

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

ESTÁGIO SUPERVISIONADO
RELATÓRIO

ESTAGIÁRIO:

MANASSÉS DA COSTA AGRA MÉLLO

EMPRESA:

METAL LEVE S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO
SÃO PAULO - S.P.

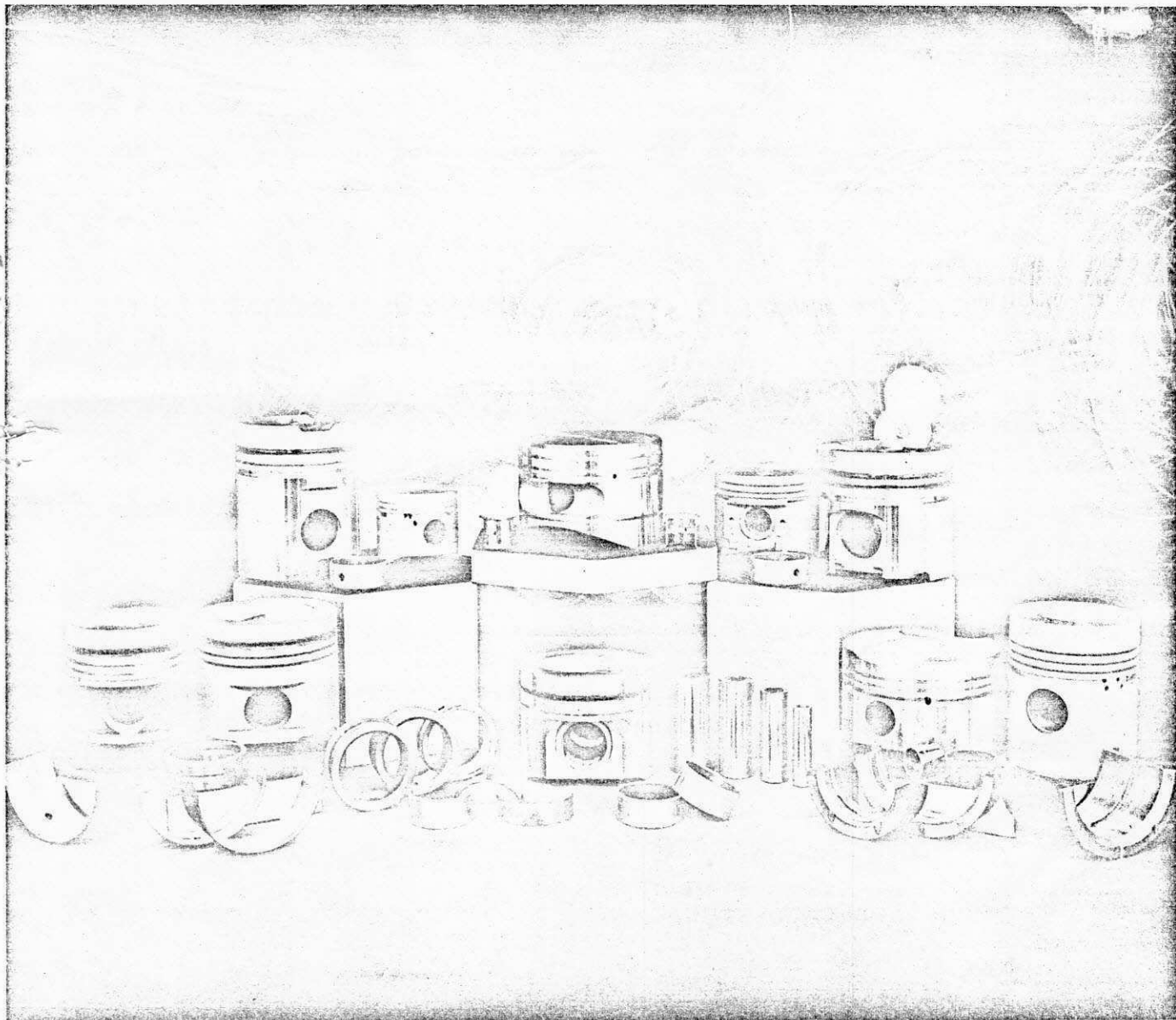
SUPERVISOR:

MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



METAL LEVE
s.a. indústria e comércio





São Paulo, 20 de fevereiro de 1981

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que MANASSES DA COSTA AGRA DE MELLO, portador da carteira profissional nº 87287 série 625, 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

Universidade Federal da Paraíba
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica

Estágio Supervisionado
Relatório:

Aluno: Manassés da Costa Agra Mello
Matrícula: 7711021-7

Campina Grande - Paraíba

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

CHEFE:

Professor: Wiltians Capim

COORDENADOR:

Professor: Yoge Gerônimo

VICE-COORDENADOR:

Professor: Manoel Cordeiro

COORDENADOR DE ESTÁGIO:

Professor: Macino Dias

ESTAGIÁRIO:

Manassés da Costa Agra Mello

Manassés da Costa Agra Mello

EMPRESA :

Metal Leve S/A INDUSTRIA E COMÉRCIO

ENDEREÇO :

Rua Brasílio Luz - Santo Amaro - S.P.

Caixa Postal - 6567 - 01000 - São Paulo

I N D I C E

- 1 - Introdução
- 2 - Apresentação da Empresa
- 3 - Fábrica de Pistões
 - 3.1 - Estrutura Organizacional
 - 3.2 - Produtos
 - 3.3 - Divisão de Engenharia de Pistões
 - 3.3.1 - Departamento de Engenharia de Produto I
 - 3.3.2 - Departamento de Engenharia de Produto II
 - 3.4 - Divisão de Engenharia Mecânica - Pistões
 - 3.4.1 - Departamento de Manufatura de Ferramentas
 - 3.4.1.1 - Ferramentas
 - 3.4.1.2 - Coquilharia
 - 3.4.1.3 - Afição de Ferramentas
 - 3.4.1.4 - Lapidação de Diamantes
 - 3.4.2 - Departamento de Planejamento de Ferramentas
 - 3.4.2.1 - Almoxarifado RG - 7
 - 3.4.2.2 - Depósito de Ferramentas
 - 3.4.3 - Departamento de Manutenção Mecânica
 - 3.4.3.1 - Oficina Mecânica
 - 3.4.3 2 - Postos de Manutenção
 - 3.4.4 - Assessoria a Divisão de Eng. Mecânica de Pistões

- 3.5 - Divisão de Fundição de Pistões
 - 3.5.1 - Introdução
 - 3.5.1.1 - Funções do Pistão
 - 3.5.1.2 - Temperatura no Pistão
 - 3.5.1.3 - Materiais dos Pistões
 - 3.5.1.4 - Desgaste dos Pistões
 - 3.5.2 - Fluxograma de Produção
 - 3.5.2.1 - Descrição
 - 3.5.3 - Tratamento da liga Líquida
 - 3.5.4 - Coquilhas
 - 3.5.5 - Tratamento Térmico
 - 3.5.6 - Forjaria
 - 3.5.7 - Usinagem de Pistões
- 5.6 - Divisão de Produção de Pistões Automotivos Leves
 - 3.6.1 - Departamento de Pistões Automotivos Leves I
 - 3.6.2 - Departamento de Pistões Automotivos Leves II
 - 3.6.2.1 - Linha Automática "Fullor"
- 3.7 - Divisão de Produção de Pistões Diesel
 - 3.7.1 - Departamento de Usinagem de Pistões Diesel I
 - 3.7.2 - Departamento de Usinagem de Pistões Diesel II
 - 3.7.2.1 - Tratamento de Superfície
 - 3.7.3 - Inspeção
 - 3.7.3.1 - Inspeção de Pistões em Bruto
 - 3.7.3.1.1 - Controle de Ferramental
 - 3.7.3.1.2 - Controle de Produção
 - 3.7.3.2 - Inspeção de Usinagem
 - 3.7.3.3 - Inspeção final de Pistões

Pistões
Bronzes
Pinos
Buchas
meis

3.8 - Divisão de Produção de Pinos

3.8.1 - Introdução

3.8.2 - Considerações

3.8.3 - Processo de Usinagem Convencional

3.8.4 - Processo Cold-Former

3.8.5 - Centro de Tratamento Térmico

3.8.5.1 - Tratamento Térmico de Pinos

3.8.5.2 - Tratamento Térmico de Ferramentas e peças para manutenção de equipamentos novos.

4 - Fábrica de Bronzinas

4.1 - Estrutura Organizacional

4.2 - Atividades do Departamento de Eng. de Produtos I

4.3 - Metalurgia da Fábrica de Bronzinas

4.4.1 - Apresentação de Bronzinas

4.4.2 - Tipos de Bronzinas

4.4.3 - Fabricação e Princípios de aplicação do pó

4.4.4 - Fabricação de pó-Processo Utilizado na Metal Leve

4.4.5 - Ligas Sinterizadas de Cobre-Chumbo -Estanho

4.4.6 - Cargas Relativas Materiais de Bronzinas

5 - Conclusão

1 - INTRODUÇÃO

A Metal Leve S/A Indústria e Comércio, teve uma atitude muito feliz, quando resolveu aproveitar os incentivos governamentais (desconto em Imposto de Renda) para aplicação com estagiários.

O Programa Estágio de Férias proporciona, a estudantes selecionados nas universidades das várias regiões do país, além de integração uma gama de conhecimentos não oferecidos nas universidades, o que vem proporcionar uma formação em ótimo nível.

Durante o estágio na Metal Leve podemos ver em pleno funcionamento uma tecnologia de alto nível, controlada e praticada por pessoas de alta capacidade o que resulta no sucesso da indústria, o qual é comprovado quando esta recebe o título de Empresa do ano (1980).

A Empresa deu total apoio aos estagiários principalmente a nós de outras regiões, que tivemos Hotel grátis durante os 33 dias, além de recebermos o prêmio Metal (5 salários) ajuda de custo de um salário Cr\$ 10.500,00 no fim do estágio.

Durante este relatório será mostrado: processos de produção, organização da empresa, plano de expansão e processo de interação na Empresa.

2 - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 - A Metal Leve Como Ela é (Apresentação)

Uma das maiores fabricantes mundiais de pistões, pinos, bronzinas e buchas, a Metal Leve vem, ao longo de sua História, mantendo a mesma meta prioritária: atender ao mercado mantendo a qualidade do produto. A fidelidade a este princípio e num realismo empresarial, proporcional à Metal Leve uma expansão real e planejada.

→ A Metal Leve, fundada em 1950, se encontra hoje com capacidade de absorver e adaptar a mais avançada tecnologia externa e gerar tecnologia própria. A Metal Leve atende a mercados Nacionais e Internacionais com peças de reposição ou original para a Indústria automotiva, aeronáutica e marítima.

A Metal Leve está instalada em uma área de 86.000 m² em Santo Amaro, com 65.000 m² de área construída. Em São Bernardo dos Campos, está sendo construída a sua nova fábrica de bronzinas que terá 35.000 m² de edificação, em uma área de 72 000 m², ficando a área de Santo Amaro apenas para Pistões e Pinos. Além dessa área, tem uma área reserva de 650.000 m² em Parerelheiros e 720.000 m² Pinda Monhangaba.

Um alto nível tecnológico está presente nas várias linhas de produção do Metal Leve, estas constituem-se de:

Pistões

- Pistões Compostos
- Pinos para Pistões
- Bronzinas e buchas com revestimento antifricção fundido ou sinterizado de metal vermelho (chumbo-cobre), de metal branco (estanho-chumbo), trimetálicas com ou sem camadas chumbo-estanho eletrodepositada, bronzinas de aço com revestimento de liga de alumínio (Aluminium Steel Back); bronzinas de Alumínio com camada de chumbo-estanho eletrodepositada; buchas com revestimentos de PIFE.

Esses produtos são utilizados como equipamento original na fabricação de motores para:

- Automóveis
- Caminhões
- Motocicletas
- Tratores
- Equipamentos Agrícola
- Equipamentos de Construção
- Aviões
- Locomotivas Diesel
- Aplicações Marítimas e Estagionárias

A Metal Leve exporta para: Estados Unidos, Europa, Oriente Médio, África e América Latina. É o maior fornecedor de pistões para equipamento original dos motores usados em aeronaves.

Já que a Metal Leve fabrica peças de alta precisão dimensional é natural a sua preocupação com a qualidade. A Metal Leve desenvolve rigorosa inspeção em todas as

800.

He
Si
Co
Zr
Ti

Hygen

fases do processo de fabricação, desde a análise da matéria-prima até o produto acabado, quando cada peça é então verificada unitariamente e não por amostragem. O controle é feito em laboratórios metrológicos adequadamente equipados, o que assegura uma alta qualidade dos produtos Metal Leve.

A Metal Leve pode assumir um compromisso de qualidade com seus clientes em função de numerosos acordos de cooperação com importantes fontes geradoras de tecnologia no país e no exterior, estrita colaboração com a engenharia de produtos das mentadoras, convênios com universidades e instituições de pesquisa, além de contratos com empresas detentoras de alta tecnologia. A Metal Leve aplicou em 1978 2,2 milhões de dólares na instalação de um centro de tecnologia, neste centro utiliza-se o trabalho de uma equipe de pesquisadores de diversas especialidades nos campos da mecânica, física, química e metalurgia. O Centro de Tecnologia está equipado com laboratório térmico, Oficina mecânica, unidade de testes mecânicos, laboratório químico, metalúrgico, de foto elasticidade e de equipamentos eletrônicos.

A Metal Leve está em constante revisão de sua política de recursos humanos, oferecendo ao seu funcionário condições de desenvolvimento pessoal e profissional. Buscando novas fórmulas para um melhor entrosamento empresa/funcionário, a Metal Leve foi das pioneiras na adoção de serviços de alimentação transporte próprio, programa de saúde e lazer, além de planos de financiamento p/ os casos:

de emergências médico-hospitalares e outros benefícios. Incentivando cursos, intercâmbios e estágios no exterior, a Metal Leve permite ao funcionário alcançar níveis de mais alta capacitação profissional. Significativo esforço é direcionado p/ a segurança do funcionário, desenvolvendo programas de incentivos à redução de acidentes, e introdução de novas técnicas e equipamentos de proteção individual e coletiva.

Em decorrência do desenvolvimento da empresa surgiu a diversificação. Assim em Idaiatuba, São Paulo, foi instalada a Metal Leve Gould Produtos Sinterizados Ltda., em associação com a Gould Inc. dos Estados Unidos, para a fabricação de produtos, que utilizam tecnologia de metalurgia do pó, substituindo, com vantagens, peças fundidas e forjadas. Outra controlada, a Maraú Sociedade Anônima Agro Indústria e Comércio, localizada em Feira de Santana, Bahia, área da Sudene, produz sucos de frutas tropicais, exportando seus concentrados para países industrializados, a Metal Leve participa ainda (com 30%) minoritariamente no capital da Thyssen Hueller Ltda., empresa controlada pelo grupo Thyssen da Alemanha e que, em duas unidades, industriais, em Diadema e Cotia, São Paulo, produz máquinas operatrizes especiais de alta tecnologia.

