

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO: JOSÉ CORDEIRO DOS SANTOS

MATRÍCULA: 7611441-3

PERÍODO: 18 DE JANEIRO A 19 DE FEVEREIRO DE 1982

EMPRESA: METAL LEVE S/A -- INDÚSTRIA E COMÉRCIO

ENDEREÇO: RUA BASÍLIO LUZ - Nº 535 - STO AMARO -  
SÃO PAULO - SP

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

E S T Á G I O   S U P E R V I S I O N A D O

Aluno: JOSÉ CORDEIRO DOS SANTOS

Matrícula: 7611441-3

Chefe do Departamento de Eng. Mecânica: WILLIAMS CAPIM  
DE MIRANDA

Coordenador de Eng. Mecânica: MANOEL CORDEIRO DE BARROS

Coordenador de Estágio: MARCINO DIAS DE OLIVEIRA

Período: 18 de Janeiro a 19 de Fevereiro de 1982.

Empresa: Metal Leve S/A. - Indústria e Comércio.

Endereço: Rua Brasília Luz, 535 - Sto. Amaro - SÃO PAULO - SP



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

## A P R E S E N T A Ç Ã O

O conteúdo deste relatório dá informações a respeito do Estágio de Férias realizado na Metal Leve S/A. Indústria e Comércio, durante o período de 18 de janeiro a 19 de fevereiro de 1982. O estágio é concedido a estudantes de Engenharia Mecânica e Engenharia Metalúrgica de várias Escolas de Nível Superior do Brasil.

Participaram do estágio 31 estudantes de Engenharia, dos quais apenas 11 eram Prêmio Metal Leve S/A. Os estagiários ficaram sob a coordenação de monitores. O estágio desenvolve-se nas áreas de pistões, bronzinas, pinos, buchas e laboratórios. A programação do estágio era de tal forma que durante o estudo de uma área tinha-se relatórios, palestras, visitas a área e avaliação do aprendizado.

Os vários estudantes estiveram sob a coordenação do Departamento de Recursos Humanos, o qual acolheu com grande entusiasmo os estagiários, tanto quanto na orientação técnica como na assistência aos mesmos, procurando tornar o estágio o mais agradável e útil possível.

A declaração do estágio fornecida pelo Departamento de Recursos Humanos encontra-se no anexo I.

## ÍNDICE

	Página
Informações sobre a Empresa.....	3
Introdução.....	5
I - Pistões.....	6
1. Generalidades.....	6
1.1 Forma do Pistão.....	6
1.2 Materiais dos Pistões.....	7
2. Projeto do Pistão.....	7
3. Fundição de Pistões.....	8
3.1 Fluxograma de Produção.....	8
3.2 Tratamento da Liga Líquida.....	13
3.2.1 Escorificação.....	13
3.2.2 Desgaseificação e Desoxidação.....	13
3.2.3 Modificação ou Refino.....	13
3.3 Defeitos de Fundição.....	14
3.4 Tratamento Térmico.....	15
3.4.1 Solubilização.....	15
3.4.2 Precipitação.....	15
3.4.3 Alívio de Tensões.....	16
4. Forjaria.....	16
5. Usinagem de Pistões.....	17
5.1 Introdução.....	17
5.2 Ferramentas de Usinagem.....	17
5.3 Processos de Usinagem.....	18
5.3.1 Linha Automática Fuller.....	18
5.3.2 Linha 15.....	22
6. Tratamento de Superfície.....	28
6.1 Lavagem.....	28
6.2 Grafitagem.....	28
6.3 Estanhagem.....	28
6.4 Chumbagem.....	29
6.5 Fosfatização.....	29
6.6 Anodização.....	29

	Página
7. Inspeção.....	30
7.1 Controle de Ferramenta.....	30
7.2 Controle da Produção.....	30
7;3 Inspeção de Usinagem.....	31
7.4 Inspeção final de Pistoões.....	31
II - Pinos.....	33
1. Generalidades.....	33
1.1 Forma dos Pinos.....	33
2. Projeto.....	33
3. Processo Produtivo de Pinos.....	33
3.1 Processo de Usinagem Convencional.....	34
3.2 Processo Cold-Former.....	34
4. Tratamento Térmico de Pinos.....	42
4.1 Cementação Gasosa.....	42
4.2 Cementação Líquida.....	43
4.3 Têmpera.....	43
4.4 Sub-zero.....	43
4.5 Revenido.....	44
5. Limpeza e Decapagem.....	44
6. Controle da Dureza de Pinos.....	44
7. Expedição de Cargas de Pinos.....	44
III - Bronzinas.....	45
1. Generalidades.....	45
1.1 Materiais das Bronzinas.....	45
2. Projeto.....	46
3. Processo Produtivo.....	46
3.1 Bronzinas Sinterizadas.....	46
3.2 Linha Bimetálica-Descrição.....	52
3.3 Linha Clad-Descrição.....	55
3.4 Bronzinas Fundidas.....	58
3.4.1 Fundição Heavy Wall.....	58
3.4.2 Fundição PAP.....	59

## INFORMAÇÕES SOBRE A EMPRESA:

A Metal Leve S/A. Indústria e Comércio, fundada em 1950, fabrica pistoões, pinos para pistoões, bronzinas, buchas e arruelas. Com essa fabricação, no país, de produtos de alta precisão em grandes séries, contribuindo para a consolidação da qualidade do produto nacional, foi a primeira empresa fora dos Estados Unidos a receber o certificado de homologação da Federal Aviation Administration -FAA- que desde 1966 inspeciona a fábrica e renova a aprovação.

A preocupação com qualidade e tecnologia tem sido meta prioritária da empresa. Em colaboração com a FINEP instalou o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento que tem por objetivo, além do desenvolvimento de novos produtos e processos, a absorção de tecnologia externa, e a formação de recursos humanos altamente especializados.

Metal Leve S/A. fornece equipamento original para toda a indústria automotiva brasileira, aeronaves, navios e motores estacionários, assim como supre o mercado de reposição. Exporta seus produtos para os mais exigentes mercados internacionais, inclusive com equipamento original.

Está instalada numa área de 83.000m<sup>2</sup> em Santo Amaro, com 65.000 m<sup>2</sup> de área coberta. Em São Bernardo do Campo, está sendo construída a nova fábrica de bronzinas, que terá 30.000m<sup>2</sup> de área construída, num terreno de 70.000m<sup>2</sup>. Terminada essa construção, será transferida para São Bernardo a fabricação de bronzinas e toda a área ocupada atualmente por essa produção será utilizada na fabricação de pistoões e pinos.

Com capital e reservas de Cr\$ 12.000.000.000,00, a Metal Leve tem a capacidade de produção anual de 10.000.000 de pistoões e pinos e 70.000.000 de bronzinas.

O número de empregados, abrangendo as subsidiárias, atinge cerca de 6000.

Em Indaituba, São Paulo, está instalada a Metal Leve Gould Produtos Sinterizados Ltda. , empresa coligada com a Gould Inc. , dos Estados Unidos, fabricando produtos que utilizam a metalurgia do pó. A Thissen Hueller Ltda. é outra empresa coligada com a Metal Leve e está instalada em Cotia, São Paulo. Produz máquinas especiais de alta tecnologia.

A estrutura organizacional da Metal Leve está formada de acordo com o anexo II. Os anexos III, IV, V e VI representam respectivamente as estruturas das seguintes áreas: comercialização, financeira, recursos humanos e industrialização.

O conselho administrativo é formado por:

José E. Mindlim - Presidente

A. Buck

A. Jacob Lafer

Aldo B. Franco

Celso Lafer

M. Horácio Cherkasski

M. Gabriela Gleich



## INTRODUÇÃO:

O programa de estágio foi elaborado pelo Departamento de Recursos Humanos da Metal Leve, para que se pudessem acompanhar o processo produtivo nas seguintes fábricas:

- Fábrica de pistões: pistões, pinos para pistões e arruelas.

- Fábrica de bronzinas: bronzinas e buchas.

Na fábrica de pistões, desde a fundição do pistão até a sua inspeção final, extrusão de pinos, usinagem de pinos, tratamento térmico e inspeção.

Na fábrica de bronzinas, obtenção de pó e granulado, laminação, sinterização, fundição de bronzinas, estampagem para obtenção de buchas, tratamento térmico de bronzinas, galvanoplastia, inspeções.

O estágio contou ainda com visitas técnicas a empresas do grupo Metal Leve ( Metal Leve Gould e Thyssen Huller Ltda); cursos de condicionamento de motores e lubrificação industrial ( Curso Shell); palestra sobre a empresa, segurança industrial, comercialização, recursos humanos; visitas ao Centro de Tecnologia e banco de prova.

## I- PISTÕES

Os pistões são manufaturados na fábrica de pistões da Metal Leve S/A. , cuja estrutura organizacional se encontra no anexo VII.

### 1. GENERALIDADES

O pistão é componente do motor de combustão interna, cuja finalidade é transmitir a força devido a pressão dos gases em expansão, através do pino e da biela, para o virabrequim. Tem ainda como finalidade secundária constituir uma parede móvel da câmara de combustão, permitindo, assim uma variação no volume da câmara. Num pistão distingue-se duas partes principais: a cabeça, que recebe a pressão e a temperatura dos gases e onde estão alojados os anéis; o corpo, cuja função é servir de guia para a cabeça.

#### 1.1 FORMA DO PISTÃO

Os pistões em trabalho estão submetidos a tensões mecânicas e campo térmico. Observa-se que tanto um como outro, tendem a modificar a forma, tanto axial como radial, do pistão. A solução encontrada é usinar os pistões em tôrnos copiadores, retirando-se material, convenientemente e de maneira que somente sob carga e sob variações de temperaturas de trabalho, ele volte a ser cilíndrico. A cabeça do pistão, por exemplo, é o local mais submetido à pressões e temperaturas altas, desta maneira, é construído com diâmetro menor do que as outras partes do pistão para compensar os efeitos da dilatação.

## 1.2 MATERIAIS DOS PISTÕES

Atualmente as ligas mais usadas para pistões são as ligas de alumínio-silício e alumínio-cobre.

Um material para ser utilizado na fabricação de pistões deve atender as seguintes condições:

- boa resistência mecânica
- dureza relativa
- alto coeficiente de condutibilidade térmica
- baixo coeficiente de dilatação térmica
- boa resistência ao desgaste
- boa fundibilidade e forjabilidade

As ligas Al-Cu apresentam melhor condutibilidade térmica e as ligas Al-Si apresentam melhor resistência ao desgaste e baixo coeficiente de dilatação térmica. As ligas Al-Si apresentam uma certa quantidade de cobre.

## 2. PROJETO DO PISTÃO

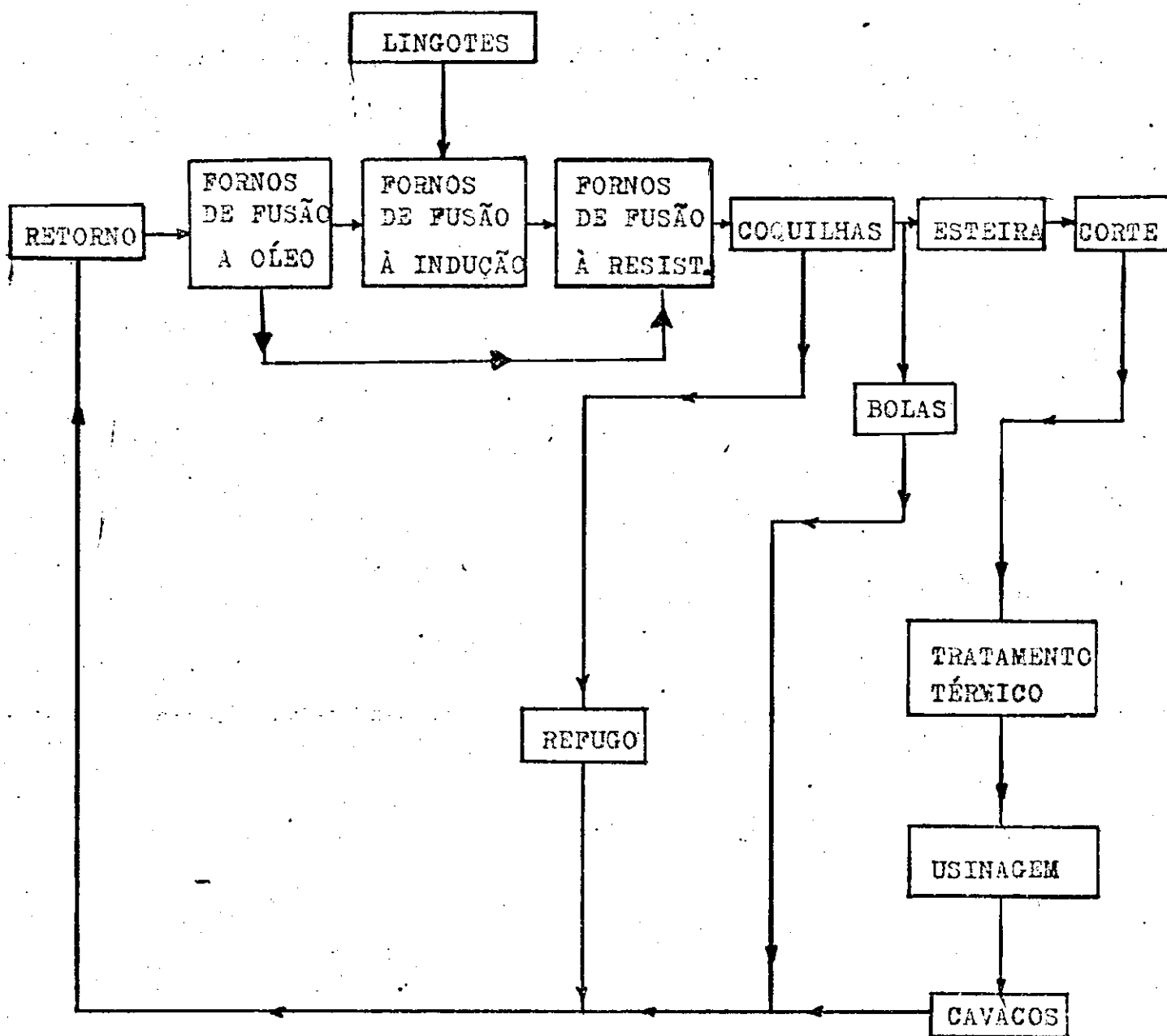
Se o cliente já dispõe dos desenhos (projetos) do pistão, cabe ao Departamento de Engenharia do Produto I padronizar esses desenhos de acordo com a norma existente na empresa. Caso contrário, ou seja, o cliente não dispõe do projeto do pistão, o Departamento de Eng. do Produto I juntamente com a Área de Pesquisa desenvolve modelos físicos e matemáticos para determinar o comportamento do produto em funcionamento. Para isto, dispõe de equipamentos próprios para simulação de funcionamento do motor.

Nestes casos, o produto, após execução de amostras, deverá ser testado em bancos de prova na Metal Leve ou no cliente, para que seja feita uma avaliação crítica do seu comportamento real em relação ao exigido, para as devi

das correções, quando necessárias, até que se chegue ao projeto definitivo do pistão.

### 3. FUNDIÇÃO DE PISTÕES

#### 3.1 FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO



### 3.1.1 RETORNO

É composto de canais, massalotes e refugo. Os canais e massalotes são provenientes do corte, enquanto que o refugo pode ser proveniente das coquilhas, usinagem ou próprio corte.

### 3.1.2 FORNOS DE FUSÃO A ÓLEO

Num total de 11, com capacidade até 2.000Kg. Trabalham quase exclusivamente com retorno e suas funções são produzir metal fundido com composição química conhecida e enviá-lo para os fornos de indução ou diretamente para os fornos de manutenção.

Estes fornos trabalham a uma temperatura de 740°C para ligas eutéticas( 11 a 13% Si) e a 780°C para ligas hipereutéticas(17 a 19% Si).'

### 3.1.3 LINGOTES DE AL e ELEMENTOS DE LIGA

Os lingotes de alumínio após serrados e os de elementos de liga após serrados em pedaços menores, são adicionados ao retorno, com a finalidade de se obter a composição química desejada.

Os elementos de liga utilizados são: cobre, níquel, magnésio, cromo, silício.

### 3.1.4 FORNOS DE FUSÃO À INDUÇÃO

São em número de 6, variando com capacidade de 600 a 3000Kg. São fornos estacionários e basculantes com sistemas que homogenizam os banhos líquidos. As temperaturas

de trabalho são as mesmas dos fornos a óleo.

