

A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente relatório descreve as atividades vividas no Estágio de Férias da Metal Leve S/A. Ind. e Com., durante o período de 19 de janeiro a 20 de fevereiro de 1981. Este estágio é oferecido a estudantes de Engenharia Mecânica e Engenharia Metalúrgica de diversas escolas de nível superior do país.

O estágio contou com a participação de 34 estudantes, sob à coordenação de monitores. O estágio desenvolveu-se nas áreas de Pistões, Bronzinas, Pinos e Laboratórios. Contou ainda com vasto recurso didático, através de relatórios, filmes, cursos e avaliações semanais. A declaração do estágio encontra-se no Anexo I.

A coordenação esteve a cargo do Departamento de Recursos Humanos, que acolheu com grande receptividade os estagiários, tanto no tocante à orientação técnica como na assistência aos mesmos.



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

S U M Á R I O

Sobre a Empresa.....	3
Introdução.....	5
I - Fábrica de Pistões.....	6
1. Estrutura Organizacional.....	6
2. Produtos.....	6
3. Material.....	6
4. Processo de Produção.....	6
5. Divisão de Eng. do Produto.....	7
5.1 Atividades do Dep. Eng. do Produto I	7
5.2 Atividades do Dep. Eng. do Produto II	9
6. Divisão Eng. Mecânica - Pistões	10
6.1 Dep. de Manufatura de Ferramentas.....	11
6.1.1 Ferramentaria.....	11
6.1.2 Coquilharia.....	12
6.1.3 Afição de Ferramentas.....	12
6.1.4 Lapidção de Diamantes.....	13
6.2 Dep. de Planejamento de Ferramentas.....	13
6.2.1 Almoxarifado RE-7.....	13
6.2.2 Depósito de Ferramentas.....	13
7. Divisão de Fundição de Pistões.....	14
7.1 Introdução.....	14
7.1.1 Generalidades.....	14
7.1.2 Temperatura no Pistão.....	14
7.1.3 Materiais dos Pistões.....	15
7.1.4 Desgastes dos Pistões.....	16
7.2 Linha de Fundição.....	16
7.2.1 Fluxograma de Produção.....	16
7.3 Tratamento da liga líquida.....	19
7.3.1 Escorificação.....	19
7.3.2 Desgaseificação e Desoxidação.....	19
7.3.3 Modificação ou Refino.....	20
7.4 Tratamento Térmico.....	20
7.4.1 Solubilização.....	21
7.4.2 Precipitação.....	21
7.4.3 Alívio de Tensões.....	22
7.5 Forjaria.....	22
8. Divisão de Usinagem de Pistões.....	23
8.1 Introdução.....	23
8.2 Divisão de Prod. de Pistões Automotivos Leves..	24
8.2.1 Dep. de Pistões Automotivos Leves I	24
8.2.2 Dep. de Pistões Automotivos Leves II	25

8.3	Divisão de Produção de Pistões Diesel.....	29
8.3.1	Dep. de Usinagem de Pistões Diesel I.....	29
8.3.2	Dep. de Usinagem de Pistões Diesel II....	29
8.4	Tratamento de Superfície.....	33
8.4.1	Lavagem.....	33
8.4.2	Grafitagem.....	33
8.4.3	Estanhagem.....	34
8.4.4	Chumbagem.....	34
8.4.5	Fosfatização.....	34
8.4.6	Anodização.....	34
8.5	Inspeção.....	35
8.5.1	Inspeção de Pistões em Bruto.....	35
8.5.2	Inspeção de Usinagem.....	36
8.5.3	Inspeção Final de Pistões.....	36
9.	Divisão de Produção de Pinos.....	38
9.1	Introdução.....	38
9.2	Generalidades.....	38
9.3	Processo Produtivo.....	38
9.3.1	Processo de Usinagem Convencional.....	38
9.3.2	Processo "Cold-Former".....	40
9.4	Porta-anéis.....	44
9.4.1	Generalidades.....	44
9.4.2	Processo Produtivo.....	44
9.5	Chapas Auto-térmicas.....	45
9.5.1	Generalidades.....	45
9.5.2	Processo Produtivo.....	45
9.6	Centro de Tratamento Térmico.....	47
9.6.1	Tratamento Térmico de Pinos.....	47
9.6.2	Processamento dos Tratamentos Térmicos...	47
9.6.3	Expedição de Cargas de Pinos.....	51
II	- Fábrica de Bronzinas.....	52
1.	Estrutura Organizacional.....	52
2.	Divisão de Engenharia do Produto.....	52
2.1	Atividades do Depto. de Eng. Produto I.....	52
2.1.1	Assistência à Produção.....	52
2.1.2	Alteração de Processo.....	52
2.1.3	Ferramentas de Corte.....	52
2.1.4	Assistência ao Cliente.....	52
2.2	Atividades do Depto. de Eng. Produto II.....	52
3.	Bronzinas.....	53
3.1	Definição.....	53
3.2	Desempenho de Bronzinas.....	53
3.3	Ressalto de Localização.....	54

3.4	Canais de Óleo.....	54
3.5	Flange.....	54
3.6	Velocidade.....	54
3.7	Condições de Limpeza.....	54
3.8	Temperatura.....	54
3.9	Materiais de Bronzinas.....	55
4.	Sinterização.....	55
4.1	Fabricação do Pó.....	56
4.2	Laminação na Metal Leve.....	57
4.3	Processos de Sinterização.....	59
4.3.1	Liga cobre-chumbo.....	59
4.3.2	Bronzinas de estanho.....	59
4.3.3	Babbitt à base de estanho.....	62
4.3.4	Babbitt à base de chumbo.....	62
4.3.5	Liga Alumínio-estanho.....	65
4.3.6	Liga Alumínio-silício-cádmio.....	65
4.3.7	Tratamento Térmico.....	67
5.	Bronzinas Fundidas.....	68
5.1	Fábrica de Granulado.....	68
5.2	Fundição Pap.....	69
5.3	Fundição Heavy Wall.....	70
6.	Usinagem de Bronzinas.....	71
6.1	Processo de Fabricação de Bronzinas s/Flanges..	71
6.2	Processo de Fabricação de Bronzinas c/Flanges..	72
6.3	Bronzinas de Alumínio.....	73
6.4	Buchas e Arruelas.....	74
6.5	Processo Heavy Wall.....	75
6.6	Processo Pap.....	76
6.6.1	Processo Pap - Bronzinas c/ flanges.....	76
6.6.2	Processo Pap - Bronzinas s/ flanges.....	77
7.	Galvanoplastia.....	77
7.1	Generalidades.....	77
7.2	Eletrodeposição em Metal Vermelho.....	78
7.3	Eletrodeposição em Alumínio.....	79
7.4	Estanhagem.....	81
8.	Inspeção Final.....	82
9.	Embalagem.....	83
	ANEXOS.....	84
	Conclusão.....	94

SOBRE A EMPRESA:

A Metal Leve S/A. Indústria e Comércio, fundada em 1950, produz uma linha completa de pistões, pinos, bronzinas, buchas e arruelas para motores de combustão interna, utilizados na fabricação de automóveis, caminhões, motocicletas, tratores, aviões, equipamentos agrícolas, equipamentos de construção, locomotivas Diesel, bombas, compressores, motores marítimos e estacionários. Com essa fabricação de produtos de alta precisão em grandes séries, contribuiu para a consolidação da qualidade do produto nacional. Com o Centro de Tecnologia, a Metal Leve adquiriu autocapacitação para desenvolvimento de novos produtos e processos.

A empresa situa-se numa área de 85.555 m² em Santo Amaro, com 65.864 m² de área construída. Em São Bernardo do Campo, conta com uma área de 71.520 m² e 12.007 m² de área construída, onde está sendo implantada a fábrica de bronzinas, que será totalmente deslocada para aquela localidade.

Com um capital aberto de Cr\$ 1.640.000.000,00, seu faturamento no ano de 1.980 foi de Cr\$ 7.099.429.000,00, com uma exportação de U\$ 23.000.000, produzindo naquele ano 10.072.393 pistões e 76.505.181 bronzinas.

Em Indaiatuba, São Paulo, está instalada a Metal Leve Gould Produtos Sinterizados Ltda., empresa coligada com a Gould Inc., dos Estados Unidos, fabricando produtos que utilizam tecnologia da metalurgia do pó. A Thyssen 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 empresa se dá de acordo com o Anexo II. Nos anexos III, IV, V e VI, tem-se a estrutura das áreas de comercialização, financeira, recursos humanos e industrialização.

O Conselho de Administração assim está formado:

José E. Mindlin - Presidente

A. Buck

A. Jacob Lafer

Aldo B. Franco

Celso Lafer

H. Horácio Cherkasski

M. Gabriela Gleich

INTRODUÇÃO:

O estágio desenvolveu-se no acompanhamento do processo produtivo da empresa:

- Fábrica de Pistões: pistões, pinos e arruelas;
- Fábrica de Bronzinas: bronzinas e buchas.

Na Fábrica de Pistões, desde a Fundição de Pistões, Tratamento Térmico de Pistões, Usinagem de Pistões, Inspeção; Extrusão de Pinos, Usinagem de Pinos, Tratamento Térmico de Pinos, Inspeção.

Na Fábrica de Bronzinas, Fabricação do Pó, Sinterização, Laminação, Fundição de Bronzinas, Usinagem de Bronzinas, Tratamento Térmico de Bronzinas, Galvanoplastia, Inspeções.

Além disso contou com visitas a empresas coligadas (Metal Leve Gould Produtos Sinterizados Ltda. e Thyssen Hueller Ltda.); palestras sobre a empresa, Segurança Industrial e áreas visitadas; cursos de condicionamento de motores e lubrificação industrial; visitas ao Centro de Tecnologia, especificamente aos laboratórios químico, metalúrgico (fotografia, fotoelasticidade, microscopia, metalografia, eletrônica), unidade de testes mecânicos, etc.

I FÁBRICA DE PISTÕES

1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL:

A estrutura organizacional da Fábrica de Pistões está disposta, segundo o Anexo VII.

2. PRODUTOS:

A Fábrica de Pistões produz os seguintes produtos:

- Pistões
- Pinos
- Chapas para controle de dilatação do pistão (chapas auto-térmicas).
- Porta-anéis
- Plugues e elementos fixadores (arruelas lisas e arruelas de pressão).

3. MATERIAL:

Pistões: produzidos em liga de alumínio, cuja composição química e propriedades devem obedecer à norma Metal Leve nº EM-041 (EM - Especificação do material).

Pinos: produzidos em aços SAE 5115, SAE 4320 e SAE 8620.

Chapas auto-térmicas: produzidas a partir de aço SAE 1008.

Porta-anéis: liga de ferro-níquel, com denominação de NI-RESIST (EM-7).

Plugues: aço para válvulas (EM-42).

4. PROCESSO DE PRODUÇÃO:

Pistões: são usinados a partir de pistões brutos, os quais podem ser fundidos ou forjados.

Pinos: são usinados ou extrudados a frio.

Chapas auto-térmicas: são estampadas.

Porta-anéis: são usinados a partir de buchas (ou porta-anéis brutos), fornecidos por terceiros, eventualmente

te importados.

Plugues: podem ser usinados a partir de plugues em bruto forjados por terceiros, eventualmente importados.

5. DIVISÃO DE ENGENHARIA DO PRODUTO:

A Divisão de Engenharia do Produto está dividida em:

- Departamento de Engenharia do Produto I e
 - Departamento de Engenharia do Produto II,
- os quais, passaremos a analisar suas atividades.

5.1 Atividades do Depto. de Eng. do Produto I:

Quando um cliente entra em contato com a empresa, através da Área Comercial, as Divisões de Vendas emitem formulários denominados OP - Orçamento de Pistões, ou EOP - Orçamento de Pistões para Exportação. Tais formulários são encaminhados à Eng. do Prod. I, para que esta dê início à elaboração do orçamento. A responsabilidade da Eng. do Produto I é a de coletar dados, tais como: produtos, material, processo de produção, tratamentos térmicos necessários, tratamentos superficiais, etc.

Em seguida, é preparada uma sequência de operações de usinagem, que, futuramente, receberá o nome de Plano de Trabalho. Nesta etapa relaciona-se:

- operações de usinagem necessárias para chegar-se à peça final acabada, partindo-se do pistão bruto;
- escolha da linha de usinagem mais adequada ao pistão em função de sua geometria, material e quantidades a serem produzidas;
- indicação das máquinas a serem utilizadas e respectivas quantidades;
- descrição das ferramentas de usinagem e dispositivos de fixação necessários, bem como o peso dos mesmos.

Terminada a etapa "dados básicos", os formulários OPs e EOPs são encaminhados à Divisão Planejamento de Pistões, onde a todos os itens relacionados serão acrescentados os tempos-padrão para execução da operação descrita.

Em seguida, os OPs/EOPs são enviados à área financeira onde serão custeadas todas as operações, materiais, etc. Finalmente, a área financeira devolve o orçamento à área comercial para que esta determine o preço de venda do produto.

Uma vez aprovado pelo cliente o orçamento apresentado pela Metal Leve, tem início a fase de execução de amostras dos produtos. É estabelecido através da Divisão Planejamento de Pistões um cronograma de trabalhos, o qual estabelece as seguintes etapas:

- projeto do produto;
- projeto de ferramental para execução do produto;
- execução do ferramental;
- inspeção e liberação do ferramental;
- execução dos pistões brutos;
- inspeção dos pistões brutos;
- usinagem dos produtos acabados;
- inspeção dos produtos acabados.

O Departamento de Engenharia do Produto I participa das duas primeiras etapas:

Projeto do Produto - embora a maioria dos clientes já forneça seus próprios desenhos, há necessidade de que os setores produtivos possuam desenhos de produtos elaborados dentro de próprias normas, com as adaptações que se fizerem necessárias;

Projeto de Ferramental - Fundição, Forjaria e ferramental para execução de chapas auto-térmicas.

5.2 Atividades do Depto. de Eng. do Produto II:

As outras etapas, ou seja:

- Projeto de Ferramental de Usinagem;
- Projeto de Dispositivos de Fixação;
- Elaboração do Plano de Trabalho (ou sequências de operações de usinagem);
- Elaboração das Folhas de Operação: cada operação é detalhada em um único desenho, existindo tantas folhas de operações, quantas forem as operações constantes no Plano de Trabalho.

No caso em que o cliente não dispõe de desenhos do produto, são elaborados em conjunto com a área de Pesquisas, a qual, partindo de modelos matemáticos ou físicos, procura determinar o comportamento do produto quando em funcionamento. Para isto, dispõe de equipamentos próprios para simulação das condições de funcionamento do motor. Nestes casos, o produto, após execução de amostras, deverá ser testado em bancos de provas na Metal Leve ou no cliente, para que seja feita uma avaliação crítica do seu comportamento real em relação ao exigido, para as devidas ações corretivas, quando necessárias.

Outro tipo de atividade desempenhada pela Eng. do Prod. I, diz respeito à modificação de produtos já existentes com a finalidade de aprimorar seu desempenho, solucionar problemas não previstos pelo cliente ou facilitar a produção. A execução de uma modificação obedece praticamente ao mesmo esquema visto para produto novo:

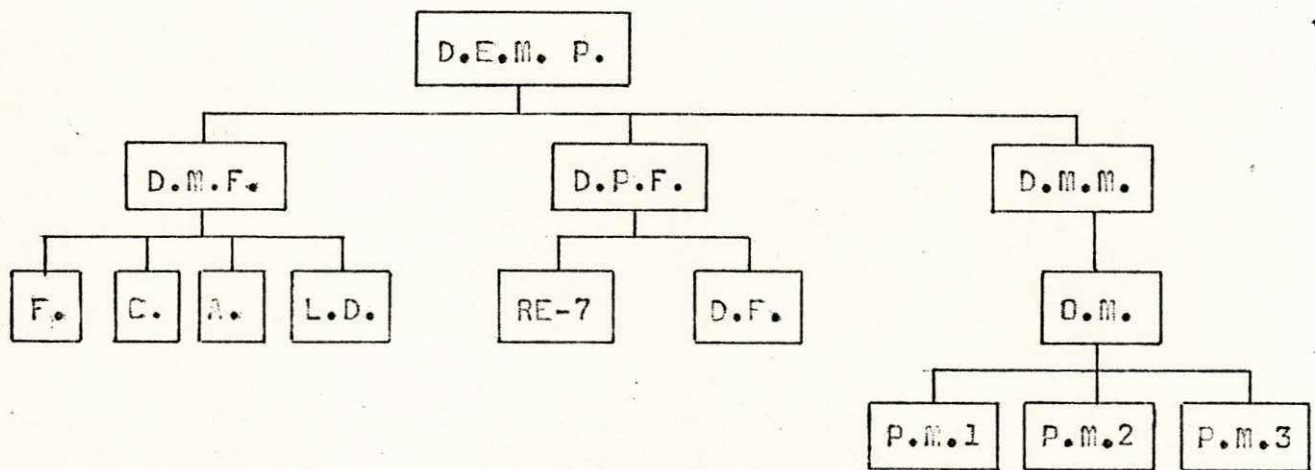
- novo orçamento para avaliação do custo de modificação;
- alteração de desenhos do produto;
- alteração de desenhos do ferramental;
- alteração de ferramental;
- produção do produto modificado.

Cabe ainda à Eng. do Produto I, eventualmente com a área de Pesquisas, analisar casos de produtos danificados em funcionamento, emitindo um parecer técnico sobre o ocorrido, onde são utilizados todos os recursos de laboratório disponíveis na empresa.

6. DIVISÃO ENGENHARIA MECÂNICA - PISTÕES:

A Divisão Engenharia Mecânica - Pistões é uma das várias divisões subordinadas à Gerência da Fábrica de Pistões. Na realidade, é considerada uma auxiliar às linhas de produção, tendo uma vital importância dentro da fábrica, influenciando diretamente na produtividade e qualidade dos produtos.

