

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola Politécnica

Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos

Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Jair Machado Batista Júnior

Pulverizador Automático de Essências Aromáticas

São Paulo

2006

PAULO AUGUSTO LEITE DE PAIVA CASTRO
JAIR MACHADO BATISTA JÚNIOR

note final
8,50 (oit e cinco)

JAM

PULVERIZADOR AUTOMÁTICO DE ~~ESSENCIAS~~
AROMÁTICAS

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

Área de Concentração:
Engenharia Mecatrônica

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cezar
Adamowski

São Paulo
2006

2am/ star
6/10/2015

(info)

TF.06
C273P

DEDALUS - Acervo - EPMN



31600012470

1574390

AGRADECIMENTOS

Ao professor Júlio Cezar Adamowski, pelo apoio como orientador do trabalho.

Ao funcionário Gilberto Garcia técnico em mecânica da Escola Politécnica.

Especial agradecimento ao funcionário Adilson Fernandes Félix Filho técnico em mecânica da Escola Politécnica, que construiu toda a estrutura, fez os ajustes necessários e dedicou seu tempo extra no excelente funcionamento da máquina.

Ao funcionário Róbson Sirineu técnico em elétrica da Ipiranga Química.

A todos os colegas que diretamente ou indiretamente contribuíram com este trabalho, especialmente ao amigo Luciano de Paula.

A nossos pais, por toda força que nos deram em toda a vida, para que um dia este trabalho fosse uma realidade.

RESUMO

Este trabalho é uma solução de automatização do processo de pulverização de essências aromáticas em lascas de árvores, folhas secas e sementes secas da empresa La Façon. O processo existente é totalmente manual e rudimentar com indícios de ocorrer lesões e outros acidentes. Para solucionar o problema pensamos em um pulverizador automático.

O pulverizador possuirá uma esteira onde, acima, se localizará uma barra de pulverização, para pulverizar essências aromáticas em folhas e sementes secas, sendo a pulverização em camadas, já que o processo, ultimamente, vem sendo substituído aos poucos, ou seja, o processo de misturar está sendo trocado pelo de pulverizar em camadas. Teremos um alimentador vibratório para colocar o material na esteira e ao longo da esteira uma barra pulverizadora com alguns bocais, sendo um bocal diretamente posicionado acima do container onde serão depositadas as lascas e sementes secas, para se evitar desperdício. A esteira será controlada por um motor de indução trifásico de gaiola e para se controlar a velocidade deste, utilizaremos um inversor de frequência.

No processo de projeto utilizaremos algum software de Cad para desenhos mecânicos, em que podemos desenhar e projetar nosso pulverizador. Na parte elétrica teremos um botão de emergência, para eventuais acidentes ou prevenção do mesmo, que comandará o acionamento do circuito. Em paralelo a este botão teremos dois circuitos, um com o motor e inversor e outro com motor para vibrar a estrutura, bomba e chave controladora de nível.

ABSTRACT

This work is a solution of automatization of the process of spraying of aromatical essences in chips of trees, falling leaves and dry seeds of the company La Façon. The existing process is total manual and rudimentary with indications to occur injuries and other accidents. To solve the problem we think about an automatic spray.

The spray will possess a mat where, above, a bar of spraying will be situated, to spray aromatical essences in leaves and dry seeds, being the spraying in layers, since the process, lately, comes being substituted to the few, that is, the process to mix is being changed for the one to spray in layers. We will have a vibratory feeder to directly place the material in the mat and throughout the mat a bar with some nipples, being a located nipple above of the container where the dry chips and seeds will be deposited, to prevent wastefulness. The mat will be controlled for an three-phase engine of river steamer induction and to control the speed of this, we will use a frequency inverter.

In the project process we will use some software of Cad for mechanical drawings, where we can draw and project our spray. In the electric part we will have an emergency button, for eventual accidents or prevention of the same, that it will command the drive of the circuit. In parallel to this button we will have two circuits, one with the engine and inverter and another one with engine to vibrate the structure, bomb and key level controller.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 - Objetivo	1
2 - Empresa La Façon	1
2.1 - Processo de confecção e comercialização dos produtos	1
2.2 - Processo de pulverização	2
3 - Pulverizadores	3
4 - Características de Processos semelhantes	4
4.1 - Processo de pulverizar inseticida e características	4
4.2 - Comparação entre o processo de pulverizar essências e os de pulverização de inseticidas	6
5 - Análise e Discussão das Alternativas	7
5.1 - Análise da esteira	7
5.1.1 - Esteira 1 ^o Alternativa	7
5.1.2 - Esteira 2 ^o Alternativa	7
5.1.3 - Esteira 3 ^o Alternativa	8
5.2 - Matriz de decisão	9
5.2.1 - Análise dos parâmetros	9
5.2.2 - Análise total	10
6 - Estrutura da Esteira	10
6.1 - Deformação e tensões na esteira transportadora	12
6.2 - Rolamentos	14
7 - Motor Elétrico	15
7.1 - Motor Elétrico Utilizado	15
7.2 - Esteira com inversor de frequência	16
8 - Barra de Pulverização	16
8.1 - Bicos de Pulverização	17
8.1.1 - Tipos de Bicos de Pulverização	18
8.2 - Gotas de Pulverização	21
9 - Estimativa da perda de carga na barra de pulverização e Pressão de recalque da bomba	22
9.1 - Características da bomba	26
9.2 - Curvas da Bomba	28
9.3 - Cálculo do NPSH	29
10 - Alimentação da Esteira	30
11 - Recolhimento do Produto e Reservatório	32
11.1 - Recolhimento do Produto	32
11.2 - Reservatório	32
12 - Circuito Elétrico	33
12.1 - Chave de nível tipo bóia	33
12.2 - Circuito	34
13 - Projeto Final	37
14 - Testes e Discussões	38
15 - Fabricação	40
15.1 - Detalhe do apoio do motor da esteira e mancal	40
15.2 - Esteira em processo de fabricação	41
15.3 - Projeto final da Esteira	42
15.4 - Esteira em funcionamento	44
15.5 - Detalhe do eixo excêntrico na máquina vibratória	45
15.6 - Máquina Vibratória	47
15.7 - Bomba e localização do reservatório	49
15.8 - Projeto Final	50
16 - Conclusões	54
17 - Orçamento	55
18 - Bibliografia	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EMPRESA LA FAÇON	1
FIGURA 2 – EXEMPLO DE LINHA DE PRODUTO - VIE BLEU	2
FIGURA 3 – SEMENTES E FOLHAS SECAS.....	2
FIGURA 4 – FOLHAS SENDO RETIRADAS E COLOCADAS EM CONTAINER.....	2
FIGURA 5 – FOLHAS SENDO PULVERIZADAS.....	3
FIGURA 6 – EXEMPLO DE PULVERIZADOR MANUAL	3
FIGURA 7 – EXEMPLO DE PULVERIZADOR MOTORIZADO	4
FIGURA 8 – EXEMPLO DE PULVERIZADOR TRATORIZADO.....	4
FIGURA 9 – PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM PULVERIZADOR TRATORIZADO	5
FIGURA 10 – PULVERIZAÇÃO ACOPLÁVEL A PIVÔ CENTRAL.....	5
FIGURA 11 – VISTA EM PERSPECTIVA DA PRIMEIRA ALTERNATIVA - ESTEIRA.....	7
FIGURA 12 – VISTA EM PERSPECTIVA DA SEGUNDA ALTERNATIVA - ESTEIRA.....	8
FIGURA 13 – VISTA EM PERSPECTIVA DA TERCEIRA ALTERNATIVA - ESTEIRA	8
FIGURA 14 – ESTRUTURA DA ESTEIRA.....	10
FIGURA 15 – ESTRUTURA COM MANCAIS E MOTOR.....	11
FIGURA 16 – ESTRUTURA COM APOIOS E BARRA PULVERIZADORA	11
FIGURA 17 – ESTRUTURA COM “ESCORREDOR”	12
FIGURA 18 – PROJETO DA ESTEIRA.....	12
FIGURA 19 – DEFORMAÇÃO NA ESTEIRA DE BORRACHA – DISTÂNCIA 1230 MM	13
FIGURA 20 – TENSÕES EQUIVALENTES NA ESTEIRA DE BORRACHA – DISTÂNCIA 1230 MM.....	13
FIGURA 21 – DEFORMAÇÃO NA ESTEIRA DE BORRACHA – DISTÂNCIA 615 MM	14
FIGURA 22 – TENSÕES EQUIVALENTES NA ESTEIRA DE BORRACHA – DISTÂNCIA 615 MM.....	14
FIGURA 23 – LOCALIZAÇÃO DOS ROLAMENTOS NO MANCAL	15
FIGURA 24 – MOTOR DE INDUÇÃO KOHLBACH.....	16
FIGURA 25 – BARRA DE PULVERIZAÇÃO	17
FIGURA 26 – BICO DE JATO PLANO COMUM	18
FIGURA 27 – BICO DE JATO PLANO DE USO AMPLIADO	19
FIGURA 28 – BICO DE JATO PLANO DE DERIVA REDUZIDA.....	19
FIGURA 29 – BICO DE JATO PLANO DUPLO.....	19
FIGURA 30 – BICO DE JATO PLANO UNIFORME.....	20
FIGURA 31 – BICO DE IMPACTO (JATO PLANO DE GRANDE ÂNGULO)	20
FIGURA 32 – BICO DE JATO CÔNICO CHEIO DE GRANDE ÂNGULO.....	21
FIGURA 33 – BICO DE JATO CÔNICO VAZIO	21
FIGURA 34 – GOTAS DE PULVERIZAÇÃO.....	22
FIGURA 35 – EQUAÇÃO DE BERNOULLI – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS COMPONENTES.....	24
FIGURA 36 – ESBOÇO DO COMPRIMENTO TOTAL DA TUBULAÇÃO COM TRECHO CONSIDERADO PARA CÁLCULO DE PRESSÃO DE RECALQUE DA BOMBA	24
FIGURA 37 – COMPONENTES DA BOMBA.....	27
FIGURA 38 – DIMENSÕES DA BOMBA.....	27
FIGURA 39 – CURVAS CARACTERÍSTICAS DA BOMBA	28
FIGURA 40 – DETERMINAÇÃO DO $NPSH_r$	30
FIGURA 41 – ALIMENTADOR	31
FIGURA 42 – EIXO EXCÊNTRICO	31
FIGURA 43 – LOCALIZAÇÃO DOS ROLAMENTOS NO EIXO EXCÊNTRICO	32
FIGURA 44 – RECOLHIMENTO DO PRODUTO – CONTAINER	32
FIGURA 45 – SUPORTE E LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO	33
FIGURA 46 – CONTROLE DE NÍVEL INFERIOR	33
FIGURA 47 – CONTROLE DO NÍVEL COM CONTRA PESO.....	34
FIGURA 48 – CHAVE DE NÍVEL TIPO BÓIA	34
FIGURA 49 – DIAGRAMA DE CHAVES	35
FIGURA 50 – DIAGRAMA DE POTÊNCIA	35
FIGURA 51 – PAINEL ELÉTRICO.....	36
FIGURA 52 – PAINEL ELÉTRICO – FRONTAL	36
FIGURA 53 – PROJETO FINAL.....	37
FIGURA 54 – TESTE – BOMBA UTILIZADA E INEFICIÊNCIA DE PRESSÃO	38
FIGURA 55 – TESTE DA ESTEIRA E DO VIBRADOR	39
FIGURA 56 – DETALHE DO APOIO DO MOTOR DA ESTEIRA E MANCAL 1.....	40

FIGURA 57 – DETALHE DO APOIO DO MOTOR DA ESTEIRA E MANCAL 2.....	40
FIGURA 58 – DETALHE DO ACOPLAMENTO DO MOTOR DA ESTEIRA.....	40
FIGURA 59 – VISTA EM PERSPECTIVA DA ESTEIRA.....	41
FIGURA 60 – VISTA FRONTAL DA ESTEIRA.....	41
FIGURA 61 – DETALHE DA ESTEIRA	42
FIGURA 62 – VISTA SUPERIOR DA ESTEIRA.....	42
FIGURA 63 – VISTA SUPERIOR DA ESTEIRA COM BARRA DE PULVERIZAÇÃO	43
FIGURA 64 – DEPÓSITO DAS LASCAS COM BOCAL NA PARTE SUPERIOR.....	43
FIGURA 65 – DETALHE DA ESTEIRA EM MOVIMENTAÇÃO	44
FIGURA 66 – ESTEIRA EM MOVIMENTO.....	44
FIGURA 67 – LASCAS SENDO DEPOSITADAS NO CONTAINER.....	45
FIGURA 68 – DETALHE DO EIXO EXCÊNTRICO COM ACOPLAMENTO	45
FIGURA 69 – DETALHE DO EIXO EXCÊNTRICO COM A LOCALIZAÇÃO DOS QUATRO MANCAIS 1.....	46
FIGURA 70 – DETALHE DO EIXO EXCÊNTRICO COM A LOCALIZAÇÃO DOS QUATRO MANCAIS.....	46
FIGURA 71 – DETALHE DO ACOPLAMENTO.....	47
FIGURA 72 – VISTA EM PERSPECTIVA DA MÁQUINA VIBRATÓRIA	47
FIGURA 73 – VISTA TRASEIRA EM PERSPECTIVA DA MÁQUINA VIBRATÓRIA	48
FIGURA 74 – VISTA TRASEIRA DA MÁQUINA VIBRATÓRIA	48
FIGURA 75 – VISTA FRONTAL DA MÁQUINA VIBRATÓRIA COM DETALHE DO MOTOR	49
FIGURA 76 – BOMBA COM DETALHE DA LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	49
FIGURA 77 – VISTA FRONTAL.....	50
FIGURA 78 – LOCALIZAÇÃO DOS MOTORES	50
FIGURA 79 – VISTA EM PERSPECTIVA	51
FIGURA 80 – VISTA EM PERSPECTIVA COM CONTAINER E RESERVATÓRIO	51
FIGURA 81 – VISTA SUPERIOR.....	52
FIGURA 82 – VISTA EM PERSPECTIVA COM ÂNGULO SUPERIOR	52
FIGURA 83 – ESTRUTURA FINAL COM LOCALIZAÇÃO DE BOMBA E RESERVATÓRIO.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MATRIZ DE DECISÃO	9
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DO MOTOR DE INDUÇÃO KOHLBACH	15
TABELA 3 – VAZÃO DAS PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DA SÉRIE J.A. (JACTO).....	17
TABELA 4 – CLASSIFICAÇÃO DAS GOTAS DE ACORDO COM O DIÂMETRO	21
TABELA 5 – VALORES APROXIMADOS DO COEFICIENTE DE PERDA DE CARGA LOCALIZADA.....	23
TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS BOMBAS.....	26
TABELA 7 – CÓDIGO DO COMPONENTE DO PRODUTO SELECIONADO.....	27
TABELA 8 – PRESSÃO DE VAPOR PARA A ÁGUA EM METRO	29
TABELA 9 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA EM FUNÇÃO DA ALTITUDE.....	29
TABELA 10 - ORÇAMENTO	56

1 - Objetivo

Desenvolver um pulverizador automático de essências para lascas, sementes e folhas de árvores, para melhorar o processo existente na empresa La Façon, agilizando o processo e diminuindo desperdícios existentes.

2 – Empresa La Façon

A empresa La Façon, localizada em Campinas, marca de cosméticos naturais, é conhecida pela venda de deliciosos sachês, velas perfumadas, óleos e sais de banho com excelente qualidade e bom gosto.

A La Façon nasceu a partir da forte tendência de se buscar conforto e bem estar em meio à agitação do dia-a-dia, através do reencontro com os pequenos momentos de prazer. Neste processo, a empresa encontrou na sofisticação e no luxo brasileiro, na riqueza da nossa natureza e na alta tecnologia da indústria cosmética, fórmulas para criação de seus produtos.



Figura 1 – Empresa La Façon

2.1 – Processo de confecção e comercialização dos produtos

A La Façon, para desenvolvimento de seus produtos, terceiriza cosméticos naturais, os quais são a base para a confecção dos óleos, sabonetes e sais de banho de suas diversificadas linhas de produto. No processo de confecção, a empresa compra as essências naturais, assim como as lascas, folhas e sementes secas.

Obtendo toda a matéria prima essencial para a confecção de seus produtos, seus funcionários criam fórmulas especiais e borrifam essências nas lascas, folhas e sementes secas. Os produtos obtidos nesta etapa são colocados em conjunto, montando-se pout-pourri com os diferentes produtos e fragrâncias possíveis.

Passado o processo de confecção dos produtos, a empresa comercializa seus produtos, a partir de linhas de produtos como: Vie Bleu (Figura 2), Provence, Oriente e Argent'Or.



Figura 2 – Exemplo de linha de produto - Vie Bleu

2.2 – Processo de pulverização

A La Façon entrou em contato conosco para desenvolvermos um processo automatizado de essências aromáticas em suas lascas, sementes e folhas secas.



Figura 3 – Sementes e Folhas Secas

Ao visitarmos a La Façon observamos no processo existente de pulverização alguns defeitos como o de ser totalmente manual e rudimentar com indícios de ocorrer lesões e outros acidentes.

Nesta visita, coletamos informações de como é feito o processo de pulverização:



Figura 4 – Folhas sendo retiradas e colocadas em container



Figura 5 – Folhas sendo pulverizadas

Na Figura 4, podemos observar o início do processo manual em que são retiradas as folhas de uma caixa e depositada em um container maior onde será feita a pulverização.

Na Figura 5 observamos o processo de pulverizar essências através de um pulverizador agrícola manual. Durante o processo de pulverização, o trabalho é interrompido para que o funcionário possa misturar com a mão as folhas existentes no container com o objetivo de obter um cheiro uniforme entre as folhas.

3 – Pulverizadores

Pulverizadores são máquinas nas quais os líquidos são bombeados sob pressão através de orifícios (bicos) e explodem ao serem lançados contra o ar, por descompressão. Os bicos existentes nos pulverizadores têm a função de subdividir o líquido em gotículas e distribuí-las, de forma uniforme, sobre toda superfície (área foliar) a ser tratada.

Existem atualmente três formas de se fazer à pulverização de produtos agrícolas, água ou essências. Estes três tipos são:

- a) Manuais – são máquinas que são colocadas nas costas e apresentam um rendimento de 10 a 20 m²/bico.

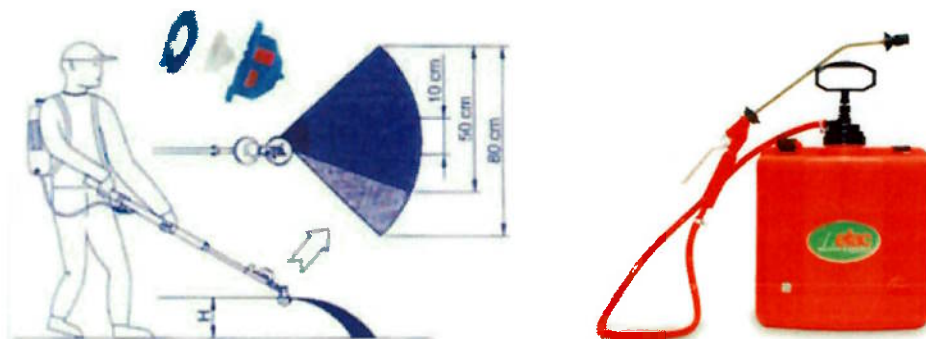


Figura 6 – Exemplo de pulverizador manual

- b) Motorizados – São máquinas motorizadas que são colocados nas costas, cujo bombeamento do fluido é feito por um motor de 2 tempos de alta rotação. Apresentam um rendimento de 60 a 100 m²/bico.

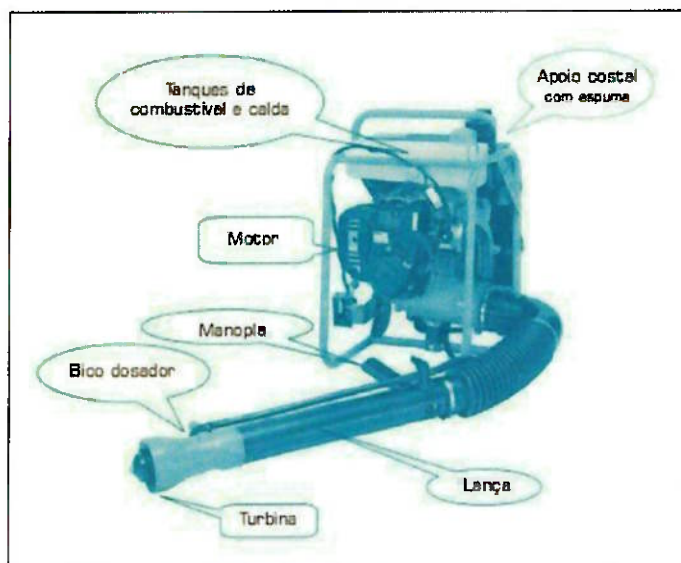


Figura 7 – Exemplo de pulverizador motorizado

- c) Tratorizados – Possuem reservatórios que variam de 400 a 5000 litros de capacidade. São montados na barra de tração e acionados pela tomada de potência. Têm como componentes básicos: depósitos com agitadores, bomba, filtros, reguladores de pressão e bicos.



Figura 8 – Exemplo de pulverizador tratorizado

4 – Características de Processos semelhantes

4.1 – Processo de pulverizar inseticida e características

Apesar das diferenças de dimensões, um processo semelhante ao processo de pulverização de essências que iremos projetar é a pulverização de inseticidas e herbicidas em diversas culturas de plantio.

Geralmente esses processos utilizam alguns componentes comuns ao processo de pulverização de essências, como por exemplo, a barra de pulverização, os bicos pulverizadores, bombas para controlar a pressão e tubulação de alimentação. Nesse processo, toda a estrutura é acoplada a um trator, que cuida de percorrer toda a área em que se deseja pulverizar.

Para se fazer a pulverização de inseticidas o trator deve possuir os seguintes componentes:

- Tanque - São feitos de fibra de vidro ou polietileno e deve conter tampa com válvula de respiro e com filtro do tipo coador ou peneira e agitador mecânico ou hidráulico.
- Bomba - As bombas utilizadas em pulverizadores nacionais são de pistão, variando entre dois a quatro pistões.

- c) Filtros de Linha - A colocação de um filtro na linha de alimentação dos bicos reduziria muito os problemas de entupimento.
- d) Barra de Pulverização - A barra de pulverização tem a função de suportar os bicos hidráulicos ou atomizadores rotativos para distribuição uniforme do produto ao longo da faixa equivalente ao seu comprimento.
- e) Bicos de Pulverização - O circuito de bicos pode ser feito de inox ou mangueira. Os portas-bico são articulados para direcionamento individual, com filtro de bico ante gotejo e bicos em cerâmica. Além da utilização dos bicos de cerâmica, podemos ter bicos de pulverização automáticos, contendo neste um sistema de lubrificação.
- f) Câmara de compensação - Devido a utilização de bombas de pistão, as quais provocam pulsação (altos e baixos) na pressão, são utilizados câmaras de compensação para uniformizar o fluxo do líquido.
- g) Regulador de pressão - As bombas de pistão produzem pressões altas (500 PSI). Para cada tipo de produto aplicado, existe a necessidade de manter uma determinada pressão em função da necessidade de geração de gotas maiores ou menores.
- h) Manômetro de Pressão - Devido a perdas de carga ao longo da tubulação é sempre recomendável a medição da pressão próxima aos bicos, sendo a pressão de trabalho sempre real.
- i) Tubulações e Conexões - Os diâmetros das tubulações e das conexões deverão ser compatíveis com a pressão e vazão.

Na Figura 9 abaixo, podemos observar a montagem e localização de alguns componentes de um pulverizador tratorizado.

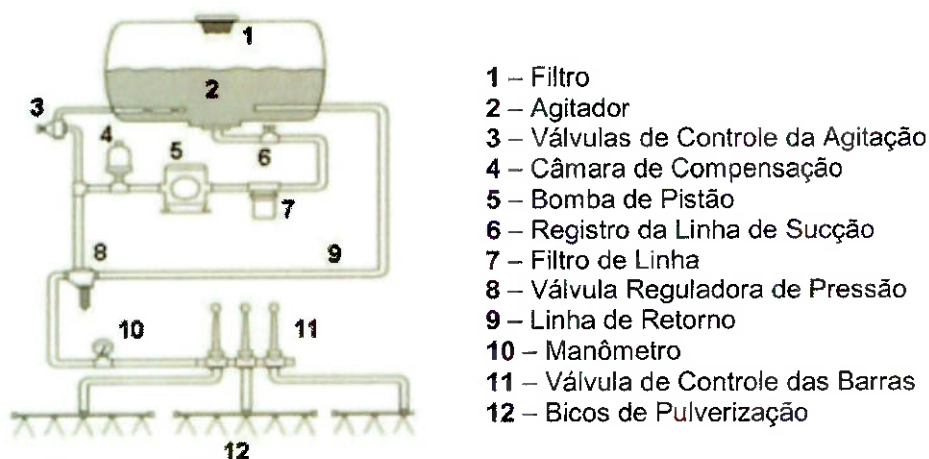


Figura 9 – Principais componentes de um pulverizador tratorizado

Além do processo de pulverizar herbicidas e inseticidas, podemos citar o sistema de pulverização acoplável a pivô central, como mostra a Figura 10:



Figura 10 – Pulverização acoplável a pivô central

Coelho (1996) comenta que pivô central pertence ao grupo de sistemas mecanizados de aspersão e que foi idealizado pelo norte americano Frank Zybach na década de 40. Foi introduzido no Brasil no final dos anos 70, e, graças à grande versatilidade desse equipamento, fez sucesso entre os agricultores. Segundo o autor, o pivô central é atualmente o equipamento de irrigação mais comercializado e o que mais tem contribuído para o incremento da área irrigada no País.

O pivô central é o sistema de irrigação por aspersão mais automatizado que existe no mercado. Essa automação pode variar desde simples acessórios a componentes que permitem colocá-lo em funcionamento a distância, por meio de ondas de rádio ou telefone celular. Existem também pivôs que são totalmente controlados por estações computadorizadas capazes de coletar dados (umidade do solo, evapotranspiração, pluviometria, p.e.), analisá-los e avaliar o momento ideal e a exata quantidade de água que deverá ser aplicada para suprir a demanda da cultura (Vilela, 1999).

Comparando a irrigação por pivô central com outros sistemas de irrigação por aspersão, constata-se que o primeiro apresenta diversas vantagens, tais como: i) reduzida necessidade de mão-de-obra para a realização da irrigação; ii) capacidade de obter maiores produtividades em razão dos menores turnos de rega adotados, mantendo o conteúdo de água no solo próximo à capacidade de campo; iii) elevada uniformidade de distribuição de água quando os emissores e válvulas reguladoras de pressão forem corretamente dimensionados, instalados e encontrar-se em perfeitas condições de operação; iv) facilidade de automação; v) dependendo das condições pedológicas e topográficas, um único equipamento é capaz de irrigar áreas de até 200ha, e vi) o custo do equipamento por unidade de área irrigada decresce com o aumento dessa (Cuenca, 1989; Keller & Bliesner, 1990).

Os mesmos autores citam as principais limitações do sistema de irrigação por pivô central: i) pela particularidade de irrigarem áreas circulares, ocasionam perdas de áreas cultiváveis da ordem de 20%; ii) a intensidade de aplicação de água na extremidade final do equipamento é bastante elevada, podendo chegar a 100 mm/h, o que limita sua utilização em solos com menor capacidade de infiltração de água; iii) exige que a área seja totalmente livre de obstáculos, muito embora já existam alternativas para contornar algumas situações, e iv) as dificuldades de assistência técnica especializada em algumas regiões, principalmente para os equipamentos mais modernos e sofisticados.

4.2 – Comparação entre o processo de pulverizar essências e os de pulverização de inseticidas

Antes de analisarmos as diferenças e semelhanças entre os processos de pulverizar inseticida e o de pulverizar essências, podemos dizer que não encontramos no mercado algo parecido com o projeto que iremos desenvolver (pulverizador de essências), com isto vamos compará-lo com projetos de pulverização de inseticidas.

Comparando-se os dois processos, percebemos algumas diferenças. As diferenças estão nas dimensões e na maneira de locomoção da estrutura. No caso da pulverização de herbicidas e inseticidas as dimensões são muito maiores em comparação ao pulverizador de essências e neste caso a estrutura tem que se movimentar, diferentemente ao caso que iremos projetar em que a estrutura é fixa e os objetos que se locomovem. Utilizaremos no pulverizador de essências uma esteira em que faz o movimento das lascas e sementes secas, simplificando o processo, já que é uma área pequena a ser pulverizada. No processo de inseticidas é utilizado um trator ou uma estrutura móvel, já que a área a ser pulverizada é muito grande.

As semelhanças são encontradas principalmente na forma em que o pulverizador recebe as essências e nas conexões e tubulações.

Existe um recipiente que serve para o armazenamento tanto das essências aromáticas quanto dos inseticidas e herbicidas. Junto a esse recipiente, é acoplada uma bomba ou algum outro aparelho, por exemplo, um compressor, que forneça a potência necessária para se fazer pressão ao sistema de pulverização. Ligado a essa bomba ou compressor, temos uma tubulação de alimentação do sistema, feita em material flexível ou em metal. Essa tubulação é responsável por conduzir as essências aromáticas para a barra de pulverização, através da pressão exercida pelo equipamento utilizado.

Além disso, são utilizadas também válvulas controladoras de pressão, para que a pressão gerada pela bomba ou compressor esteja dentro do projetado, sendo suficiente para formar o jato, e não tão alta a ponto de danificar o equipamento. Na barra de pulverização encontramos os bicos de pulverização, que são responsáveis pela formação dos jatos e dependendo do tipo de bico selecionado, teremos o formato de pulverização desejado.

5 – Análise e Discussão das Alternativas

Em nossa primeira análise de como se projetar o pulverizador automático, partimos do princípio de que haveria de ter um sistema de misturar e borrifar essências simultaneamente, para que no processo ganhássemos tempo. Este sistema seria interessante para borrifarmos as essências nas lascas das árvores. Ao mesmo tempo em que se fizesse este processo de mistura e borrifação, teríamos que desenvolver um processo de borrifar essências em camadas, ou seja, fazer com que as folhas e sementes recebessem essências ao passar em uma esteira.

Mas, apesar da idéia de termos dois processos independentes e diferentes, optamos apenas pelo da esteira, sendo ele mais prático e eficiente. Atualmente, o processo de mistura está sendo substituído pela pulverização em camadas e este processo não danifica as lascas, folhas e sementes secas.

5.1 – Análise da esteira

5.1.1 - Esteira 1^o Alternativa

Nesta primeira alternativa, pensamos em fazer a esteira conforme a Figura 11 abaixo:

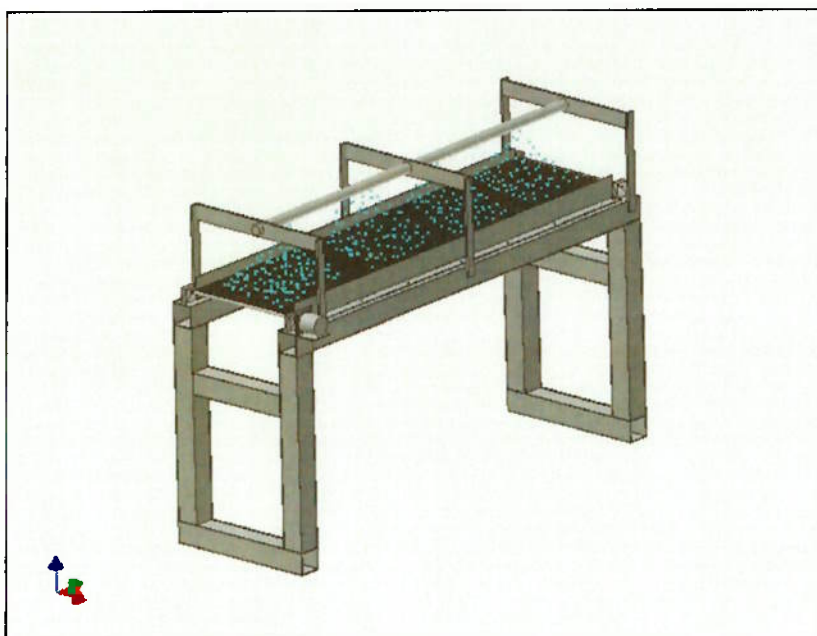


Figura 11 – Vista em Perspectiva da Primeira Alternativa - esteira

Nesta alternativa da esteira pensamos em colocar um sistema de borrifação já existente no mercado, com vários jatos. A esteira seria longa e estreita e com apenas um destes tubos, para que possamos fazer a borrifação ao longo da esteira, e assim, borrifar essências nas folhas e sementes. Utilizaríamos um motor com um inversor de frequência para controlar a velocidade e este ficaria em uma das laterais. A alimentação seria feita por um sistema de vibração em uma das pontas e a coleta aconteceria em um container situado na outra ponta.

5.1.2 - Esteira 2^o Alternativa

Nesta segunda alternativa, pensamos em fazer a esteira conforme a Figura 12 abaixo:

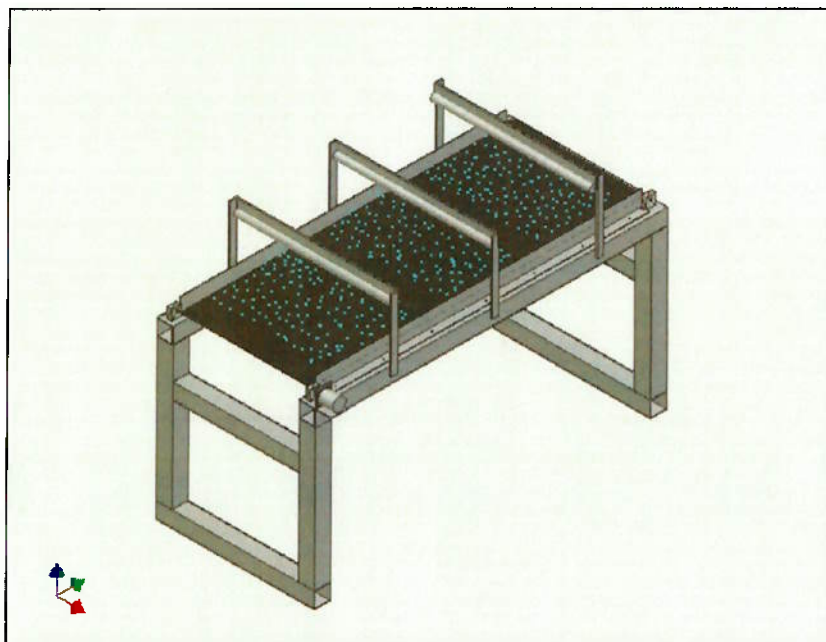


Figura 12 – Vista em Perspectiva da Segunda Alternativa - esteira

Nesta alternativa da esteira pensamos em colocar mais de um sistema de borrifação já existente no mercado, com vários jatos. Esta esteira seria mais curta e mais larga. Precisariamos colocar mais de um tubo para se fazer a borrifação ao longo da esteira. O motor ficaria no mesmo local da primeira alternativa. A alimentação seria feita por um sistema de vibração em uma das pontas e a coleta aconteceria em um container situado na outra ponta.

5.1.3 - Esteira 3^o Alternativa

Nesta terceira alternativa, pensamos em fazer a esteira conforme a Figura 13 abaixo:

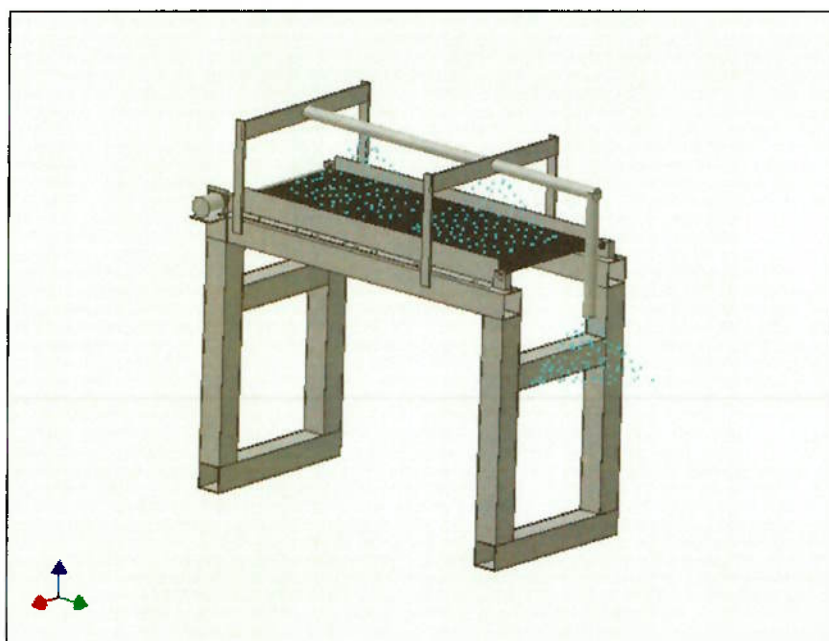


Figura 13 – Vista em Perspectiva da Terceira Alternativa - esteira

Nesta alternativa da esteira pensamos em colocar um sistema de borrifação já existente no mercado, com vários jatos. A esteira seria menor que a da alternativa 1, estreita e com apenas um destes tubos, para que possamos fazer a borrifação ao longo da esteira. Acoplaríamos um outro bocal na ponta da barra de pulverização e este ficaria em cima do container que coletaria as folhas e sementes secas. Utilizaríamos um motor com um inversor

de frequência para controlar a velocidade e este ficaria em uma das laterais. A alimentação seria feita por um sistema de vibração em uma das pontas.

5.2 - Matriz de decisão

Para a análise da qual dentre as alternativas selecionadas escolheríamos, fizemos uma matriz de decisão. Utilizamos para isto, valores de 1 a 5 para que com os parâmetros levantados para a análise, decidíssemos qual das alternativas seriam as mais vantajosas. Decidimos em avaliar o custo, o peso da estrutura, o quão prático seria a alternativa, a eficiência, tamanho, o quão fácil seria a higienização, desperdício e a manutenção.

Com estes parâmetros montamos a Tabela 1 abaixo:

Parâmetros	Esteira		
	1º Alternativa	2º Alternativa	3º Alternativa
Custo	4	3	4
Peso	4	2	4
Praticidade	3	3	3
Eficiência	4	2	5
Tamanho	4	2	5
Higienização	3	3	3
Desperdício	4	3	5
Manutenção	3	3	3
Total	29	21	32

Tabela 1 – Matriz de Decisão

5.2.1 – Análise dos parâmetros

5.2.1.1 - Custo

A segunda alternativa da esteira obteve um custo maior por utilizarmos vários sistemas de borrifação que se encontrarão na esteira. Neste parâmetro não consideramos a área importante, já que nos três casos é praticamente a mesma.

5.2.1.2 - Peso

Em relação à esteira, a segunda alternativa é mais pesada, já que utilizaríamos mais de um tubo borrifador e teríamos que analisar estes tubos para determinarmos o comprimento e largura das esteiras. Sendo nas alternativas 1 e 3 teríamos o mesmo peso na estrutura.

5.2.1.3 - Praticidade

Ambas são igualmente práticas, já que são alimentadas por um sistema de vibração e ao final as folhas e sementes são depositadas em um container.

5.2.1.4 - Eficiência

Na segunda alternativa temos uma eficiência menor, pois precisaríamos ter vários borrifadores ao longo da esteira. Na primeira alternativa teríamos apenas um borrifador ao longo da esteira, melhorando a eficiência e diminuindo o desperdício. Na terceira alternativa, além de possuir apenas um borrifador ao longo da esteira, esta possui um bocal que fica diretamente posicionado na entrada do container, melhorando a eficiência e evitando desperdícios.

5.2.1.5 - Tamanho

Na esteira temos um tamanho maior para a alternativa dois, pois esta depende da quantidade de borrifadores utilizados para termos a mesma eficiência da alternativa um. Assim,

gostaríamos de ter um tamanho ótimo para garantirmos a eficiência, o qual com a alternativa dois não conseguiríamos. A terceira alternativa é um pouco menor que a primeira alternativa, pois um dos bocais ficará posicionado na entrada do container.

5.2.1.6 - Higienização

Na esteira temos a mesma praticidade na higienização, já que teríamos que higienizar apenas o comprimento das esteiras.

5.2.1.7 - Desperdício

A segunda alternativa da esteira possui um maior desperdício, pois possui vários bocais para se obter a mesma eficiência das demais alternativas. A primeira alternativa tem um desperdício maior em relação a terceira devido ao fato de todos os bocais ficarem ao longo da esteira, sendo que na terceira alternativa teremos um bocal posicionado diretamente no container onde serão depositadas as folhas e sementes secas.

5.2.1.8 - Manutenção

Teríamos a mesma praticidade na manutenção, pois temos os mesmos componentes e a facilidade de acesso a esses componentes são iguais.

5.2.2 - Análise total

Assim, com a matriz de decisão acima e com a discussão dos parâmetros, chegamos à conclusão de que a terceira alternativa para esteira seria a mais vantajosa de se fazer.

6 – Estrutura da Esteira

Tendo feita a escolha da melhor solução para a esteira, iremos agora detalhar a sua construção:

1 - Para a estrutura utilizaremos o perfil de 50 mm com 2 mm de espessura de aço carbono 1020, sendo esta toda soldada.

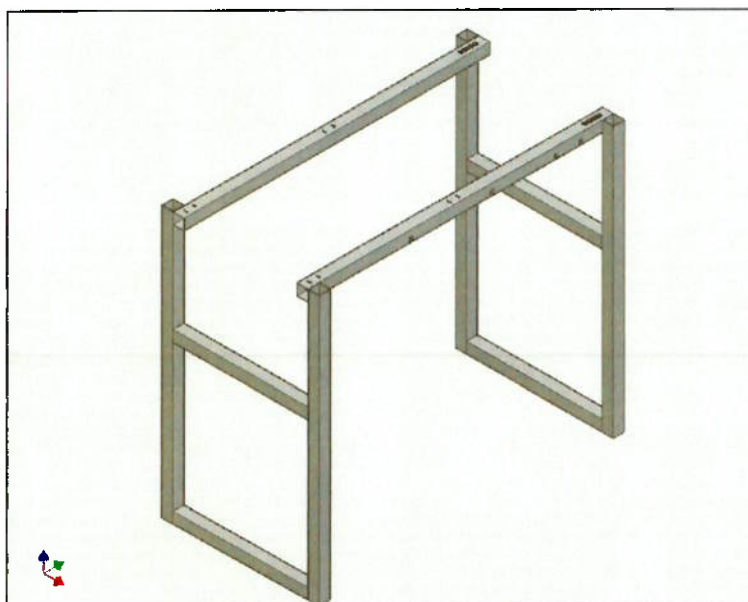


Figura 14 – Estrutura da Esteira

2 – Estando a estrutura pronta, é feita a localização dos mancais e do motor. Faremos furos obilongos para deixar a esteira bem rígida.

3 – Dentro de cada mancal são colocados dois rolamentos para garantir linearidade no eixo.

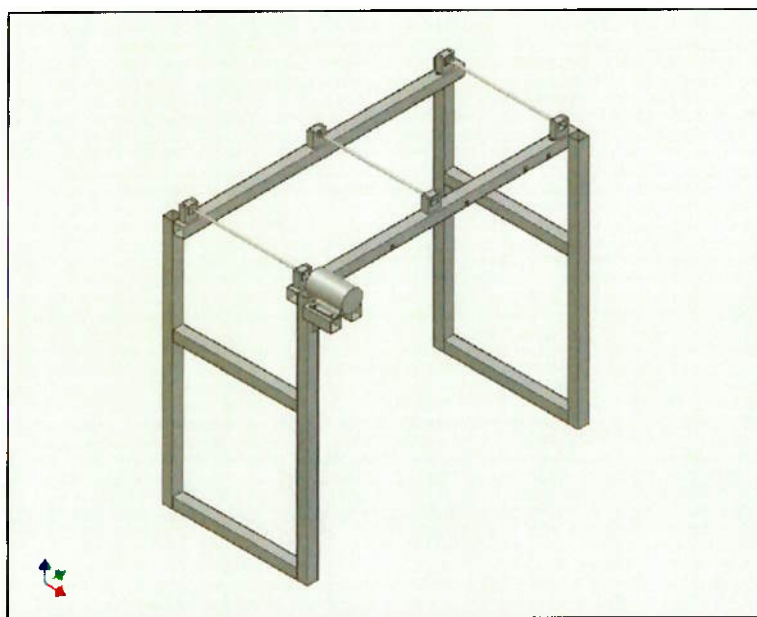


Figura 15 – Estrutura com mancais e motor

4 – Colocaremos em seguida barras verticais que servirão de apoio para nossa barra de pulverização que terá 1250 mm de comprimento.

5 – Estas barras serão parafusadas e a barra pulverizadora soldada.

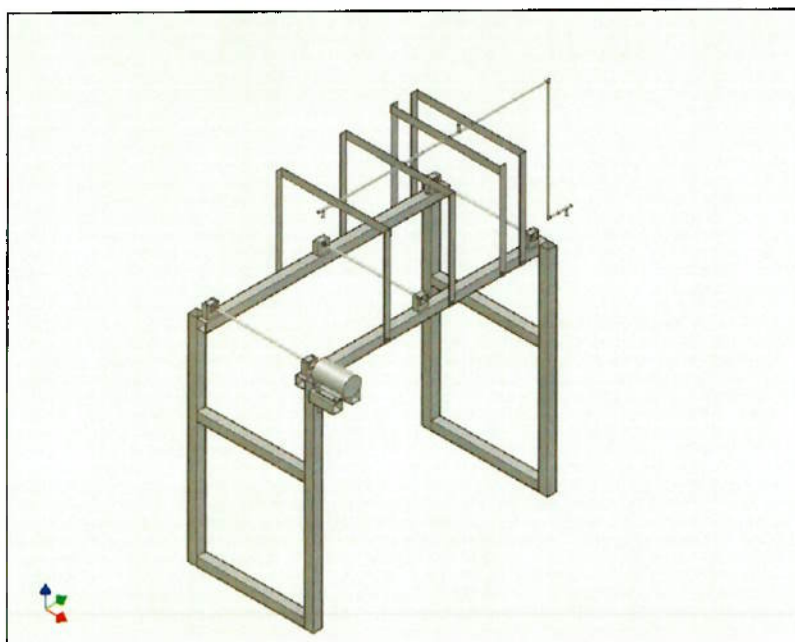


Figura 16 – Estrutura com apoios e barra pulverizadora

6 – Após fixarmos aparadores nas laterais da estrutura que impossibilitarão as folhas de caírem. Estas serão soldadas na estrutura.

7 – Nestes aparadores fixaremos canaletas para o líquido escorrer. Estas ficarão inclinadas para o líquido escorrer a parte central, onde se localizará um recipiente.

8 – Ao fim da esteira se encontrará um “escorredor” que servirá para as folhas caírem em um container. Esta estará fixa por parafusos na estrutura.

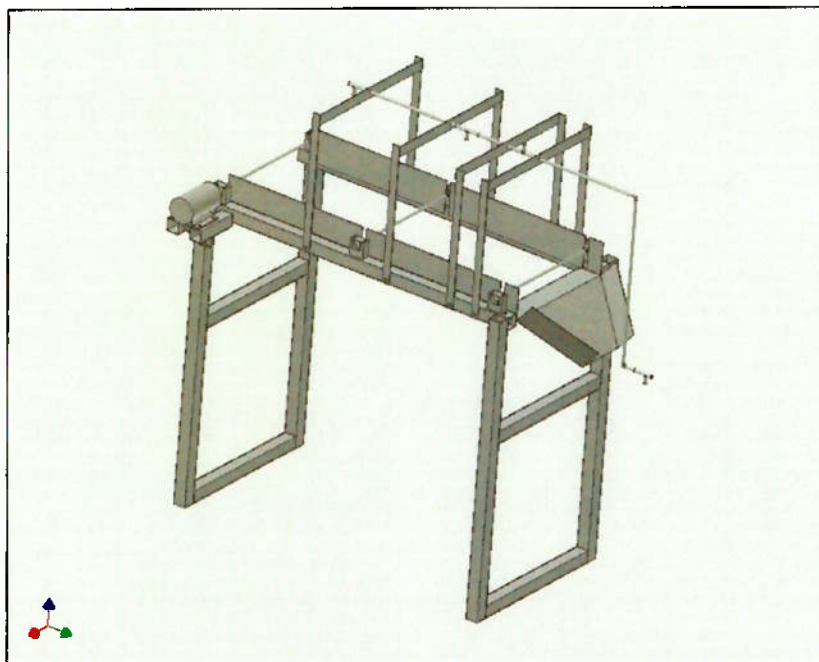


Figura 17 – Estrutura com “escorredor”

9 – A bomba se localizará em um suporte no chão, pois, por ser muito pesada, não poderíamos colocá-la na estrutura.

