem perder a referência do furo ao qual deve ser fixado para inclinar o encosto da mesa.

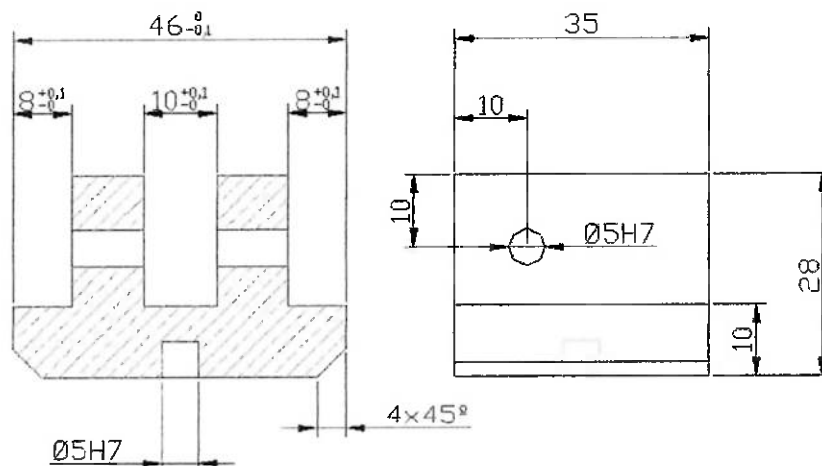


Figura 12 - Carrinho

### 12.3.6. Barra para inclinação

Para o dimensionamento desta peça, foi realizado um estudo de flambagem.



Figura 13 - Barra para inclinação

## 12.4. Materiais necessários para fabricar o equipamento

Peças	Material	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Diâmetro (mm)	Volume (mm)	Peso (g)
Encostos	Chapa de alumínio	1100	1200	1,0	0	990000	2673
vigas C	Chapa de alumínio	1500	150	2	0	450000	1215
Pernas	Tubo de alumínio	3000		1,5	25	353250	953,775
Blocos	Viga de alumínio	300	40	50	0	600000	1620
Dobradiça	Aço Inox 320	-	-	-	-	-	500
Spray epóxi		-	-	-	-	-	0
Pinos de academia	Aço Inox 320	-	-	-	-	-	100
Peso Total							7061,775

\* Maiores detalhes quanto às dimensões podem ser visualizados nos desenhos de fabricação das peças.

\*\* Peso específico do alumínio = 2,69 g/cm<sup>3</sup>

Peso específico do aço = 7,85 g/cm<sup>3</sup>

Analisando as peças, verificou-se que o peso total do equipamento é de aproximadamente 7,1 kg.

### 13.MODELO 3D FINAL

A seguir, podemos visualizar o modelo 3D desenvolvido de forma a ilustrar a solução final obtida.