2.2 - Divisão Hierárquica e Administrativa

Hierarquicamente a Metal Leve está dividida em:

Conselho de
Administração

Diretoria

Gerencia de
Área

Gerencia
Setorial

Divisão

Departamento

Secção

Serviço

O Conselho de Administração é composto pelos acionistas majoritários que são:

- José E. Mindin - Presidente
- A. Buck
- A. Jacob Lafer
- Aldo B. Franco
- Celso Lafer
- H. Horácio Cherkasski
- M. Gabriela Gleich

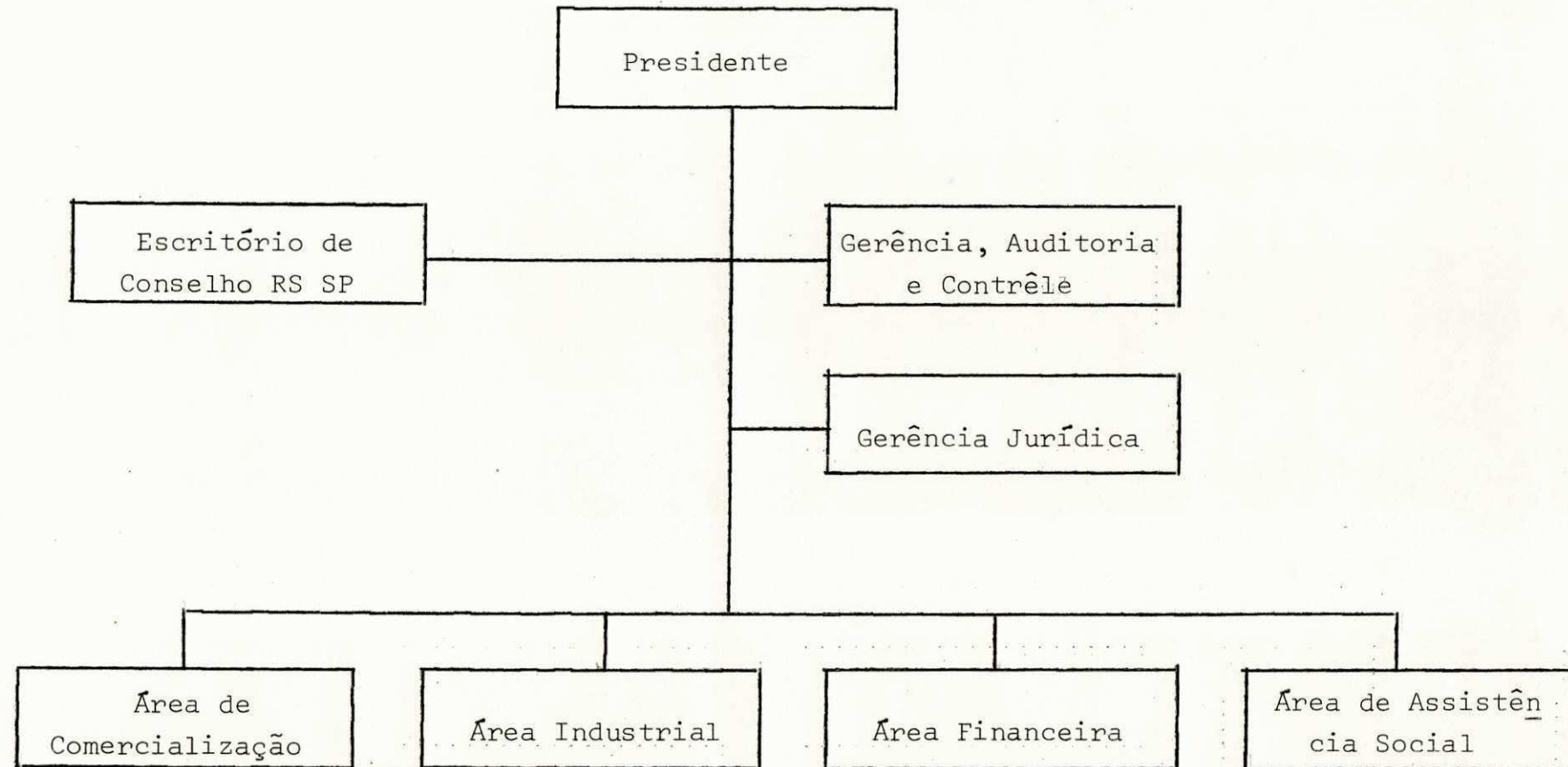
A Diretoria está composta por:

- José E. Mindin - Presidente
- Johannas Brenner
- Luiz Antônio Franco
- Wilson M. Carvalho
- Alberto Fernandes
- Roberto Faldini
- Sérgio E. Mindin
- Victor M. Gonçalves

Cada uma das áreas (Comercialização, Industrialização, Finanças e Assistência Social) é independente das outras, as quais são subordinadas apenas a presidência da Diretoria ou ao Presidente do Conselho de Administração.

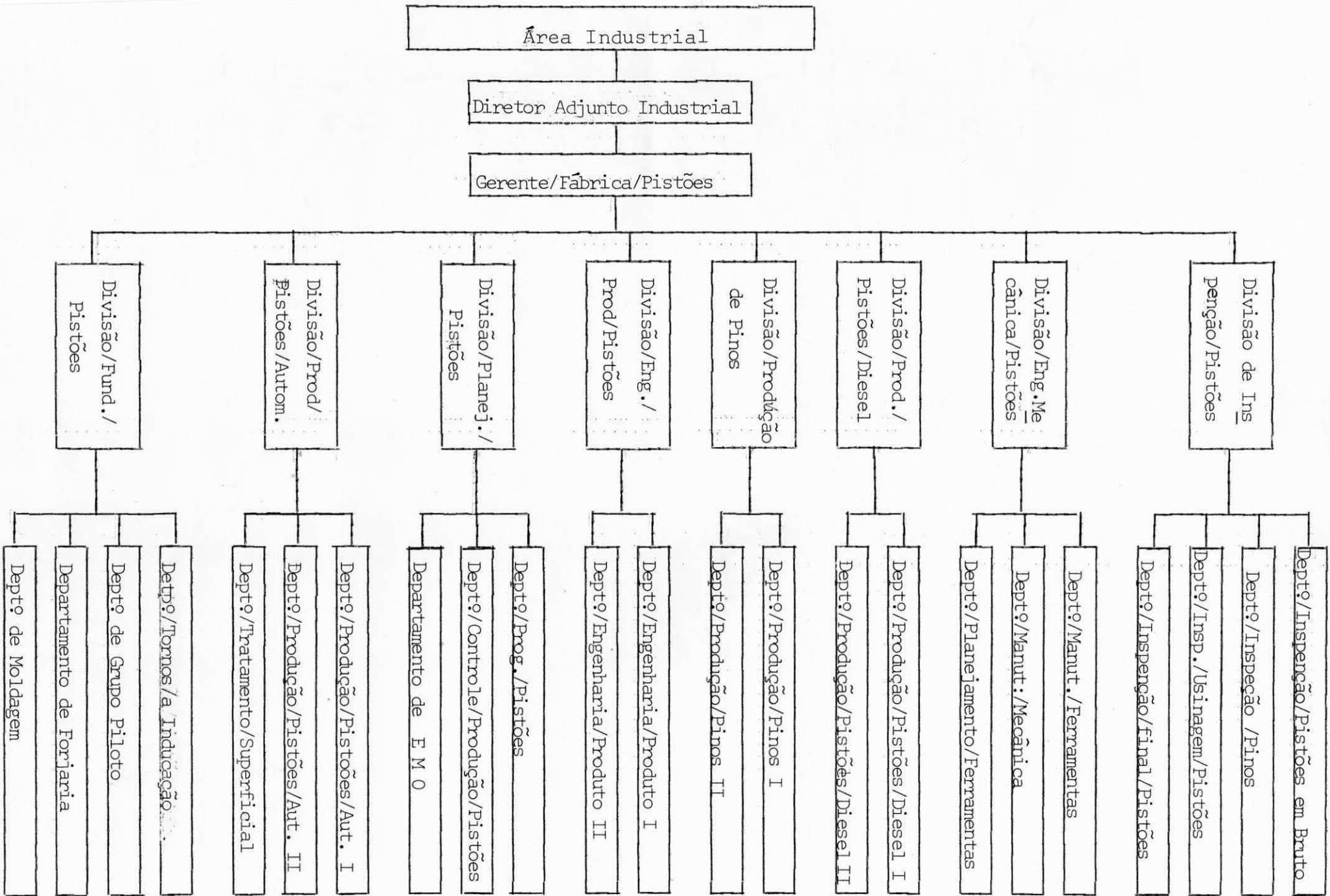
Cada área possui sua divisão própria, observar organogramas, em anexo.

O Conselho de Administração é dividido Segundo Organograma



A partir deste ponto serão mostradas as linhas de produção da Metal Leve, produtos, Pesquisa, fontes de informações, Centros de Apoio, etc, em fim como trabalha a Metal Leve. Isto será feito seguindo o plano de estágio.

3 - FÁBRICA DE PISTÕES (ANEXO)



3.2 - Produtos

A fábrica de pistões produz os seguintes produtos:

- Pistões
- Pinos
- Chapas para controle de dilatação do pistão (suas chamadas chapas auto-térmicas ou duotérmicas, conforme a sua colocação)
- Porta-aneis
- Plugs, e elementos fixadores (arruelas lisas e depressão, (eventualmente alguns dos produtos podem ser adquiridos de terceiros)

Produtos Semelhantes:

Através de pesquisas em arquivos e catálogos de produtos fabricados, procura-se determinar um produto já produzido pela empresa, que seja semelhante tanto estruturalmente quanto dimensionalmente ao produto que está sendo orçado.

O produto semelhante já possui parâmetros de produção/custo determinados, o que permitirá maior rapidez e acerto do novo orçamento.

Material:

- Pistões: são produzidos com liga de alumínio cuja composição química e propriedades devem obedecer à norma Metal Leve nº EM - 041 (GM - Especificação de Material)

- Pinos: São produzidos em aço SAE S115 (equivalente a DIN 15 Cr 3), SAE 4320 SAG 8620
 - Chapas auto-termicas: Feitas de aço SAE 1008
 - Porta-Aneis: liga de ferro-níquel denominada de Ni - Resist (EM - 7)
- Plugs: Aço para válvulas (EM - 42)

Processo de Produção

Pistões: São usinados a partir de pistões brutos, as quais podem ser fundidas ou forjadas..

Pinos: São usinados ou forjados a frio

Chapas: São estampadas.

Porta-Aneis: São usinados a partir de buchas (ou porta aneis brutos) fornecidos por terceiros, eventualmente importados.

Plugs: Põem ser usinados a partir de plugs em brutos forjados por terceiros, eventualmente importados.

Tratamento Térmico

Pistões: Para cada liga e característica do pistão efetua-se um tratamento térmico conforme descrito na norma Metal Leve NCQ - 013 (Norma de Controle de Qualidade).

Pinos: São temperados revenidos e cementados eventualmente sofrem tratamento suh - zero cujo objetivo é evitar que o pino sofra um aumento dimencional em operação.

- 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 necessária, bem como o peso das mesmas.

Terminada a etapa "Dados básicos" os formulários OPs EOPs são enviados a Divisão de Planejamento de Pistões, onde a todos os itens relacionados serão acrescentados os tempos - padrões para execução da operação descrita.

Em seguida os OPs/EOPs são enviados à área financeira onde serão custeadas todas as operações, materiais, etc relacionados em "dados básicos" finalmente, a área financeira devolve o orçamento à área comercial para que esta determine o preço de venda ao produto.

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

Projeto de produto

Projeto de ferramental para execução do produto

Execução do ferramental

Inspeção e liberação do ferramental

Plugs: Temperados, revenidos e cementados.

Tratamento Superficial

Pistões: Estanhagem
Chumbagem
Grafitagem
Fosfatação
Anodização
Selagem

Pinos : Fosfatização

Chapas : Latonagem

3.3 - Divisão de Engenharia de Produção de Pistões

3.3.1 - Departamento de Engenharia de Produção I

Atividades do Deptº de Engenharia de Produto

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 a EPI para que esta dê início a elaboração do orçamento.

A responsabilidade da EPI é a de coletar dados básicos para a confecção do produto.

Em seguida é preparada uma sequência de operações de usinagem, que futuramente receberá o nome de plano de trabalho. Nesta etapa é relacionado.

- Operações de usinagem necessárias para chegar -
se à preço final acabado a partir do pistão bruto.

Execução dos pistões brutos
Inspeção dos pistões brutos
Usinagem dos produtos acabados
Inspeção dos produtos acabados

O Departamento de Engenharia de Produto I participa das duas primeiras etapas.

- **Projeto de Produto** - Embora a maioria dos clientes já forneça seus próprios desenhos, há necessidade de que os setores produtivos possuam desenhos de produtos elaborados dentro das normas da Empresa com as adaptações, que se fizesem necessário.

- Projeto de Ferramental de fundição e/ou Estamparia

- Projeto de Ferramental para execução de chapas autotérmicas.

3.3.2 - O Departamento de Engenharia 2 participa da seguinte etapa:

- Projeto de Ferramental de Usinagem
- Projeto de Dispositivo 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 operações constantes no Plano de Trabalho.

No caso em que o cliente não possua (disponha) de desenho de produtos, são elaborados juntos com a área de Pesquisa, 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.

Em casos do tipo abordado anteriormente, o produto, após execução de amostras, deverá ser testado em banco de provas, na ML 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 E.P.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:

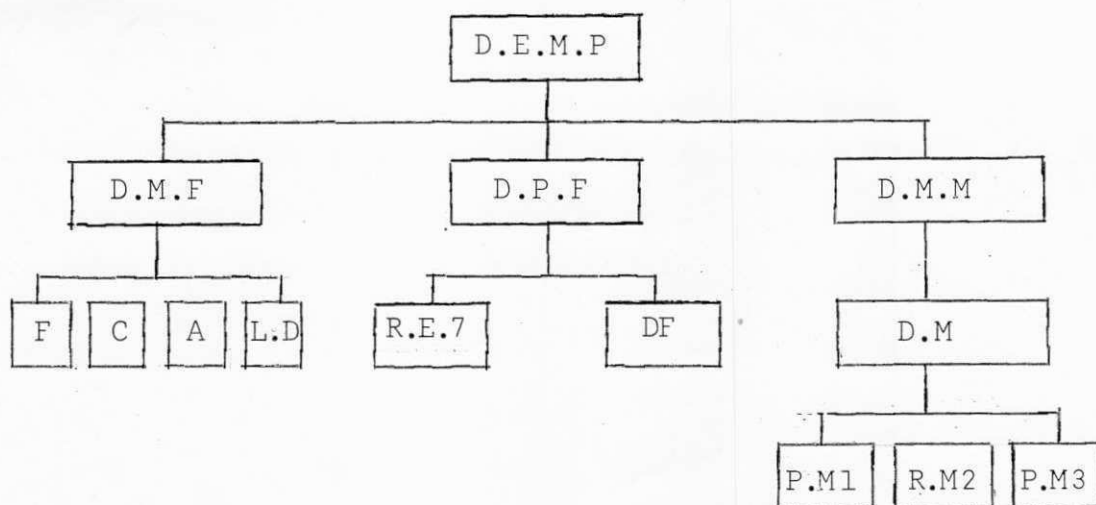
- Novo orçamento para avaliação do custo da modificação.
- Alteração de desenho de produto
- Alteração de desenho de ferramental
- Alteração de ferramental
- Produção do produto modificado.

Cabe ainda a EPI, eventualmente em conjunto com a área de Pesquisa, analisar casos de produtos danificados em funcionamento, emitindo um parecer técnico sobre o ocorrido, são utilizados todos os recursos de laboratórios disponíveis na empresa.

3.4 - Divisão de Engenharia Mecânica-Pistões

Esta divisão é subordinada a Gerência da fábrica de pistões, é considerada uma divisão auxiliar às linhas de produção, esta divisão influi diretamente na produtividade e qualidade do produto.

ORGANOGRAMA



D.M.F - Departamento de Manufatura de Ferramentas

F - Ferramentaria

C - Coquilharia

A - Afiação de ferramentas

LD - Lapitação de Diamante

DPN- Departamento de Planejamento de Ferramentas

R.E.7 - Almoxarifado

D.F. - Depósito de Ferramentas

M.M.M. - Departamento de Manutenção Mecânica

O.M. -- Ofícia Mecânica

P.M(s) - Postos de Manutenção localizados junto as linhas de produção.

3.4.1 - Departamento de Manufatura de Ferramentas

Encarrega-se da elaboração e fabricação de todo o ferramental e ferramentas usado na área de produção.