### 3.1.5 FORNOS DE FUSÃO À RESISTÊNCIA

Num total de 120 fornos com capacidade de 240Kg. São chamados fornos de manutenção por que mantem a carga líquida dentro da temperatura de trabalho que provem dos fornos à indução ou a óleo, ou seja, mantem a liga líquida pronta para o vazamento. Cada operador trabalha com dois fornos, enquanto um está sendo utilizado para vazamento, o outro está sendo carregado e a seguir sua carga é escoriificada, desgaseificada, modificada ou refinada.

### 3.1.6 COQUILHAS E MACHOS

As coquilhas e machos são dimensionados pelo Departamento de Engenharia de Produto I, de acordo com o projeto do pistão. O projeto da coquilha e macho são enviados ao setor de coquilharia que providencia suas construções e em seguida libera para a fundição. Este setor, também, é encarregado da recuperação de coquilhas e machos.

São construídos de aço para trabalho a quente, por exemplo, H12, e os canais, cavidades, orifícios de alimentação são revestidos por uma tinta refratária à base de caulim e amianto, visando garantir uma troca de calor de maneira orientada, constituindo a superfície do molde realmente em contato com o metal líquido.

As coquilhas, bem como, os machos são constituídos de várias partes que se unem e se separam mecanicamente.

### 3.1.7 BOLAS

São peças metálicas com formato de meia esfera, situadas ao lado de cada forno de manutenção, que ser-

vem para que o operador vaze nelas a sobra do vazamento, ou seja, após o molde estar cheio, o resto do material que ficou na concha não é depositado de volta ao forno, e sim na bola. Estas bolas são aproveitadas como retorno.

### 3.1.8 CORTE

Para pequenos pistoões, o massalote e canais são retirados através de prensas. Os pistoões maiores são conduzidos a serras que efetuam o corte dos canais e massalotes.

### 3.1.9 ESTEIRA

São utilizadas para transportar os pistoões das coquilhas até as máquinas de corte.

### 3.1.10 CAVACOS

Os cavacos provenientes da usinagem são classificados de acordo com a liga e em seguida passam em equipamentos para retirada de impurezas, tais como, cavacos de ferro fundido e outros. Depois vão para os fornos de fusão a óleo, onde são refundidos.

### 3.1.11 TRATAMENTO TÉRMICO

Depois de fundidos, os pistoões sofrem tratamento térmico de solubilização, precipitação e alívio de tensões.

### 3.1.12 USINAGEM

Após tratamento térmico, os pistoões são enca

minhados as linhas de usinagem, onde são acabados e levados à inspeção final.

### 3.2 TRATAMENTO DA LIGA LÍQUIDA

#### 3.2.1 ESCORIFICAÇÃO

Tem a finalidade de remover óxidos e impurezas do banho, através de sais flutuantes que são adicionados a liga líquida e os quais possuem a característica de serem aglomerantes de impurezas. Os mesmos provocam uma reação exotérmica, liberando calor para que o alumínio envolvido nos óxidos e impurezas possa ser removido e, então, retornar ao banho.

#### 3.2.2 DESGASEIFICAÇÃO E DESOXIDAÇÃO

Este tratamento tem a função de retirar o hidrogênio dissolvido no banho líquido e os óxidos de alumínio, que também estão no meio do banho, por possuírem densidade parecida com a do alumínio.

É utilizado neste tratamento o hexacloretano ( $C_2Cl_6$ ), um sal que é forçado a submergir no banho líquido por meio de um sino (campânula).

O cloro contido neste composto reage com o hidrogênio e o gás formado será:

$Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$  (gás) (desgaseificação) que borbulha na superfície, e em seu caminho até a superfície, arrasta consigo os óxidos e impurezas que estão em meio a massa líquida (desoxidação).

#### 3.2.3 MODIFICAÇÃO

A finalidade deste tratamento é modificar a dispo



sição do silício pela adição do sódio ao banho antes do vazamento, para ligas com teor de silício entre 8 e 12,5%. O silício, que antes do tratamento encontra-se na forma de placas grossas na matriz de alumínio, modifica-se, transformando-se em placas finas de cantos arredondados. Isto ocorre devido ao sódio atuar como agente inibidor.

As propriedades mecânicas das ligas modificadas são bem maiores do que as das ligas não modificadas.

As ligas com teores de silício superiores a 13%, sofrem tratamento de modificação pela adição do fósforo ao banho líquido.

Antes do fósforo ser adicionado ao banho, ele é enrolado por um papel de alumínio, de modo a formar um "cartucho". Este cartucho tem a finalidade de não provocar uma reação violenta, a qual ocorreria se o fósforo fosse depositado normalmente como o sódio.

### 3.3 DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

#### 3.3.1 GOTA FRIA

Defeito ocasionado pelo não pré-aquecimento da coquilha ou pré-aquecimento mal feito. Geralmente só ocorre com os primeiros pistões fundidos.

#### 3.3.2 DESLOCAMENTO DE PORTA-ANEL

Existe determinados tipos de pistões que necessitam de porta-anel de ferro fundido, e para isso se faz necessário que na hora do vazamento este porta-anel seja colocado na coquilha. Muitas vezes o alojamento do porta-anel na coquilha está com sujeiras, provocando deslocamento de anel no pistão fundido.

### 3.3.3 INCLUSÕES DE ÓXIDOS

Ocasionado pelo vazamento mal realizado pelo operador ou, também, por tratamento de desoxidação mal cumprido.

### 3.3.4 BOLHAS

As bolhas aparecem no pistão fundido em decorrência da má realização do tratamento de desgaseificação.

## 3.4 TRATAMENTO TÉRMICO

O tratamento térmico é efetuado visando um aumento da dureza e resistência mecânica das ligas de alumínio, como também aliviar tensões internas no material, provenientes do trabalho de usinagem e visando também garantir uma estabilidade nas dimensões.

### 3.4.1 SOLUBILIZAÇÃO

Consiste em aquecer o pistão até uma temperatura que varia de 500 a 510°C, dependendo da composição química da liga que foi confeccionado o pistão, e manter nesta temperatura durante um tempo que varia de 2 a 3 1/2 hora. Nesta temperatura durante (500 a 510°C), os elementos de liga, solúveis no alumínio, entram em solução sólida.

Completado o tempo de solubilização, os pistões são resfriados bruscamente em água, óleo ou ar forçado.

Na realidade, o tratamento de solubilização é uma preparação para o tratamento de precipitação.

### 3.4.2 PRECIPITAÇÃO

Este tratamento tem objetivo dar uma total esta

bilidade aos átomos dos elementos de liga, pois após a solubilização, os elementos de liga estão em solução sólida, porém esta condição não é estável, sendo que pode haver a precipitação de uma fase ( $Al_2Cu$ , no caso das ligas Al-Cu) com o tempo (envelhecimento natural), a qual levaria muito tempo. Então, esse tratamento de precipitação acelera o mecanismo de envelhecimento natural, ou seja, mobilidade dos átomos. Após a precipitação, a liga adquire estabilidade dimensional e melhores propriedades mecânicas.

As temperaturas de precipitação variam de 170 a 205°C e os tempos de 4 a 12 horas, dependendo da composição química da liga.

Os tratamentos de solubilização e precipitação são feitos antes da usinagem do pistão para conceder uma maior dureza ao pistão, e com isto não provocar empastamento nas ferramentas de usinagem.

### 3.4.3 ALÍVIO DE TENSOES

Este tratamento reduz as tensões internas, provocadas principalmente nas operações de desbaste do pistão.

As tensões internas não removidas podem ocasionar distorções da peça, durante o serviço.

Consiste em aquecer o pistão a uma temperatura entre 200 e 250°C, num intervalo de tempo de 2 a 5 horas, dependendo da composição química da liga.

## 4. FORJARIA

Os pistões forjados são obtidos a partir de barras extrudadas ou tarugos fundidos. Estas barras ou tarugos desde que estejam nas dimensões necessárias para serem conformados, passam inicialmente por uma decapagem, onde são removidos cavacos e impurezas aderidas à superfície, que poderiam ocasionar defeitos após a usinagem. Posterior-

mente são aquecidos em uma estufa, durante 1 hora, sob temperatura entre 430° e 470°C, dependendo da liga, objetivando assim, uma condição adequada de forjamento. Depois, efetua-se uma pré-determinação da forma dando origem a uma pastilha que, em seguida, é levada a outra prensa onde são efetuadas duas operações: uma pré-configuração e outra, na qual o pistão forjado é obtido. Após, os pistões sofrem tratamento térmico e usinagem.

## 5. USINAGEM DE PISTÕES

### 5.1 INTRODUÇÃO

A usinagem de pistões dá continuidade ao processo de fabricação na fundição.

Os pistões chegam às linhas de usinagem, transportados por empilhadeiras, acondicionados em "pallets", ou seja, gaiolas de tamanho e forma padronizadas, permitindo assim uma fácil estocagem.

### 5.2 FERRAMENTAS DE USINAGEM

#### 5.2.1 PROJETO

O projeto do ferramental de usinagem é feito pelo Departamento de Engenharia do Produto II, de acordo com o dimensionamento do pistão.

#### 5.2.2 FERRAMENTARIA

Cabe a ferramentaria confeccionar as ferramentas projetadas pelo Departamento de Engenharia do Produto II. Para isso, tem-se nesta seção máquinas bastante sofisticadas, por exemplo, fresadora digital.

Nesta seção, também, são construídos os eixos

copiadores utilizados para dar a forma do pistão na usinagem.

### 5.2.3 LAPIDACÃO DE DIAMANTES

Secção da empresa que trabalha exclusivamente com diamantes. Os diamantes sintéticos são lapidados adequadamente e, em seguida, soldados com vareta de prata em suportes.

## 5.3 PROCESSOS DE USINAGEM

O Departamento de Engenharia do Produto II, além de projetar o ferramental de usinagem, elabora a sequência de operações de usinagem, plano de trabalho, determina tempos padrões para as operações.

Existe diversas linhas de usinagem na Metal Leve, de forma que será comentada apenas duas.

### 5.3.1 LINHA AUTOMÁTICA "FULLER" (linha 12)

#### 5.3.1.1 GENERALIDADES

Linha de usinagem considerada totalmente automática, possuindo apenas uma operação manual que corresponde ao início do processo. É utilizada para usinagem de pistões automotivos leves que possuam furos de arraste, por exemplo, pistões FIAT.

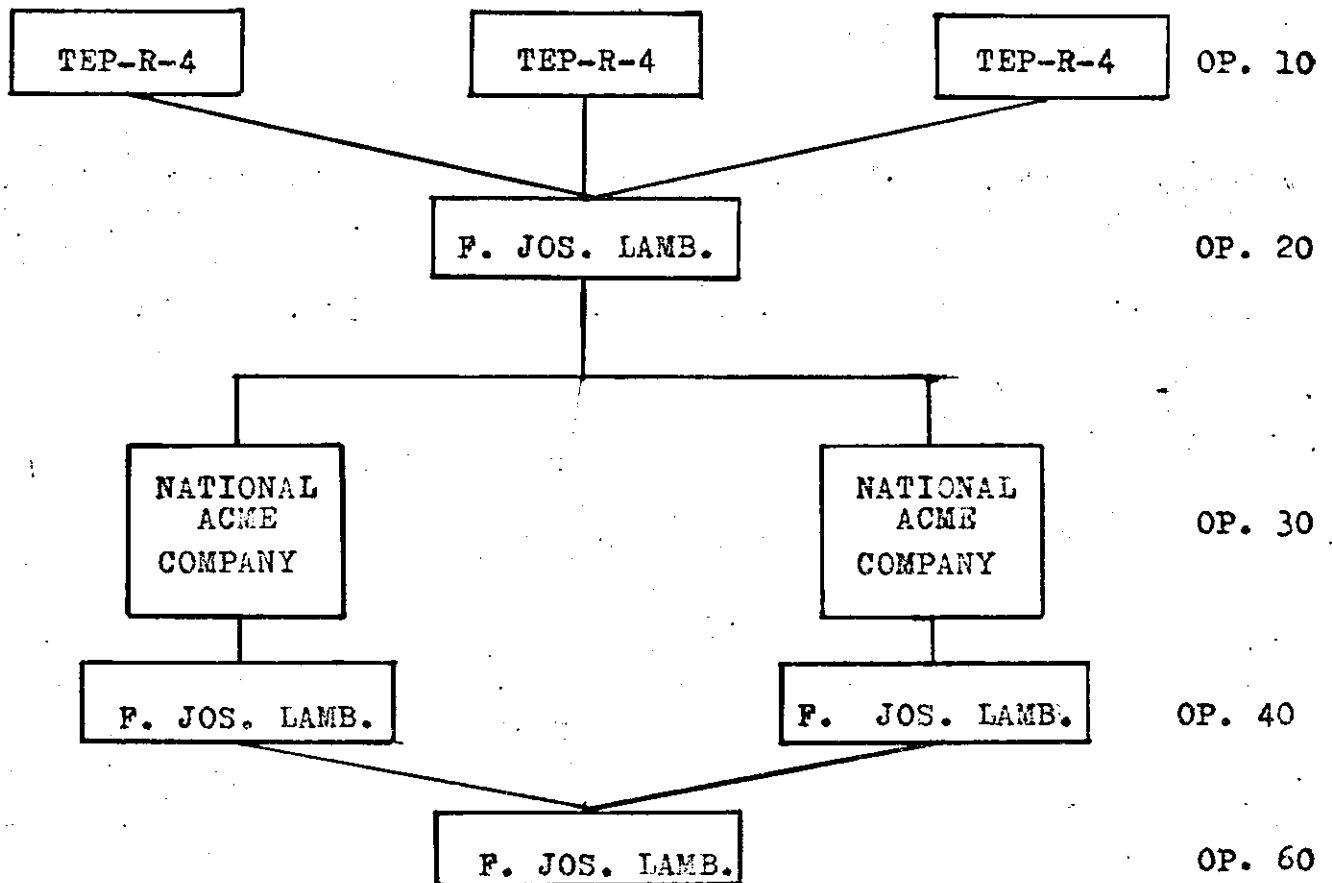
Cada máquina executa diversas operações simultaneamente e, em seguida, os pistões são deslocados para a máquina seguinte.

As ferramentas trabalham sob medida, isto é, a cada posse da máquina, o pistão está pronto para a operação seguinte em outra máquina. Estas ferramentas, assim como, pistões são resfriados, durante a operação, com óleo

solúvel.

Uma desvantagem desta linha é que só se usina pistões que possuem furos de arraste, pois este furo é que vai possibilitar o deslocamento do pistão na máquina.

5.3.1.2 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES:



I- OPERAÇÕES: 10:

MÁQUINAS: Tornos TEP-R-4

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: Tornear desbas

te do diâmetro externo, topo e profundidade.

OBS: É a única operação manual da linha. Corresponde ao início da sequência de operações que parte do pistão bruto, proveniente da fundição.

## II- OPERAÇÃO 20:

MÁQUINA: F. JOS. LAMB.

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: Alimentação da máquina, fixação no sistema de transporte (trilhos). fre ' sar a boca, facear os cubos, brocar furo de centro no to ' po, acabar furos de arraste, desbastar furo para pino dan do acabamento no chanfro de 30°, brocar 4 furos inclinados nos cubos; giro do pistão para jogar óleo em excesso no ' sistema de realimentação. Paralelamente, há uma limpeza dos cavacos com ar comprimido.

OBS: A operação 20 é o primeiro conjunto de operações to ' talmente automático.

## III- OPERAÇÃO 30:

MÁQUINAS: NATIONAL ACME COMPANY

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: Fixação no eixo (furos de arraste), torneiar desbaste da saia e zona ' de aneis, torneiar pré-acabamento do diâmetro externo (saia mais zona de aneis), torneiar acabamento do topo, deixando ' o bico de centro, torneiar desbastes das canaletas I, II e III, acabando a profundidade; torneiar acabamento das canaletas.

OBS: Esta sequência de operações não é visível, visto que ' a máquina opera fechada. Internamente constitui-se de um ' tambor rotativo, onde existe 8 eixos, nos quais os pistões são fixados (um por eixo) automaticamente através dos fu ' ros de referência usinadas na operação 20 (furos de centro e furos de arraste). A cada rotação do tambor, o pistão é levado a uma determinada posição, correspondente á usinagem efetuada. Terminado o ciclo de usinagem, o pistão é descar ' regado pelo conjunto de esteiras de roletes e elevadores ' para a operação seguinte.