Esta Divisão tem atualmente cerca de 280 empregados, distribuídos nos seus diversos setores, obedecendo ao seguinte organograma:



Descrição:

Subordinada à divisão, temos três departamentos, ou sejam:

- Departamento de Manufatura de Ferramentas, subdividido em quatro setores: Ferramentaria, Coquilharia, Afição de Ferramentas e Lapidação de Diamantes;
- Departamento de Planejamento de Ferramentas, controlando dois setores: Almoxarifado RE-7 e o Depósito de Ferramentas;
- Departamento de Manutenção Mecânica, com uma Oficina Me-

cânica e três Postos de Manutenção, localizados juntos às linhas de produção.

A seguir vamos ver o que é, o que faz, e como trabalha cada departamento e os respectivos setores:

6.1 Departamento de Manufatura de Ferramentas:

É o departamento encarregado da elaboração e fabricação de todo o ferramental e ferramentas usadas nas áreas de produção.

Esse departamento tem sobre si a responsabilidade de fabricar e suprir as áreas produtivas com um ferramental de boa qualidade, pois é da qualidade e precisão do ferramental que obtém-se uma boa produtividade e boa qualidade do produto.

Este departamento possui quatro setores distintos:

6.1.1 Ferramentaria:

É o setor encarregado de fabricar o ferramental (estampos de corte, dispositivos auxiliares, bobradores, eixos copiadores, etc.) para as áreas de produção.

A ferramentaria recebe um pedido para execução de determinado ferramental do D.P.F., e executa este pedido conforme a programação.

Depois de pronto, o ferramental vai para a Metrologia, onde é inspecionado e se estiver de acordo com os padrões especificados, é aprovado e liberado para as áreas produtivas.

Para a fabricação deste ferramental, esse setor conta com diversas máquinas de diversos tipos, ou sejam: tornos, fresadoras, retíficas, plainas, serras, furadeiras, afiatrizes, etc., além de bancada para ajustagem e acabamento das peças ali produzidas.

6.1.2 Coquilharia:

É o setor encarregado de fabricar as ferramentas utilizadas para a moldagem do pistão, quer sejam para pistões fundidos ou forjados, sendo as coquilhas e machos para pistões fundidos e matrizes para pistões forjados. Esse setor é responsável também por executar manutenção e efetuar correções em coquilhas, quando estas apresentarem problemas que são refletidos nos produtos gerados pelas mesmas.

O D.P.F. solicita através de um pedido, de acordo com um cronograma de estimativas de produção e a Coquilharia executa a fabricação desse ferramental. Após o término do ferramental (coquilhas, machos e matrizes) é feita uma análise dimensional e a peça é testada; se estiver dentro das especificações é liberada para as áreas de produção.

Para a fabricação dessas coquilhas, machos e matrizes, o setor conta com diversas máquinas como: tornos, fresadoras, plainas, serras, furadeiras, retíficas, etc., e um conjunto de bancadas onde são feitos os ajustes e acertos finais.

6.1.3 Afiação de Ferramentas:

Este setor cuida basicamente da fabricação e reafiação de ferramentas de corte, usadas na usinagem de pistões.

Da mesma forma que nos setores anteriores, o D.P.F., de acordo com uma estimativa de consumo, solicita a este setor a execução de ferramentas e a afiação executa este pedido. É feita uma inspeção nessas ferramentas e posteriormente são liberadas para as áreas produtivas, ou são estocadas aguardando entrarem na produção.

Para a fabricação e reafiação dessas ferramentas, o setor possui equipamentos adequados, tais como:

retíficas, afiatrizes, fresadoras, tornos, plainas, etc., todo este equipamento aliado a uma boa coordenação de trabalho dão a essas ferramentas a qualidade necessária, aumentando sua vida útil.

6.1.4 Lapidação de Diamantes:

Este setor executa a fabricação de ferramentas de diamante usadas em operações de acabamento, geralmente na região dos anéis dos pistões, furos dos pinos, onde se faz necessário um alto grau de acabamento.

6.2 Departamento de Planejamento de Ferramentas:

Responsável pelo planejamento e programação da execução de ferramentas a partir das necessidades das áreas de produção. O mesmo faz uma preparação, onde especifica o material, as operações e estima as horas de trabalho necessários à produção destas ferramentas.

Devido à necessidade e importância deste departamento no sentido de que as linhas de produção não parem por falta de ferramentais, faz com que este departamento tenha um controle rígido sobre os estoques, tanto de matérias primas como de ferramentas acabadas. Por isto, o departamento tem sob sua responsabilidade dois setores:

- Almoxarifado RE-7 e
- Depósito de Ferramentas.

6.2.1 Almoxarifado RE-7:

É o almoxarifado de matérias primas, empregadas na execução de ferramentas e peças de máquinas. Neste setor o controle é feito por meio de estoque mínimo, a fim de que os estoques possam sempre suprir as necessidades dos pedidos efetuados.

6.2.2. Depósito de Ferramentas:

Neste depósito é feito o controle de estoques das ferramentas de maneira periódica.

7. DIVISÃO DE FUNDIÇÃO DE PISTÕES:

7.1 Introdução:

O pistão, entre suas diversas partes, distingue-se duas:

- 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.

7.1.1 Generalidades:

Num motor à combustão interna, o pistão tem uma triplíce função:

- constitui uma parede móvel da câmara de combustão, permitindo, assim, uma variação no volume da câmara;
- recebe a pressão dos gases e transmite à biela;
- forma um conjunto que permite transmitir a componente horizontal da força dos gases, devido à inclinação da biela, para as paredes do cilindro.

7.1.2 Temperatura no Pistão:

A cabeça do pistão se aquece mais do que as paredes do cilindro, que são resfriadas por água; a temperatura da cabeça é maior do que a do corpo e por este motivo, a mesma é construída com diâmetro menor que o do corpo. Entretanto, como o pistão deve ter diâmetro menor que o cilindro, o mesmo não é capaz, sozinho, de dar uma boa estanqueidade para os gases, razão pela qual se faz necessário o uso de anéis, que são dispostos em ranhuras usinadas no pistão.

O calor absorvido pela cabeça do pistão é dissipado:

- através dos anéis para as paredes do cilindro;
- através do óleo de lubrificação e do ar debaixo do pistão;
- através do corpo do pistão, em contato com as paredes do cilindro.

Em experiências realizadas, verificou-se a maior parte de calor dissipado pelo pistão se dá através dos anéis, onde o primeiro deles é o mais solicitado. Em face do calor dissipado através dos anéis, o calor carregado pelo óleo e ar debaixo do pistão, pode ser desprezado (menos de 10%).

A espessura da cabeça do pistão se constitui uma grande problema, pois dela irá depender o peso do pistão e ao mesmo tempo a transferência de calor para a circunferência externa.

7.1.3 Materiais dos Pistões:

Um material para ser utilizado em pistões deve atender às seguintes condições:

- a. boa resistência mecânica
- b. dureza relativa
- c. alto coeficiente de condutividade térmica
- d. pequeno peso específico
- e. baixo coeficiente de dilatação térmica
- f. boa resistência ao desgaste
- g. boa fundibilidade ou forjabilidade.

As ligas mais utilizadas são AlCu e AlSi. As primeiras apresentam melhor condutividade térmica e as ligas AlSi apresentam melhor resistência ao desgaste e menor coeficiente de dilatação.

As ligas AlSi são usadas na maioria dos casos, se bem que todas têm uma certa quantidade de cobre. Esse uso se verifica devido ao seu baixo coeficiente de dilatação térmica, o qual varia linearmente com o teor de Silício e vale $1,8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, para cerca de 20% Si. Com o aumento do teor de Silício, o processo de fundição torna-se mais complicado, em virtude do aumento da temperatura de fusão.

7.1.4 Desgaste dos Pistões:

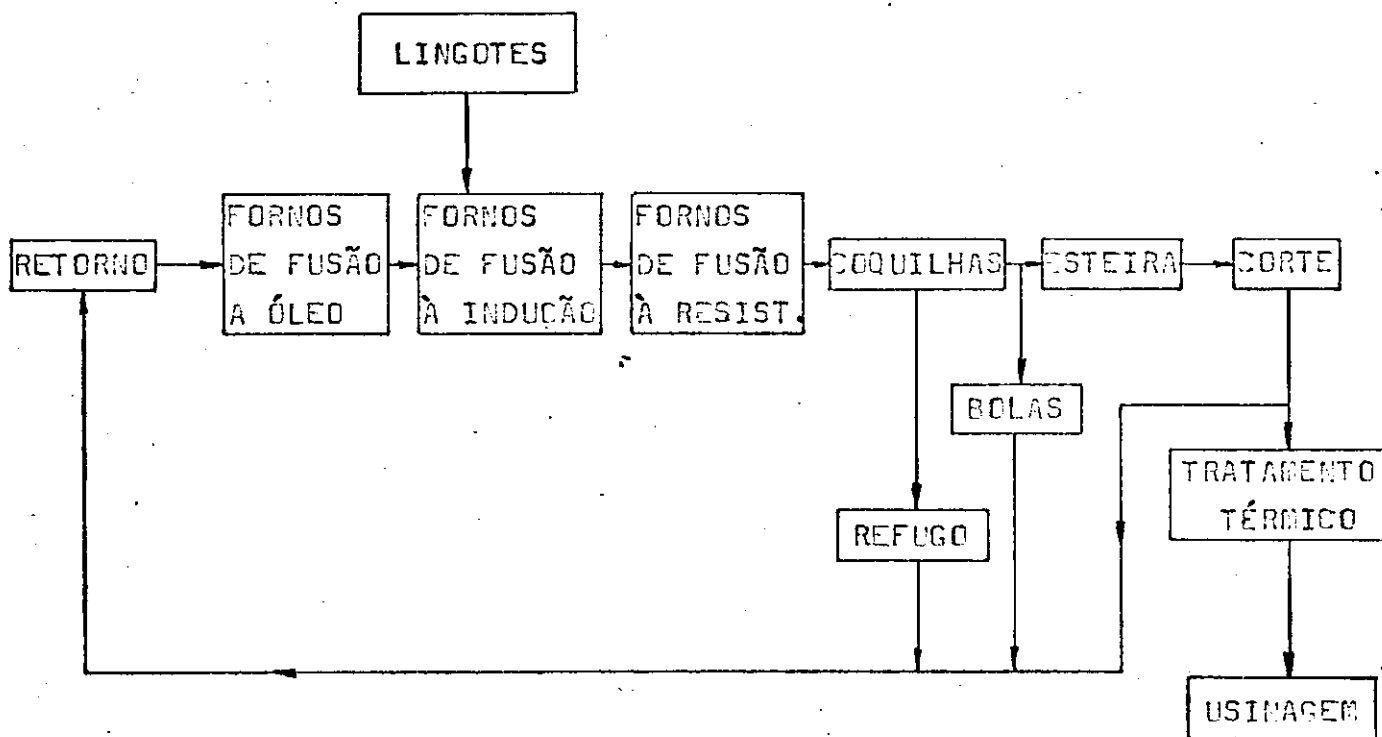
Normalmente os desgastes dos pistões são muito pequenos, sendo cerca de 10 vezes menores que os dos cilindros. Portanto, a substituição de um pistão se deve mais ao desgaste do cilindro, com a necessidade de retificá-lo e utilizar um pistão com diâmetro maior.

Como o pistão é relativamente mole, impurezas contidas no lubrificante podem incrustar nele, ocasionando um maior desgaste. Mais frequentemente, encontra-se desgastes nas ranhuras dos anéis, gerados pela existência de corpos estranhos ou rebarbas na usinagem. Acrescenta-se a isso, as altas temperaturas reinantes nos anéis. Por fim há ainda desgastes devido à corrosão do combustível e dos gases queimados, provenientes de uma combustão incompleta.

Porém, os pistões podem receber camadas protetoras para aumentar sua resistência a sobrecargas. Estes recobrimentos podem ser de Estanho, Chumbo, Cádmiio e Grafita.

7.2 LINHA DE FUNDIÇÃO:

7.2.1 Fluxograma de Produção:



7.2.1.1. Retorno:

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

7.2.1.2 Fornos de Fusão a Óleo:

São em número de 11, com capacidade de até 2.000 Kg. Trabalham quase exclusivamente com retorno e suas funções são produzir metal fundido com uma composição química conhecida e enviá-lo para os fornos de indução ou diretamente para os fornos de manutenção. Algumas vezes fundem alumínio puro, para a preparação da liga ALFIN, descrita posteriormente.

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

7.2.1.3 Lingotes de Al e elementos de liga:

Estes são pesados e nos casos dos elementos de liga, são serrados em pedaços menores. São adicionados no retorno fundido com a finalidade de se obter uma exata composição química do material.

Os elementos de liga utilizados são: Cobre, Níquel, Magnésio, Cromo e Silício.

7.2.1.4 Fornos de Fusão à Indução:

São em número de 6, variando com uma capacidade de 600 até 3.000 Kg. Trabalham com 50% de "carga morta", isto é, metade de sua capacidade já está fundida e provém dos fornos de fusão a óleo. Os outros 50% são lingotes de Alumínio e elementos de liga. As temperaturas de trabalho são as mesmas dos fornos de fusão a óleo.

7.2.1.5 Fornos de Fusão à Resistência:

São em torno de 120 fornos com capacidade

de 240 Kg e são chamados Fornos de Manutenção. Sua função é manter a carga líquida dentro da temperatura de trabalho, que provém dos fornos à indução ou a óleo, com composição química correta, ou seja, mantê-la pronta para o vazamento a qualquer instante. Estes fornos são agrupados em duplas, isto é, cada operador trabalha com 2 fornos; enquanto um está sendo utilizado para vazamento, outro está sendo carregado e a seguir sua carga é escorificada, desgaseificada e modificada ou refinada.

7.2.1.6 Coquilhas:

Os moldes permanentes ou coquilhas são construídos de aço e ferro fundido, e as cavidades, canais e 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.

Algumas coquilhas, dependendo do pistão a ser produzido, levam em seu interior chapas auto-térmicas e porta-anéis.

7.2.1.7 Bolas:

São peças metálicas com o formato de meia esfera oca, situadas ao lado de cada forno de manutenção e servem para que o operador despeje nelas a sobra de vazamento, isto é, 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.

7.2.1.8 Corte:

No caso de pequenos pistões, os canais e massalotes são retirados em apenas um golpe através de uma máquina apropriada para este fim. Os pistões mais pesados

são conduzidos a uma serra circular, onde os canais e massalotes são, desta vez, serrados, devido ao tamanho.

7.2.1.9 Esteira:

Quando retirados das coquilhas, os pistões são colocados em canaletas que os conduzem até uma esteira, que por sua vez, transporta-os para a máquina de corte de canais e massalotes.

7.2.1.10 Tratamento Térmico:

Nesta etapa, os pistões sofrem tratamento de solubilização, precipitação e alívio de tensões.

7.2.1.11 Usinagem:

Após o tratamento térmico, os pistões são levados às linhas de usinagem, onde serão acabados e encaminhados à inspeção final.

7.3 TRATAMENTO DA LIGA LÍQUIDA:

7.3.1 Escorificação:

Tem a finalidade de remover óxidos e impurezas do banho, através de sais fluxantes que são depositados na superfície e que possuem a característica de ser aglomerante de impurezas e que provocam uma reação que libera muito calor para que o alumínio envolvido nos óxidos e impurezas possa ser removido e retorne ao banho.

7.3.2 Descaseificação e Desoxidação:

Esta operação visa retirar o hidrogênio dissolvido na massa líquida (prejudicial à sanidade da peça) e os óxidos de alumínio, que também estão no meio do banho, por possuírem densidade parecida com a do alumínio.

Utiliza-se neste tratamento o hexacloretano (C_2Cl_6), um sal que é forçado por meio de um sino a submergir no banho.

O cloro contido neste conjunto reage com o hidrogênio dissolvido no banho e o gás formado



borbulha na superfície e em seu caminho até a superfície, arrasta consigo os óxidos e impurezas que estão em meio à massa líquida (desoxidação).

7.3.3 Modificação ou Refino:

Este tratamento é feito com ligas com um teor de silício entre 8 e 12,5%, pois nessas ligas há a necessidade de se modificar a disposição do silício, que se encontra em grossas placas na matriz, acarretando más propriedades mecânicas à peça. Com a adição de sódio ao banho, antes do vazamento, se redistribui estes cristais primários de silício, pois o sódio tem o poder de inibir a formação deste silício primário, formando uma estrutura com o silício esferoidizado, isto é, modificado.

Em termos de propriedades mecânicas, as ligas modificadas são bem superiores às ligas originais.

Já as ligas com teores de silício superiores a 13%, sofrem o tratamento de refino por intermédio da adição de fósforo ao banho líquido. Esta adição de fósforo transforma as grosseiras placas de silício em placas finas, isto é, os grandes cristais de silício são transformados em cristais finos, ocasionando uma elevação nas propriedades mecânicas.

7.4 TRATAMENTO TÉRMICO:

O tratamento térmico é efetuado visando um aumento de 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 finais dos pistões.

7.4.1 Solubilização:

Este tratamento tem por objetivo fazer com que os elementos de liga solúveis no alumínio entrem em solução sólida, conseguindo assim, uma estrutura homogênea. Para este fim, recorre-se a dois expedientes, isto é, eleva-se a temperatura das peças até um certo valor para a absorção dos elementos de liga e mantém-se nesta temperatura, até completar esta absorção. As temperaturas variam de acordo com a composição química da liga, pois certos elementos exigem maiores temperaturas para a solubilização. As peças forjadas têm grãos menores do que as peças fundidas e por isto necessitam menos tempo para a solubilização.

TABELA DAS LIGAS UTILIZADAS NO TRATAMENTO DE SOLUBILIZAÇÃO (Tempo e temperatura).

LIGA	ESTADO	TEMP(°C)	TEMPO(h)
M-124	Fundida	510	2
SAE-332	Fundida	510	2
SAE-321	Fundida	510	2
SAE-132	Fundida	510	2
M-13 B	Forjada	505	1
AMS-4145	Forjada	510	3 1/2
AMS-4140	Forjada	500	1 1/2

obs.: tempo = f(forma geométrica da peça)

Completado o tempo necessário para a solubilização, as peças são resfriadas bruscamente em água, óleo ou ar forçado e em um intervalo mínimo possível entre a retirada da estufa e a colocação no tanque.