10 – O reservatório ficará muito próximo da bomba devido às características de sucção da bomba.

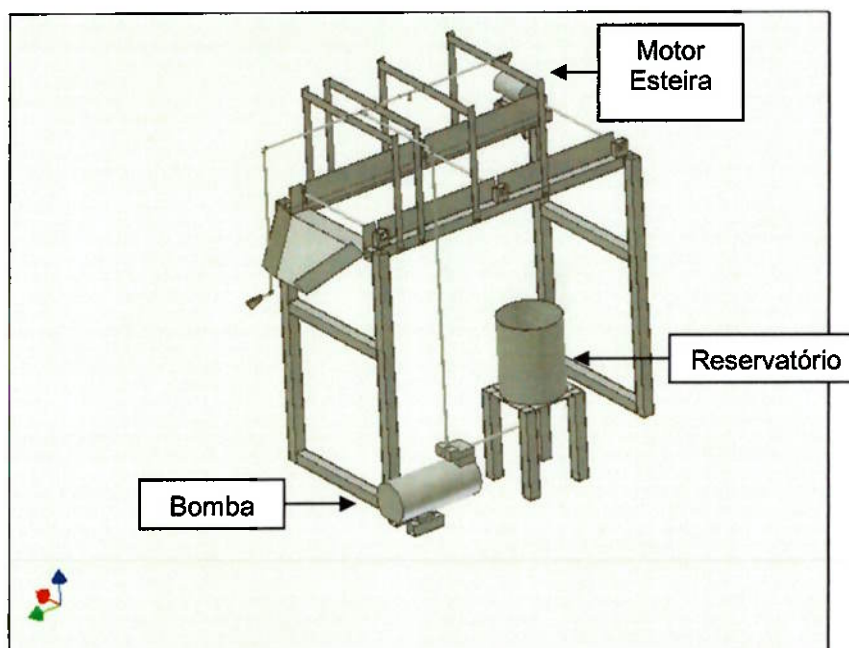


Figura 18 – Projeto da Esteira

6.1 – Deformação e tensões na esteira transportadora

Optamos por usar um material de borracha e contínuo para transportar as folhas e sementes secas, pelo motivo dos objetos serem pequenos e o líquido a ser empregado nos objetos ser corrosivo em alguns plásticos e metais.

A esteira transportadora (usualmente conhecida no mercado como correia) que iremos utilizar é uma correia do tipo PU. Esta correia é específica para transportar materiais granulado e leves, já que possui uma textura ao longo do seu comprimento.

A correia selecionada, de acordo com o catálogo do fabricante Sampla Belting, é a P-06 com diâmetro de 0,8mm, a qual pode trabalhar com temperaturas de -30oc a 80oC, sua carga

de trabalho é de 4 kgf/cm, sendo 1% de alongamento e sua carga de ruptura é de 70 kgf/cm. Optamos por esta correia, pois iremos utilizar um eixo de 12,7 mm e esta pode trabalhar com eixos entre 5 mm e 15 mm.

No princípio projetamos a esteira colocando apenas dois suportes (um em cada extremidade e separadas de 1230 mm) para sustentar e tracionar a esteira transportadora de borracha. Fazendo-se uma análise de tensões (Figura 20) e deformações (Figura 19), percebemos que considerando um peso máximo em cima da esteira transportadora de borracha de 10 N e que de acordo com o fabricante deveríamos ter uma chapa entre a parte superior e inferior, mas devido ao fato de que a distância entre os eixos era pequena, decidimos em utilizar mais um eixo de suporte central, apesar da esteira não sofrer muita deformação (ver Figura 19).

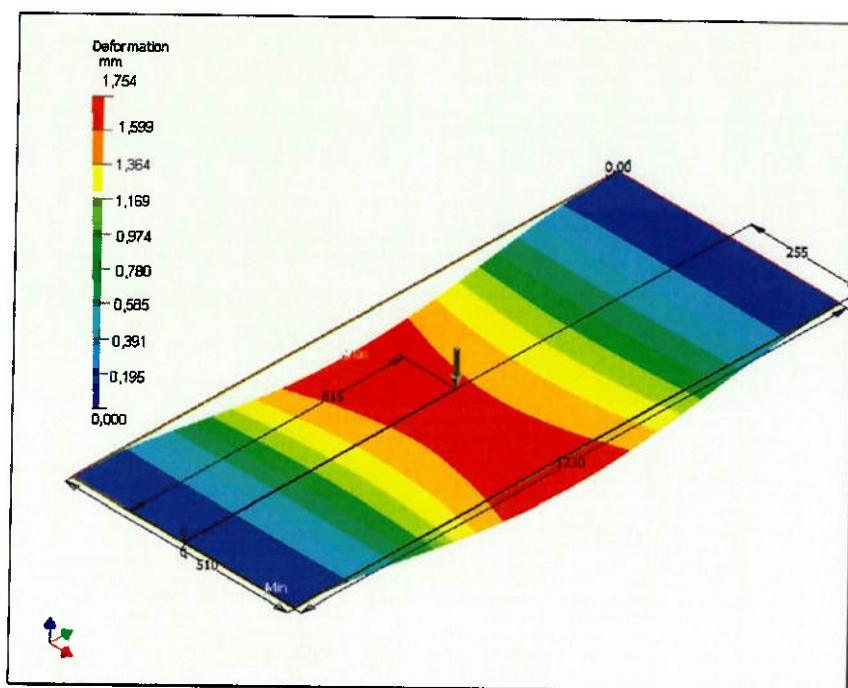


Figura 19 – Deformação na esteira de borracha – Distância 1230 mm

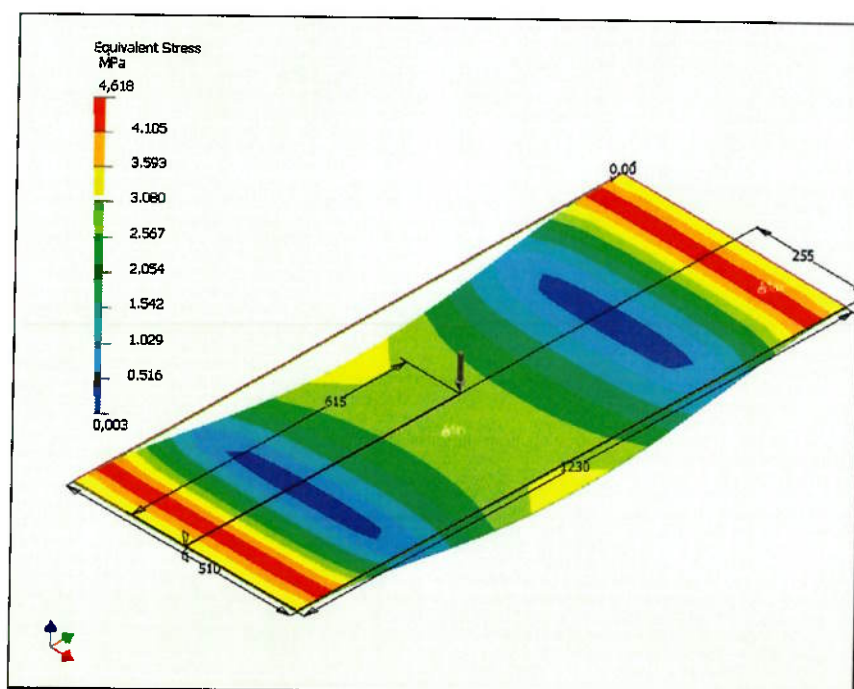


Figura 20 – Tensões equivalentes na esteira de borracha – Distância 1230 mm

Mostrado as tensões equivalentes e as deformações entre as distâncias dos eixos, em uma configuração em que estes se encontram afastados de 1230 mm, podemos ver nas duas figuras abaixo (Figura 21, as deformações e na Figura 22, as tensões equivalentes) para a configuração em que os eixos se encontram equidistantes de 615 mm. Comparando os gráficos de deformação, observamos que a diferença de deformação entre a configuração menor e a maior é muito pequena.

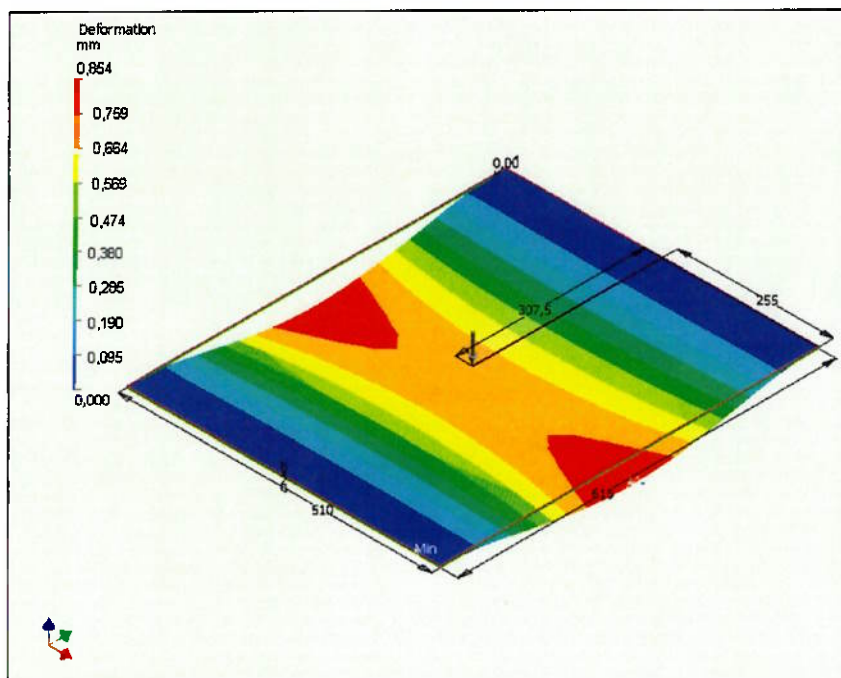


Figura 21 – Deformação na esteira de borracha – Distância 615 mm

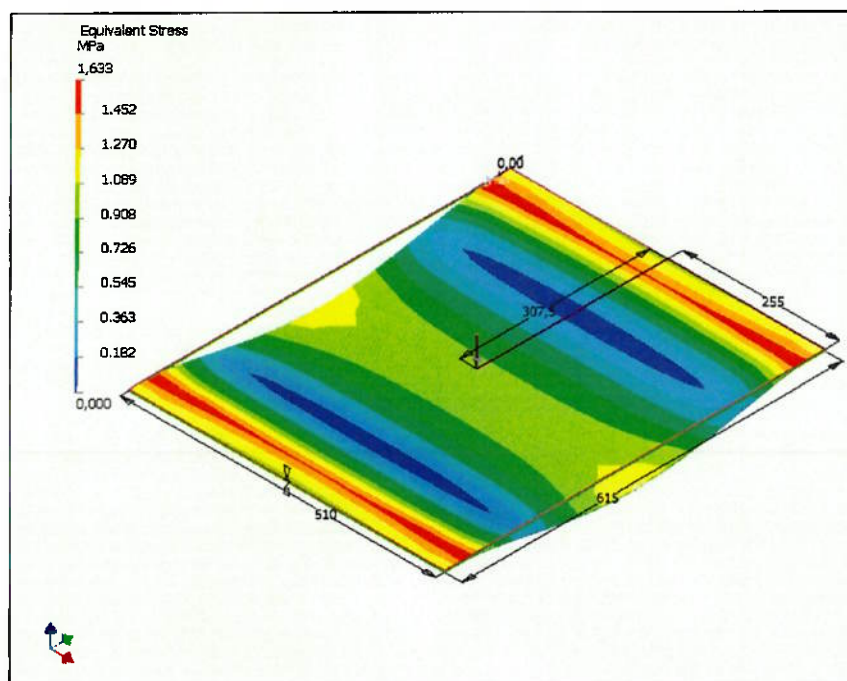


Figura 22 – Tensões equivalentes na esteira de borracha – Distância 615 mm

6.2 – Rolamentos

Na esteira utilizaremos um total de doze rolamentos. Estes estarão localizados dentro dos mancais aos pares. Dentro de cada mancal serão colocados dois rolamentos em cada lado, garantindo a linearidade do centro do rolamento com o eixo passante.

Utilizaremos os rolamentos rígidos de esferas, pois estes suportam cargas preferencialmente radiais e em nosso caso, apenas teremos estas forças. As forças as quais os rolamentos estão submetidos serão muito baixas, com isto, ao consultarmos o catálogo da SKF, escolhemos o rolamento de 10 mm de diâmetro interno e 26 mm de diâmetro externo, sendo estes capazes de suportar cargas de 585 N e carga limite de fadiga de 83 N.

Com a Figura 23 abaixo podemos localizar os rolamentos:

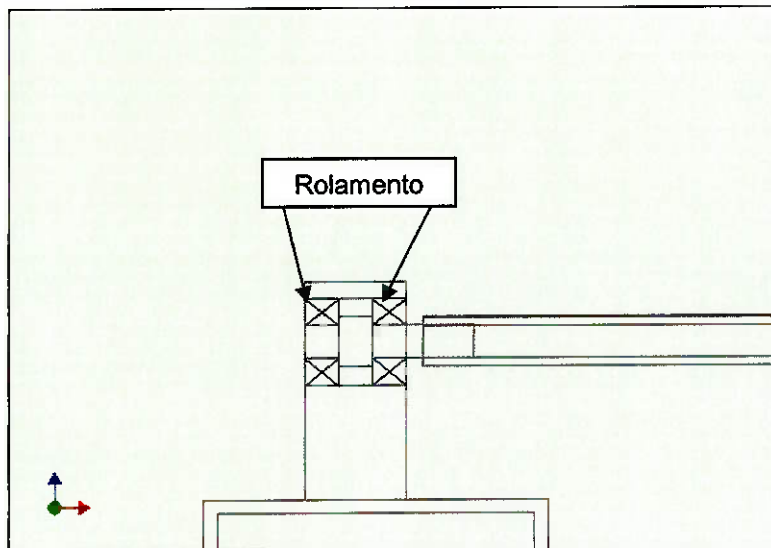


Figura 23 – Localização dos rolamentos no mancal

Nos mancais, os rolamentos serão fixos através de placas laterais, que impedirão o rolamento de sair de sua posição original.

7 – Motor Elétrico

7.1 – Motor Elétrico Utilizado

Utilizaremos o motor elétrico de corrente alternada de indução com rotor de gaiola de esquilo. A marca do motor é Kohlbach e as características seguem na Tabela 2 abaixo:

Motor de Indução Kohlbach	
<i>Potência Nominal</i>	0,50 CV
<i>Potência Nominal</i>	0,37 KW
<i>Fator de Potência ($\cos\phi$)</i>	0,75
<i>RPM</i>	3420 rad/s
<i>Frequência</i>	60 Hz
<i>Fator de Serviço</i>	1,25
<i>Polaridade</i>	2 pólos
<i>Peso</i>	4,9 kg

Tabela 2 – Características do motor de indução Kohlbach

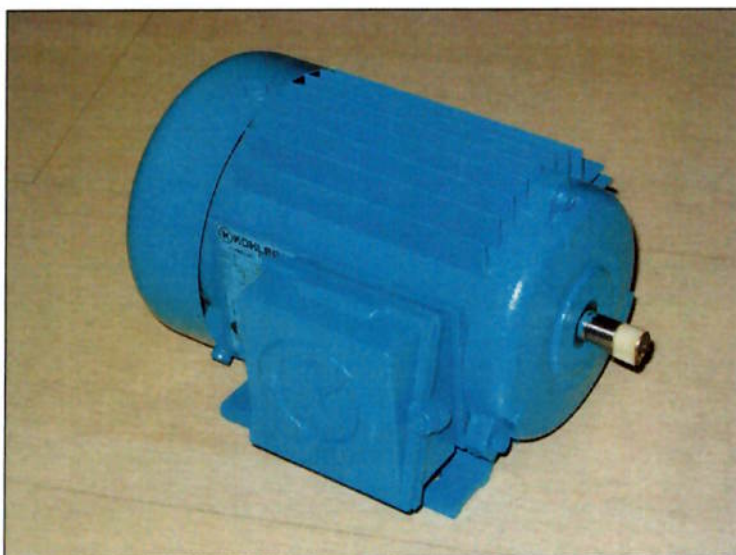


Figura 24 – Motor de indução Kohlbach

7.2 – Esteira com inversor de frequência

Pela necessidade que temos de ter uma baixa velocidade para transportar as folhas e sementes secas, por estas serem muito leves, decidimos em utilizar um inversor de frequência para controle do motor de indução, substituindo engrenagens e correias.

Fizemos esta escolha devido às múltiplas vantagens existentes na utilização de um inversor de frequência como:

- a) Substituição de variadores mecânicos.
- b) Substituição de variadores eletromagnéticos.
- c) Automatização e flexibilização dos processos fabris.
- d) Comunicação avançada e aquisição de dados.
- e) Eliminação de elementos de partida pesada e complicada.
- f) Instalação mais simples.
- g) Aumento da vida útil do maquinário.
- h) Evita choques mecânicos (trancos) na partida.
- i) Redução do nível de ruído.
- j) Economia de energia (demanda e consumo).

8 – Barra de Pulverização

A barra de pulverização que projetamos se localizará a 435 mm de altura da esteira transportadora. A parte superior terá 1250 mm de comprimento contendo dois bocais do tipo cônicos cheios azuis distanciados de 500 mm conforme dados da fabricante Jacto. Ao final desta barra, mas a 660 mm de altura abaixo do plano horizontal de referência da barra de pulverização, teremos um outro bocal do tipo cônico cheio azul da fabricante Jacto, com opção de utilização de um bocal preto da mesma fabricante, caso a empresa La Façon deseje uma maior vazão, que se localizará acima do contêiner onde as folhas e sementes secas irão ser depositadas, evitando-se assim desperdícios com as essências.

A tubulação em que as essências irão passar será de $\frac{1}{2}$ " com diâmetro interno de 9 mm. O material para esta tubulação será de aço inox, pois ao fazermos testes com aço carbono, percebemos que este sofria corrosão com as essências.

Na Tabela 3 abaixo fornecemos os dados dos bocais da fabricante Jacto com a pressão necessária e respectiva vazão.

Pressão (lbf/pol ²)	Cor das pontas de pulverização					
	Denominação das pontas					
	Vazão (l/min)					
	Azul	Marrom	Preto	Laranja	Vermelho	Verde
	JA-1	JA-1,5	JA-2	JA-3	JA-4	JA-5
60	0,32	0,43	0,64	0,88	1,25	1,60
90	0,38	0,52	0,76	1,06	1,51	1,93
120	0,42	0,59	0,86	1,21	1,72	2,20
150	0,50	0,66	1,00	1,34	1,91	2,44
180	0,52	0,71	1,04	1,46	2,07	2,65
210	0,55	0,77	1,13	1,57	2,22	2,85
240	0,60	0,82	1,22	1,68	2,34	3,22

Tabela 3 – Vazão das pontas de pulverização da série J.A. (Jacto)

Na Figura 25 abaixo mostramos a configuração da barra de pulverização com as respectivas localizações dos bocais.

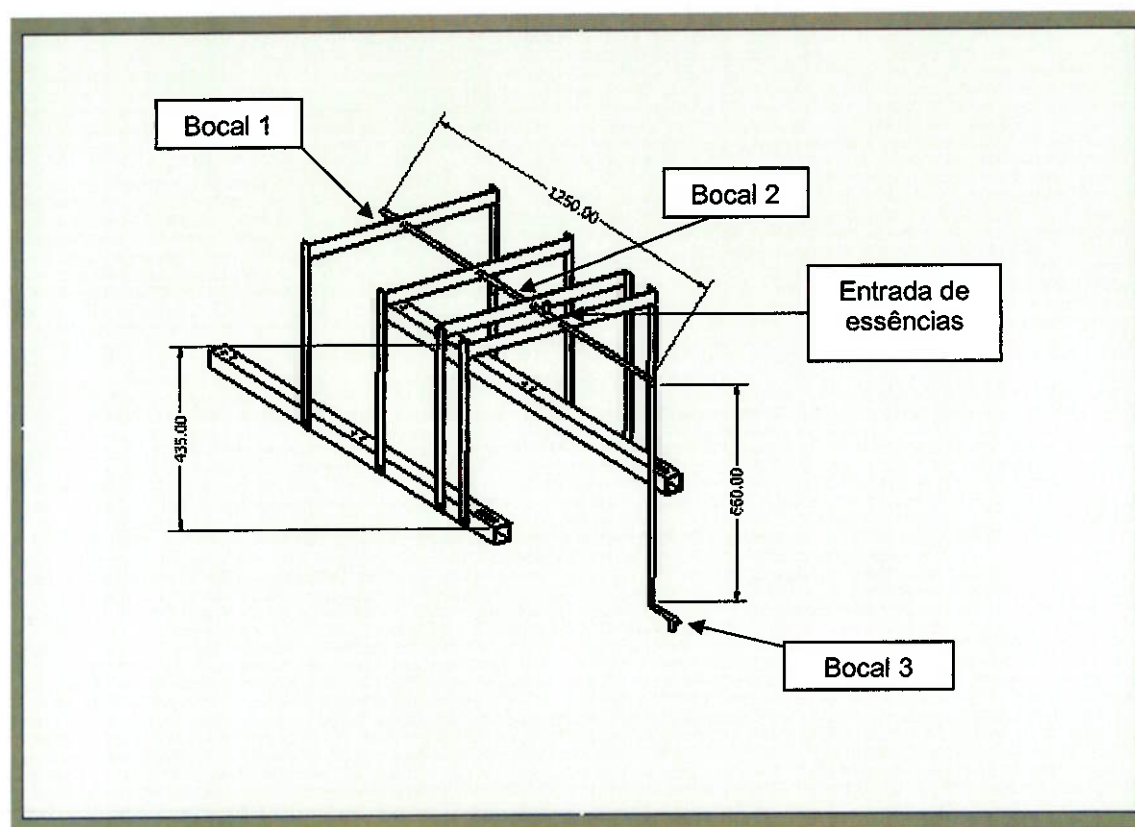


Figura 25 – Barra de Pulverização

8.1 – Bicos de Pulverização

Definimos um bico como o conjunto composto de corpo, capa, filtro e ponta simples (jato plano) e composta (jato cônico).

O corpo do bico é o componente que serve de suporte para a montagem dos demais. A capa é o componente do bico encarregado da fixação da ponta e do filtro ao corpo. O filtro é outro componente do bico de pulverização, e sua função é evitar o entupimento do mesmo, através de partículas em suspensão no líquido a ser pulverizado. A ponta é a parte responsável pela formação do filme de líquido que será subdividido em gotas. Por isso, a ponta possui diversos formatos, dependendo do tipo de aplicação pretendida.

Qualquer que seja o tipo de bico utilizado, deverá atender a três aspectos ou resultados: definir corretamente o volume, gerar gotas de pulverização as mais homogêneas possíveis e distribuí-las o mais uniformemente possível sobre uma superfície.

Responsáveis diretos pela geração, distribuição e deposição das gotas de pulverização, os bicos poderão gerar estas gotas através de diferentes processos sendo os mais comuns e convencionais por: pressão hidráulica, força centrífuga (bicos rotativos) e ar comprimido.

Os bicos que atuam por pressão hidráulica, transformam um determinado volume de líquido em gotas, forçando-o sob pressão, através de um orifício calibrado. Dependendo do tipo e número dos componentes e a forma do próprio orifício, o jato de pulverização apresentará variações na sua forma, amplitude e faixa de deposição, sendo por isto denominado de: bico de jato plano, bico de jato cônico cheio e bico de jato cônico vazio.

8.1.1 – Tipos de Bicos de Pulverização

8.1.1.1 – Bico de Jato Plano Comum

O jato emitido por esse tipo de bico forma uma pulverização plana (em leque), logo que deixa o orifício. Existe menor volume de líquido nas extremidades do leque em relação ao centro, de tal maneira que a pulverização de bicos adjacentes devem se sobrepor para uma obtenção de uma cobertura uniforme ao longo da barra em aplicações de área total. A sobreposição apropriada é de, no mínimo, 30% de cada lado do jato. Deve-se encontrar nos catálogos dos fabricantes, tabelas que indiquem a altura recomendada dos bicos em relação ao alvo, para a cobertura apropriada. Os bicos de jato plano são comumente disponíveis em ângulos de 80° ou 100°.

Os bicos de pulverização de ângulos maiores produzem gotas menores, podem ter espaçamentos maiores na barra ou operar mais próximas do alvo. Os bicos de pulverização com ângulos mais estreitos produzem melhor penetração e são menos susceptíveis a entupimentos, pois possuem orifício mais aberto. As características dos bicos de jato plano comum fazem-na ideais para a aplicação de herbicidas em área total, onde a uniformidade de deposição é crítica. A pressão de operação é de 2 a 4 kg/cm² a (30 a 60 psi), para uma cobertura mais uniforme. Pressões mais baixas poderão causar maior desuniformidade de deposição ao longo da barra pela deformação do perfil de deposição de líquido de cada bico.

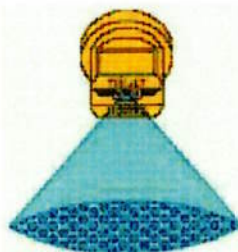


Figura 26 – Bico de jato plano comum

8.1.1.2 – Bico de jato Plano de Uso Ampliado

Este novo bico de jato plano "de uso ampliado" foi desenvolvido para permitir melhor distribuição de líquido numa faixa de pressão mais ampla, de 1 a 4 kg/cm² (15 a 60 psi). Nas pressões mais baixas (de 1 a 2 kg/cm²), podem-se aplicar herbicidas sistêmicos com reduzidos riscos de deriva. Para aplicação de herbicidas de contato e mesmo inseticidas, podem-se usar pressões maiores. Trata-se, portanto, de um bico de pulverização que permite uma seleção mais ampla de tamanho de gota e vazão pela variação da pressão de trabalho, pois mantém o ângulo do jato e o perfil de distribuição normal sem prejudicar a distribuição de líquido ao longo da barra em aplicações em área total.

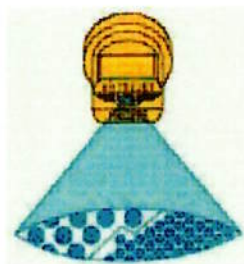


Figura 27 – Bico de jato plano de uso ampliado

8.1.1.3 – Bico de jato Plano de Deriva Reduzida

Esse bico, de recente desenvolvimento, produz gotas significativamente maiores que os bicos de jato plano comum, nas mesmas vazões e pressões de trabalho. Esses bicos são dotados de um pré-orifício e as gotas produzidas são menos susceptíveis à deriva. A faixa de operação para esse tipo de ponta é de 2 a 5 kg/cm² (30 a 75 psi). São disponíveis nos ângulos de 80° e 110°.

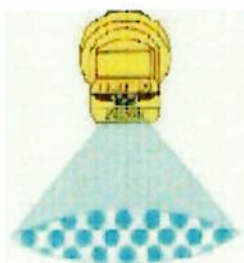


Figura 28 – Bico de jato Plano de Deriva Reduzida

8.1.1.4 – Bico de jato Plano Duplo

O bico de jato plano duplo foi desenvolvido para aplicações que requerem rigorosa cobertura e boa penetração da pulverização na folhagem. O bico tem dois orifícios que direcionam um jato na forma de leque inclinado 30° para a frente e um segundo leque igual inclinado 30° para trás, em relação ao plano vertical. Pulverizando através de dois orifícios, o tamanho de gota é menor que de um bico de jato plano comum de vazão equivalente, à mesma pressão. As gotas menores aumentam o potencial de cobertura e fazem esse bico apropriado para aplicações de herbicidas de contato. A pressão típica de trabalho é de 2 a 4 kg/cm² (30 a 60 psi). Também são disponíveis para jatos planos de 80° e 110°.

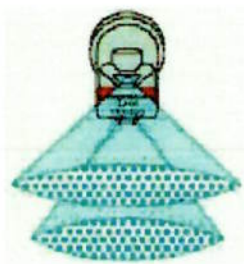


Figura 29 – Bico de jato Plano Duplo

8.1.1.5 – Bico de jato Plano Uniforme

O bico de jato plano uniforme ou contínuo promove um perfil de distribuição constante de líquido ao longo de toda a faixa de deposição. Pode ser usada para aplicações de defensivos em faixa sobre a linha da cultura ou na entretinha, operando a pressões de 1,5 a 3 Kg/cm² (23 a 45 psi). Esse bico não deve ser usado para aplicações em área total. A largura da faixa tratada depende do ângulo do jato, pressão de trabalho e altura do bico em relação ao alvo, devendo-se seguir a recomendação do fabricante.

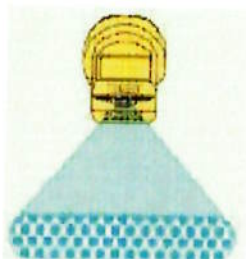


Figura 30 – Bico de jato Plano Uniforme

8.1.1.6 – Bico de Impacto (Jato Plano de Grande Ângulo)

Os bicos de impacto, também chamadas de "deflexão", produzem um jato na forma de leque com ângulos de pulverização amplo, de 120° a 130° , o que permite maior espaçamento entre elas ou alturas mais baixas do bico para aplicações em área total. Os orifícios de maior tamanho e de forma arredondada fazem deste bico menos propenso a entupimentos. Esse tipo de bico apresenta um perfil de deposição com deposição maior de líquidos nas extremidades em relação ao jato plano comum. Com esse tipo de deposição há necessidade de uma sobreposição dos jatos adjacentes de 50% (deposição dupla) para aperfeiçoar a uniformidade em aplicações em área total. Posicionando-se o bico a 45° da vertical também há a melhoria na uniformidade de cobertura.

Esse tipo de bico é muito utilizado em aplicações de herbicidas em jato dirigido, principalmente nas culturas de cana-de-açúcar e milho, uma vez que seu ângulo grande permite seu uso a baixa altura, não atingindo as folhas das plantas cultivadas e as gotas grandes que produz não são derivadas para essas mesmas folhas. A faixa de pressão de operação para esse tipo de ponta é de 0,7 a 1,8 kg/cm² (10 a 25 psi).

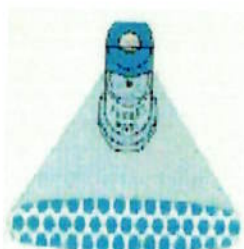


Figura 31 – Bico de Impacto (Jato Plano de Grande Ângulo)

8.1.1.7 – Bico de jato cônico cheio de grande ângulo

Esse tipo de bico produz gotas grandes (as maiores dentre os bicos disponíveis), que são distribuídos em uma deposição de cone cheio. O perfil de deposição é semelhante ao dos bicos de jato plano comum, sendo apropriados para aplicações em área total. A uniformidade de deposição é mantida em uma faixa de pressão de 0,7 a 2,5 kg/cm² (10 a 40 psi). Esses bicos, com jatos em ângulo de 120° podem ser usados com espaçamentos de até 100 centímetros, como as pontas de impacto. As gotas produzidas são maiores que as de outros tipos de bicos de igual vazão à pressões similares, sendo apropriados para aplicações de herbicidas de solo e sistêmicos, com excelente controle da deriva.

Esse controle é maximizado às pressões de 1 a 1,4 kg/cm² (15 a 20 psi), podendo ser usada uma pressão maior, de até 3 kg/cm² (45 psi) em casos especiais, para produtos sistêmicos. Para aperfeiçoar a uniformidade de distribuição em área total, os jatos deverão sobrepor-se de 30 a 50 % em cada extremidade, com os bicos em uma angulação de 30 a 45° da vertical, quando em espaçamento de 100 centímetros.

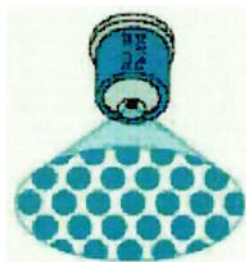


Figura 32 – Bico de jato cônico cheio de grande ângulo

8.1.1.8 – Bico de jato cônico vazio

Esse tipo de bico produz uma deposição com o líquido mais concentrado na periferia do cone. O perfil de distribuição típico em forma de sela, com menos líquido no centro, faz com que esses bicos não sejam recomendados para aplicações superficiais em área total, uma vez que uma deposição uniforme é difícil de ser obtida. Os bicos de jato cônico vazio geralmente produzem as menores gotas que qualquer outro tipo. São geralmente usadas em aplicações de inseticidas, fungicidas e dessecantes de contato, onde a cobertura e penetração na massa foliar são críticas. Entretanto, a deriva e evaporação das gotas são maiores devido às muitas gotas pequenas que são produzidas. Elas podem operar à pressões de 3 a 10 kg/cm² (45 a 150 psi), sendo que os bicos de cerâmica podem suportar pressões maiores, até 20 kg/cm² (300 psi). Esses bicos podem ser constituídos de um conjunto único com as peças difusor (responsável pelo turbilhão interno do líquido) e o bico (orifício de saída) já unidas.



Figura 33 – Bico de jato cônico vazio

8.2 – Gotas de Pulverização

A nuvem de partículas de pulverização é constituída por gotas de diferentes diâmetros, o que forma o espectro de gotas. O tamanho de gota (no espectro) que divide o volume em duas partes iguais (metade do volume é formado por gotas de tamanho inferior e a outra metade por gotas de tamanho superior) é definido por diâmetro mediano volumétrico (DMV) e sua classificação é apresentada na Tabela 4.

Classe de pulverização	Diâmetro Médio Volumétrico (DMV) em μm
Aerosol	< 50
Muito Fina	51 - 100
Fina	101 - 200
Média	201 - 400
Grossa	401 - 600
Muito Grossa	> 600

Tabela 4 – Classificação das gotas de acordo com o diâmetro

Existem alguns fatores que afetam o tamanho da gota, como o tipo da ponta utilizada. Pulverizações com pontas de jato cônico cheio produzem gotas maiores que a de jato plano (leque), que por sua vez produzem gotas de jato cônico vazio quando trabalhado na mesma pressão e com a mesma vazão.

Pontas com o mesmo tipo de jato podem apresentar diferentes padrões de gotas de acordo com diferentes modelos projetados pelas empresas fabricantes, citando como exemplo os modelos XR, DG e TT fabricados pela TEEJET, que na mesma pressão produzem gotas finas, médias e grossas, respectivamente, dependendo da vazão. Dentro do mesmo tipo de jato, entretanto, com ângulos diferentes, como por exemplo, XR 11002 e XR 8002, também apresentam diferentes padrões de gotas; quanto maior o ângulo, menor o tamanho de gota. Quanto maior a vazão, maior será o tamanho da gota quando trabalhadas na mesma pressão. Por exemplo, pontas JÁ-1 produzem gotas menores do que JÁ-2.

Um mesmo tipo de ponta tem diferentes padrões de gotas quando submetidas a diferentes pressões. O tamanho da gota é inversamente proporcional ao aumento da pressão, ou seja, quanto maior a pressão, menor o tamanho da gota.

O último fator que influência nas gotas de pulverização é as propriedades do líquido, sendo que quanto maior a viscosidade e tensão superficial, maior serão as gotas e maior a quantidade de energia necessária para pulverização.

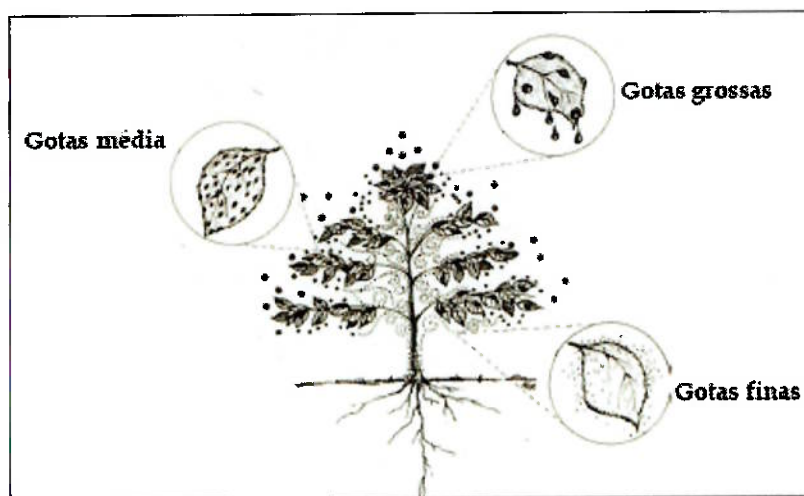


Figura 34 – Gotas de Pulverização

9 – Estimativa da perda de carga na barra de pulverização e Pressão de recalque da bomba

As estimativas das perdas de carga lineares referentes à tubulação que compõem o sistema de pulverização foram realizadas por meio da equação de Darcy-Weisbach, apresentado por Fox:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

em que h_f (m) é a perda de carga no trecho considerado; f (adimensional) o fator de atrito; L (m) o comprimento total da tubulação no trecho considerado; D (m) o diâmetro interno da tubulação; V (m/s) a velocidade de escoamento do fluido e; g (m^2/s) a aceleração da gravidade no local.

O valor do fator de atrito “ f ” foi determinado empregando-se a equação de Churchill (1977) que, segundo o autor, pode ser aplicada a qualquer regime de escoamento e todas as condições de rugosidade hidráulica:

$$f = 8 \cdot \left\{ \left[\frac{8}{Re} \right]^{12} + \left[\frac{1}{(A + B)^{\frac{3}{2}}} \right] \right\}^{\frac{1}{12}}$$

em que Re (adimensional) é o número de Reynolds.

De acordo com o autor, o número de Reynolds para a água à temperatura de 20°C e os parâmetros "A" (adimensional) e "B" (adimensional) que compõem a equação são obtidos pelas expressões abaixo:

$$Re = 1260630 \cdot \frac{Q}{D}$$

$$A = \left\{ 2,457 \cdot \ln \left[\frac{1}{\left(\frac{7}{Re} \right)^{0,9} + \left(\frac{0,27 \cdot k}{D} \right)} \right] \right\}^{16}$$

$$B = \left(\frac{34530}{Re} \right)^{16}$$

em que Q (m³/s) é a vazão transportada e; k (m) a rugosidade absoluta da tubulação.

Para calcularmos as perdas de cargas localizadas ou singulares, que são causadas por uma perturbação brusca do escoamento, por exemplo, pela existência de válvulas, variações de seção, assim como mudança de direção, utilizamos a seguinte equação, apresentada por Fox:

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

em que K_s é o coeficiente de perda de carga localizada e podemos consultar os valores aproximados de K_s na Tabela 5 abaixo:

PEÇAS	Ks	PEÇAS	Ks
Ampliação gradual	0.30*	Junção	0.40
Bocais	2.75	Medidor Venturi	2.50**
Comporta aberta	1.00	Redução gradual	0.15*
Controlador de vazão	2.50	Registro de angulo aberto	5.00
Cotovelo 90°	0.90	Registro de gaveta aberto	0.20
Cotovelo 45°	0.40	Registro globo aberto	10.00
Crivo	0.75	Saída de canalização	1.00
Curva de 90°	0.40	Te passagem direta	0.60
Curva 45°	0.20	Te passagem de lado	1.30
Curva 22° 30'	0.10	Te passagem bilateral	1.80
Entrada normal de canalização	0.50	Válvula de pé	1.75
Entrada de borda	1.00	Válvula de retenção	2.50
Existência de pequena derivação	0.03		

Tabela 5 – Valores aproximados do coeficiente de perda de carga localizada

Comentamos no item 8 que o bico azul da fabricante Jacto necessita de uma pressão de 60lbs/pol² e corresponde a uma vazão de 0,32 l/min. Para sabermos que bomba iremos utilizar, temos que calcular a pressão de recalque da bomba, utilizando-se da equação de Bernoulli, apresentado em Fox.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \sum h_{f1,2} + \sum h_{s1,2}$$

em que P (N/m^2) é a pressão; γ (kgf/m^3) é o peso específico; V (m/s) é a velocidade do fluido; Z (m) é a altura referente a um plano horizontal de referência; g (m/s^2) é a aceleração da gravidade; $h_{f1,2}$ (m) é a perda de carga distribuída; e $h_{s1,2}$ (m) é a perda de carga localizada. No caso demonstrativo da Figura 35 abaixo, não temos perdas de carga localizadas.

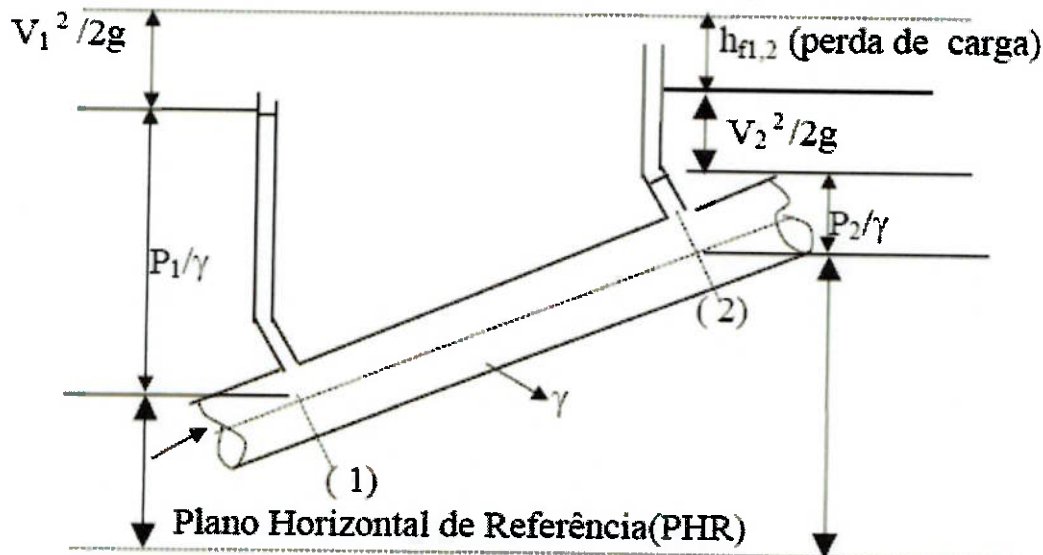


Figura 35 – Equação de Bernoulli – representação gráfica dos componentes

Analisando-se o trecho demonstrado na Figura 36, temos que a velocidade do fluido no recalque da bomba e na saída do bocal é a mesma. O coeficiente Z_1 foi considerado como sendo o plano horizontal de referência, sendo assim, zero. O peso específico γ consideraremos igual ao da água (1000 kgf/m^3), já que as essências são a base de água. Para cálculo do coeficiente $h_{s1,2}$, de acordo com o desenho, temos dois cotovelos de 90° , um Te passagem bilateral e Te passagem de lado. Assim, a equação de Bernoulli fica simplificada:

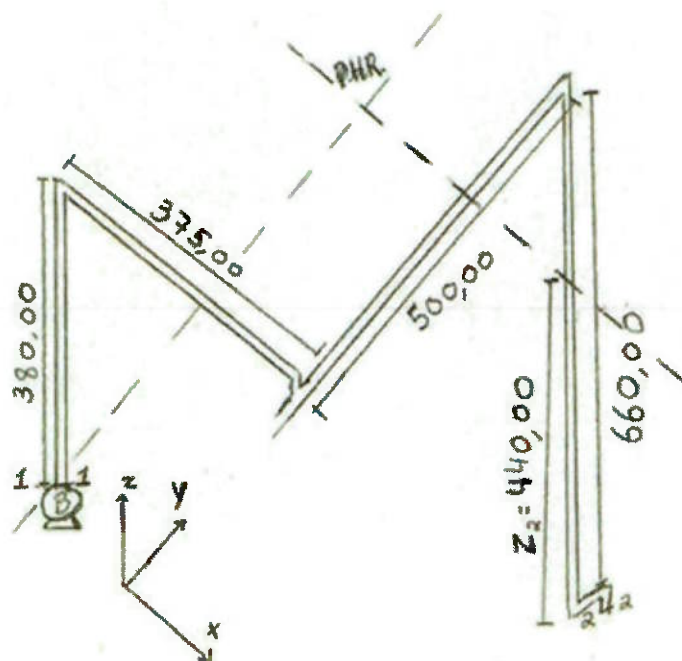


Figura 36 – Esboço do comprimento total da tubulação com trecho considerado para cálculo de pressão de recalque da bomba

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_{f1,2} + \sum h_{s1,2}$$

A velocidade na saída do bocal é:

$$V = \frac{Q}{S}$$

em que Q (m³/s) é a vazão e S (m²) é a área. Para o diâmetro da saída do bocal de 9 mm e vazão de 0,32l/min, temos:

$$V = \frac{\frac{0,0192}{3600}}{\frac{\pi \cdot (0,009)^2}{4}} = 0,0839 \text{ m/s}$$

Para cálculo do coeficiente f, considerou-se o valor de 0,0003m para a rugosidade absoluta do aço inox, de acordo com fornecedor, assim tem-se:

$$Re = 1260650 \cdot \frac{Q}{D} = 1260650 \cdot \frac{\frac{0,0192}{3600}}{0,009} = 747,1$$

$$A = \left\{ 2,457 \cdot \ln \left[\frac{1}{\left(\frac{7}{Re} \right)^{0,9} + \left(\frac{0,27 \cdot k}{D} \right)} \right] \right\}^{16} = \left\{ 2,457 \cdot \ln \left[\frac{1}{\left(\frac{7}{747,1} \right)^{0,9} + \left(\frac{0,27 \cdot 0,0003}{0,009} \right)} \right] \right\}^{16} = 2,5 \times 10^{15}$$

$$B = \left(\frac{34530}{Re} \right)^{16} = \left(\frac{34530}{747,1} \right)^{16} = 4,33 \times 10^{26}$$

$$f = 8 \cdot \left\{ \left[\frac{8}{Re} \right]^{12} + \left[\frac{1}{(A+B)^{\frac{3}{2}}} \right] \right\}^{\frac{1}{12}} = 8 \cdot \left\{ \left[\frac{8}{747,1} \right]^{12} + \left[\frac{1}{(2,5 \times 10^{15} + 4,33 \times 10^{26})^{\frac{3}{2}}} \right] \right\}^{\frac{1}{12}} = 0,086$$

Calculado Reynolds e verificado que o regime é laminar, podemos calcular as perdas de cargas:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0,086 \cdot \frac{3,065}{0,009} \cdot \frac{0,0839^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0105 \text{ m}$$

O coeficiente de perda de carga localizada é:

a) Cotovelo

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 2,0,9 \cdot \frac{0,0839^2}{2,9,81} = 0,00065m$$

b) Te passagem bilateral

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 1,8 \cdot \frac{0,0839^2}{2,9,81} = 0,00065m$$

c) Te passagem de lado

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 1,3 \cdot \frac{0,0839^2}{2,9,81} = 0,00047m$$

Assim,

$$\sum h_{s1,2} = 0,00065 + 0,00065 + 0,00047 = 0,00177m$$

Com os resultados acima e com a equação de Bernoulli, podemos determinar a pressão de recalque da bomba:

$$P_1 = \left(\frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_{f1,2} + \sum h_{s1,2} \right) \cdot \gamma =$$

$$P_1 = \left(\frac{413690}{1000} + 0,44 + 0,0105 + 0,00242 \right) \cdot 1000 = 414,14kPa = 42,24mca$$

9.1 – Características da bomba

Definido a pressão de recalque da bomba e consultando o catálogo da fabricante Schneider, decidimos em utilizar a bomba centrífuga auto-aspirante da série MBA-ZL, típica para aplicações em agriculturas e nebulização. Esta bomba tem a característica de ter baixa vazão e alta pressão, o qual nos é aconselhável.