#### IV- OPERAÇÃO 40

MÁQUINA: F. JOS. LAMB.

SEQUENCIA DE OPERAÇÕES: Posicionamento, lubrificação e fixação de furo de centro; torneamento do acabamento do furo do pino; limpeza do pistão com ar comprimido e descarga automática por gravidade.

OBS: Entrada do pistão automática por gravidade, procedente da linha 30. A fixação é feita através dos furos de arraste e do furo de centro. A usinagem do diâmetro externo é feita em dois estágios:

- 1- Descida: Último nível de pré-acabamento
- 2- Subida : Acabamento final.

Ao final do primeiro estágio, o cabeçote que suporta a ferramenta sofre um pequeno deslocamento circular, reposicionando a mesma ferramenta para subida(acabamento). Há portanto, uma ferramenta no suporte que opera em dois sentidos opostos.

#### V- OPERAÇÃO 60:

MÁQUINA: F. JOS. LAMB.

SEQUENCIA DE OPERAÇÕES: Posicionamento do pistão(como referencia, o furo para pino); o pistão sofre rotação de  $180^{\circ}$ , fresar os rebaixos de válvulas( o pistão sofre duas fresagens, cada uma correspondendo a um rebaixo); carimbo automático, pesagem registrada eletronicamente; remoção do bico de centro, fresagem do contra-peso; nova rotação no pistão para descarregamento automático.

OBS: O carregamento é feito automaticamente pelo sistema de esteira de roletes e elevadores. Nesta operação é acertado o peso do pistão.

### 5.3.2.1 GENERALIDADES

A linha 15 é uma das linhas do Departamento de usinagem de pistão diesel II.

Uma das dificuldades que surge na usinagem de pistões diesel é que os mesmos geralmente possuem porta-anel de ferro fundido, de modo, que a velocidade de corte tem que ser baseada no ferro fundido e não no alumínio.

Esta linha possui máquinas de grande e médio porte, e é considerada semi-automática.

5.3.2.2 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

	TEP -R-2H	1
	TEP-R+4	2
	FR. WEGE	3
	TEP-R-2H	4
5	FU. AUTOM.	
	TEP-R-5H	7
	RE. J e L	8,
10	TEP-R-5	
	TEP-R-8	9
	DREH. M;	11
	MANDRIL.	12
	TEP-R+7	13
	FRESNUBE	14
	WEGE	15
	MAQ. PLUG.	15-A
	CARIMBO	16
	PB-742	17
	TEP-R-6	18
	PB-742	19
	TEP-R-9	20
	BANCADAS	21
	ZYGLO	22

## DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES

1- MÁQUINA: Torno TEP.R.2H

OPERAÇÃO: Tornear desbaste do apoio da boca, profundidade, chanfrar boca, centrar e furo de centro.

FIXAÇÃO: Corpo do pistão.

2- MÁQUINA: Tornear TEP.R.4

OPERAÇÃO: Tornear desbaste do diâmetro externo, topo, canaleta III, chanfrar topo.

FIXAÇÃO: Boca e furo de centro.

3- MÁQUINA: Fresadora FR. WEGE.

OPERAÇÃO: Fresar desbaste da câmara de explosão, removendo bico de centro.

FIXAÇÃO: Boca do pistão.

4- MÁQUINA: Torno TEP.R.2H.

OPERAÇÃO: Tornear acabamento do apoio da boca, profundidade, chanfrar boca e recentrar.

5- MÁQUINA: Furadeira FU. automática.

OPERAÇÃO: Furar desbaste do furo para pino e chanfrar externamente.

6- MÁQUINA: Furadeira FU. OB 1

OPERAÇÃO: Brocar 4 furos radiais na canaleta III.

FIXAÇÃO: Topo e boca do pistão.

7- MÁQUINA: Torno TEP.R.15H

OPERAÇÃO: Tornear desbastes das canaletas I e II, pré-acabamento na zona do porta-anel, canaletas I e II, e chanfros.

FIXAÇÃO: Furo de centro e boca do pistão.

8- MÁQUINA: Retífica RE. 1 e L

OPERAÇÃO: Retificar o acabamento das canaletas I e II.

FIXAÇÃO: Boca do pistão.

9- MÁQUINA: Torno TEP.R.8

OPERAÇÃO: Pré-acabamento do diâmetro externo.

FIXAÇÃO: Boca e furo do centro.

10- MÁQUINA: Torno TEP.R.5

OPERAÇÃO: Acabamento da canaleta III e chanfros.

FIXAÇÃO: Boca do pistão e furo de centro.

11- MÁQUINA: Torno DREH. MACHINE

OPERAÇÃO: Acabamento do diâmetro externo, topo e chanfros.

FIXAÇÃO: Furo de centro.

12- MÁQUINA: Mandrilhadora

OPERAÇÃO: Mandrilhar o pré-acabamento do furo para pino, acabar rebaixo, canaleta de ângola quadrada com chanfro, chanfrar internamente o furo para pino.

FIXAÇÃO: Cabeça do pistão.

13- MÁQUINA: Torno TEP.R.7

OPERAÇÃO: Tornear o acabamento da câmara de combustão.

FIXAÇÃO: Furo para pino.

14- MÁQUINA: Fresadura Fresnube

OPERAÇÃO: Desbaste para acerto do peso

FIXAÇÃO: Cabeça do pistão.

15- MÁQUINA: Fresadora WEGE

OPERAÇÃO: Fresar 4 rebaixos para válvulas.

FIXAÇÃO: Furo para pino.

15-A- MÁQUINA: Fresadora Máq. Plug.

OPERAÇÃO: Fresar rebaixo para "plug", chanfro exter

terno para assento da porca.

16- OPERAÇÃO: Carimbar.

17- MÁQUINA: Mandrilhadora PB. 742

OPERAÇÃO: Mandrilhar acabamento do furo para pino.

FIXAÇÃO: Cabeça do pistão

18- MÁQUINA: Torno TEP.R.6

OPERAÇÃO: Brunir furo para pino

FIXAÇÃO: Cabeça do pistão.

19- MÁQUINA: Mandrilhadora PB. 742

OPERAÇÃO: Mandrilhar bolsas de óleo no furo do pino.

FIXAÇÃO: Cabeça do pistão

20- MÁQUINA: Torno TEP.R.9

OPERAÇÃO: Tornear sob os cubos, removendo a boca posti  
ça.

21- OPERAÇÕES DE BANCADA: Retirada das rebarbas, lixamento,  
polimento, brunimento para diminuir a rugosidade do furo'  
e limpeza,

22- TESTE ZYGLO: Banho em líquido penetrante fósforecente'  
e utilização de raios ultra-violeta, com observação de  
qualquer trinca externa.

## 6. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

O tratamento de superfícies é aplicado aos pistões visando substituir o efeito do óleo lubrificante nas paredes do cilindro, na fase de amaciamento do motor. O tipo de tratamento é determinado pelo cliente.

### 6.1 LAVAGEM

Certos pistões necessitam apenas de lavagem e desengraxe com água e detergente.

### 6.2 GRAFITAGEM

Proporciona maior segurança em ignição com motor frio. Corresponde a um acréscimo de uma fina camada de grafita a saia do pistão.

#### SEQUENCIA:

- desengraxante alcalino
- lavagem
- decapagem em ácido sulfúrico
- lavagem em água quente
- lavagem em água fria
- estufar a 150 - 160°C, para melhorar a influência da grafite
- aplicação de grafita por jato de "spray"

### 6.3 ESTANHAGEM

Serve de proteção na fase de amaciamento do motor. Consiste de uma camada de 2 a 3 microns de estanho.

#### SEQUENCIA:

- desengraxante

- desengraxante com "spray"
- lavagem em água a 70°C
- lavagem em água a temperatura ambiente.
- decapagem com ácido sulfúrico
- banho de estanato de sódio e água a 60°C
- lavagem
- passivante (cromato de potássio), que irá proteger o pistão contra oxidação.
- secagem

#### 6.4 CHUMBAGEM

Tem como objetivo facilitar a lubrificação. Sua sequência é a mesma da estanhagem, mudando apenas, o banho, que é de fluorsilicato de chumbo.

#### 6.5 POSFATIZAÇÃO

Sua finalidade é reduzir o atrito.

##### SEQUÊNCIA:

- desengraxante
- lavagem
- decapagem com ácido sulfúrico
- lavagem
- banho de fosfato de zinco
- lavagem
- estufa

#### 6.6 ANODIZAÇÃO

Cria uma barreira térmica formada de óxido de alumínio. Funciona por eletrolise



## SEQUÊNCIA:

- desengraxante
- banho em ácido sulfúrico
- lavagem

Alguns pistões após a anodização, sofrem uma operação de selagem que é um banho em dicromato de potássio a 30%, com a finalidade de fechar os poros das camadas de óxido.

## 7. INSPEÇÃO

A inspeção é importante, pois dela dependerá do percentual de rejeição na usinagem. São realizados dois tipos de controle:

### 7.1 CONTROLE DE FERRAMENTA

a) Quando trata-se de um ferramental novo é feita uma traçagem completa de acordo com os desenhos e normas fornecidas pela Engenharia de pistões. Verifica-se o ferramental se está apto para a produção, tanto no que diz respeito à quantidade a ser produzida, como as tolerâncias. É realizado um teste com 15 peças, que são inspecionadas. Efetua-se uma segunda traçagem, para verificar o estado do ferramental. Após estas traçagens, o mesmo é liberado para produção.

b) No caso de ferramental em uso, é efetuada uma série de revisões periódicas e registrada num relatório de acompanhamento.

### 7.2 CONTROLE DA PRODUÇÃO

a) Dimensional- Realizado diariamente por amostragem de

um mínimo de quatro peças de um mesmo ferramental. No caso de alguma irregularidade, emite-se uma solicitação de correção de defeito, que segue para o encarregado da produção, acompanhado por uma das peças.

b) Com relação ao tratamento térmico, é feito um acompanhamento das temperaturas nas estufas.

c) É realizado um teste de dureza, após o tratamento de acordo com a especificação do cliente.

d) No caso do pistão forjado, é feito um acompanhamento durante o processo de solubilização nos fornos de temperaturas mais elevadas.

e) Controle de peso - Para cada tipo do pistão, existe uma tabela com peso requerido. O controle é feito por amostragem.

### 7.3 INSPEÇÃO DE USINAGEM

A inspeção começa a partir do início de cada linha, que recebe uma via da ordem de produção. Os instrumentos são verificados e regulados (se for necessário) após cada período de descanso. As fichas de controle de inspeção especificam as inspeções necessárias para cada máquina e estabelece os horários em que se deve proceder as verificações. A cada linha de usinagem corresponde um inspetor por turno, que possui uma rotina de serviços diários:

- montagem e padronização dos aparelhos e calibres de medição;

- proceder a amostragem;

- elaborar relatórios de inspeção;

- selecionar para exame metrológico.

### 7.4 INSPEÇÃO FINAL DE PISTÕES

Os pistões portadores de porta-anel, como o P 10

49, antes da inspeção final, passam na linha de inspeção ' pelo ultra-som, para verificar a ligação do porta-anel com o pistão, como também a espessura.

OPERAÇÃO 1: Controle visual

OPERAÇÃO 2: Largura das canaletas, diâmetro do fundo das canaletas, diâmetro do furo para pino. Operações realizadas em 100% dos pistões.

OPERAÇÃO 3: Diâmetro externo da saia e zona de anéis

OPERAÇÃO 4: Pesagem 100%

OPERAÇÃO 5: Diâmetro da câmara ou profundidade (amostragem)

OPERAÇÃO 6: Controle da camada de grafite, por amostragem

(3 pistões por lote).

OPERAÇÃO 7: Embalagem: Colocação de pinos e argolas, conferência de grupos, fechados com fita gomada e rotulada.

OPERAÇÃO 8: Saída de documentação

OBS: Os aparelhos são regulados de hora em hora.

## II- PINOS

Os pinos, assim como os pistoões, são produzidos na fábrica de pistões. Vide anexo VII.

### 1. GENERALIDADES

Peça de aço, tratada termo e termo-quimicamente, que serve de articulação entre o pistão e a biela.

Os pinos podem ser:

- Flutuantes: livres na biela e no pistão;
- Oscilantes: fixos na biela e livres no pistão;
- Presos : fixos no pistão e livres na bucha da biela.

No caso de flutuantes, são usados retentores para impedir o contato do pino com o cilindro.

Os pinos são fabricados a partir de aços de baixa liga, próprio para cementação, fornecidos em barras trefiladas (para usinagem convencional) ou bobinas de aço (SAE 4320, SAE 5115, SAE 8620) de fabricação nacional utilizadas no processo "Cold-Former".

#### 1.1 FORMA DOS PINOS

Os pinos podem ser no formato de um cilindro ou cilindro ôco, depende do projeto.

### 2. PROJETO

Assim como os pistoões, os pinos são projetados no Departamento de Engenharia ou o projeto é fornecido pelo cliente, sendo que este tem que passar pelo Departamento de Engenharia para padronização.

### 3. PROCESSO PRODUTIVO DE PINOS

### 3.1 PROCESSO DE USINAGEM CONVENCIONAL

#### 3.1.1 INSPEÇÃO NO RECEBIMENTO

As barras trefiladas sofrem um rigoroso processo de inspeção unitária, através do Magnet Flux, para verificação de trincas e também do diametro, com calibre passa-não-passa. Uma amostra é retirada do lote e enviada ao Laboratório Central para analisar a composição química e tamanho de grão.

#### 3.1.2 SERRAS HELLER

Consiste numa serra eletro-hidráulica, que permite regular o comprimento a ser seccionado. Inicialmente a alimentação é manual. A serra possui avanço de corte automático e utiliza óleo refrigerante nos dentes do disco de serra.

#### 3.1.3 PROCESSO DE REBARBAÇÃO

Ao passarem pelas serras Heller, os tarugos apresentam rebarbas. A operação de rebarbação consiste de dois anéis côncavos, um acoplado ao eixo da prensa e o outro fixo a base da máquina. Coloca-se o tarugo sobre o anel côncavo preso a base da máquina e aciona-se a prensa. O processo rebarba as duas faces do tarugo ao mesmo tempo.

#### 3.1.4 PROCESSO DE FURAÇÃO

É feita de dois sistemas: Convencional e "Tiefbohr".

A furação convencional consiste de furadeiras, com avanço automático e regulável, onde os pinos são introduzidos manualmente na placa de fixação e posteriormente é acionado o sistema de avanço automático sobre o corpo do

tarugo, já com a broca helicoidal indicada, e respectiva profundidade..

A furação "Tiefbohr" oferece um rendimento melhor. Consiste de: um cesto para depositar tarugos a serem perfurados; uma esteira fornecedora destes tarugos á máquina, composta de duas unidades perfuradas equipados com broca canhão. A máquina produz por dia, cerca de 2.400 pinos, com ótimo acabamento interno.

### 3.2 PROCESSO "COLD-FORMER"

#### 3.2.1 INSPEÇÃO NO RECEBIMENTO

Este processo utiliza bobinas de aço que são inspecionadas no ato do recebimento. São retiradas amostras e enviadas ao laboratório para análise da composição química e estrutura.

#### 3.2.2 DECAPAGEM E FOSFATIZAÇÃO

As bobinas passam por tratamento de decapagem e fosfatização. As bobinas são emergidas em diversos tanques, transportadas por pontes rolantes.

#### SEQUÊNCIA:

- desengraxante
- água fria
- água quente
- trifosfato de sódio
- água fria
- água quente
- estearato (sabão)

#### 3.2.3 CONFORMAÇÃO À FRIO

Após fosfatizadas, as bobinas são colocadas na

máquina "Cold-Former" para serem processadas, de acordo com a sequência: a máquina secciona a bobina em tarugos de medida previamente calibrada e por intermedio de marcação e extrusão, fornece ao fim de 60 segundos, aproximadamente 50 unidades de pinos semi-acabados.

As operações dessa máquina são:

- OPERAÇÃO 1: Cortar no comprimento(tarugo)
- OPERAÇÃO 2: Esquadrejar
- OPERAÇÃO 3: Efetuar segundo esquadro com marcação
- OPERAÇÃO 4: Extrudar primeiro lado
- OPERAÇÃO 5: Extrudar segundo lado
- OPERAÇÃO 6: Remove central Web ou End Web
- OPERAÇÃO 7: Arredondar cantos.

Este processo supera o convencional, em termo de rendimento. Sua produção fica em torno de 25.000 unidades' por dia.