7.4.2 Precipitação:

Este tratamento tem por finalidade dar uma total estabilidade 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 esses átomos tendem a se precipitarem naturalmente (envelhecimento natural), o que levaria muito tempo. Então, esse tratamento de precipitação acelera o mecanismo de envelhecimento natural, isto é, a mobilidade dos átomos. Após a precipitação, a liga adquire estabilidade dimensional e melhores propriedades mecânicas.

A precipitação é função da temperatura e do tempo. As temperaturas variam de 170 a 205°C, num tempo de 4 a 12 horas, de acordo com o tipo da liga. O resfriamento se dá ao ar ambiente.

7.4.3 Alívio de Tensões:

Este, reduz as tensões internas, provindas principalmente de operações de desbaste com grande remoção de material. As tensões residuais não removidas podem gerar distorções da peça, durante o serviço.

O tratamento consiste em elevar a temperatura entre 200 e 250°C, num intervalo de tempo de 2 a 5 horas, e também de acordo com a composição da liga.

7.5 FORJARIA:

Os pistões forjados são obtidos a partir de barras extrudadas de 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 o forjamento. Posteriormente são aquecidos em uma estufa, durante uma 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 peça aquecida, 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. Daí, os pistões são submetidos ao tratamento térmico e à usinagem.

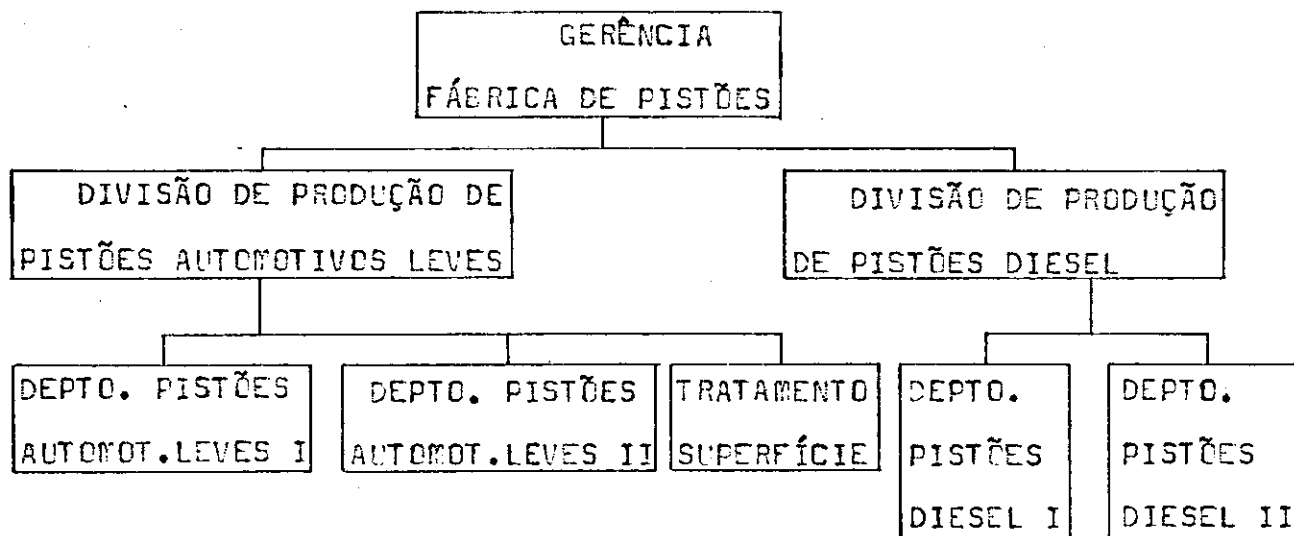
8. DIVISÃO DE USINAGEM DE PISTÕES:

8.1 INTRODUÇÃO:

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

Os pistões chegam às linhas de usinagem, transportados por empilhadeiras, acondicionados em "pallets", isto é, gaiolas de tamanho e forma padronizados, permitindo assim uma fácil estocagem, minimizando o espaço necessário e criando condições para um melhor manuseio de materiais nas áreas de estoque.

A usinagem de pistões está dividida em duas divisões, conforme o organograma:



Obs.: Tratamento de Superfície embora esteja alocado à Divisão de Produção de Pistões Automotivos Leves, é também responsável por todo o tratamento de pistões Diesel.

O estudo que será apresentado, com relação às operações de usinagem, será baseado em três linhas, quais sejam:

- linha 7: usinagem manual de pistões automotivos leves;
- linha 12: usinagem automática de pistões automotivos leves;
- linha 15: usinagem manual de pistões diesel.

8.2 DIVISÃO DE PRODUÇÃO DE PISTÕES AUTOMOTIVOS LEVES:

A produção de pistões automotivos leves caracteriza-se por possuir linhas de usinagem compostas basicamente de máquinas de pequeno e médio porte. Está dividida em:

8.2.1 Depto. de Pistões Automotivos Leves I:

Este é responsável pelas linhas 1, 2, 3, 5 e 7. Nestas linhas são feitos pistões de porte médio. O destaque é a linha 5, por ser a mais compacta, utilizando um baixo número de operadores e alto índice de produtividade. Para efeito demonstrativo, foi escolhido a linha 7, que engloba todas as operações básicas de usinagem utilizadas nos processos convencionais.

8.2.1.1 Processo de Usinagem - Linha 7:

OPERAÇÃO: Tornear desbaste da boca, rebaixo, profundidade, chanfrar a boca e centrar.

MÁQUINA : Torno TEP-R-2

FIXAÇÃO : Saia do pistão.

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

MÁQUINA : Torno TEP-R-4

FIXAÇÃO : Corpo do pistão.

OPERAÇÃO: Tornear o desbaste da câmara de explosão, deixando o bico de centro faceado.

MÁQUINA : Torno TEP-R-7

FIXAÇÃO : Saia do pistão.

OPERAÇÃO: Brocar 4 furos radiais.

MÁQUINA : Furadeira automática

FIXAÇÃO : Bico do topo e saia do pistão.

OPERAÇÃO: Furar desbaste do furo do pino.

MÁQUINA : Furadeira MFS

FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.

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

MÁQUINA : Torno TEP-R-2

FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.

OPERAÇÃO: Tornear pré-acabamento da forma, pré-acabamento do topo, abrir canaletas I e II, desbastar canaleta III e chanfrar.

MÁQUINA : Torno TEP-R-5

FIXAÇÃO : Boca e bico do topo.

OPERAÇÃO: Diamantar acabamento do diâmetro externo.

MÁQUINA : Torno BOLEY

FIXAÇÃO : Boca e bico do topo.

OPERAÇÃO: Mandrilar acabamento do pino.

MÁQUINA : Mandriladora ZA4

FIXAÇÃO : Dispositivo de fixação pela boca, encosto no topo.

OPERAÇÃO: Remover bico de centro, tornear acabamento do topo, e câmara de explosão.

MÁQUINA : Torno TEP-R-7

FIXAÇÃO : Furo do pino, com travas na placa.

OPERAÇÃO: Gravar a marca, data, flecha, sinal correspondente ao peso.

LOCAL : Bancadas de acabamento.

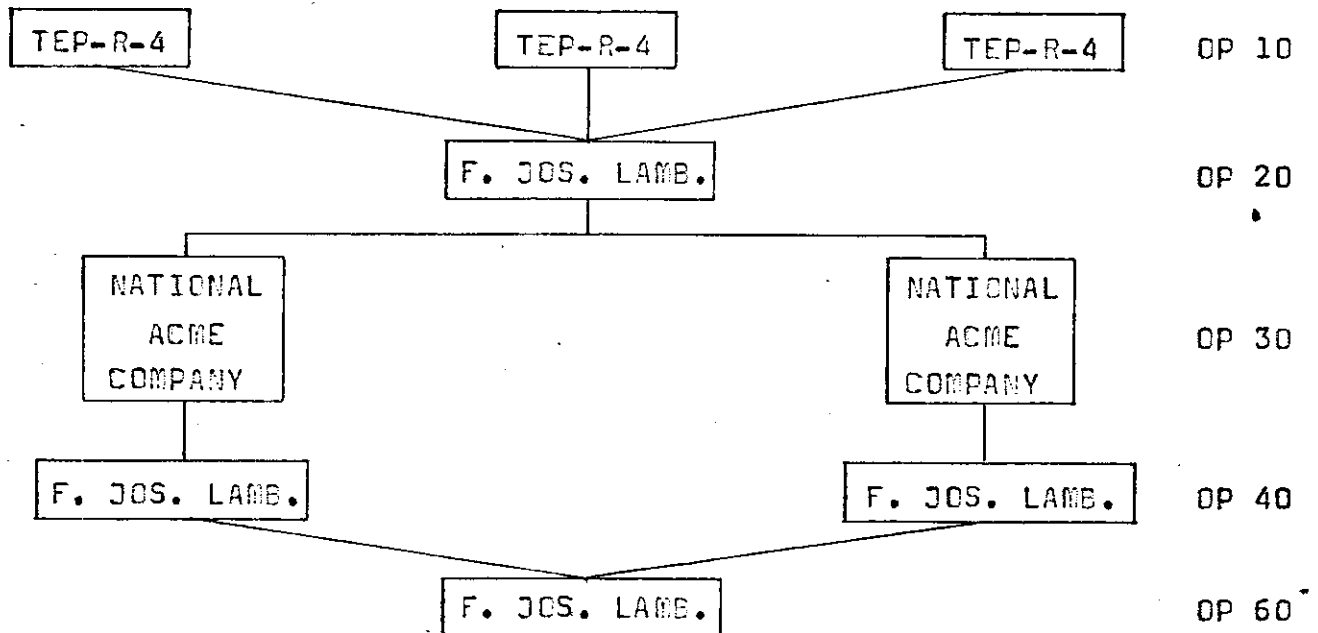
8.2.2 Depto. de Pistões Automotivos Leves II:

Responsável pelas linhas 10, 11, 12 e 14. As linhas 11 e 14 seguem o mesmo esquema de funcionamento das linhas 1, 2, 3 e 7. A linha 10 é menos produtiva, utilizada para o processamento de pequenos lotes de pistões. O desta - que desse departamento é a linha de produção automática da fábrica. A mesma será descrita, por diferir do processo con-

vencional de usinagem.

8.2.2.1 Linha Automática "FULLER" (Linha 12):

Esta linha possui, basicamente, a mesma seqüência de operações das outras linhas de usinagem. A usinagem é dividida em 5 operações ou conjunto de operações, cada uma delas correspondendo a um tipo de máquina.



I - OPERAÇÃO 10:

MÁQUINAS : e Tornos TEP-R-4

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: Tornear desbaste do diâmetro externo, topo e profundidade.

OBS.: É a única operação manual da linha. Corresponde ao início da seqüência 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), fresar a boca, facear os cubos, brocar desbaste, chanfrar furos de arraste, brocar furo de centro no topo, acabar furos de arraste, desbaste furo para pino dando acabamento no chanfro de 30°; brocar 4 furos inclinados nos cubos; giro do pistão para jogar óleo em excesso no sistema de realimentação. Parale

lamente, há uma limpeza dos cavacos com ar comprimido.

OBS.: A operação 20 é o primeiro conjunto de operações totalmente automático.

III - OPERAÇÃO 30:

MÁQUINAS : NATIONAL ACME COMPANY

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: Fixação no eixo (furos de arraste); tornear desbaste da saia e zona de anéis; tornear pré-acabamento do diâmetro externo (saia + zona de anéis); tornear acabamento do topo, deixando o bico de centro; tornear desbastes das canaletas I, II e III, acabando a profundidade; tornear acabamento dos chanfros (canaletas, topo, fim da saia); tornear 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 existem 8 eixos, nos quais os pistões são fixados (um por eixo) automaticamente através dos furos de referências usinados na operação 20 (furos de centro e furos de arraste). A cada rotação do tambor, o pistão é levado a uma determinada posição, correspondente à usinagem efetuada. Terminado o ciclo de usinagem, o pistão é descarregado da máquina automaticamente, sendo carregado pelo conjunto de esteiras de roletes e elevadores para a operação seguinte.

IV - OPERAÇÃO 40:

MÁQUINAS : F. JOS. LAMB.

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: posicionamento, lubrificação e fixação do furo de centro; torneamento do acabamento do diâmetro externo; mandrilar pré-acabamento e 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 operação 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 a subida (acabamento). Há, portanto, uma ferramenta no suporte que opera em dois sentidos opostos.

V - OPERAÇÃO 60:

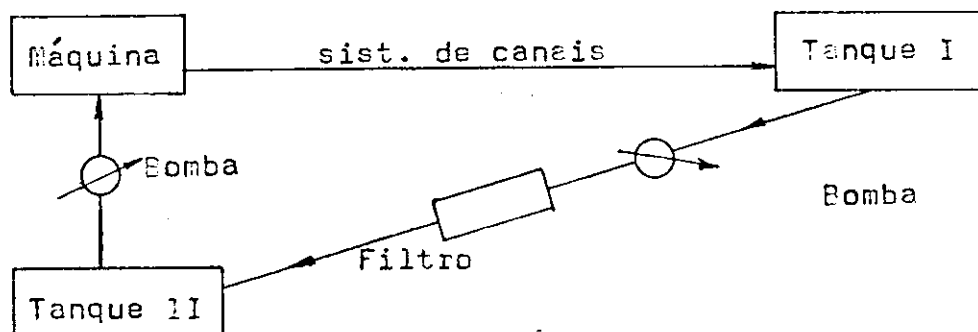
MÁQUINA : F. JOS. LAMB.

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES: posicionamento do pistão (como referencial, o furo para pino); o pistão sofre rotação de 180°; fresar os rebaxos 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 do pistão para o descarregamento automático.

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

GENERALIDADES SOBRE A LINHA:

Esquema do sistema de óleo de refrigeração



Descrição:

O óleo no tanque II é bombeado para a máquina; o óleo já usado na usinagem é transportado através de um sistema de canais para o tanque I, para depois ser filtrado e bombeado para o tanque II, completando o ciclo. O aproveitamento se dá em termos de 95%.

8.3 DIVISÃO DE PRODUÇÃO DE PISTÕES DIESEL:

Possui máquinas que podem ser classificadas de médio e grande porte. Estas, são mais versáteis, adequadas aos pistões diesel, geralmente, bem maiores e mais pesados. Dispõe também do Teste Zyglo, que será descrito posteriormente. O teste de Ultra-Som é outra peculiaridade da Divisão.

Esta divisão está dividida em dois departamentos:

8.3.1 Depto. de Usinagem de Pistões Diesel I:

Este departamento é responsável pelas linhas 4, 6, 8 e 13.

8.3.2 Depto. de Usinagem de Pistões Diesel II:

As linhas 9, 15, 16 e 17 estão sob sua coordenação. Este departamento possui máquinas com maior nível de automatização, comparada às linhas leves. Como destaque, a linha 9, onde tem-se a usinagem dos pistões de aviação, para exportação.

8.3.2.1 Linha 15:

Como apresentação das linhas desta divisão, serão descritas as operações da Linha 15, por abranger a maior parte das operações de usinagem deste departamento.

LINHA 15

	TEP-R-2H	①			
	TEP-R-4	②			
	FR. WEGE	③			
	TEP-R-2H	④			
⑤	FU. AUTOM.		FU. CB1	⑥	
	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			
⑳	TEP-R-9		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 : TORNO 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, boca, chanfrar boca e recentrar.
FIXAÇÃO : Zona de anéis.
5. MÁQUINA : FURADEIRA FU. AUTOM.
OPERAÇÃO: Furar desbaste do furo para pino e chanfrar externamente.
FIXAÇÃO : Boca do pistão.
6. MÁQUINA : FURADEIRA FU. OB1
OPERAÇÃO: Brocar 4 furos radiais na canaleta III
FIXAÇÃO : Topo e boca do pistão.
7. MÁQUINA : TORNO TEP-R-5H
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. J 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 de 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 : MANDRILADORA
OPERAÇÃO: Mandrilar o pré-acabamento do furo para pino, acabar rebaixo, canaleta de argola 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 explosão.
FIXAÇÃO : Furo para pino.
14. MÁQUINA : FRESADORA FRESNUBE
OPERAÇÃO: Desbaste para acerto de peso.
FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.
15. MÁQUINA : FRESADORA WEGE
OPERAÇÃO: Fresar 4 rebaixos para válvulas.
FIXAÇÃO : Furo para pino.
- 15-A. MÁQUINA : FRESADORA MAQ. PLUG
OPERAÇÃO: Fresar rebaixo para "plug", chanfro externo e rebaixo interno para assento da porca.
FIXAÇÃO : Boca do pistão.
16. OPERAÇÃO: Carimbar
17. MÁQUINA : MANDRILADORA PB-742
OPERAÇÃO: Mandrilar acabamento do furo para pino.
FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.
18. MÁQUINA : TORNO TEP-R-6
OPERAÇÃO: Brunir o furo para pino.
FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.
19. MÁQUINA : MANDRILADORA PB-742

OPERAÇÃO: Mandrilar bolsas de óleo no furo do pino.

FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.

20. MÁQUINA : TORNO TEP-R-9

OPERAÇÃO: Torneiar sob os cubos, removendo a boca postiça.

FIXAÇÃO : Cabeça do pistão.

21. OPERAÇÕES DE BANCADA: Retiradas de rebarbas, lixamento , polimento, brunimento para diminuir a rugosidade do furo para pino e limpeza.

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

8.4 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE:

A finalidade básica do tratamento de superfície é substituir o efeito do óleo lubrificante nas paredes do cilindro, na fase de amaciamento do motor. O tipo de tratamento é de acordo com especificações do cliente.

São os seguintes métodos de operação:

8.4.1 Lavagem:

Alguns pistões sofrem apenas este tratamento de lavagem e desengraxamento com água e detergente.

8.4.2 Grafitagem:

Garante maior segurança em ignição com motor frio. Consiste no acréscimo de uma fina camada de grafita à saia do pistão.

Sequência:

- desengraxante alcalino
- lavagem
- decapagem em ácido sulfúrico
- lavagem
- lavagem
- estufa a 150-160°C, para melhorar a influência da grafita.
- aplicação da grafita por jato de "spray".