3.4.1.1 - Ferramentária

É encarregada de fabricar o ferramental, (estampo de corte, dispositivos auxiliares, dobradores, eixosco - piadores, etc.) para as áreas de produção.

A solicitação de ferramenta é feita pelo Departamento de Planejamento de Ferramentas. Depois de pronto, o ferramental vai para a metrologia, onde é inspecionado.

Pedido do
D.P.F.

executa
usinagem

Inspenção

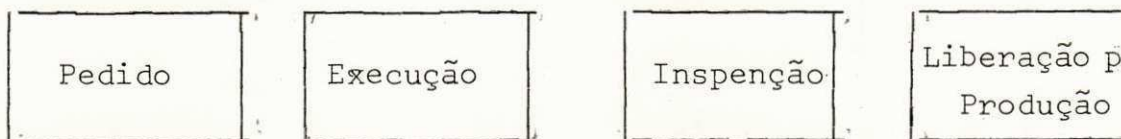
Libera p/
Produção

A ferramentaria conta com o maquinário adequado ; Tornos, Fresadoras, Retíficas, Plainas, Serras, etc., conta, também com bancadas de ajustagem e acabamento.

3.4.1.2 - Coquilharia

É o setor encarregado de fabricar ferramentas utilizadas para moldagem de pistão fundido ou forjado, sendo coquilha para fundição e matrizes para forjaria. Este setor é também encarregado da manutenção e recuperação de coquilhas e matrizes.

O Departamento de Planejamento de Ferramentas solicita e a coquilharia executa. Após o término do ferramental (coquilhas, Machos e Matrizes) é feita uma análise dimensional e a peça é testado.



O setor conta com; tornos, presas, plainas, serras, furadeiras, etc..., e um conjunto de bancadas para ajustes e acertos finais.

A execução de uma coquilha é essencialmente artesanal, onde aproximadamente 70% em aplicação de mão-de-obra especializada; ajustadores e ferramenteiros, e 30% em trabalho de máquinas.

3.41.3 - Afição de Ferramentas:

Este é o setor que cuida da fabricação de ferramentas de corte, usadas na usinagem de pistões, pelas áreas produtivas. O Departamento de Planejamento de Ferramentas, de acordo com a estimativa de consumo, solicita ao A.F. a execução de ferramentas. Após a inspeção as ferramentas são liberadas ou são estocadas aguardando entrarem em produção.

Este setor é munido de Retífica, Afiatrizes, Fresas, Tornos, etc...

As ferramentas devem ter ótima qualidade pois dela depende a qualidade do produto final.

3.4.1.4 - Lapidação de Diamante:

É o setor que executa a fabricação das ferramentas de diamante, usadas geralmente para acabamento da saia do pistão, região dos anéis, furos dos pinos onde há necessidade de um ótimo acabamento (Alto Grau).

É o próprio departamento que planeja a execução e programa a fabricação das ferramentas de diamante, em função de uma estimativa de consumo.

Estas ferramentas tanto podem ser feitas mediante lapidação de diamantes sintéticos ou naturais, o diamante sintético é o mais usado.

As compras do diamante é feita pelo próprio departamento, o qual analisa as pedras e as selecionam. Devido a variação de vida útil das ferramentas, as compras também são feitas em função do consumo.

A lapidação do diamante exige uma previsão muito grande e um trabalho especializado.

3.4.2 - Departamento de Planejamento de Ferramentas

Encarregado de planejar e programar a execução de ferramentas e peças de acordo com a necessidade das áreas produtivas. O departamento faz uma preparação especificando material, operações e estimando horas de trabalho, programando e enviando o pedido às áreas que irão executar o serviço. Também se faz adequações das ferramentas para projetos e produtos novos. Para isto tudo torna-se necessário um controle rígido e atenção quanto aos estoques (matéria-prima e ferramentas acabadas) que faz através dos: Almoxarifados de Materias-Primas RE - 7 e o Depósito de Ferramentas.

3.4.2.1 - Almoxarifado RE - 7

Armazena materias-primas, utilizadas para execução de ferramentas e peças das máquinas. Inclui, também um almoxarifado auxiliar de ferramentaria. Controle por estoque mínimo.

3.4.2.2 - Depósito de Ferramentas

Armazena ferramentas acabadas, em almoxarifado cen-

tral. Controla ferramentas de corte para consumo normal semanalmente e ferramentas de usinagem geral através de fichas de reposição, por ocasião do consumo.

3.4.3 - Departamento de Manutenção Mecânica

Atende 1200 máquinas e equipamentos, executando manutenções corretivas e preventivas. Composto por Oficina Mecânica e três postos de Manutenção.

3.4.3.1 - Oficina Mecânica

Onde são executados serviços de manutenção e execução de peças para substituição e reposição, consertos e ajustagem de peças com problemas, reforma de máquinas e modificações enfim, todo serviço que não pode ser realizado no próprio local do equipamento.

3.4.3.2 - Postos de Manutenção

Subordinados à Oficina, localizam-se junto às linhas de produção, e tem a finalidade de atender mais rapidamente aos problemas e defeitos das máquinas, consertando-as imediatamente.

Localizam-se nos seguintes setores:

- 1) Fundição
- 2) Usinagem da área 1
- 3) Usinagem da área 2 (também atende aos equipamentos da Fábrica de pinos)

3.5 - Divisão de Fundição de Pistões

3.5.1 - Introdução

3.5.1.1 - Generalidades

Funções de Pistão

a - Constituir uma parede móvel de Câmara de combustão permitindo a variações do volume da Câmara.

b - Receber a pressão dos gases e transmiti-la a biela

c - Formar um conjunto que permite transmitir o componente horizontal da força dos gases devido à inclinação da biela, para as paredes do cilindro.

Por causa das pressões atingidas na câmara de combustão, o pistão deve constituir uma parede móvel tão estanque quanto possível.

Entre suas diversas partes distinguem-se duas: a cabeça que recebe a pressão e a temperatura dos gases e onde se alojam os anéis; e o corpo cuja função é servir de guia para a cabeça.

3.5.1.2 - Temperatura ao Pistão:

A cabeça do pistão se aquece mais de que as paredes do cilindro, que é refrigerado por água, por que aquela está sujeita a temperatura dos gases. Por este motivo a cabeça do pistão tem menor diametro que o corpo. Os aneis tem a função de dar boa estanquidade para os gases, estes são encaixados em rainhuras, estes são necessários devido ao diamentro da camisa.

O calor absorvido pela cabeça do pistão é dissipado:

- Através dos aneis para a parede do cilindro
- Através do corpo do próprio pistão, em contato com a parede do cilindro.
- Através do óleo de lubrificação e do ar debaixo do pistão.

A maior parte do calor é dissipada pelos aneis e o mais solicitado é o primeiro. O calor dissipado pelo óleo e pelo ar debaixo do pistão a menos de 10% e pode ser despresado em face do transmitido pelos aneis. A cabeça do pistão é muito bem projetado pois é dela que depende o peso do pistão e a dissipação de calor para a a circunferência externa.

3.5.1.3 - Materiais dos Pistões:

O material deve preencher as seguintes condições:

- a) Boa resistência mecânica
- b) Dureza relativa

- c) Alto coeficiente de condutibilidade térmica
- d) Pequeno peso específico
- e) Baixo coeficiente de dilatação térmica
- f) Boa resistência ao desgaste
- g) Boa fundabilidade ou forjabilidade

As ligas mais utilizadas são ALCu e ALSi

ALCu - melhor condutibilidade térmica

ALSi - melhor resistência ao desgaste e menor resistência ao desgaste e menor coeficiente de dilatação.

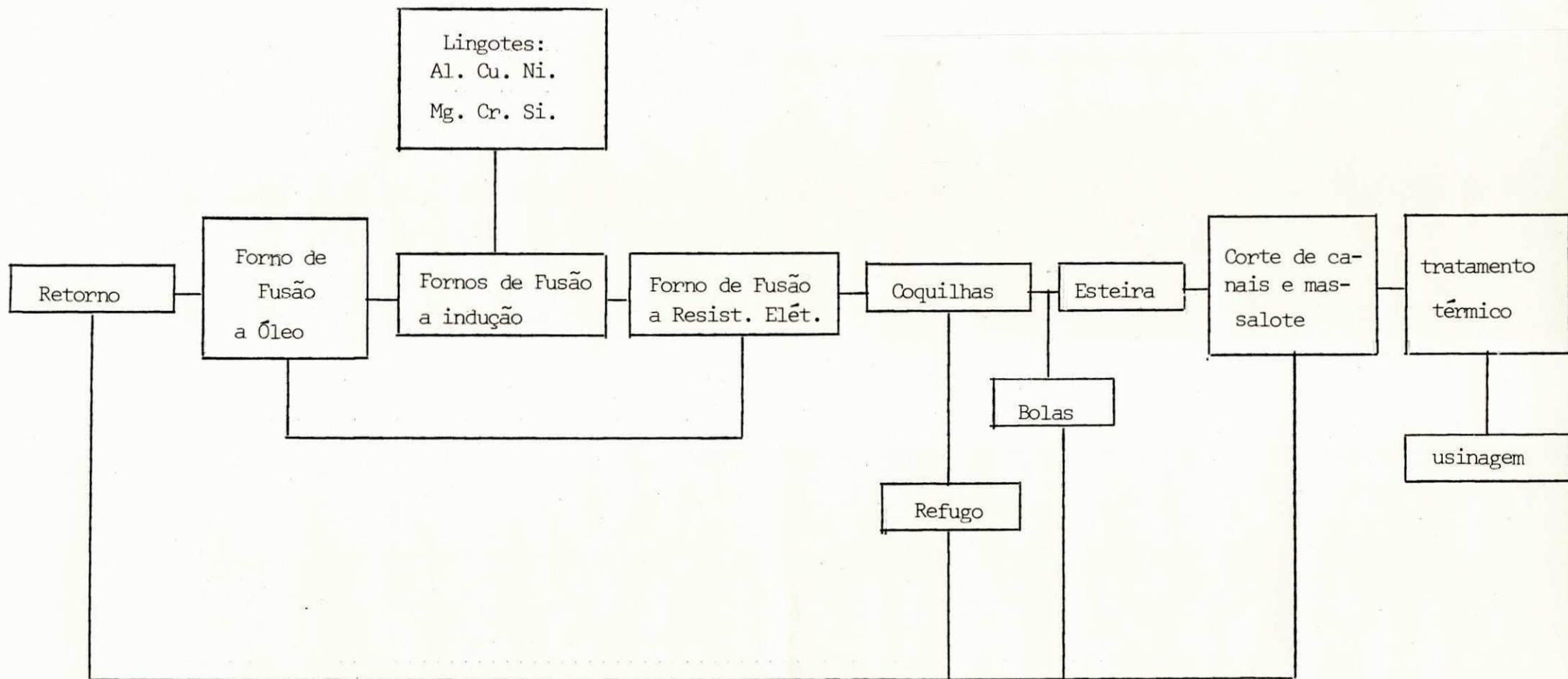
As ligas ALSi são mais usadas, isto porque tem baixo coeficiente de dilatação térmica ($18 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ p/20% Si) o aumento do teor de Si aumenta o ponto de fusão toda liga leva uma % de Cu. O baixo coeficiente de dilatação permite menores folgas, com o menor coeficiente de condutibilidade térmica é necessário maior seção transversal para o escoamento do calor.

3.5.1.4 - Desgaste dos Pistões

O desgaste do pistão é 10 vezes menor de que o desgaste do cilindro, com isto conclui-se que a substituição de um pistão deve-se ao desgaste do cilindro, após a retificação é necessário um pistão de diâmetro maior (0,5; 0,75; 1; 1,5 mm).

As sujeiras da lubrificação se impregnam no pistão, que é mais mole, desgastando a bucha.

Encontra-se frequentemente desgastes nas ranhuras



dos anéis, provocado por corpos estranhos, ajudados pelas altas temperaturas.

Desgastes provocados pelo combustível e gases da combustão.

Para proteger e aumentar a resistência mecânica do pistão usa-se recobrimentos de estambo, chumbo, cáduvio e grafite.

3.5.2.1 - Descrição

Retornos: É composto de canais, massalotes e refugos. Os canais provêm do corte e os refugos das coquilhas usinagem e no corte.

Fornos de Fusão a Óleo: São em número de 11 capacidade até 2.000 kg.

Trabalha fundindo o retorno com constituição química conhecida e envia-lo para os fornos de indução ou para as formas de manutenção da liga afim.

Temperatura de tratamento 740°C , para liga eutéti- cas (11 13% Si) e 780°C para hper (17 19% Si)

Lingotes de liga: São pesa- dos e nos casos do ele liga são serrados em pedaços. São adicionados no retorno para ajustar a composição química. São eles: cobre, níquel, magnésio, cromo e silício metálico.

Fornos de Fusão à Indução: São em número de 6 va- riando a capacidade de 600 a 3 000 kg. Trabalham com 50 %

de carga morta, ou, seja, metade de sua capacidade já está fundida e provém das formas de fusão a óleo, os outros 50 % são lingotes de Ale elemento de liga, trabalham com a mesma temperatura das formas a óleo.

Formas de Fusão a Resistência: São em número de 120 com capacidade de 240kg e são chamados de formas de manutenção.

Sua função é manter a carga líquida dentro da temperatura de trabalho que provém das formas à indução o à óleo, com composição correta. Mantém a liga pronta para vazamento.

Estas formas trabalham em dupla (2p/cada operador). Enquanto um está sendo vazado, o outro está sendo carregado e a seguir sua carga é escorificada desgassificada e refinada.

Coquilhas: São constituídas de aço e ferro, fundido é as cavidades revestidas com tinta repatória que mantém contato com o metal líquido.

São constituídas por partes que se unem e se separam mecanicamente.

Certas coquilhas dependendo do pistão levam em seu interior chapas auto-térmicas e/ou anéis que são colocados pelo operador antes do vazamento.

Bolas: São peças metálicas com o formato de meia esfera aça, que situam-se ao lado de cada forma e que ser -

vem para que o operador despeje nessa peça a sobra do vazamento, ou seja, após o molde estar cheio, o resto de material que ficou na concha não é depositado de volta no torno mas sim na bola. Estas bolas são aproveitadas como retorno.

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

Corte: No caso de pistões pequenos os massalotes e canais são retirado em um golpe de prensa. Os pistões mais pesados são conduzidos a uma serra onde os canais e massalotes são desta vez, serrados devido ao seu tamanho.

Tratamento Térmico: Nesta etapa os pistões sofrem tratamentos de sulubilização, precipitação e alívio de tensão.

Usinagem: Após tratamento térmico os pistões são levados as linhas de usinagem onde serão acabados e encaminhados à inspeção final. (vide relatório sobre linha de usinagem)

3.5.3 - Tratamento da Liga Líquida

1 - Escorificação: Tem a finalidade de remover óxidas e impurezas do banho, através de sais gluxantes que são depositadas na superfície do banho e que possuem a característica de ser aglomerante de impurezas e que provocam uma reação que libere muito calor (exotérmica) para

que o alumínio envolvido nas óxidas e impurezas possa ser removido e retorne ao banho.

2 - Desgaseificação e Desoxidação: Os principais objetivos desta operação são:

Retirar o hidrogênio dissolvido na massa líquida (prejudicial à savidade das peças) e as óxidas de alumínio que também estão no meio do banho por possuírem densidade parecida (próxima, um pouco menor) a do alumínio.

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

O cloro contido neste composto reage com o hidrogênio dissolvido no banho, o gás formado.