### 3.2.4 RETÍFICA CENTERLESS B.S.A.

Retífica o diâmetro externo do pino, anteriormente extrudado. Desbasta 0,05 a 0,1 mm. deste diâmetro.

A partir desta etapa as operações são comuns aos dois processos (cold-form e tiefbohr).

3.1.5

### 3.2.5 CHANFRADEIRA ECONOMY

Em número de 3, sendo 2 delas acopladas a cestas providas de esteiras fornecedoras de pinos. Apresentam grande rendimento, compatível com a linha cold-form, às quais estão acopladas. As operações realizadas por estas máquinas são: chanfros internos e externos, faceamento do pino.

3.1.6

### 3.2.6 PRÉ-USINAGEM - TORNOS MECÂNICOS

Consiste na retirada do sobremetal permitido ao pino.

3.1.7

### 3.2.7 CARIMBADEIRA

Os pinos são carimbados em uma das faces, constando o logotipo da Empresa, mes e ano de fabricação.

Ex: logotipo 2 ou 02

ano 1982 mes de fevereiro.

3.1.8

### 3.2.8 INSPEÇÃO VISUAL

É feita em todos os pinos, ou seja, inspeção



100%. Nela é verificado o furo ( possíveis riscos helicoidais ou radicais) , chanfro (existência de cantos vivos) , corpo do pino e outros aspectos.

3.1.9

3.2.9 ENVIO AO CENTRO DE TRATAMENTO TÉRMICO

Os pinos são colocados em caixas plásticas e enviados ao C.T.T., através de empilhadeiras, para adquirirem as características de dureza e resistência específica da.

3.1.10

3.2.10 RECEBIMENTO DO C.T.T.

Após os tratamentos térmicos, os pinos são colocados em caixas plásticas e enviadas ao estoque, onde ficam aguardando o acabamento final e controle final.

3.1.11

3.2.11 RETIFICAÇÃO DOS PINOS

O acabamento final dos pinos é efetuado através de uma série de operações em retíficas de pré-desbaste, semi-acabamento e acabamento. As máquinas são:

a) RETÍFICAS - CINCINATTI E NIPPEY

São retíficas de pré-desbaste. São calibradas para deixarem o diâmetro do pino com medida aproximadamente 0,4mm. acima da maior medida permitida.

b) RETÍFICA - HERMINGHAUSEN

A empresa possui duas unidades desta máquina: uma utilizada como semi-acabamento (é calibrada para deixar o pino na sua maior medida permissível em desenho); a outra é empregada como retífica de acabamento, deixando o

pino dentro do intervalo permitido em desenho.

Neste Departamento, ainda existe uma máquina, sub-fina, utilizada em produção de pinos que exigem acabamento e precisão abaixo de 0,0001 mm.

3.1.12 INSPEÇÃO MAGNET - FLUX

3.2.12

Verifica a existência de inclusões e trincas no pino. Numa barra de cobre é introduzidos os pinos, sendo a barra presa entre dois mordentes. Sobre os pinos, é derramado uma solução de pó magnético e acionado o magnetizador, que supre a barra de cobre com uma intensidade de corrente elétrica de 1500A. Então, verifica-se a possível penetração de pó no corpo dos pinos, identificando as trincas superficiais.

3.1.13

LAVAGEM E PROTEÇÃO

3.2.13

Visando o período de estocagem e transporte, os pinos são submetidos a uma lavagem e proteção:

- a) lavagem em querosene, imersão em 100% de querosene, à temperatura ambiente.
- b) lavagem na máquina GEMA: máquina provida de chuveiros e tanque para imersão em uma solução de estripalene e nitrito de sódio, à temperatura de 60°C.
- c) proteção: imersão dos pinos em tanque de óleo, à temperatura ambiente, prevenindo contra a ferrugem.

3.1.14

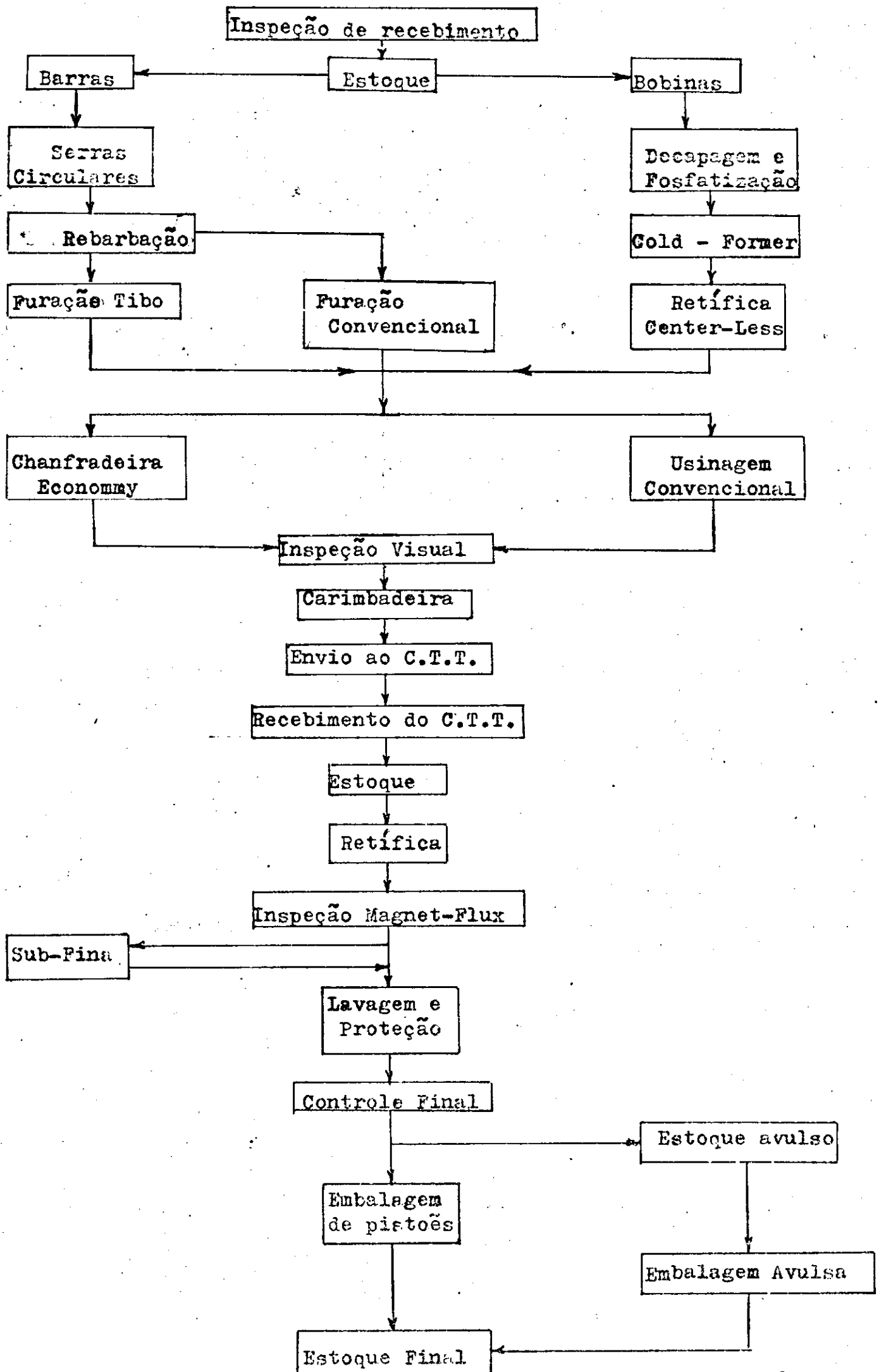
CONTROLE FINAL E EMBALAGEM

3.2.14

O controle final é feito em sala a temperatura controlada(20°C), visando-se uma melhor precisão nas medi

das efetuadas. A embalagem ocorre numa sala vizinha á do controle final. Pode ser avulsa ou remetidos á embalagem ' de pistões.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE PINOS



#### 4. TRATAMENTO TÉRMICO DE PINOS

Após a usinagem, os pinos são enviados ao centro de tratamento térmico, onde são separados em cargas constituídas por uma certa quantidade de pinos do mesmo tipo. Cada carga recebe uma folha de acompanhamento, denominada "controle de cargas de pinos", onde são anotados os tratamentos e controles a que são submetidos.

##### 4.1 CEMENTAÇÃO GASOSA

A cementação gasosa é feita em dois tipos de forno:

###### a) CEMENTAÇÃO NO FORNO A GÁS ( G.S.O )

Os pinos são postos em varetas de aço com embuchamento nas duas extremidades, através de um jogo de folgas para controlar a camada interna cementada. Os elementos cementantes são: granulado de carvão (RG-6) e álcool isopropílico. A presença do carvão impede que a atmosfera não fique escassa em CO e ocorra a descarbonetação. Controla-se a espessura da camada cementada por meio de provas retiradas periodicamente dos fornos. O material de prova pode ser fraturado, torneado ou atacado com solução de nital, e através de uma lupa, observa-se a espessura da camada cementada. Após resfriada a carga, uma amostra de 5 pinos é retirada e enviada ao setor de ensaios mecânicos e metalográfico para controle da camada cementada.

###### b) CEMENTAÇÃO NO FORNO G.K.U. Qe.

Os pinos são postos em telas retangulares com capacidade de 150 unidade cada uma, num total de 5 telas, uma sobre a outra. Inicialmente os pinos passam por uma lavagem, por meio de detergente apropriado a 70°C e após limpos, são pré-aquecidos a 350°C, num forno F.C.A. A

temperatura de cementação é de 930°C, sendo de 4 a 5 horas o tempo para atingir-se 1mm de espessura na camada cementada.

#### 4.2 CEMENTAÇÃO LÍQUIDA

Esta cementação aplica-se quando a espessura da camada cementada for igual tanto na parte interna como na externa. O sal utilizado é o cianeto de potássio(KCN). Durante a cementação, são retiradas peças para provas, que são fraturadas e examinadas com uma lupa.

#### 4.3 TÊMPERA

Quando atinge-se a espessura desejada de cementação, a temperatura anterior(940 - 950°C) é rebaixada à temperatura ideal para tratamento térmico de têmpera. Os meios de têmpera utilizados são: óleo ou salmoura à temperatura ambiente. É utilizado, também, o tratamento isotérmico de martêmpera à temperatura de 180°C.

#### 4.4 SUB-ZERO

Tratamento térmico opcional, sempre que solicitado nas especificações das peças. Tem a finalidade de eliminar a austenita retida ou residual, transmitindo aos pinos estabilidade dimensional e melhores propriedades mecânicas. É realizado numa câmara adiabática, revestida internamente com lã de vidro e vácuo, a qual é adicionado nitrogênio líquido. É efetuado no máximo 2 horas após a têmpera, para que não ocorra a estabilização da austenita residual, o que dificultaria sua transformação em martensita. Adiciona-se nitrogênio à câmara numa quantidade suficiente para cobrir 55 pinos. Depois a câmara é fechada. Observando o fim do borbulhamento, que indica o equilíbrio térmico entre as partes. Em seguida deixa-se os pinos na

câmara por mais 25 minutos, dependendo do tipo de pino considerado. A temperatura no interior da câmara é de, aproximadamente,  $-196^{\circ}\text{C}$ . Decorrido o tempo, os pinos retirados e são levados para um tanque de água fria, voltando a adquirir a temperatura ambiente.

#### 4.5 REVENIDO

Tem a finalidade de aliviar tensões internas ocasionadas pela tempera e pelo tratamento sub-zero, no caso deste ser solicitado. É efetuado em forno de banho a óleo ou em forno de circulação de ar forçado. No primeiro caso a temperatura de  $180^{\circ}\text{C}$  e no segundo, à temperatura exigida pelo aço. Durante o tratamento, são retiradas amostras e examinadas quanto à dureza da carga, determinando assim, o tempo, de permanência no meio líquido ou ar forçado.

#### 5. LIMPEZA E DECAPAGEM

Após o tratamento térmico de revenido, os pinos são lavados, e em seguida, decapados.

#### 6. CONTROLE DA DUREZA DE PINOS

Este controle se dá por amostragem e são submetidas à verificação tanto na parte externa como no núcleo das peças. De cada carga, são escolhidos tres pinos e enviados ao setor de ensaios mecânicos e metalográficos, onde poderão ser liberados ou rejeitados, de acordo com o resultado.

#### 7. EXPEDIÇÃO DE CARGAS DE PINOS

Quando o setor de ensaios mecânicos e metalográficos libera a carga, os pinos são postos em galeras ou caixas plásticas e encaminhados ao estoque, onde aguardarão as operações de retífica(já descrita anteriormente).

### III- BRONZINAS

As bronzinas são confeccionadas na Fábrica de Bronzinas da Metal Leve S/A., cuja estrutura organizacional se encontra no anexo VIII.

#### 1. GENERALIDADES

Bronzina é um componente do motor, projetado com geometria adequada de modo que se estabeleça um filme de óleo contínuo, capaz de suportar um eixo em rotação. Deve, ainda suportar curtos períodos sem lubrificação. Com isso eleva a eficiência dos motores e prolonga a vida útil dos elementos móveis de maior responsabilidade e custo, como o virabrequim. Para isso, possuem as bronzinas na face onde há movimento relativo, um revestimento de material anti-fricção que é um metal com boas características de deslizamento, possuindo dureza e ponto de fusão mais baixos que esses componentes móveis.

#### 1.1 MATERIAIS DAS BRONZINAS

As bronzinas são construídas a partir das seguintes ligas:

- Metal branco ou Babbit (chumbo e estanho): ótimas qualidades de deslizamento, conformabilidade e absorção de impurezas;

- Metal vermelho (cobre chumbo): maior resistência à fadiga, porém não absorve tão bem as impurezas;

- Alumínio: boa qualidade anti-fricção e alta resistência a fadiga;

- Alumínio com camada eletro depositada de chumbo;

- Sinterizados (camada de liga cobre-chumbo sinterizada sobre a tira de aço).



## 2. PROJETO

Assim como o pistão, a bronzina é projetada no Departamento de Engenharia, que determina todos os parâmetros necessários a construção da mesma. No caso do cliente já possuir o projeto da bronzina ( o que ocorre na maioria dos casos ), o mesmo tem que passar no Departamento de Engenharia para padronização, de acordo com as normas da fábrica.

## 3. PROCESSO PRODUTIVO

### 3.1 BRONZINAS SINTERIZADAS

#### 3.1.1 INTRODUÇÃO

A sinterização é um processo pelo qual, corpos sólidos são aglutinados por forças eletrônicas através da aplicação de pressão ou calor e representa o processo fundamental da metalurgia do pó.

A velocidade de aquecimento e o tipo de atmosfera tem grande influência no resultado da sinterização. A dureza, a densidade e a resistência tendem a aumentar com a temperatura e o tempo, rapidamente no início e mais lentamente durante o desenvolvimento do processo.

#### 3.1.2 OBTENÇÃO DO PÓ

O processo de obtenção dos pós metálicos na Metal Leve, é o de atomização. O processo consiste do seguinte:

- 1- Pesa-se lingotes de metais puros de cobre, chumbo e estanho, em percentagens que atendam as especificações.
- 2- Inicialmente funde-se somente o cobre, depois é adicionado o estanho e finalmente o chumbo.

3- Depois de fundida a liga, o forno de fusão é aproximado do forno de espera e basculado de modo que a liga seja vazada, através de uma calha móvel aquecida por um maçarico a gás.

4- O forno de espera é aquecido a gás e possui no seu interior, um cadinho de carbureto de silício com um bocal de grafita, que possui dois furos com diâmetro de 4mm cada. Este bocal situa-se no fundo do cadinho.

Abaixo do forno de espera há uma plataforma, composta por uma câmara de atomização, onde um jato d'água à alta pressão é lançado contra o filme de metal líquido que desce através dos furos do bocal, provocando a atomização. O ângulo com que o jato d'água atinge o metal líquido é de aproximadamente  $42^{\circ}$ , com pressão de  $500\text{lb/pol}^2$ . Na câmara existe uma cortina d'água, cuja finalidade é evitar que o metal choque-se contra as paredes. Depois a mistura água-pó passa por um cone de decantação, onde o pó é recolhido e a água é bombeada para um reservatório. O pó úmido passa por um filtro que retira cerca de 80% da umidade. Em seguida, o pó é colocado em estufa rotativa para a secagem, durante duas horas, numa temperatura entre  $120 - 140^{\circ}\text{C}$ . Depois de secados os pós são classificados de acordo com a sua granulometria em peneiras vibratórias, sendo utilizados apenas os pós que passarem pela peneira de 80 mesh.