8.4.3 Estanhagem:

Protege o pistão na fase de amaciamento do motor. A camada é de 2 a 3 microns de estanho.

Sequência:

- desengraxante
- desengraxante com "spray"
- lavagem
- lavagem
- 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.

8.4.4 Chumbagem:

Seu objetivo é facilitar a lubrificação. Sua sequência é a mesma da Estanhagem, mudando somente o banho, que é de fluorsilicato de chumbo. Não tem passivante e sim um banho de óleo, evitando a oxidação.

8.4.5 Fosfatização:

Sua finalidade é reduzir o atrito.

Sequência:

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

8.4.6 Anodização:

Cria uma barreira térmica formada de óxido de alumínio. Funciona por eletrólise. Sequência:

- desengraxante
- banho em ácido sulfúrico (20 a 25%)
- lavagem

Determinados pistões após a anodização, sofrem uma operação de selagem, que consiste num banho em dicromato de potássio a 30%, com o objetivo de fechar os poros da camada de óxidos.

8.5 INSPEÇÃO:

A Inspeção se dá em 3 fases do processo de fabricação, em departamentos distintos.

8.5.1 Inspeção de Pistões em Bruto:

Esta inspeção é muito importante, pois dela dependerá o percentual de rejeição na usinagem. São realizados dois tipos de controle:

8.5.1.1 Controle de Ferramentas:

a. Quando trata-se de um ferramental novo é feita uma traçagem completa de acordo com desenhos e normas fornecidos pela engenharia de pistões. Verifica-se se o ferramental está apto para a produção, tanto no tocante 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 a produção.

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

8.5.1.2 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 pela 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 especificações do cliente.

d. No caso de pistões forjados, é feito um acompanhamento durante o processo de solubilização nos fornos de temperaturas mais elevadas.

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

8.5.2 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. À 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 pistões para exame metrológico.

8.5.3 Inspeção Final de Pistões:

É constituída de :

8.5.3.1 Insp. De Pistões Diesel e Automotivos

Os pistões portadores de porta-anéis, como o P 1049, 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, altura de compressão e o

esquadro 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 grafita, por amostragem (3 pistões por lote).

Operação 7: Embalagem: colocação de pinos e argolas, conferência de grupos, fechada com fita gomada e rotulada.

Operação 8: Saída de documentação.

Observação : Os aparelhos são regulados de hora em hora.

8.5.3.2 Inspeção dos Pistões de Aviação:

O processo de inspeção desses pistões difere um pouco dos anteriores. Veja-se o caso do pistão Lancome 960:

Operação 1: Medição do diâmetro do furo, altura da canaleta, esquadro do furo para pino, largura da canaleta III. O controle é 100%.

Operação 2: Diâmetro das canaletas, zona de anéis.

Operação 3: Diâmetro externo da saia do pistão, espessura da parede do furo para pino.

Operação 4: Peso, medida do centro do furo até a curvatura da boca.

Operação 5: Canaletas I e II, trapezoidais.

Operação 6: Visual e carimbo do inspetor (exigência da companhia de aviação).

Operação 7: Embalagem com a separação de jogo por semana e expedição.

Observação: De acordo com as especificações do cliente, alguns pistões passam pela máquina de dureza.

9. DIVISÃO DE PRODUÇÃO DE PINOS:

9.1 INTRODUÇÃO:

A Divisão de Produção de Pinos está subdividida em dois departamentos: o Departamento de Produção de Pinos I - que processa a matéria-prime, dando-lhe a forma final, e o Departamento de Produção de Pinos II - acabamento final do pino, produção de porta-anéis, chapas auto-térmicas e argolas para pistão. O C.T.T. (Centro de Tratamento Térmico) está subordinado diretamente à Chefia da Divisão.

9.2 GENERALIDADES:

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.

9.3 PROCESSO PRODUTIVO:

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

9.3.1 Processo de Usinagem Convencional:

9.3.1.1 Inspecção no Recebimento:

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

9.3.1.2 Serras Heller:

A partir da solicitação de fabricação de um tipo de pino, é solicitada ao estoque as barras a serem processadas e são enviadas às serras. Consiste numa serra eletro-hidráulica, que permite regular o comprimento a ser seccionado, inclusive o sobre-metal necessário. Inicialmente a alimentação é manual. A serra possui avanço de corte automático e utiliza óleo refrigerante nos dentes do disco de serra.

9.3.1.3 Processo de Desrebarbação:

Após serrados, os pinos apresentam rebarbas, provenientes do corte das serras. A operação de desrebarbação consiste de dois anéis côncavos, um acoplado ao eixo da prensa e o outro fixo na base da máquina. Coloca-se o tarugo com rebarbas sobre o anel côncavo preso na máquina e aplica-se uma determinada carga sobre o mesmo, através do eixo da prensa, ao qual está acoplado o anel superior. O processo desrebarba as duas faces do tarugo ao mesmo tempo.

9.3.1.4 Processo de Furação:

É desenvolvido através de dois sistemas: a Furação Convencional e a Furação "Tiefbohr".

A Furação Convencional consiste de furadeiras eficazes, 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 de avanço calibrada. É um processo pouco produtivo, onde não cabe uma produção significativa num período de tempo.

A Furação "Tiefbohr" oferece um rendimento apreciável. Consiste no seguinte: um cesto para depositar tarugos a serem perfurados; uma esteira fornecedora destes tarugos à máquina, composta de duas unidades perfura

doras equipadas com broca canhão. A máquina processa por dia, cerca de 2.400 pinos, com ótimo acabamento. Porém e exige equipamento caro para o seu funcionamento. A empresa conta com duas unidades desta máquina e mais quatro ' semi-automáticas (estas, não possuem a cesta e a esteira fornecedora de pinos).

A descrição deste processo será interrompido para analisarmos o Processo "Cold-Former" , paralelo a este e que após esta etapa, tem um desenvolvimento comum.

9.3.2 Processo "Cold-Former":

9.3.2.1 Inspeção no Recebimento:

As bobinas de aço, empregadas ' neste processo, são inspecionadas no ato do recebimento a través de amostras retiradas das mesmas e enviadas ao Laboratório Central, no qual são analisadas, quanto à composição química e sua estrutura. Estando dentro das tolerâncias previstas, as mesmas são estocadas esperando serem requisitadas.

9.3.2.2 Decapagem e Fosfatização:

Quando requisitadas, as bobinas ' primeiramente, passam por um tratamento de decapagem e fosfatização. As bobinas são emergidas em diversos tanques, transportadas por pontes rolantes. A ordem de operações é a seguinte: desengraxante, água fria, água quente, trifosfato de sódio, água fria, água quente, estearato (sabão).

9.3.2.3 Formação a Frio:

Após fosfatizadas, as bobinas ' são colocadas na máquina "Cold-Former" para serem processadas, de acordo com a sequência: a máquina seleciona a bobina em tarugos de medida previamente calibrada e por

intermédio de uma sequência de operações 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 : esquadrear

Operação 3 : efetuar segundo esquadro com marcação

Operação 4 : extrudar primeiro lado

Operação 5 : extrudar segundo lado

Operação 6 : remover "Central Web" ou "End Web"

Operação 7 : arredondar cantos.

Este processo supera em muito o processo convencional, em termos de rendimento. Sua produção fica em torno de 25.000 unidades/dia. A empresa conta com 2 unidades desta máquina.

9.3.2.4 Retífica Centerless B.S.A.:

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

A partir desta etapa os processos descritos são comuns aos dois ramos da Divisão.

9.3.1.5

Chanfradeira Economy:

9.3.2.5

A Divisão possui 3 dessas máquinas, sendo 2 delas acopladas a cestas provindas de esteiras fornecedoras de pinos. Apresentam grande rendimento, compatível com a linha Cold-Former, às quais estão acopladas. As operações realizadas por estas máquinas são: chanfros internos e externos, faceamento do pino.

9.3.1.6

Pré-Usinagem - Tornos Mecânicos:

9.3.2.6

Esta operação consiste da retirada do sobremetal permitido ao pino.

9.3.1.7

Carimbadeira:

9.3.2.7

Os pinos são carimbados em uma das faces, constando o logotipo da empresa, mês e ano de fabricação. Ex.:

logotipo 9 08
ano 1979 mês agosto

logotipo 1 01
ano 1981 mês janeiro

9.3.1.8

Inspeção Visual:

9.3.2.8

A inspeção se dá 100%. Nela é verificado o furo (possíveis riscos helicoidais ou radiais) ; chanfro (existência de cantos vivos); corpo do pino e outros aspectos.

9.3.1.9

Envio ao Centro de Trat. Térmico:

9.3.2.9

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

9.3.1.10

Recebimento do C.T.T.:

9.3.2.10

Após os tratamentos térmicos, os pinos são colocados em caixas plásticas e enviados ao Estoque, onde ficarão aguardando o acabamento final e controle final.

9.3.1.11

Retificação dos Pinos:

9.3.2.11

O acabamento final dos pinos é efetuado através de uma série de operações em retíficas de pré-desbaste, desbaste, semi-acabamento e acabamento: São elas:

a. RETÍFICAS - CINCINATTI E NIPPEY

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

b. RETÍFICA - TWIN-GRIP

É considerada retífica de desbaste. De acordo com o tipo do pino, este modelo é utilizado com o mesmo objetivo do item a.

c. 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 desenhos); a outra é empregada como retífica de acabamento, deixando o pino dentro do intervalo permitido em desenho.

Neste departamento, ainda existe uma máquina, a Sup-Fina, utilizada em produção de pinos que exigem acabamento e precisão abaixo de 0,001 mm.

9.3.1.12

Inspeção Magnet-Flux:

9.3.2.12

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 derramada uma solução de pó magnético e acionado o magnetizador, que supre a barra de cobre com uma intensidade de corrente de 1500 A. Então, verifica-se a possível penetração de pó no corpo dos pinos. O controle é realizado de acordo com especificações do cliente, geralmente de 30 a 100%.

9.3.1.13

Lavagem e Proteção:

9.3.2.13

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

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

9.3.1.14

Controle Final e Embalagem:

9.3.2.14

A sala de controle final possui temperatura controlada, visando-se uma maior precisão nas leituras efetuadas. A embalagem ocorre numa sala vizinha à do controle final. Pode ser avulsa ou remetidos à Embalagem de Pistões.

9.4 PORTA-ANÉIS:

9.4.1 Generalidades:

Suas funções são acrescentar maior durabilidade aos pistões diesel, já que estes são utilizados em condições críticas, devido à alta taxa de compressão dentro da câmara de combustão deste tipo de motor.

Geralmente, são utilizados no primeiro anel do pistão, justamente o que sofre mais diretamente as consequências de alta pressão, visando diminuir o desgaste da parede externa do pistão.

9.4.2 Processo Produtivo:

Consta da usinagem de buchas de diversos diâmetros, considerando o diâmetro final necessário. Essas bu

chas são de ferro fundido, com elevado teor de níquel, que lhes proporciona grande resistência ao desgaste.

9.4.2.1 Operações de Usinagem:

O processo constitui-se de uma série de operações que objetiva: usinagem dos diâmetros interno e externo, faceamentos e um rebaixo oblíquo a uma das faces para servir de fixação para as operações seguintes.

Posteriormente, efetuam-se as canaletas; efetua-se a segmentação da bucha com suas canaletas, originando os anéis em bruto, que são usinados em seu perfil típico, desrebarbados e acondicionados. Após a inspeção, os mesmos são remetidos à Fábrica de Pistões.

9.5 CHAPAS AUTO-TÉRMICAS:

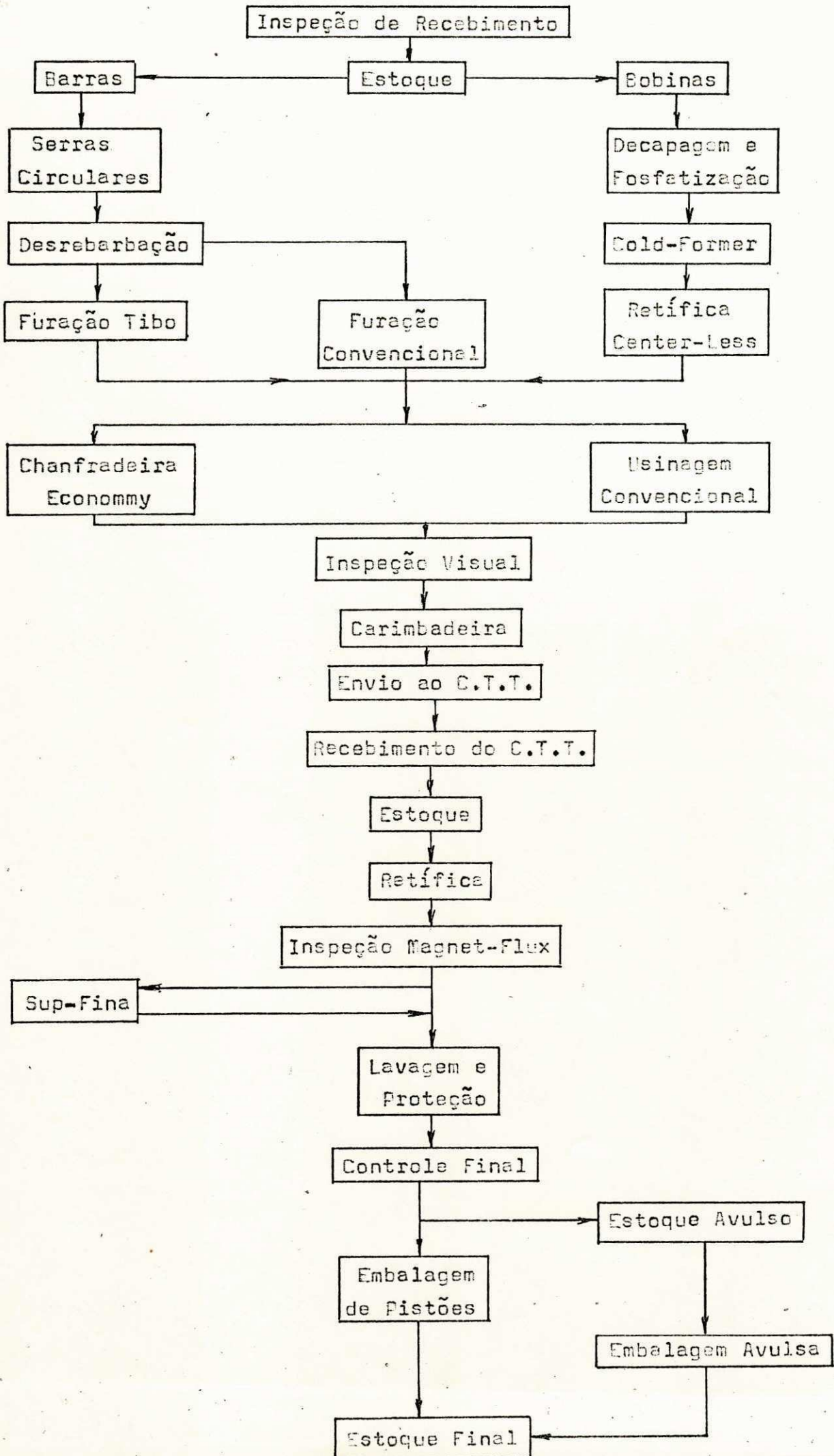
9.5.1 Generalidades:

A finalidade das chapas auto-térmicas é de controlar a dilatação térmica do pistão. São colocadas na saia do pistão.

9.5.2 Processo Produtivo:

São obtidas a partir da estampagem de tiras de aço SAE 1008, fornecidos em bobinas, em 5 prensas existentes nesta divisão. Em seguida, são colocadas em um tambor desrebarbador, de movimento circular, com o objetivo de eliminação de rebarbas. Depois são acondicionadas em caixas de madeira e remetidas ao setor de galvanoplastia, onde passam por um tratamento de superfície, para posteriormente serem remetidas à Fundição de Pistões.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE USINAGEM DE PINOS



9.6 CENTRO DE TRATAMENTO TÉRMICO:

O Centro de Tratamento Térmico - C.T.T. - , está dividido em duas partes:

- Tratamento Térmico de Ferramentas, peças para a manutenção e equipamentos novos;
- Tratamento Térmico de Pinos.

9.6.1 Tratamento Térmico de Pinos:

Após a pré-usinagem, os pinos são remetidos ao C.T.T., 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.

9.6.2 Processamento dos Tratamentos Térmicos:

O setor dispõe de:

- 7 fornos para cementação em banho de sais líquidos (6 com aquecimento a óleo e 1 por resistência elétrica).
- 3 fornos para efetuar a cementação a gás (G.S.O.).
- 1 forno com aquecimento a óleo e banho de sais neutros para têmpera de pinos cementados.
- um conjunto de fornos G.K.U.Qe., compreendendo:
 - . um lavador
 - . um forno para pré-aquecimento (F.C.A.) e
 - . um forno para cementação em atmosfera gasosa controlada.

Além desses, dois tanques para têmpera, um forno de martêmpera, um conjunto de tanques para decapagem, um forno para revenimento a óleo.

9.6.2.1 Cementação no Forno a Gás (G.S.O.):

Os pinos cementados a gás são aqueles cujas especificações da camada cementada interna é inferior ao especificado para a camada externa. Os pinos são postos em varetas de aço com embuchamento nas duas extremidades, atra-

vés de um jogo de folgas para controlar a camada cementada interna. Os elementos cementantes no forno, são: granulados de carvão (GR-6) e álcool isopropílico. A presença do carvão impede que a atmosfera não fique escassa em CO e ocorra a decarbonetação. 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, pondo em escala graduada, observa-se a espessura. Após resfriada a carga, uma amostra de 5 pinos é retirada e enviada ao setor de ensaios mecânicos e metalográficos para controle da camada cementada. Liberada a carga, os pinos são amarrados com arames em barras de aço e conduzidos às estufas do forno para pré-aquecimento; em seguida, introduzidos no forno de têmpera com sal neutro a aproximadamente 840°C; depois a carga vai para um forno ao lado, que possui baixa concentração de CN (mais ou menos 5%), visando uniformização da camada cementada, durante um curto intervalo de tempo.