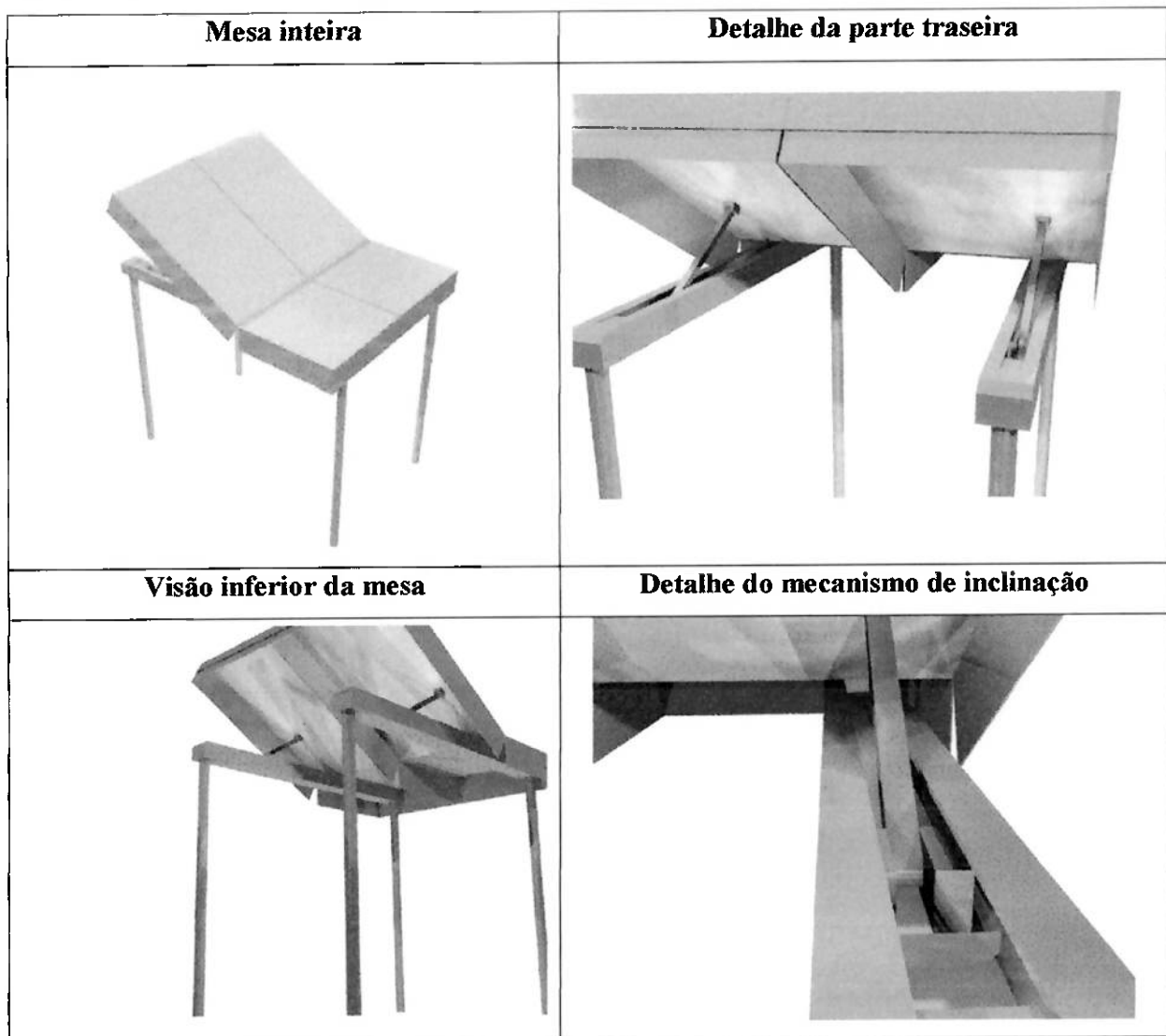
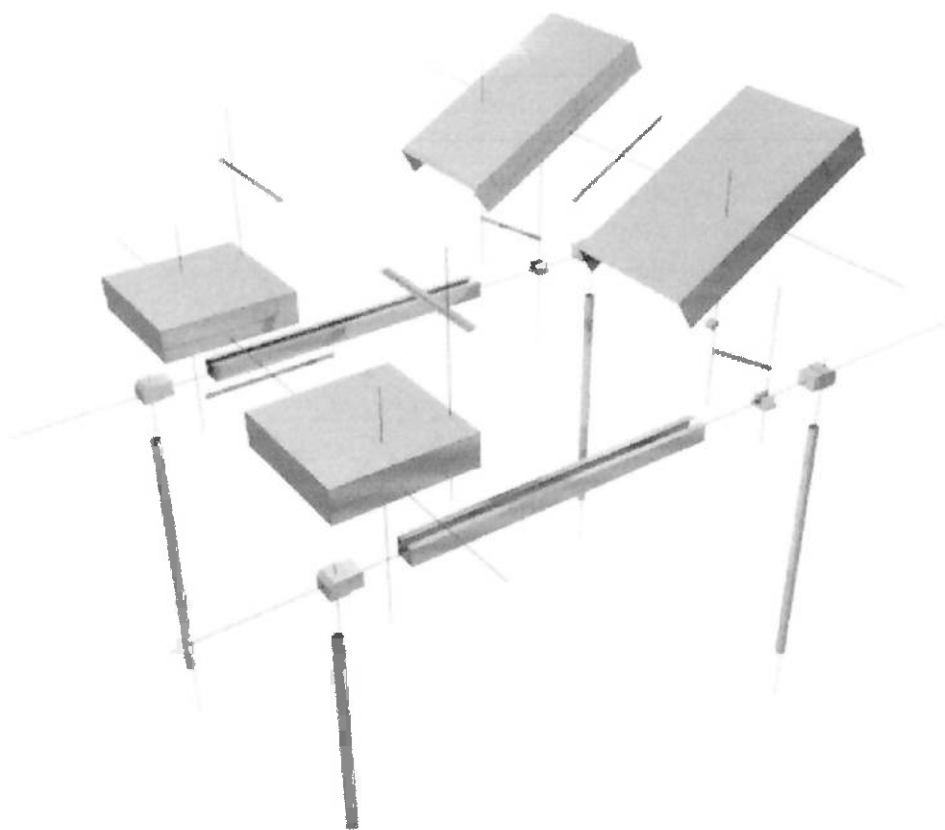