Para verificação da qualidade dos pós, de cada carga é retirada uma amostra e enviada ao laboratório.

Finalmente os pós são recolhidos em sacos plásticos, dentro de tambores, evitando assim, o contato com o ar e a umidade.

### 3.1.3 LAMINAÇÃO

A laminação tem por finalidade preparar as tiras de aço a serem utilizadas nas bronzinas sinterizadas, fundidas e de metal brando.

As tiras são obtidas a partir de bobinas de aço

de baixo teor de carbono: SAE 1008, 1010, 1020. As bobinas medem até 1.000mm. de largura e chegam a pesar 5.000kg.

A partir de um diagrama de corte, conhecendo-se o peso, a espessura e a largura da tira desejada, faz-se a escolha da bitola da bobina e calcula-se o número de cortes necessários. Elimina-se 10mm. nas extremidades da bobina original, pois elas geralmente encontra-se amassadas e com espessura irregular. A bobina é cortada em tiras e depois as tiras são enroladas, juntamente com um fio de arame farpado para que haja espaçamento entre as tiras, espaçamento este muito importante na decapagem.

Obtido as tiras, as mesmas sofrem decapagem, ou seja, passam por um tanque de ácido sulfúrico, sendo depois lavadas em tanque com água. Após a decapagem as tiras estão prontas para a laminação.

A laminação é feita a frio em dois laminadores, um duo e outro quáduo. A redução total é feita em 3 passes para não sobrecarregar o laminador.

Após laminados, é retirada uma amostra de cada tira para ensaio de dureza.

#### 3.1.4 LINHA DE SINTERIZAÇÃO DESCRIÇÃO

1- BOBINA DE AÇO: chega ao setor com espessura e largura prontas para a sinterização. A mesma já chega decapada e com películas de óleo protetora, com dureza mínima de 85 Rb.

2- TESOURA: corta as pontas das tiras, que estão em más condições, visando a posterior soldagem.

3- BANCADA DE SOLDA: solda o fim de uma bobina no começo da outra, garantindo a continuidade do processo.

4- SISTEMA DE COMPENSAÇÃO: garante a alimentação da tira, continuamente, quando é executado a soldagem no final da bobina.

5- MÁQUINA DE LAVAR: retira a camada de óleo protetora,

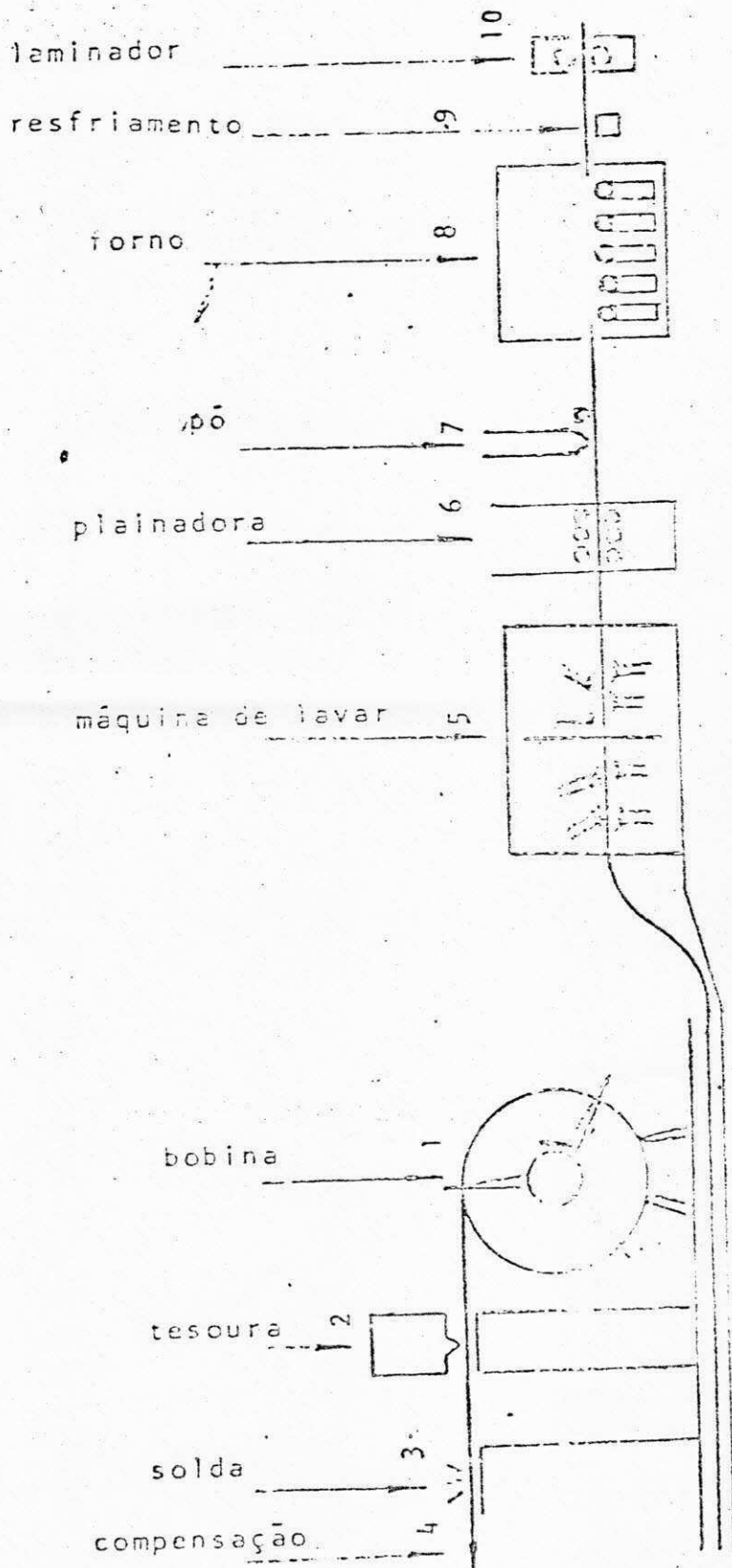
desengraxando e limpando a tira na primeira fase, através de um detergente, levemente alcalino, a uma temperatura de 80°C, e na segunda fase, apenas água.

6- PLAINADORA: visa garantir uma camada de pó de mesma espessura ao longo da tira.

7- DEPOSIÇÃO DO PÓ: feita por gravidade e controlada por uma régua.

8- FORNO DE SINTERIZAÇÃO: possui 4 zonas, sendo 3 de 820° a 880°C, dependendo da liga e uma quarta zona a uma temperatura de 400 a 450°C, A primeira zona aquece a tira á temperatura adequada e a sinterização, propriamente dita, ocorre na segunda e terceira zona. A quarta zona serve apenas como resfriamento parcial da tira. A atmosfera do forno é redutora.

# LINHA 3 - SINTERIZAÇÃO



9- RESFRIAMENTO: executado imediatamente na saída do forno, por meio de um jato d'água.

10- LAMINADOR : dá a compactação no material sinterizado, aumentando a área de contato entre as partículas de pó e diminuindo a porosidade.

### 3.2 LINHA BIMETÁLICA - DESCRIÇÃO

Nesta linha são fabricados as bronzinas BABBIT: babbitt á base de estanho e babbitt á base de chumbo.

#### DESCRIÇÃO DO PROCESSO:

- 1- BOBINA DE AÇO: chega ao setor, cortada na largura e espessura para este processo, decapada e com camada de óleo protetora.
- 2- TESOURA: corta as pontas das bobinas que geralmente chegam com variações dimensionais, determinando o paralelismo apropriado para a soldagem posterior.
- 3- BANCADA DE SOLDA: onde ocorre a soldagem do fim de uma bobina no começo da outra.
- 4- SISTEMA DE COMPENSAÇÃO: evita que a alimentação pare durante o processo de soldagem.
- 5- TANQUE DE DESENGRAXAMENTO: retira a camada de óleo, limpando a tira.
- 6- CORTINA D'ÁGUA: enxagua a tira na saída dos tanques.
- 7- TANQUE DE DECAPAGEM: decapa a tira através de ácido clorídrico, deixando-a no estado ideal para receber o estanho.
- 8- TANQUE DE ESTANHO: a tira recebe a primeira camada de metal fundido, ao passar por um tanque contendo líquido, a temperatura de 280°C. Esta camada ajudará na deposição e aderência da camada seguinte.
- 9- TENSOR: evitar a passagem de escória e nivela a camada de estanho líquido.
- 10- DISPOSITIVO PARA FABRICAÇÃO DE HCl: dispositivo através do qual se procede a reação entre o cloreto de sódio e o ácido sulfúrico concentrado, formando o gás clorídrico. Este gás atua como protetor da tira estanhada, evitando a formação de óxido e absorção de gás.

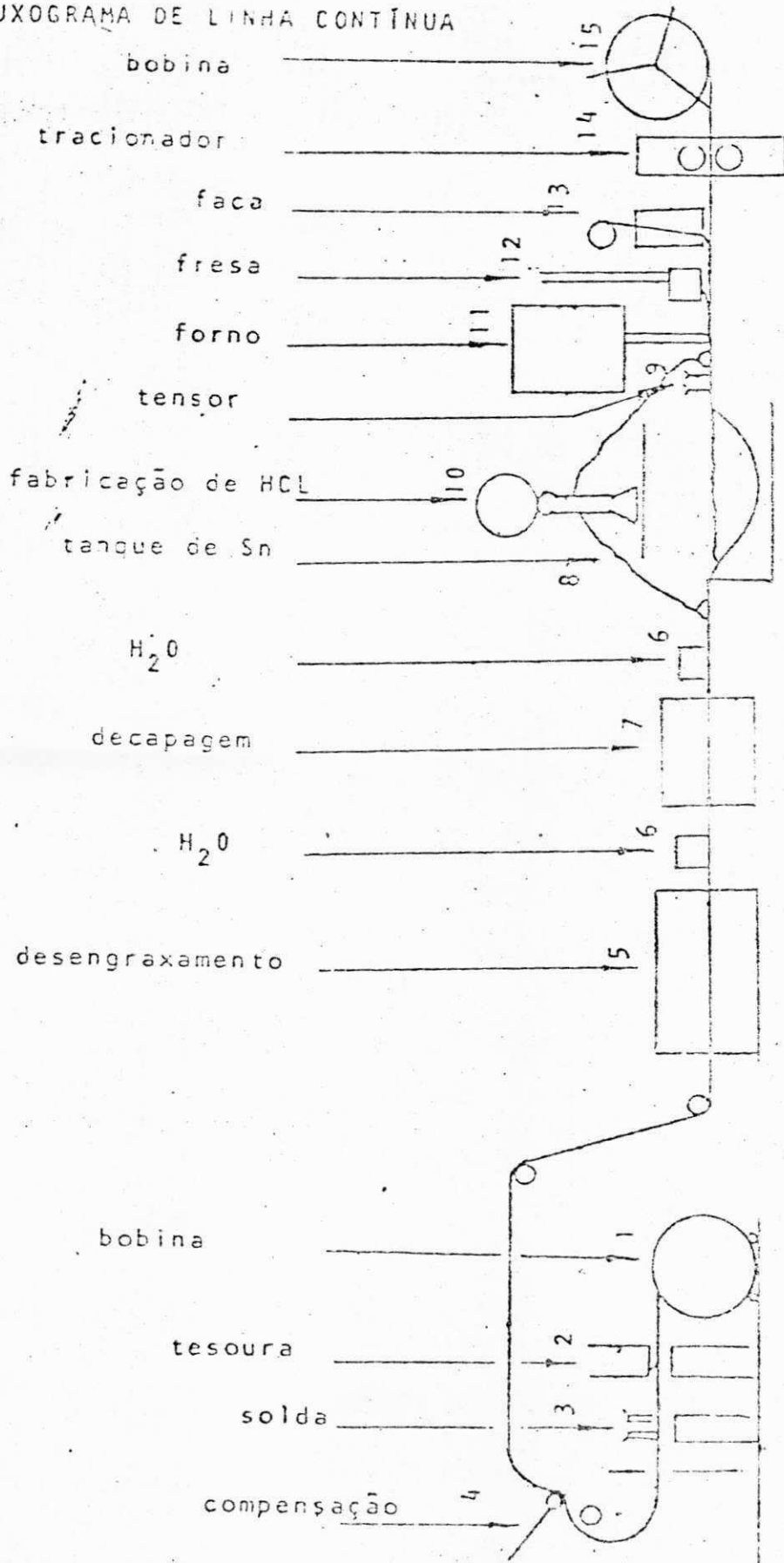


Reação-

- 11- FORNOS DE FUSÃO: possui dois cadinhos, um de 1000 e outro de 5000kg. Trabalha numa temperatura entre 440 e 510<sup>o</sup>C
- 12- FRESA: retira a camada de babbitt em excesso.
- 13- FACA: dá a medida final a tira.
- 14- TRACIONADOR: traciona a tira e reduz a liga levemente
- 15- BOBINA METÁLICA: pronta para o corte ao comprimento.



3. FLUXOGRAMA DE LINHA CONTÍNUA



### 3.3 LINHA CLAD-DESCRIÇÃO

Nesta linha são confeccionadas as bronzinas cladeadas, ou seja, bronzinas obtidas da ligação mecânica da tira de aço com a liga especificada.

As ligas utilizadas neste processo são: liga alumínio-estanho e alumínio-silício-cádmio.

#### DESCRIÇÃO DA LINHA:

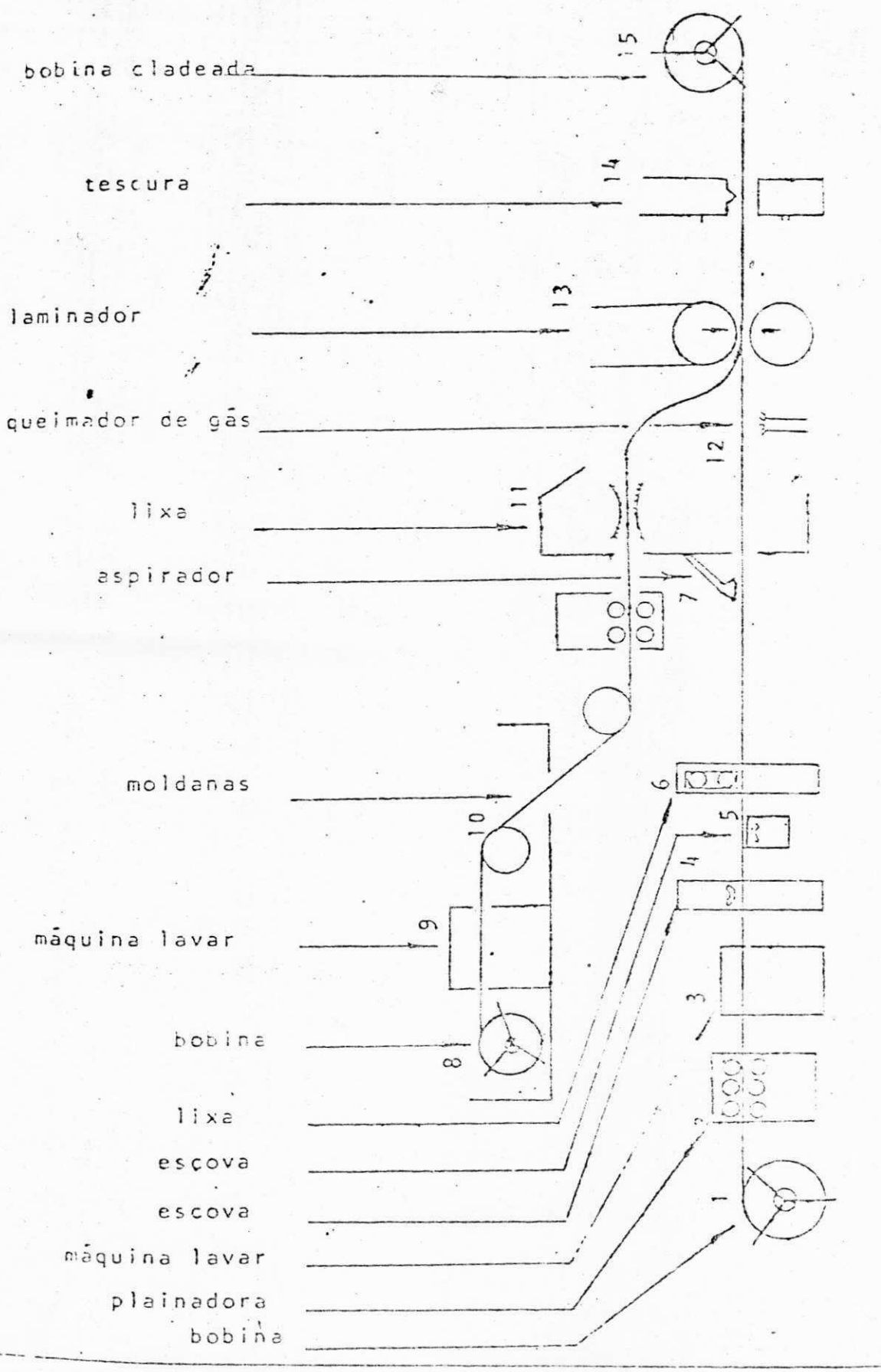
- 1- BOBINA DE AÇO: chega ao setor, decapada, cortada na largura final para esse processo e com uma camada de óleo protetora.
- 2- PLAINADORA: garante um perfeito lixamento nas operações seguintes.
- 3- MÁQUINA DE LAVAR: retira o óleo através de um detergente neutro e enxagua com água, a temperatura de 80°C,
- 4- ESCOVA: fornece ao material uma rugosidade ideal para a ligação na fase 13.
- 5- ESCOVA DE LIMPEZA: remove partículas do material.
- 6- LIXA: mesma finalidade de escova (U).
- 7- ASPIRADOR: remove partículas lixadas e sujeiras.
- 8- BOBINA SUPERIOR: alumínio-estanho ou alumínio-silício-cádmio.
- 9- MÁQUINA DE LAVAR: idêntica à inferior
- 10- SISTEMA DE ROLDANAS: dirige a tira superior para a escova.
- 11- ESCOVA: fornece rugosidade para a perfeita ligação.
- 12- QUEIMADOR: utilizado quando é necessário reduzir a espessura do alumínio, sem que haja necessidade de laminá-la
- 13- LAMINADOR: executa o passo, ligando mecanicamente a tira de liga ao aço em um único passe.
- 14- TESOURA: corta o começo e o fim da tira que está cladeada, ou pedaços que não se ligaram, ou mesmo trincaram durante a laminação.
- 15- BOBINA CLADEADA: vai para o tratamento térmico.