A bomba possui um motor elétrico NEMA IP-21 de dois pólos, frequência de 60 Hz e rotação de 3460 rpm. A carcaça é de ferro fundido GG-50, rotor fechado de alumínio e selo mecânico constituído em aço inox 304. O rotor decidimos por utilizá-lo de bronze devido as essências serem corrosivas. Na Tabela 6 abaixo observamos as características técnicas e hidráulicas da bomba. De acordo com nossos cálculos de pressão de recalque da bomba, observamos que a bomba de 3/4 de cavalo satisfaz nossas necessidades.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E HIDRÁULICAS DAS BOMBAS																																				
MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Térmico	Ø Sução (BSP)	Ø Recalque (BSP)	Peso máx sem vazão (kg)	Altura máxima de sucção (mca)	Diâmetro do rotor (mm)	TABELA DE SELEÇÃO																											
									ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (mca)																											
									VAZÕES EM m³/h VÁLIDAS PARA SUÇÃO DE 0 mca, ÁGUA A 25°C, AO NÍVEL DO MAR																											
									CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS									16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	55
MBA-ZL	3/4	x	x	1	1	86	1	125	1,43	1,41	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	1,29	1,28	1,22	1,16	1,07	0,96	0,81	0,69	0,59	0,50	0,41	0,22									
MBA-ZL	1	x	x	1	1	71	1	130	"	"	"	"	"	"	"	"	1,33	1,30	1,28	1,26	1,23	1,19	1,12	1,03	0,91	0,80	0,70	0,49	0,30							
MBA-ZL	1,5	x	x	1	1	83	1	140	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,32	1,31	1,30	1,29	1,27	1,26	1,24	1,22	1,17	0,99	0,79	0,59	0,39	0,21					
MBA-ZL	2	x	x	1	1	85	1	150	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,31	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,24	1,17	1,01	0,79	0,60	0,43	0,27					

Tabela 6 – Características técnicas das bombas

Na Figura 37 observamos os componentes da bomba, com seus respectivos significados na Tabela 7.

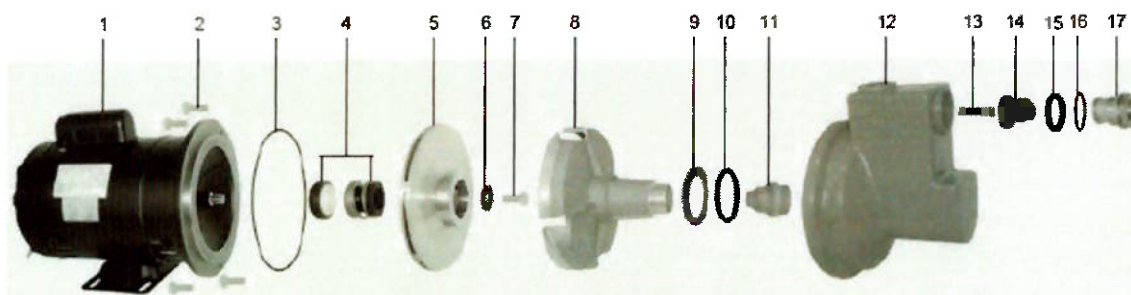
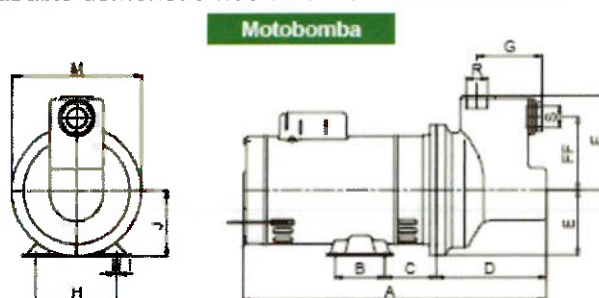


Figura 37 – Componentes da bomba

Código dos Componentes dos Produtos			
Item	Descrição	Quant.	MBA-ZL
1	Motor de linha: Nema IP-21, 2 pólos, 60 Hz - 3450 rpm	1	3/4 CV
2	Parafuso sextavado NC 1/4" x 3/4"	5	2163-5
3	O-ring 164,3 mm	1	425-0
4	Selo mecânico IP-06 5/8"	1	595-2
5	Rotor centrífugo alumínio (Al)	1	4200-6
6	Arruela lisa 1/4"	1	420-0
7	Parafuso sextavado NF 1/4" x 3/4"	1	1179-4
8	Difusor venturi MBA-L	1	3990-1
9	Arruela do difusor	1	3963-9
10	O-ring 2323	1	3964-0
11	Bico MBA	1	4077-0
12	Corpo MBA-L P	1	3968-4
13	Mola da válvula	1	2442-9
14	Tripé sintético da válvula	1	2322-0
15	Anel de vedação	1	1015-7
16	O-ring 48mm	1	1033-9
17	Corpo da válvula MBA-L 1"	1	3902-0
	Mancal MG 56BD	1	2155-6

Tabela 7 – Código do componente do produto selecionado

Na Figura 38 abaixo demonstramos as dimensões da bomba:



DIMENSÕES EM mm - 60 Hz																
Modelo	Potência	Referência	S ("BSP)	R ("BSP)	A	B	C	D	E	F	FF	G	H	I	J	M
MBA-XL MBA-ZL	3/4	(*) monof. SC	1	1	407	78	71	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	1	(*) monof. SC	1	1	417	78	71	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	3/4	monof.	1	1	403	78	87	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	1	monof.	1	1	413	78	87	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	1,5	monof.	1	1	431	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	2	monof.	1	1	451	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	3/4	trif.	1	1	391	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	1	trif.	1	1	401	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	1,5	trif.	1	1	411	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
	2	trif.	1	1	421	78	80	170	100	145	112	100	124	8,7	89	200
		manc. 56BD	1	1												200

Figura 38 – Dimensões da bomba

9.2 – Curvas da Bomba

Conforme fabricante Schneider, a bomba MBA-ZL apresenta as seguintes curvas características:

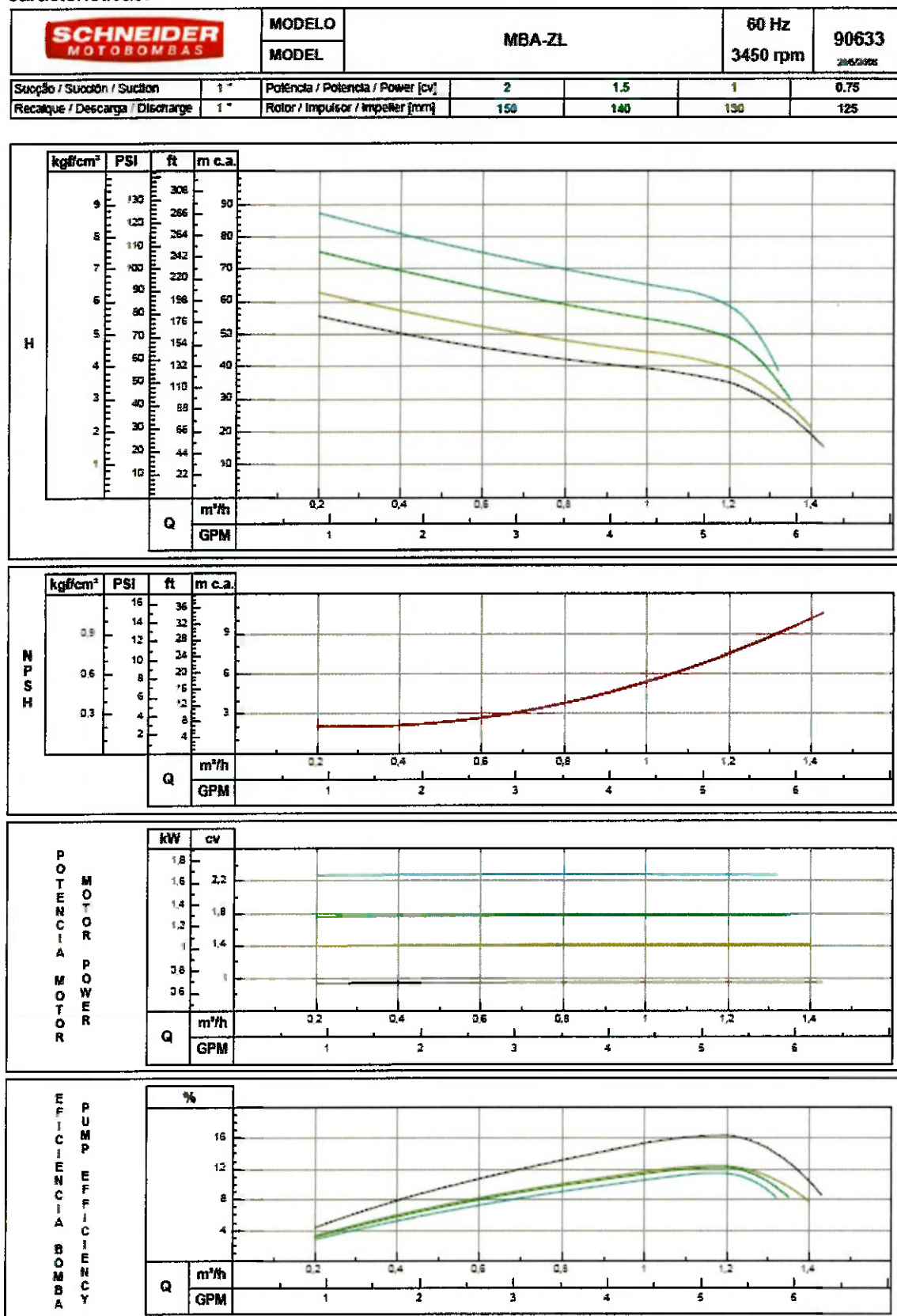


Figura 39 – Curvas Características da bomba

9.3 – Cálculo do NPSH

NPSH conhecido como carga líquida positiva de sucção é a carga total no flange de sucção da bomba menos a pressão de vapor, convertida a altura de coluna de líquido. Este é um coeficiente para se avaliar se está ocorrendo cavitação por vaporização (fenômeno semelhante à ebulição, que pode ocorrer na água durante um processo de bombeamento, provocando estragos, principalmente no rotor e palhetas e é identificado por ruídos e vibrações) no flange de sucção da bomba, sendo característico da cada bomba e da configuração da instalação. Para avaliação da existência de cavitação, dois parâmetros são essenciais, o NPSH_r e o NPSH_d. O NPSH_r é a energia do líquido que a bomba, necessita para funcionar satisfatoriamente. É uma característica de cada bomba e o seu valor é determinado em testes de laboratórios ou através de cálculos. O NPSH_d é a energia disponível do líquido, na boca da sucção da bomba, sendo uma característica de cada sistema (instalação).

A cavitação não irá ocorrer se $NPSH_d \geq NPSH_r$, caso contrário haverá cavitação em decorrência de uma sucção deficiente.

O cálculo do NPSH_d é mostrado na equação abaixo:

$$NPSH_d = \frac{P_{atm}}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} \pm Z_e - h_f - h_s$$

em que P_{atm} (atm) é a pressão atmosférica local; P_v (atm) é a pressão de vapor do líquido na temperatura de bombeamento; Z_e (m) altura estática de sucção; h_f (m) é a perda de carga distribuída; e h_s (m) é a perda de carga localizada.

A altitude em que se localiza a empresa é de 650 m (Campinas) e a temperatura média é de 25°C, a partir da Tabela 8 e Tabela 9, podemos determinar $\frac{P_{atm}}{\gamma}$ e $\frac{P_v}{\gamma}$.

T(°C)	0	10	20	30	50	100
P_v/γ (m)	0,063	0,125	0,236	0,429	1,250	10,330

Tabela 8 – Pressão de vapor para a água em metro

Cota acima nível do mar(m)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
P_{atm}/γ (m)	10	9,8	9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,8

Tabela 9 – Pressão atmosférica em função da altitude

A perda de carga distribuída leva em consideração o comprimento da tubulação de 0,5 m. Tendo a velocidade e o coeficiente f, calculado no item 9 e a fórmula de perda de carga distribuída, conseguimos determinar a perda de carga devido ao comprimento da tubulação.

$$V = \frac{0,0192 \cdot 3600}{\pi \cdot (0,009)^2 \cdot 4} = 0,0839 \text{ m/s}$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0,086 \cdot \frac{0,5}{0,009} \cdot \frac{0,0839^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0017 \text{ m}$$

A perda de carga localizada, teremos apenas 1 Te passagem de lado.

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 1,3 \cdot \frac{0,0839^2}{2 \cdot 9,81} = 0,00047 \text{ m}$$

O coeficiente Z_a será 0,5 m negativo, pois a bomba estará afogada.
Com os parâmetros acima determinados, o $NPSH_d$ será igual a:

$$NPSH_d = 9,25 - 0,3325 - 0,5 - 0,00047 - 0,001 = 8,42$$

Com a Figura 40 abaixo entramos com o valor da pressão no recalque da bomba em m.c.a, calculado no item 9, sendo este valor igual a 42,24 m.c.a e descobrimos o valor de $NPSH_r$.

Sucção / Succión / Suction	1"	Potência / Potencia / Power [cv]	2	1.5	1	0.75
Recalque / Descarga / Discharge	1"	Rotor / Impulsor / Impeller [mm]	150	140	130	125

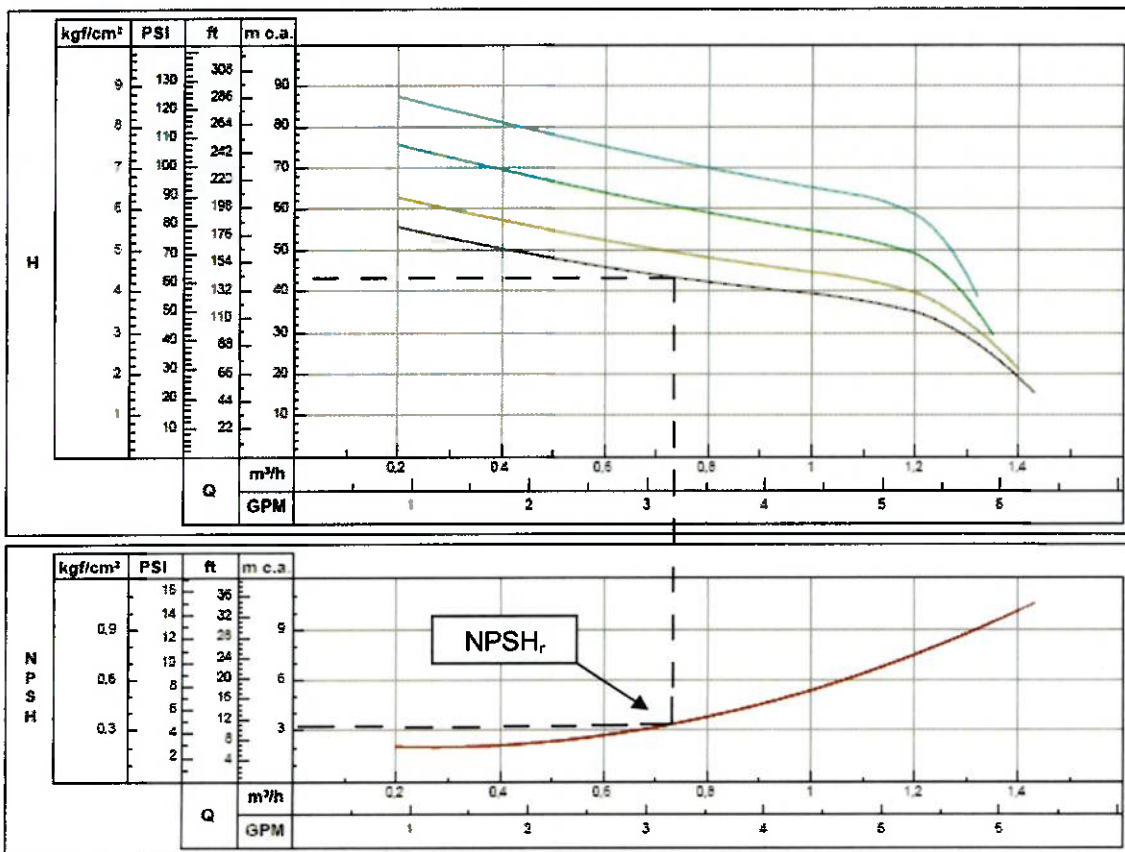


Figura 40 – Determinação do $NPSH_r$

Neste caso o $NPSH_r$ é 3,2 com vazão aproximadamente igual a 0,75 m³/h. Analisando se irá ocorrer cavitação, temos que $NPSH_d \geq NPSH_r$ ($8,42 \geq 3,2$), portanto não ocorrerá cavitação na sucção da bomba.

10 – Alimentação da Esteira

Utilizaremos para alimentar a esteira um sistema de vibração. Este terá um reservatório de 1000 mm de comprimento, por 600 mm de largura e por 400 mm de altura onde ficarão as sementes secas e folhas. Todo o conjunto estará rebitado e apenas a parte traseira estará fixada por parafusos a chapas de 30 mm de largura que servirão como molas para facilitar a movimentação das lascas e folhas secas para frente. Para ajudar este processo de alimentação, o reservatório estará inclinado de 15° , fazendo diminuir o atrito estático entre a chapa de alumínio e os objetos. Escolhemos as chapas de alumínio para servir como base, pois estas possuem um peso específico menor que o aço carbono 1020 e com estas não ocorrerá a deformação do eixo que sustentará a estrutura.

O motor ficará preso na estrutura tendo um mancal próximo a ele e outro do lado oposto na estrutura, sendo ambos alinhados e com um rolamento rígido de esfera de 10 mm de diâmetro interno por 26 mm de diâmetro externo. Para vibrar o sistema, teremos dois mancais fixos na chapa que servirá de base para os objetos, os quais terão eixos excêntricos em

relação ao motor. Nestes mancais teremos um rolamento rígido de esfera em cada de 25 mm de diâmetro interno por 42 mm de diâmetro externo. Este eixo excêntrico rotacionará por volta de 30 mm e fará com que a estrutura vibre fazendo com que as lascas e sementes secas sejam depositadas na esteira.

Na Figura 41 abaixo mostramos a estrutura e na Figura 42 o detalhe do eixo, sendo que na Figura 43 temos o detalhe da localização dos rolamentos.

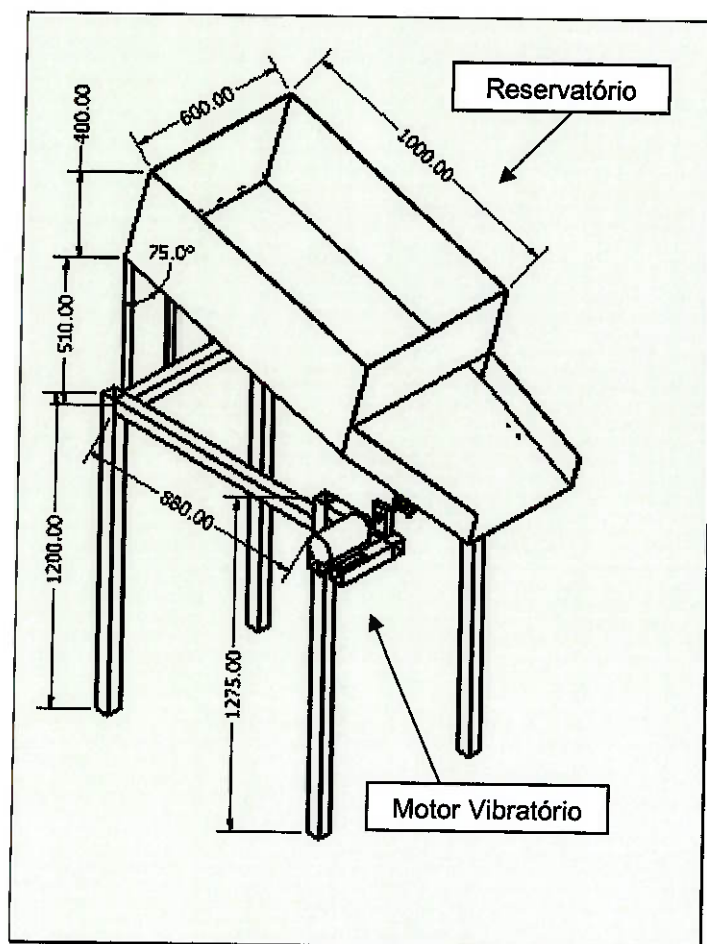


Figura 41 – Alimentador

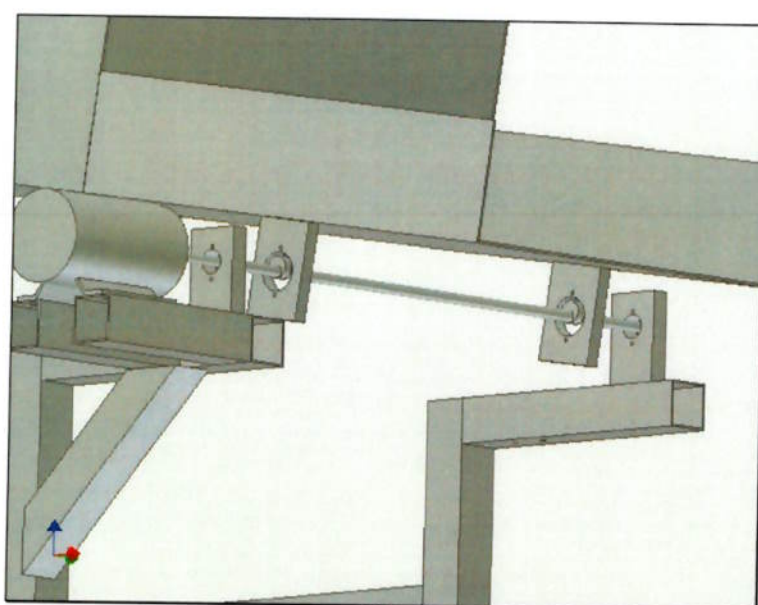


Figura 42 – Eixo excêntrico

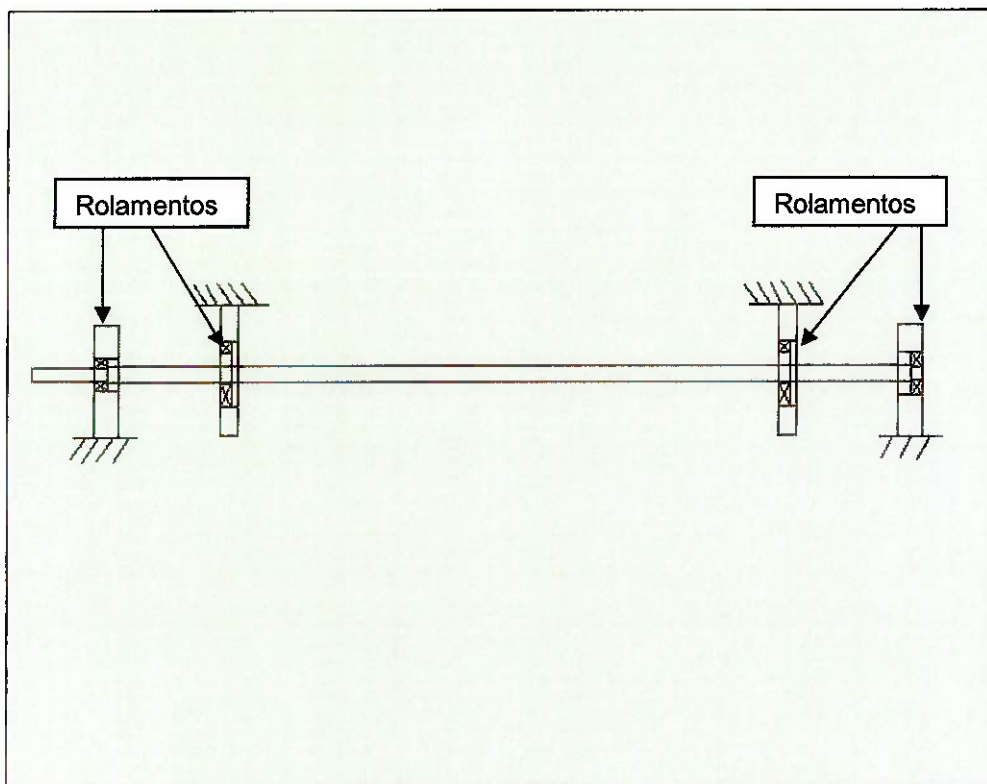


Figura 43 – Localização dos Rolamentos no eixo Excêntrico

11 – Recolhimento do Produto e Reservatório

11.1 – Recolhimento do Produto

As folhas e sementes secas ao saírem da esteira escorrerão por uma chapa inclinada e fixa na estrutura. Ao final desta chapa se encontrará um container de plástico onde se depositará os objetos, sendo que acima deste terá um dos nossos bicos para pulverização.

Ao termino do processo de pulverização o container será lacrado para que as essências não evaporem e será colocado em uma estrutura existente na fábrica para ser usado posteriormente.



Figura 44 – Recolhimento do Produto – Container

11.2 – Reservatório

O reservatório que iremos utilizar será um galão de água aberto na parte superior de 20 litros. Optamos por um reservatório pequeno já que no processo atual é utilizado apenas 2 litros para se fazer a pulverização.

Este ficará em um suporte situado muito próximo da sucção da bomba conforme Figura 45 abaixo.



Figura 45 – Suporte e localização do reservatório

12 – Circuito Elétrico

12.1 – Chave de nível tipo bóia

Dentro do reservatório e ligado à bomba teremos uma chave de nível tipo bóia. Esta vai funcionar para controle de nível inferior no reservatório, ou seja, a bomba será desligada quando o líquido atingir o limite inferior do reservatório que estipularmos.

Utilizaremos a chave da fabricante MarGirius electric da série CB 2001. A capacidade elétrica é de 15A com carga resistiva em 250 V, a temperatura de operação é de 0°C a 60°C. Em 220 V sua capacidade máxima é de 1 CV e a 125V é de ¾ CV. Na Figura 46 abaixo, podemos ver o esquema de instalação para controle de nível inferior.

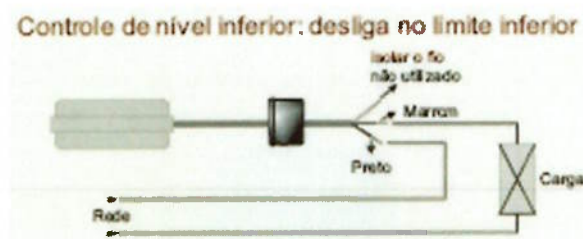


Figura 46 – Controle de nível inferior

O funcionamento do controle de nível inferior necessita de um contra peso. Com este, podemos diminuir o nível mínimo ou aumentar o nível regulando a distância entre a bóia e o contra peso. Observamos o funcionamento do controle de nível com o contra peso na Figura 47 abaixo e na Figura 48 temos uma ilustração da chave de nível tipo bóia.

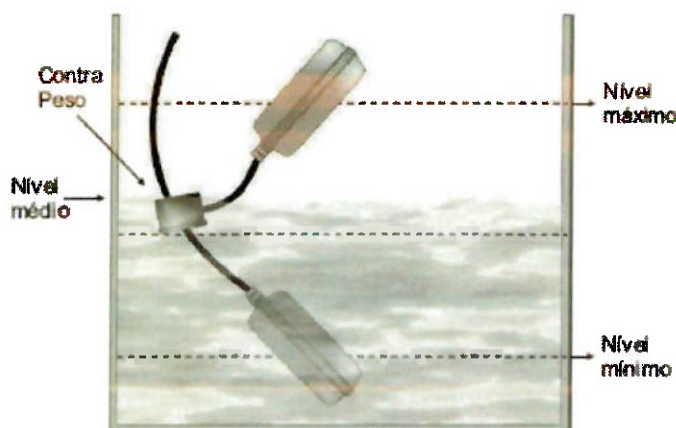


Figura 47 – Controle do nível com contra peso



Figura 48 – Chave de nível tipo bóia

12.2 – Circuito

Inicialmente, teremos um disjuntor geral de 25 A, que quando acionado alimentará o circuito. O circuito será composto por dois circuitos em paralelos, sendo o primeiro composto por um inversor de frequência e o motor da esteira e o segundo composto pelo motor da estrutura vibratória, um temporizador, um contator, uma chave de nível tipo bóia e uma bomba.

No circuito com o inversor de frequência e o motor da esteira, para acioná-lo será necessário apertar apenas o botão de on do inversor e para desligá-lo apertar o botão de off.

O segundo circuito funcionará quando apertarmos o botão de on do segundo inversor de frequência, assim, ligando o motor da estrutura vibratória. O motor estará ligado a um temporizador, que por sua vez estará ligado a um contator. Anteriormente ao temporizador, estará localizada a chave de nível tipo bóia, para que quando o líquido atinja o nível mínimo no reservatório, desligue a bomba e o temporizador. O temporizador desligará a bomba após um determinado tempo para que possa pulverizar as essências nas lascas e sementes secas sem que ocorram desperdícios.

Paralelamente ao temporizador, teremos uma chave que permitirá que testemos a bomba sem a necessidade de ligar o motor da estrutura vibratória. Neste segundo circuito em paralelo temos um botão de emergência devido a utilização da bomba.

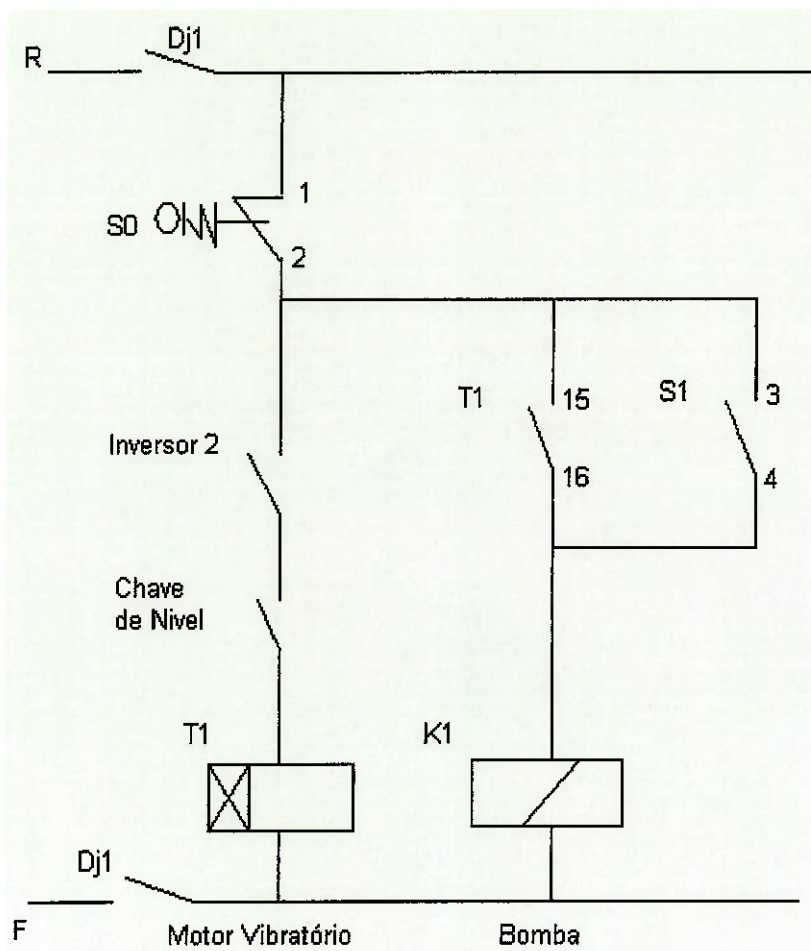


Figura 49 – Diagrama de Chaves

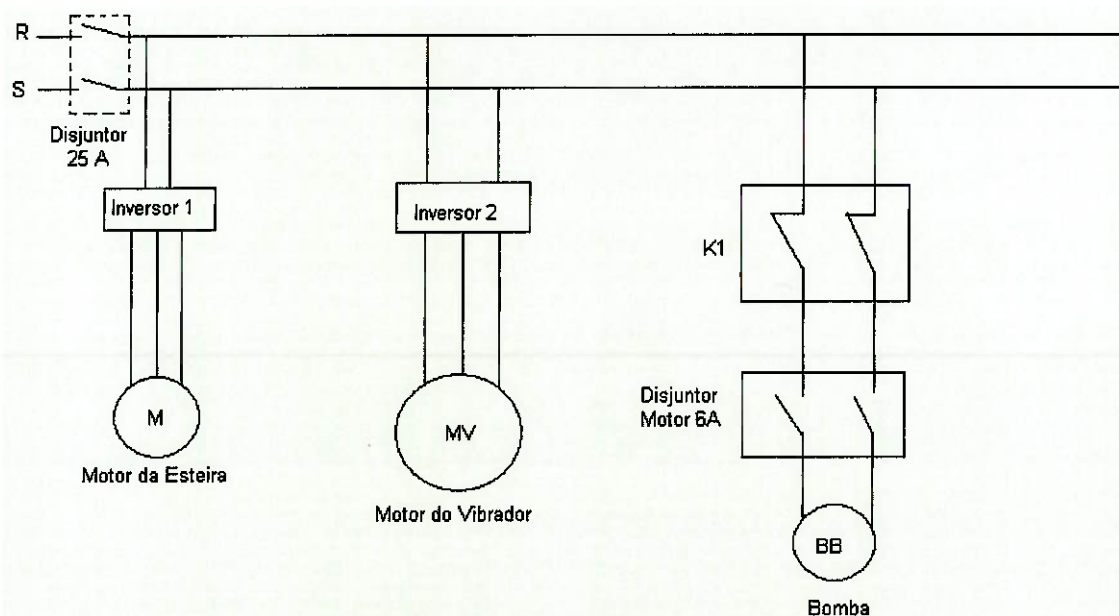


Figura 50 – Diagrama de Potência

Na Figura 51 abaixo, mostramos o painel elétrico de acionamento do projeto com a devida localização dos componentes e na Figura 52 a parte frontal do painel.



Figura 51 – Painel Elétrico



Figura 52 – Painel Elétrico – Frontal

13 – Projeto Final

Na Figura 53 abaixo mostramos a localização da esteira, da bomba e do alimentador.

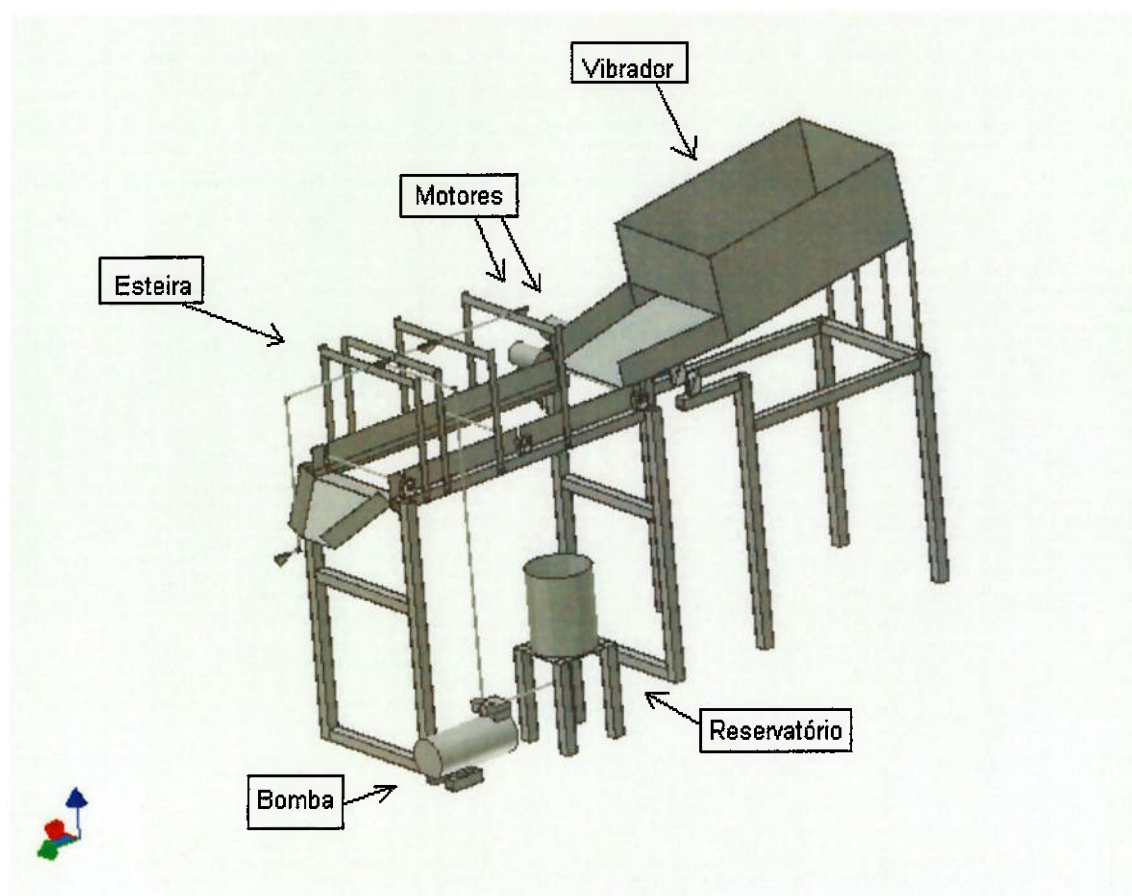


Figura 53 – Projeto Final

14 – Testes e Discussões

No início do projeto para testarmos a vazão dos bocais e saber a quantidade de líquido que precisaríamos ter no reservatório para decidirmos qual iríamos utilizar compramos uma bomba pequena de máquina de lavar roupas.

Construímos uma tubulação de 3000 mm de comprimento com seis bocais igualmente espaçados. Nesta construção conseguimos avaliar com sucesso a vazão de líquido e definirmos a capacidade do reservatório que utilizaríamos.

Entretanto, neste teste não conseguimos avaliar a eficiência da pulverização dos bocais, pois a bomba utilizada era de baixa pressão e alta vazão (Figura 54 à esquerda). No início a pulverização dos bocais acontecia de forma eficiente, mas após certo tempo a pulverização não continuava como o esperado e começava a gotejar apenas no centro (Figura 54 à direita). Constatamos que o que nos fornecia a pressão era a coluna de água existente e esta pressão aumentava conforme a altura que o reservatório se localizava, mostrando assim a ineficiência da bomba utilizada.



Figura 54 – Teste – bomba utilizada e ineficiência de pressão

Com o problema que tínhamos fomos obrigados a fazer um segundo teste. Construímos uma barra de pulverização um pouco menor, de 2000 mm de comprimento com quatro bocais. Feita a barra de pulverização, fomos até a oficina da Escola Politécnica e utilizamos o compressor.

O reservatório ficou no chão e fizemos um furo para conectar a mangueira do compressor. O compressor aumentou a pressão dentro do reservatório e o líquido começou a escoar pela barra de pulverização, nos dando a pressão ideal para observar a vazão nos bocais e determinarmos a localização ideal entre os bocais e altura necessária da barra de pulverização em relação à esteira.

Neste teste observamos que a barra teria que ficar 500 mm de altura em relação a esteira e os bocais teriam que ficar 500 mm de distância entre eles.

Naquele momento pensamos que os problemas estavam solucionados e que apenas precisaríamos construir o projeto. Mas, ainda com o compressor, percebemos que este exigia aspectos construtivos muito complicados. Teríamos que fechar o reservatório para que este não tivesse nenhum furo para que o ar não escapasse, o cano de saída do reservatório teria que ficar na parte inferior, caso contrário o líquido não escoaria como gostaríamos, teríamos que colocar uma válvula reguladora de pressão no reservatório para que a pressão dentro deste não atingisse sua pressão máxima e caso o tanque do compressor esvaziasse durante o processo de pulverização teríamos que parar o processo e encher novamente o tanque.

Estávamos com um problema decisivo no projeto, pois o equipamento que iríamos comprar seria definitivo e caro (o preço entre o compressor e a bomba são semelhantes). Não sabíamos qual equipamento iríamos utilizar, já que o compressor tinha aspectos construtivos muito bem definidos e nos demonstrou muitas incertezas e a bomba não nos fornecia a pressão necessária.

Começamos a fazer os cálculos necessários e chegamos à pressão necessária nos bocais e optamos por utilizar uma bomba de alta pressão e baixa vazão. Pesquisamos no

mercado o preço e diferentes tipos de bomba e decidimos em comprar a bomba da fabricante Schneider.

Com a bomba fizemos o teste de pressão e de vazão e como previmos nos cálculos os resultados foram bastante satisfatórios. Contudo, tivemos um contratempo, pois as conexões aonde iriam os bocais não possuem roscas para conseguirmos uma perfeita vedação. Assim, ao ligarmos a bomba, a pressão era muito grande, nos obrigando a fazer um sistema de válvulas para que a pressão diminuísse. Começamos, naquele momento, a construção do projeto.

Terminado a estrutura da esteira e da estrutura vibratória, fomos testar a frequência de vibração da estrutura vibratória com a velocidade da esteira, para que conforme a vibração e a velocidade, a esteira fique totalmente preenchida e uniforme.

No primeiro momento, ao ligarmos a estrutura vibratória, esta vibrava muito e conforme colocávamos mais peso dentro de seu reservatório a vibração chegava a parar. Assim, fomos obrigados a mexer no inversor de frequência na função P41 (Compensação de Torque – vide anexo 1), aumentando o torque do motor em velocidades baixas, conseguindo uma vibração ideal, conforme Figura 55 abaixo.

No caso da esteira, para compensarmos o torque do motor, primeiramente tentamos diminuir a tensão da correia da esteira, mas não obtivemos resultados. Assim, também alteramos a função P41 do inversor de frequência. Esta função não é aconselhável alterá-la, pois modifica a partida do motor, podendo danificá-lo.



Figura 55 – Teste da Esteira e do Vibrador

15 – Fabricação

15.1 – Detalhe do apoio do motor da esteira e mancal

Na Figura 56 e Figura 57 abaixo observamos a localização do motor da esteira com um dos mancais que servirão de apoio para a correia PU.



Figura 56 – Detalhe do apoio do motor da esteira e mancal 1



Figura 57 - Detalhe do apoio do motor da esteira e mancal 2

Conforme a Figura 58 abaixo temos o motor da esteira devidamente posicionado no apoio com o acoplamento conectando o motor e o eixo, o qual transmitirá a rotação da correia PU e posteriormente movimento das lascas e sementes secas.

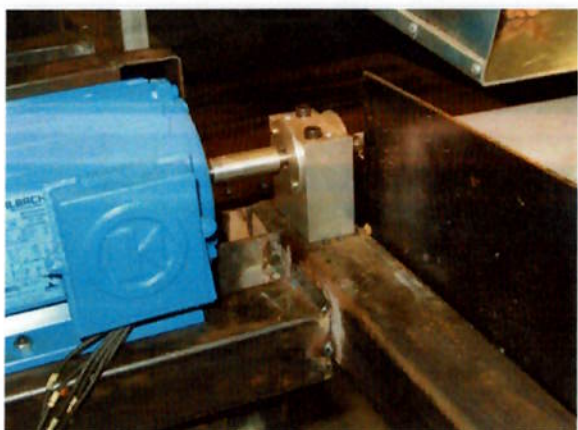


Figura 58 – Detalhe do acoplamento do motor da esteira

15.2 – Esteira em processo de fabricação

Na Figura 59 abaixo temos uma vista em perspectiva da esteira em processo de fabricação. Observamos a estrutura totalmente soldada de aço carbono 1020 e a estrutura onde fixaremos a barra pulverizadora, sendo esta parafusada na estrutura e a parte superior soldada.



Figura 59 – Vista em perspectiva da esteira

Na Figura 60 abaixo se tem a vista frontal da esteira em construção onde é possível localizar os três eixos que servirão de apoio para a correia PU. Também se pode observar a existência de aparadores fixos na estrutura que impossibilitarão das lascas e sementes secas de caírem.



Figura 60 – Vista frontal da esteira

15.3 – Projeto final da Esteira

Com a Figura 61 abaixo podemos observar o detalhe da esteira com a correia PU devidamente localizada, algumas lascas de árvore acima da esteira e os aparadores.



Figura 61 – Detalhe da Esteira

Na Figura 62 temos a vista superior da esteira com a correia PU localizada e a barra de pulverização concretizada, sendo que podemos observar a localização de um dos bocais azuis de pulverização.

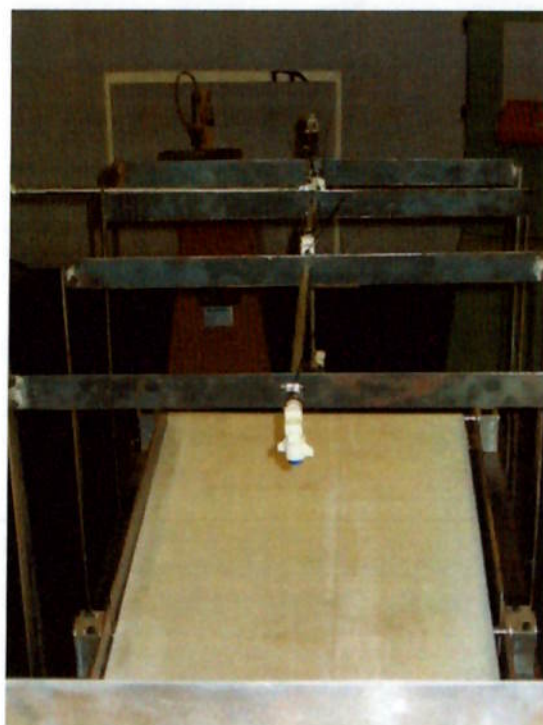


Figura 62 – Vista superior da esteira

Na Figura 63 temos novamente uma vista superior da esteira com a localização da barra de pulverização, sendo que podemos observar por onde a essência escoa até a barra de pulverização e a localização da entrada da essência na barra de pulverização.



Figura 63 – Vista superior da esteira com barra de pulverização

De acordo com a Figura 64 abaixo temos o container onde as lascas e sementes secas serão depositadas, a localização de um dos bocais que ficará acima do container, sendo este tendo uma maior eficiência e a chapa inclinada que possibilitará que o produto seja depositado diretamente dentro do container.



Figura 64 – Depósito das lascas com bocal na parte superior

15.4 – Esteira em funcionamento

A Figura 65 nos mostra o detalhe da esteira em movimentação com as lascas localizadas acima da correia PU e com uma compactação adequada para a pulverização sem desperdícios.



Figura 65 – Detalhe da esteira em movimentação

Na Figura 66 se tem uma vista frontal da parte superior em movimento com as lascas na correia PU.



Figura 66 – Esteira em movimento

Na Figura 67 abaixo se tem a vista frontal da esteira com as lascas sendo depositadas no container e o bico pulverizador fazendo a pulverização dentro do container.



Figura 67 – Lascas sendo depositadas no container

15.5 – Detalhe do eixo excêntrico na máquina vibratória

Na Figura 68 abaixo temos os dois tipos de mancais da máquina vibratória e sua devida localização. Observamos o eixo excêntrico e o acoplamento que transmitirá torque fazendo a estrutura vibrar.