9.6.2.2 Tratamento Térmico de Têmpera:

Após receberem o banho uniformizante de cementação, a carga está apta a receber o banho de têmpera. O banho pode ser martêmpera, a óleo ou salmoura (o primeiro a 180°C e os outros dois à temperatura ambiente), dependendo do tipo de aço e do volume considerado.

9.6.2.3 Cementação em forno de sal líquido:

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

9.6.2.4 Tratamento Térmico de Têmpera:

Quando atinge-se a espessura desejada de cementação, a temperatura anterior (940-955°C) é rebaixada á tem

peratura ideal para o tratamento térmico de têmpera, de acordo com o item 9.6.2.2, e permanecem até haver equilíbrio térmico entre a carga e o banho, para posteriormente, serem retirados e encamiñhados para a limpeza e decapagem.

9.6.2.5 Cementação e Têmpera no Forno G.K.U.Qe.:

Consiste numa câmara de aquecimento, onde ocorre a cementação em atmosfera gasosa e um tanque de óleo para o tratamento de têmpera, fornecendo o conjunto de pinos já temperados, sem os inconvenientes dos processos convencionais.

Os pinos são postos em telas retangulares com capacidade de 150 unidades cada uma, num total de cinco telas, uma sobre a outra. Primeiramente os pinos passam por uma lavagem, por meio de um detergente apropriado a 70°C e após limpos, são pré-aquecidos a 350°C, num forno F.C.A., para em seguida, serem introduzidos no forno G.K.U.Qe. A temperatura de cementação é de 930°C, sendo de 4 a 6 horas o tempo para atingir-se 1 mm de camada cementada. Quando atinge-se a camada desejada e a temperatura de têmpera (920°C), a carga é removida da câmara por carro transportador automaticamente e através do elevador até o banho de óleo a 50°C na ante-câmara, onde sofre a têmpera. Depois de resfriada, a carga é respingada e retirada do forno, para o posterior revenimento.

9.6.2.6 Tratamento Térmico Sub-Zero:

Tratamento opcional, sempre que solicitado nas especificações da peça. Sua finalidade é eliminar a austenita retida ou residual, transmitindo aos pinos estabilidade dimensional e melhores características de resistência mecânica. É realizado numa câmara adiabática, revestida internamente com lã de vidro e vácuo, a qual é adicionada 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. Consiste em adicionar nitrogênio à câmara numa quantidade suficiente para cobrir a galera com 55 unidades. Depois a câmara é fechada, observando o fim do borbulhamento, que indica equilíbrio térmico entre as partes. Em seguida deixa-se a câmara por mais 25 minutos, dependendo do tipo de pino considerado. A temperatura no interior da câmara é de, aproximadamente, - 196°C. Decorrido o tempo, os pinos são retirados e são levados para um tanque de água fria, voltando a adquirir temperatura ambiente.

9.6.2.7 Limpeza e Decapagem:

Após a têmpera, os pinos são lavados e em seguida, decapados. A limpeza se dá em um tanque contendo água aquecida a 80°C e, posteriormente, são imersos em um outro tanque à temperatura ambiente. A decapagem se dá em ácido clorídrico (HCl) e depois com neutralização: imersão em água pura, evitando o arraste de HCl para o tanque de neutralização propriamente dito, à base de soda cáustica.

9.6.2.8 Tratamento Térmico de Revenido:

Tem a finalidade de aliviar tensões internas ocasionadas pela têmpera 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 à temperatura de 180°C e no segundo, à temperatura exigida pelo aço. Durante o tratamento, é retiradas amostras e examinadas quanto à dureza da carga, determinando assim, o tempo de permanência no meio líquido ou ar forçado.

9.6.2.9 Controle de Dureza dos Pinos:

Este controle se dá por amostragem e são submetidos à verificação tanto na parte externa como no núcleo das peças. De cada carga, são escolhidos três pinos e

enviados ao setor de ensaios mecânicos e metalográficos, onde poderão ser liberados ou rejeitados, de acordo com o resultado.

9.6.3 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.

II FÁBRICA DE BRONZINAS

1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL:

A estrutura organizacional da Fábrica de Bronzinas está disposta segundo o Anexo VIII.

2. DIVISÃO DE ENGENHARIA DO PRODUTO:

A Divisão de Engenharia do Produto está subdividida em dois departamentos:

- Departamento de Engenharia do Produto I,
- Departamento de Engenharia do Produto II,

cujas atividades serão descritas a seguir:

2.1 Atividades do Depto. de Eng. do Produto I:

2.1.1 Assistência à Produção:

Acompanha a produção com o objetivo de verificar possíveis falhas e procurando meios de saná-las.

2.1.2 Alteração de Processo:

Estuda a possibilidade de alteração de processo, visando um maior rendimento na fabricação.

2.1.3 Ferramentas de Corte:

Projeta novas ferramentas de corte, com o objetivo de obter-se peças dentro das especificações exigidas.

2.1.4 Assistência Técnica ao Cliente:

Presta assistência técnica aos clientes que encontra em relação às peças da Metal Leve.

2.2 Atividades do Depto. de Eng. do Produto II:

Estas são, basicamente, no tocante à criação de um novo produto:

a. Quando o cliente entra em contato com a empresa através da

- área comercial, as divisões de vendas emitem formulários à Engenharia, que inicia o orçamento;
- b. recorre-se a arquivos e catálogos de produtos já fabricados que sejam semelhantes, tanto dimensional como estruturalmente, obtendo-se, assim, maior rapidez no acerto do orçamento;
- c. levantamentos das máquinas, ferramentas e tratamentos térmicos são realizados e é feita uma sequência de operações;
- d. os formulários são encaminhados à E.M.D., onde serão acrescentados os tempos-parão, necessários para as operações descritas; depois, os formulários são encaminhados à área financeira, onde são custeados;
- e. quando aprovado pelo cliente, cabe à Engenharia, o projeto do produto, do ferramental, a execução deste ferramental, inspeção e liberação deste ferramental, execução das bronzinas e a inspeção;
- f. as amostras são submetidas a testes;
- g. é executado um lote piloto e enviado ao cliente, para depois, o produto entrar em linha normal de fabricação.

3. BRONZINAS

3.1 Definição:

Bronzina ou bucha é um dispositivo mecânico projetado com geometria adequada de modo que se estabeleça um filme de óleo contínuo, capaz de suportar um eixo em rotação. Deve, ainda, ser capaz de suportar curtos períodos sem lubrificação. Denominação das várias partes, Anexo IX.

3.2 Desempenho de Bronzinas:

Para melhor desempenho de suas funções, a bronzina deve permanecer fixa em seu alojamento.

3.3 Altura de Encosto:

Esta altura deve-se ao excesso de bordas superior-

res da bronzina, por ser ela um pouco maior que uma semi-circunferência.

3.3 Ressalto de Localização:

A bronzina é portadora de um ressalto, que tem por objetivo sua permanência no alojamento.

3.4 Canais de Óleo:

Servem para distribuir o óleo por toda a superfície do eixo, formando uma película lubrificante sobre toda a área da bronzina.

3.5 Flange:

Algumas bronzinas têm flanges, que servem para absorver cargas axiais e prever folgas axiais.

3.6 Velocidade:

A velocidade de escorregamento da superfície do eixo e bronzina é significativa. Para altas velocidades de operação, as bronzinas de Babbitt são as melhores.

3.7 Condições de Limpeza:

Em bronzinas de Babbitt, certa quantidade de impurezas pode ser tolerada, pois neste material pequenas partículas podem ser embutidas sem muitos problemas, ao contrário de outros.

3.8 Temperatura:

É uma variável bastante importante. A duração da fadiga das ligas de Babbitt são significadamente aumentada quando a operação em altas temperaturas são diminuídas. As ligas de cobre, chumbo e de alumínio são menos afetada pela ação da temperatura.

3.9 Materiais das Bronzinas:

As bronzinas são confeccionadas a partir das seguintes ligas:

- Metal Branco ou Babbitt (chumbo e estanho): ótimas qualidades de deslizamento, conformabilidade e absorção de impurezas;
- Metal Vermelho (cobre e chumbo): melhor resistência à fadiga, porém não absorve tão bem as impurezas;
- Alumínio: boa qualidade anti-fricção e alta resistência à fadiga;
- Alumínio com camada eletrodepositada de chumbo-estanho;
- Sinterizadas (camada de liga cobre-chumbo sinterizada sobre a tira de aço).

4. SINTERIZAÇÃO:

Processo pelo qual corpos sólidos são aglutinados por forças eletrônicas através da aplicação de pressão e/ou calor e representa o processo fundamental da metalurgia do pó. Em casos especiais, a sinterização pode ocorrer sem pressões e temperaturas normais. Durante o período de aquecimento do compactado é possível ocorrer uma fase líquida, mudança alotrópica, aumento de volume e o aparecimento de mais de uma fase. Esses fenômenos podem facilitar o mecanismo da sinterização, mas não são indispensáveis à sua realização.

A velocidade de aquecimento e o tipo de atmosfera têm 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. A condutibilidade elétrica varia de modo mais complexo: diminui no início do aquecimento em consequência da distribuição produzida pelo despreendimento dos gases, aumentando a seguir, rapidamente, o que indica a existência das forças de ligação metálica.

O processo de obtenção dos pós metálicos utilizado na Metal Leve, é o de Atomização.

4.1 Fabricação do Pó:

1. Pesa-se os lingotes de metais puros de cobre, chumbo e estanho, em percentagens que atendem as especificações da liga desejada;
2. Primeiramente 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 interior, um cadinho de carbureto de silício com um bocal de grafita, que possui 2 furos com diâmetro de 4 milímetros cada. Este bocal de grafita situa-se ao 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°. O jato que atinge o metal líquido é lançado com uma pressão de 500 lb/pol². Na câmara existe uma cortina d'água, que tem por objetivo evitar que o metal pulverizado 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 a vácuo que retira cerca de 80% da umidade. Posteriormente o pó é colocado numa estufa rotativa para a secagem, durante duas horas, numa temperatura entre 120-140°C. Depois de secados os pós são classificados de acordo com a sua granulometria em peneiras vibratórias, sendo utilizados somente os pós que passarem pela peneira de 60 mesh.

Para verificação da qualidade dos pós, de cada carga é retirada uma amostra onde são analisadas a densidade aparente, fator de escoamento, superfície, compressibilidade, compactabilidade, deformação plástica, além do tamanho, porosidade, forma e microestruturas das partículas.

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

As ligas obtidas na Fabricação do Pó são:

LIGA	Cobre %	Chumbo %	Estanho %
R-60	100	-	-
R-61	89	-	9,5-10,5
R-60	resto	7,5-9,5	3,5-4,5
R-100	"	9,5-11,0	9,5-11,0
R-250	"	22,0-25,0	3,0-4,0
R-350	"	34,0-37,0	0,3 máx
R-770	"	24,0-27,0	0,2-0,5
R-780	"	21,0-25,0	1,75-2,75

4.2 Laminação na Metal Leve:

A laminação é um dos setores do Departamento de Materiais Básicos e tem por finalidade preparar as tiras de aço a serem utilizadas nas bronzinas sinterizadas, fundidas e de metal branco.

As tiras são obtidas a partir de bobinas de aço de baixo carbono: SAE 1008, SAE 1010, SAE 1020 (esta, em alguns casos). As bobinas medem até 1.000 mm de largura e chegam a pesar 5.000 kg.

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 10 mm nas extremidades da bobina

na original, pois elas geralmente encontra-se amassadas e com a espessura irregular. Após o diagrama, a bobina é cortada em tiras e caso o aço tenha sido obtido por laminação a quente, faz-se passar por uma calandra para quebrar a camada superficial de óxidos, sendo depois enrolada, juntamente com um fio de arame farpado para que haja espaçamento entre as tiras, espaçamento este muito importante na decapagem.

A decapagem consiste em mergulhar os rolos de tiras em solução de H_2SO_4 - 10%, a quente (80°C), durante aproximadamente 5 minutos, sendo depois lavado em um tanque com água, por imersão. Com o objetivo de assegurar a retirada da solução ácida proveniente da decapagem, o rolo é mergulhado em um terceiro tanque com solução de CaO a 80°C para neutralização.

A próxima etapa é desenrolar o arame e estão prontos para a laminação. Os aços obtidos por laminação a frio não necessitam decapagem.

A laminação é feita a frio em dois laminadores, um Duo e outro Quádruplo. A redução total obtida é feita em 3 passes para não sobrecarregar o laminador. Antes do terceiro passe é feito um recozimento intermediário num forno de campânula de atmosfera controlada, a 690°C, durante 9 horas.

Quando recozidas, as tiras sofrem um passe de acabamento, sendo antes deste, lixadas por um dispositivo acoplado ao laminador Gutman. Este lixamento visa retirar óxidos formados durante o recozimento.

Os aços utilizados na sinterização não são recozidos pois é necessário uma dureza mínima de 85 Rb.

Após laminados, é retirada uma amostra de cada tira para ensaio de dureza, de acordo com norma da ABNT, na escala Rockwell-B, com carga de 100 kg e esfera de 1/16".

4.3 Processos de Sinterização:

Em cada linha de sinterização na Metal Leve, é utilizada um tipo para fabricação de bronzinas.

4.3.1 Liga Cobre-Chumbo:

Essa liga tem alta resistência à fadiga. O alto chumbo diminui esta resistência, porém aumenta a característica anti-fricção.

4.3.2 Bronzinas de Estanho:

Os bronzes para bronzinas, são substancialmente ligas de cobre com 5 a 20% de estanho e uma pequena percentagem de fósforo residual. O chumbo diminui a resistência e a dureza dessas ligas, porém melhora a usinabilidade. O ferro aumenta a dureza, contudo prejudica a usinabilidade e o níquel melhora a resistência à corrosão.

LINHA 3 - Descrição:

1. Bobina de aço: chega do departamento de materiais básicos 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.

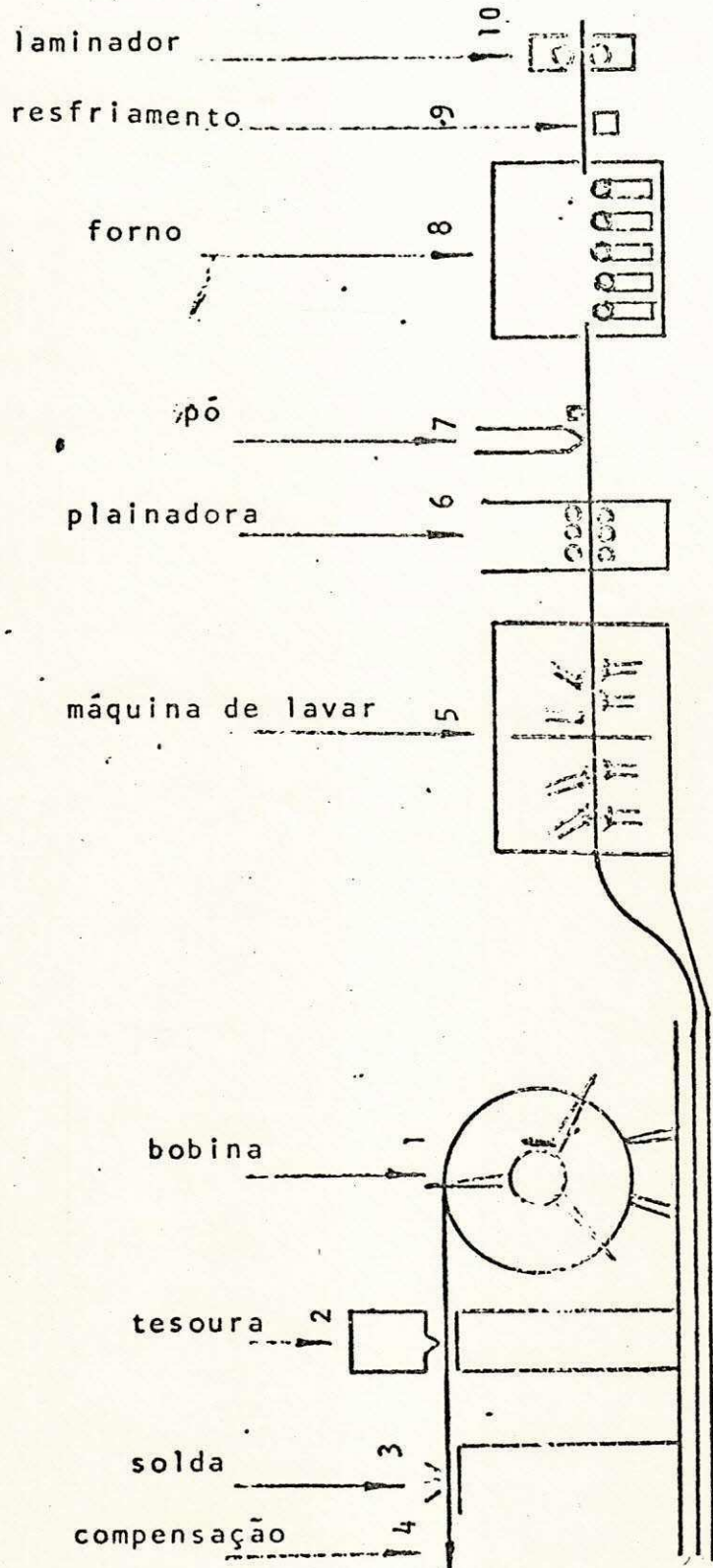
2. Tesoura: corta as pontas das tiras, que estão em más condições, visando a posterior soldagem.

3. Bancada de solda: solda o fim de uma bobina no começo da outra, ou ao líder, garantindo a continuidade do processo.

4. Sistema de compensação: garante a alimentação da tira, continuamente, quando é executada a soldagem no final de uma bobina.

5. Máquina delavar: retira a camada de óleo protetora, desengraxando e limpando a tira na primeira fase, atra

LINHA 3



vés 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 4a. zona chamada "zona fria", a uma temperatura de 400 a 450°C. A primeira zona aquece a tira à temperatura adequada e a sinterização propriamente dita ocorre na segunda e terceira zona. A quarta zona serve como resfriamento parcial da tira. A atmosfera do forno é redutora com uma composição de $CO_2=0,8\%$, $O_2=0,4\%$, $CO=19,2\%$, $H_2=31,84\%$ e N_2 , o restante.