### 3.3.1 TRATAMENTO TÉRMICO

As bobinas cladeadas sofrem um tratamento térmico, com a finalidade de melhorar a ligação entre o aço e a liga de alumínio e, também, aliviar tensões internas.

A temperatura do recozimento é cerca de  $343^{\circ}\text{C}$  e um tempo de 2 horas por polegada de espessura.

2. FLUXOGRAMA - LINHA CLAD



### 3.4 BRONZINAS FUNDIDAS

As bronzinas fundidas são obtidas pela fundição PAP e Heavy Wall.

#### 3.4.1 FUNDIÇÃO HEAVY WALL

Destina-se a produção de bronzinas fundidas de paredes grossas.

O processo é iniciado com o corte de tubos de aço SAE 1008, SAE 1010, de paredes grossas. Enquanto isso, são preparados os pregos, machos, caixas de grafita e, a própria liga. Ocorre também o preparo de arruelas e chapinhas de aço, conforme o anexo IX.

A fixação do macho de grafita, arruelas e chapinhas no casco é feito em uma máquina apropriada, efetuando o dobramento das flanges existentes no casco.

Em seguida, é feita a fixação do casco na caixa com uma massa refratária. O furo existente no fundo da caixa é tampado com prego de grafita e a liga em forma de granulado é depositada na mesma.

A seguir, o conjunto caixa-casco é colocado nos fornos de fusão, por meio de tenazes. Estes fornos são elétricos, com aquecimento através de resistências. A temperatura é da ordem de 1.100 - 1200°C. Existe 4 fornos destes com capacidade para 4 cascos, cada um. O tempo gasto entre uma corrida e outra é de 45 minutos, aproximadamente.

Logo que retirado do forno, extrai-se o prego fazendo com que a liga fundida preencha entre o casco e o macho de grafita. É feita uma ligeira centrifugação, visando um perfeito preenchimento. Na etapa seguinte, o conjunto é resfriado em emulsão de óleo solúvel a 45°C. Depois é feita a retirada da caixa e o casco é faceado no torno, removendo a chapinha e a arruela.

É feito um tratamento à temperatura de 280°C, visando aliviar as tensões. Este aquecimento também faz com que

o casco dilate-se, facilitando a retirada do macho. O passo seguinte é encaminhá-lo à usinagem.

### 3.4.2 FUNDIÇÃO PAP

Destina-se à obtenção de buchas de aço, revestidas internamente por uma camada de metal vermelho, fundido por centrifugação.

O processo é iniciado com o corte das tiras de aço SAE 1008, em segmentos cujos comprimentos são calculados em função do diâmetro da bucha desejada. Estes segmentos passam por uma calandra, dando-lhes o formato cilíndrico. A seguir, são pressionados para a obtenção da forma perfeitamente cilíndrica e soldada nas extremidades.

A bucha é presa nas placas da centrífuga, que são revestidas por uma camada de amianto, evitando, assim, a aderência da liga nestas placas. A bucha é envolvida por um forno de indução. Com a bucha já em movimento, é adicionado uma concha de bórax (tetraborato de sódio- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), que atua como desoxidante. A bucha é aquecida até uma temperatura de  $880^\circ\text{C}$ . O vazamento da liga de metal vermelho na bucha é feito através de uma calha que permite a distribuição em toda superfície interna da mesma.

A liga é fundida em dois fornos de indução. Os fornos são basculantes e possuem cadinhos de carbureto de silício, com capacidade para 200Kg. A temperatura em que a liga é vazada é de da ordem de  $1.400^\circ\text{C}$ . Quando fundida, a liga é vazada em um cadinho de grafita, com capacidade de 7 Kg. A liga é transferida para os fornos de espera, onde é superaquecida. Estes fornos de espera são também basculantes. Atingida a temperatura desejada nos fornos de espera, à cerca de  $1.500^\circ\text{C}$  e na centrífuga, o forno de espera é basculado no cadinho e daí, a liga é vazada na calha, fazendo a distribuição da liga na superfície interna da bucha.

Feita a deposição da liga na bucha, a mesma é

resfriada bruscamente por meio de chuveiros d'água.

A próxima etapa é a retirada do bórax, numa mandrilhadora vertical, com pequena quantidade de cavaco da liga. Numa outra mandrilhadora é retirada a liga em excesso.

A camada de oxidação do aço é retirada por meio de jatos de esferas de aço, facilitando o trabalho da lixadeira de fita.

Posteriormente, as buchas sofrem um tratamento térmico de alívio de tensões, à temperatura de 280°C, durante 14 horas, aproximadamente, dependendo do tipo da liga. Esse aquecimento é feito numa estufa elétrica.

A seguinte etapa é o lixamento das buchas, nas suas superfícies externas, primeiramente com uma lixa mais grossa e depois, uma mais fina.

Daí, as buchas seguem para a linha de usinagem.

#### 4. USINAGEM DE BRONZINAS

##### 4.1 USINAGEM DE BRONZINAS SEM FLANGE:

O inicia-se com a conformação das peças. Esta conformação pode ser feita em dois processos:

- PROCESSO CONVENCIONAL: O material é enrolado em bobinas e alimenta uma prensa, a qual corta em segmentos. Estes segmentos alimentam outra prensa que curva-os e dá a forma final da bronzina. Em seguida é realizada as outras operações.

- PROCESSO PROGRESSIVO: O material enrolado em bobinas alimenta uma prensa que corta as tiras e curva-as, cu seja, a cada descida do punção é realizada uma conformação. A seguir, são efetuadas as outras operações (chanfros, furos de óleo, encosto, etc.).

#### 4.2 USINAGEM DE BRONZINAS COM FLANGE:

No caso das bronzinas com flange, utiliza-se somente o processo convencional. São necessárias várias operações:

1. cortar segmentos;
2. prensar em forma de "U";
3. enrolar;
4. cortar encostos;
5. prensar e endireitar;
6. cortar flange.

Depois são feitas as operações de acabamento.

Descrição do Processo de Usinagem de Bronzinas com Flange:

Prensa PR-17	- cortar segmentos;
Prensa PR-23	- prensar em forma de "U";
Prensa RO-12	- enrolar;
Prensa B-66	- cortar encosto;
Prensa PR-10	- prensar e endireitar; chanfrar 4 cantos;
Prensa PR-22	- cortar flange;
Rebarbadeiras KA-27	- tirar rebarbas do flange;
Torno TO-05	- tornear flange;
Tanque de óleo	- aquecimento das tiras;
Prensa PR-21	- curva e dobrar;
Prensa PR-53	- cortar encosto;
Prensa PR-08	- prensar e endireitar;
Chanfradeira A-41	- quebrar 4 contos;
Prensa PR-30	- cortar flange.

Descrição do Proc. de Usinagem de Bronzinas com e sem Flange:

Prensa Minster PR-15	- carimbar, cortar e curvar;
Prensa Gutmann PR-19	- cortar segmentos;



Prensa Gutmann PR-20	- curvar;
Chanfradeira CR-02	- chanfrar lados;
Prensa PR-49	- prensar botão de localização;
Prensa PR-28	- prensar ressalto de lubrificação;
Brochadeira BE-17	- brochar encosto;
Furadeira FU-09	- furos de óleo;
Fresadora KA-41	- fresar canal interno ou bolsas de óleo;
Torno Autom. TO-21	- tornear canal externo;
Brochadeira BE-03	- brochar flanges;
Brochadeira BD-07	- brochar diâmetro interno;
Mandriladeira MA-15	- mandrilar diâmetro interno.

#### 4.3 BRONZINAS DE ALUMÍNIO

Estas bronzinas apresentam boa qualidade anti-fricção e alta resistência à fadiga, possibilitando dispensar a capa de aço.

Descrição de Usinagem das Bronzinas de Alumínio:

Torno Multifuso V-42	-tornear flanges, diâmetro interno e externo, canal de óleo externo, facear canal <sub>etas</sub> , chanfro interno em ambos os lados, canal de separação e cortar;
Tornos V-2, V-20 V-23 e V-30	- realizam a mesma operação anterior;
Torno V-48	- chanfrar flanges e tornear diâmetro interno;
Torno V-18 e V-47	- facear bruto, tornear canal <sub>etas</sub> , chanfrar flange interno e diâmetro interno.
Torno V-44 e V-38	- furar, escarear dois furos de

de óleo e um de localização e furar duas bolsas de óleo.

- Desrebarbadeira - tirar rebarbas dos furos;
- Torno V-31 - facear acabado um dos lados, acabamento final num dos flanges;
- Torno V-28 - tornear acabado, diâmetro interno e externo, flange, e canaletas, facear;
- Galvanoplastia - Eletrodeposição;
- Inspeção da Eletrodeposição
- Inspeção Final
- Embalagem.

#### 4.4 USINAGEM DAS BRONZINAS OBTIDAS PELA FUNDIÇÃO HEAVY WALL

- CO-015 - serrar tubos;
- TO-010 - tornear diâmetro interno, facear;
- TO-015 - tornear diâmetro externo, facear, tornear primeiro e segundo encaixe;
- TO-010 - tornear primeiro e segundo encaixe, sangrar uma vez, quebrar cantos, diâmetro do cilo e distância entre flanges;
- LI-006 - lavar cascos;
- KA-23 - prensar arruelas de aço inferior no casco;
- KA-23 - montar macho e prensar arruelas de aço superior;
- FO-040 - fundir casco Heavy Wall, pelo processo de gravidade;
- LI-005 - limpar casco fundido com jatos de esferas; lixar cascos;
- TO-014 - facear os dois lados do casco fundido, retirando as arruelas de aço;
- FO-029 - aquecer casco fundido, com macho, na estufa;
- PR-007 - retirar macho de grafita do casco fundido;
- TO-016 - tornear diâmetro interno, facear;
- TO-015 - tornear diâmetro interno do flange, facear;

- TO-015 - cortar buchas;
  - TO-020 - tornear diâmetro externo, facear espessura do flange;
  - KB-108 - Estampa ML e data atual;
  - FU-003 - furar furo de óleo e localização;
  - FU-003 - escarear furo externo de óleo;
  - TO-020 - tornear canal de óleo no diâmetro interno;
  - FR-026 - fresar depósito de óleo;
  - FR-026 - fresar rebaixos nos flanges;
  - TO-020 - tornear espessura do flange e canaletas;
  - TO-020 - tornear chanfro no diâmetro interno e tor near diâmetro interno semi-acabado;
  - RE-009 - retificar diâmetro externo;
  - GA-003 - Estanhar;
  - TO-028 - tornear diâmetro interno (acabado);
  - GA-003 - Estanhar;
- Inspeção Final;  
Embalagem.

#### 4.5 USINAGEM DAS BRONZINAS OBTIDAS PELA FUNDIÇÃO

##### PAP

##### a) BRONZINAS COM FLANGES:

Após a fundição, a bucha é mandrilada no diâmetro interno, limpa com jatos de esferas, lixada, recebe tratamento térmico durante duas horas a 220°C. É torneado o diâmetro interno. No termo TO-003, tem-se o corte da bucha em anéis, sendo depois torneado o rebaixo ou canal, para obtenção da flange. Na prensa; os anéis são dobrados e curvados, seguido depois, as operações normais, isto é, chanfros, ressaltos, canais de óleo, entre outras.

##### b) BRONZINAS SEM FLANGES:

Após a fundição, as buchas seguem o seguinte roteiro de operações: corte em anéis, segmentos serrados, curvaturas, etc. Posteriormente, seguem as operações conven

cionais.

## 5. GALVANOPLASTIA:

### 5.1 GENERALIDADES:

A passagem de uma corrente unidirecional através de uma solução é associada com o movimento através dela de, partículas carregadas, denominadas íons. Os terminais por onde passa a corrente, são chamados eletrodos. Numa célula eletrolítica que recebe a corrente de uma fonte exterior, o ânodo é o eletrodo positivo e o cátodo, o negativo. Os íons que migram para o cátodo são os cátions, que tem cargas positivas; os íons que migram para o ânodo são os ânions, que tem cargas negativas. A solução é denominada eletrólito.

A eletrodeposição de cobre, e de outros metais, ocorre através de reações do tipo:



A peça na qual vai haver uma deposição é usada como cátodo de uma célula eletrolítica. A princípio, podemos dizer que a eletrodeposição é o inverso da corrosão, isto é, na eletrodeposição, o metal se deposita a partir da solução, enquanto que na corrosão, o metal se dissolve. A corrosão se dá no ânodo e a eletrodeposição, no cátodo.

Na Metal Leve, existem três linhas de eletrodepo<sup>si</sup>ção:

- Eletrodeposição em Metal Vermelho ( bronzinas sin<sup>ter</sup>izadas, fundidas);
- Eletrodeposição em Alumínio (bronzinas de alumi<sup>ni</sup>o);
- Estanhagem (bronzinas que utilizam ligas à base de chumbo e estanho).

## 5.2 ELETRODEPOSIÇÃO EM METAL VERMELHO

Esta eletrodeposição é de uma liga à base de chumbo, estanho e cobre, cuja espessura média, é em torno de 25 microns, dependendo do tipo da bronzina.

Primeiramente, ocorre o desengraxamento das peças provenientes da usinagem. Este tratamento se dá em uma máquina, onde a caixa contendo bronzinas é sucessivamente imersa em diversos tanques de percloroetileno. Após desengraxadas, as bronzinas são montadas em fornos de coluna, denominados palmelas. Estas, são fabricadas de resina apóxi, possuindo capa de PVC, em forma de meia cana, fixada à sua parte posterior. Na parte frontal há uma abertura para passagem de corrente e o ferro-ladrão para absorver correntes dispersas.

O processo se dá através das seguintes etapas:

1. Decapagem eletrolítica em solução de HCl concentrado,
2. Decapagem não eletrolítica em solução de HCl concentrado, à temperatura ambiente.
3. Lavagem em água, com turbilhonamento, para assegurar a não contaminação do banho seguinte.
4. Eletrodeposição de uma película de cobre à temperatura ambiente.
5. Lavagem em água.
6. Eletrodeposição de uma camada de níquel. A solução é preparada com cloreto de níquel ( $\text{NiCl}_2$ ), sulfato de níquel ( $\text{NiSO}_4$ ) e ácido bórico (ph- 2,5 a 3,5). Esta camada atua como barreira, impede a difusão de estanho da liga anti-fricção para a liga sinterizada.
7. Lavagem em água.
8. Eletrodeposição de uma camada espessa de liga trimetálica (P-77). É feita em uma solução de:

Fluorborato de cobre  $\text{Cu}(\text{BF}_4)_2$

Fluorborato de estanho  $(\text{BF}_4)_2\text{Sn}$

Ácido fluorbórico  $\text{HBF}_4$

Resorcina

Gelatina

A composição da liga P-77 é:

Cu 2 - 3%; Sn 9 - 12%; Pb, restante.