$Cl_2 + H_2 = 2HCl$ (gás) (volátil)(desgaseificação) Borbulha na superfície e em seu caminho até a superfície arrasta consigo os óxidas e impurezas que estão no meio da massa líquida (desoxidação)

3 - Modificação de Refinos: A modificação é feita em ligas com um teor de silício entre 8 e 12,3%. Nestas ligas, há a necessidade de se modificar a disposição do Si, que se encontra em "grossas" placas na matriz de Al e que acarretam más propriedades mecânicas e peça. Para se redistribuir estes cristais primários de Si, adiciona-se sódio ao banho, logo antes do vazamento. O sódio tem o poder de inibir a formação deste Si primário, formando uma estrutura com o Si esferoidizado, ou seja modificado.

As propriedades mecânicas da liga modificada são bem superiores às da liga original.

As ligas com teores de silício superior a 13% sofrem o tratamento de refino através de adição de fósforo ao banho líquido. O fósforo transforma as grosseiras placas em placas finas, ou seja, transforma grandes cristais de silício em cristais finos o que ocasiona uma elevação nas propriedades mecânicas.

3.5.4 - Coquilhas

Os moldes permanentes, conhecidos como coquilhas, são constituídos com aço e FOF0 e as cavidades canais e orifícios de alimentação são revestidas por uma tinta reprotória, a base de caulim e amianto, a fim de garantir uma troca de calor de maneira orientada.

Tanto a coquilha como as machas são constituídas de várias partes que se unem e se separam mecânicamente.

Algumas coquilhas levam em seu interior chapas auto-térmicas e/ou porta-aneis.

Chapas auto-térmicas são feitas de aço com baixo teor de carbono e são colocadas no interior da coquilha de tal maneira que ficam encostadas nas paredes do pistão. Sua finalidade é de minimizar a folga entre as condições de pouca carga e plena potência curvando-se, quando submetida a temperatura de trabalho do pistão.

Porta-Aneis: São feitos de ferro fundido com alto Níquel (Ni-Resist). São colocados de maneira a ficarem na

zona de anéis (1-2) dos pistões e o objetivo é combater o desgaste no flanco da canaleta, provocada pelas batidas dos anéis de segmento.

3.5.5 - Tratamento Térmico

Visando um aumento de dureza e de resistência mecânica das ligas de alumínio, o tratamento térmico é também utilizado para aliviar tensões internas no material, consequentes do trabalho de usinagem, e também para garantir uma estabilidade nas dimensões finais do pistão.

1- Solubilização: O tratamento de solubilização tem por finalidade fazer com que os elementos solúveis no alumínio entrem em solução sólida, formando assim uma estrutura homogênea. Para tanto devemos recorrer a dois expedientes, ou seja; elevar a temperatura da peça até um valor necessário, para a absorção dos elementos de liga e manter as peças nesta temperatura até que esta absorção complete-se. As temperaturas, utilizadas dependem da composição química da liga, devido ao fato de certos elementos de liga exigirem temperaturas para se codubilizarem. Peças forjadas têm grãos menores do que peças fundidas e por esta razão necessitam de menos tempo para a solubilização.

Tabela das liga utilizadas no tratamento de solubilização na M.L de tempo e temperatura.

Liga:	Estado	Temp(°c)	Tempo(h)
M-124	fundida	510	2
SAE-332	fundida	510	2
SAF-321	fundida	510	2
M-13B	forjada	505	1
AMS-4145	forjada	510	9 ¹ / ₂
AMS-4140	forjada	500	1 ¹ / ₂

Tempo T(forma geométrica da peça)

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

2 - Precipitação: O tratamento de precipitação visa dar uma total estabilidade aos átomos dos elementos ligas. Após a solubilização os elementos de liga estão em solução sólida mas esta condição não é estável, sendo que estes átomos tendem a se precipitarem naturalmente (envelhecimento natural) o que levaria muito tempo. O tratamento de precipitação acelera o processo de envelhecimento natural, ou seja, a mobilidade dos átomos. Após a precipitação, a liga adquire melhores propriedades mecânicas e estabilidade dimensional.

A precipitação é função da temperatura e do tempo. As temperatura variam na faixa de 170 a 205°c em um tempo de 4 a 12 horas dependendo do tipo da liga.

O resfriamento é feito do tipo da liga.

3 - Alívio de Tensões: Tem por finalidade reduzir as tensões internas provocadas principalmente em operações de desbaste com grande remoção de material. As tensões residuais não removidas podem acarretar distorções da peça durante o serviço.

O tratamento consiste em elevar a temperatura entre 200 e 250°C por uma faixa de tempo entre 2 a 5 horas dependendo da liga.

3.5.6 - Forjaria: Pistões forjados são obtidos a partir de barras estudadas ou tarefas fundidas. Assim, uma vez que estejam dentro das dimensões necessárias para que possam ser contornadas, são submetidas inicialmente a uma decagem que remove cavacos e impurezas aderidas à superfície, as quais podem ocasionar defeitos após o forjamento. A seguir são aquecidos em uma estufa a uma temperatura entre 430-470°C dependendo da liga, durante uma hora, objetivando deixar o material a uma adequada condição de forjamento. Efetua-se então uma pré-determinação da peça aquecida dando origem a uma pastilha que logo a seguir é levada a outra pausa onde duas operações são efetuadas: primeiro uma pré-configuração do pistão e a segunda na qual obtém-se o pistão forjado.

As etapas seguintes são o tratamento térmico e usinagem.

3.5.7 - Usinagem de Pistões

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

Grande parte das máquinas usadas foram desenvolvidas pela própria Metal Leve com o intuito de racionalizar e otimizar a qualidade de seus produtos.

Os pistões chegam às linhas de usinagem transportados por empilhadeiras, devidamente acondicionadas em "pallets", ou seja, gaiolas de tamanho e forma padronizadas, de modo a permitir 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 (anexo).

3.6 - Divisão de Produção de Pistões Automotivos Leves

O estudo apresentado a seguir será baseado em duas linhas de usinagem, sendo:

- Usinagem manual de pistões automotivos Leves -
Linha 7
- Usinagem automática de pistões automotivos Leves -
Linha 12

OBS: O tratamento Superficial está ligado a uma divisão por motivo de organograma, mas trabalho para as duas divisões.

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

3.6.1 - Departamento de pistões automotivos Leves I

Este departamento é responsável por 5 linhas (1,2,3, 7 e 5), nestas linhas são feitos pistões de porte médio, seguindo processos semelhantes de usinagem.

O destaque desse setor é a linha 5, por ser a mais compacta utilizando um baixo número de operações e operários o que leva a incorrer em baixo custo de produção que tem como consequência um alto índice de produtividade.

Descreveremos abaixo a linha 7, pois é esta linha que engloba todas as operações básicas de usinagem usadas nos processos convencionais.

3.6.1.1 - Processo de Usinagem - Linha 7

Operação 1 - Tornear o desbaste da boca, rebaixo, profundida, chanfrar a boca e fazer furo de centro.

Nesta operação é utilizado um torno automático de ferramentas multiplas. O pistão é preso pelo exterior por meio de garras pneumáticas. A referência do torno é TER - R - 2

Operação 2 - Tornear o desbaste do diâmetro externo, topo, canaleta III (de óleo) e chanfrar topo.

Nesta operação a fixação é feita pela boca e pelo furo de centro. O torno utilizado é um automático de ferramentas multiplas (TER - R - 4).

OBS: A canaleta III é feita separada por que utiliza-se, neste caso, uma velocidade de corte diferente e devido ao esforço da ferramenta.

Operação 3 - Torneiar o desbaste da câmara de explosão, deixando o bico de centro .

O torno utilizado para esta operação e um torno copiador TEP - R - 7

Operação 4 - Brocar 4 furos radiais na canaleta de óleo.

A máquina a ser utilizada é uma furadeira pneumática, os quatro furos são feitos 2 a 2 quando o pistão gira de 180° .

3.6.2 - Departamento de Pistões automotivos Leves II

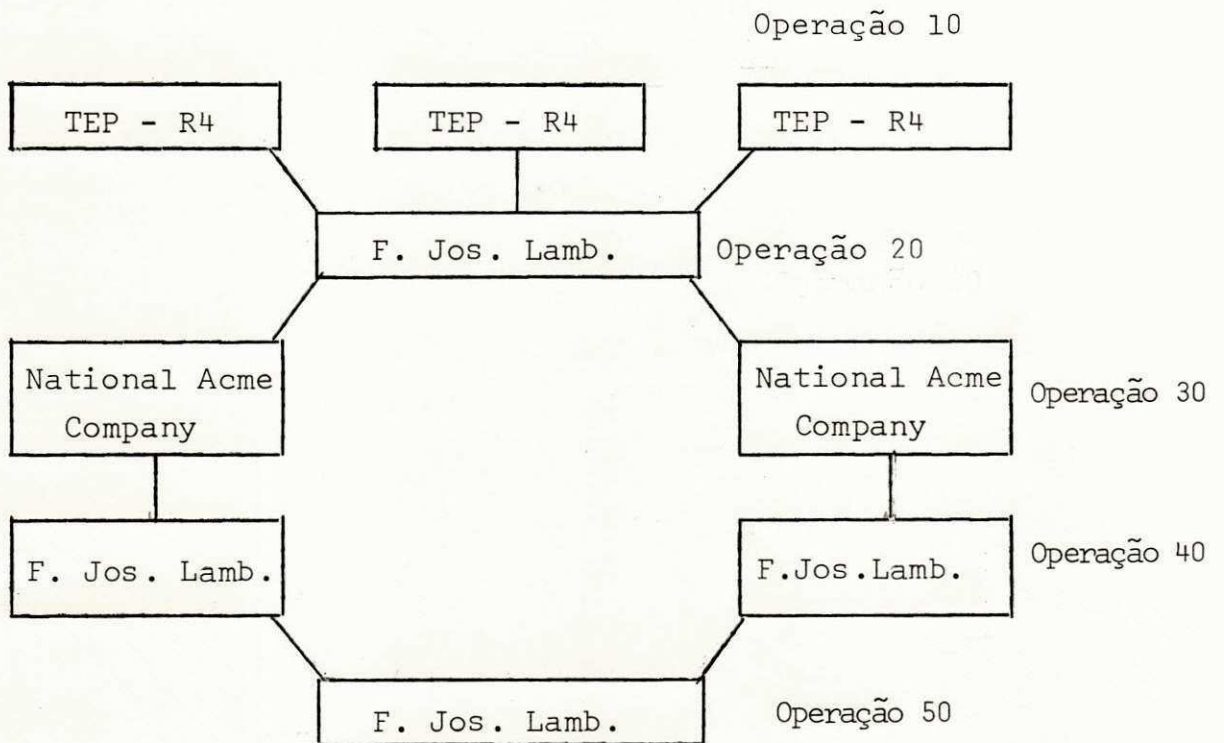
Este departamento é responsável por quatro linhas de produção (10,11,12 e 14). As linhas 11 e 14 seguem o esquema de funcionamento tradicional. A linha 10 é uma linha menos produtiva utilizada para o processamento de pequenos lotes de pistões.

O grande destaque deste departamento é a linha de produção automática da fábrica: linha 12 - linha automática "Fuller".

A "Fuller" foi a escolhida para descrição devido a sua importância para a fábrica e sua peculiaridade.

3.6.2.1 - Linha Automática "Fuller"

A linha automática possui basicamente a mesma sequência de operações, cada qual corresponde a um tipo de máquina.



Descrição:

Operação 10: Tornear desbaste de diâmetro externo, topo e profundidade. Esta é a única operação controlada manualmente e é executada por 3 tornos automáticos.

Esta operação corresponde ao início da sequência de operações que parte do pistão bruto recebido da fundição.

Operação 5 - Furar desbaste do furo para pinos.

A máquina utilizada é uma furadeira pneumática auto-

mática que desbasta um furo de cada vez com a rotação do apoio de 180° . A função desta furadeira é deslocar o furo para pinos.

Operação 6 - Tornear acabamento da boca, profundidade, rebaixo, chanfrar boca e recentrar.

A máquina utilizada é um torno automático que fixa o pistão pela saia. A recentragem é necessária para dar apoio as operações seguintes.

Operação 7 - Tornear pre-acabamento da forma, pre-acabar topo, acabar canaletas I e II, rebaixo da canaleta II e chanfrar.

A máquina utilizada é um torno copiador automático de múltiplas ferramentas. A fixação é feita pela parte interna do pistão.

Operação 8 - Diamantar acabamento do diâmetro externo.

A máquina utilizada é um torno copiador de alta precisão (torno Boley), a matriz copiadora é na proporção de 2:1.

Operação 9 - Mandrilar acabamento do furo para pinos. A máquina é uma mandriladora 2 a 4 e o pistão é fixado pelo interior da saia. O furo para pino sempre é mandrilado no diâmetro mínimo ou médio, devido a faixa de tolerância dos pinos.

Operação 10: Remover bico de centro, torneiar acabamento do topo e câmara de explosão.

A máquina é o torno copiador TEP-R-7

Operação 11: Nesta operação são tiradas as rebarbas remanescentes e são marcados no topo do pistão o sinal correspondente ao peso, a cor correspondente ao peso, a flexa de orientação, a data e o símbolo do Metal Leve e a medida do diâmetro nominal.

Os pistões são transportados por um sistema de esteira de roletes e elevador e o sistema de fixação do pistão é por espiga pneumática.

Operação 20:

a - Alimentação da máquina e fixação no sistema de transporte (trilhos)

b - Fresagem da boca, faceando as cubas.

c - Brocas desbaste e chanfrar "furos de arraste"

Obs: Este tipo de pistão (Fiat) possui duas placas de contrapeso, onde estão os furos de arraste. Estes furos servirão de pontas de fixação para a operação seguinte.

O ajuste do peso do pistão será feito nesta região dos contra pesos.

d - Brocar furo de centro no topo e acabar furos de arraste. Estes três furos são importantes, pois se constituem em ponto de referência para a operação 80.

e - Desbaste do furo para pino dando acabamento no chanfro de 30° . O chanfro existe para facilitar a entrada do pino.

f - Brocar 4 furos inclinados (15° x 45°) nas cubas. Estes furos têm a finalidade de lubrificação (furos de óleo)

g - Giro do pistão para jogar óleo em excesso no sistema de realimentação. Há uma limpeza simultânea com ar comprimido.

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

Operação 30:

a - Entrada na máquina, fixação no eixo.

Obs: Nesta operação (30) a fixação é feita pelo furo de centro e furos de arraste.

b - Tornear desbaste da saia e zona de anéis, diâmetro externo.

c - Tornear pré-acabamento do diâmetro externo.

d - Tornear acabamento do topo, deixando o bico de centro

e - Tornear desbaste das canaletas I, II e III, acabamento da profundidade.

f - Tornear acabamento das chanfradas das canaletas, topo e saia

g - Tornear acabamento das canaletas

h - Descarregamento automático.

Obs: A sequência de operações apresentada não é visível, nisto a máquina operar 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 referência, usinados na operação 20 (furos de centro e furos de arraste).

A cada fração de 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 transportado pelo conjunto de esteiras de roletes e elevadores para a operação seguinte. A cada máquina da operação 30 corresponde uma da operação 40.

Operação 40:

- a - Posicionamento, fixação e lubrificação do ferro de centro.
- b - Torneamento do acabamento do diâmetro externo.
- c - Mandrilar furo para pino
- d - Limpeza do pistão com ar comprimido e descarga automática por gravidade.

Obs: A entrada do pistão é automática por gravidade, procedente da operação 30.

A fixação é feita por meio dos furos de arraste e do furo de centro, este o motivo pelo qual o furo de centro não é removido no acabamento do topo.

A usinagem do diâmetro externo é feita em dois estágios: 1) Descida: último nível de pre-acabamento 2) Subida : Acabamento final.

Ao final do primeiro estágio, o cabeçote que suporta a ferramenta sofre um pequeno deslocamento circular, reposicionando a mesma ferramenta para subida, acabamento.

Há, portanto, uma ferramenta no suporte que opera em dois sentidos opostas.

Esta operação (40) é o "gargalo" de toda a linha isto é, constitui-se na operação mais demorada.