9. Resfriamento: feito 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.

Na primeira fase o material ainda não tem as propriedades requeridas para a confecção de bronzinas. Por isto, após esta primeira fase, a tira passa novamente pelo forno para promover a ressinterização.

Observações:

- Líder é uma tira de aço, sem valor comercial que é soldada a um rolo de aço e utilizado sempre que se inicia o processo, com a finalidade de tracionar o rolo até a bobina.

- A descrição da linha 3 mostra detalhadamente uma típica linha de sinterização, contudo pequenas mudanças de equipamentos são verificadas em relação às linhas 1 e 2.

4.3.3 Babbitt à base de Estanho:

São basicamente, ligas de estanho, antimônio e cobre. Zinco, alumínio, bismuto, ferro e arsênio devem ser limitados.

4.3.4 Babbitt à base de Chumbo:

São ligas de chumbo, estanho e antimônio.

LINHA PI-METÁLICA (FUNDIÇÃO CONTÍNUA) - Descrição:

1. Bobina de aço: chega do departamento de materiais básicos, cortada na largura e espessura para este processo, decapada e com camada de óleo protetora e com dureza variando entre 55 e 65 Rb.

2. Tesoura: corta as pontas das bobinas que geralmente chegam oxidadas e com variações dimensionais, determinando o paralelismo apropriado para a posterior soldagem.

3. Bancada de solda: visa garantir a continuidade do processo, soldando o fim de uma bobina ao início da outra.

4. Sistema de compensação: evita que a alimentação pare durante o processo de soldagem.

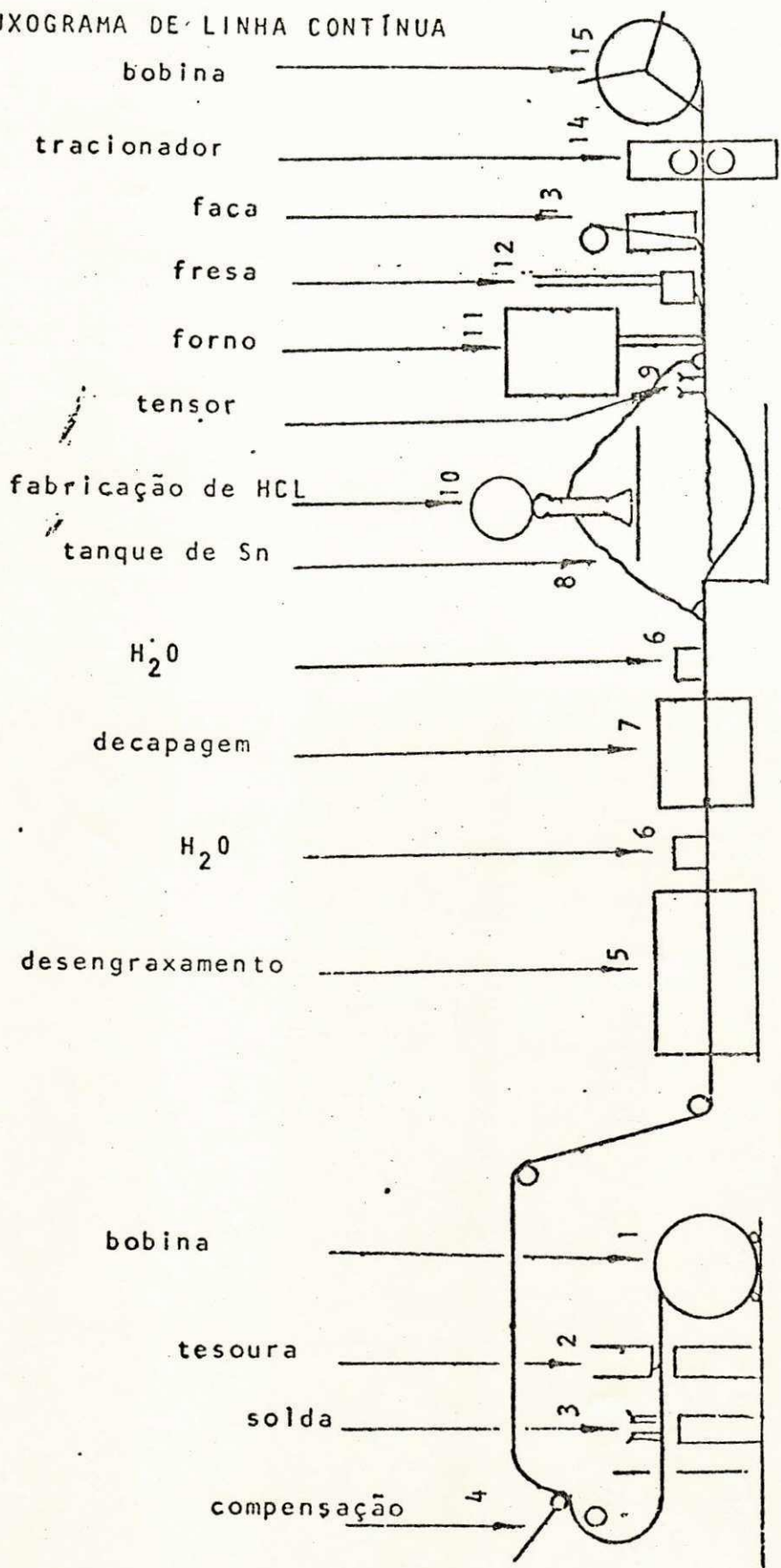
5. Tanque de desengraxamento: retira a camada de óleo e limpa a tira através de uma limpeza eletrolítica, à cerca de 20°C.

6. Cortina d'água: enxagua a tira na saída dos tanques.

7. Tanque de Decapagem: decapa a tira através de ácido clorídrico, deixando-a propícia para receber o estanho.

8. Tanque de estanho: a tira recebe a primeira camada de metal fundido, passando por um tanque com estanho líquido, a uma temperatura de 280°C. Esta camada ajudará na

3. FLUXOGRAMA DE LINHA CONTÍNUA



deposição e aderência da camada seguinte.

9. Tensor: evita 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, com despreendimento de gás clorídrico. Este gás atua como fluxo de cobertura, protegendo a tira estanhada, minimizando a formação de óxidos e a absorção de gás. Tem-se a seguinte reação:



11. Fornos de fusão: possui dois cadinhos, um de 1000 e outro de 500 kg. Sua temperatura é de 440 a 510 °C.

12. Fresa: retira a camada de babbitt em excesso, colocada propositadamente com o intuito de aumentar o calor sobre a tira e assim facilitar o processo metalúrgico de aderência de metal líquido na tira. O excesso é retido e depois reaproveitado.

13. Faca: dá a medida final à tira, retirando uma camada que é enrolada em uma pequena bobina, para ser reaproveitada.

14. Tracionador: traciona a tira e reduz a liga levemente.

15. Bobina metálica: pronta para o corte ao comprimento e produção de bronzinas, após o tratamento térmico.

Observação:

- Para a produção da tira trimetálica é feito uma junção da sinterização e da fundição contínua. A tira é sinterizada como já descrito, apenas não recebendo o passe de laminação, com a finalidade de manter a porosidade. Daí, segue o processo da linha bimetalica.

4.3.5 Liga Alumínio-Estanho:

Esta liga apresenta alta capacidade de carga, grande resistência à fadiga e boa resistência à corrosão pelos óleos lubrificantes dos motores à combustão interna. Contém cerca de 1% de cobre, atuando como endurecedor. Concentrações de estanho maiores que 7% reduzem significativamente a resistência à fadiga e a ductilidade. As adições de cobre compensam estes problemas.

A característica anti-fricção dada pelo estanho nesta liga é semelhante à dada pelo chumbo nas ligas para sinterização e fundição.

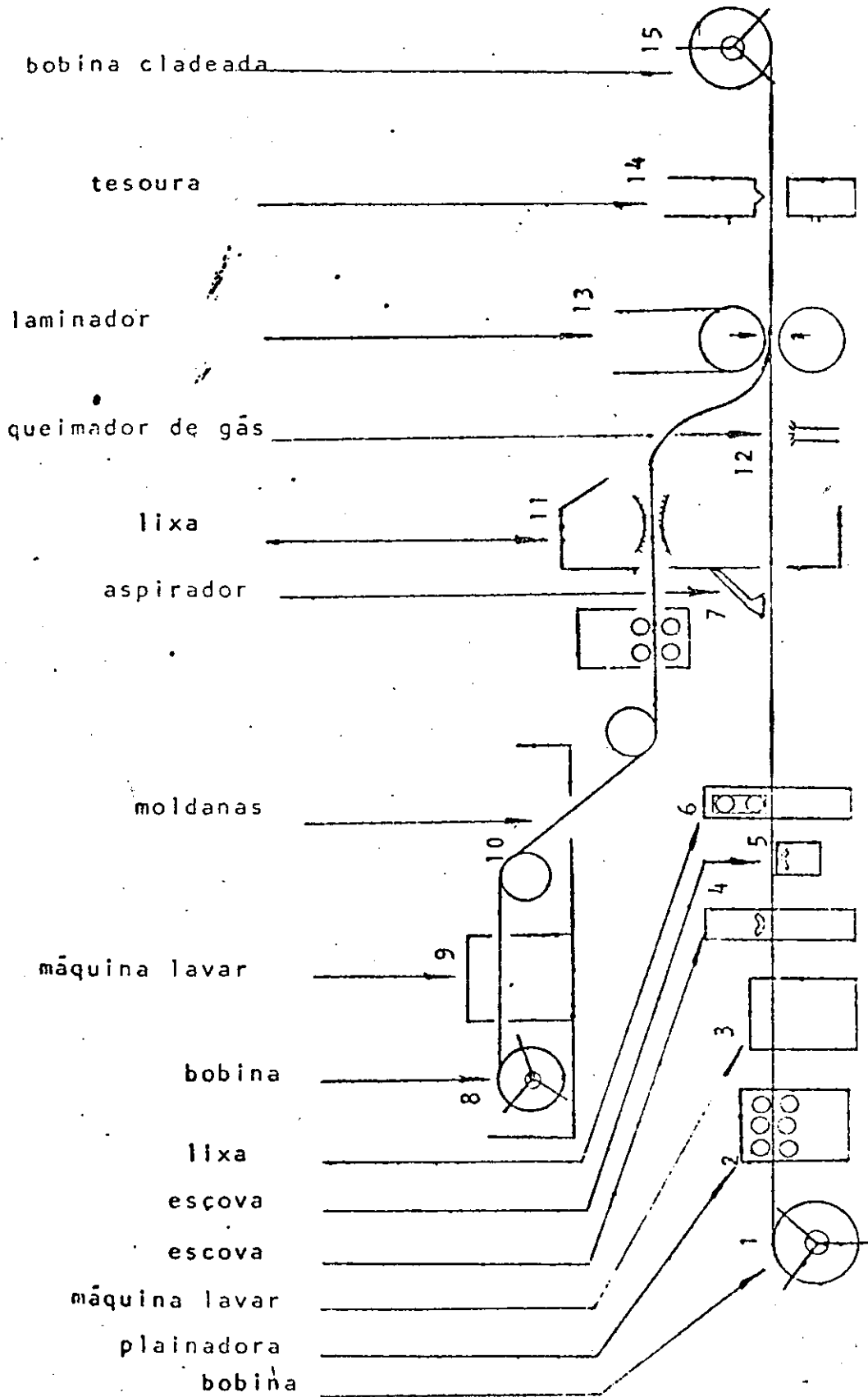
4.3.6 Liga Alumínio-Silício-Cádmio:

Possui resistência à fadiga e dureza melhores que a liga AlSn. O cádmio dá característica anti-fricção, como o Sn na liga anterior. O silício age como elemento endurecedor do alumínio.

LINHA CLAD - Descrição:

1. Bobina de aço: chega do departamento de materiais básicos, decapada, cortada na largura final para esse processo e com camada de óleo protetora.
2. Plainedora: garante um perfeito lixamento nas operações posteriores.
3. Máquina de lavar: desengraxa a tira através de um detergente neutro e enxágua com água, à temperatura cerca de 80°C.
4. Escova: dá ao material uma rugosidade necessária à perfeita ligação na fase 13.
5. Escova de limpeza: remove partículas do material.
6. Lixa: mesma finalidade da escova (4).
7. Aspirador: retira partículas lixadas e sujeiras.

2. FLUXOGRAMA - LINHA CLAD



8. Bobina superior: alumínio-estanho cladeada ou alumínio-silício-cádmio, comprada de terceiros.

9. Máquina de lavar: idêntica à inferior.

10. Sistema de roldanas: encaminha a tira superior para a escova.

11. Escova: cria rugosidades para perfeita ligação.

12. Queimador: utilizado quando se quer reduzir a espessura de alumínio, sem que haja necessidade de laminá-lo.

13. Laminador: executa o passe, ligando mecanicamente a tira de liga de alumínio ao aço em um só passe.

14. Tesoura: corta o começo e o fim da tira que geralmente está cladeada, ou pedaços que não se ligaram, ou mesmo trincaram durante a laminação.

15. Bobina cladeada: vai para o tratamento térmico.

Observação:

- A bobina cladeada é a ligação da tira de AlSn com uma de Al, pelo processo descrito. Se faz necessário pois a tira de AlSn não liga-se ao aço, devido ao alto teor de Sn (cerca de 20%). O alumínio ligado a esta tira é que vai ser ligado ao aço. Isto não ocorre com a bobina AlSiCd, que pode ser ligada diretamente ao aço.

4.3.7 Tratamento Térmico:

As bobinas cladeadas sofrem um tratamento térmico, com o objetivo de melhorar a ligação entre o aço e a liga de alumínio, como também para que ocorra um alívio de tensões.

As bobinas com Al20%Sn permanecem 2 horas p/ polegada, à temperatura de 343°C.

As bobinas bi e trimetálicas seguem para o tratamento térmico com a finalidade de melhorar a ligação en

tre camadas metálicas e, também, para aliviar tensões.

As bobinas bimetálicas permanecem de 6 a 12 horas à temperatura de 150 a 180°C. As bobinas trimetálicas ficam 1 1/2 hora, à temperatura de 180°C.

As bobinas sinterizadas não sofrem tratamento térmico, pois em sua segunda passagem pelo forno de sinterização já sofrem um alívio de tensões.

5. BRONZINAS FUNDIDAS:

5.1 Fábrica de Granulado:

Dedica-se à preparação de ligas, de forma a facilitar a fusão na fabricação de bronzinas fundidas. Utiliza lingotes de metais puros e cavacos provenientes da própria fundição e das linhas de usinagem. Os cavacos, antes de serem fundidos, são submetidos a uma separação magnética para separar os ferrosos e não ferrosos.

O material é fundido em dois fornos basculantes a óleo combustível, com cadinhos de grafita para 500 Kg. A temperatura é de aproximadamente, 1.200 °C. Primeiramente é fundida somente a sucata, contendo bórax, para que a escória aflore à superfície. Essa fusão dura aproximadamente, 3 horas, sendo depois retirada uma amostra para análise de composição química, e caso necessário, faz-se a correção. O basculamento do forno é feito de maneira que a liga fundida escorra por uma calha, caindo em uma caçamba que está parcialmente imersa em um tanque d'água. Antes de atingir a superfície do tanque, a liga recebe um jato d'água perpendicularmente à sua queda, provocando a granulação. Posteriormente a caçamba e os grãos são depositados num silo. Neste, os grãos tornam-se menos úmidos, com a retirada da água em excesso. Através de correias transportadoras, os grãos são levados para uma estufa, onde são movimentados por vibrações, sendo recolhidos em tambores, já secos.

LIGAS OBTIDAS NA FÁBRICA DE GRANULADOS

LIGA	Cobre %	Chumbo %	Estanho %
R-27	72 (mín)	23-26	1,2-2,3
R-77	restante	0,2-0,4	23-26

5.2 Fundição Pap:

Destina-se à obtenção de buchas de aço, revestidas internamente por uma camada de metal vermelho, fundidas 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 a 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 escorificante sobre o aço. A bucha é aquecida até uma temperatura de 880°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 200 Kg. A temperatura em que a liga é vazada é da ordem de 1.400°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 bascu-

lantes. Atingida a temperatura desejada nos fornos de espera, à cerca de 1.500°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 mandriladora vertical, com pequena quantidade de cavaco da liga. Numa outra mandriladora 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, primariamente com uma lixa mais grossa e depois, uma mais fina.

Daí, as buchas seguem para a linha de usinagem.

5.3 Fundição Heavy Wall:

Destina-se à 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 X.

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 tapado com um 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 1.100-1.200 °C. Existem 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 o espaço 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, locomovendo a chapinha e arruela.

É feito um tratamento à temperatura de 280°C, visando aliviar tensões. Este aquecimento também faz com que o casco dilate-se, facilitando a retirada do macho. O passo seguinte é encaminhá-los à usinagem.

6. USINAGEM DE BRONZINAS:

6.1 Processo de Fabricação de Bronzinas sem Flange:

O processo 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 ali

menta uma prensa que corta as tiras e curva-as, ou seja, a cada descida do punção é realizada uma conformação. A seguir, são efetuadas as outras operações (chanfros, furos de óleo, encosto, etc.).

6.2 Processo de Fabricação 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;
Rebarbadeira KA-27	- tirar rebarbas do flange;
Torno TO-05	- tornear flange;
Tanque de óleo	- aquecimento das tiras;
Prensa PR-21	- curvar e dobrar;
Prensa PR-53	- cortar encosto;
Prensa PR-08	- prensar e endireitar;
Chanfradeira A-41	- quebrar 4 cantos;
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. TC-21	- tornear canal externo;
Brochadeira BE-03	- brochar flanges;
Brochadeira BD-07	- brochar diâmetro interno;
Mandriladeira MA-15	- mandrilar diâmetro interno.