Figura 14 - Modelo 3D da solução final



**Figura 15 - Vista Explodida do modelo 3D**

## **14.CONCLUSÃO E RESULTADOS**

Durante o ano, foi possível desenvolver o projeto, com o auxílio do orientador, de tal forma que foi possível aplicar diversos conhecimentos adquiridos durante o curso. Além disso, foi possível acompanhar o desenvolvimento de um projeto desde seu início, podendo-se destacar a evolução que ocorre devido ao amadurecimento de idéias e análises de mecanismos encontrados no cotidiano e na literatura disponível., além da exposição a situações de dificuldade e coleta de informações necessárias para se atingir um resultado de qualidade.

Como resultado deste projeto, foi obtida uma solução consistente que poderá desenvolvida e considerada uma evolução do projeto já existente. Algumas funcionalidades foram acrescentadas de forma a possibilitar um maior conforto e segurança para a paciente e uma montagem mais simplificada por parte da enfermeira foi desenvolvida. Como ponto negativo do projeto, pode-se destacar um pequeno aumento nas dimensões e no peso do equipamento. Entretanto, estes aumentos não impedem o que a mesma seja transportada com tranquilidade.



## 15.REFERÊNCIAS

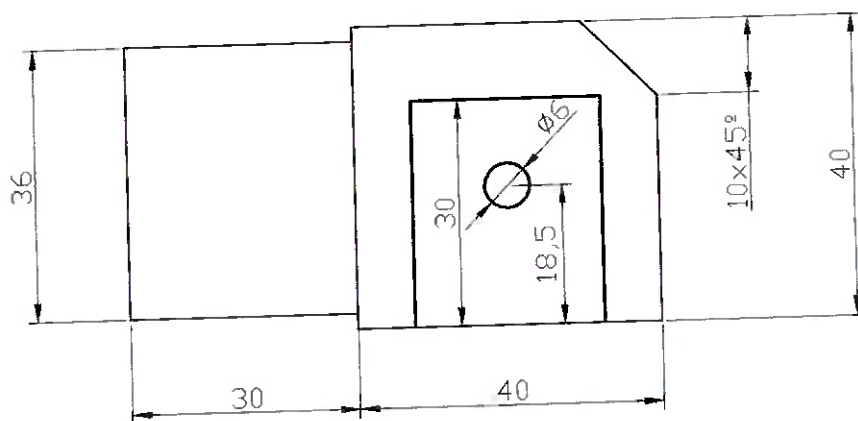
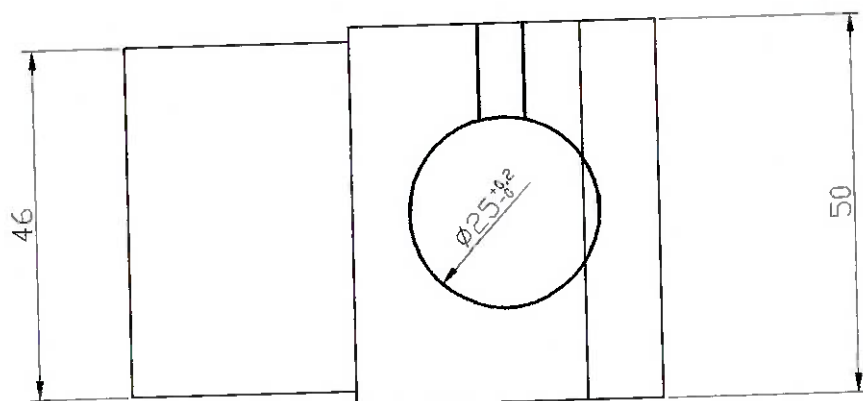
- ABC AS SAÚDE. 2001. Disponível em: <<http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?333>> , Acesso em 15 mai. 2005.
- INSTITUTO DE PREVENÇÃO DE COLO DE ÚTERO 2004. Disponível em: <<http://www.colodoutero.com.br>>, Acesso em 15 mai. 2005.
- TIMOSHENKO, S. P., Gere, J. E., Mecânica dos Sólidos, LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., Vol.1, Rio de Janeiro, 1992.
- TIMOSHENKO, S. P., Gere, J. E., Mecânica dos Sólidos, LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., Vol.2, Rio de Janeiro, 1992.
- CALLISTER, W. D., “Materials Science and engineering: na introduction”, John Wiley & Son Inc., EUA, 1940.
- KATO, A. K. Notas de aula da disciplina Mecânica dos Sólidos, EPUSP, São Paulo, 2004.
- NIEMANN, G. Elementos de maquinas, Editora Edgard Blücher LTDA., Vol.1, São Paulo, 1971.
- JUVINALL, R. C. Fundamentals of machine component design, John Wiley & Son Inc., EUA, 1983.