Operação 50:

a - Posicionamento dos pistões. Os pistões são automaticamente colocados na posição certa, tendo como referência o furo para pino.

b - O pistão tem rotação de 180° (eixo furo para pino).

c - Fresagem dos rebaixos de válvulas. A fixação é feita pelos furos de arraste. O pistão sofre duas fresagens consecutivas, sendo que cada uma corresponde a um rebaixo.

d - Carimbo automático (ML, data de fabricação).

e - Balança: O peso do pistão é registrado eletronicamente.

f - Remoção do bico de centro. Fresagem do contra peso.

g - Nova rotação do pistão para posicioná-lo para descarga automática.

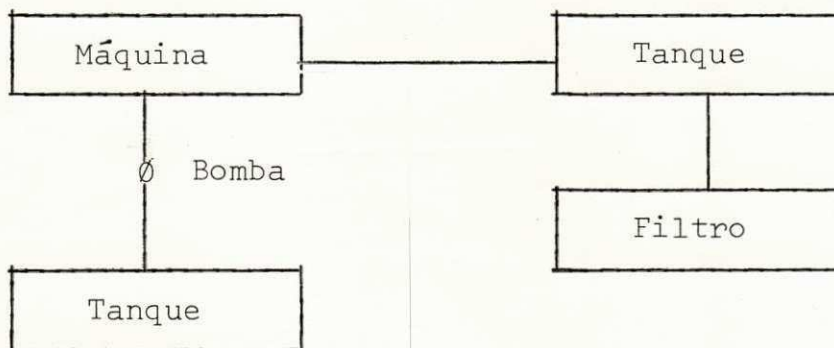
Obs: O carregamento é feito automaticamente por um sistema de esteiras de roletes e elevadores que trazem os pistões da operação 40.

E nesta operação que é feito o acerto do peso do pistão, através de fresagem de contra peso. Existe um pequeno processador eletrônico que, a partir da informação de peso registrada, regula a fresadora para que uma determinada camada do contra peso seja retirado, de modo a deixar o peso da tolerância pre-estabelecida, registrada no cérebro eletrônico).

Terminada a operação de usinagem, o pistão é levado pelos mesmos processos de transporte para a estanhagem automática da linha, este processo será definido e apresentado no Departamento de tratamento de superfície.

Após a usinagem, o pistão é rebarbado em bancadas e enviado para a inspeção e classificação.

Somente a operação 60 é a seco, as demais operações são servidas por um único tipo de óleo, proviniente de um tanque central de abastecimento.



a - O óleo no tanque I é bombeado para a máquina.

b - O óleo já usado na usinagem é jogado em um sistema de canais que transporta a um outro tanque. A filtragem é feita por papel e os cavacos reaproveitados.

c - O óleo é então bombeado ao tanque inicial passando pelo filtro.

São usadas bombas de alta pressão sendo que o transporte é feito em alta velocidade.

O nível de reaproveitamento é bastante elevado, cerca de 95%, e a quantidade é praticamente a mesma. O reabastecimento é feito a cada 6 meses.

3.7 - Divisão de Produção de Pistões Diesel

A divisão de pistões diesel possui características diferentes da divisão de pistões leves, principalmente ao que diz respeito ao seu maquinário. Possui máquinas que podem ser classificadas como médio e grande porte e de maior versatibilidade, adequadas aos pistões diesel, em geral bem maiores e mais pesadas de que as automotivas leves.

Possui ainda, algumas peculiaridades como por exemplo o teste 2yglo, feito para determinados tipos de pistões. Este teste se constitui em um exame da estrutura do pistão através de raias ultra-violeta, que permitem a detecção de qualquer tipo de trinca, externa.

Outra peculiaridade seria o teste de ultrassom, com basicamente a mesma finalidade do anterior (exame de estrutura) que é feito em algumas linhas.

Esta divisão está dividida em dois departamentos

3.7.1 - Departamento de Usinagem de Pistões Diesel I

Responsável por quatro linhas (4,6,8 e 13), estas linhas são responsáveis por pistões Diesel de menor porte, estas linhas se destacam das automotivas leves por muitos pistões diesel possuem porta-anel de FoFo, dificultando assim a usinagem e exigindo máquinas e ferramental mais complexas

3.7.2 - Departamento de Usinagem de pistões Diesel II

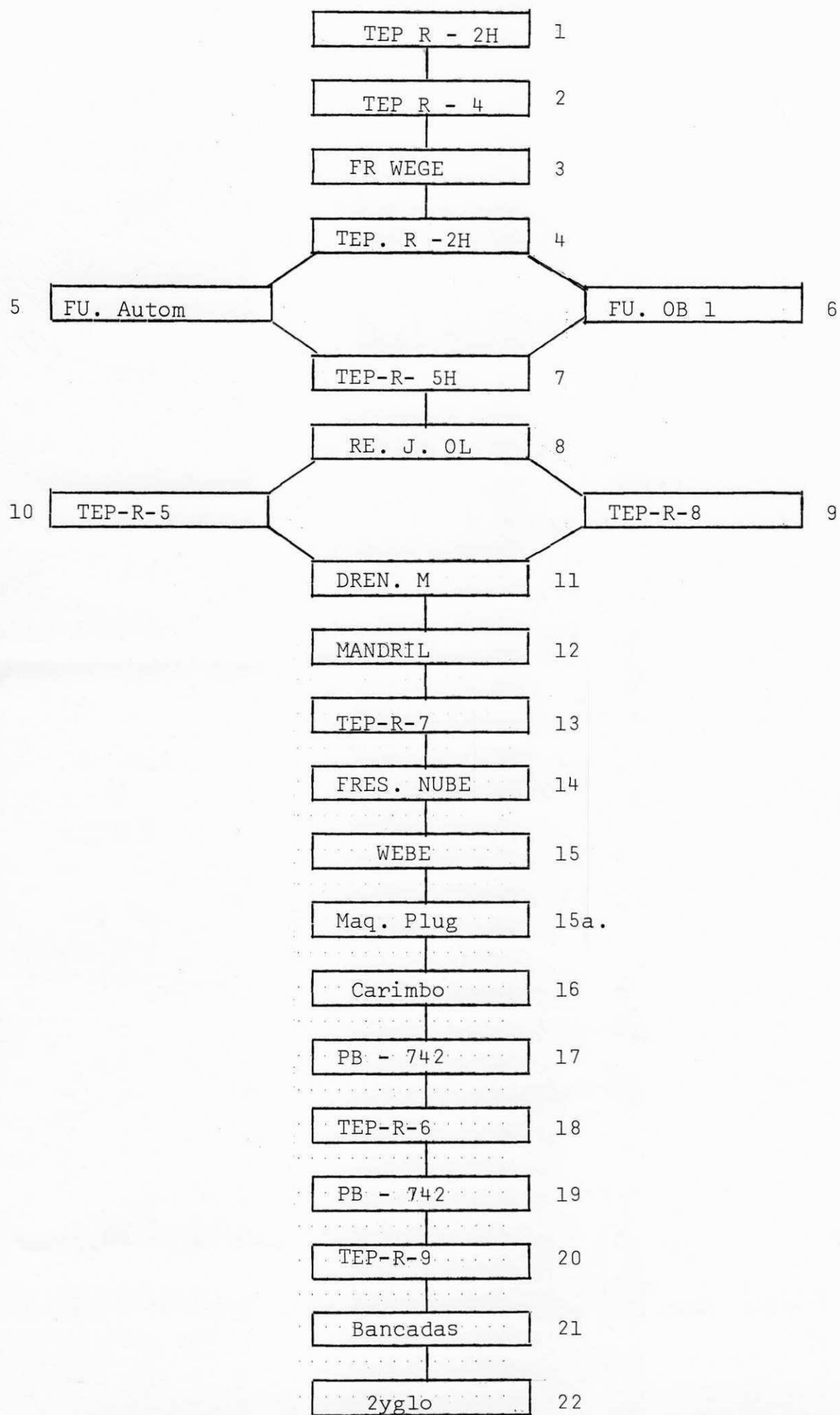
Este departamento é responsável por quatro linhas (9,15,16,17), estas são as linhas de maior porte, possuindo máquinas com um nível de automatização maior do que as linhas leves.

Um destaque deste departamento é a linha 9, onde são feitos os pistões de aviação, para exportação.

A seguir, será feita a apresentação de linha 15, para efeito de comparação com as linhas 12 e 7, já apresentadas. (Anexo linha 15).

Operações:

- 1 - Tornear desbaste do apoio da boca, profundidade, chanfrar boca, centrar o furo de centro.
- 2 - Tornear desbaste do diâmetro externo, topo, canaleta III, chanfrar topo.
- 3 - Fresar desbaste da câmara de explosão, removendo bico de centro.



4 - Tornear acabamento do apoio da boca, profundiada de, boca, chanfrar boca e recentrar.

5 - Furar desbaste do furo para pino e chanfrar es - ternamente

6 - Brocar 4 furos radicais na canaleta III

7 - Tornear desbaste das canaletas I e II, pre-acaba mento na zona de porta anel, canaletas I e II e chanfro.

8 - Retificar acabamento das canaletas I e II.

9 - Pre acabamento do diâmetro externo

10 - Acabamento da canaleta III e chanfrar.

11 - Acabamento do diâmetro externo, topo e chanfrar.

12 - Mandrilar o pre-acabamento do furo para pino, aca bar rebaixo, canaletas de argola quadrada com chanfro interna_{mente} o furo para pino.

13 - Tornear acabamento da câmara de explosão.

14 - Desbaste para acerto de peso.

15 - Fresar 4 rebaixo de válvulas.

15a. Fresar rebaixo para "Plug", chanfro externo e rebaixo interno para acento da porca.

16 - Cosinhar

17 - Madrilar acabamento do furo do pino

18 - Brunir o furo para pino

19 - Mandrilar bolsas de óleo no furo para pino

20 - Tornear sob os cubos, removendo boca pastica

21 - Operações de bancada

22 - Teste Zyglo

3.7.2.1 - Tratamento de Superfície

O tratamento térmico da ML é feito com "Vnow-row" próprio.

A finalidade básica de muitos tipos de tratamento é semelhante, isto é, substituir o efeito do óleo lubrificante nas paredes do cilindro, na fase de amaciamento do motor.

A escolha do tipo de tratamento é feito de modo a melhor adequar os produtos às suas condições de funcionamento. Isto é especificado pelo cliente, levando em consideração as exigências técnicas do projeto e custo. Consiste na última fase que pode ser classificada como transformação no processo de produção, englobando os seguintes métodos de operação.

- 1 - Lavagem
- 2 - Grafitagem
- 3 - Estanhagem
- 4 - Chumbagem
- 5 - Fosfatização
- 6 - Anodização

1 - Lavagem: Alguns pistões sofrem apenas tratamento de lavagem e desengraxamento com água e detergente.

2 - Grafitagem: Este tratamento garante maior segurança em ignição com motor frio. Consiste no acrescimento de uma camada fina de grafite na saia do pistão.

Sequência de Tratamento

- a - desengraxante alcalino
- b - decapagem com ácido sulfúrico

- c - Lavagem 1
- d - Lavagem 2
- c - Estufagem 150-160° para melhorar a influência do grafite
- f - Aplicação de grafite por jato de "Spray"
- g - Secagem (em estufa, para a polimerização da resina e esfriamento na estufa.

3 - Estanhagem: Protege o pistão na fase de amaciamento do motor. Por diferença de potencial, ocorre a deposição de uma camada de 2 a 3 micra de estanho.

Sequência de tratamento

- a - desengraxante
- b - desengraxante com "Spray"
- c - lavagem
- d - lavagem
- e - decapagem com ácido sulfúrico
- f - banho de estonato de sódio e água a 60°
- g - lavagem
- h - passivante (Cromato de potácio) que irá proteger o pistão contra a oxidação.
- i - Secagem

4 - Chumbagem: Tem a finalidade de facilitar a lubrificação. No tratamento segue a mesma sequência de estanhagem, só mudando o banho que é de Fluorsilicato de chumbo. Não tem passivante mas sim um banho de óleo, evitando a oxidação.

5 - Fosfatização: Tem a finalidade de reduzir o atrito.

Sequência do Tratamento:

- a - desengraxante
- b - lavagem
- c - decapagem com ácido sulfúrico
- d - lavagem
- e - banho de fosfato de zinco
- f - lavagem
- g - estufagem

6 - Anodização: Este tratamento cria uma barreira térmica formada por óxido de alumínio.

Sequência do Tratamento

- a - desengraxante
- b - banho em ácido sulfúrico - 20 a 25%
- c - lavagem
- d - Anodização por eletrólise.

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

3.7.3 - Inspeção: Tendo como objetivo final o bom nível de qualidade, a inspeção é minuciosa e feita em três fases

3.7.3.1 - Inspeção de pistões em bruto: A inspeção de pistões em bruto é muito importante, pois dela depende a maior ou menor rejeição nas usinagens.

Nesta fase são feitas dois tipos de controle:

- Controle de ferramental
- Controle de pistões

3.7.3.1.1 - Controle de Ferramental

a - Em ferramental novo. No ferramental novo é feita uma traçagem completa de acordo com desenho e normas fornecidas pela engenharia de pistões.

Esta traçagem é feita no sentido de verificar se o ferramental está apto para fornecer peças no limite inferior de peso, como o intuito de não ter peças para da tolerância prematuramente, procurando desta forma otimizar o tempo de utilização das ferramentas.

O ferramental é acompanhado por uma ficha de teste e são feitas 15 peças para inspeção. Efetua-se então, uma segunda traçagem, confirmando o estado do ferramental.

Em caso de haver desvio, é emitido uma solicitação de correção do ferramental. Portanto, o ferramental só é liberado para a produção quando aprovado nas duas traçagens.

b - Em Ferramental em Uso: No ferramental em uso é feita uma série constante de revisões, sendo que a cada revisão corresponde um relatório de acompanhamento.

3.7.3.1.2 - Controle da Produção

a - Dimensional: Este controle é feito por amostragem, sendo verificado um mínimo de 4 peças diárias de cada ferramental. Constatada alguma irregularidade, emite-se uma

solicitação de correção de objeto, através de comunicado impresso. Ao mesmo tempo, segue uma peça com documento para o responsável pela produção que fará a devida correção.

b - Tratamento Térmico: Na parte de tratamento térmico é feito um acompanhamento de temperatura nas estufas . Após o tratamento é feito a verificação da dureza Brinell , de acordo com especificações do cliente.

Nos pistões forjados é feito um acompanhamento durante o processo de solubilização nos fornos a temperatura mais elevadas.

c - Controle de Peso: Existe uma tabela para cada tipo de pistão, onde é comparado o peso acabado. Calculado através de relações entre altura e profundidade, com um peso padrão.

Este tipo de controle é feito por amostragem, havendo irregularidade é emitido um memorando para a ferramentaria, onde constam os tipos de irregularidades.

3.7.3.2 - Inspeção de Usinagem: A inspeção de usinagem começa a operar juntamente com a linha, recebendo uma via da ordem de produção enviada pelo planejamento.

A partir do tipo de pistão procede a aferição de todos os instrumentos de medição da linha, com base nos desenhos e blocos padrões. Os instrumentos são verificados e se necessário regulados após cada período de descanso.

Existem fichas de controle de inspeção de usinagem

onde estão determinadas todas as inspeções necessárias para cada tipo de máquina, bem como, os horários estabelecendo as frequências com que se deve proceder às verificações.

Em cada linha existe um inspetor para cada turno, que possui uma rotina de serviço diário. Dentre estes serviços estão:

- Montagem e padronização dos aparelhos e calibres de medição em cada fase, conforme normas de inspeção de usinagem.

- Proceder a amostragem

- Elaborar relatórios de inspeção, onde constam os resultados visuais e dimensionais.

- Levar os pistões para exame metrológico.