6.3 Bronzinas de Alumínio:

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

Descrição do Processo de Usinagem das Bronzinas de Alumínio:

Torno Multifuso V-42	- tornear flanges, diâmetro interno e externo, canal de óleo externo, facear canaletas, 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 canaletas, chanfrar flange interno e diâmetro interno;
- Torno V-44 e V-38 - furar, escarear dois furos 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.

6.4 Buchas e Arruelas:

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;

Estampar canal;

Cortar comprimento;

Pré-curvar;

Fechar.

Obs.: Neste processo, todas as operações são realizadas numa 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 inspecionada após cada operação dimensionalmente.

6.5 Processo Heavy Wall:

- CC-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 colo e distância entre flanges;
- LI-006 - lavar cascos;
- KA-23 - prensar arruelas de aço inferior no casco;
- KA-23 - montar macho e prensar arruela 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 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 externo do flange, facear;
 - TO-015 - cortar buchas;
 - TO-020 - tornear diâmetro externo, facear espessura do flange;
 - KB-108 - Estampar ML e data manual;
 - 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 canaleta;
 - TO-020 - tornear chanfro no diâmetro interno e tornear diâmetro interno semi-acabado;
 - RE-009 - retificar diâmetro externo;
 - GA-003 - Estanhar;
 - TO-028 - tornear diâmetro interno (acabado);
 - GA-003 - Estanhar;
- Inspeção Final;
- Embalagem.

6.6 Processo Pap:

As bronzinas obtidas podem ter ou não flanges.

6.6.1 Processo Pap - 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 torno TO-003, tem-se o corte da bucha em anéis, sendo depois torneado o rebaixo ou canal, para ob-

tenção da flange. Na prensa, os anéis são dobrados e curvados, seguindo depois, as operações normais, isto é, chanfros, ressaltos, canais de óleo, entre outras.

6.6.2 Processo Pap - Bronzinas sem Flanges:

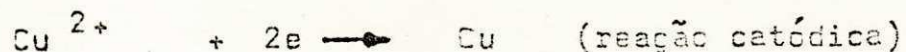
Após a fundição, as buchas seguem o seguinte roteiro de operações: corte em anéis, segmentos serrados, curvaturas, etc. Posteriormente, seguem as operações convencionais.

7. GALVANOPLASTIA:

7.1 Generalidades:

A passagem de uma corrente unidirecional através de uma solução é associada com o movimento através dele, 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 têm cargas positivas; os íons que migram para o ânodo são os ânions, que têm 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 eletrodeposição:

- Eletrodeposição em Metal Vermelho (bronzinas sinterizadas, fundidas;
- Eletrodeposição em Alumínio (bronzinas de alumínio);
- Estanhagem (bronzinas que utilizam ligas à base de chumbo e estanho).

7.2 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 de 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 epóxi, 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, à temperatura ambiente, removendo camadas de óxidos.
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 (NiCl_2), sulfato de níquel

(NiSO₄) e ácido bórico (ph 2,5-3,5). Esta camada atua como barreira, impedindo a difusão de estanho de 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 Cu (BF₄)₂

Fluorborato de estanho (BF₄)₂ Sn

Ácido fluorbórico HBF₄

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 (99°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.

7.3 Eletrodeposição em Alumínio:

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

1. Desengraxamento em percloroetileno.

2. Decapagem e desengraxamento em solução alcalina de hidróxido de sódio, a 90°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, etivendo-as para receber boa aderência nas eletroposições.

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	10g/l
sulfato de cobre	5g/l

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

9. Lavagem em água.

10. Decapagem em solução de 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°C.

A composição do banho é a seguinte:

cianeto de cobre	40-50g/l
cianeto livre	2-3 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 um 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 da 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 (solução de fluorssilicato de chumbo), à temperatura ambiente, durante 2 minutos.

As bronzinas sem flanges 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.

7.4 Estanhagem:

É feito em bronzinas, buchas e arruelas obtidas a partir de ligas de metal branco. Tem como objetivo a proteção do 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 alumina, 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 55-75 g/l, soda cáustica 5,5-7,5 g/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.

8. INSPEÇÃO FINAL:

Existem dois tipos: o visual e o dimensional.

A inspeção dimensional é feita por amostragem, observando-se largura, espessura, diâmetro dos furos, canal de óleo, etc. Para cada peça da amostragem são preenchidos formulários de controle. O número de amostras são retirados 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 nova-

mente, 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.

9. EMBALAGEM:

Existem quatro tipos 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.



São Paulo, 20 de fevereiro de 1981

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que EDSON DE SOUSA CORREIA, portador da carteira profissional nº 75571 série 445, cumpriu estágio nesta Empresa, no período de 19.01.81 a 20.02.81, perfazendo um total de 225 horas.

Durante este período o estudante desenvolveu estágio nas áreas de: Pistões, Bronzinas, Pinos e Laboratórios.

Atenciosamente

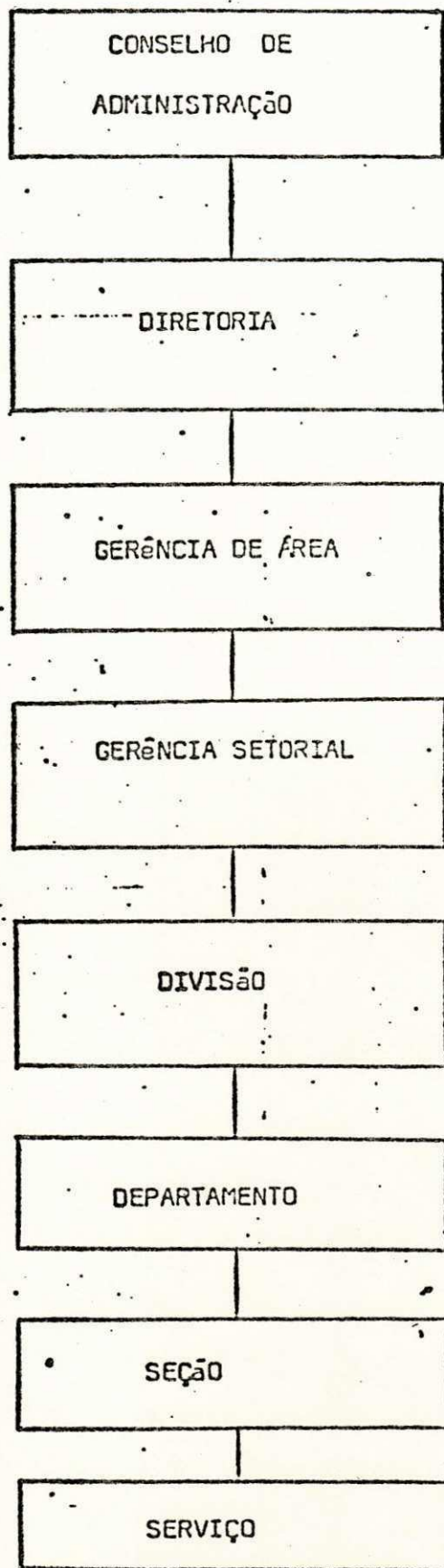
J. F. Dantas
Div.Planej.Rec.Humanos

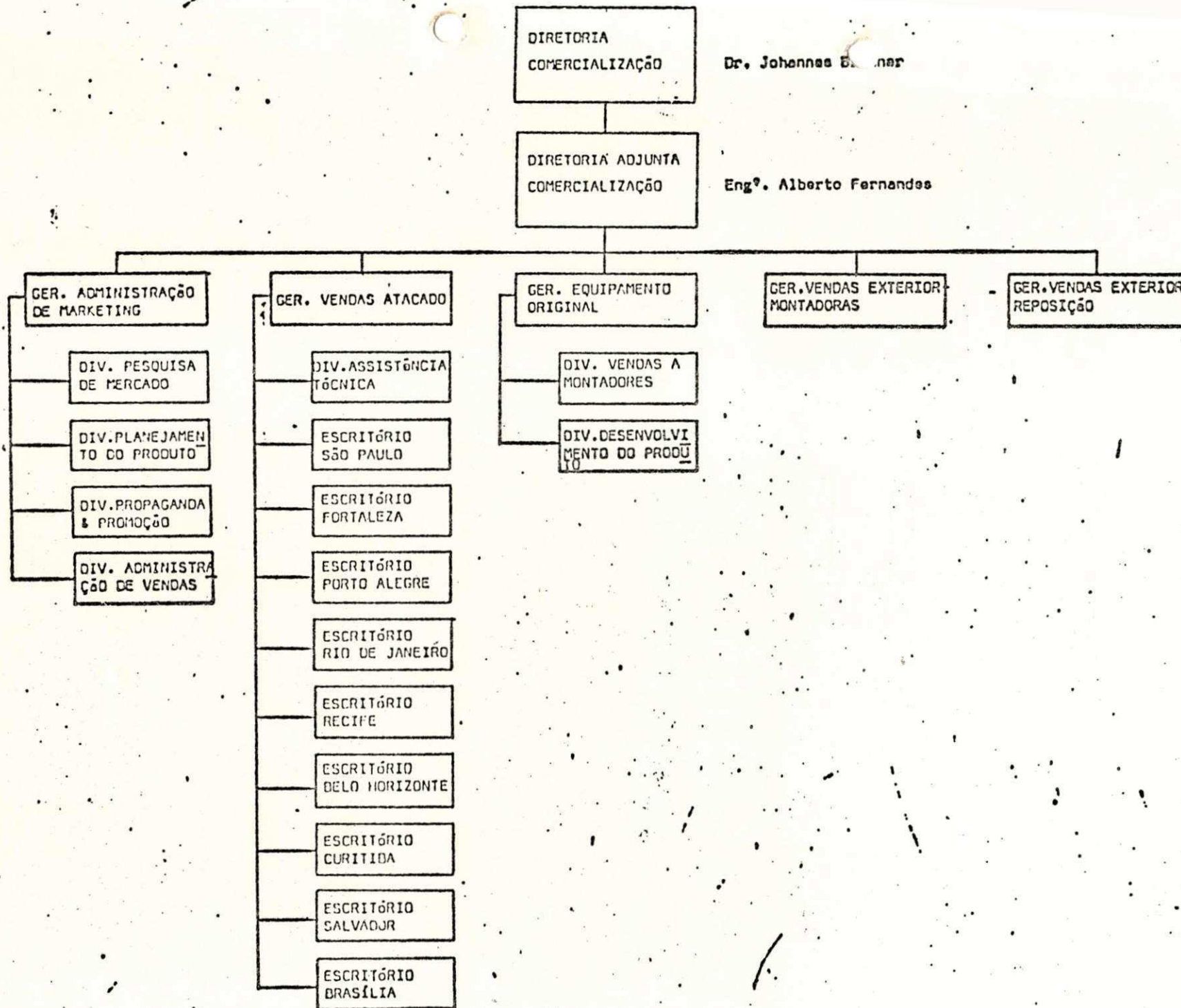
Jacyra Carneiro Montanari
Deptº Trein.Desenv.de Pessoal

JD/mabs.

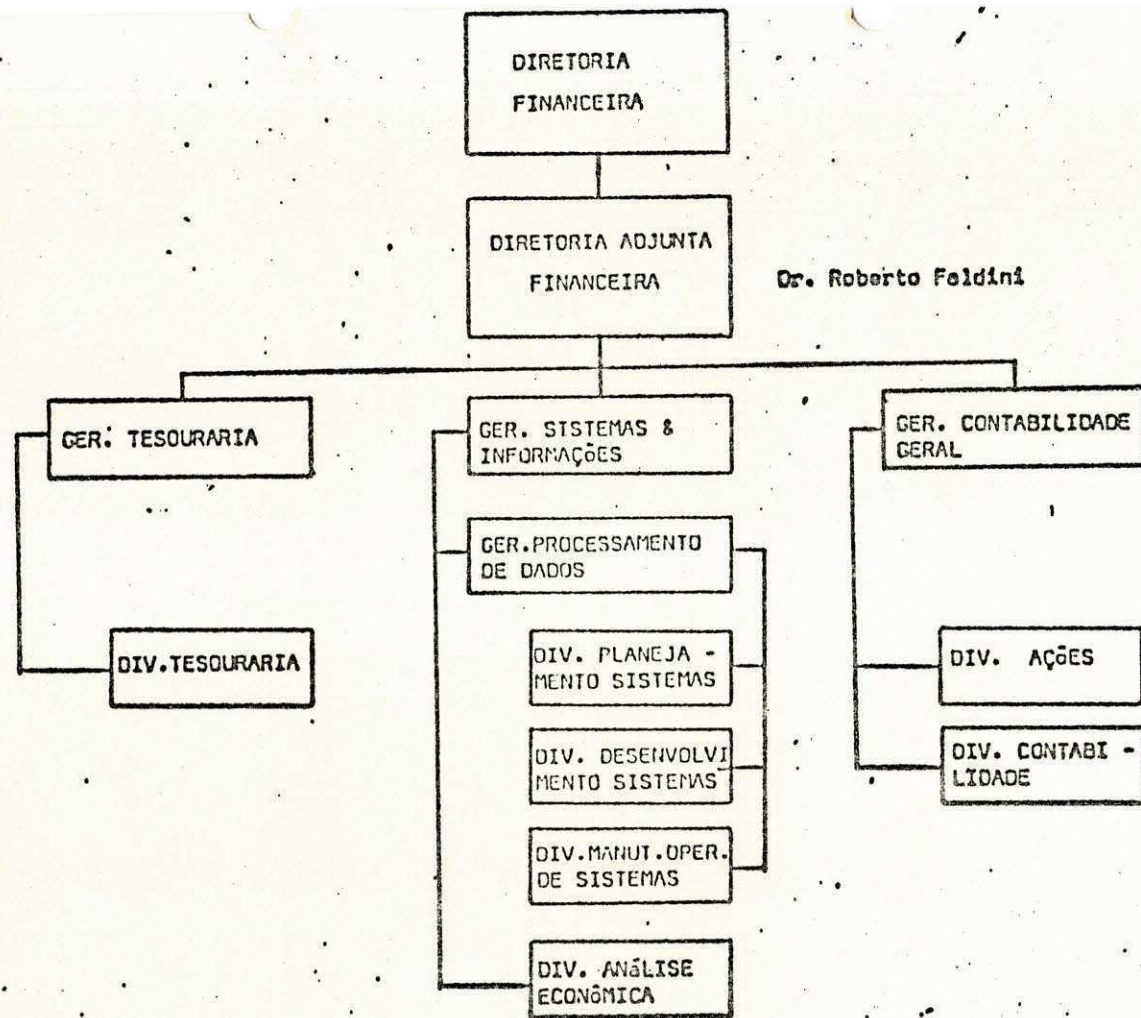
RUA BRASÍLIO LUZ, 535 — 04746 São Paulo, SP — FONE: (011) 522-7011
CORRESPONDÊNCIA: Caixa Postal 6567 — 01000 São Paulo, SP
TELEGRAMAS: METALEVE São Paulo — TELEX: 011-21798 e 011-22819