9- Lavagem em água.

10- Eletrodeposição de uma fina camada de liga P-78, sobre as superfícies internas e externas, para proteção das bronzinas. Isto é possível, já que na anterior eletrodeposição foi retirada a capa de PVC.

A liga P-78 tem a seguinte composição:

Pb 90% ; Sn 10%

11- Lavagem a frio, depois a quente ( $98^\circ\text{C}$ ).

12- Secagem a vapor.

Após essa operação, as bronzinas são retiradas das palmelas e inspecionadas quanto à camada eletrodepositada, como também à sua espessura.

### 5.3 ELETRODEPOSIÇÃO EM ALUMÍNIO:

Também nesta eletrodeposição, as peças montadas em palmelas são imersas em vários tanques, conforme a sequência.

1- Desengraxamento em percloroetileno.

2- Decapagem e desengraxamento em solução alcalina de hidróxido de sódio, a  $80^\circ\text{C}$ . Esta decapagem visa retirar os óxidos de alumínio. A solução contém ainda metassilicato de sódio, carbonato de sódio e tripolifosfato de sódio.

3- Lavagem em água.

4- Decapagem em solução de: ácido crômico 10g/l.

ácido fluorídrico 1g/l

ácido sulfúrico 2g/l,

à temperatura ambiente. Tem como função atacar a superfície das peças, ativando-as para receber boa aderência nas eletrodeposições.

5- Lavagem em água.

6- Decapagem em solução de ácido nítrico concentrado e 50% de água, à temperatura ambiente.

7- Lavagem em água.

8- Zincagem não eletrolítica. Trata-se de uma deposição de uma camada de zinco, por imersão das palmelas no banho, com agitação, à temperatura ambiente. O banho tem a seguinte composição:

Sulfato de zinco 15g/l

Soda cáustica 15g/l

Cianeto de sódio 15g/l

Sulfato de cobre 15g/l

O cianeto presente atua como anti-oxidante e o zinco permite que a próxima camada depositada tenha boa aderência à superfície.

9- Lavagem em água

10- Decapagem em solução de  $\text{HNO}_3$  concentrado e 50% de água à temperatura ambiente.

11- Zincagem, com agitação, em banho com composição igual à primeira.

12- Lavagem em água

13- Eletrodeposição de uma fina camada de cobre, a  $35-45^\circ\text{C}$ .

A composição do banho é seguinte:

Cianeto de cobre 40-50g/l

Cianeto livre 2-g/l

Carbonato de sódio 15-40g/l

Sal de rochelle 40-60g/l

Neste banho é muito importante o ph, deve estar entre 9,5 e 10,5. Caso ele seja maior, pode dissolver a camada de zinco.

14- Lavagem em água

15- Eletrodeposição de uma camada de níquel. É realizada a frio em banho cuja composição é a mesma daquela utilizada na linha de metal vermelho, variando somente nas quantidades que são um pouco maiores.

16- Lavagem em água

17- Eletrodeposição de liga P-77, que é a principal camada

anti-fricção.

18- Lavagem em água

19- Eletrodeposição da liga P-78 (composição idêntica à da eletrodeposição em metal vermelho).

20- Lavagem, desmontagem e inspeção.

As bronzinas com flange são enviadas para usinagem final, retornando depois para tratamento em banho de chumbo de (solução de fluorsilicato de chumbo), à temperatura ambiente, durante 2 minutos.

As bronzinas sem flange sofrem tratamento em banho de chumbo logo após a eletrodeposição da liga P-78. Este banho visa proteger a região em que o alumínio fica exposto.

#### 5.1 ESTANHAGEM

É feita em bronzinas, buchas e arruelas obtidas a partir de ligas de metal branco. Tem como objetivo a proteção de aço contra oxidação.

Antes da estanhagem, as peças passam por duas etapas: lavagem, para retirar o óleo da usinagem; tamboreamento, onde as peças são colocadas em uma máquina vibratória, juntamente com pastilhas de alumínio, atuando como abrasivos e fazem a rebarbação das peças. Depois são secadas a vapor.

O processo de estanhagem começa quando as peças são dispostas em uma cesta adaptada a um dispositivo automático, de modo que são imersas em vários tanques.

1- Desengraxamento eletrolítico, à temperatura ambiente, em solução de metassilicato de sódio, soda cáustica e detergente à base de tripolifosfato de sódio.

2- Lavagem em água

3- Decapagem em solução de  $H_2SO_4$  - 10% e HCl, à temperatura ambiente.

4- Lavagem em água



5- Eletrodeposição de estanho. Esta estanhagem é feita em solução de estanato de sódio 55-75g/l, soda cáustica 5,5-7,5g/l.

6- Lavagem final em bicromato de sódio (banho passivador) e metassilicato de sódio.

7- Secagem a quente.

Após a estanhagem as peças são enviadas à Inspeção Final, à exceção de algumas buchas que retornam para a usinagem, a fim de brochar o diâmetro interno e o encosto, seguindo depois para a Inspeção Final.

## 6. INSPEÇÃO FINAL

Existem dois tipos: o visual e o dimensional.

A inspeção dimensional é feita por amostragem, observando-se larguras, espessuras, diâmetro dos furos, canal de óleo, etc. Para cada peça da amostragem são preenchidos formulários de controle. O número de amostras são retiradas de acordo com uma tabela, que depende do número de peças. Esta tabela fornece o número máximo de peças defeituosas. Baseada no número de peças da amostra. Caso o número de peças defeituosas exceder este número pré-fixado, o número de amostras será triplicado e a tabela fornecerá a tolerância do número de peças defeituosas. Se exceder novamente, o lote será refugado e a seção responsável será comunicada para tomar as providências.

Após a inspeção dimensional, é feita uma inspeção final, onde um inspetor retira manualmente possíveis rebarbas e verificará a existência de defeitos, separando-as de acordo com o tipo.

Após a inspeção do lote, é emitido um relatório de refugos.

## 7. EMBALAGEM

Existem quatro tipo de embalagens:

- 1- Peças de montagem (medida standard), destinadas às indústrias automobilísticas; são embaladas em grandes quantidades pelo processo Shrink.
- 2- Peças de reposição (medida standard e submedidas). Embaladas por jogo completo.
- 3- Peças para atacado (submedidas ) para motores retificados. Embaladas por jogo completo.
- 4- Peças para exportação (medida standard e submedidas). Embaladas por jogo completo.

#### IV- BUCHAS

Processo Convencional;

Cortar tiras;

Estampar;

Furar;

Recortar contorno;

Estampar;

Pré-curvar;

Fechar.

OBS: Para cada uma dessas operações é necessário uma montagem diferente, sendo gasto um tempo excessivo (Processo G. DIE Sênior).

Carimbar;

Estampar furo;

Cortar comprimento;

Pré-curvar;

Fechar.

OBS: Neste processo, todas as operações são realizadas na prensa de matriz progressiva (Processo E.DIE).

Após a realização de um desses processos, a peça poderá passar pelas seguintes operações:

PR-40

- calibrar;

PR-41, PR-15 - cunhar;  
CH-17 - chanfrar diâmetro externo e interno,  
facear lados;  
FU-41 - furar;  
MA-08, MA-07 - mandrilar diâmetro externo;  
RE-58 - retificar diâmetro externo;  
Inspeção Final.

Durante o desenrolar do processo, a peça é inspeccionada após cada operação dimensionalmente.



São Paulo, 19 de fevereiro de 1982

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que JOSÉ CORDEIRO DOS SANTOS, portador da carteira profissional nº 22282 série 312, cumpriu estágio nesta Empresa no período de 18.01.82 a 19.02.82, perfazendo um total de 216 horas.

Durante este período o estudante desenvolveu estágio nas Fábricas de Pinos, Pistões e Bronzinas; realizou visitas técnicas à Thyssen Huller Ltda. e Metal Leve Gould - Produtos Sinterizados.

Nada consta em nossos arquivos que possa desaboná-lo.

Atenciosamente

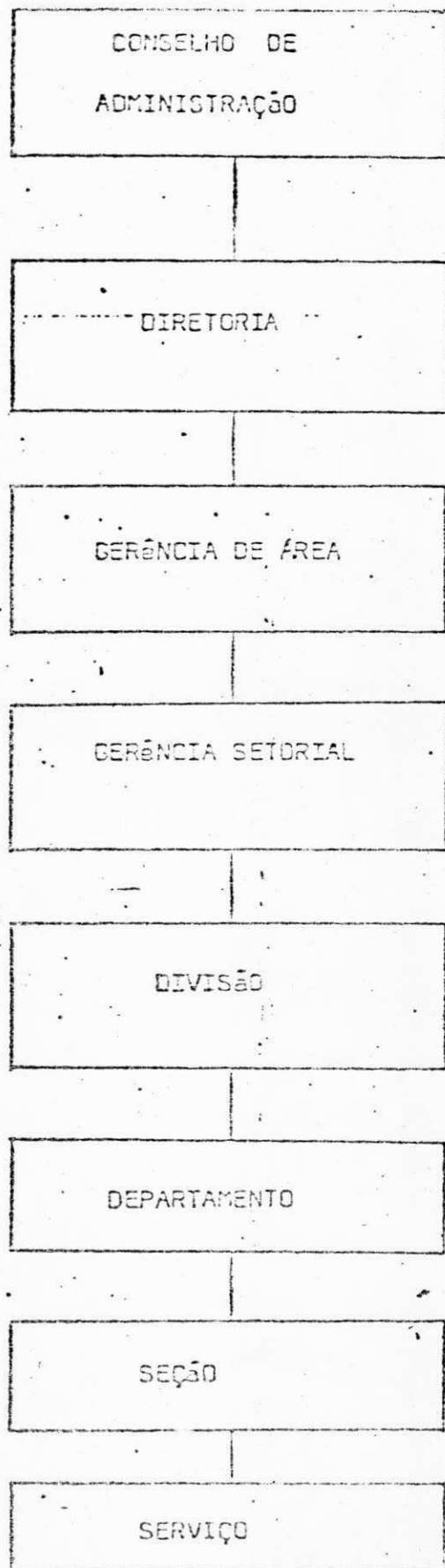
Cláudio E. Ferraz  
Ger.Des.Rec.Humanos

Maria Izilda de Oliveira  
Deptº Trein.Des.de Pessoal

CEF/mabs.

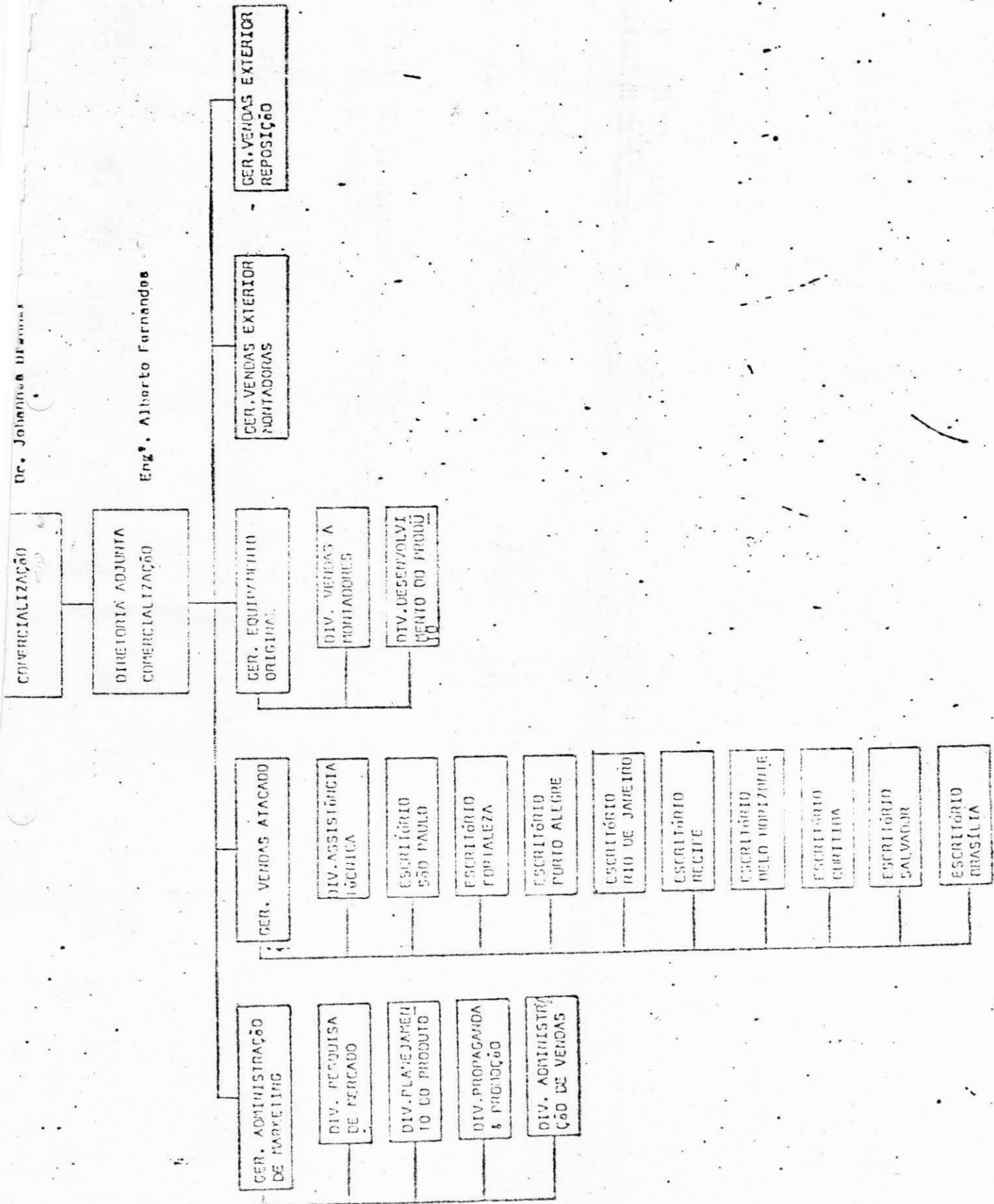
RUA BRASÍLIO LUZ, 535 — 04746 São Paulo, SP — FONE: (011) 522-7011  
CORRESPONDÊNCIA: Caixa Postal 6567 — 01000 São Paulo, SP  
TELEGRAMAS: METALEVE São Paulo — TELEX: 011-21798 e 011-22819