## **16.ANEXOS**

### **16.1. Desenho de conjunto do produto**

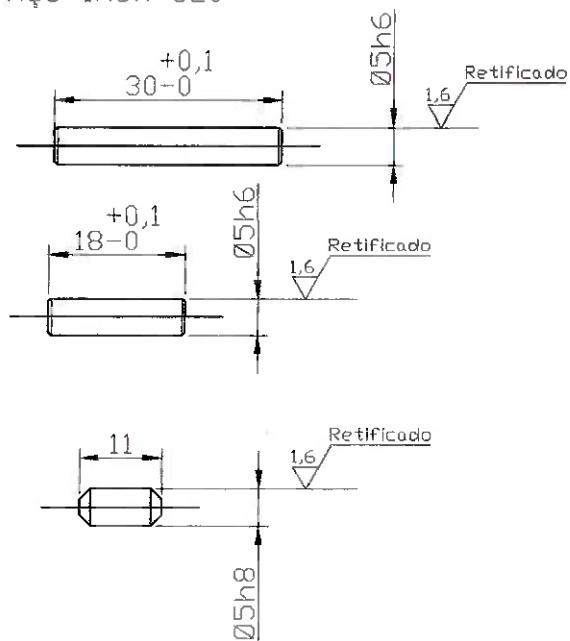
## **16.2. Desenhos de fabricação**

6,3/ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
 Alumínio 6262



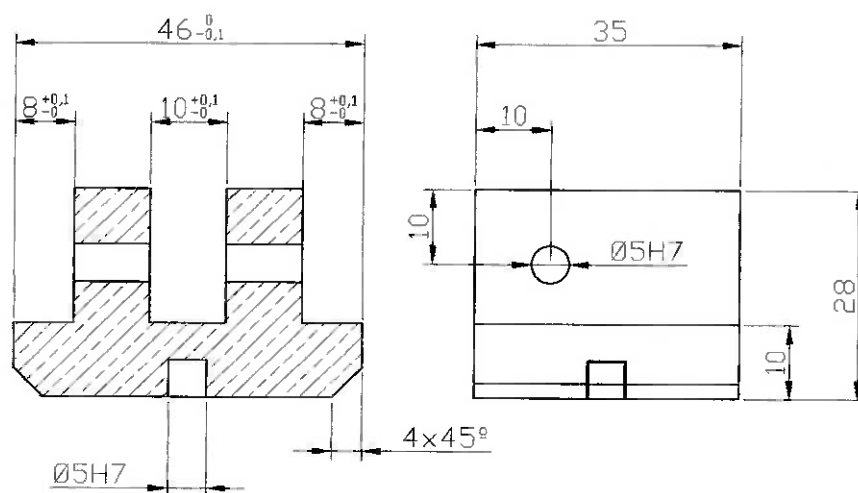
Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	1
	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	
Junção Pernas-Mesa		