Baseado nos resultados da inspeção de usinagem, o chefe da linha fica encarregado da devida correção e/ou ajustagem em máquinas, quando necessário.

3.7.3.3 - Inspeção Final de Pistões: é dividida basicamente em duas partes

- a - Inspeção de pistões Diesel e Automotivos Leves

- b - Inspeção de pistões de Aviação

- a- Pistões Diesel - Para os pistões que possuem porta-anel (ex: P. 1049) passam antes de entrar na linha de inspeção pelo ultra-som, onde é feito o controle de ligação do porta-anel com o pistão e espessura do porta-anel.

Operações

- Operação 1 - Controle visual

Operação 2 - Dimensionamento: Onde é feito o controle da largura das canaletas, controlado o diâmetro do fundo da canaleta, o diâmetro do furo para pino, altura de compressão e o esquadro do furo para pino, todas as operações acima têm um controle de 100%

Operação 3 - Medição do diâmetro externo da saia e zona de anéis, carimbo do diâmetro principal que varia de acordo com as especificações.

Operação 4 - Medição do peso (\pm 15 g para pistões diesel controle de 100%

Operação 5 - Medição do diâmetro e profundidade (por amostragem).

Operação 6 - Colocados os pistões em carrinhos, são encaminhados ao tratamento de superfície para serem, por exemplo grafitados e voltam à inspeção onde é feito o teste da camada de grafite por amostragem de 3 pistões por lote.

Operação 7 - Embalagem: Colocação de pinos e argolas, conferir os grupos, fechar com fita domada e rotular.

Operação 8 - Saída de documentação.

Obs: A regulagem dos aparelhos é feita diariamente e de hora em hora.

Há, também, inspetores que trabalham diretamente com as peças, inspetores líderes que trabalham junto aos inspetores e, contra mestres que é responsável pela programação.

b - Pistões de Aviação - Os pistões de aviação já

passam por um processo pouco diferente como é o caso do pistão lancome 860.

Operação 1 - Medição do diâmetro do furo medição da altura de compressão, esquadro do furo para pinos, controle da largura da terceira canaleta. O controle destas operações é a 100%.

Operação 2 - Medição do diâmetro das canaletas , medição do diâmetro da zona de anéis. Calibrador "passa não passa" nas fresagens do contra peso.

Operação 3 - Controle do diâmetro externo da saia do pistão e medição da espessura da parede do furo para pino

Operação 4 - ^u Pesagem, medida do centro de furo até a curvatura da boca, calibrador "passa não passa".

Operação 5 - Controle da primeira e segunda canal^ueta trapezoidal com roletes (amostragem). Controle das fresagens da boca.

Operação 6 - Visual e carimbo do inspetor (exigência da companhia de aviação para identificar quem aprovam a peça). Teste de anodização para os pistões que sofrem tratamento.

Os pistões da Patt e Whitney passam pela máquina de dureza (HB) 100%.

Operação 7 - Embalagem com a separação de jogo por identificação das caixas expedidas.

3.8 - Divisão de Produção de Pinos

3.8.1 - Introdução

Esta divisão está dividida em 2 (dois) departamentos e um centro:

- a - Departamento de produção de pinos I
- b - Departamento de Produção de pinos II
- c - Centro de tratamento térmico

Já que os departamentos de produção de pinos I e II estão fortemente ligados e são separados nas lideranças (isto para ajudar a administração), trataremos de pinos de um modo mais específico, voltado para o processo de produção dos pinos. Daremos destaque apenas ao centro de tratamento térmico, que até em espaço físico está destacado dos departamentos citados acima.

3.8.3 - Considerações

Os pinos são cilindros ocos que são inseridos nos pistões com o objetivo de fixar este à biela, de modo a facilitar o movimento longitudinal do pistão.

Os pinos são fabricados em aço de baixa liga, próprias para cementação, fornecidas em barras trefiladas, para a usinagem convencional, ou em bobinas de aço (SAE 4320, SAE 8620 - barras e 15(13 - bobinas), de fabricação nacional, própria para o processo "Cold-former" (processo automático de formação a frio).

Os pinos, em virtude dos tipos de solicitações a que são submetidos durante o trabalho que realizam, devem

apresentar, entre outras as seguintes características:

a - Superfície com alta dureza, com a finalidade de resistir ao desgaste;

b - Núcleo dúctil, com a finalidade de resistir às deformações elásticas que lhe são impostas, quando do funcionamento do motor.

Estas características são obtidas por meio de tratamento térmico.

3.8.3 - Processo de Usinagem Convencional

1 - Inspeção de recebimento - O material empregado neste processo são barras trefiladas, as quais sofrem inicialmente um processo de inspeção que consta de:

- Inspeção mitária com calibre passa-não-passa
- Inspeção no magna-flux, para detecção de trincas
- Retirada de uma amostra de cada lote para a análise química e metalográfica.

2 - Serra Heller - Sendo feita a solicitação da fabricação de determinado tipo de pino as barras em questão são levadas às prateleiras das serras, por meio de um carro midirecional.

Estas serras, são serras eletro-hidráulicas, as quais permitem regular o comprimento dos tarugos ~~na~~ serem seccionadas já com o sobre metal. A alimentação destas serras, no início é manual, possuindo o sistema de avanço de corte automático e utilizam óleo refrigerante nos dentes do dis

co para melhor rendimento de corte.

3 - Processo de Desrebarbação - A desrebarbação é necessário, para não prejudicar as operações seguintes e não causarem no manuseio. Esta desrebarbação é feita por uma prensa que utiliza dois anéis côcanos, sendo um na mesa e outro no martelo. O pino é apoiado no anel da mesa e o martelo, com seu anel, preciona efetivando a operação.

4 - Processo de Furação - A furação pode ser feita convencionalmente ou por máquinas "Tiefbohr" (Tibo).

A furação convencional é feita por furadeiras de avanço automático, e só é usada quando é feito um tipo de pino de medidas extremas, onde não é viável o processo automático.

A furação "Tiefbohr" (ou tibo, como é chamada) é um processo e utiliza furadeira horizontal automática, munida de broca canhão e composta de duas unidades furadoras. Estas máquinas têm uma produção de 2.400 pinos/dia cada uma. O departamento conta com 6 destas máquinas, sendo duas com processo automático de alimentação (cesta e esteira) e quatro com alimentação convencional.

3.8.4 - Processo Cold-Former

1 - Inspeção e recebimento - Ao chegar em lote de bobinas, retira-se de uma delas uma amostra que vai ao laboratório para ser inspecionada quanto a composição química e a análise metalográfica.

2 - Decapagem e Fosfatização - Antes das bobinas se

rem transformadas em pinos, sofrem um tratamento de decapagem e fosfatização, que segue a seguinte sequência: desengraxante, água fria, água quente, trifosfato de sódio, água fria, água quente e estearato (sabão).

3 - Formação a frio - Após serem fosfatizadas as bobinas são colocadas na máquinas Cold-Former onde seccionadas em tarugos de medida previamente calibrada e por uma sequência de operações de marcação e extrusão, a máquina fornece 50 pinos semi-acabados em 60 segundos.

A seguir será citada uma sequência de operação da Cold - Former.

- 1 - Cortar no comprimento - tarugo
- 2 - Esquadrejar
- 3 - Efetuar Segundo esquadro com marcação
- 4 - Extrudar primeiro lado
- 5 - Extrudar segundo lado
- 6 - Remover "Central Web" ou "End Web"
- 7 - Arredondar cantos

Este processo permite uma produção de 25.000 pinos por dia com menor perda de material. A divisão de produção de pinos conta com duas unidades Cold - Former.

4 - Retifica Centerless B.S.A: Este processo tem por fim retificar o diâmetro externo, retirando 0,05 a 0,1mm. uniformizando os pinos.

Obs: Apartir da operação 5, as operações serão comuns aos dois processos.

5 - Chanfradeira Economy - Nesta operação são feitos os chanfros internos e externos, faceamento, acrescentando um pequeno raio.

6 - Pré-Usinagem - Tornos - Mecânicos - Esta operação é feita em alguns pinos que dispõem de sobre metal, ela é feita por tornos mecânicos com ferramentas de tal modo a não deixar rebarba visando a sequência natural do processo.

7 - Carimbadeira - No final da etapa inicial do processo de confecção, os pinos são carimbados, levando uma das faces, o logotipo da Metal Leve e sua data de fabricação, compreendendo mês e ano.

8 - Inspeção Visual - Após serem carimbados, os pinos são submetidos a inspeção visual que verifica o furo, existência de riscos, etc., chanfro, pontas vivas, fase do todo e outros aspectos que possam interferir na qualidade do produto, já que após o tratamento térmico só se permite um desbaste de 0,01 mm.

9 - Envio ao Centro de Tratamento Térmico - Os pinos são postos em caixas de plástico ou galeras e são enviados ao CTT. por meio de empilhadeiras, onde adquirem as características de dureza e resistência requeridas. Os processos aplicados serão mencionados quando da apresentação do CTT.

10 - Recebimento do CTT - Após tratados os pinos são colocados em galeras e estocados, onde aguardam o acabamento final.

11 - Retificação de Pinos - Ao Departamento de Pinos II cabe o acabamento final do produto (a partir da operação 11), o qual é efetuado por uma série de retificas de pré-desbaste, desbaste, semi-acabamento e acabamento:

a - Retificas - Cincinatti-Milacron Enippey: São consideradas retificas de pré-desbaste, são montados em série com esteira transportadora, as quais unem a saída de uma a entrada da outra. São calibrados de modo a deixar o diâmetro do pino com aproximadamente 0,4 m m acima da maior medida permitida.

b - Retífica TWIN-GRIP - E, considerada retífica de desbaste. Este medêlo de retifica e usado dependendo do tipo de pino, usada com o mesmo fim da anterior.

c - Retífica - HERMING HAUSEN - Esta retífica pode ser de semi-acabamento ou acabamento, dependendo do tipo de rebolo. Para semi-acabamento é utilizado um rebolo de material comercialmente conhecido como VITRIFICADO e para acabamento final é usado um rebolo de grafita.

No Departamento de Produção de pinos II, existe também uma máquina denominada de SUP-FINA, a qual é utilizada para polir os pinos, esta máquina só é utilizada quando o polimento é requerido em projeto, e for abaixo de 0,001 m m.

Esta máquina funciona com ar comprimido e 4 pedras de acabamento vibrando horizontalmente sobre os pinos que possuem um movimento circular, esta pequena amplitude provoca o polimento.

12 - Inspeção Magnet-Flux /- Esta inspeção visa a detecção de técnicas ou inclusões, o controle e a rigidez da inspeção varia de acordo com pedido do cliente.

O processo é constituído de uma barra de cobre onde são introduzidos os pinos, prende-se a barra em dois mordentes pelas extremidades, despeja-se por sobre os pinos uma solução aquosa de pó negro magnético (a base de Fe) e simultaneamente é acionado o magnetizador, o qual imanta a barra e os pinos, após este processo verifica-se a inclusão (penetração) ou não do pó no corpo dos pinos.

13 - Lavagem e Proteção - Antes de serem levados para a inspeção final, os pinos são submetidos a uma lavagem e proteção, visando o período de estoque e transporte. Este processo é constituído de:

- a - Lavagem em Querosene
- b - Lavagem em solução de estripalene e nitrito de sódio a 60°C.
- c - Proteção em óleo "Indetx" à temperatura ambiente, o qual visa proteger os pinos contra a ferrugem.

14 - Controle Final e Embalagem - Ao fim do processo os pinos são enviados ao Controle Final por meio de uma esteira transportadora, já que a sala de controle possui temperatura controlada, visando maior precisão na leitura das medidas e na utilização das máquinas, sendo impossível o tráfego de empilhadeira.

Quanto à embalagem, esta é feita em sala anexa ao

controle, embalando os pinos avulsos ou enviando-os devidamente acondicionados à Embalagem de Pistões, por fim, são enviados ao Estoque Geral de Produtos acabados. (Fluxograma, anexo).

3.8.5 - Centro de Tratamento Térmico:

O CTT está dividido em duas partes:

- a - Tratamento de ferramentas, peças para a manutenção de máquinas e equipamentos novos.
- b - Tratamento térmico de pinos.

3.8.5.1 - Tratamento Térmico de Pinos

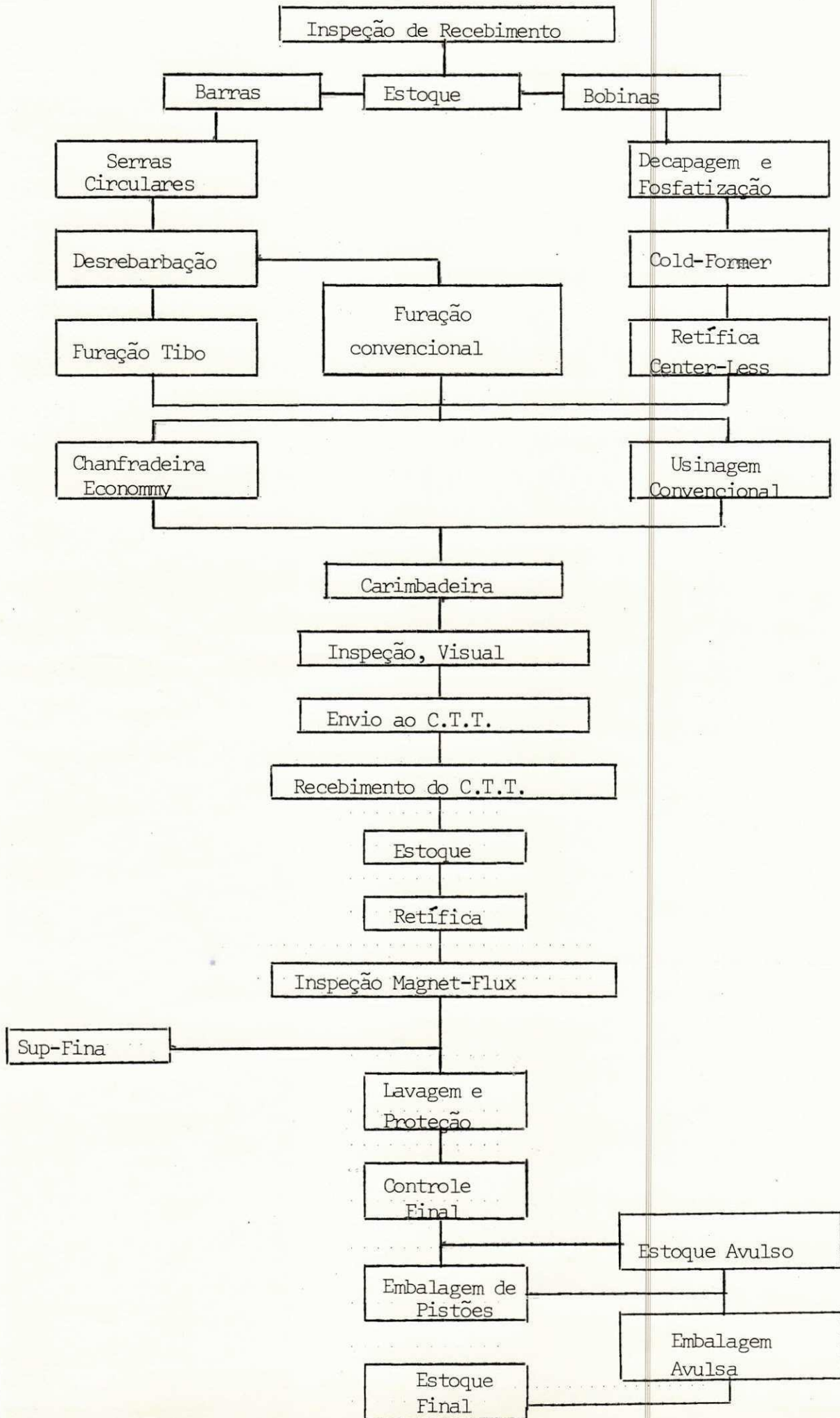
No CTT os pinos são separados em cargas de acordo com o tipo de pino, as cargas de acordo com o equipamento e com os pinos. Cada carga é acompanhada por uma folha controle, que será arquivada.