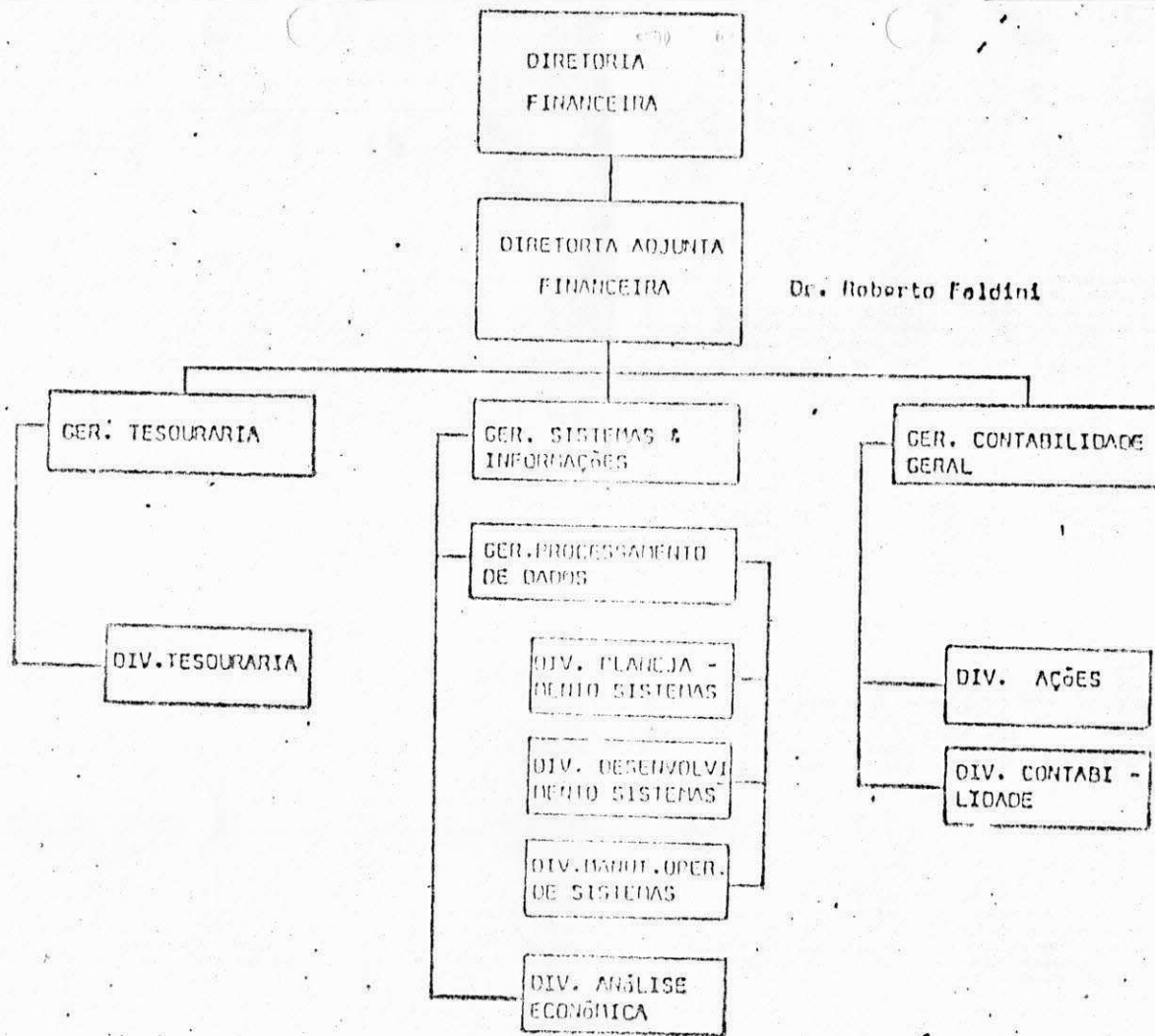
72



Dr. Johannes Blum

Eng. Alberto Fernandes

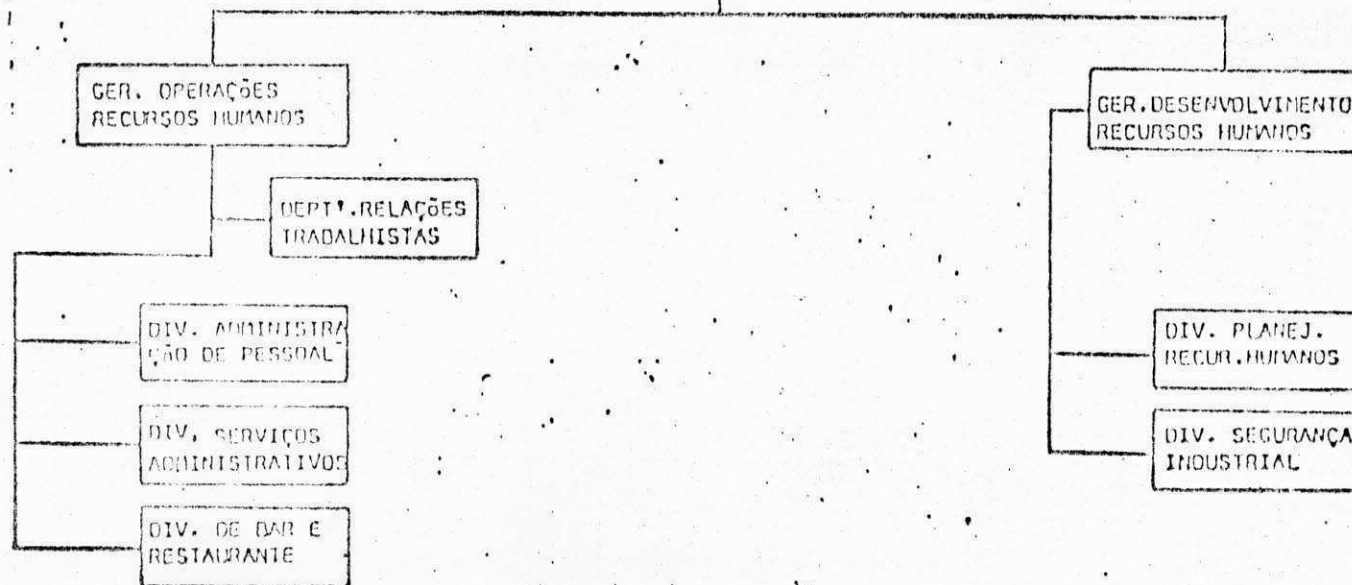




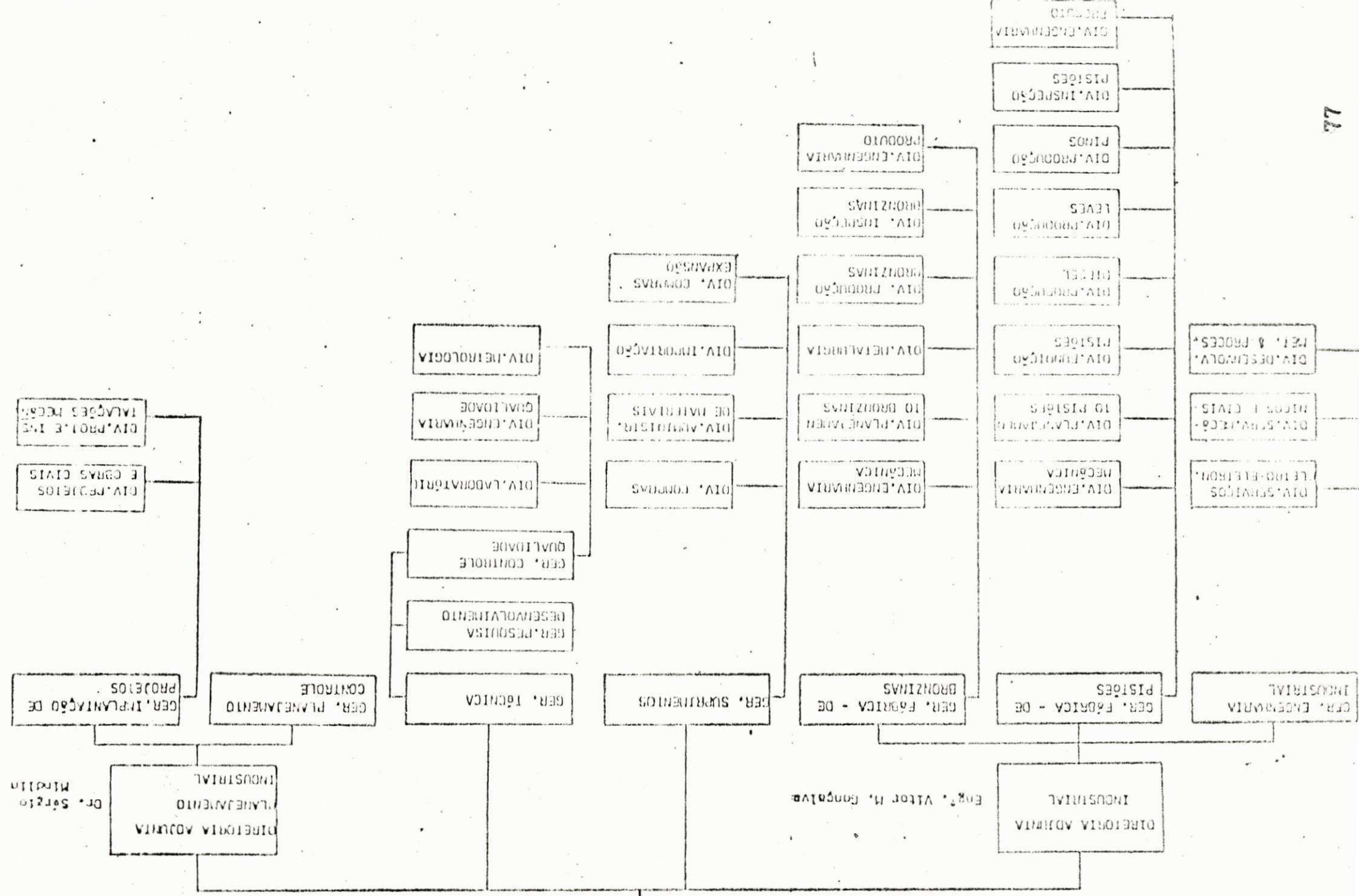
Anexo IV

DIRETORIA  
RECURSOS HUMANOS

Dr. Luiz Antonio Franco

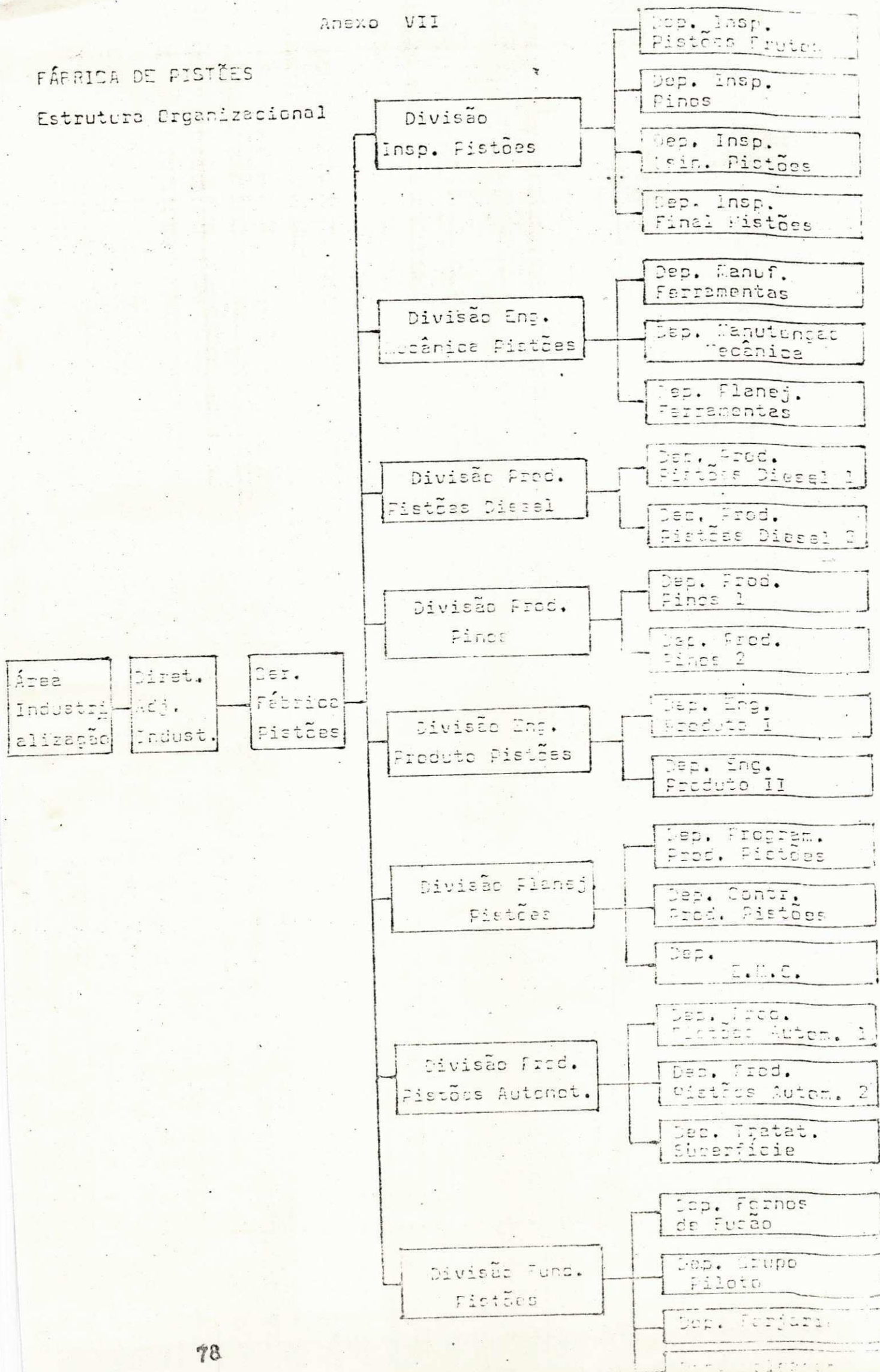






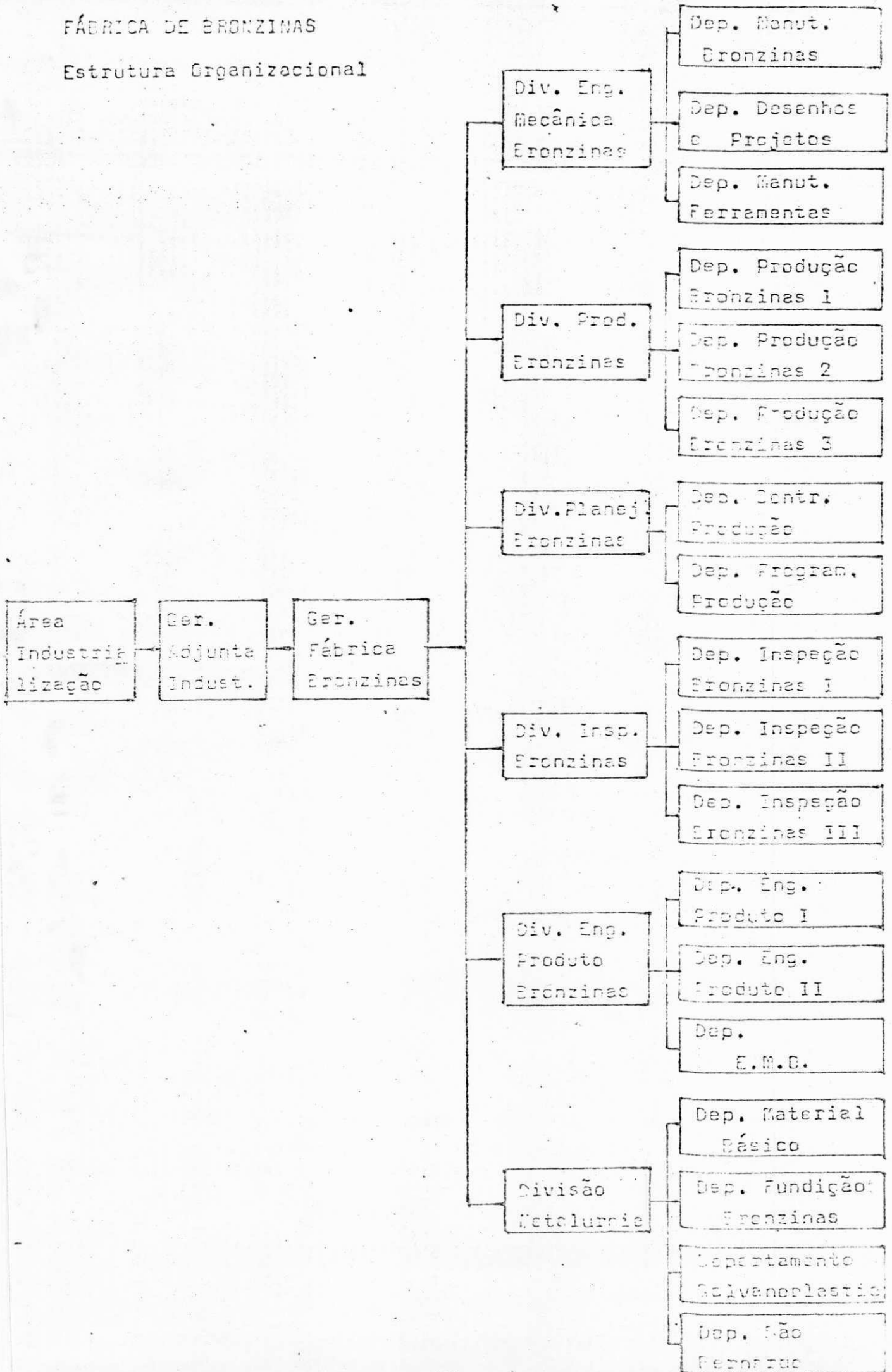
# FÁBRICA DE PISTÕES

## Estrutura Organizacional



FÁBRICA DE BRONZINAS

Estrutura Organizacional



FUNDIÇÃO HEAVY WALL