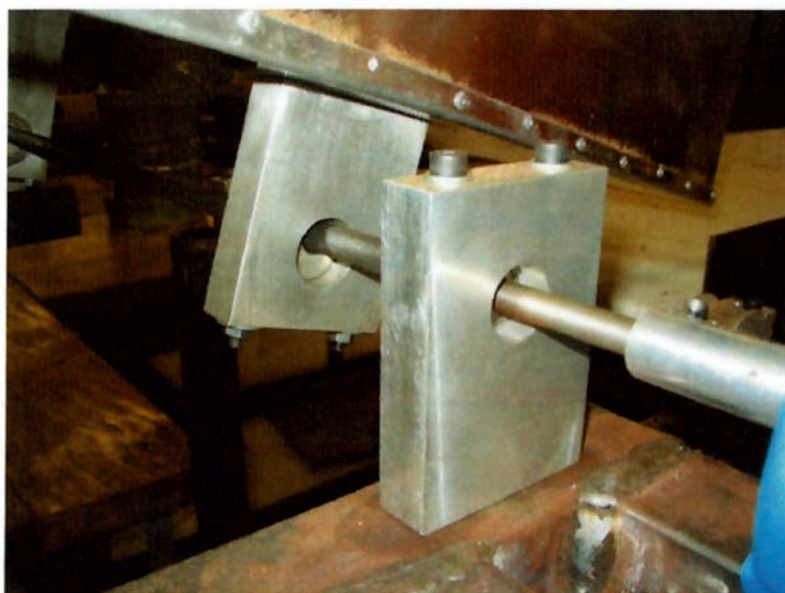


Figura 68 – Detalhe do eixo excêntrico com acoplamento

Conforme a Figura 69 temos o detalhe do eixo excêntrico com a localização dos quatro mancais. Os dois mancais da ponta servirão de apoio e os dois centrais, fixos por parafusos no reservatório onde se localizarão as lascas, possibilitarão que a estrutura vibre.



Figura 69 – Detalhe do eixo excêntrico com a localização dos quatro mancais 1

Na Figura 70 temos a vista do eixo excêntrico com a localização dos quatro mancais e o motor ao fundo.



Figura 70 – Detalhe do eixo excêntrico com a localização dos quatro mancais

Na Figura 71 temos o detalhe do acoplamento do motor da máquina vibratória e ao fundo o motor da esteira com o acoplamento posicionado.

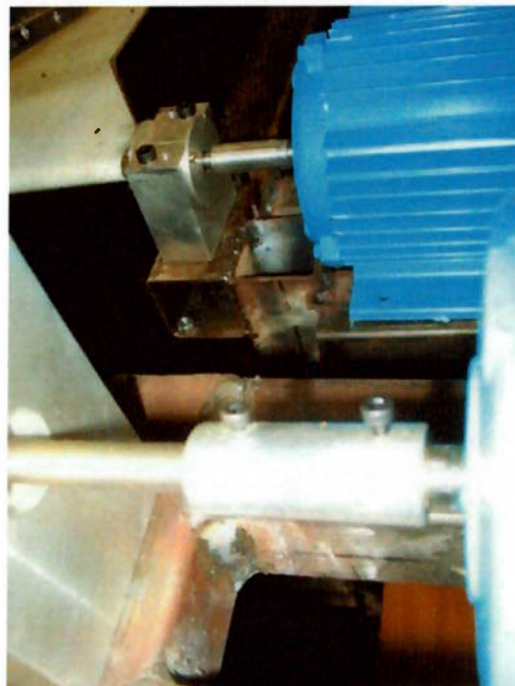


Figura 71 – Detalhe do acoplamento

15.6 – Máquina Vibratória

Na Figura 72 se tem o reservatório de alumínio onde as lascas serão colocadas e dentro dele podemos observar as lascas.



Figura 72 – Vista em perspectiva da máquina vibratória

Na Figura 73 temos a vista da parte traseira da estrutura da máquina vibratória com a localização do motor, o reservatório onde serão depositadas as lascas e as chapas que servirão para vibrar a estrutura para frente e para trás.



Figura 73 – Vista traseira em perspectiva da máquina vibratória

Na Figura 74 temos a vista da parte traseira da máquina vibratória com a localização das chapas que servirão para vibrar a estrutura para frente e para trás. Estas estão fixadas por parafusos na estrutura e no reservatório. Podemos ver a localização de mais alguns furos em que podemos configurar quantas barras quisermos para mudarmos a frequência de vibração da máquina vibratória.



Figura 74 – Vista traseira da máquina vibratória

Com a Figura 75 podemos observar o detalhe do apoio do motor da máquina vibratória e o reservatório de alumínio totalmente rebitado.



Figura 75 – Vista frontal da máquina vibratória com detalhe do motor

15.7 – Bomba e localização do reservatório

Na Figura 76 temos o detalhe da localização da bomba, o apoio do reservatório e o reservatório utilizado. Observamos a tubulação que conecta o reservatório a bomba e pela parte inferior do reservatório podemos esvaziá-lo abrindo-se o Te.



Figura 76 – Bomba com detalhe da localização do reservatório

15.8 – Projeto Final

Conforme a Figura 77 abaixo temos a vista frontal do projeto finalizado com o container, a esteira e a máquina vibratória ao fundo.



Figura 77 – Vista Frontal

Na Figura 78 observamos a localização dos dois motores, o da esteira e o da máquina vibratória.



Figura 78 – Localização dos motores

A Figura 79 abaixo pode ser observada a vista em perspectiva da estrutura finalizada com a esteira, a máquina vibratória ao fundo e a barra pulverizadora.



Figura 79 – Vista em perspectiva

Na Figura 80 abaixo temos a vista em perspectiva da estrutura finalizada com a esteira, a máquina vibratória com lascas dentro de seu reservatório, o container e o reservatório protegido para que não caia lascas dentro, entupindo a saída de essência.



Figura 80 – Vista em perspectiva com container e reservatório

Na Figura 81 se tem a vista superior do projeto com as lascas no interior do reservatório da máquina vibratória.



Figura 81 – Vista Superior

Na Figura 82 abaixo temos uma vista em perspectiva da parte superior do projeto com o reservatório da máquina vibratória, a localização dos motores e ao fundo a esteira com a barra de pulverização.

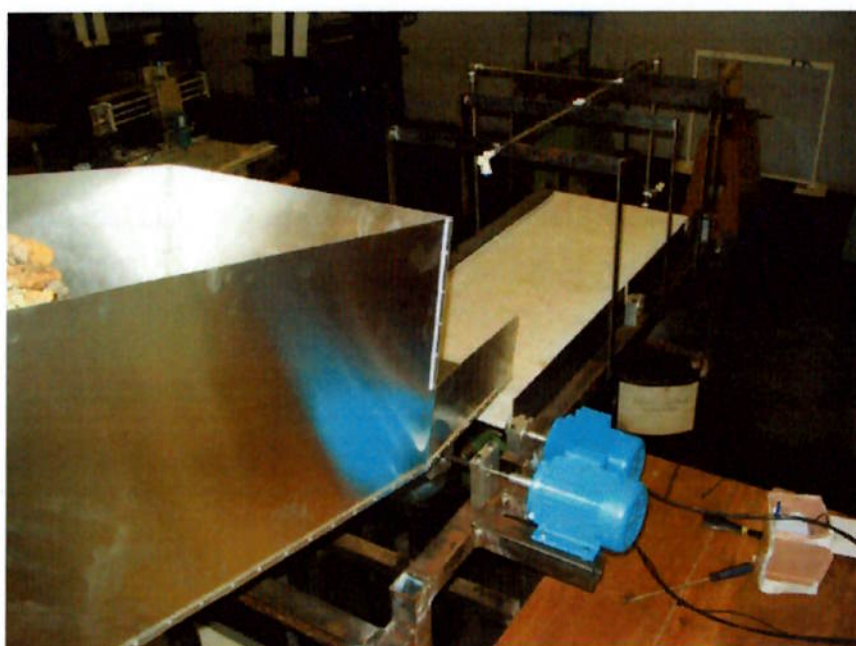


Figura 82 – Vista em perspectiva com ângulo superior

Na Figura 83 abaixo temos a localização da bomba, do reservatório, a esteira localizada na lateral esquerda da bomba e a máquina vibratória ao fundo com as lascas em seu reservatório.



Figura 83 – Estrutura final com localização de bomba e reservatório

16 – Conclusões

O projeto se mostrou muito útil para sua finalidade, o qual era de automatizar o processo de pulverização da empresa La Façon.

No processo atual se utiliza 2 litros para pulverizar um container e demora-se 30 minutos para se obter a uniformidade do aroma nas lascas e sementes secas. O pulverizador automático será capaz de pulverizar um container em 2 minutos com os mesmos 2 litros de essências. Isto ocorrerá, pois utilizaremos três bocais com vazão de 0,32 l/min, o que nos fornece uma vazão de 0,96 l/min, assim, o reservatório se esvaziará em 21 minutos.

Pelo processo ser feito em camadas e termos um bocal diretamente localizado acima do container de coleta, teremos uma eficiência no processo e o desperdício será minimizado.

O tempo gasto para se fazer a pulverização será diminuído e o operador poderá fazer outros trabalhos, não dedicando mais suas horas para se fazer a pulverização, ou a empresária poderá colocar apenas um funcionário temporário e diminuir gastos com mão-de-obra. A produtividade por hora trabalhada será muito maior.

Um aspecto negativo a ser considerado é que o alimentador não será capaz de suportar a quantidade necessária para se fazer a pulverização total das essências. O processo terá que ser interrompido e teremos que colocar mais produto no alimentador.

A empresa aumentará seu estoque de produtos, pois será aconselhável a trabalhar com 20 litros de um determinado tipo de essência para que o processo não seja interrompido várias vezes. Caso contrário, a empresa não terá ganhado em tempo, pois o tempo gasto para se fazer a troca das essências será muito grande.

O trabalho foi muito satisfatório em relação aos conceitos aprendidos no curso de engenharia mecatrônica. Neste ano de projeto entramos em contato com assuntos como mecânica dos fluídos, bombas hidráulicas, resistência dos materiais, vibrações, elétrica e matérias relacionadas a desenvolvimento de projetos, os quais foram necessários para o projeto do pulverizador.

Neste processo de um ano sentimos dificuldades para conseguir os materiais de prontidão, pois a maioria dos fornecedores não trabalhava com pessoas físicas, apenas jurídicas. Também, não tínhamos nenhum contato de fornecedores e tivemos que descobrir por conta própria. Os gastos que tivemos não era o esperado, pois compramos peças de aço inox 306 devido à necessidade das essências e outros materiais como a bomba de rotor de bronze, gastando, assim, muito mais de que o previsto.

17 – Orçamento

Orçamento			
<u>Produto</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Preço</u>	<u>Total</u>
Bomba Schneider MBA-ZL 3/4 CV	1	R\$ 777,00	R\$ 777,00
Tubo A/I 304 1/2" x 1,5mm	6	R\$ 19,37	R\$ 116,22
Redondo maciço A/C 1/2"	1	R\$ 26,88	R\$ 26,88
Chapa Alumínio 2 X 1000 X 2000 mm	1	R\$ 210,00	R\$ 210,00
Chapa Alumínio 1 X 1000 X 2000 mm	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
Luva Red A/I 304 1/2"	2	R\$ 13,98	R\$ 27,96
Niple A/I 304 1"	2	R\$ 8,84	R\$ 17,68
Tee A/I 304 1/2"	2	R\$ 10,19	R\$ 20,38
Plug A/I 304 1/2"	2	R\$ 4,81	R\$ 9,62
Cotovelo A/I 304 1/2"	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Lm 768	2	R\$ 37,00	R\$ 74,00
Tubo PR 1/2 X 1.5	1	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Tubo Quadrado 50 X 50 X 2 mm	3	R\$ 63,00	R\$ 189,00
Chapa preta 11 - 2000 X 1000	1	R\$ 132,00	R\$ 132,00
Peça 1,1/4 X 60 X 65	6	R\$ 4,50	R\$ 27,00
Bomba para fonte	1	R\$ 55,00	R\$ 55,00
Parafusos	1	R\$ 80,40	R\$ 80,40
Motor Kolbach	2	R\$ 200,00	R\$ 400,00
braçadeiras	10	R\$ 1,00	R\$ 10,00
Mangueira	2	R\$ 2,50	R\$ 5,00
Conector Tee 1/2"	6	R\$ 3,00	R\$ 18,00
Conector L 1/2"	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Bico JD-12	6	R\$ 1,80	R\$ 10,80
Bico JD-10	3	R\$ 7,00	R\$ 21,00
Chave de Nível Margirius	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Correia PU 2500 X 490 mm	1	R\$ 212,52	R\$ 212,52
Disjuntor sica	1	R\$ 19,00	R\$ 19,00
Disjuntor Motor	1	R\$ 108,00	R\$ 108,00
Temporizador	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Mini Contator GMC	1	R\$ 24,00	R\$ 24,00
Botão Soco	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Chave NG	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Cabo	30	R\$ 0,99	R\$ 29,70
Inversor de Frequência	2	R\$ 525,00	R\$ 1.050,00
Quadro de Força	1	R\$ 110,50	R\$ 110,50
Borne Sak	15	R\$ 1,40	R\$ 21,00
Poste tipo Borne para Trilho	2	R\$ 0,80	R\$ 1,60
Terminal	41	R\$ 0,23	R\$ 9,43
Canaleta	1	R\$ 10,40	R\$ 10,40
Trilho	1	R\$ 4,80	R\$ 4,80
Abraçadeira	2	R\$ 1,39	R\$ 2,78
Rebite	51	R\$ 0,05	R\$ 2,55
Fio Japones	1	R\$ 2,90	R\$ 2,90
Tampa final para Borne	5	R\$ 0,80	R\$ 4,00
Rolamento 10x26x10	12	R\$ 25,00	R\$ 300,00
Rolamento 25x42x9	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
Total			R\$ 4.420,12

Tabela 10 - Orçamento

18 – Bibliografia

Catálogo Geral SKF, 1994

Catálogo Schneider

Catálogo MarGirius

Automação Pneumática FESTO, 1

Catálogo correias Sampla Belting

FERDINAND P. BEER; E. RUSSELL JOHNSTON, JR. **Resistência dos Materiais**, 2º Edição, 1989.

COELHO, R.D. **Caracterização do sistema pivô central (LEPA) operando em condição de micro relevo condicionado**. Piracicaba, 1996. 181p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CUENCA, R.H. **Irrigation system design: an engineering approach**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. 552p.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: AVI, 1990. 652p.

MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S.A.. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: calibração de pulverizadores**. Indaiatuba, s.d., 36p.

WHITE, F. M. **"Fluid Mechanics"**. McGraw-Hill Book Company

FOX, R. W. & McDONALD, A.T. **Introdução a Mecânica dos Fluidos**. Editora Guanabara Koogan, quarta edição revisada.

MELO PORTO, R. **Hidráulica básica**. 1.ed. São Carlos: USP, EESC, 1998. 540p.

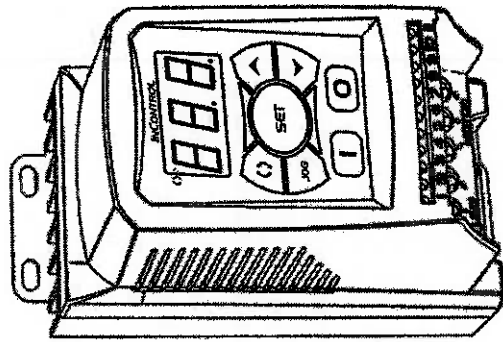
LENTZ, KENDRICK W. **Design of automatic machinery**. Company Van Nostrand Reinhold, New York, 1985.

Anexos

Anexo 1

Manual inversor de Frequência

MANUAL DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA



Série: XF
Software: V1.12

1. SUMÁRIO

1.	SUMÁRIO	3
2.	REFERÊNCIA RÁPIDA	4
2.1	Parâmetros	4
2.2	Mensagens de Erro	5
2.3	Outras Mensagens	5
3.	SIMBOLOGIA	5
4.	VISÃO GERAL DO INVERSOR	6
5.	RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES	7
6.	FIXAÇÃO	7
7.	CONEXÕES ELÉTRICAS	9
8.	DESCRIÇÃO DA INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)	10
9.	ACIONAMENTO ATRAVÉS DA IHM	11
10.	ACIONAMENTO ATRAVÉS DOS BORNES DE CONTROLE	11
11.	ENERGIZANDO O INVERSOR	17
12.	DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS	17
13.	DESCRIÇÃO DOS ERROS	22
14.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	23
15.	DIMENSÕES	24
16.	TERMO DE GARANTIA	25

2. REFERÊNCIA RÁPIDA

2.1 Parâmetros

	Função	Faixa de Valores	Padrão
P01	Frequência de Saída (Motor)	0 ... 180Hz	-
P02	Tensão no Circuito Intermediário (link DC)	0 ... 600V	-
P03	Corrente de Saída (Motor)	0 ... 6A	-
P04	Tensão de Saída (Motor)	0 ... 600V	-
P05	Temperatura do Dissipador	0 ... 110°C	-
P06	Último Erro Ocorrido	E00 ... E05	-
P07	Código de Açoiso (Use P07=28 para bloquear/desbloquear)	0 ... 255	0
P11	Tempo de Aceleração	0.1 ... 245s	5
P12	Tempo de Desaceleração	0.1 ... 245s	10
P13	Tempo da 2ª Rampa de Aceleração	0.1 ... 245s	5
P14	Tempo da 2ª Rampa de Desaceleração	0.1 ... 245s	10
P15	Substitui Função Inversão de Sentido por Alternar Rampas	0 = Inversão do Sentido de Giro 1 = Alternar entre 1ª e 2ª Rampa 2 = Avanço 1ª Rampa e Retorno 2ª Rampa	0
P21	Backup da Referência Digital (quando a energia do aparelho for desconectada)	0 = Não 1 = Sim 2 = Definido pelo valor de P22	1
P22	Valor Inicial para Referência Digital (Caso P21 = 2)	P23 ... P24	3
P23	Frequência Mínima (F _{min})	0 ... P24	0
P24	Frequência Máxima (F _{max})	P23 ... 180Hz	66
P25	Ganho da Entrada Analógica	0.1 ... 10	1.0
P26	Fator de Multiplicação da Referência	1 ... 200	1
P27	Fator de Divisão da Referência	1, 10 ou 100	1
P31*	Função para Ativar a Saída a Relé	0 = F _{saída} > P32 1 = F _{Referência} > P32 2 = F _{saída} = F _{Referência} 3 = F _{saída} > P33 4 = Run 5 = Sem Erro	0
P32	Frequência para Ativar a Saída a Relé (Caso P31 = 0, 1 ou 2)	0 ... 180 Hz	66
P33	Corrente para Ativar a Saída a Relé (Caso P31 = 3)	Modelo XF05 0.0 ... 3.9 A Modelo XF10 0.0 ... 6.0 A	3.9 6.0
P41	Compensação de Torque (ixR)	0 ... 9	0
P42	Frequência Nominal do Motor	P23 ... P24 Hz	60
P51	Corrente de Sobrecarga do Motor	Modelo XF05 0.8 ... 3.4 A Modelo XF10 1.2 ... 5.2 A	3.1 4.8
P53	Tempo de Auto-Reset (< 2 = desabilitado)	0 ... 255s	0
P61	Referência de Frequência da Teda JOG	P23 ... P24 Hz	3
P62	Referência de Frequência Multispeed 1	P23 ... P24 Hz	3
P63	Referência de Frequência Multispeed 2	P23 ... P24 Hz	3
P64	Referência de Frequência Multispeed 3	P23 ... P24 Hz	3
P65	Referência de Frequência Multispeed 4	P23 ... P24 Hz	3
P71*	Seleção da Referência de Frequência	0 = Potenciômetro 1 = Teclas de IHM 2 = Entradas Digitais 3 = Multispeed	1
P72*	Seleção dos Comandos	0 = Teclas da IHM 1 = Liga / Desliga e Sentido de Giro 2 = Avanço/ Retorno	0
P73*	Seleção do Sentido de Giro (se P15 = 1 a função P73 = 2 é ignorada)	0 = Sempre no Sentido Normal 1 = Sempre no Sentido Oposto 2 = Definido pelos Comandos	2

Tabela 2.1 – Lista de Parâmetros

*Estes parâmetros só podem ser alterados com o motor parado

2.2 Mensagens de Erro

Indicação	Significado
E01	Erro de Hardware
E02	Sobretensão no Circuito Intermediário (link CC)
E03	Subtensão no Circuito Intermediário (link CC)
E04	Sobretensão e/ou Sobrecorrente
E05	Sobrecarga na Função Corrente x Tempo (ajustável em P51)
E08	Proteção de Software Contra Sobrecorrente

Tabela 2.2 - Mensagens de Erro

2.3 Outras Mensagens

Indicação	Significado
Rdy	(ready) Inversor pronto para funcionamento
Sub	(subtensão) Tensão da rede insuficiente para operação do Inversor

Tabela 2.3 – Outras Mensagens

3. SIMBOLOGIA

Os símbolos mostrados na Tabela 3.1 serão encontrados no manual e servem para o uso correto e seguro do inversor de frequência.

	A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso podem levar a consideráveis danos materiais, ferimentos e até à morte.
	A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso podem levar a danos materiais.
	Ressalva fatos importantes sobre o tópico em questão.

Tabela 3.1 – Lista de Símbolos Utilizados

4. VISÃO GERAL DO INVERSOR

Como mostra a Figura 4-1, o inversor é composto por uma Interface Homem-Máquina (IHM), um conjunto de bornes de controle, um conjunto de bornes de potência e dois parafusos de aterramento,

Através da IHM é possível parametrizar, controlar e monitorar o funcionamento do inversor.

O controle e monitoramento de certas funções do inversor também podem ser feitos através dos bornes de controle, que possui:

- 01 entrada analógica 0-10Vcc (pinos 1, 2 e 3) - onde pode ser conectado um potenciômetro (>10kohms) para fornecer a referência frequência para o motor;
- 04 entradas digitais opto-isoladas (pinos 4, 5, 6, 7 e 8) - que podem ser utilizadas para enviar comandos para o inversor (liga/ desliga, sentido de giro, avanço/retorno) ou para fornecer uma referência digital de frequência para motor (aumentar ou diminuir velocidade através de chaves, ou modo *multispeed*);
- 01 uma saída à relé (pinos 9, 10 e 11) - que pode ser utilizada para sinalizar situações específicas de funcionamento do inversor. A função do relé é definida pelo parâmetro P31 da Tabela 2.1.

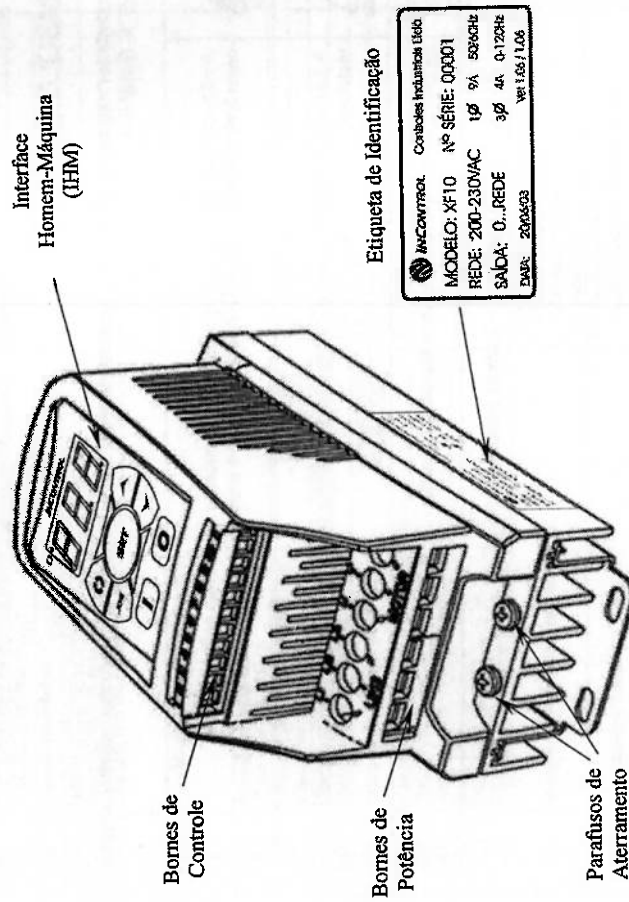


Figura 4-1 – Visão Geral do Inversor

Nos bornes de potência devem ser conectadas a alimentação do inversor (L1 e L2) e os fios para alimentação motor (U, V, W).

Os parafusos de aterramento, existentes no dissipador, devem obrigatoriamente ser conectados ao terra de proteção (TP).

Note que, na lateral do inversor existe uma etiqueta de identificação com suas principais especificações.

5. RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES

No recebimento do inversor os seguintes itens devem ser verificados:

- Observar se não ocorreram danos durante o transporte;
- Caso seja detectado algum problema visivelmente relacionado com o transporte, contate imediatamente a transportadora.

O local de instalação dos inversores é um fator determinante para seu correto funcionamento e durabilidade. O inversor não deve ser exposto à:

- Vibração excessiva;
- Poeira ou outras partículas suspensas no ar;
- Gases ou líquidos corrosivos e/ ou explosivos;
- Chuva, raios solares, umidade excessiva ou maresia;
- Temperaturas fora da faixa de 0 a 50°C (condições nominais);
- Umidade relativa do ar fora da faixa de 5% a 90% ou em condições de condensação.

Se o inversor for instalado dentro de painéis ou caixas fechadas, certifique-se de que há exaustão adequada para que a temperatura ambiente fique dentro da faixa permitida de 0...50°C.



Somente pessoas com qualificação técnica adequada devem planejar ou implementar a instalação, operação e manutenção deste aparelho.

6. FIXAÇÃO

Para uma correta instalação deve-se:

- Fixar o inversor sempre na posição vertical e em superfícies razoavelmente planas;
- A fixação deve ser feita com parafusos através dos furos de fixação mostrados na Figura 6-1.
- Não colocar objetos sensíveis ao calor nas extremidades superior e inferior do inversor (dissipação de ar quente)

- Deixar no mínimo 50 mm de espaços livre ao redor do aparelho conforme mostra a Figura 6-1.
- Caso seja necessário montar um inversor sobre o outro, respeitar a distância mínima livre de 50 mm e desviar o inversor superior do ar quente que vem do inversor inferior.

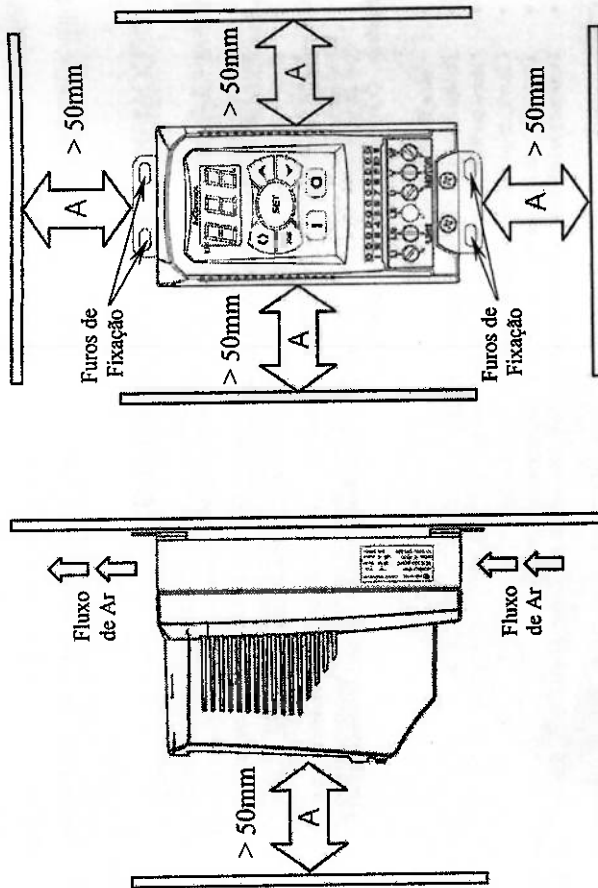


Figura 6-1 – Fixação do Inversor

7. CONEXÕES ELÉTRICAS

A Figura 7-1 mostra as ligações elétricas de potência recomendadas. Para o correto funcionamento e segurança do inversor deve-se obrigatoriamente aterrará-lo através dos parafusos localizados na parte inferior do dissipador.

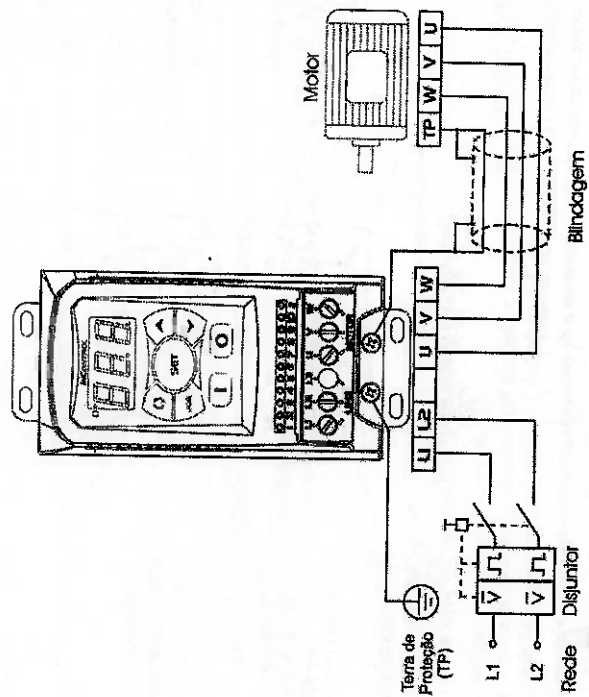


Figura 7-1 – Conexões Elétricas de Potência

8. DESCRIÇÃO DA INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)

A Figura 8-1 mostra a IHM do inversor, a qual é composta por 7 teclas e um visor.

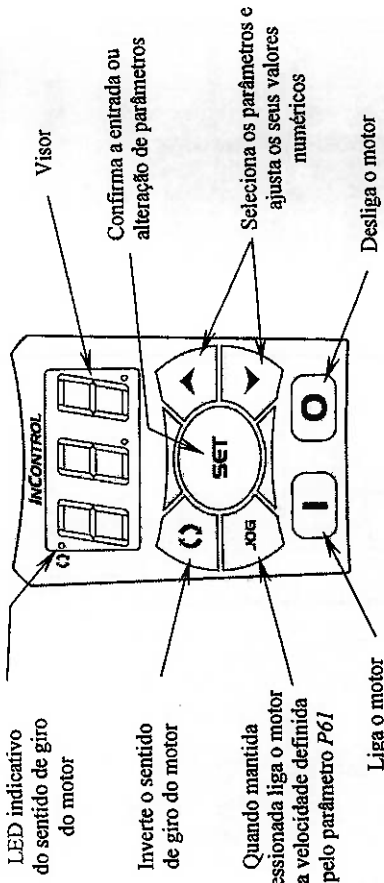


Figura 8-1 – Descrição da IHM

Através desta IHM é possível:

- Configurar todos os parâmetros do inversor
- Monitorar o funcionamento do inversor e de diversos parâmetros tais como corrente, frequência e tensão aplicada ao motor.
- Controlar a partida, parada, sentido de giro e JOG do motor.

Para ajustar os parâmetros da Tabela 2.1 através da IHM:

- Pressione a tecla ou repetidas vezes até que o parâmetro desejado apareça no visor da IHM;
- Quando o parâmetro desejado aparecer no visor, pressione a tecla **SET** e o valor numérico do parâmetro aparecerá piscando no visor da IHM;
- A seguir utilize as teclas ou para ajustar o valor desejado, e por fim, pressione novamente a tecla **SET** para confirmar o valor ajustado.

NOTA!
Note que os parâmetros de P01 a P07 podem apenas ser visualizados, mas não alterados. Note ainda que os parâmetros marcados com * na Tabela 2.1 só podem ser alterados com o motor parado.

9. ACIONAMENTO ATRAVÉS DA IHM

Para operar o motor através da IHM, devem-se configurar pelo menos os parâmetros mostrados na Tabela 9.1.

P71 = 1 (Seleção da Referência pela IHM)	Define que a referência de frequência (ou seja a velocidade do motor) será definida pelas teclas e da IHM
P72 = 0 (Seleção dos Comandos pela IHM)	Define que os comandos para ligar, desligar, JOG e sentido de giro serão dados respectivamente pelas teclas , JOG e da IHM.
P73 = 2 (Seleção do Sentido de Giro através dos Comandos)	Define que o sentido de giro do motor será dado pelos comandos. Neste caso como inversor foi configurado para receber comandos pela IHM (P72 = 0), o sentido de giro será dado pela tecla da IHM.

Tabela 9.1 – Configuração Mínima para Operar o Inversor Através da IHM

O inversor já sai de fábrica com a configuração acima. Portanto caso as ligações elétricas da Figura 7-1 já tenham sido feitas, pode-se energizar o inversor seguindo os procedimentos do Capítulo 11, e operar o motor com o procedimento abaixo:

- Pressione a tecla para ligar o motor
- Utilize as teclas ou para reduzir ou aumentar a velocidade do motor
- Pressione a tecla para inverter o sentido de giro do motor
- Para desligar o motor utilize a tecla
- Com o motor parado pode-se manter pressionada a tecla **JOG** para movimentar o motor na velocidade definida pelo parâmetro P61 da Tabela 2.1.

NOTA!

Para que as teclas ou funcionem para reduzir ou aumentar a velocidade do motor é necessário, além da configuração da Tabela 9.1, que o parâmetro P01 (frequência de saída) seja selecionado para aparecer no visor do inversor.
A tecla JOG , só pode ser usada quando o motor estiver desligado. Quando o motor estiver ligado, a tecla JOG não tem efeito.

10. ACIONAMENTO ATRAVÉS DOS BORNES DE CONTROLE

O modo mais simples de operar o inversor é através de sua IHM como foi descrito no Capítulo 9, contudo o inversor também pode ser configurado, através de P71, P72 e P73, para operar através dos bornes de controle (ver Figura 4-1).

Para isto, o parâmetro P71 deve ser configurado para definir um dos tipos de referência de frequência mostrados na Figura 10-1, e os parâmetros P72 e P73 devem ser configurados para definir um dos modos de comando mostrados na Figura 10-2.

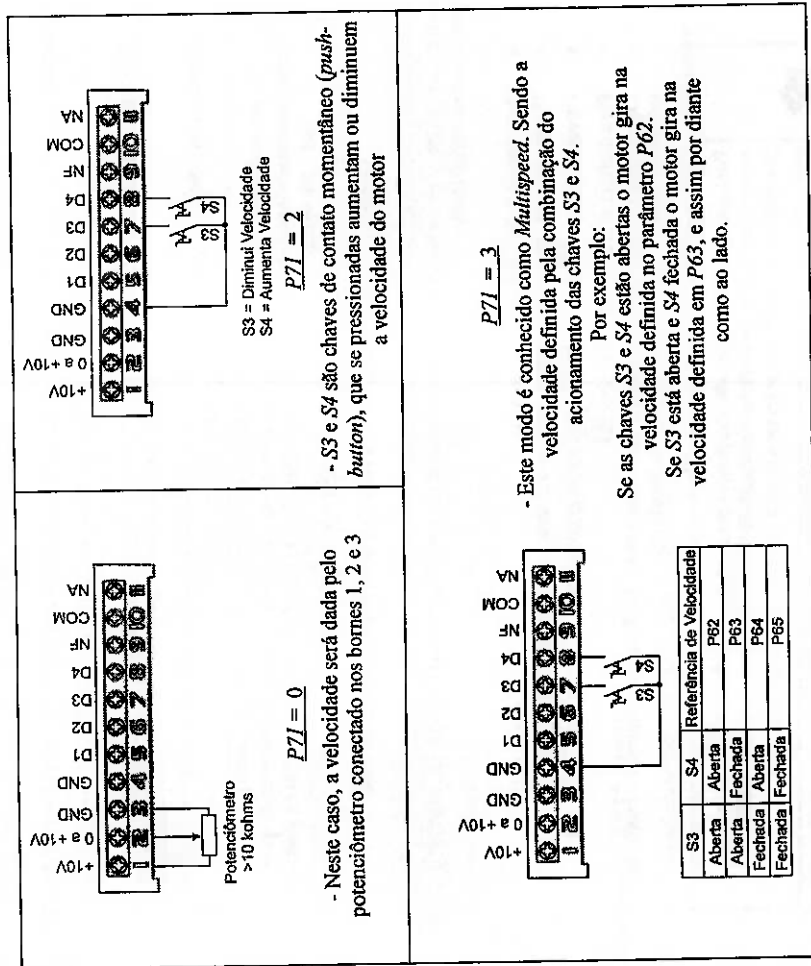


Figura 10-1 – Opções de Referência de Frequência (velocidade) Através dos Bornes de Controle

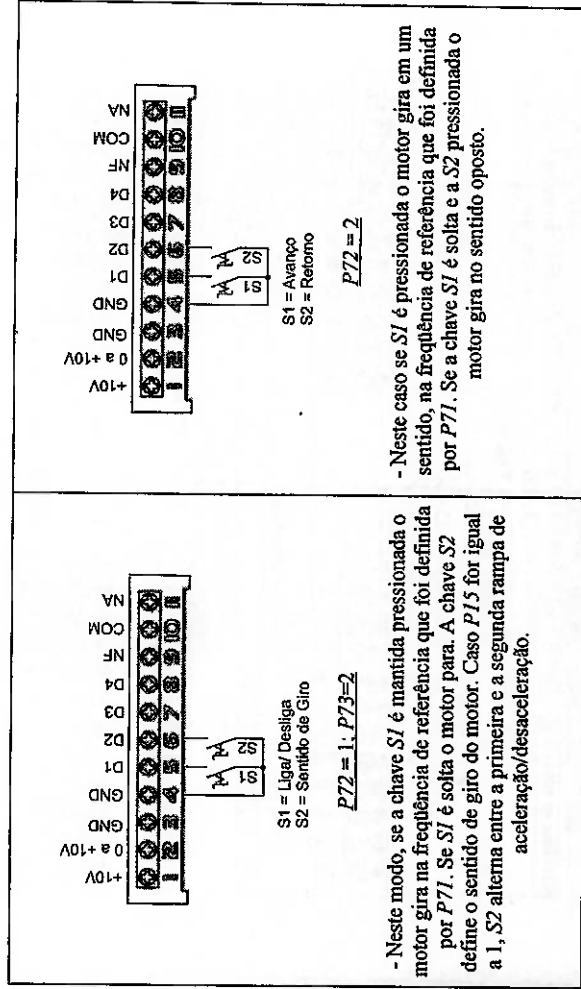


Figura 10-2 – Opções de Comando Através dos Bornes de Controle

Qualquer um dos tipos de referência de frequência (velocidade) da Figura 10-1 pode ser combinado com um dos modos de comandos da Figura 10-2. A Figura 10-3 mostra os seis modos de funcionamento possíveis, resultantes desta combinação.

Também é possível configurar um dos modos de referência de frequência da Figura 10-1, e configurar P72 = 0 e P73 = 2 para que os comandos sejam através das teclas **1**, **0**, **JOG** e **↺** da IHM.

Pode-se ainda configurar um dos modos de comando da Figura 10-2 e configurar P71 = 1 para que a referência de velocidade seja dada pelas teclas **↗** e **↘** da IHM.

Nos bornes 9, 10 e 11 estão localizados respectivamente os contatos NF (normalmente fechado), COM (comum) e NA (normalmente aberto) de um relé. Este relé pode ser configurado para comutar em função da configuração do parâmetro P31 (ver Tabela 2.1).

A Tabela 10.1 resume as especificações de cada pino do borne de controle.

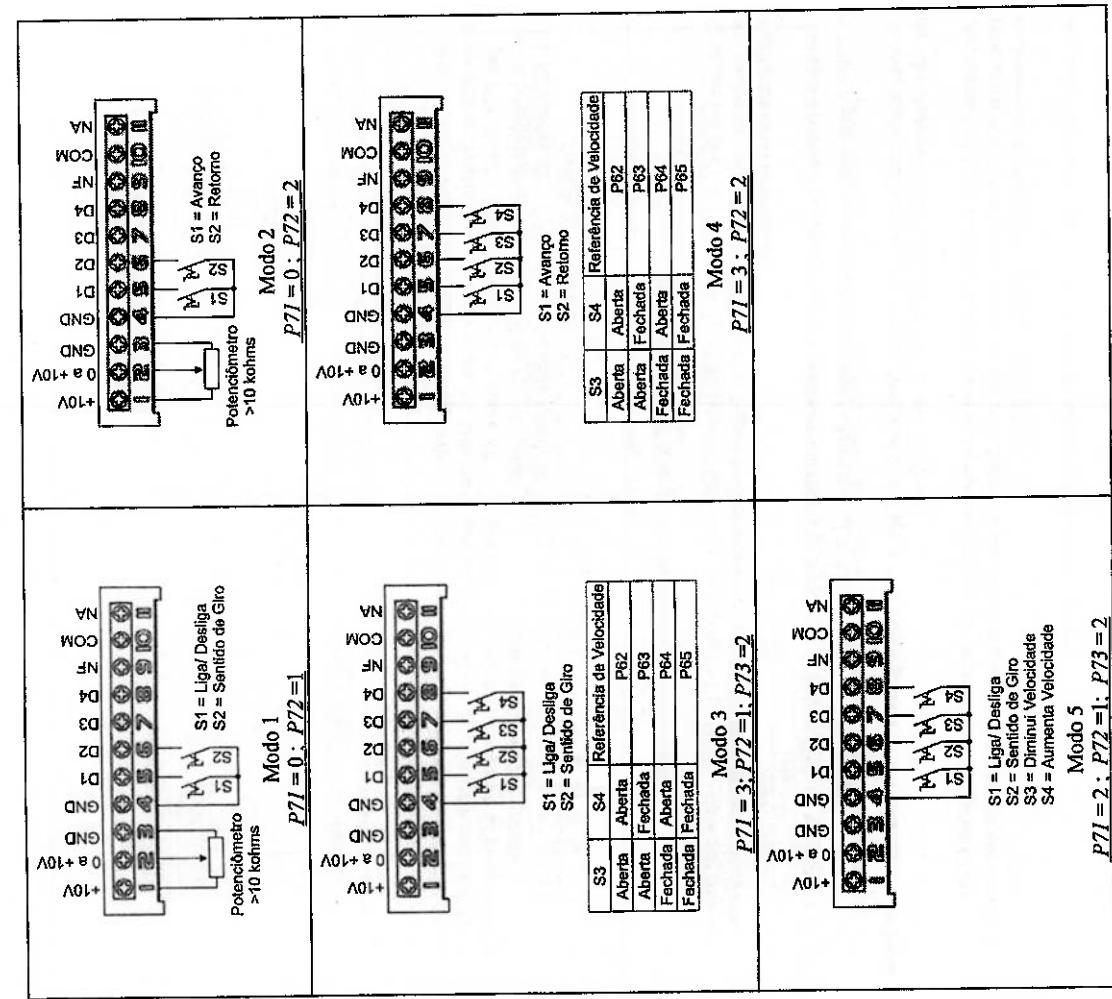


Figura 10-3 -- Modos de Funcionamento Através dos Bornes de Controle



Condutores de sinal do borne de controle devem ser separados fisicamente, dos cabos de alimentação do inversor e dos cabos do motor.

Borne de Controle	Descrição	Observações
1	Tensão de referência para potenciómetro	+10Vcc ±5% , Capacidade: 2mA.
2	Entrada Analógica	Faixa de Tensão: 0 a +10V Impedância: 50 kohms Resolução: 8 bits
3	Referência 0V	Não interligado com terra de proteção (TP)
4	Entrada Digital 1	
5	- Liga/ Desliga (se P72 = 1) - Avanço (se P72 =2)	
6	Entrada Digital 2	
7	- Sentido de Giro (se P72=1 e P73=2) - Retorno (se P72 = 2) - Alterna Rampas (se P15=1) Entrada Digital 3	Entradas Digital Opto-isoladas: Corrente de entrada: 8mA Nível alto: +10V Nível baixo: 0V
8	Entrada Digital 4	
9	- Aumenta Velocidade (se P71 =2) - Multispeed (se P71= 3)	
10	Contato NF do Relé	Máxima carga resistiva: 10A / 110Vca ou 7A/ 220Vca
11	Contato Comum do Relé	
	Contato NA do Relé	

Tabela 10.1 -- Especificação dos Bornes de Controle

11. ENERGIZANDO O INVERSOR

	• Sempre desconecte a alimentação geral antes de efetuar quaisquer conexões. • Após a correta instalação, conforme normas e procedimentos descritos anteriormente, siga os seguintes passos: • Verifique se todas as conexões de aterramento, potência e controles estão corretas e firmes. • Verifique as conexões do motor e se a corrente e tensão do motor estão de acordo com o inversor. • Separe o motor da carga (mecanicamente), senão for possível tenha certeza de que o giro em qualquer direção (horário/anti-horário) não cause danos à máquina ou riscos pessoais. • Meça a tensão da rede e verifique se ela está dentro da faixa permitida de tensão nominal entre 200-230Vca (+ 10% / - 15 %).
--	--

Para colocar o inversor em funcionamento proceda da seguinte maneira:

- Energize o inversor
- O inversor executa algumas rotinas de auto-diagnóstico e se tudo estiver certo, o visor indicará "rdy" (ready), que significa que o inversor está pronto para ser operado.



- Mesmo após a desconexão da alimentação, altas tensões ainda podem estar presentes. Aguarde pelo menos 10 minutos para a descarga completa antes de tocar nas conexões ou transportar o inversor.



- Caso o sentido de rotação do motor esteja invertido, deve-se desenergizar o inversor esperando no mínimo 10 minutos para a completa descarga dos capacitores e trocar entre si a ligação de dois fios quaisquer da saída do motor.
- Caso a corrente fique muito elevada, principalmente em baixas frequências, é necessário o ajuste da "Compensação de torque" que dada pelo parâmetro P41.
- Caso ocorra E02 na desaceleração, é necessário aumentar o tempo desta através dos parâmetros P12.

12. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS

- **P01** – Frequência de Saída (Motor): Quando o valor dos parâmetros P26 e P27 for igual a 1, este parâmetro indica o valor, em hertz (Hz), da frequência da tensão que é aplicada ao motor. Note que a velocidade do motor é proporcional a esta frequência. Quando o valor dos parâmetros P26 ou P27 for diferente de 1, o valor mostrado será mostrado conforme a fórmula: $P01 = \frac{freq. saída \times P26}{P27}$, em que *freq. saída* é a frequência de saída do motor, P26 é o fator de multiplicação da referência e P27 é

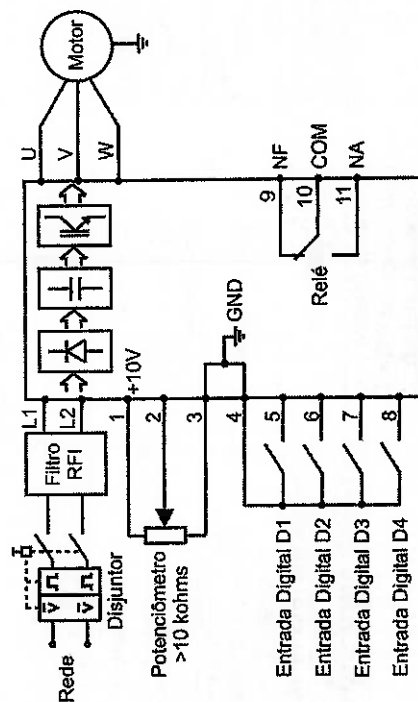


Figura 10-4 – Esquema Elétrico Resumido



- O inversor deve ficar pelo menos 25cm afastado de equipamentos e fiação sensíveis, como por exemplos: controladores de temperatura, CLPs, etc....
- Não utilize, de forma alguma, o neutro para aterramento.
- O neutro da rede de alimentação do inversor deve ser solidamente aterrado.
- A tensão da rede deve ser compatível com a tensão nominal do inversor.
- Verifique se a tensão da rede está dentro dos limites da tensão nominal do inversor.



- Certifique-se de que a rede de alimentação esteja desconectada antes de iniciar as ligações.
- Este equipamento não pode ser utilizado como mecanismo de parada de emergência.
- O circuito de ligação deve ter uma chave que desligue a alimentação do inversor quando necessário (ex.: durante trabalhos de manutenção).
- Os inversores devem ser obrigatoriamente ligados a um terra de proteção (TP).
- A conexão de aterramento deve seguir as normas técnicas vigentes.

o fator de divisão da referência. Neste caso, o valor mostrado pode estar entre 0.0 e 999. Se o resultado for maior que 999, o resultado mostrado será 999, pois é o valor máximo que o display pode mostrar.

- P02 – Tensão no Circuito Intermediário: Indica o valor, em volts (V), da tensão contínua obtida através da retificação da tensão alternada da rede.