Aço Inox 320



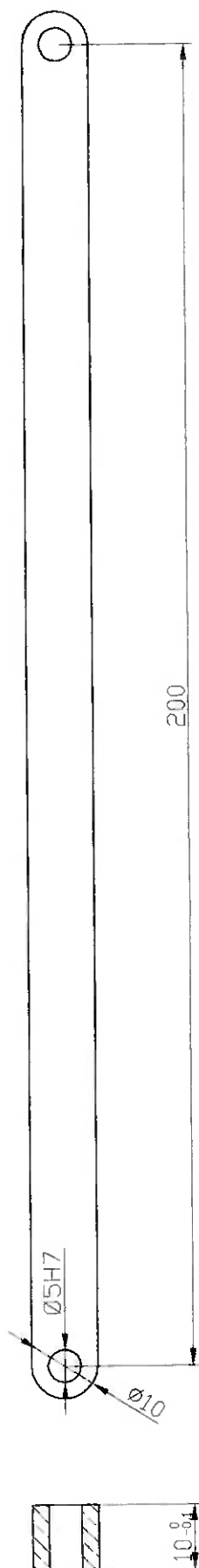
Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	2
	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	
Eixos de Fixação		

6,3/ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
 Aluminio 6262



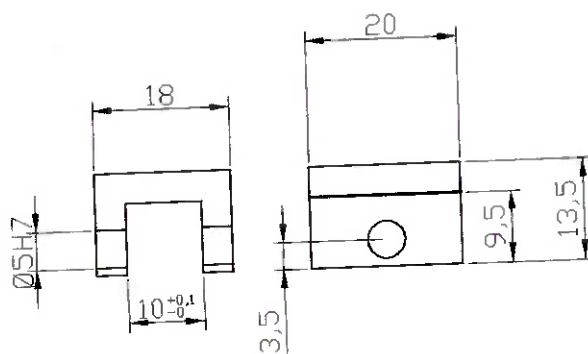
Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	3
Carrinho	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	

6,3/ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
 Alumínio 6262



Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	4
Barra para Inclinação	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	

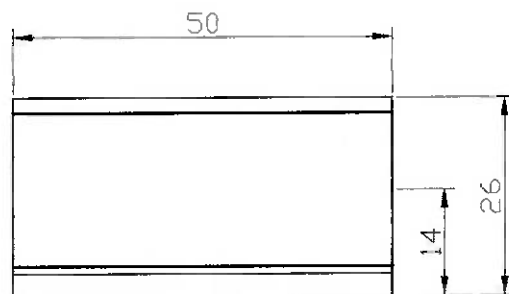
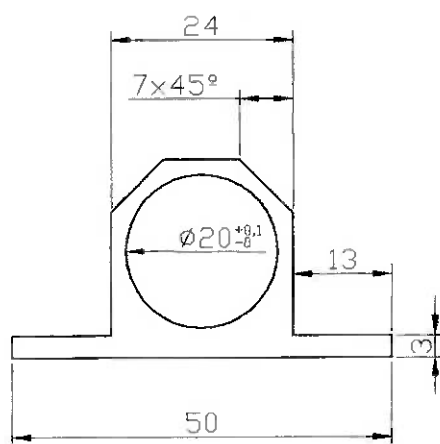
6,3 / Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
 Alumínio 6262



Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	5
	Escala 1:1	
Dobradiça do Apoio	Desenho: A.Kato	