A escolha do tipo de tratamento é feita levando - se em conta desenho enviado para Engenharia que detem tipo de aço, dimensões, espessura da camada cementada, dureza, etc

No CTT, funcionam:

- Três fornos para cementação de gás(G.S.O)
- Sete fornos para cementação em banho de sal líquido, sendo 6 a óleo e um a resistência.
- Um forno com aquecimento a óleo e banho de sais neutros para têmpera de pinos cementados, proveniente dos fornos G.S.O.

Processo de Usinagem de Pinos - Fluxograma



- Um conjunto de fornos G.K.U.Qe. Compreendendo:
 - a - Um lavador
 - b - Um forno para pré-acabamento (F.C.A) e
 - c - O forno propriamente dito para cementação em atmosfera gasosa controlada.

- Dois tanques para têmpera, óleo e salmora
- Um forno de martêmpera
- Tanques para decapagem
- Forno para revestimento a óleo

- Quando se deseja a camada cementada do furo inferior a externo, usa-se cementação a gás, isto por embuchamento nas duas pontas. O controle da cementação é feito com retiradas freqüentes de amostra, e fraturando estas amostras. Após a cementação a carga é introduzida num forno de secagem, com atmosfera neutra. Após este tratamento é feito o controle da carga, retirando-se 5 pinos e fazendo a análise da amostra.

Sendo a carga aprovada, esta entra um forno de têmpera usando sal neutro a 840°C , após o qual sofre também o revestimento.

Cementação em Forno de Sal Líquido - É aplicado este tratamento quando a camada cementada do interior deve ser igual a do exterior. O agente cementante é o Cianeto de potássio (K CN), que permite cementação profunda. Durante a etapa de cementação são retiradas peças para provas, as quais são fraturadas e examinadas com uma lupa para verificar a camada cementada.

Atingida a camada desejada, o banho sofre um decré^umento de temperatura até atingir a temperatura de t^êmpera , quando as cargas são colocadas num banho uniformizador e ficam lá até o equilíbrio térmico, de onde são encaminhadas pa^ra a decapagem e limpeza.

Cementação e T^êmpera no Forno G.K.U.Qe. - Trata-se de um forno integrado e num só corpo; uma câmara de aqueci^umento, onde ocorre a cementação em atmosfera gasosa controlada e em tanque de óleo para proporcionar a t^êmpera. Para entrada neste forno os pinos são colocados em telas e entram no forno 5 tela de cada vez, num total de 750.

Inicialmente a carga sofre uma lavagem por deter^gente a 70°C, depois os pinos são pre-aquecidos a 35°C, o pas^so seguinte e a introdução dos pinos ao forno G.K.U.Qe.

A temperatura de cementação é de 930°C, sendo que o tempo necessário para se obter 1 mm de camada cementada é de 4 a 6 hs. Após atingir a camada desejada e a temperatura de t^êmpera (920°C), a carga é transportada por um carro automáti^uco e através de elevador até o banho de óleo que está a 50°C na ante câmara onde sofre a t^êmpera, após o resfriamento a carga é retirada do forno para o revevimento.

Tratamento Térmico Sub-zero: Este tratamento tem por objetivo, eliminar a Austenita retida ou residual, proporcionando aos finos maior estabilidade dimensional e melhores características de resistência mecânica. Este tratamento só é usado quando especificado pelo cliente.

O tratamento é feito em câmara adiabática, sob vácuo e revestida com lã de vidro, que é isolante térmica, nesta câmara é adicionada Nitrogênio líquido. O tratamento Sub-zero deve ser feito até duas (2) horas após a têmpera, para evitar a estabilização da Austenita residual e consequente dificuldade na transformação para wartenrita.

A operação consiste em adicionar Nitrogênio à câmara em uma quantidade tal que entra a galera com capacidade para 55 pinos, tampa-se a câmara e observa-se o fim do borbulhamento, o que indica equilíbrio térmico, deixando a câmara por mais 25 minutos. A temperatura no interior da câmara atinge -196°C .

Transcorrido o tempo, os pinos são retirados e seguem para o tanque de água fria, onde voltam a adquirir a temperatura ambiente. Após adquirir a temperatura ambiente, os pinos seguem o processo normal.

Limpeza e Decapagem Tratamento Térmico de Revevido e Controle de Dureza: Todos os métodos de cementação já descritos utilizados pela Metal Leve no seu C.T.T. possuem um sistema comum para os itens abaixo descritos.

a - Limpeza e Decapagem: Após a têmpera todos os pinos são submetidos a uma limpeza e posterior decapagem. A limpeza é feita em um tanque com água a 80°C , em seguida as cestas contendo os pinos são postos em água à temperatura ambiente.

Após a lavagem os pinos sofrem uma decapagem em ácido clorídico (HCl), com posterior neutralização. Os pinos são

HCl HCl

mergulhados em água pura, para evitar arraste de HCl para o tanque de neutralização e logo após o cesto com os pinos é colocado no tanque com neutralizado que é composto de soda cáustica, água e barrilha.

b - Tratamento Térmico de Revivido: Este tratamento tem por fim aliviar as tensões causadas pela têmpera ou pelo sub-zero, o tratamento é feito em meio líquido, em forma de banho a óleo a 180°C ou em forno de circulação de ar forçado, à temperatura exigida pelo tipo de aço, com o qual é feito o pino.

Durante este tratamento, são retiradas amostras para determinar a dureza da carga e o período de permanência no meio de tratamento.

c - Controle de Dureza dos Pinos: Este controle é feito escolhendo-se amostras 3 tipos por carga e verificando-se a dureza externa e de núcleo cuja finalidade é verificar as especificações desejadas. Dependendo dos resultados a carga pode ser aprovada ou rejeitada.

Após a aprovação os pinos são postos em caixas de plásticos, e enviados ao depósito, onde aguardam a retificação.

3.8.5.2 - Tratamento Térmico de Ferramentas e Peças para Manutenção de Equipamentos Novos:

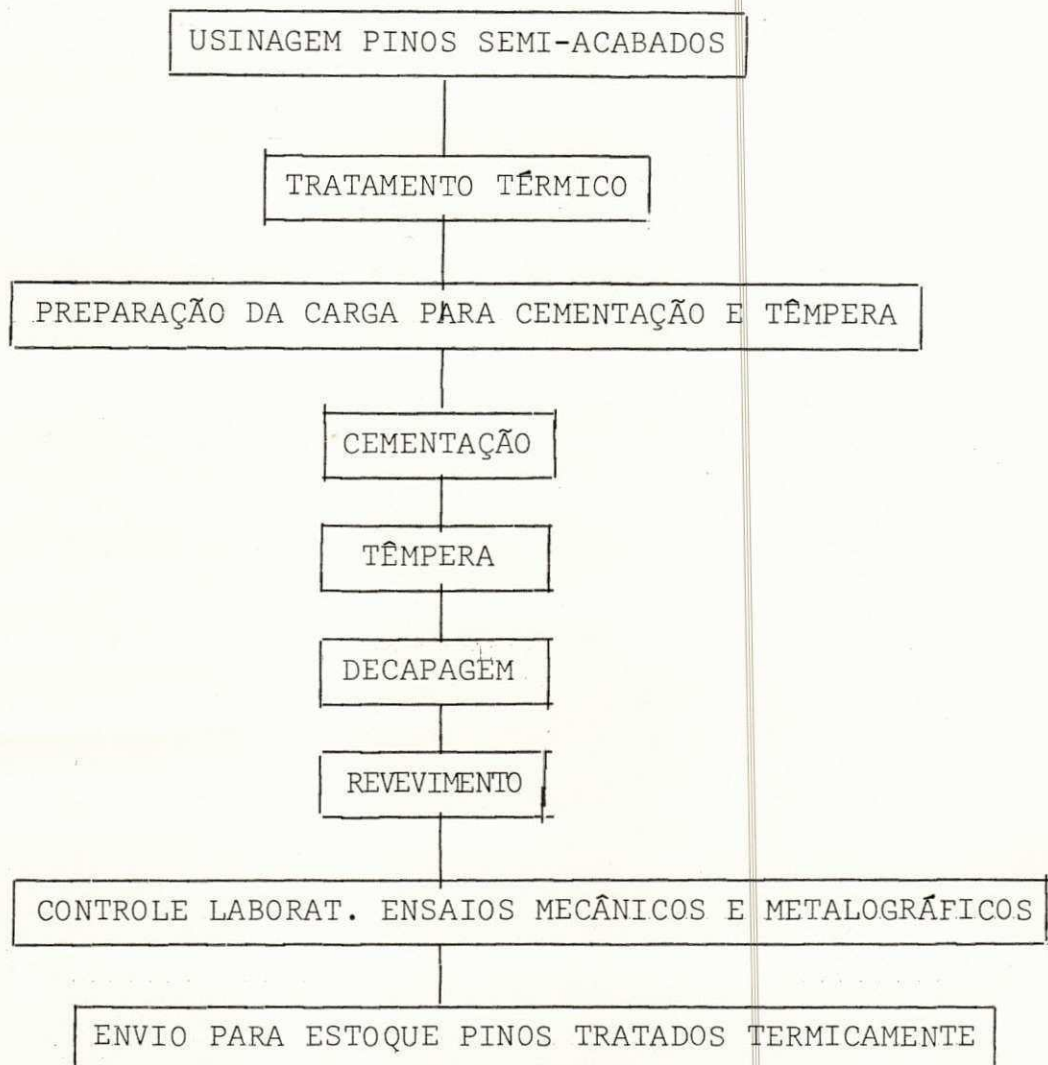
Após o pré-acabamento as peças são mandadas ao CTT. onde recebem o tratamento adequado, dependendo do material e da peça.

Processo dos Tratamentos: As ferramentas e/ou peças são amarradas com arame e presas a barras de aço, sendo inicialmente pré-aquecidas e em seguida submetidas aos tratamentos de cementação, têmpera e revestimento, de acordo com as características exigidas para cada tipo de ferramenta ou órgão de máquina.

Tratamento Térmico de Têmpera: As peças, após o pré aquecimento, são inversas em banho de 241 líquido até atingirem a temperatura, onde permaneçam por um determinado tempo para honegeinização. Em seguida, são conduzidas para um banho de óleo (têmpera), salmora (cementação) ou martâmpera, dependendo da peça e do aço empregado.

Tratamento Térmico de Revestimento: Tem como objetivo aliviar as tensões resultantes da têmpera, para tal são usadas estufas, fornos com circulação de ar forçada e banho de óleo, o tempo de permanência depende das especificações de cada peça.

Controle de Dureza: Antes de serem expedidas as peças são submetidas a medição de dureza na superfície, para verificar a eficiência do(os) tratamento(os).



4.2 - ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO ENG. DE PRODUTOS I

Assistência à Produção

Consiste em acompanhar a produção durante a fabricação com a finalidade de analisar possíveis falhas através de levantamentos estatísticos, procurando localizá-los e encontrar meios de solução.

Alteração de Processo

A E.P.I. estuda possibilidade de alterar processos a fim de obter um maior rendimento no processo de fabricação.

Ferramentas de Corte

Esta atividade consiste em projetar novas ferramentas de corte com o objetivo de realizar peças dentro das especificações exigidas.

Assistência Técnica ao Cliente

Quando o cliente enfrenta alguma dificuldade, em relação às peças da Metal Leve, a E.P.I presta assistência.

4.3 - ATIVIDADES DO DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUTOS II

É muito importante, pois é necessário a busca de inovações para acompanhar o desenvolvimento dos motores.

Para se alcançar um produto novo, existem dois meios:

1º) Onde o próprio Departamento de Engenharia de Produtos II estuda a criação de um novo produto.

29) Onde o Departamento de Engenharia de Produtos II é solicitado por um cliente para a criação de um produto. Etapas necessárias à criação de um produto através de pedido de cliente.

Para um melhor entendimento do E.P.I. e E.P.II, daremos um enfoque no sentido de divisão:

1. O cliente entra em contato com a empresa através da área comercial. As divisões de vendas emitem formulários denominados "Orçamento de Bronzinas". Tais formulários são encaminhados à Engenharia, para que esta dê início à elaboração do orçamento. Esta atividade é supervisionada pela Eng. Produtos II.

2. Os arquivos e catálogos de produtos fabricados são consultados a fim de encontrar um produto já produzido que seja semelhante, tanto estrutural como dimensional, ao produto que está sendo orçado.

O produto semelhante já possui parâmetros de produção/custo determinados, o que permitirá maior rapidez no acerto do novo orçamento.

3. São feitos levantamentos quanto ao material das máquinas, ferramentas e tratamentos térmicos. Em seguida, é feita uma sequência de operações.

4. Terminada a etapa de "dados básicos" os formulários são encaminhados à E.M.O., onde a todos os itens relacionados serão acrescentados os tempos-padrão, para a execução da operação descrita. Depois os formulários são envia-

dos à área financeira, onde serão custeados todas as operações. A área financeira devolve o orçamento à área comercial para que esta determine o preço de venda do produto.

5. Aprovado o orçamento pelo cliente.

- Projeto de produto
- Projeto do ferramental para a execução do produto
- Execução do ferramental
- Inspeção e liberação do ferramental
- Execução das bronzinas
- Inspeção

6. Após execução da amostra o produto é testado sob supervisão do E.P.II

7. Com a aprovação da amostra é executado o, lote piloto, e enviado ao cliente. Em seguida o produto entra em linha normal de fabricação.

4.4 - Metalurgia da Fábrica de Bronzinas

São utilizados processos de fundição em linha contínua por centrifugação, por gravidade ou por sinterização.

4.4.1 - Apresentação

Bronzinas: Bronzinas, buchas ou arruelas de encosto são dispositivos mecânicos projetadas com geometria adequada de modo a que se estabeleça um filme de óleo, contínuo e capaz de suportar um eixo em rotação. Seu objetivo é elevar a eficiência dos motores e prolongar a vida útil dos

elementos moveis de maior responsabilidade e custo, como o virabrequim carvore de manivelas, o berço (alongamento do casquilho) e o eixo de comando de valvulas. Para isso, possuem as bronzinas na face onde ha movimento relativo, um revestimento de material antifricçao, que e um metal com boas características de deslizamento e possuindo ainda as seguintes propriedades: Boa compatibilidade (ação de superfície)

- Alta resistência mecânica
- Alta resistência à fadiga
- Alta resistência  quente
- Boa conformabilidade
- Boa incrustabilidade
- Alta condutividade térmica
- Alta resistência a corrosão
- Boa aderência
- Baixo coeficiente de dilatação térmica

Como não existe uma liga antifricção com todas estas características em proporções aceitáveis, faz-se necessário desenvolver diversas ligas, conforme as características mais importantes que foram exigidas pelo motor.

Dentre estas podemos citar:

- Liga de metal branco ou Babitt,  base de chumbo ou estanho;
- Liga de metal vermelho ou rasa,  base de cobre e chumbo
- Ligas de Alumínio

4.4.2 - Tipos de Bronzinas

Utilizando-se destas ligas o ML produz vários tipos de bronzinas, que são:

Alumínio (AL) São bronzinas utilizadas em motores como caterpillar e Volkswagen que possuem boa qualidade de autifricção alta resistência à fadiga, permitindo dispensar a capa de aço.

Alumínio com Eletrodeposição (ALP): São bronzinas de Al que recebem ainda uma camada de chumbo-estanho eletrodepositada.

Babbitt (B): Estas bronzinas possuem a camada anti fricção de metal branco, revestindo a capa de aço. O Babbitt possui ótimas propriedades de deslizamento, de conformabilidade e de absorção de impurezas.