- P03 – Corrente de Saída (Motor): Indica o valor RMS, em ampères (A), da corrente de saída do inversor.

- P04 – Tensão de Saída (Motor): Indica o valor de tensão, em volts (V), que está sendo aplicada no motor:

- o Para frequências maiores ou iguais à frequência nominal P42, a tensão aplicada é igual à tensão no circuito intermediário (link DC).
- o Para frequências de saída entre a nominal P42 e metade da nominal, a tensão aplicada varia linearmente, na mesma razão da frequência.
- o Para baixas frequências, a tensão de saída varia conforme a compensação de torque definida por P41.

- P05 – Temperatura no Dissipador: Indica a temperatura no circuito integrado de potência do inversor. Caso a temperatura seja maior que 103°C o erro de sobretemperatura E04 é disparado.

- P06 – Último Erro Ocorrido: Indica qual foi o último erro ocorrido no inversor. O Capítulo 13 descreve os possíveis erros, causas e soluções.

- P07 – Código de Acesso: O parâmetro P07 funciona como uma chave trava-destrava. Quando sai de fábrica, o inversor está destravado e seus parâmetros podem ser modificados normalmente. Para travar a alteração dos parâmetros, é necessário o ajuste do valor do parâmetro P07 em 28. Para destravar novamente, apenas se repete o procedimento anterior. Cada vez que o parâmetro P07 é modificado para 28, o estado travado-destravado é alternado.

- P11 – Tempo de Aceleração: Tempo, em segundos, para acelerar o motor linearmente de 0 Hz até a frequência nominal P42.

- P12 – Tempo de Desaceleração: Tempo, em segundos, para desacelerar o motor linearmente da frequência nominal P42 até 0Hz.

- P13 – Tempo da 2ª Rampa de Aceleração: Tempo definido para a 2ª rampa, em segundos, para acelerar o motor linearmente de 0 Hz até a frequência nominal P42.

- P14 – Tempo da 2ª Rampa de Desaceleração: Tempo definido para a 2ª rampa, em segundos, para desacelerar o motor linearmente da frequência nominal P42 até 0Hz.

- P15 – Substitui Função Inversão de Sentido Por Alternar Rampas: Define se as entradas de sentido de giro serão usadas para alternar entre a primeira e a segunda rampa de aceleração/desaceleração.

- P21 – Backup da Referência Digital: Quando o inversor é desenergizado, e a referência de frequência é através da IHM (P71=1) ou das entradas digitais (P71=2), este valor define qual o valor inicial da referência de frequência que será utilizado quando o inversor for religado. Existem três opções para este parâmetro:

- o Se P21 = 0: a referência de velocidade inicial será igual à frequência mínima aceita P23;
- o Se P21 = 1: a referência de frequência inicial será igual à última referência de velocidade utilizada;
- o Se P21 = 2: a referência de frequência inicial será igual ao valor programado no parâmetro P22.

- P22 – Valor Inicial para Referência Digital: Caso P21 = 2 (Backup da Referência Digital), este parâmetro define o valor inicial da referência frequência a ser utilizada quando o inversor é ligado. Este parâmetro só tem função quando P71 = 1 ou P71 = 2.

- P23 – Frequência Mínima: É o menor valor de referência de frequência aceito. Quando o motor estiver ligado, a frequência da tensão aplicada a ele nunca será menor que P23. Existem casos em que é possível fazer com que o Backup de Referência Digital, o JOG ou uma referência MultiSpeed possuam um valor menor que P23, porém quando o motor for ligado o valor de P23 será sempre respeitado.

- P24 – Frequência Máxima: Maior valor de referência de frequência aceito. Quando o motor estiver ligado, a frequência da tensão aplicada a ele nunca será maior que P24. Existem casos em que é possível fazer com que o Backup de Referência Digital, o JOG ou uma referência MultiSpeed possuam um valor maior que P24, porém quando o motor for ligado o valor de P24 será sempre respeitado.

- P25 – Ganho da Entrada Analógica: Este parâmetro define o ganho da entrada analógica. Se for usado um potenciômetro, por exemplo, e este parâmetro estiver com o valor 4, a tensão de referência será multiplicada por quatro sendo que com ¼ de volta no potenciômetro se atingirá a tensão de referência máxima.

- P26 – Fator de Multiplicação da Referência: Define um valor pelo qual o valor da frequência de saída é multiplicado para que seja mostrado no parâmetro P01, conforme fórmula que define o valor do parâmetro P01.

- P27 – Fator de Divisão da Referência: Define um valor pelo qual o valor da frequência de saída é dividido para que seja mostrado no parâmetro P01, conforme fórmula que define o valor do parâmetro P01.

- P31 – Função para Ativar a Saída a Relé: Define a condição na qual a saída à relé será ativada:

- o Se P31 = 0, o relé será ativado quando a frequência da tensão de saída for maior que a configurada no parâmetro P32 ($F_{\text{saída}} > P32$);
- o Se P31 = 1, o relé será ativado quando a frequência referência for maior que a configurada no parâmetro P32 ($F_{\text{referência}} > P32$). Note que às vezes a frequência de referência pode estar defasada com a frequência de saída, devido às rampas de aceleração e desaceleração;

- Se $P31 = 2$, o relé será ativado quando a frequência de saída for igual a frequência de referência ($f_{\text{Saída}} = f_{\text{Referência}}$);
- Se $P31 = 3$, o relé será ativado quando a corrente medida for maior que a configurada no parâmetro $P33$ ($I_{\text{Saída}} > P33$);
- Se $P31 = 4$, o relé será ativado quando o inversor estiver ligado, e o motor em funcionamento (Run);
- Se $P31 = 5$, o relé permanecerá ativado se não houver nenhuma condição de erro.

- P32 – Valor da Frequência para Ativar a Saída a Relé:** Define o valor de frequência para ativar o relé no caso de $P31 = 0$, $P31 = 1$ ou $P31 = 2$.

- P33 – Valor de Corrente para Ativar a Saída a Relé:** Define o valor de corrente para ativar o relé no caso de $P31 = 3$.

- P41 – Compensação de Torque:** Aumenta a tensão de saída em baixas velocidades para aumentar o torque. O ajuste ideal de $P41$ é o menor valor que proporciona uma boa partida do motor.

- P42 – Frequência Nominal do Motor:** Deve ser ajustado conforme a frequência nominal do motor, indicada na sua placa de identificação. Este valor define a curva tensão versus frequência (V/F) que será utilizada no acionamento do motor.

- P51 – Corrente de Sobrecarga do Motor:** Define o limite de corrente que caracteriza uma condição de sobrecarga no inversor. Quando a divisão da corrente medida $P03$ pela corrente de sobrecarga $P51$ for:

- maior ou igual a 3 durante 15 segundos acontece um erro de sobrecarga $E05$;
- entre 2 e 3 durante 30 segundos acontece um erro de sobrecarga $E05$;
- entre 1.5 e 2 durante 60 segundos acontece um erro de sobrecarga $E05$;
- entre 1 e 1.5 durante 90 segundos acontece um erro de sobrecarga $E05$.

- P53 – Tempo de Auto-Reset:** Tempo que o inversor irá esperar, depois de ocorrido um erro, para reinicializar automaticamente. Caso o valor seja menor ou igual a 2, o inversor permanecerá travado e não reinicializará. Se o inversor estiver numa condição de erro e tecla  for pressionada, o inversor reinicializa imediatamente.

- P61 – Referência de Frequência da Tecla JOG:** Referência de frequência utilizada pela função JOG. A função JOG serve para fazer pequenos ajustes, acionando o motor por períodos curtos (enquanto a tecla JOG for mantida pressionada).

- P62 a P66 Referências de Frequência Multispeed:** Estes parâmetros definem as referências de frequência para as diferentes combinações de estado das entradas digitais D3 e D4, conforme mostrado no último quadro da Figura 10-1.

- P71 – Seleção da Referência:** Define se a referência de frequência é dada pelo potenciômetro, teclado (IHM), entradas digitais ou Multispeed. Os diferentes tipos de referência de velocidade estão detalhados nos Capítulos 9 e 10.

- P72 – Seleção dos Comandos:** Define como serão dados os comandos liga, desliga e sentido de giro do motor. Os diferentes modos de comando estão detalhados nos Capítulos 9 e 10.
- P73 – Seleção do Sentido de Giro:** Define se o sentido de giro do motor será sempre fixo em um sentido ($P73=0$), sempre fixo no sentido oposto ($P73=1$) ou dependente dos comandos ($P73=2$). Caso $P73 = 0$ ou $P73 = 1$, qualquer comando para inverter o sentido de giro pelas entradas digitais ou pelo teclado (IHM) será ignorado. Quando o valor de $P15$ é igual a 1, a opção de inverter o sentido de giro por comandos não estará disponível.

13. DESCRIÇÃO DOS ERROS

- **E01** – Erro de hardware: Ocorre quando, ao inicializar, algum erro é detectado nos dispositivos de medição. Desenergize o inversor, mantenha-o desligado por alguns minutos, e tente ligá-lo novamente. Caso o problema persista, entre em contato com a assistência técnica.
- **E02** – Sobretensão no circuito intermediário (link CC): Ocorre quando a tensão no circuito intermediário estiver acima de 410V. Este erro pode ocorrer se a tensão da rede que alimenta o inversor estiver muito alta. Neste caso desconecte imediatamente o inversor da rede e verifique se a tensão da rede está dentro da especificação (200V-240V). O E02 também pode ocorrer se o inversor estiver acionando uma carga com grande inércia e houver uma desaceleração muito rápida. Caso isto ocorra aumente o tempo da rampa de desaceleração através do parâmetro P12.
- **E03** – Subtensão no circuito intermediário (link CC): Ocorre se a tensão do circuito intermediário estiver abaixo de 200V. Caso isto ocorra verifique se a tensão da rede está dentro da especificação (200V-240V) e se os fios que ligam o inversor à rede estão bem conectados.
- **E04** – Sobretensão / Sobrecorrente: Ocorre quando a temperatura do circuito integrado de potência atinge o limite de 103°C. Neste caso, verificar se a temperatura ambiente se encontra muito alta (melhorar ventilação do inversor). Este erro também ocorre quando o valor da corrente de saída exceder o limite seguro de funcionamento do inversor. Neste caso verificar se não há curto-circuito entre duas fases ou no enrolamento do motor. Na partida, uma carga com inércia muito alta também pode causar este erro. Caso isto ocorra, tente aumentar o tempo da rampa de aceleração definida pelo parâmetro P11.
- **E05** – Sobrecarga na função Corrente X Tempo (P51): Ocorre quando há uma carga muito alta no motor, ou o ajuste de P51 é muito baixo para a aplicação. Para solucionar este erro pode-se tentar aumentar o valor da corrente de sobrecarga P51 ou, caso a inércia da carga seja muito alta, aumentar o tempo da rampa de aceleração P11.
- **E08** – Proteção de Software Contra Sobrecorrente: Ocorre quando o software do inversor detectar uma corrente acima do permitido.

14. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

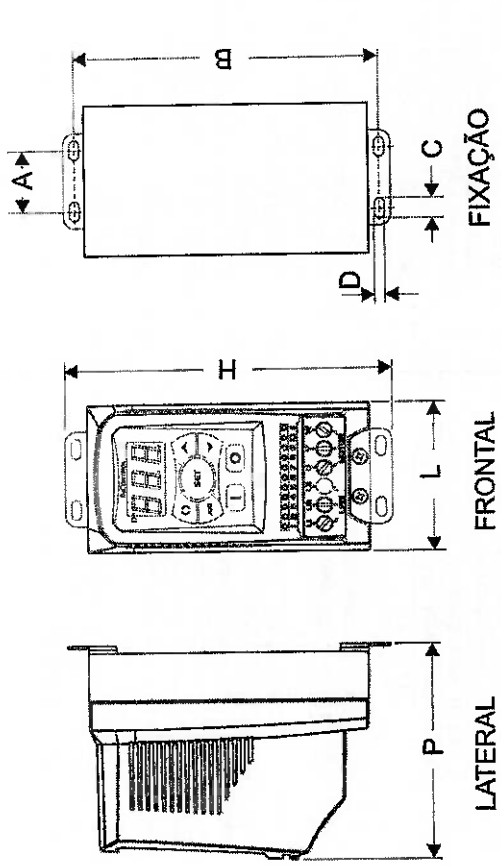
	Modelo	
	XF05	XF10
Motor máximo recomendado	0.5 cv	1.0 cv
Corrente Nominal de Saída (I _{base})	2.6A	4.0A
Corrente Máxima	3.9A	6.0A
Corrente Máxima de Entrada	5.7A	8.8A
Tensão de entrada	200 a 240 Vca (-15%, +10%)	
Frequência de Entrada	50/60Hz (±2%)	
Frequência de Saída	0 a 180 Hz	
Frequência de Chaveamento	5 kHz	
Tipo de Controle	Escalar V/F, PWM Senoidal (com Injeção de 3ª Harmônica)	
	IP20	
Grau de proteção:	0 a + 50°C	
Temperatura de Operação:	5 a 90% (Sem Condensação)	
Umidade Relativa:	1 Entrada 0 a + 10Vcc	
Entrada Analógica:	4 Entradas Digitais Opto isoladas	
Entrada Digital:	1 Contato Reversível N/A/NF	
Saída a Relé:	(10A /110Vca ou 7A/ 220Vca)	

16. TERMO DE GARANTIA

A InControl Controles Industriais Ltda, assegura aos proprietários-consumidores, do seu inversor XF, garantia contra qualquer defeito de material ou de fabricação que em qualquer deles se apresentar conforme descrito a seguir:

1. O prazo desta garantia de nove meses é suplementar a legal, de três meses, totalizando um ano de garantia contado a partir da data de compra, comprovada através da nota fiscal e do número de série impresso no produto.
2. Verificado eventual defeito de fabricação no prazo desta garantia, o proprietário-consumidor deverá enviar o produto defeituoso para a matriz da empresa em Florianópolis/SC. O proprietário-consumidor será responsável pelas despesas e pela segurança do transporte do produto para remessa até a matriz da empresa, e sua posterior devolução.
3. O exame e o reparo do produto, dentro do prazo de garantia, só poderão ser efetuados pela InControl, sob pena de extinção desta garantia.
4. No prazo de validade da garantia a troca de partes, peças e componentes eventualmente defeituosos será gratuita, assim como os serviços de mão-de-obra necessários, desde que fique comprovado pelo departamento técnico da InControl, o defeito de matéria-prima e/ou de fabricação.
5. Exclui-se desta garantia o conserto de produtos danificados em decorrência:
 - 5.1. do uso do produto em desacordo com a finalidade e as aplicações para as quais foi projetado;
 - 5.2. do desgaste natural do produto;
 - 5.3. do descumprimento das orientações contidas no manual do produto, ou de qualquer outra orientação de uso contida no produto;
 - 5.4. do uso inadequado do produto;
 - 5.5. da violação, modificação ou adulteração do lacre ou selo de garantia do produto;
 - 5.6. do conserto, ajuste ou modificação do produto que não tenham sido realizados pela InControl;
 - 5.7. da ligação do produto em instalações elétricas inadequadas, ou sujeitas a flutuações excessivas, ou diferente da recomendada no manual do produto;
 - 5.8. de acidentes, quedas, exposição do produto à umidade excessiva ou à ação dos agentes da natureza, ou imersão do produto em meios líquidos.
6. Não são objetos desta garantia:
 - 6.1. os danos na embalagem e no acabamento externo do produto;
 - 6.2. o produto cujo número de série que o identifica estiver de qualquer forma adulterado, violado ou rasurado;
 - 6.3. o produto cuja respectiva nota fiscal de aquisição apresentar rasuras, modificações ou quaisquer outras irregularidades.
7. A presente garantia limita-se exclusivamente ao reparo, modificação ou substituição dos produtos que comprovadamente apresentem defeito de material ou de fabricação. A InControl não se responsabiliza por danos, de qualquer natureza, causados a outros equipamentos ou acessórios que não sejam de sua fabricação ou ainda por eventuais perdas e danos, lucros cessantes ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes.

15. DIMENSÕES

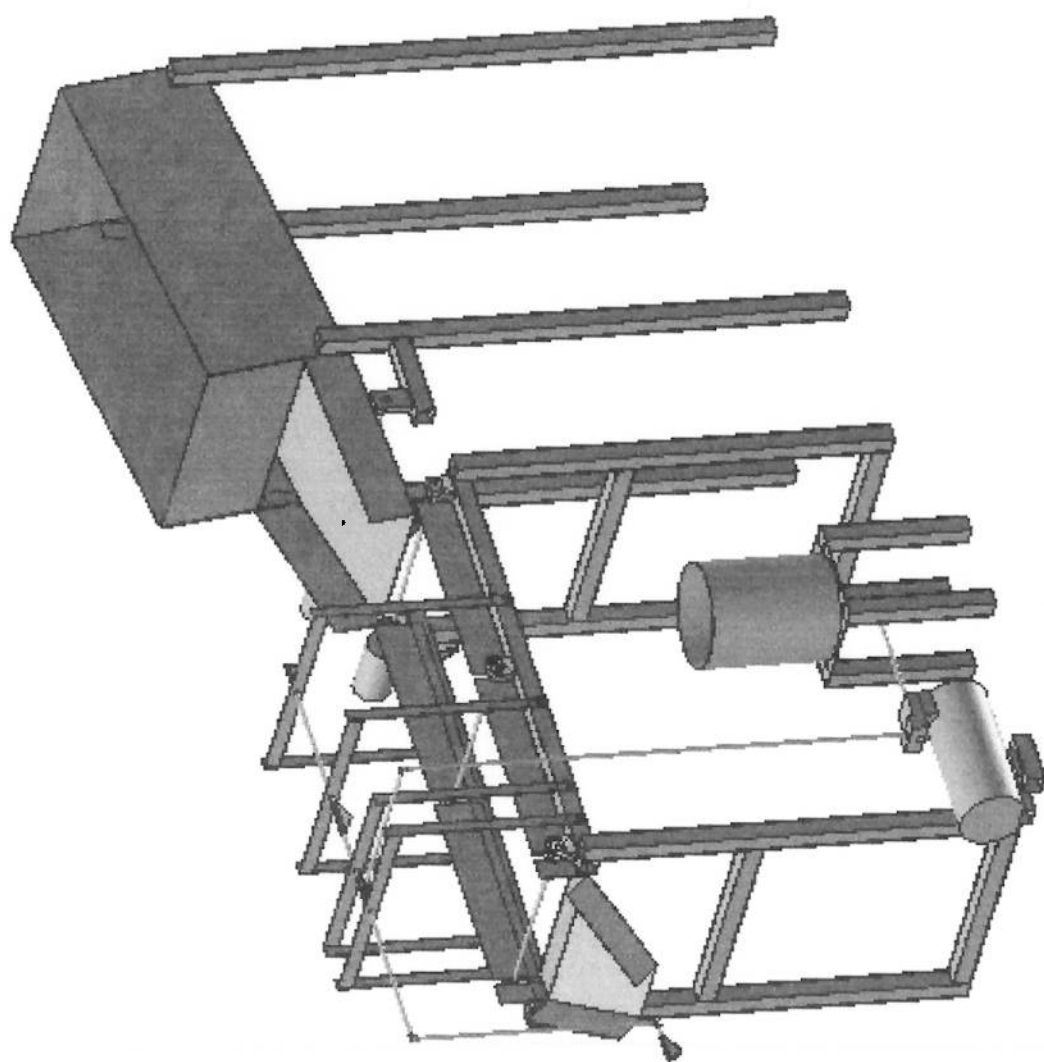


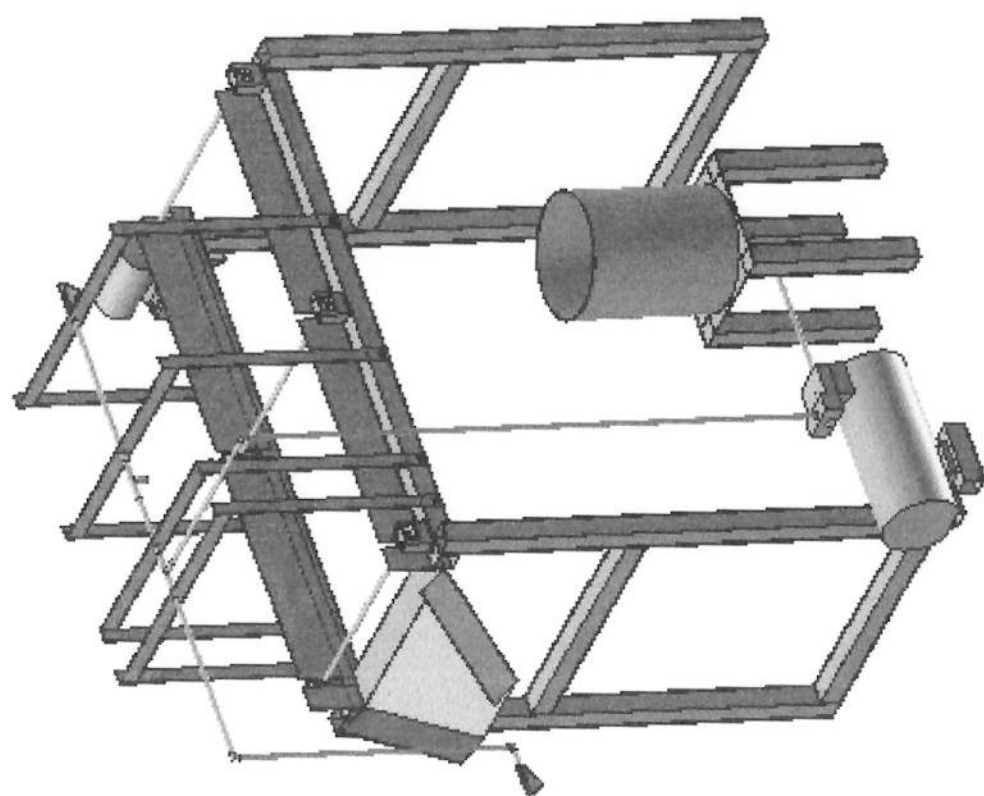
Modelo	Dimensões (mm)			Dimensões da Base de fixação (mm)			
	Largura L	Altura H	Profundidade P	A	B	C	D
XF05 (2.6A/ 200-240 V)	75	163	115	31	151	10	5
XF10 (4.0A/ 200-240 V)	75	176	144	29	166	10	5

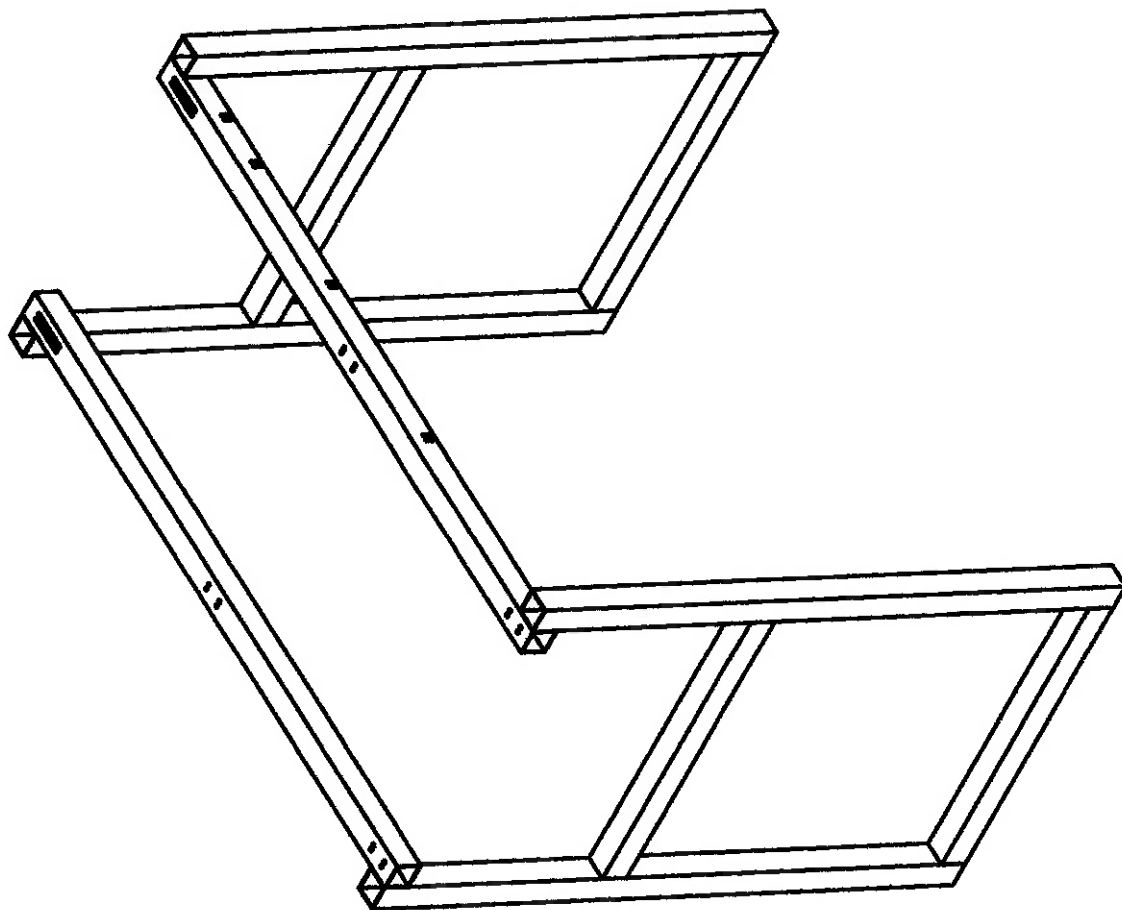
Figura 15-1 – Dimensões do Inversor

Anexo 2

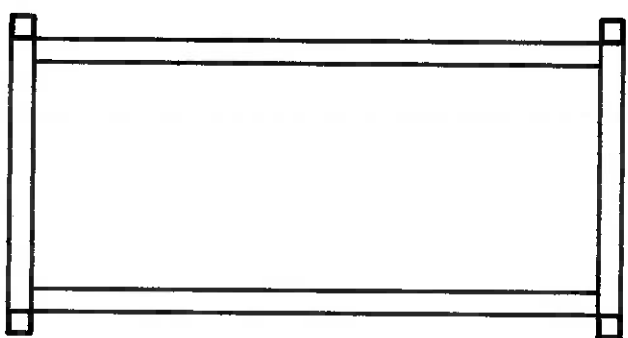
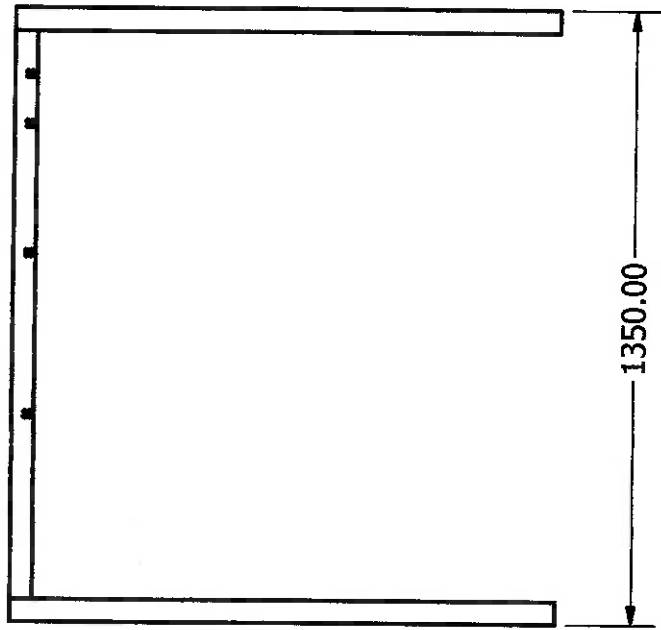
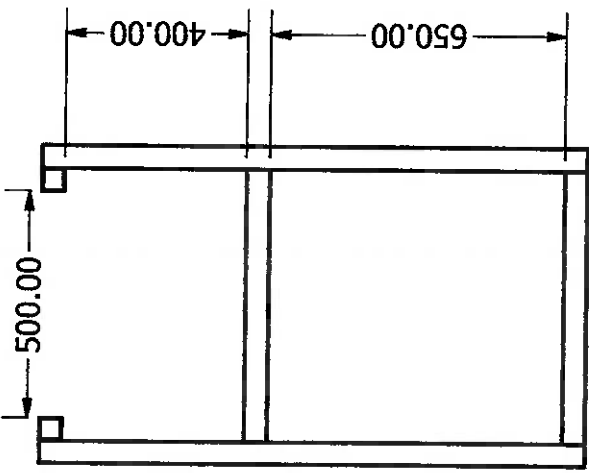
Desenhos de Fabricação





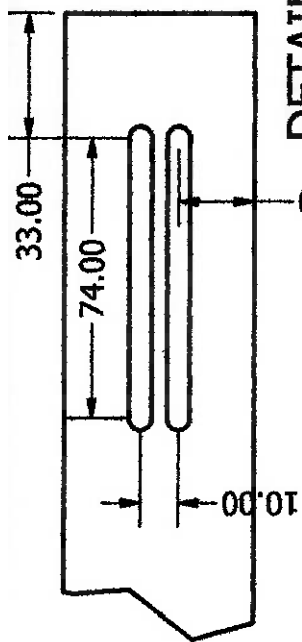


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Estrutura 1 Perspectiva
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas			Escala: 1:25

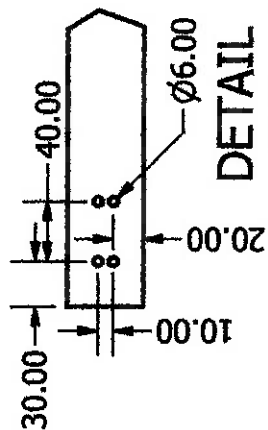


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Estrutura 1
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:25		

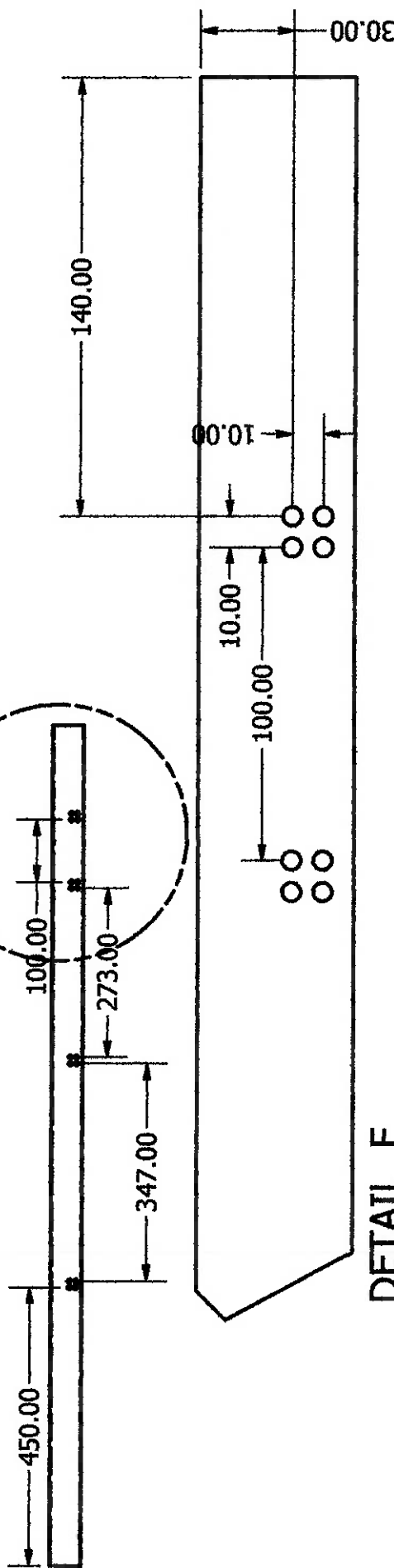
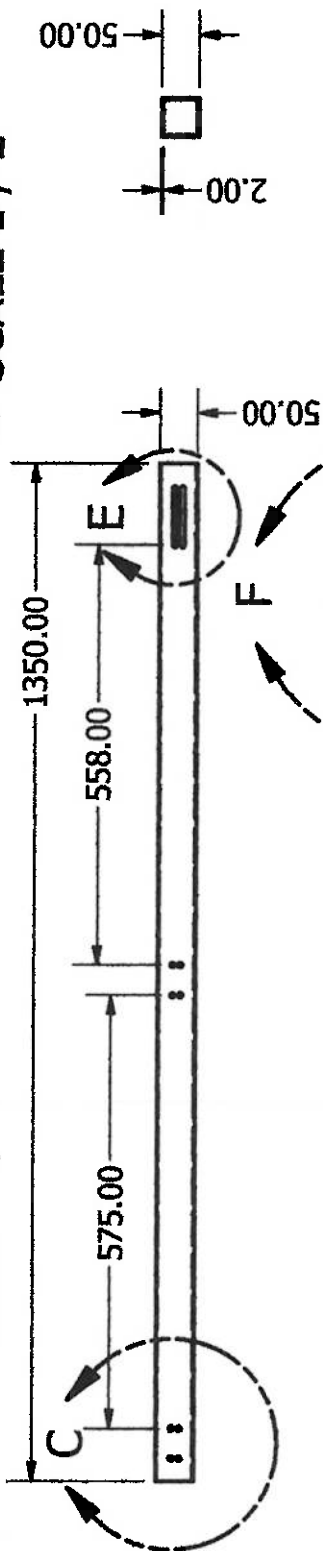
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 1 Peça



DETAIL E
SCALE 1 / 2



DETAIL C
SCALE 1 / 5



DETAIL F
SCALE 1 / 2

Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Barra Transversal Dir.
		Escala: 1:4

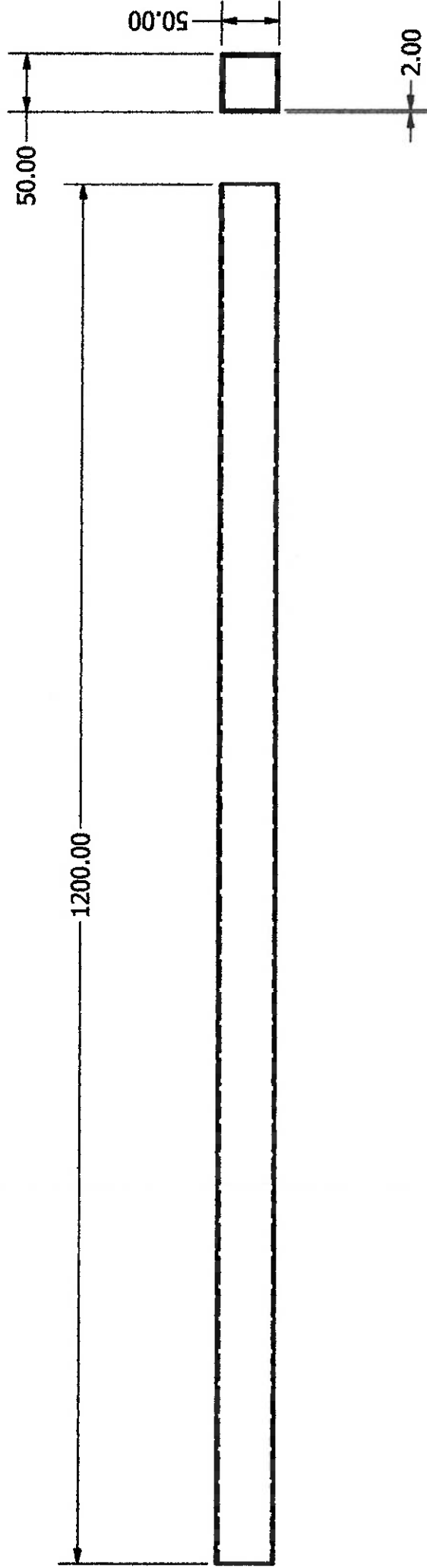
Mesmas medidas da barra transversal dir., mas os furos nas laterais são espelhados.

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 1 Peça



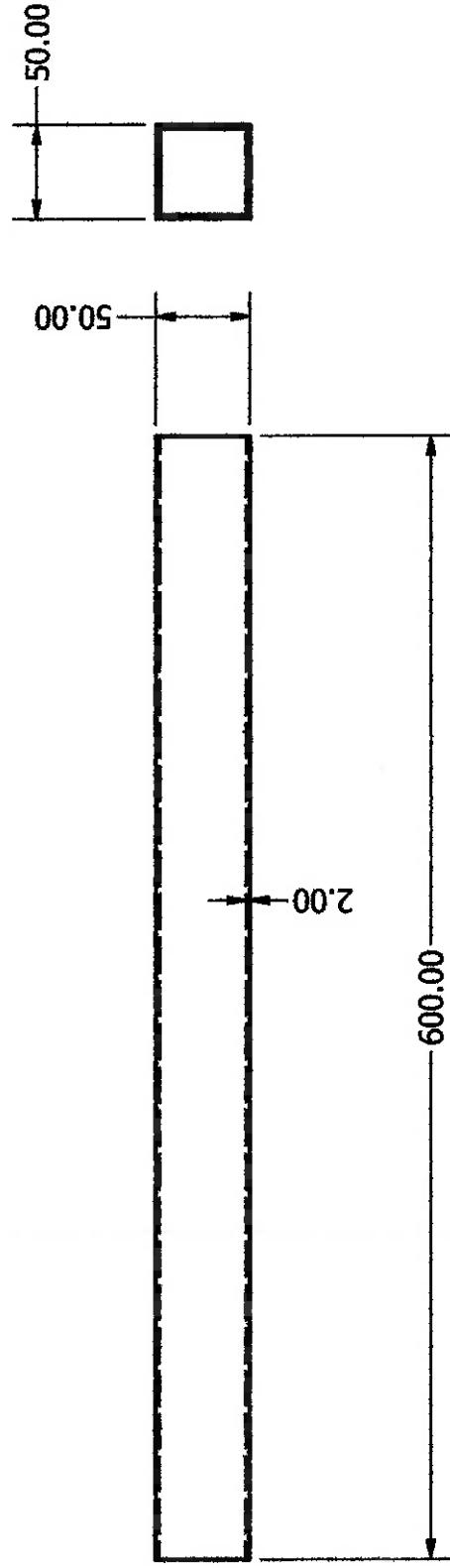
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Barra Transversal Esq.
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:4		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



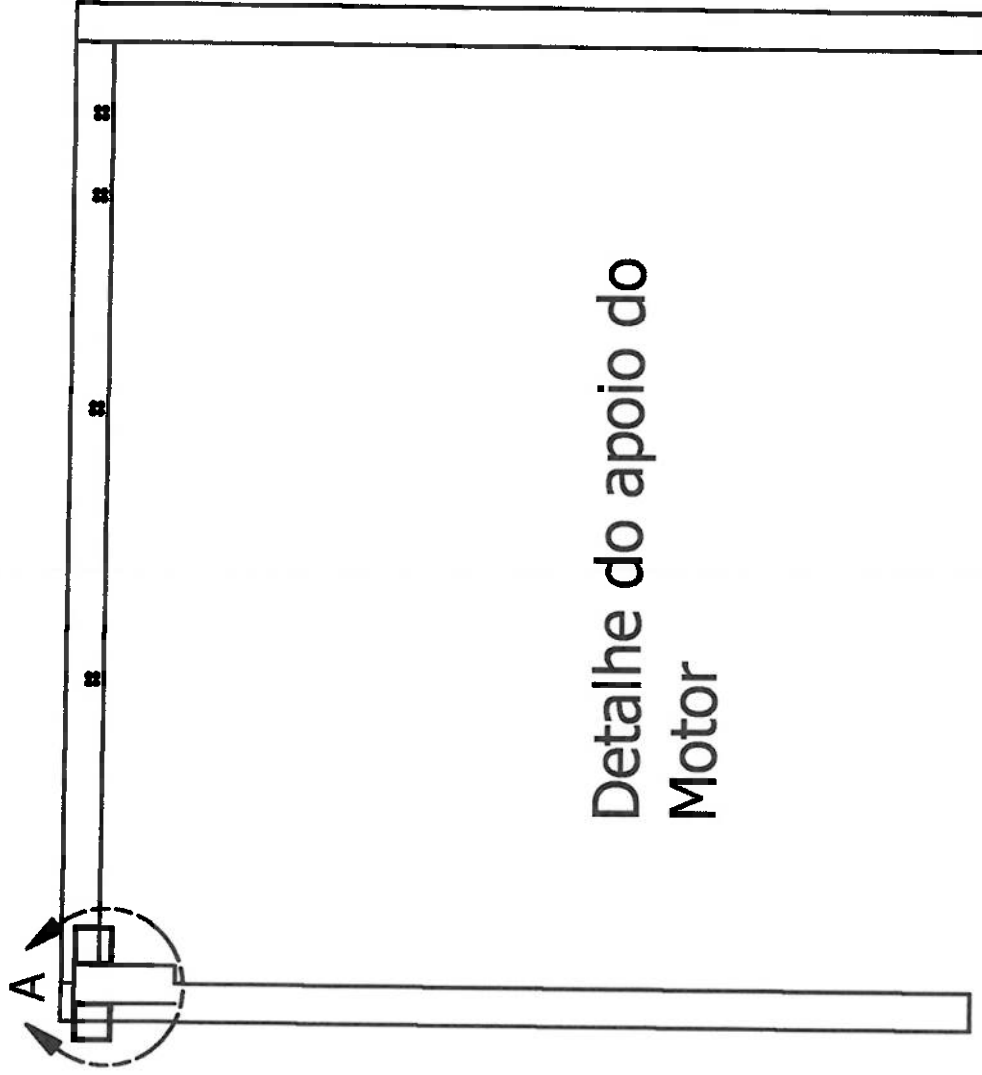
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Barra Altura
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:5		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



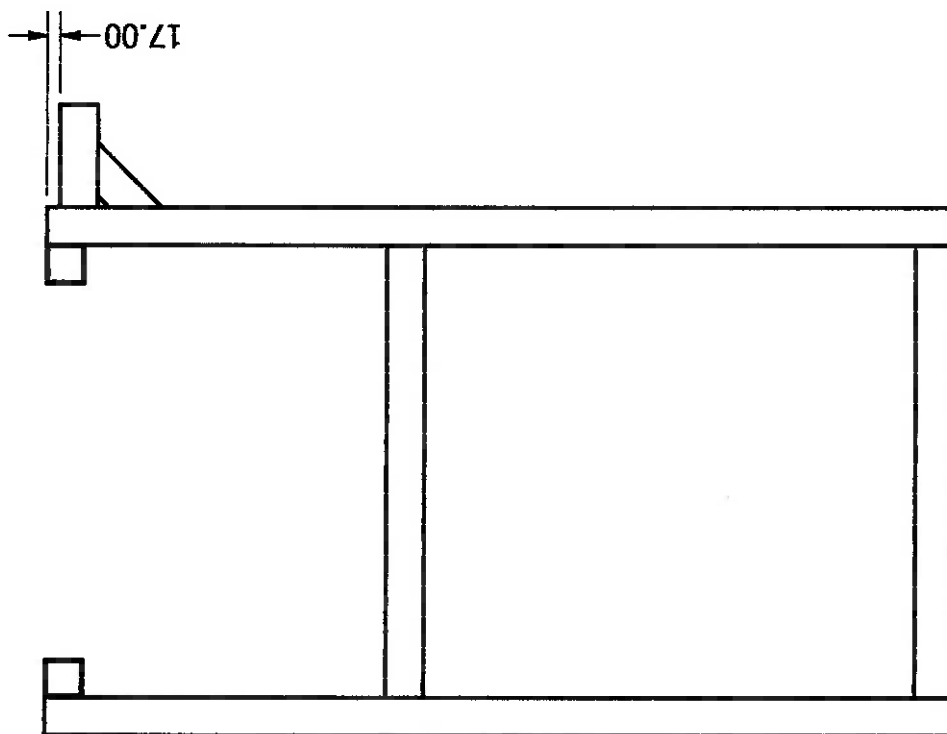
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Barra no Chão
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:4		

Detalhe do apoio do Motor



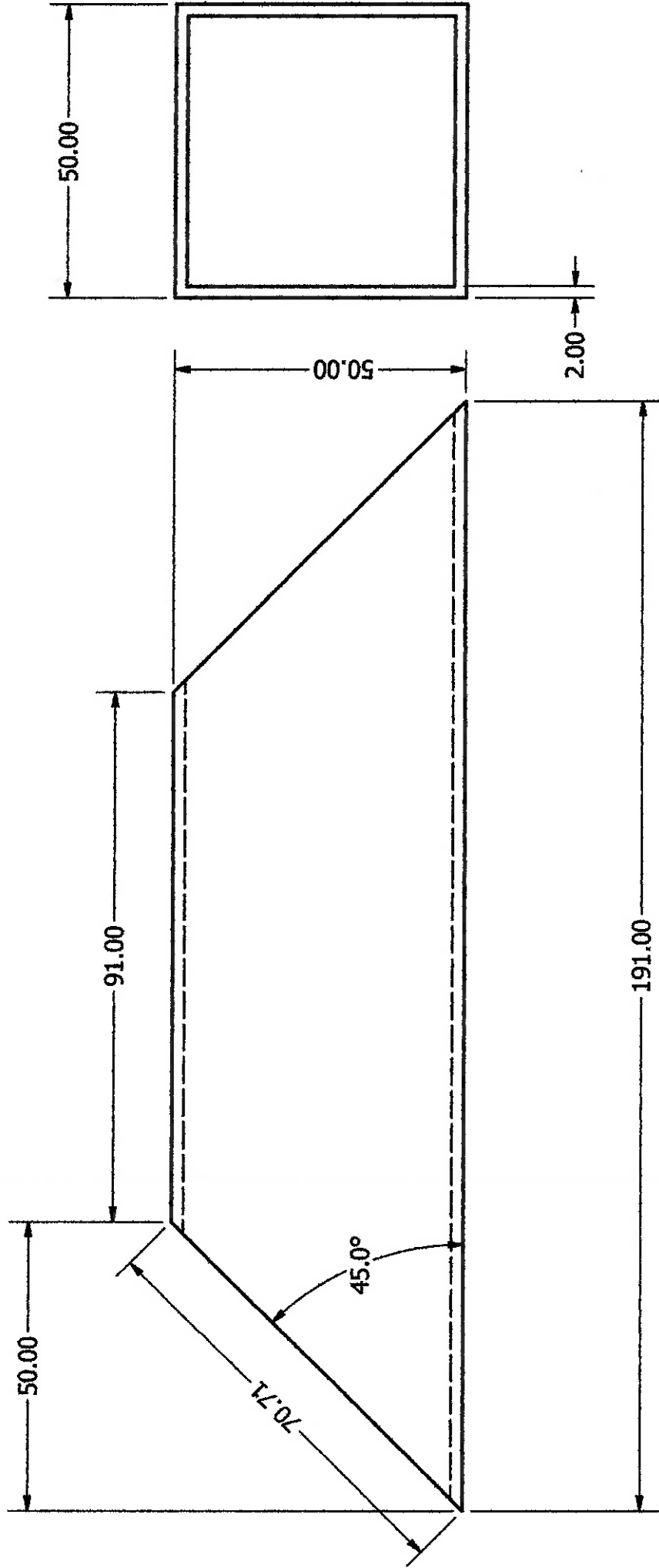
DETAIL A
SCALE 1 / 2

Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Estrutura 1
		Escala: 1:25



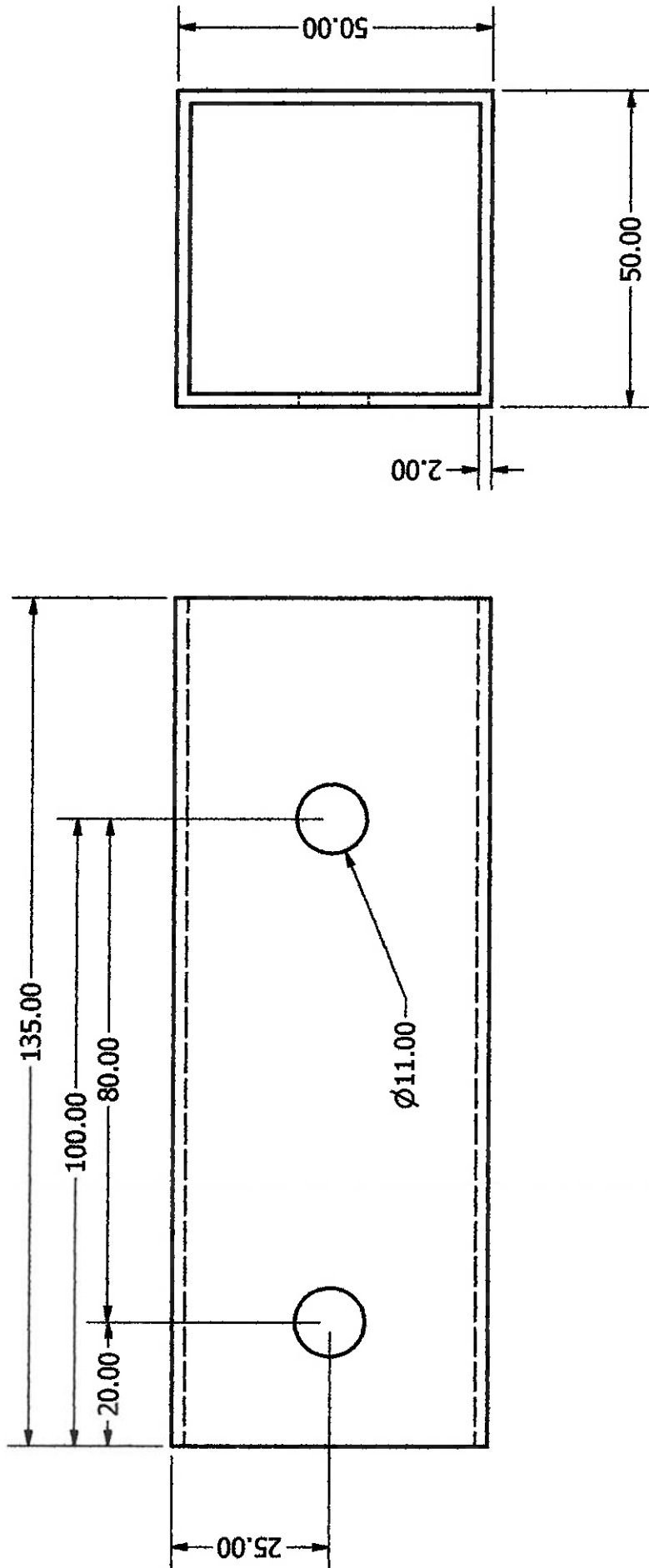
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Estrutura com apoio motor
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:25		