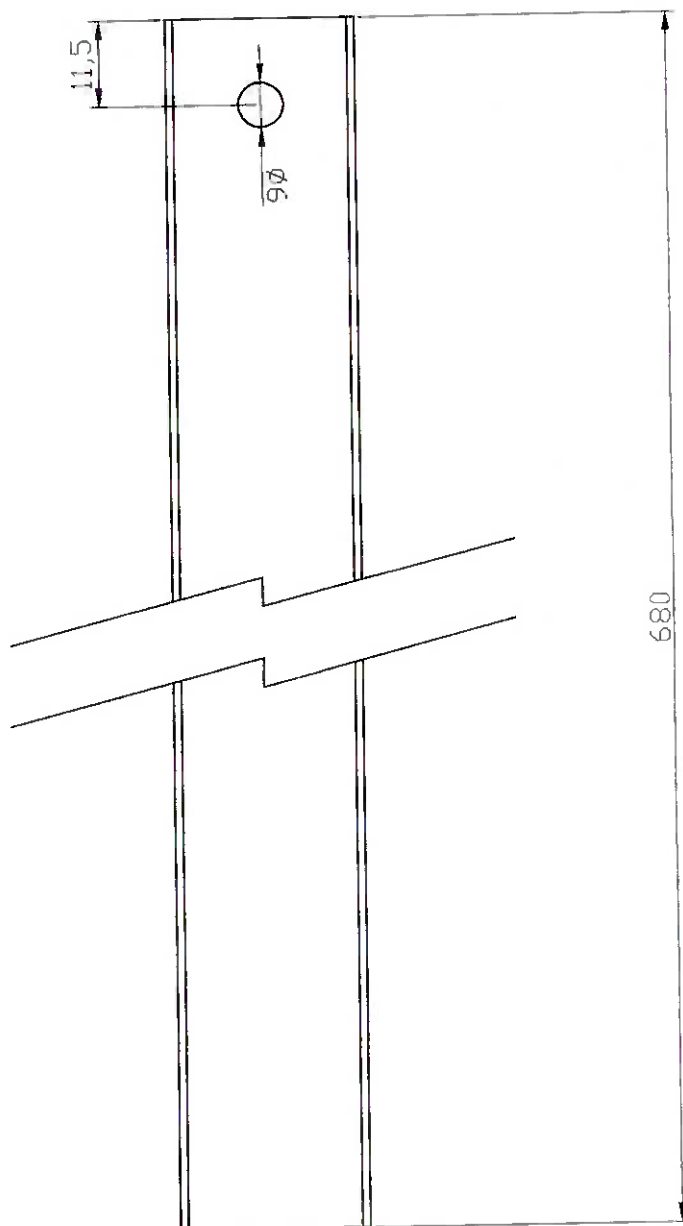
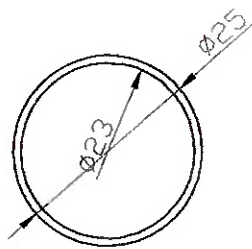


6,3/ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
 Alumínio 6262



Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	6
Apoio do Suporte de Perna	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	

✓ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
Alumínio 6262  
Espessura Tubo: 2mm



Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	7
	Escala 1:1	
	Desenho: A.Kato	
Pernas		

## ERRATA

- (Página 37 – Capítulo 12.2 – Dimensionamento – Análise de Tensão)

### 12.2.5 Pino para Fixação do carrinho

Para o dimensionamento deste pino, deve ser estudado o cisalhamento do mesmo. Desta forma, deverá se utilizada a seguinte fórmula:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Onde

F = Força aplicada para o cisalhamento (1500 N)