Anexo II





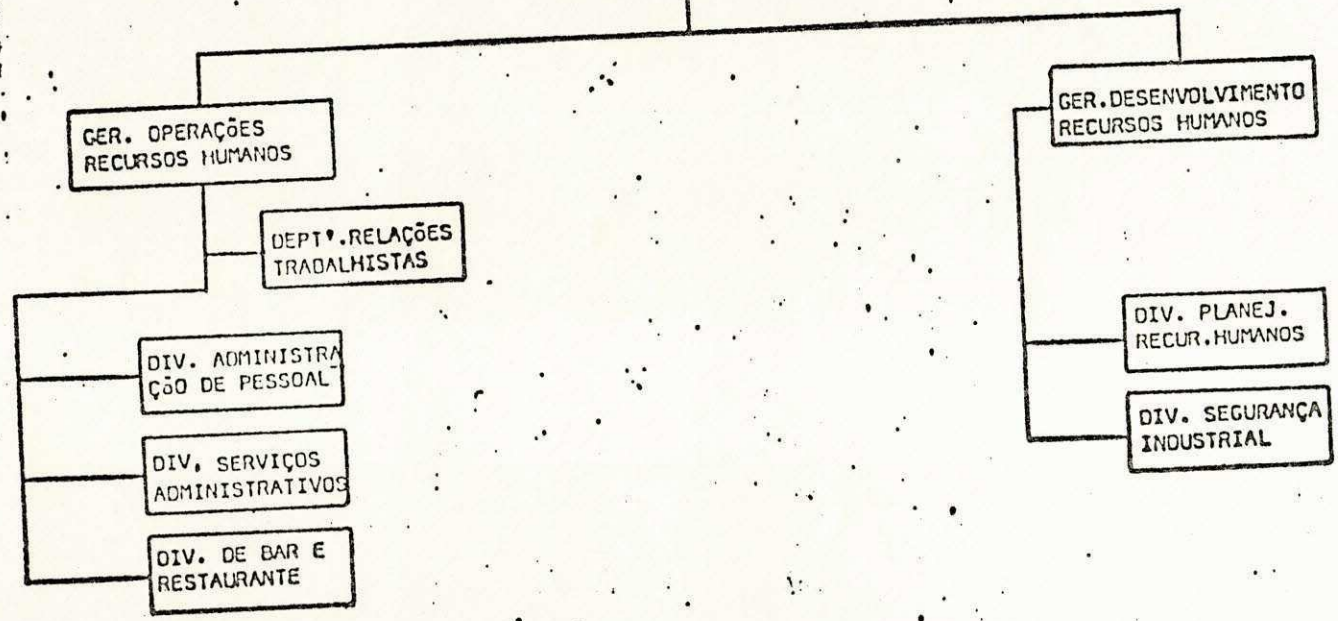
Anexo III



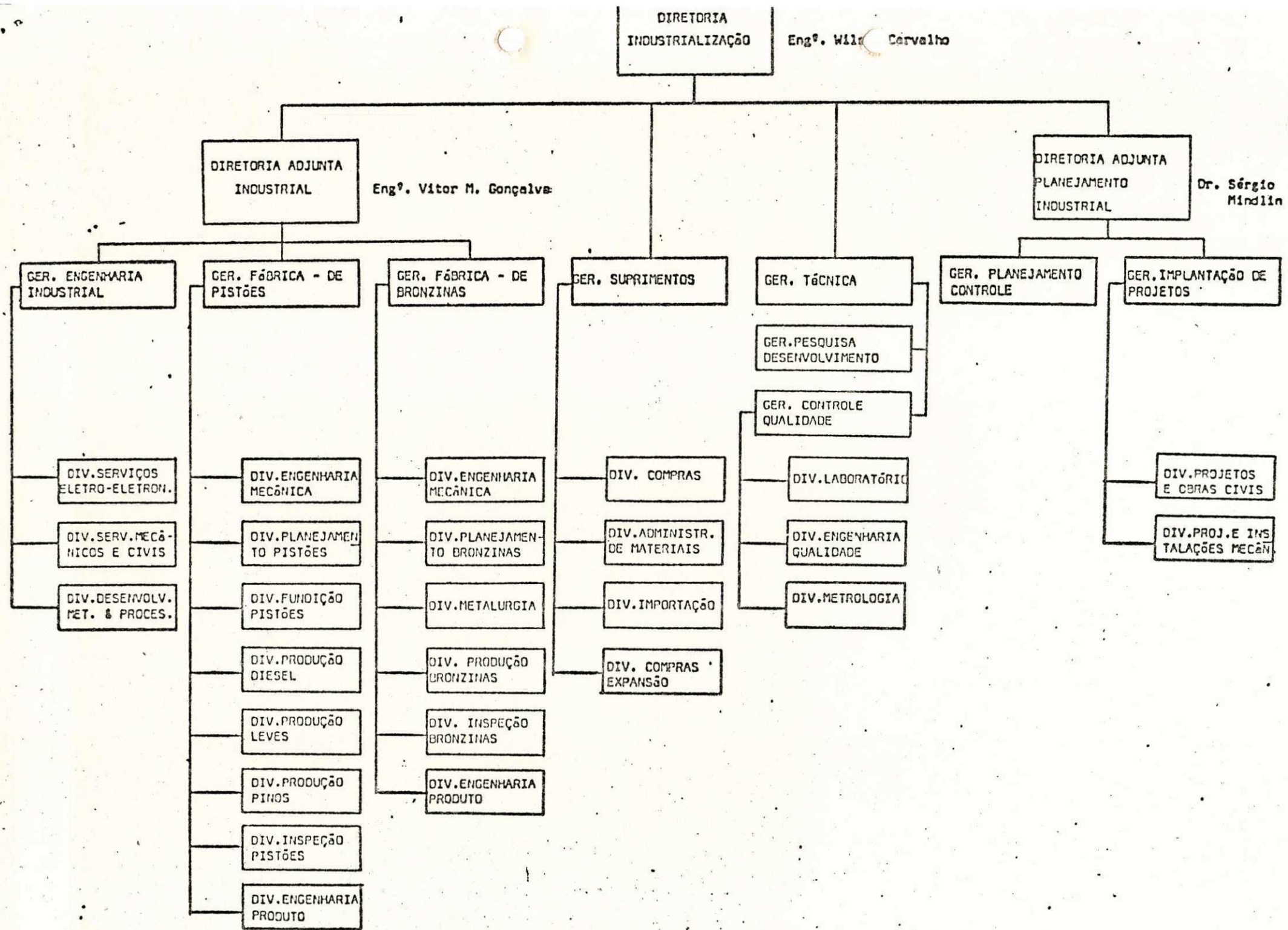
Anexo IV

DIRETORIA
RECURSOS HUMANOS

Dr. Luiz Antonio Franco



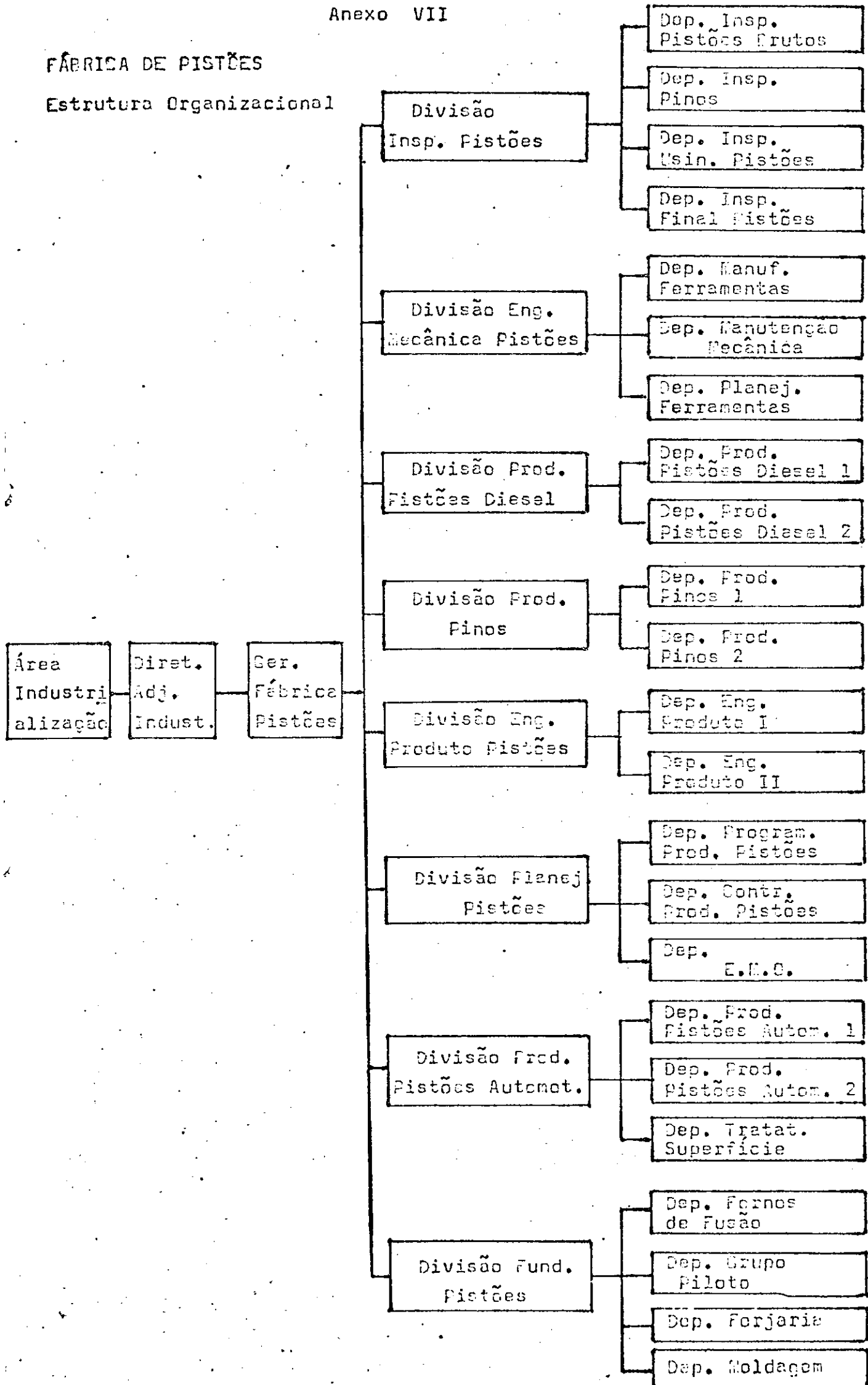
Anexo V



Anexo VII

FÁBRICA DE PISTÕES

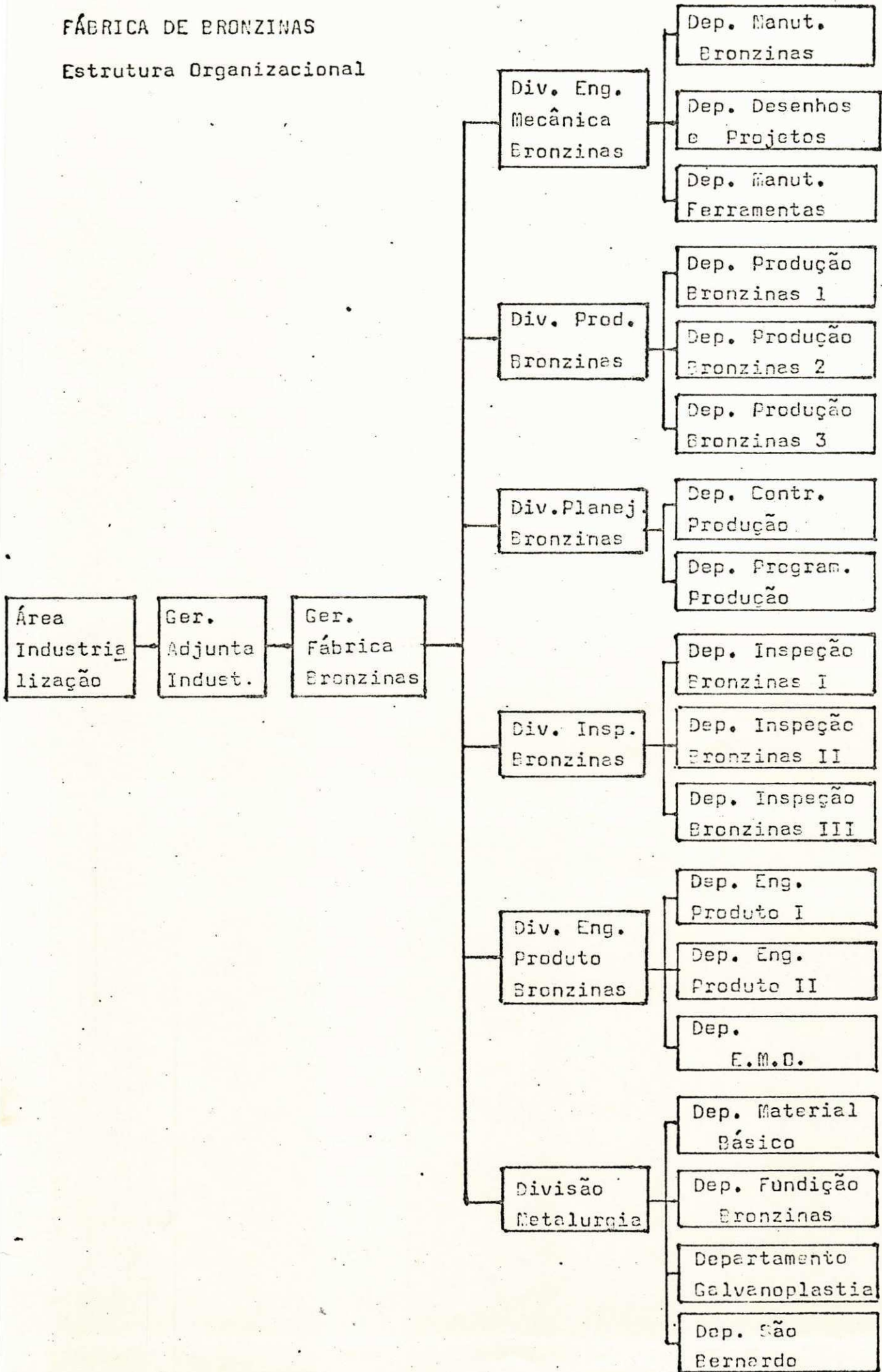
Estrutura Organizacional



Anexo VIII

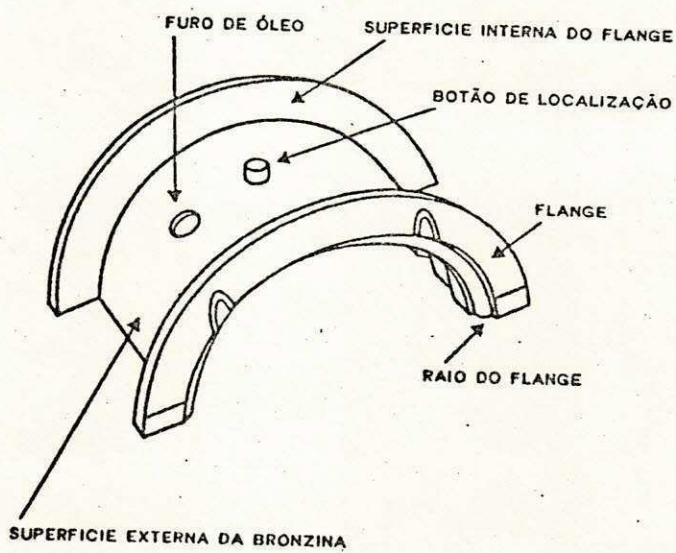
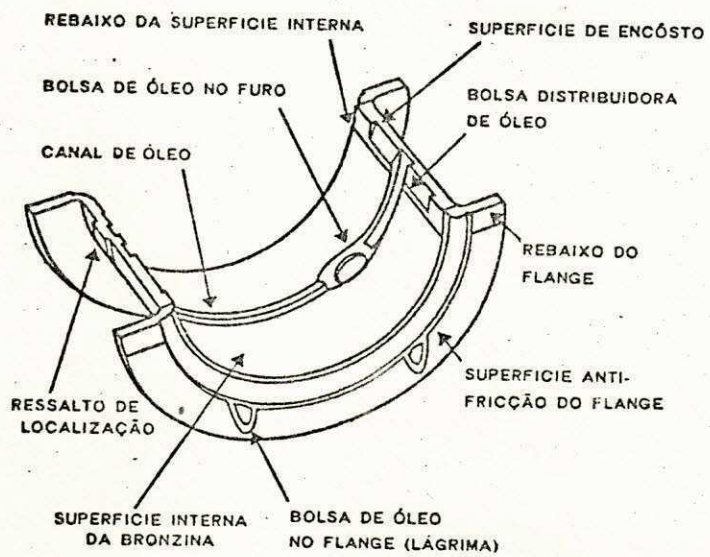
FÁBRICA DE BRONZINAS

Estrutura Organizacional

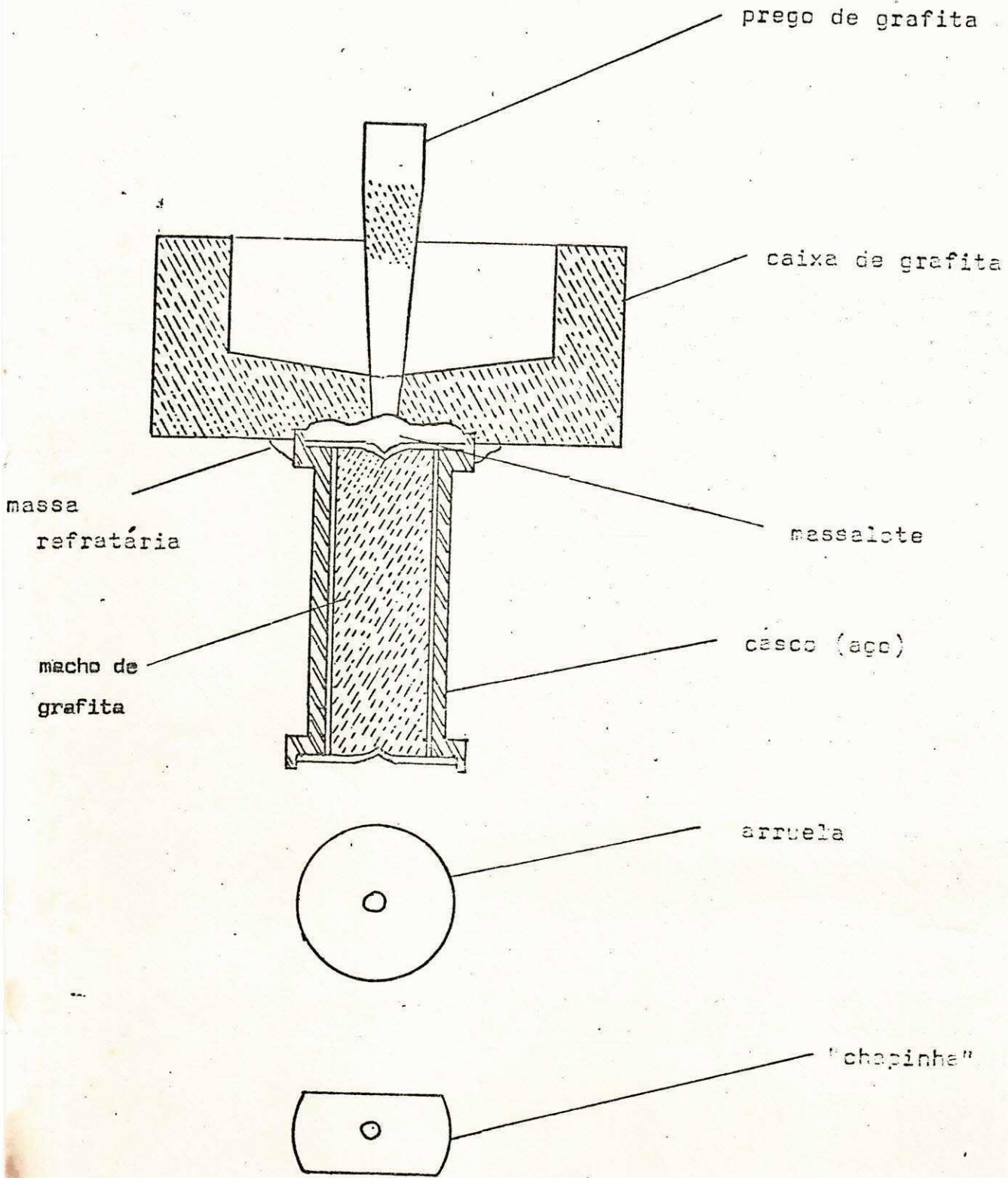


Anexo IX

NOMENCLATURA DA BRONZINA



FUNDIÇÃO HEAVY WALL



CONCLUSÃO

O estágio de férias, apesar de não contar com grande carga horária (225 horas), nos proporcionou conhecimentos em todas as áreas produtivas da empresa, ou seja, Fundição, Forjamento, Laminação, Sinterização, Usinagem, Higiene e Segurança no Trabalho, Controle de Qualidade, Laboratórios de Ensaios, etc., conhecimentos estes, não muito aprofundados, devido ao curto período de tempo.

Mas de maneira geral, atingiu seu objetivo ao expor aos estagiários a alta tecnologia da empresa, associando aos conhecimentos teóricos adquiridos na universidade.