Material Perfil Aço Carbono Tolerância +/- 1 mm



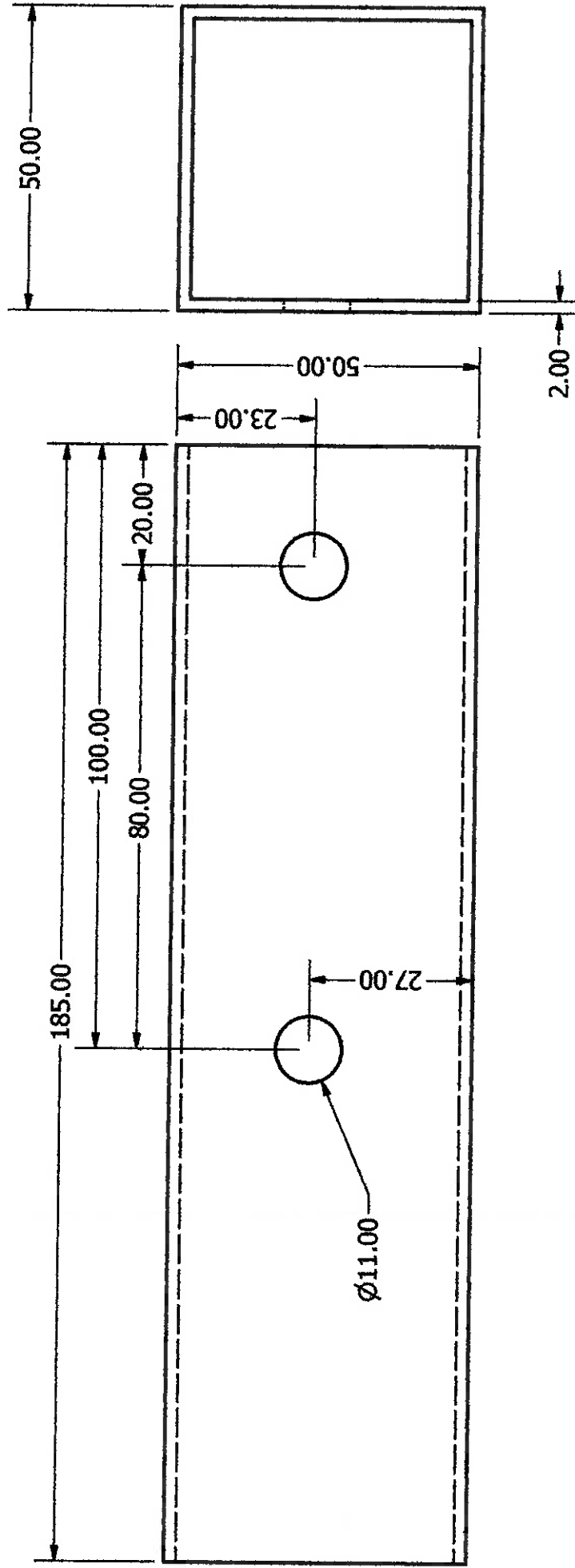
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Apoio Motor Melo
		Escala: 1:1

Material Perfil Aço Carbono Tolerância +/- 1 mm

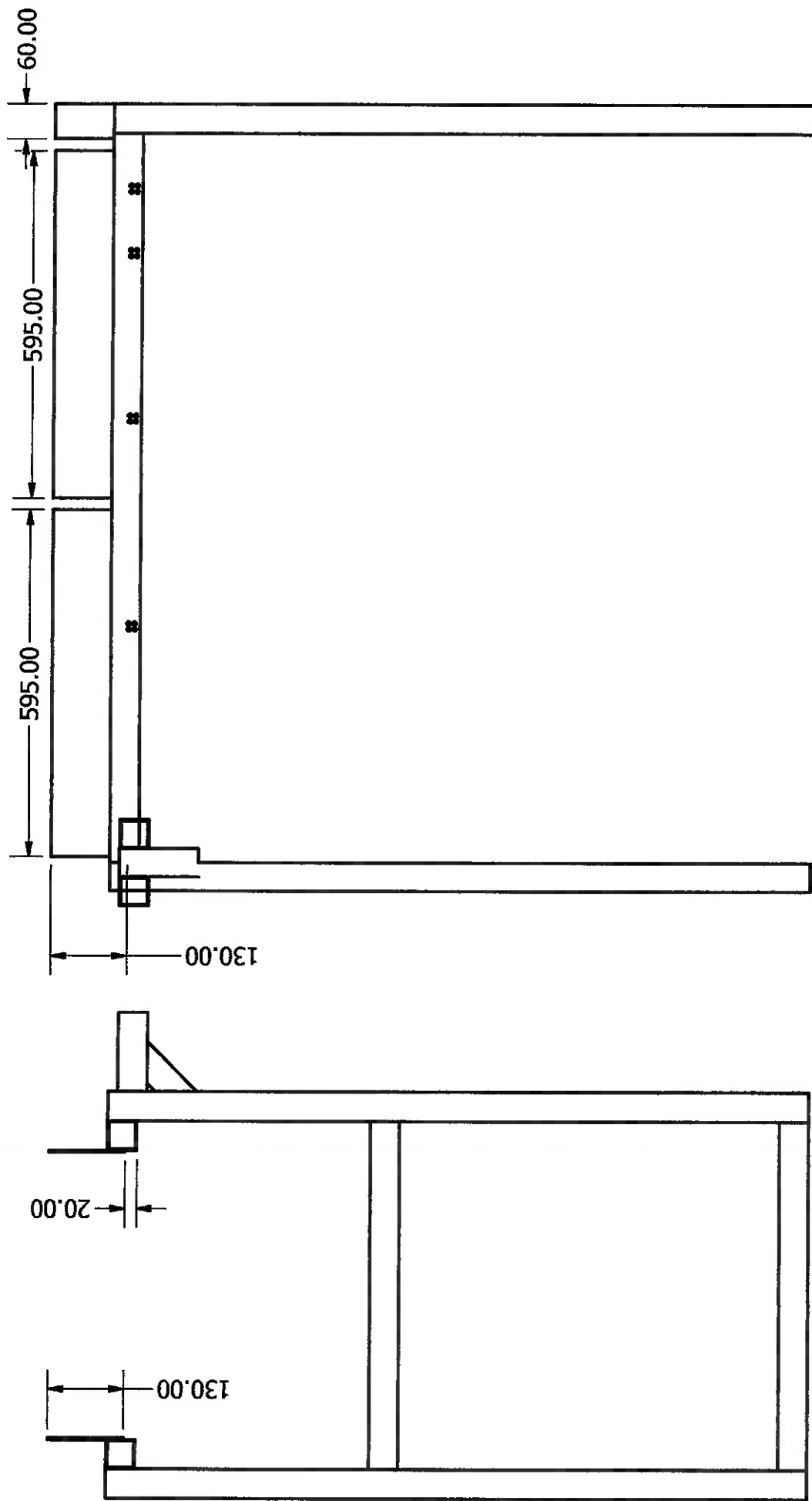


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Apoio Motor Esquerdo
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:1		

Material Perfil Aço Carbono Tolerância +/- 1 mm

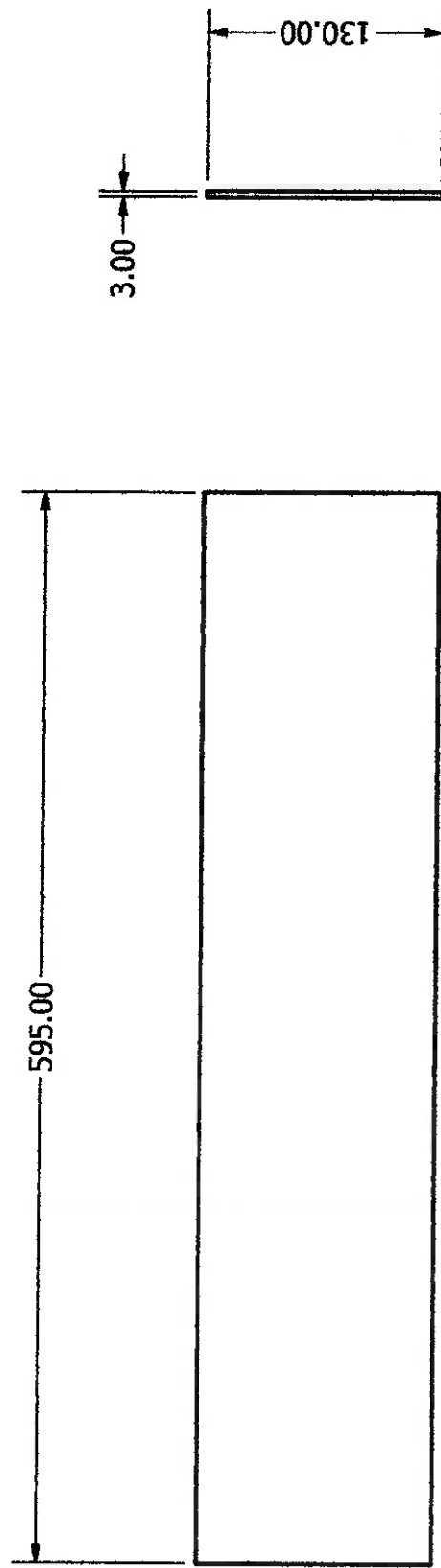


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Apoio Motor Direito
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:1		



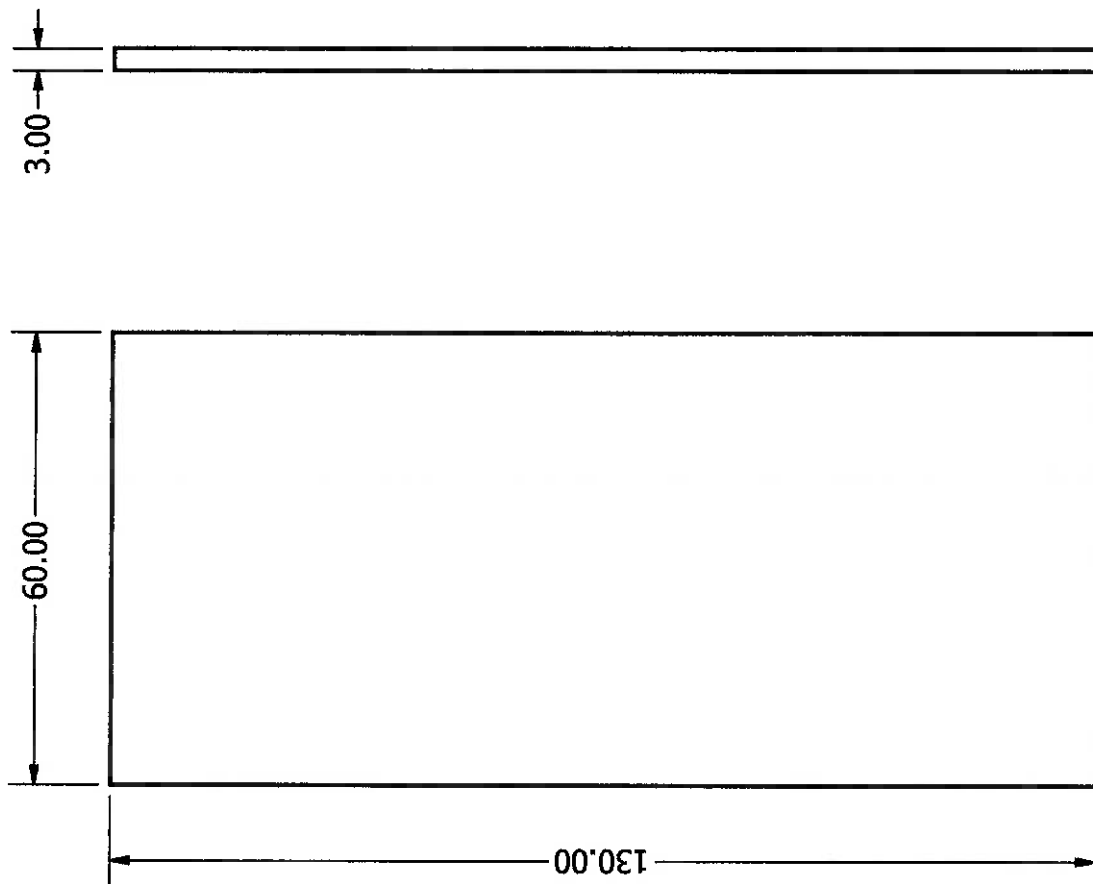
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Pesca: Estrutura 3 aparadores
		Escala: 1:25

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



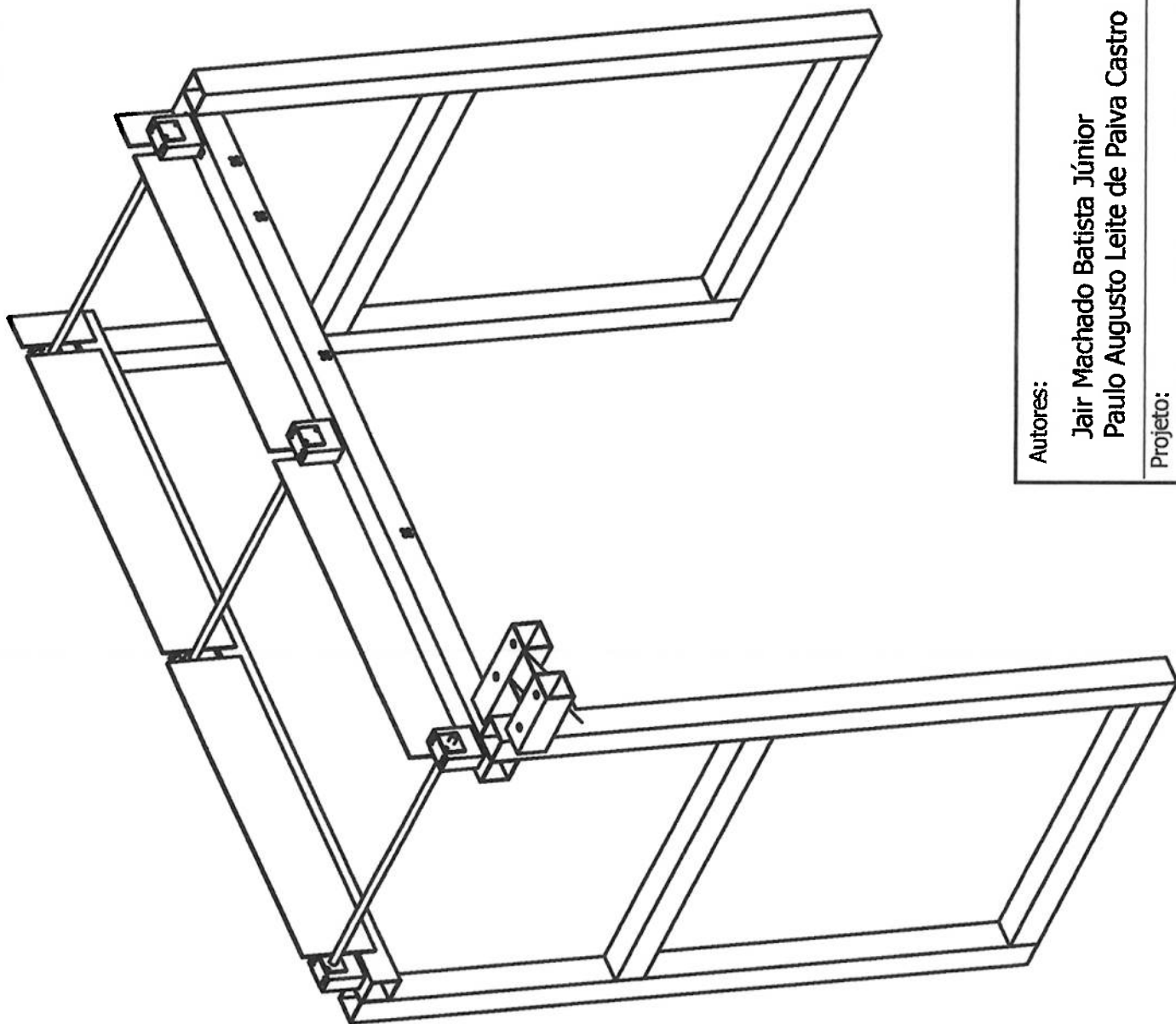
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Aparador
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:10		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



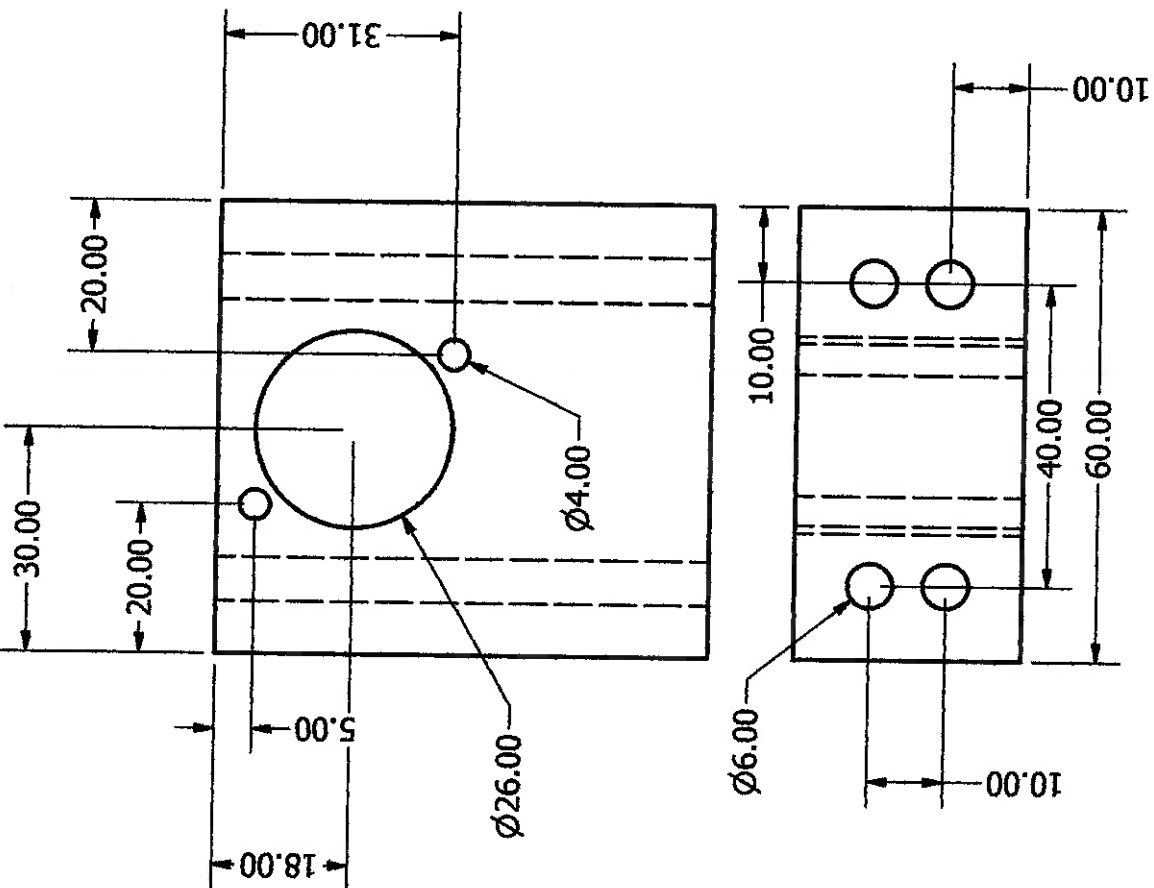
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas		Empresa: La Façon	Pega: Aparador Menor
		Escala: 1:1	

Estrutura com mancais



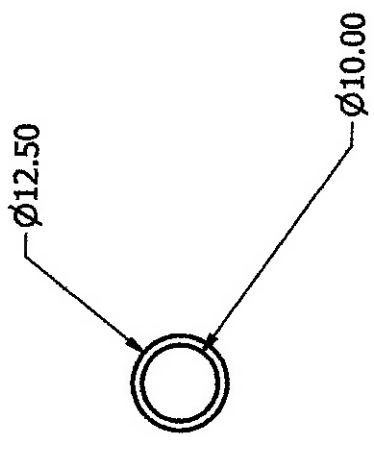
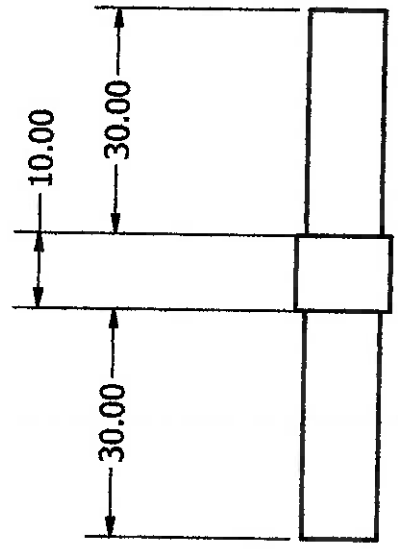
Autores:	Faculdade:	Data:	
Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Universidade de São Paulo	17/06/2006	
Projeto:	Empresa:	Peça:	Escala:
Pulverizador de Essências Aromáticas	La Façon	Estrutura 4 mancais	1:25

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 6 Peças



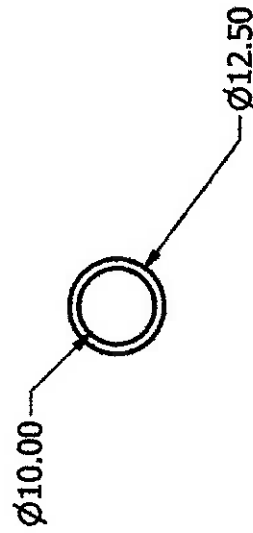
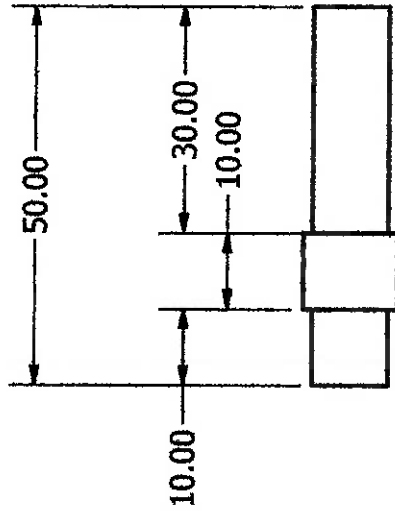
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Porta Mancel
		Escala: 1:1

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 1 Peça



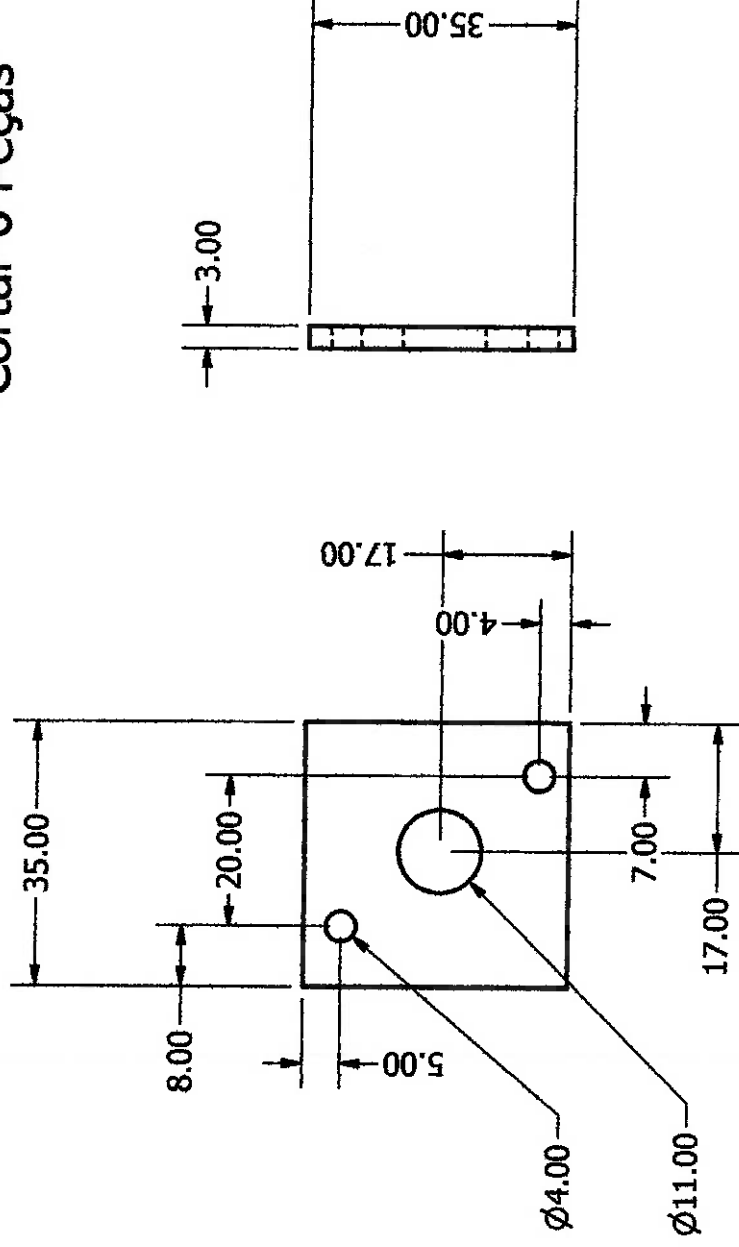
Autores:	Faculdade:	Data:	
Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Universidade de São Paulo	12/12/2006	
Projeto:	Empresa:	Peça:	Escala:
	La Façon	Eixo do Motor	1:1
Pulverizador de Essências Aromáticas			

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 5 Peças



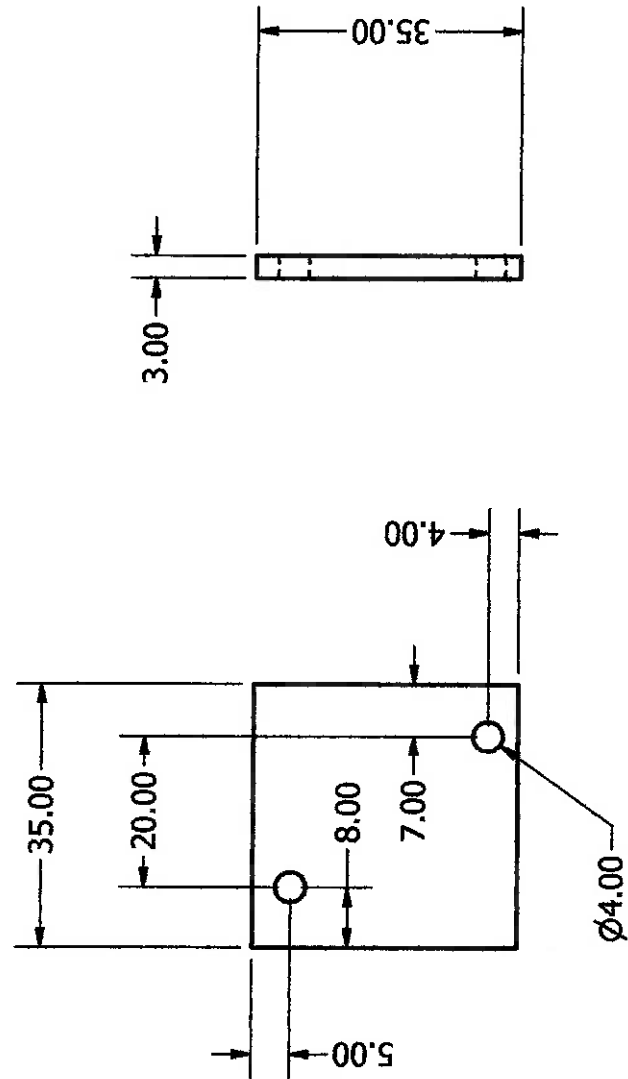
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Eixo sem Motor
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:1		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 6 Peças



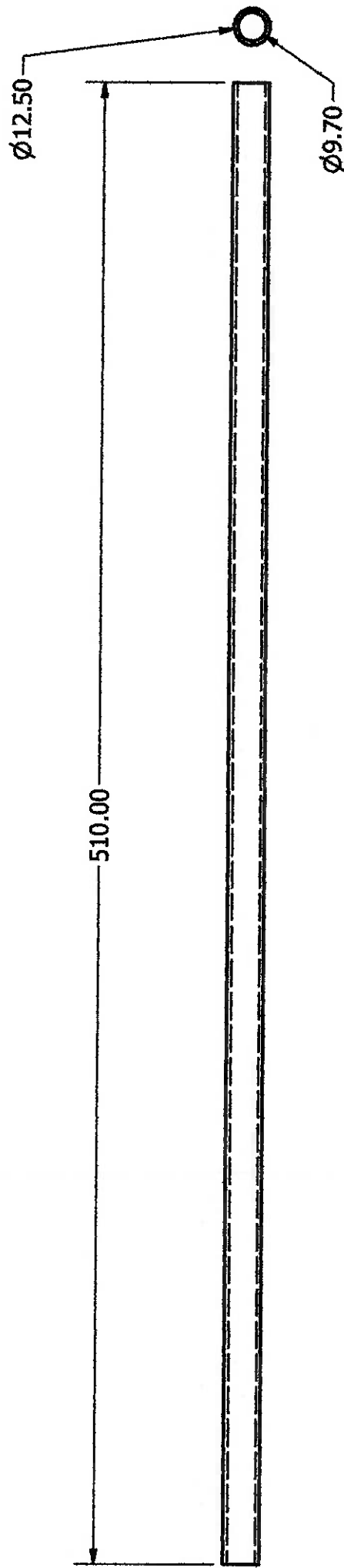
Autores:	Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade:	Universidade de São Paulo	Data:	12/12/2006
Projeto:	Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa:	La Façon	Peça:	Tampa Mancal Interno
				Escala:	1:1

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 6 Peças

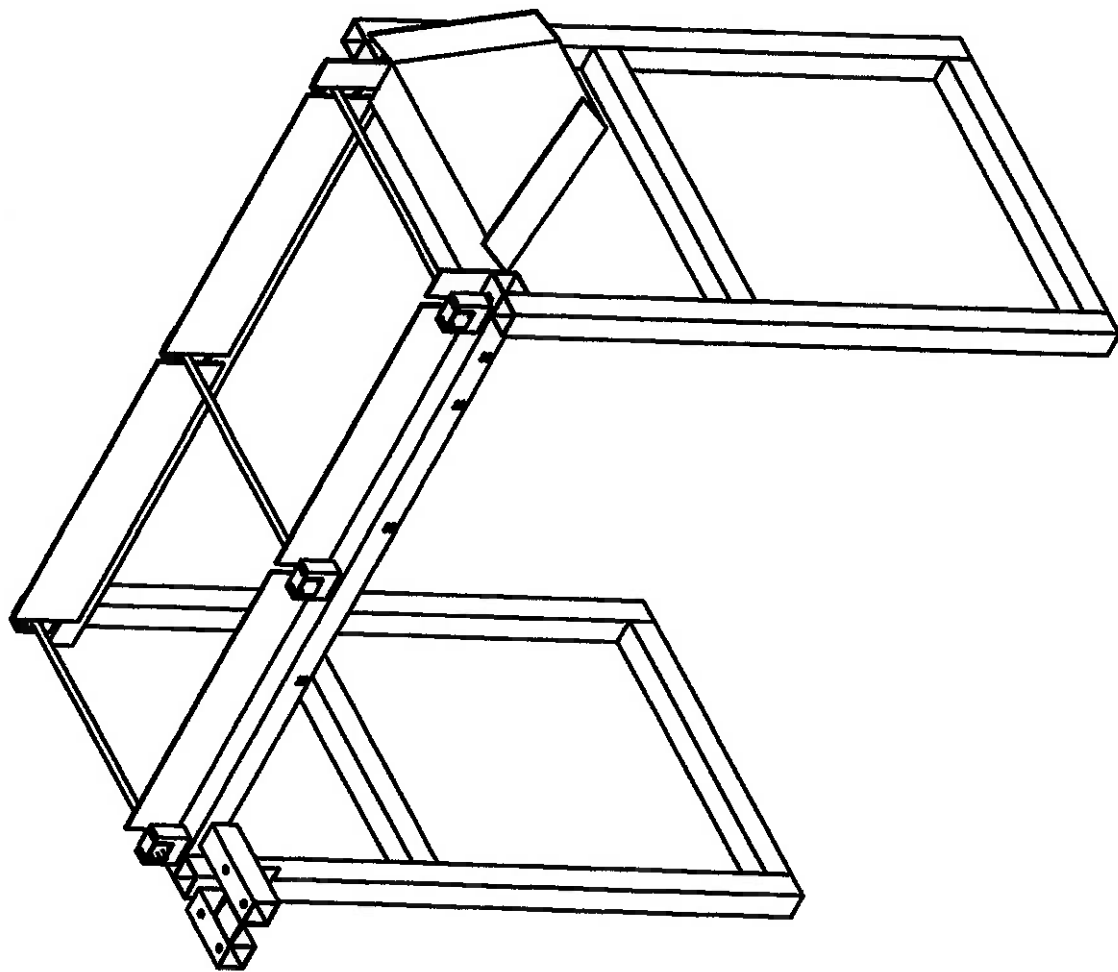


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Tampa Mancamal
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:1		

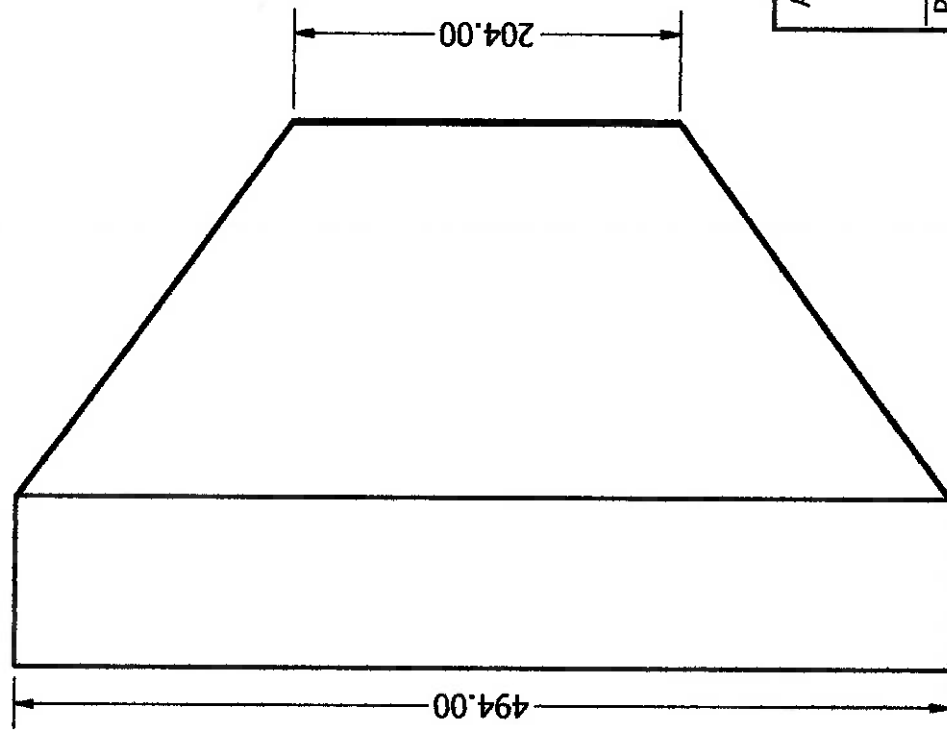
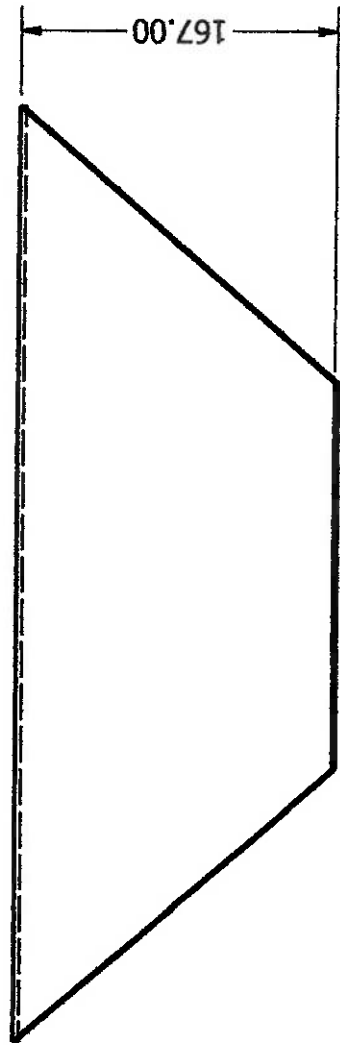
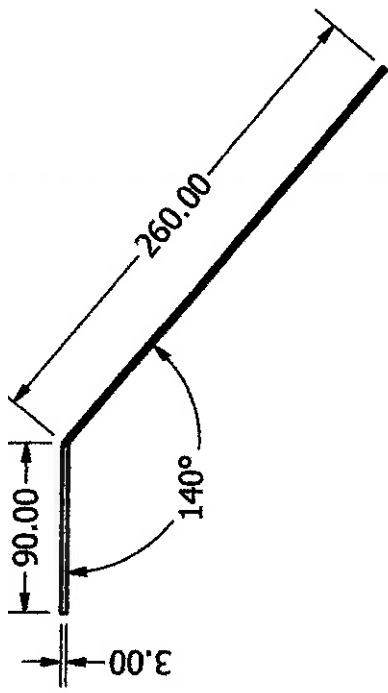
Material Aço Inox
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 3 Peças



Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Cilindro de Rotação
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:2		



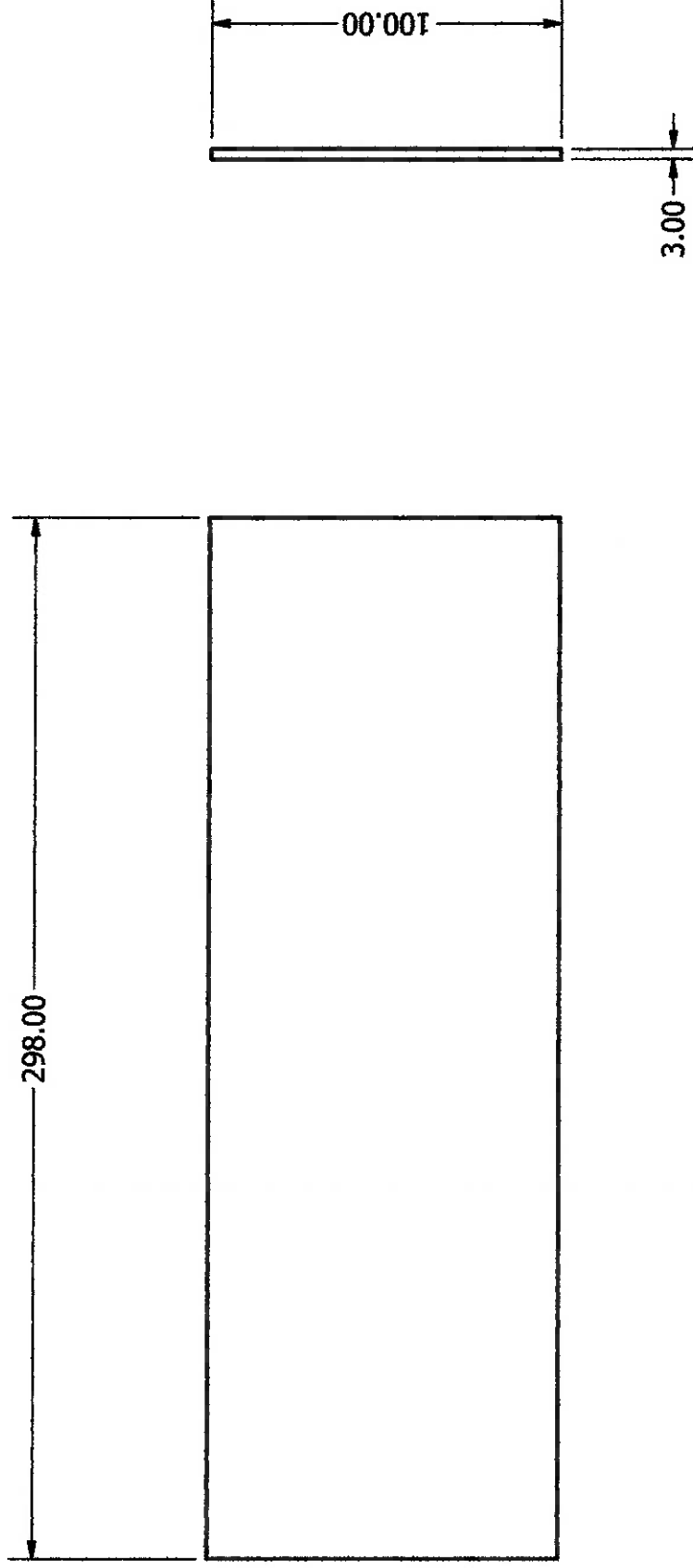
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Estrutura 5
Escala: 1:25		



Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 1 Peças

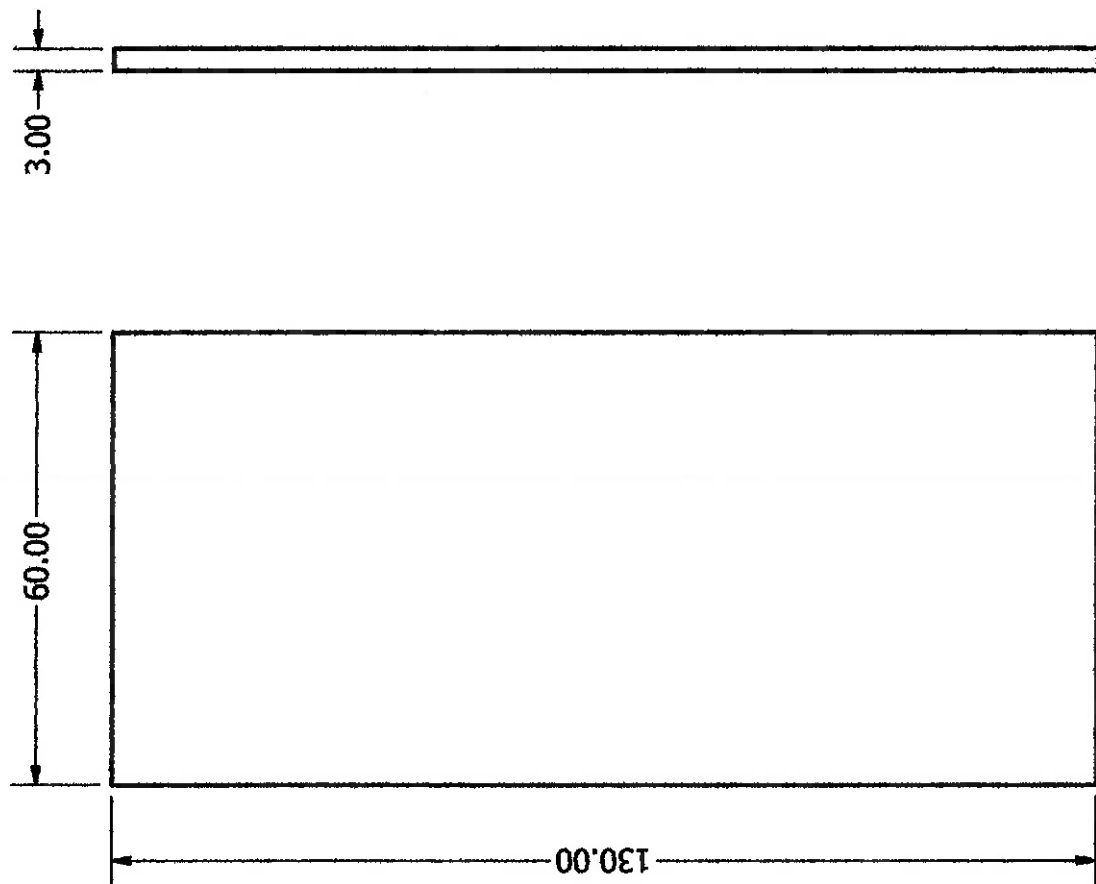
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Escorredor
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:4		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças