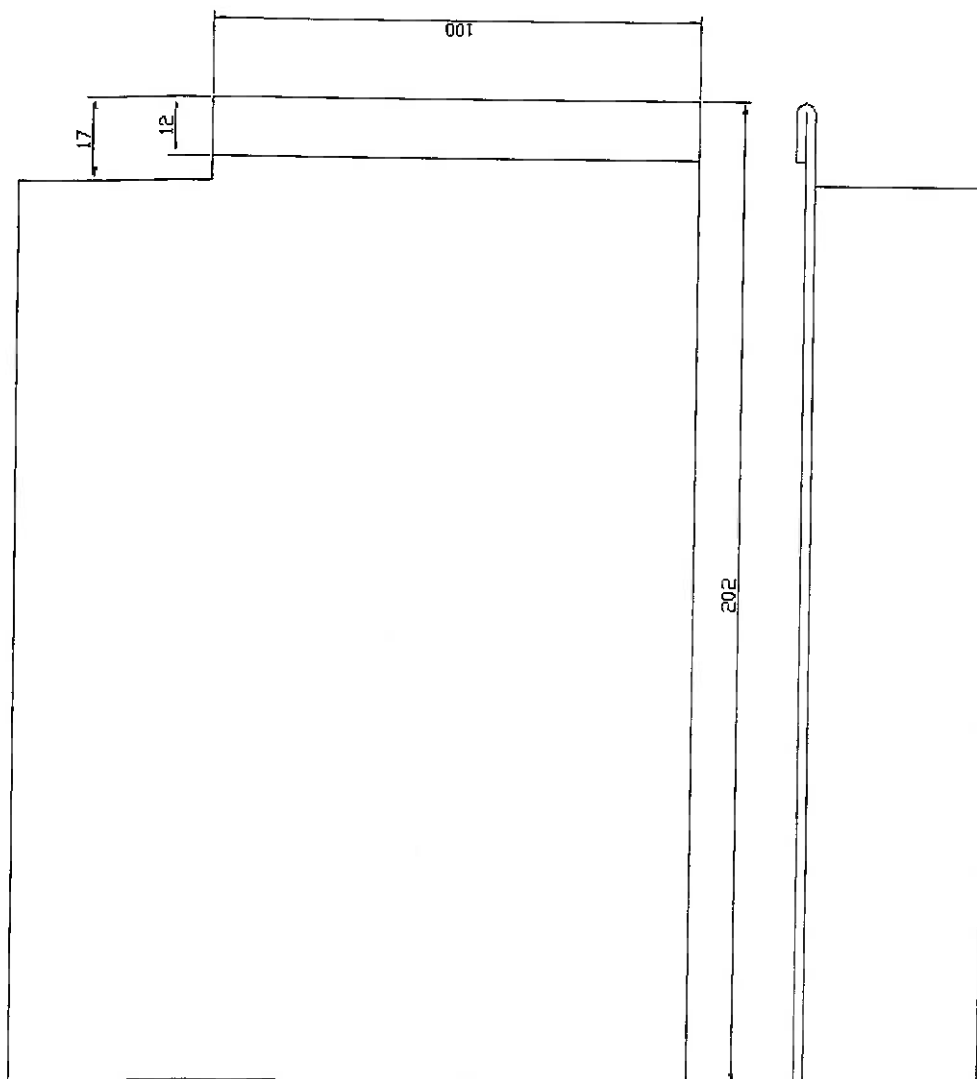
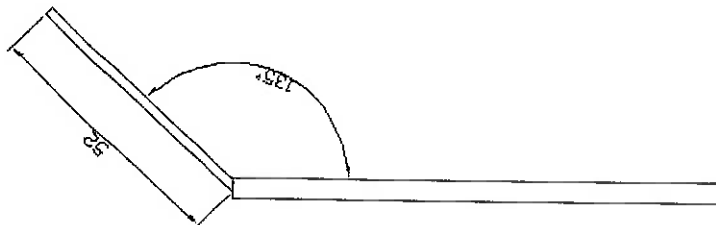
A = Área de cisalhamento (0,9 A<sub>pino</sub>)


---

Desta forma, verificou-se que, para um pino de aço, de diâmetro 5mm, a tensão de cisalhamento é de 85 Mpa. Esta tensão, de acordo com o Critério de Tresca ( $\tau_{esc} = \frac{\sigma_{esc}}{2}$ ), não causará cisalhamento do pino.