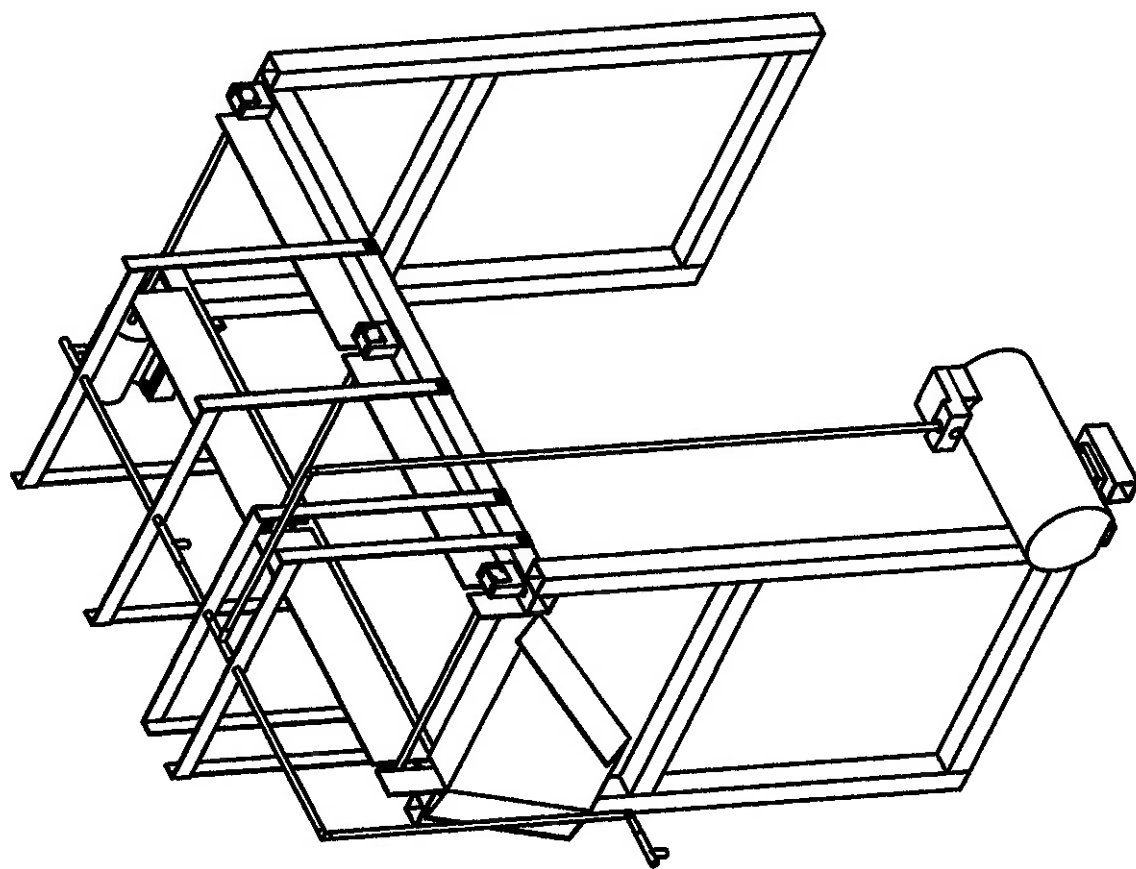


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Aparador Descida
Escala: 1:2		

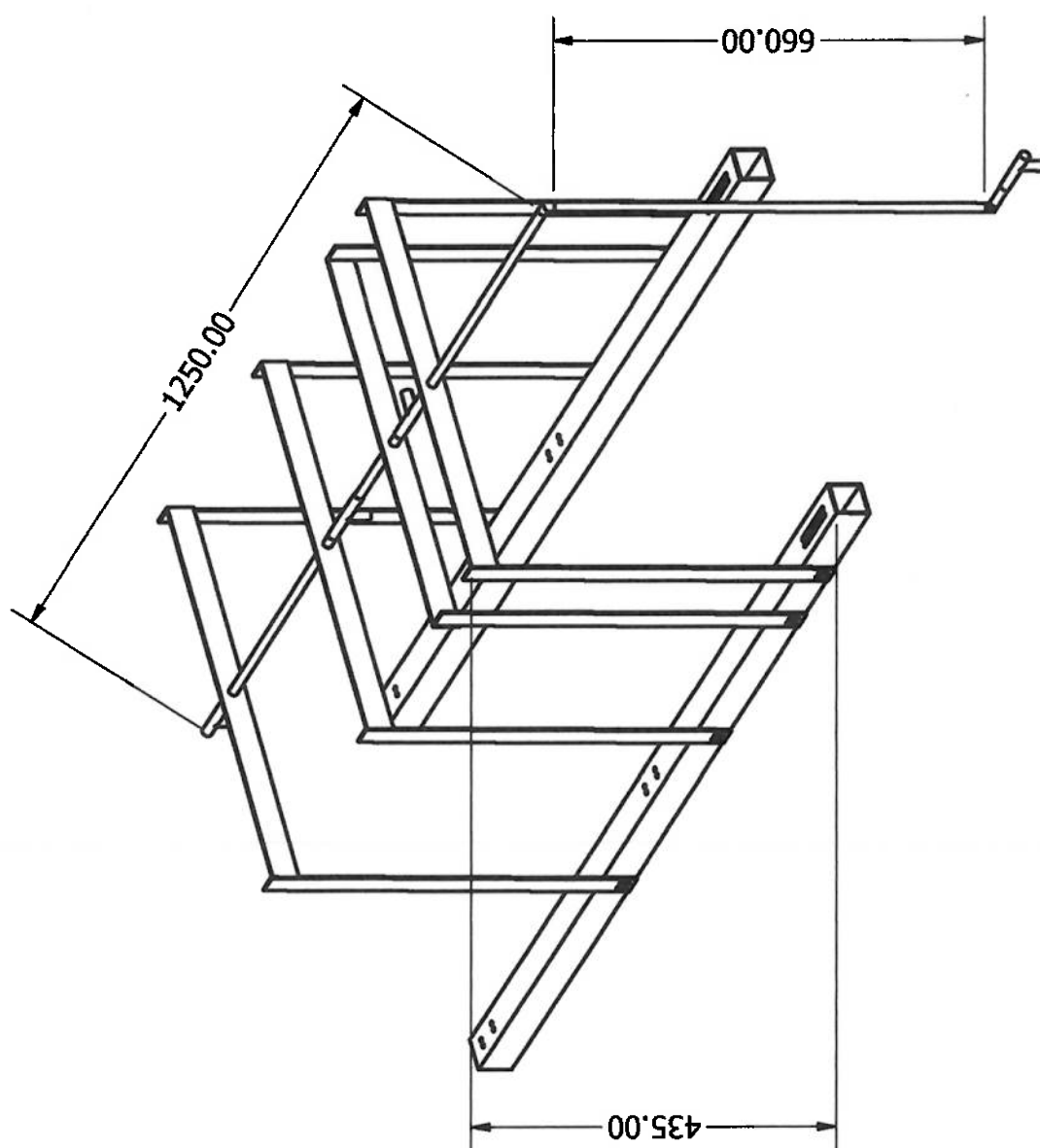
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Aparador Menor
		Escala: 1:1

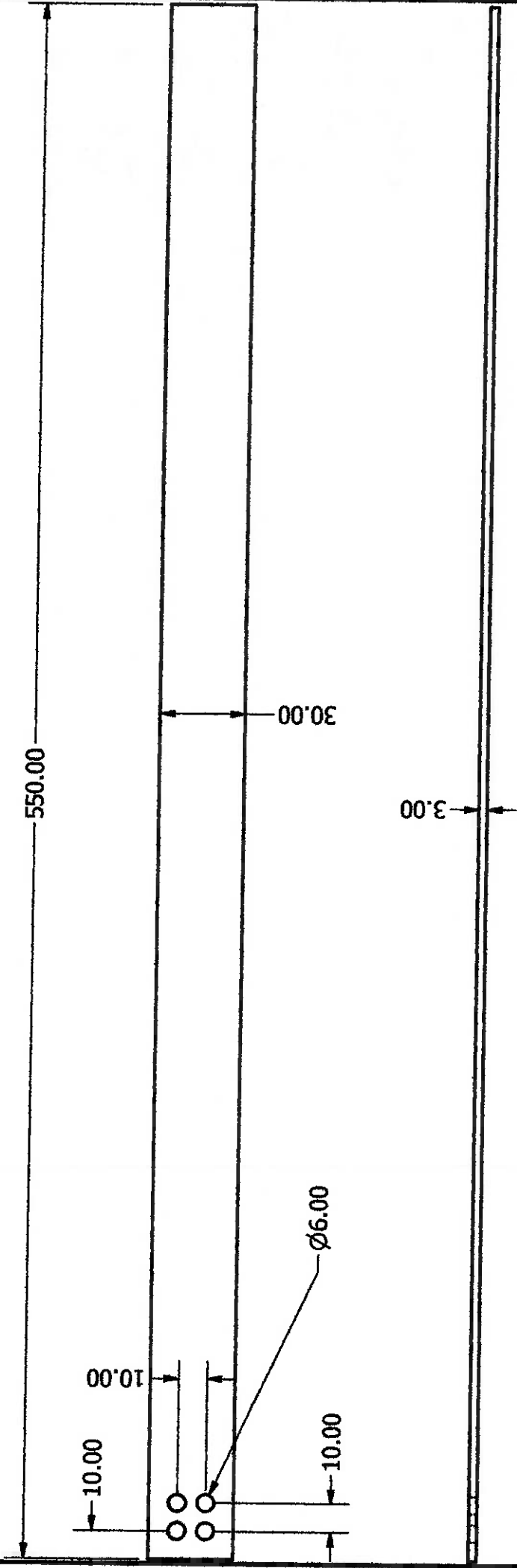


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas		Empresa: La Façon	Pega: Estrutura 6	Escala: 1:25



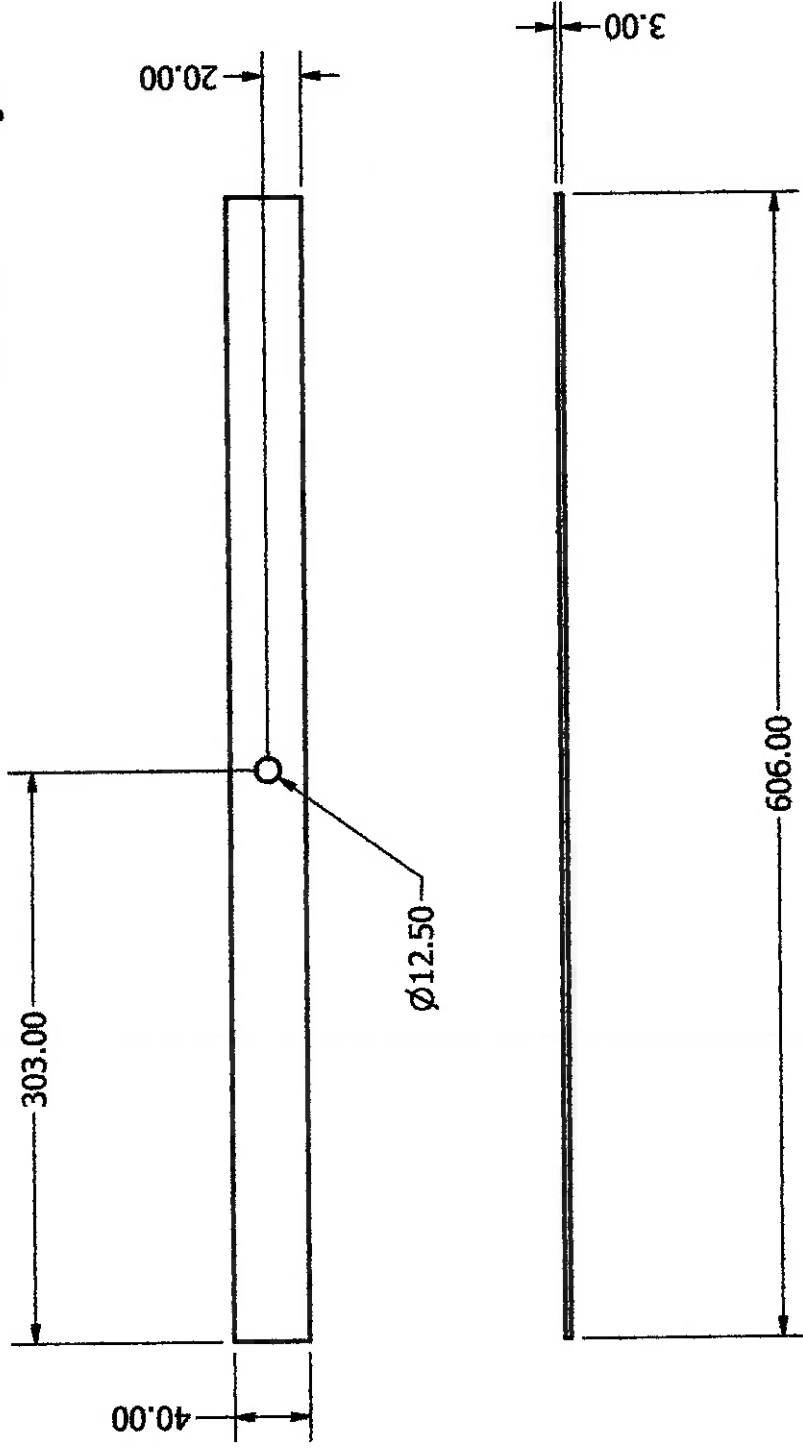
Autores:	Faculdade:	Data:
Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Universidade de São Paulo	17/06/2006
Projeto:	Empresa:	Peça:
Pulverizador de Essências Aromáticas	La Façon	Barra de Pulverização
		Escala:
		1:25

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 8 barras

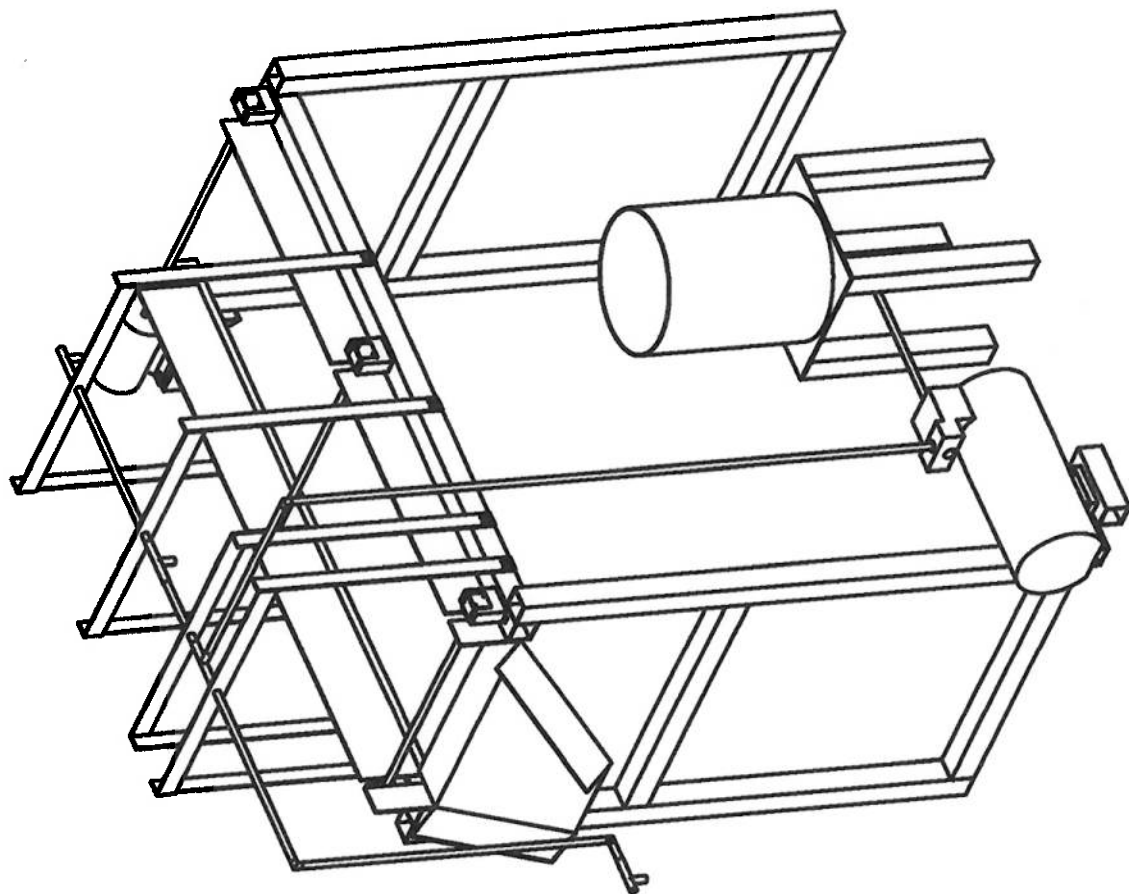


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: barra sustentação
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:2		

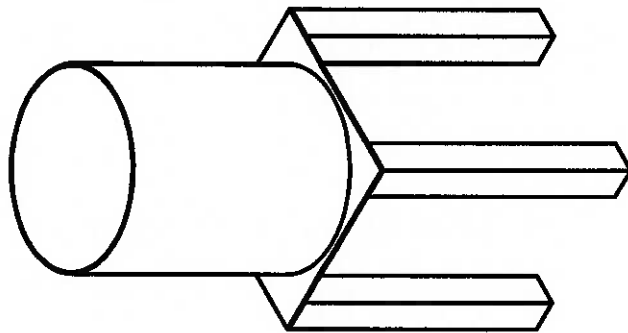
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: barra suporte
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:2		

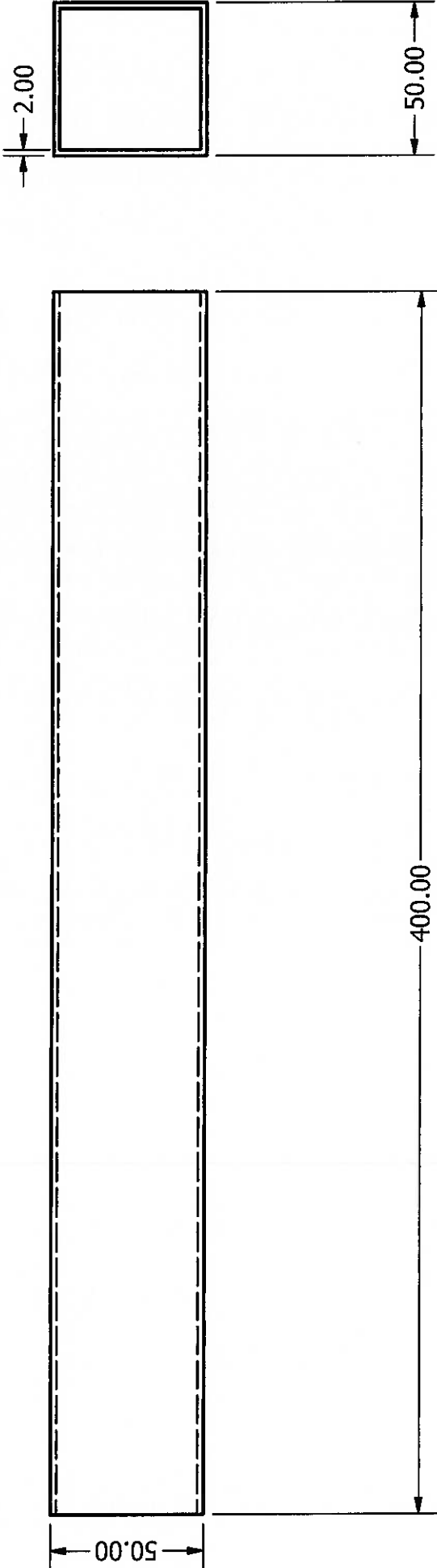


Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 17/06/2006	
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Estrutura 7	Escala: 1:25



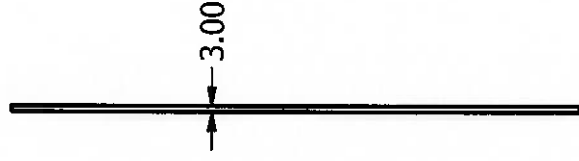
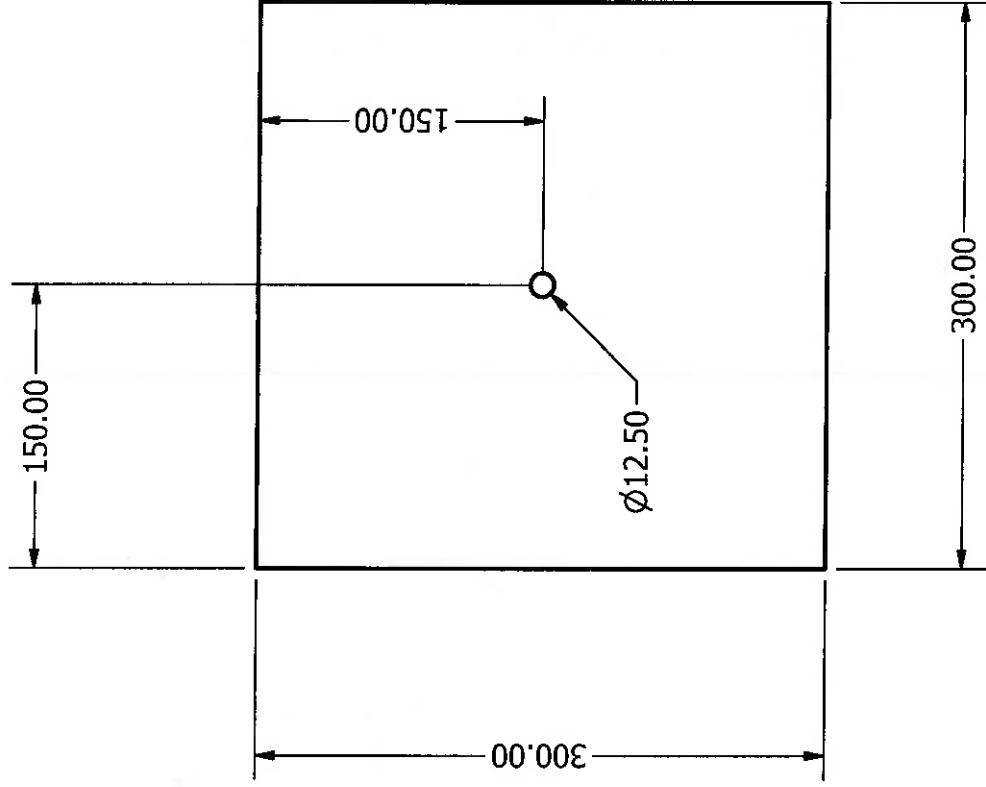
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo		Data: 12/12/2006
	Empresa: La Façon	Peça: Reservatório	Escala: 1:10
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas			

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças

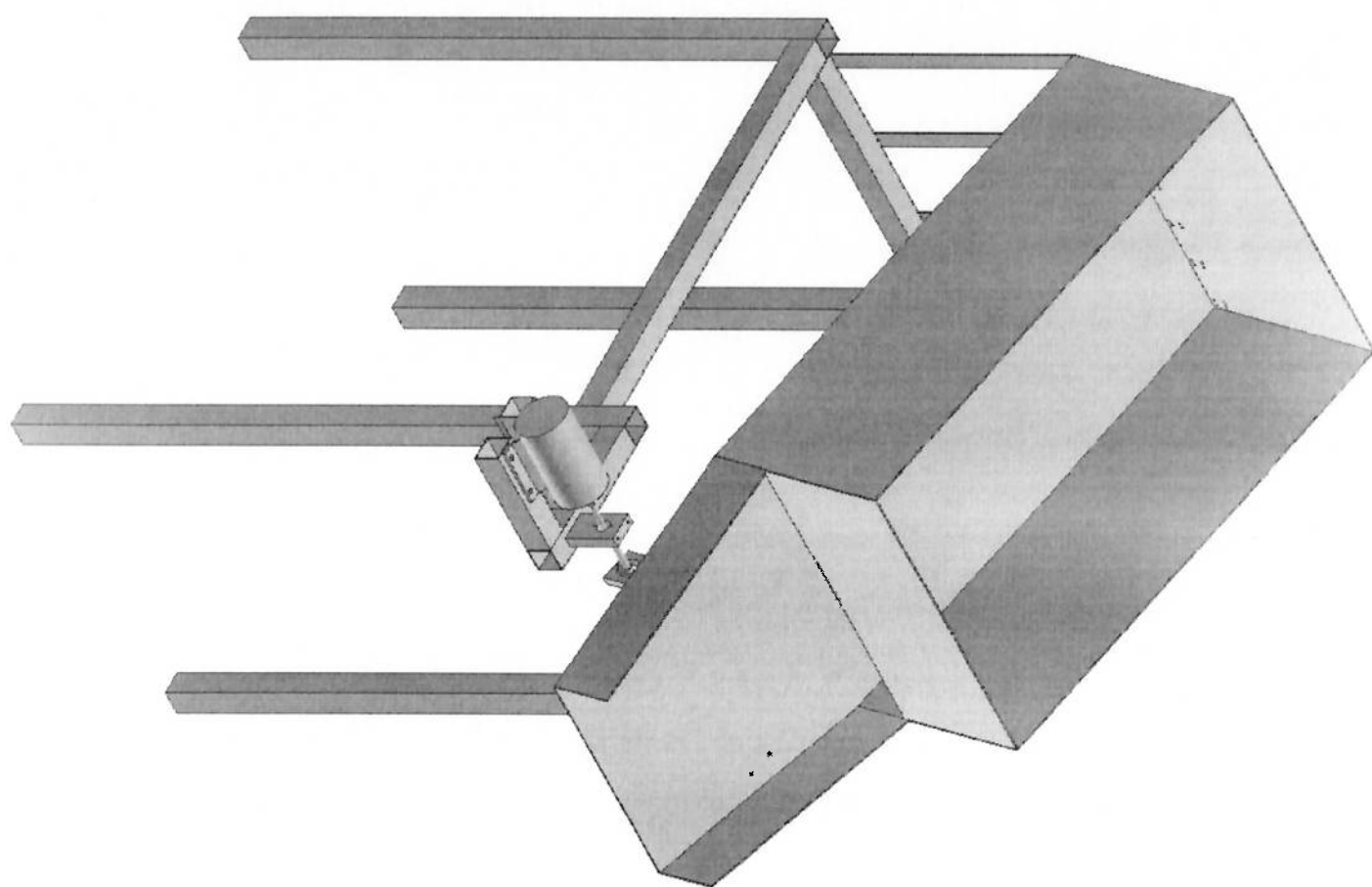


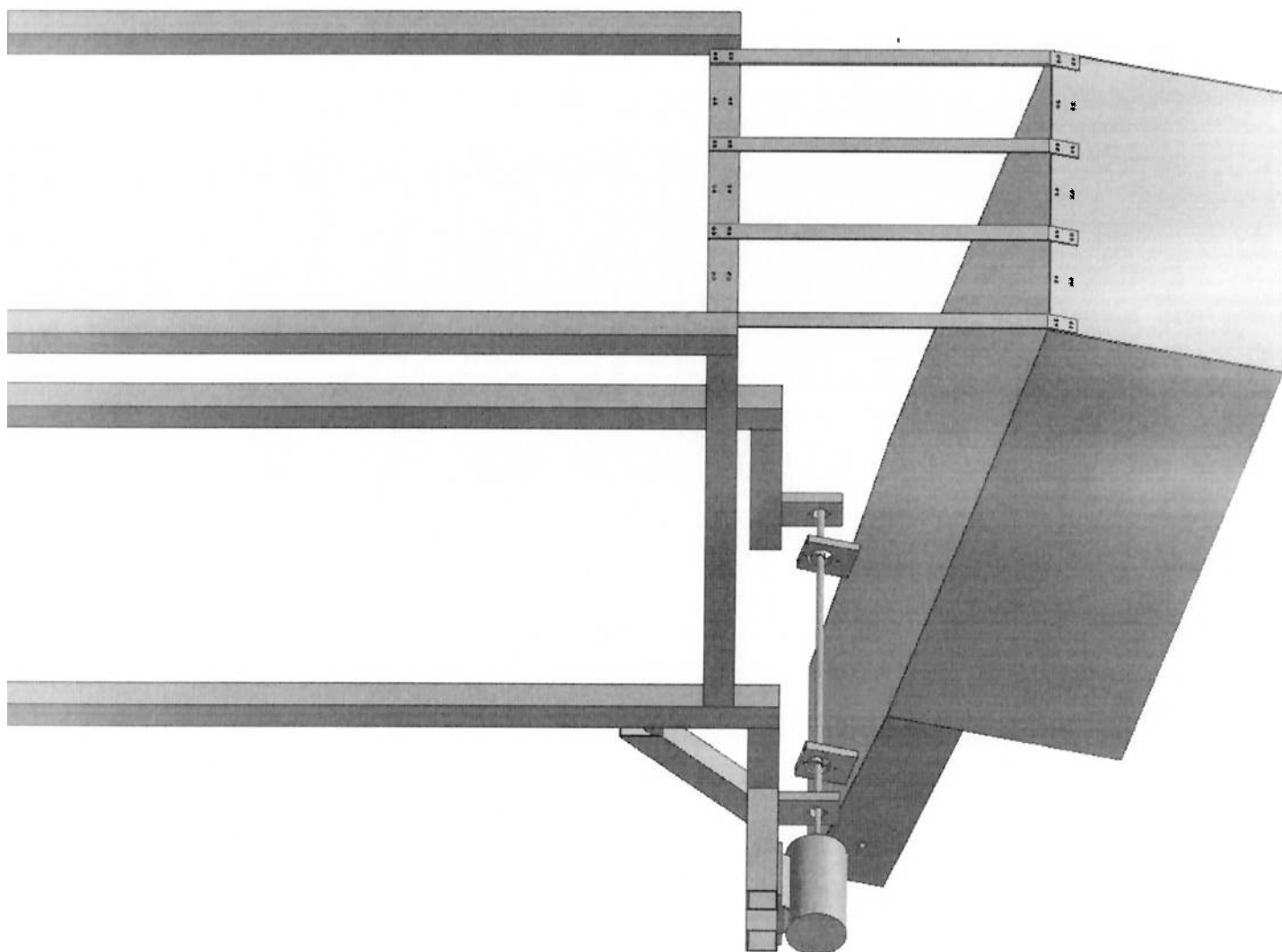
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo		Data: 12/12/2006	
	Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peça: Pé de Reservatório	Escala: 1:2

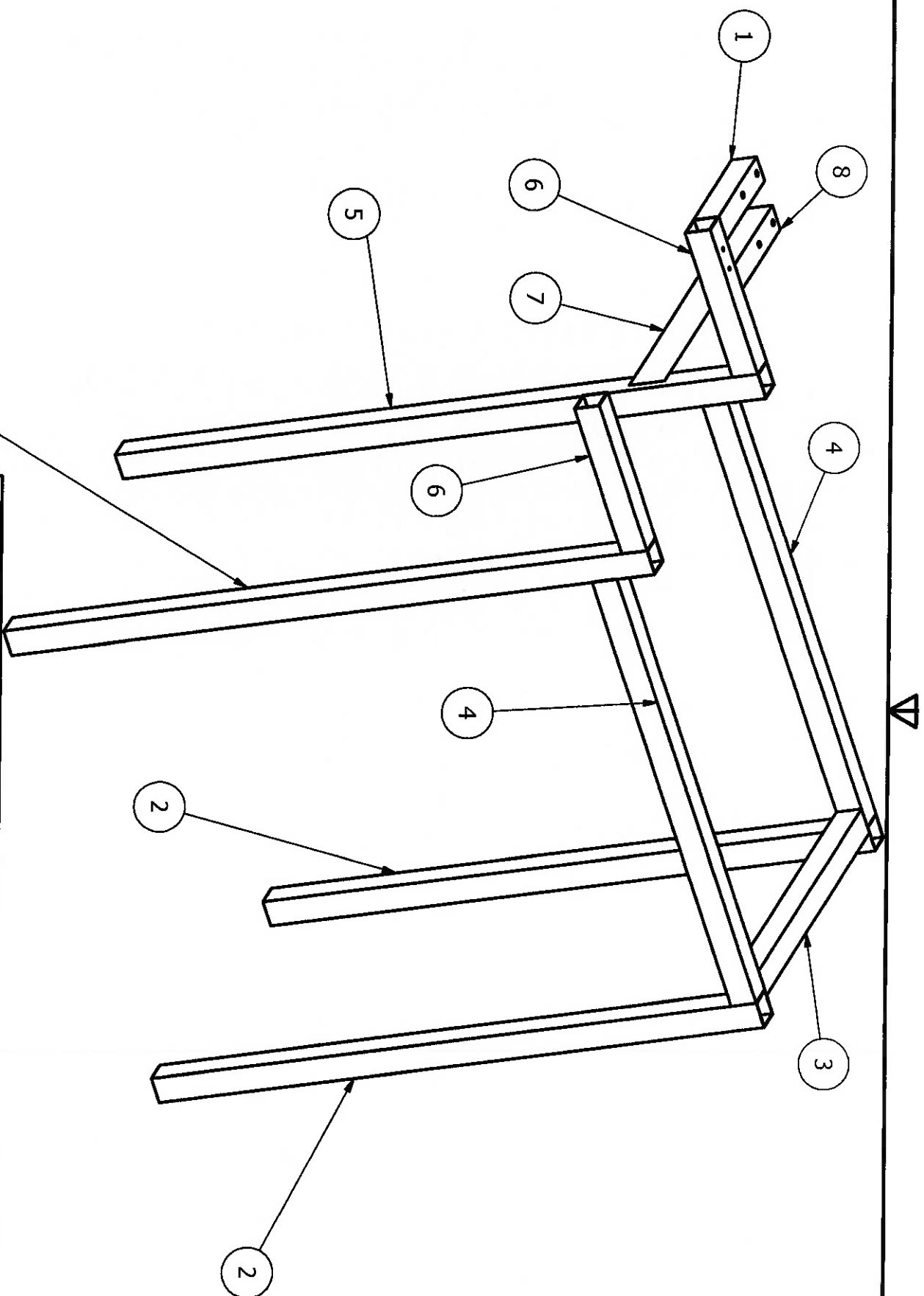
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006	
		Empresa: La Façon	Peça: Apoio do Reservatório
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Escala: 1:4		







Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

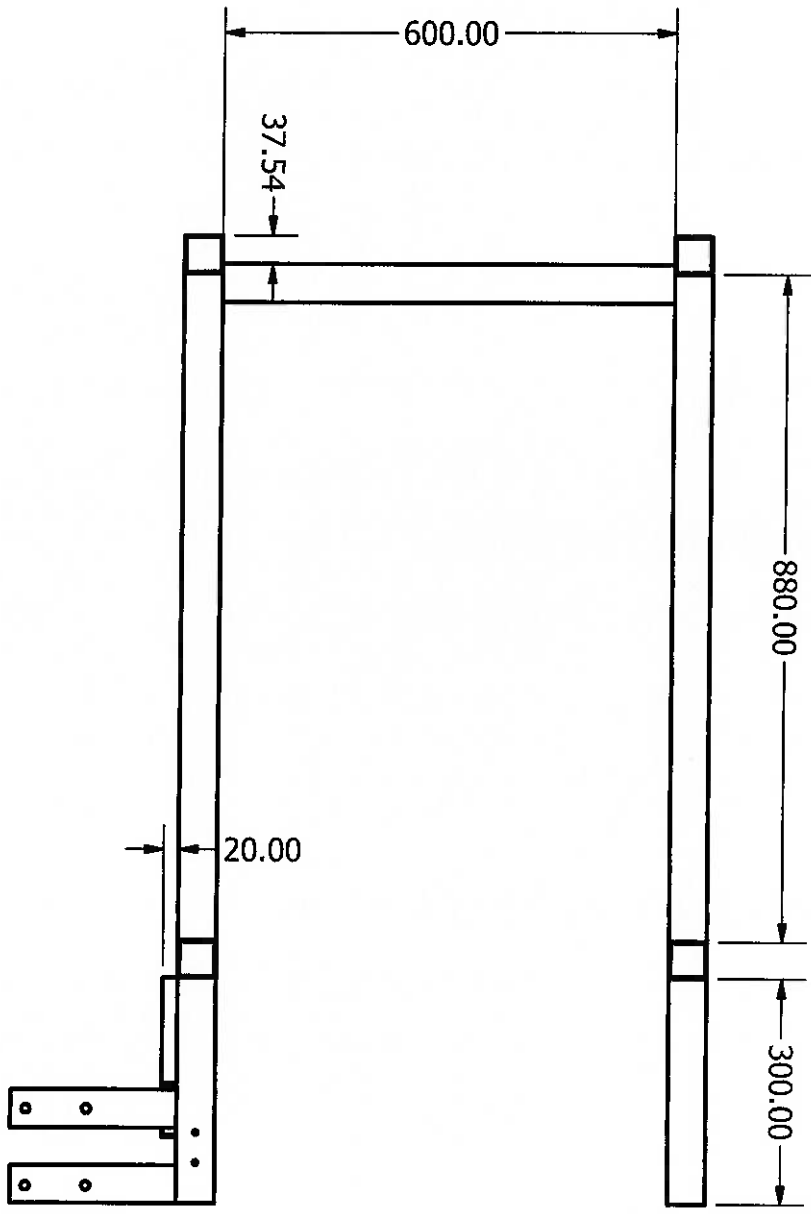
La Façon

Pega:

Estrutura

Escala:

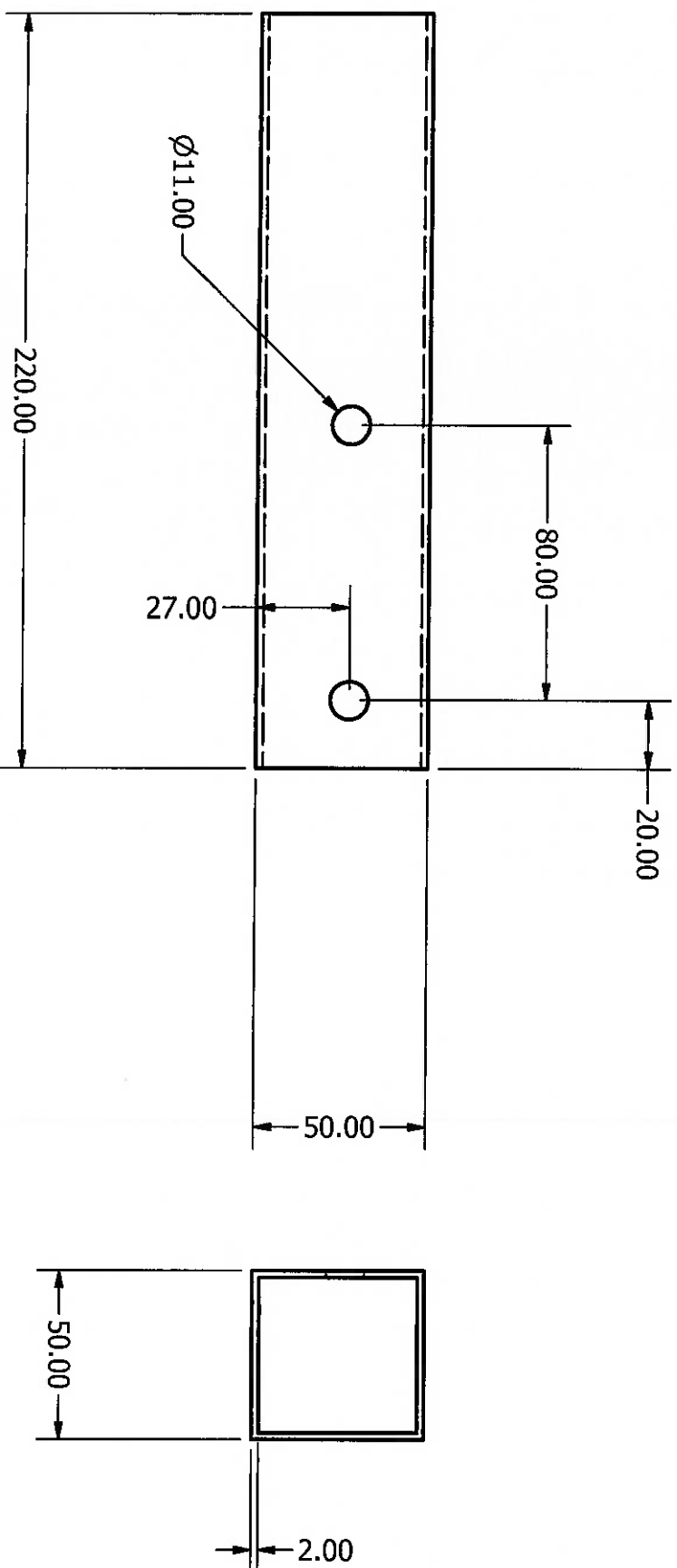
1:10



Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Empresa:		Peca:	
Projeto:		La Façon		Estrutura	
Pulverizador de Essências Aromáticas		Escala:		1:10	

Peca 1

Material Ago Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Facon

Peca:

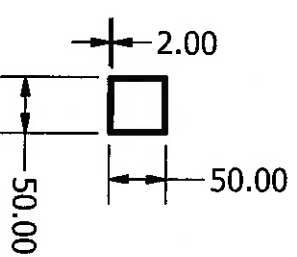
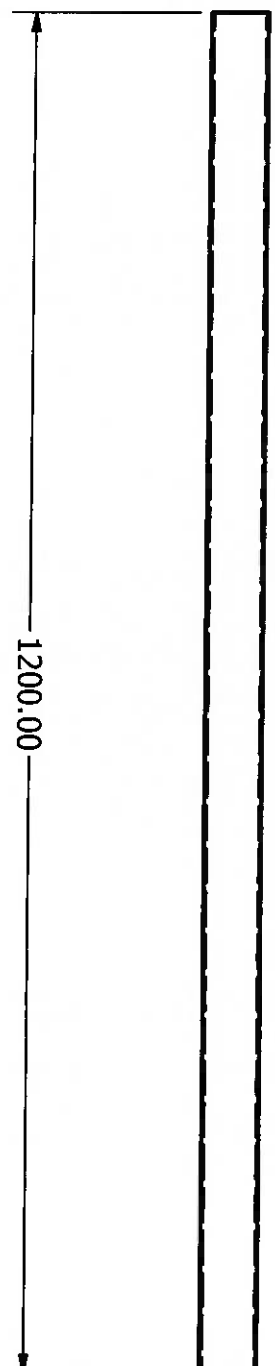
Apoio Motor Dir.

Escala:

1:2

Peça 2

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

Barra Traseira Alim.

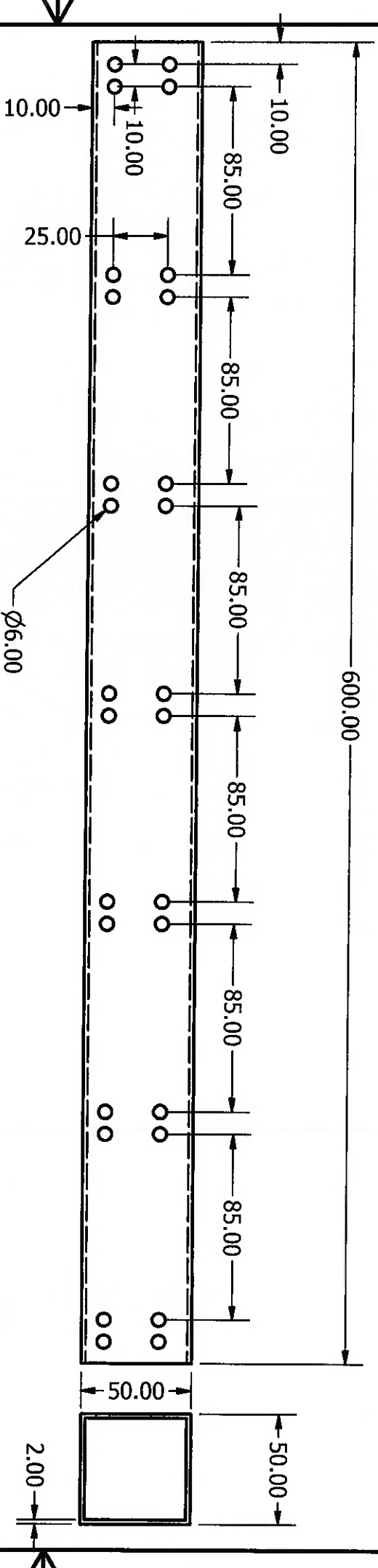
Escala:

1:10



Peça 3

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

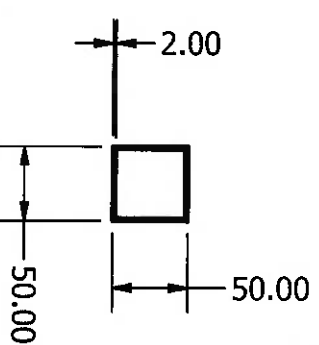
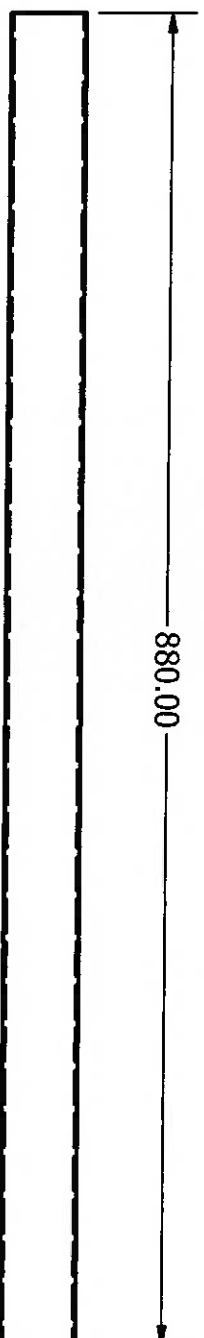
Barra Suporte Alim.

Escala:

1:4

Peça 4

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

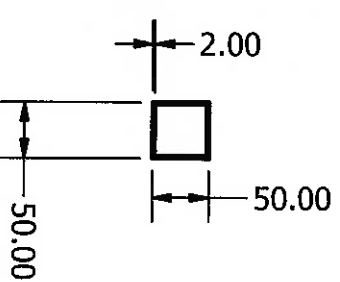
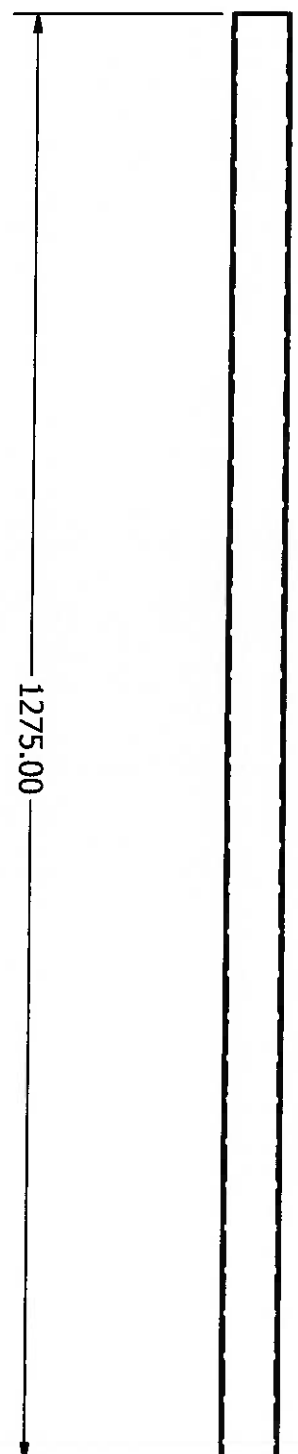
Barra Lateral Alim.