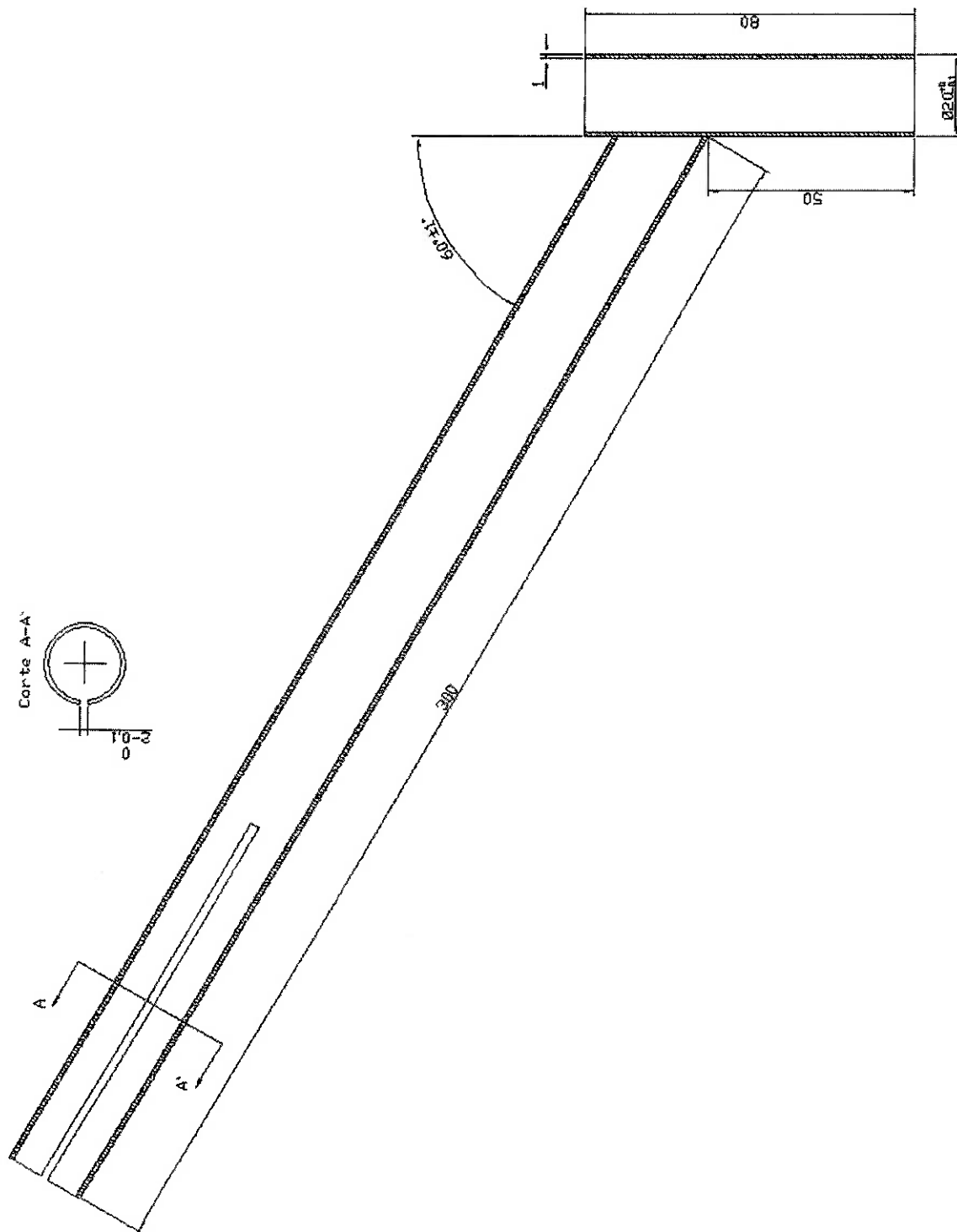
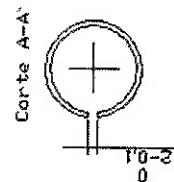
- (Página 51 – Capítulo 16.2 – Desenhos de fabricação)

## **16.2 Desenhos de fabricação**




 Tolerância Geral ±0.1  
 Alumínio 6062

Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006		10
	Escala: 1:1		
	Desenho: Akato		
Suporte para Pernas			



⌀ Tolerância Geral:  $\pm 0,1$   
Alumínio 6262

Desenho de Fabricação	Data: 20/02/2006	
	Escala: 1:1	
Suporte para Pernas	Desenho: Akato	
10		