Escala:

1:5

Peça 5

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças

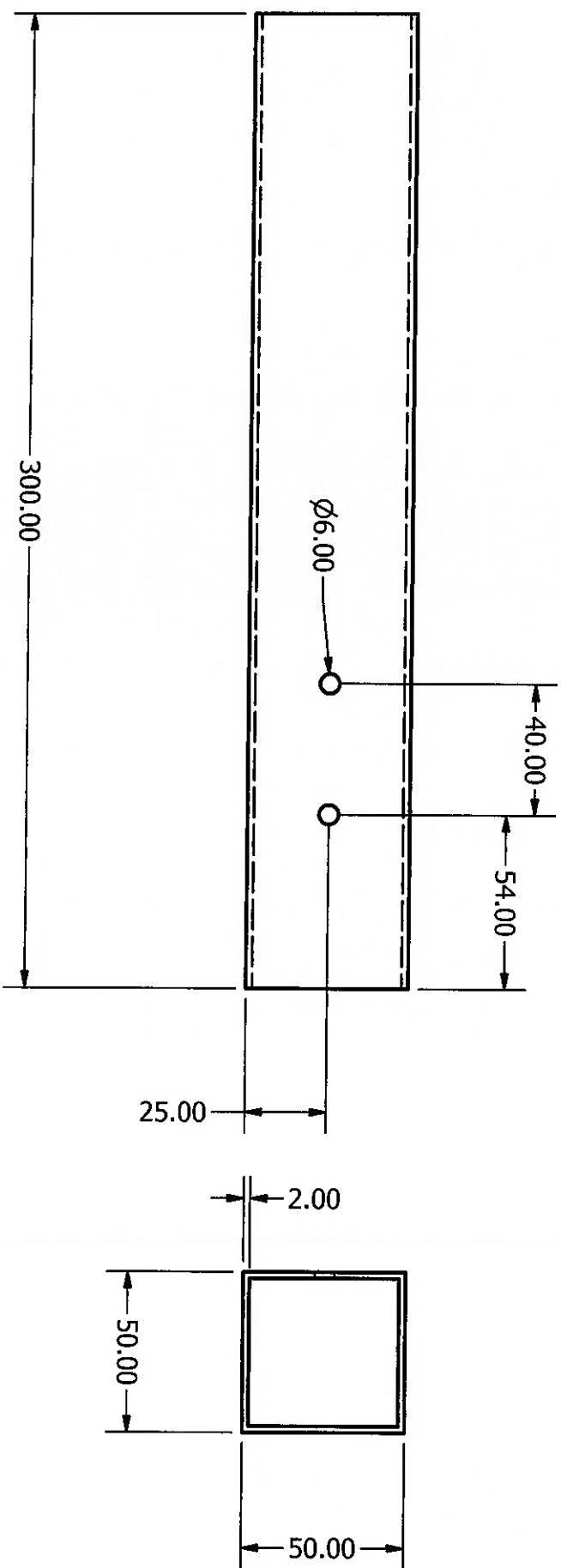


Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Empresa:		Pega:	
Projeto:		La Facon		Barra Frontal Alim.	
Pulverizador de Essências Aromáticas		Escala:		1:10	



Peca 6

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Facon

Peca:

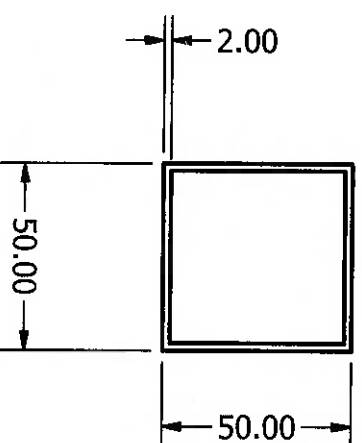
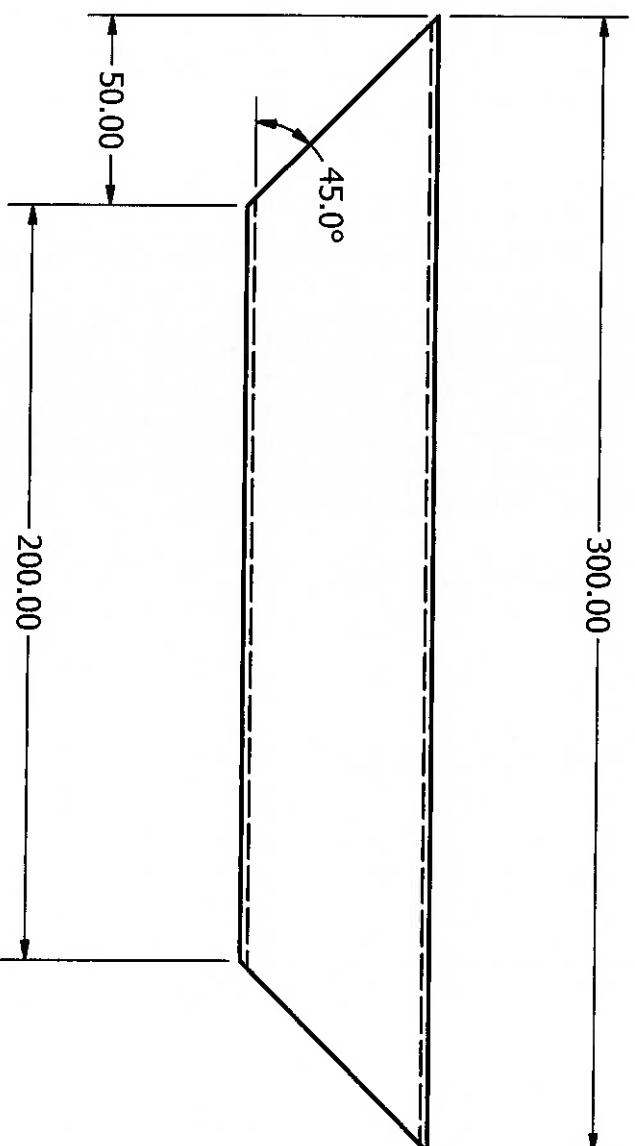
Apoio Manual Alim.

Escala:

1:2

Peça 7

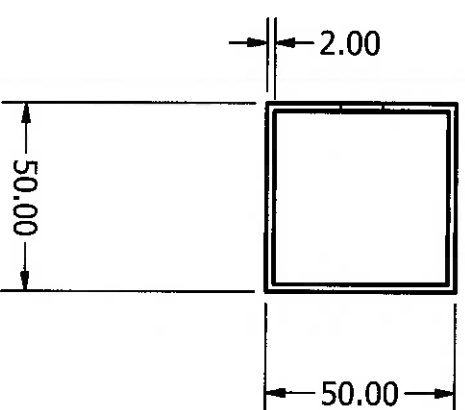
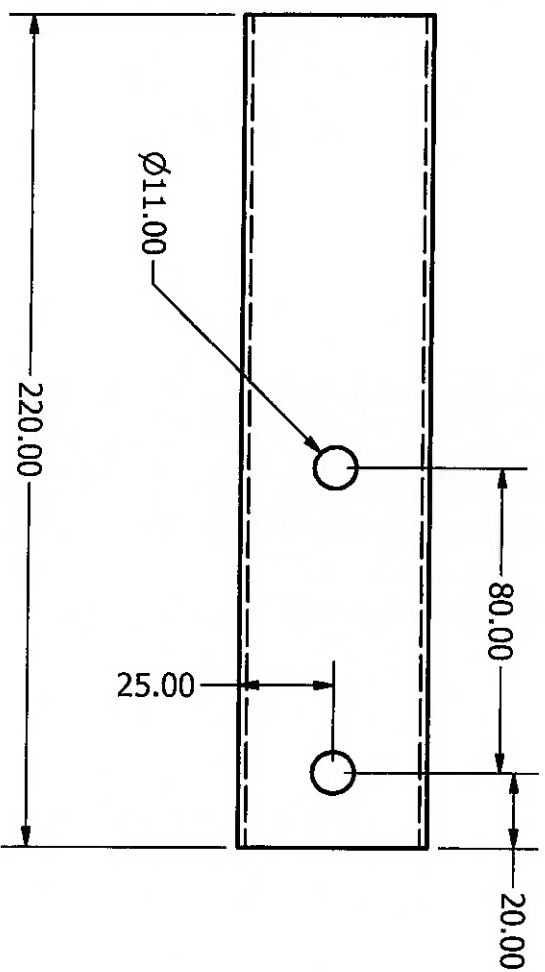
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro					
Projeto:	Empresa:	Pega:	Ano	Alim	Escala:
Pulverizador de Essências Aromáticas	1ª Faron		Ano	45 Alim	1:2

Peça 8

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

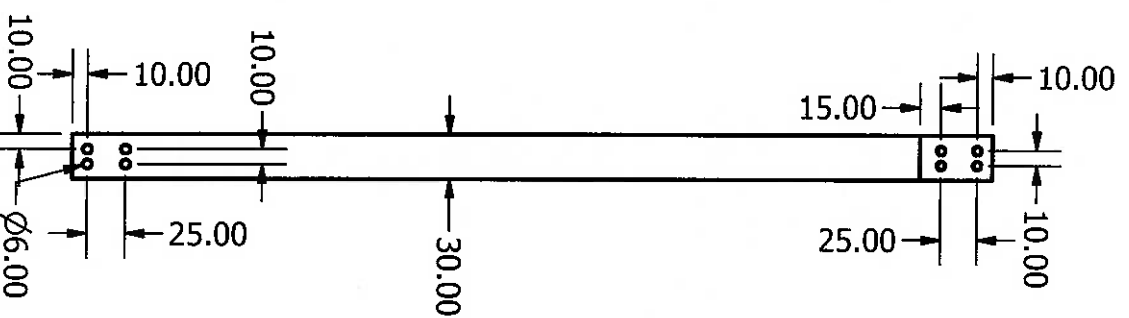
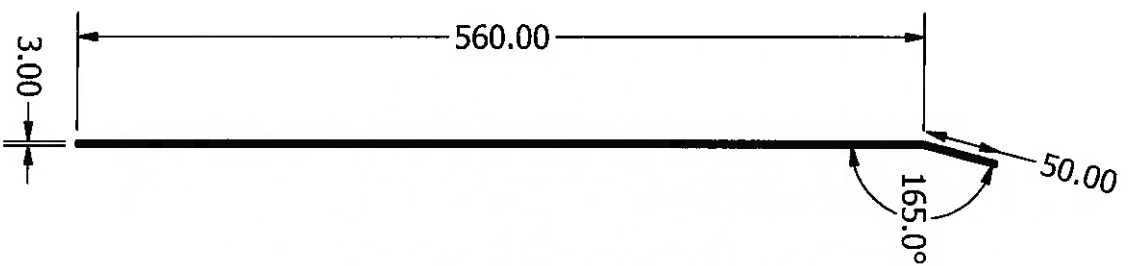
Peça:

Apoio Motor Esq.

Escala:

1:2

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Empresa:

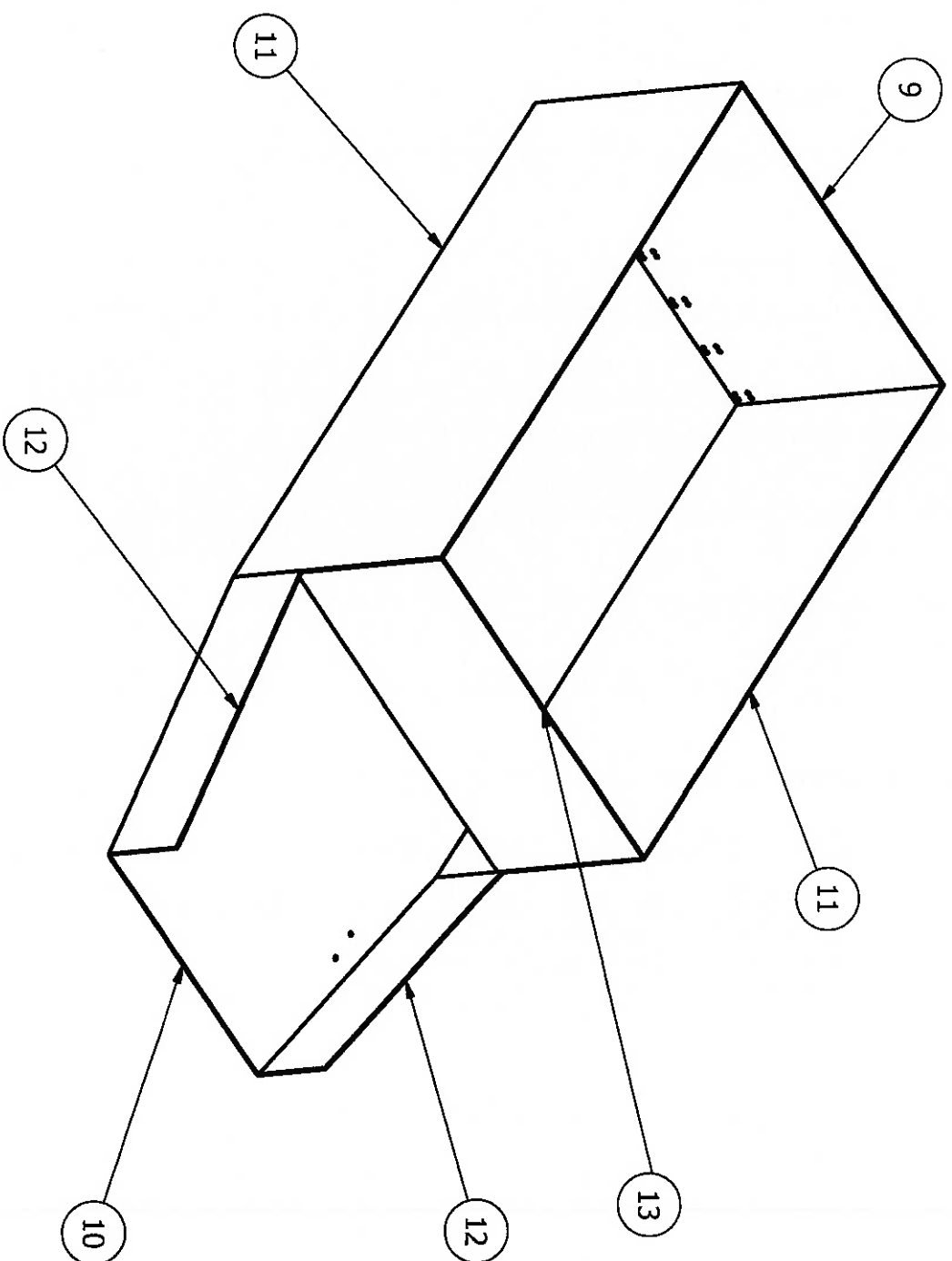
La Façon

Peca:

Barra Mola Alim.

Escala:

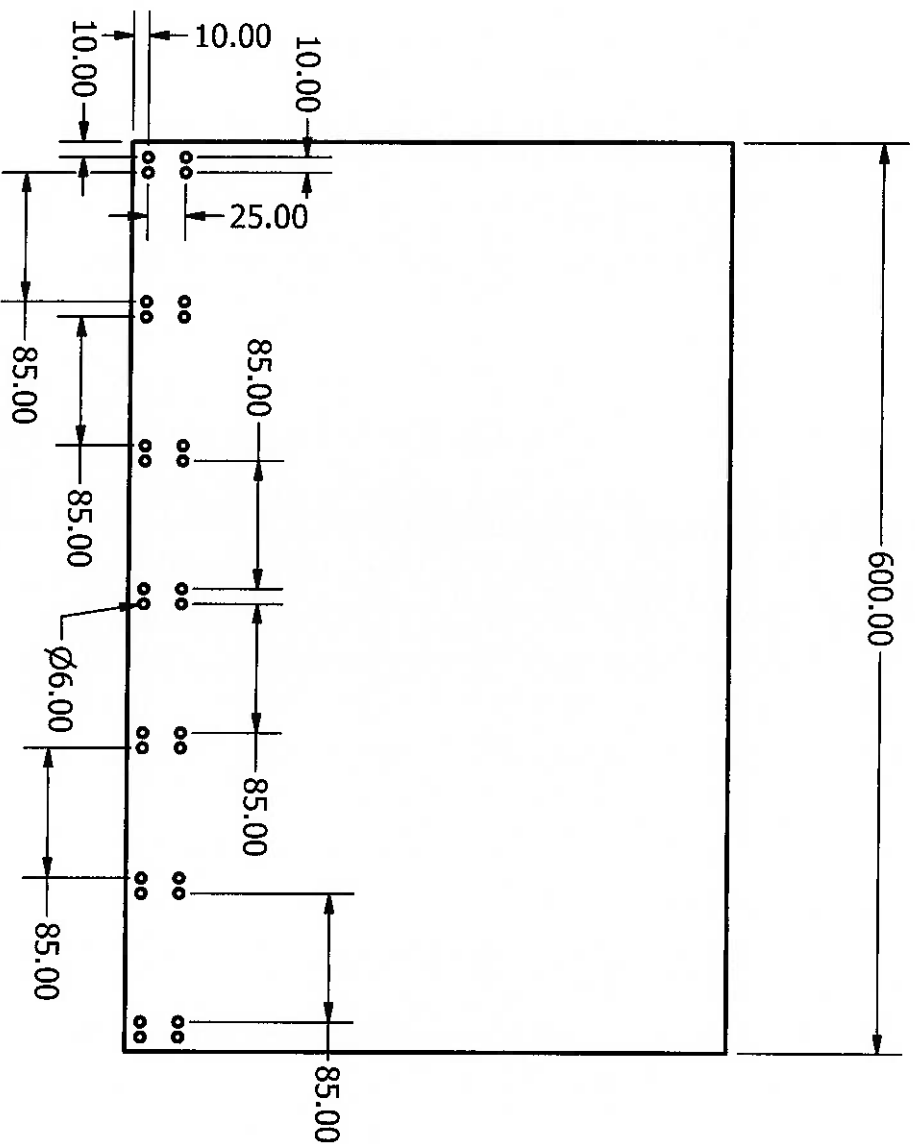
1:5



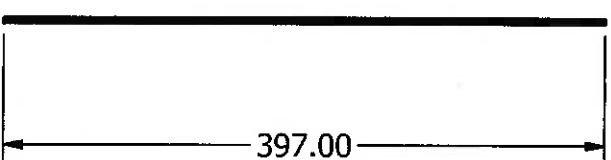
Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Empresa:		Pega:	
Projeto:		La Façon		Reservatório	
Pulverizador de Essências Aromáticas		Escala:		1:10	

Peça 9

600.00



Material Ago Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

Chapa Traseira Alim.

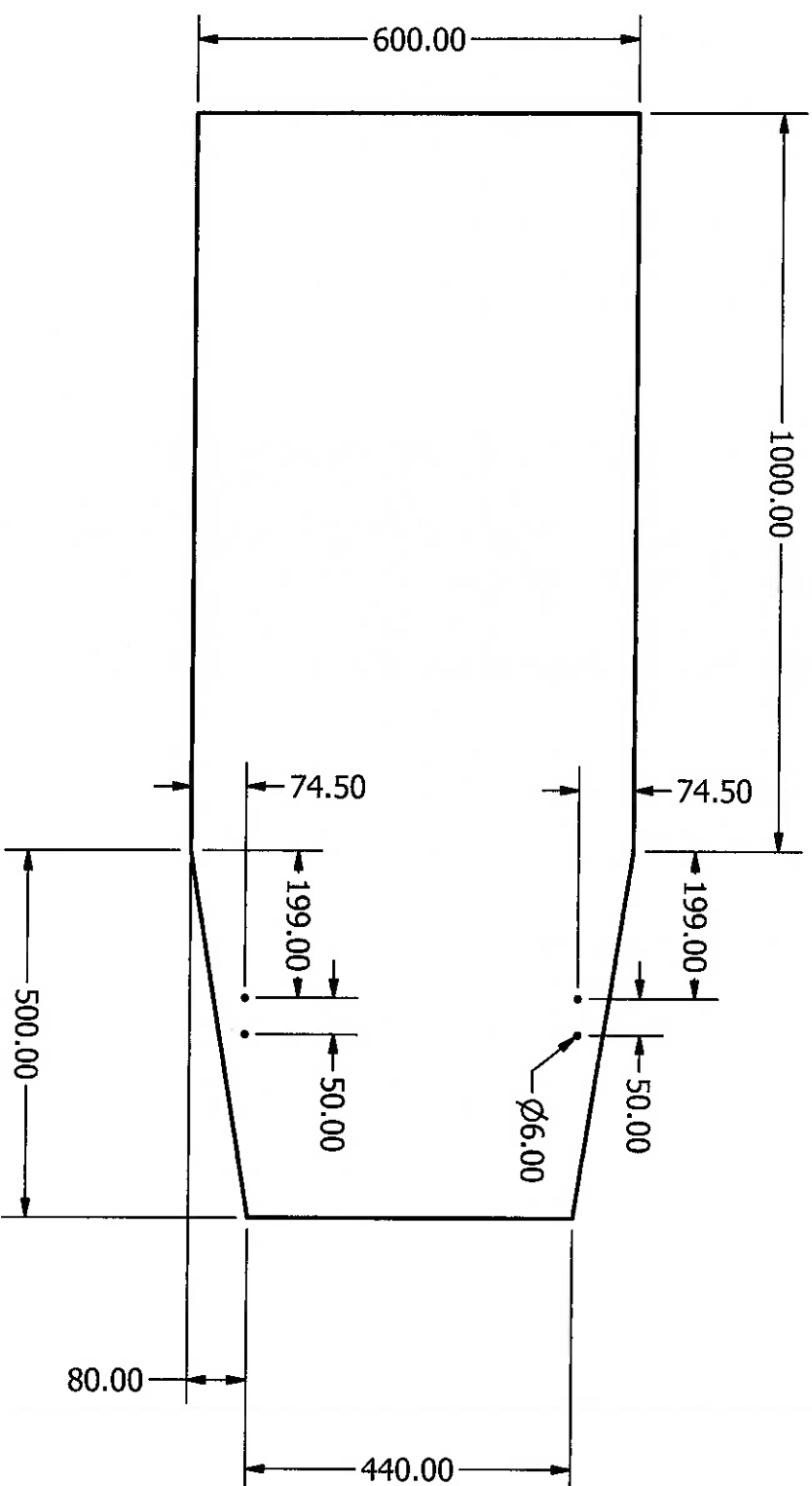
Escala:

1:5



Peça 10

Material Ago Carbono
Tolerância +/- 1 mm



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

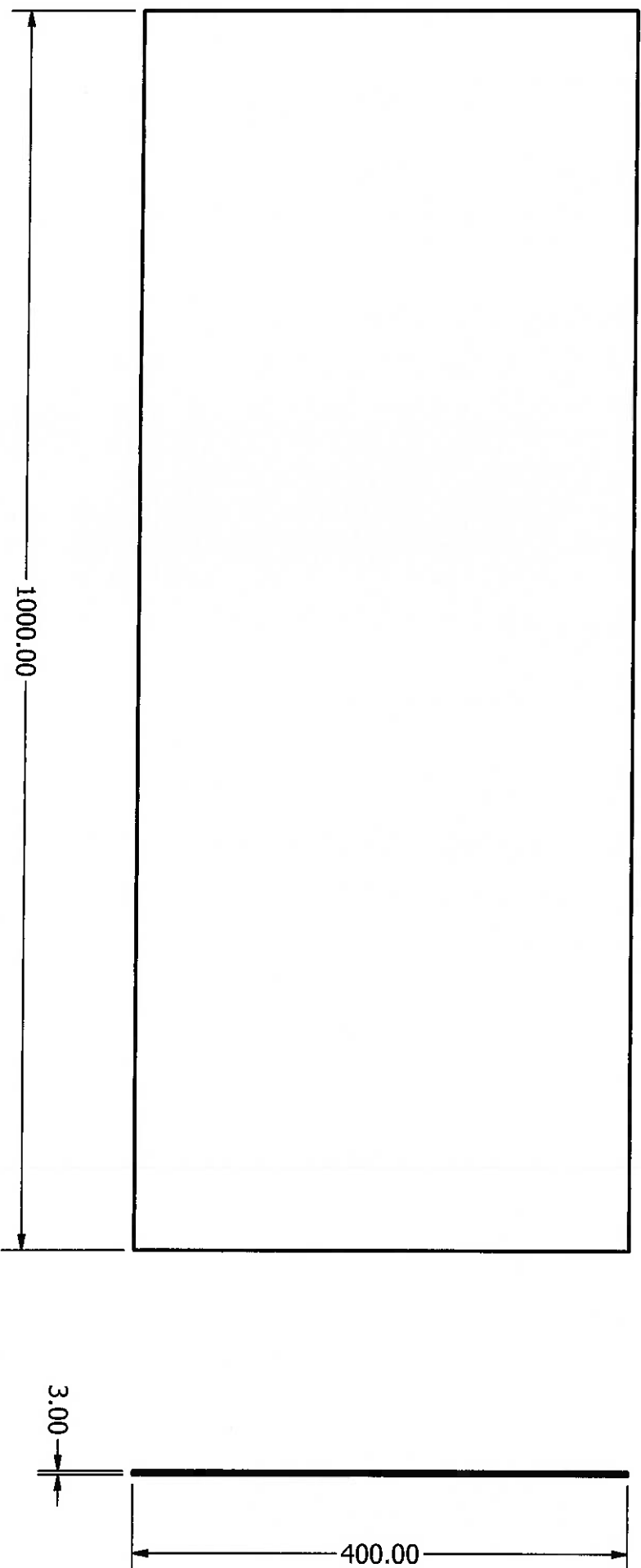
Chapa de Baixo Alim

Escala:

1:10

Pega 11

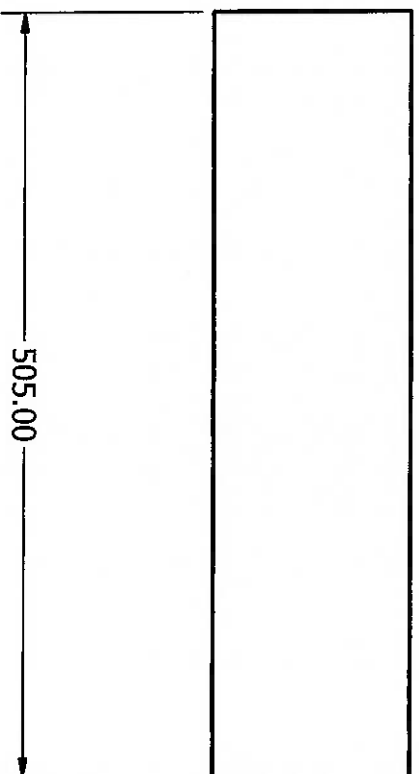
Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Projeto:		Empresa:	Peça:	Escala:	
Pulverizador de Essências Aromáticas		La Façon	Chapa Lateral Alim.	1:5	

Peça 12

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

Peça:

Chapa Lateral Peq. Alim.

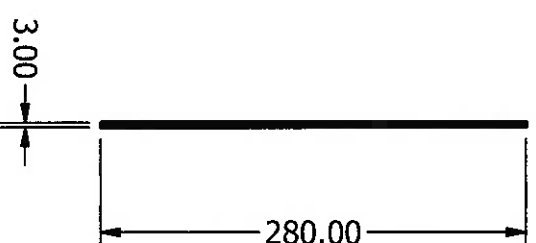
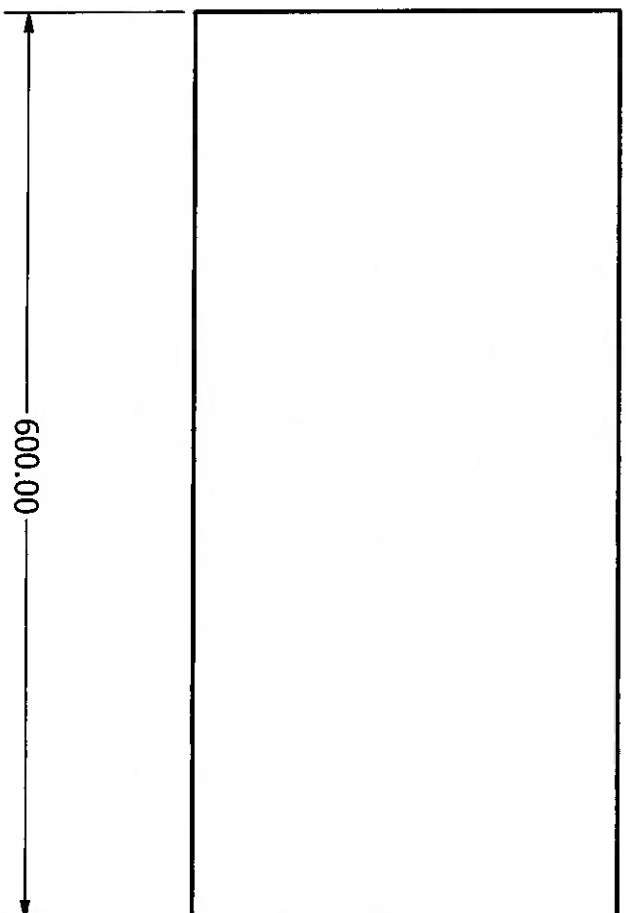
Escala:

1:5



Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm

Peça 13



Autores:

Jair Machado Batista Júnior
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro

Faculdade:

Universidade de São Paulo

Data:

12/12/2006

Projeto:

Pulverizador de Essências Aromáticas

Empresa:

La Façon

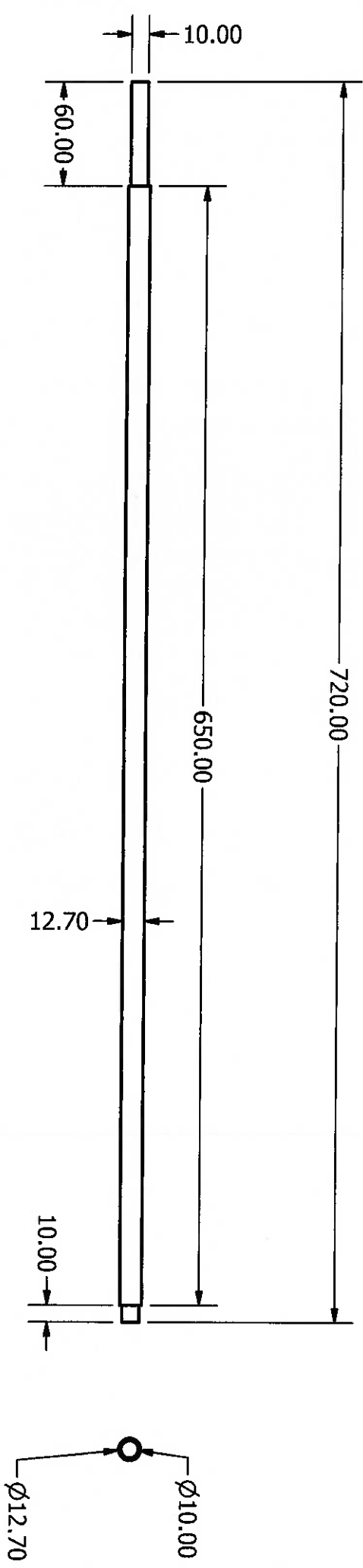
Peça:

Chapa Frontal Alim.

Escala:

1:5

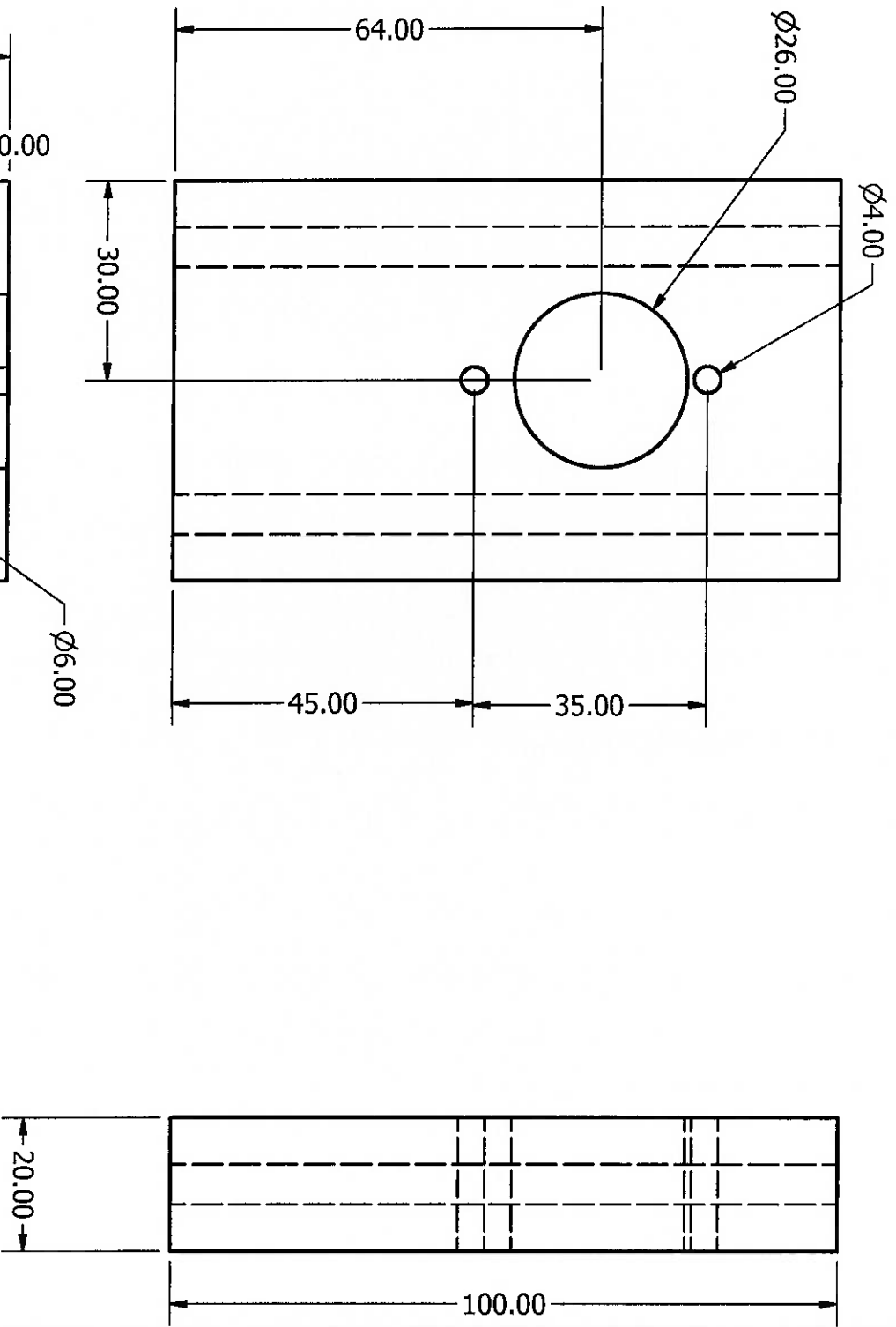
Material Aço Carbono Tolerância +/- 1 mm



Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro					
Projeto:		Empresa:		Pega:	
Pulverizador de Essências Aromáticas		La Facon		Eixo	
				Escala:	
				1:2	

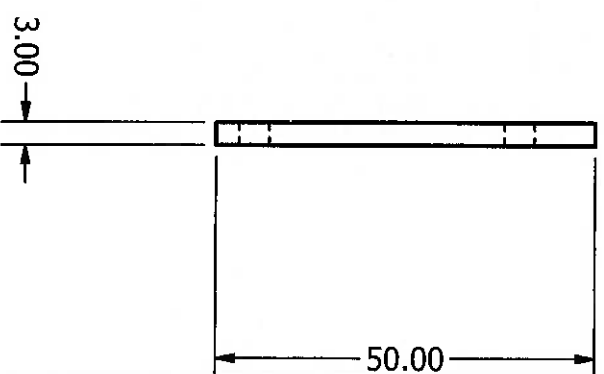
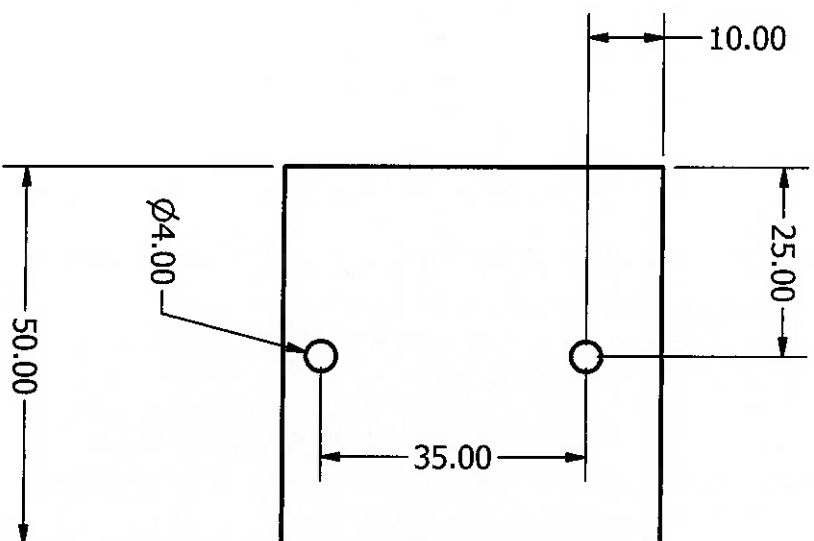


Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



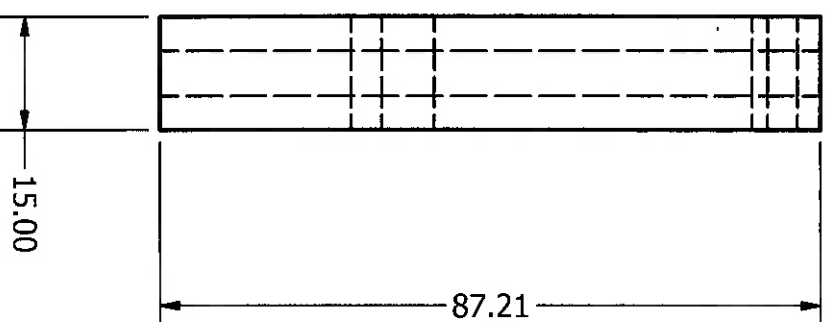
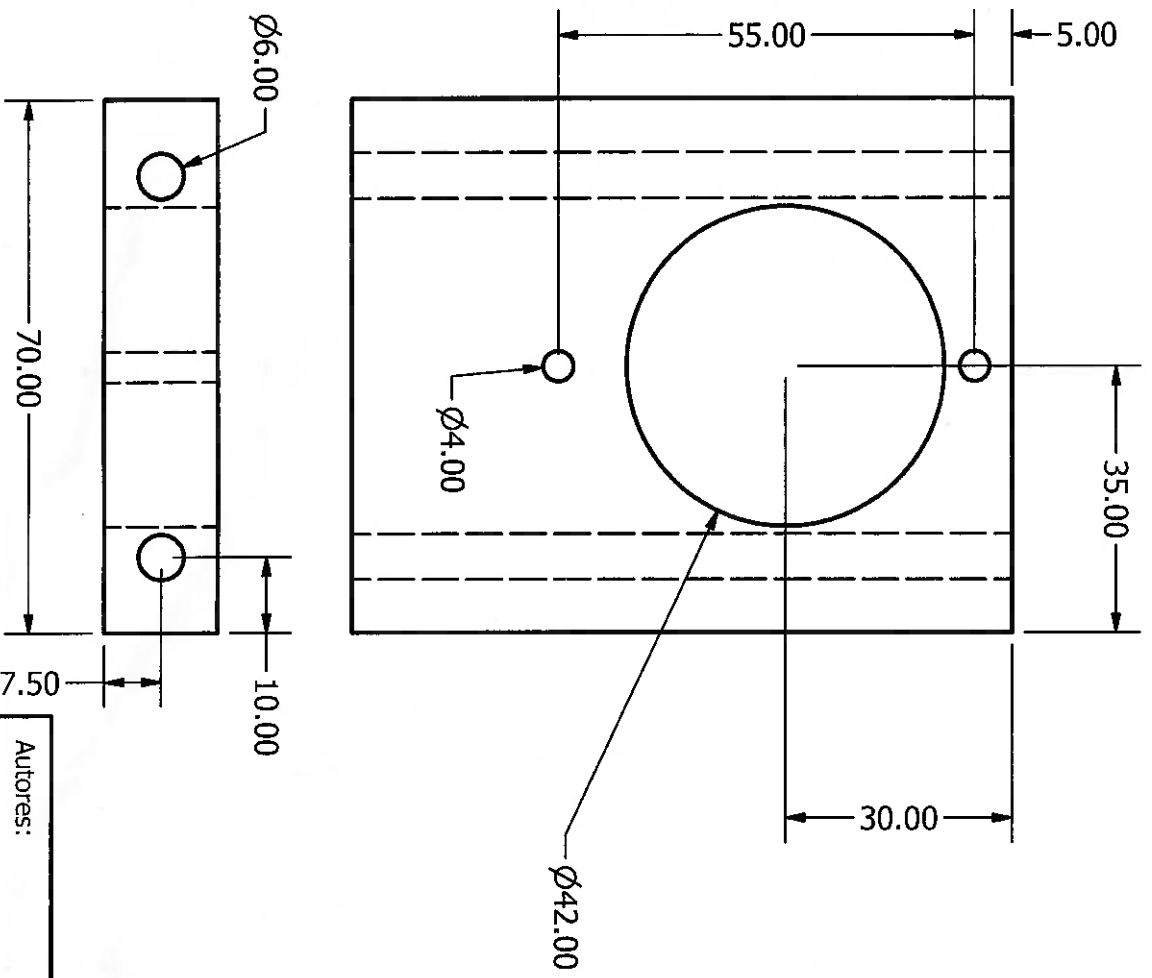
Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Empresa:		Pega:	
Projeto:		La Façon		Mancal Estrutura	
Pulverizador de Essências Aromáticas		Escala:		1:1	

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



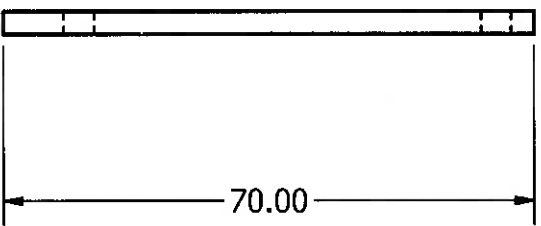
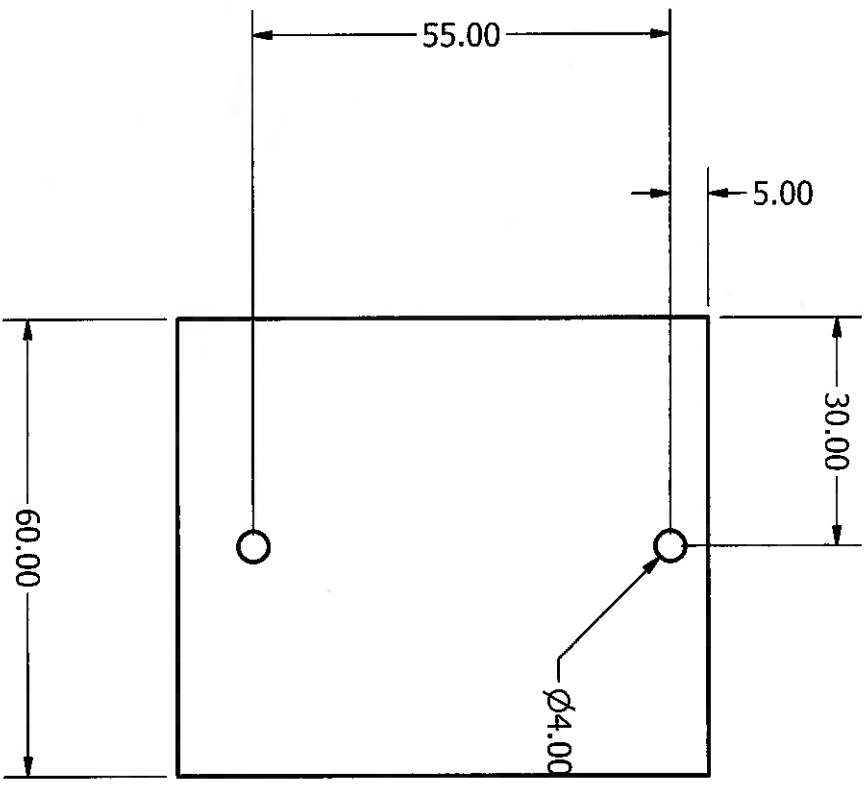
Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Empresa:		Escala:	
Projeto:		La Facon		1:1	
Pulverizador de Essências Aromáticas		Pega:			
		Tampa Mancal			

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



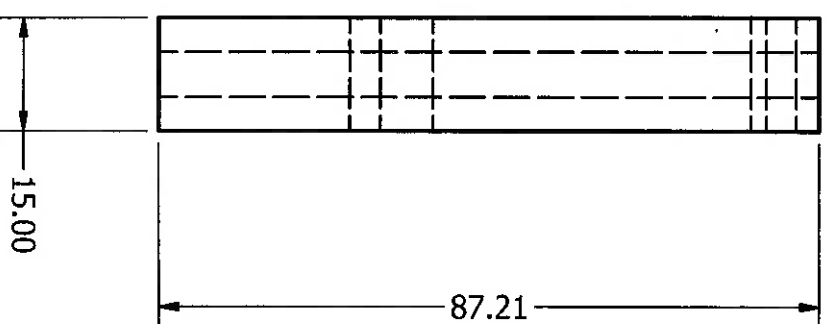
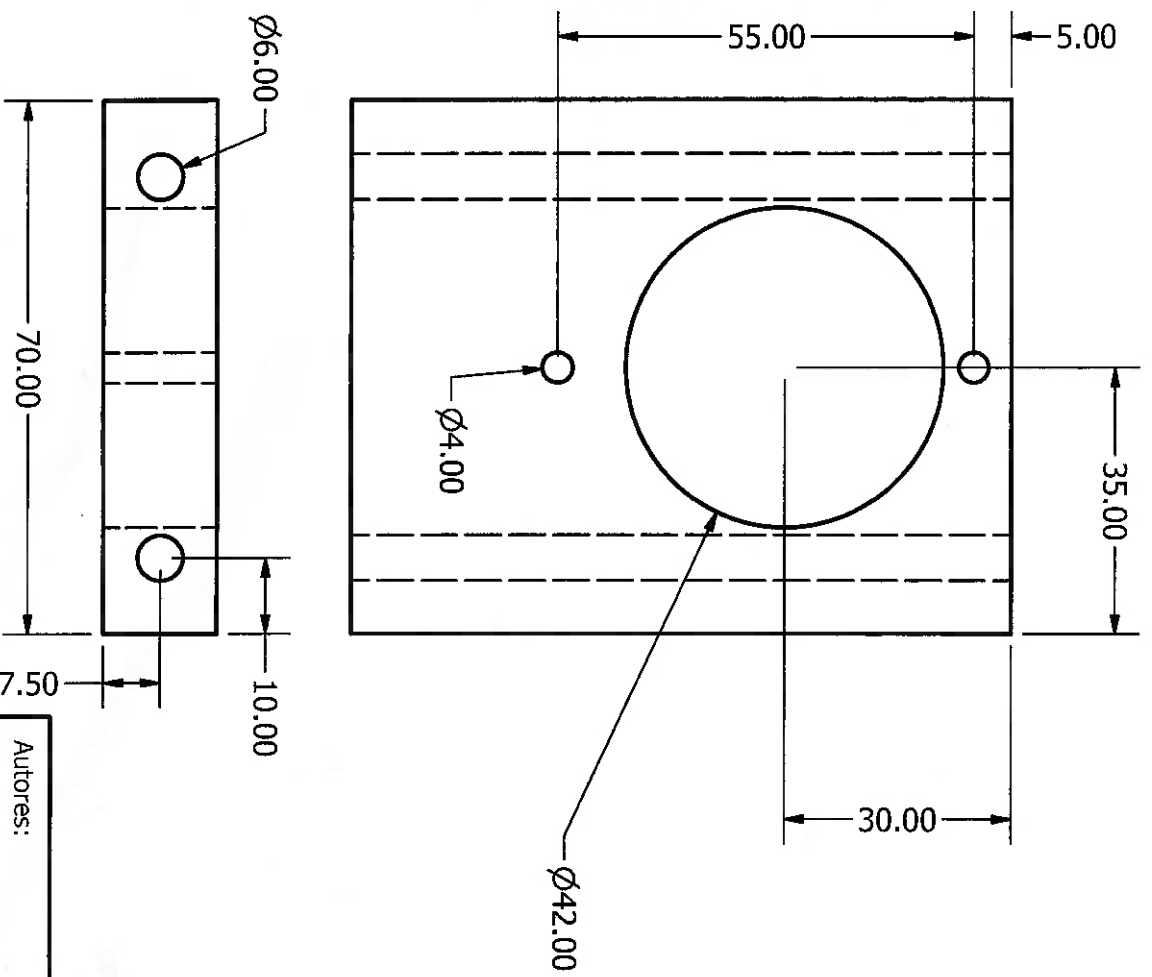
Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro	Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Fagon	Peça: Mancal Excêntrico
Escala: 1:1		

Material Aço Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 4 Peças



Autores: Jair Machado Batista Júnior Paulo Augusto Leite de Paiva Castro		Faculdade: Universidade de São Paulo	Data: 12/12/2006
Projeto: Pulverizador de Essências Aromáticas	Empresa: La Façon	Peca: Tampa Mancal Excêntrico	Escala: 1:1

Material Ago Carbono
Tolerância +/- 1 mm
Cortar 2 Peças



Autores:		Faculdade:		Data:	
Jair Machado Batista Júnior		Universidade de São Paulo		12/12/2006	
Paulo Augusto Leite de Paiva Castro					
Projeto:		Empresa:	Peca:	Escala:	
Pulverizador de Essências Aromáticas		La Façon	Mancal Excêntrico	1:1	