Cobre-Chumbo (c): São bronzinas que possuem uma capa de metal vermelho (liga de cobre e chumbo) revestindo a capa, de aço. Esta liga é mais dura de que o Babbitt, tendo, maior resistência a fadiga, mas não absorve tão bem as impurezas como o Babbitt.

Sinterizado (G): Estas bronzinas possuem a camada de liga de cobre-Chumbo sinterizado sobre a chapa de aço. A sinterização é um processo de fusão incipiente a liga, em forma de pó, é depositado sobre a tira de aço que passa em seguida por um forno de atmosfera controlada. Em algumas bronzinas deste tipo, a operação final consiste na deposição de uma camada de Babbitt, que confere à bronzina a

maioria das boas características do metal branco.

Sinterizadas com Eletrodeposição (GP): São bronzinas sinterizadas com uma eletrodeposição de chumbo e estanho.

Micro (M): Surgiram para suprir um defeito das bronzinas Babbitt que possuía relativamente baixa resistência à fadiga (estas podem trabalhar com carga de até $150 \text{ kg} + 8 \text{ cm}^2$, a espessura da camada de metal branco foi reduzida de 05,mm, da bronzina normal, para cerca de 0,1 mm, a fim de aproveitar o aumento de resistência à fadiga com diminuição da espessura da camada de metal branco. A resistência dessas bronzinas pode chegar a $190 \text{ kg} + 1 \text{ cm}^2$.

Trimetálica fundida (P): São bronzinas trimetálicas constituídas por uma chapa de aço, camada intermediária fundida de cobre-chumbo e camada exterior eletrodepositada de chumbo-estanho. Entre estas duas últimas, há ainda uma camada de reparação de níquel, também eletrodepositada. Possuem a mais elevada resistência à fadiga, sendo indicadas para trabalhos pesados. Não podem ser mandriladas.

O Pb. sempre constitui um problema nas ligas de metal vermelho, não sendo solúvel no cobre à temperatura ambiente pode-se conseguir evitar a sua segregação esta bronzina por centrifugação e resfriando-se rapidamente.

2 - Fabricação de Pó

A metalurgia do pó estuda os processos de transformação de metais em pós e o emprego destes pós na fabricação de determinados produtos. A qualidade desses produtos

está intimamente ligada as características dos pós, os quais dependem dos processos empregados na sua fabricação.

De um modo geral as matérias-primas empregadas podem ser classificadas em quatro grandes grupos: metais seus compostos, suas ligas e elementos não metálicas.

Os processos de fabricação de pós metálicos podem ser agrupados, arbitrariamente, em duas classes gerais:

- Processo mecânicos
- Processos físico-químicos e químicos

Os processos mecânicos compreendem usinagem, trilingem, moagem, turbilhamento, graulagem, arremesso e atomização. Os quatro primeiros métodos são aplicados aos metais sólidos a temperatura ambiente e os três últimos exigem temperatura acima do ponto de fusão e metais líquidos.

Graulagem: Este processo de produção de pós, partindo de metais fundidos é de menor custo, mas não apresenta grande interesse na fabricação de compactadas pois as partículas se apresentam envolvida por uma camada de óxido.

Arremesso: Este processo consiste em vazar o metal líquido no ar ou em atmosfera neutra, obtendo-se partículas metálicas, cujos tamanhos dependem do modo de conduzir a operação. O material produzido varia de grãos muito grosseiros a pós muito finas semelhantes aos obtidos por outros processos.

Atomização: É frequentemente empregado na pulveri

zação de metais de baixo ponto de fusão. Consiste em fazer passar o metal líquido sob pressão, através de um pequeno orifício e dispersá-lo por um jato de gás comprimido em água. As pequenas gotas metálicas solidificam-se em forma de pó muito fina. A solidificação ocorre logo que o metal entra em contato com o gás ou água.

A natureza do pó é influência mais preponderante mente pela altura do orifício de saída, pressão do gás, temperatura do metal e área do orifício, quando esses fatores são considerados separadamente.

Princípios Empíricos Para Empregos dos Pó

1 - Os pó finos produzem melhores compactados que os pó grosseiros, pois permitem maiores áreas de contatos sendo por isso mais empregados.

2 - Os pó grosseiros produzem grandes poros que têm nova influência negativa nas características mecânicas, do compactado, do que a porosidade total e por isso não devem ser empregados.

3 - Os poros quando grandes diminuem quando empregados misturas, de pó finos e grosseiros.

4 - Deve-se evitar grandes proporções de pó de mesma granulação para reduzir o aumento da porosidade.

5 - Pó muito finos não são aconselháveis para compactos muito grandes por que exigem grandes pressão específicas, podendo resultar em apreciáveis variações de den-

sidade ao longo do eixo das pressões.

Tratamento dos pós: Antes de serem empregados, os pós são submetidos a determinados tratamentos, que constam em geral de lavagem e secagem em atmosfera controlada. A seguir são estocados, livres do contato com o ar e com a unidade.

Este dos pós: As principais características dos pós, que aliados a pureza e a composição química, concorrem de modo decisivo para que as peças fabricadas satisfaçam às especificações exigidas pelo uso são: Tamanhos de partícula, Forja da partícula, Porosidade da partícula. Micro estrutura da partícula.

Além dessas existem outras, como sejam, densidade aparente, densidade do Cone fator de escoamento, superfície, compressibilidade, compactibilidade de formação plástica, encruamento que dependem inteiramente das primeiras e também tem grande influência nas propriedades das peças. Essas características são todas determinadas por meios de testes.

Compactação: A compactação consiste em transformar os pós metálicos em peças acabadas ou semi-acabadas com determinadas características físicas e mecânicas pela ação da pressão e do calor.

Sinterização: É o mecanismo pelo qual as partículas sólidas são ligadas pela ação das forças atômicas superficiais.

A aplicação da pressão e do calor nos problemas

práticos, tem por finalidade aproximar as superfícies das partículas e permitir maior mobilidade atômica, respectivamente.

Em casos especiais, a sinterização pode ocorrer em pressões e temperaturas normais. Durante o período de aquecimento do compactado é possível ocorrer uma fase líquida, mudanças alotróficas, aumento de volume e o parecimento de mais de uma fase. Esses fenômenos podem facilitar o mecanismo de sinterização, mas não são indispensáveis à sua realização.

A velocidade de aquecimento e o tipo de atmosfera têm grande influência no resultado da sinterização. O aumento da temperatura produz mudança preponderante na estrutura cristalina, devido à recristalização e o crescimento dos grãos ocorrendo a transformação de um simples aglomerado de partículas numa estrutura uniforme e compacta. As propriedades físicas e mecânicas do compactado são alteradas pelas condições de sinterização. A dureza, a densidade e a resistência tendem a aumentar com a temperatura e o tempo, rapidamente no início do aquecimento e mais lentamente durante o desenvolvimento do processo.

A condutibilidade elétrica varia de modo mais complexo. Diminui no início do aquecimento em consequência dos distúrbios produzidos pelo desprendimento dos gases aumentando a seguir rapidamente, o que indica a existência das forças de ligação metálica.

O mecanismo de sinterização dos compactados constituídos de mais de um metal apresenta vários aspectos sinterização com fase líquida, sinterização sem fase líquida, sinteri

rização com a formação de liga por difusão.

A fase líquida pode desenvolver-se na fase sólida, dando origem a uma liga ou solidificação envolvendo as partículas sem ser absorvidas neste caso aglomerante, tendo grande influência nas características físicas e mecânicas do compactado. Uma terceira hipótese intermediária decorre de uma dissolução parcial da fase líquida dando uma liga e o restante agindo como aglomerante. O tamanho e a distribuição das partículas tem grande influência nos processos em que acarretam fases líquidas. A difusão e formação de ligas é mais efetiva nos pós finos.

4.4.4 - Fabrica de Pó Processo Utilizado na ML

A fábrica de pó destina-se à produção de pó de ligas de bronze utilizadas na fabricação de bronzina sinterizada. As matérias primas utilizadas são cobre, chumbo e estanho, que vêm sob forma de lingotes.

Para se obter a liga são utilizadas três formas basculantes, providos de cadinhos de carbetto de sílicio, com capacidade de 300 Kg cada um. O aquecimento é feito por um amarrico à óleo (Shell - 4) que aquece o cadinho, provocando a fusão dos lingotes.

Os fornos são montados sobre trilhas, dispostos perpendicularmente um em relação ao outro e o vazamento é feito em um forno de esfera localizado no ponto de convergências destes trilhos.

A preparação da liga consiste em pesar os lingotes de metais furas de cobre, chumbo, em percentagens que atendem às especificações da liga desejada.

Inicialmente é fundido somente o cobre, sendo depois adicionado o Pb e por último, momentos antes do vazamento é colocado o Sn.

Uma vez fundido a liga, o forno de fusão é aproximado do forno de espera e basculado, de modo que a liga seja vazada no mesmo, através de uma calha móvel por um maçarico a gás.

O aquecimento do forno de espera é a gás e ele possui no seu interior um cadinho, de carbureto de silício com um local de grafite adaptado ao fundo. Este local geralmente possui 2 furos com diâmetro de 4 milímetros cada.

Numa plataforma situada imediatamente abaixo do forno de esfera, há uma câmara de atômização, onde um jato d'água a alta pressão é lançado, contra o filme de metal líquido que desce através dos furos do local, provocando a atômização devido ao choque térmico.

O ângulo com que o jato d'água incide sobre o filme é pré-determinado. Na câmara há também uma cortina de água cuja finalidade é evitar que o metal pulverizado se choque contra as paredes da câmara, o que provocaria o achatamento das partículas.

A fusão com que o jato de água é lançado contra o metal líquido é de aproximadamente 500 lb/in². O ângulo que

o jato d'água faz com o vertical é de aproximadamente 42° .

Uma vez atômizado a mistura água-pó passa por um Cone de decontração, onde o pó é recolhido por gravidade e a água é lançada para um tanque de compensação, de onde é levada para um reservatório e novamente repete-se o ciclo.

O pó úmido passa por um filtro a vácuo que retira cerca de 80% da umidade. Em seguida o pó é colocado em uma estufa rotativa para secagem, durante 2 horas, a temperatura na faixa de $120 - 140^{\circ}\text{C}$.

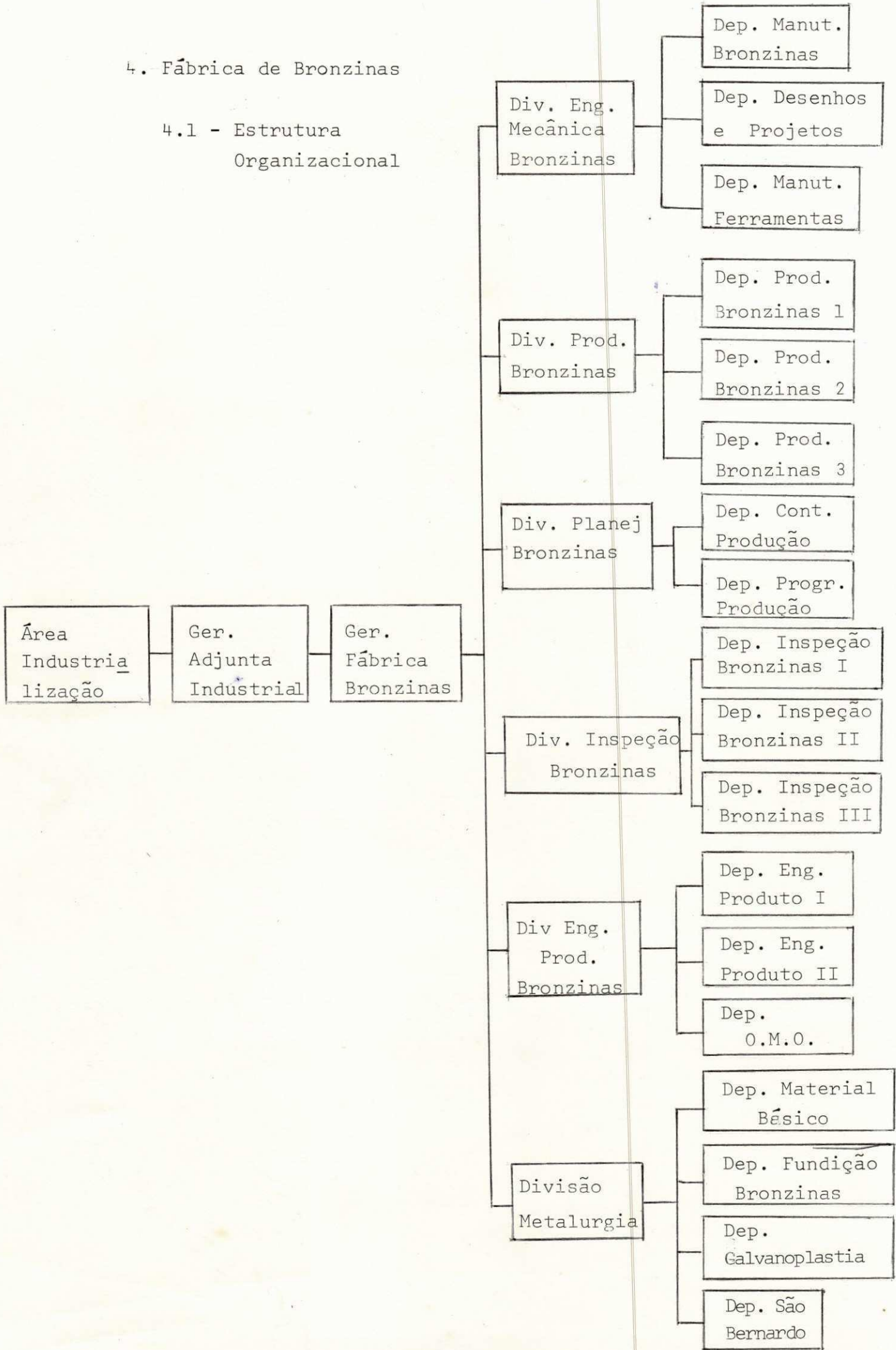
Após a secagem os pós são classificados conforme a sua grau ulometria em peneiras vibratórias, sendo utilizadas somente os pós que passaram pela peneira de 80 mesh.

Para a verificação da qualidade do pó, de cada carga é retirada uma amostra para análise quantitativa. Os pós são utilizados também quanto à densidade aparente, escoamento e distribuição granulométrica.

Para finalizar, os pós são recolhidos em sacos plásticos dentro de tambores, para evitar que fiquem, expostos ao ar e umidade.

4. Fábrica de Bronzinas

4.1 - Estrutura Organizacional



GUIA DE SELEÇÃO DE MATERIAIS

A Metal Leve procura orientar o cliente quanto ao material mais adequado à sua finalidade. Isto porque produz uma variedade completa de materiais para pistões, bronzinas, buchas e arruelas, resultantes de diversos processos de fabricação, dos quais é pioneira no mercado brasileiro.

A seleção dos materiais baseia-se nos seus requisitos de aplicação, levando-se em conta a relação existente entre ação de superfícies, resistências e custos.

Este Guia apresenta as ligas mais usuais para os produtos da Metal Leve. Deve ser usado, entretanto, apenas como um guia de ordem

geral, pois para a escolha exata de um material deverá haver consulta direta à Empresa, que indicará as ligas adequadas a cada caso específico.

SELEÇÃO DE MATERIAIS BRONZINAS

CAMADAS ELETRO-DEPOSITADAS




Usadas como revestimentos protetores, promovem ação de superfície, absorvem por incrustação pequenas partículas, acomodam desalinhamentos e desgastes.

Formam a primeira camada de liga da bronzina.

Liga		Composição Nominal (%)			Descrição
METAL LEVE	SAE	Cu	Pb	Sn	
P-1	—	—	—	100	Camada de proteção
P-77	—	2.5	87.5	10	Camada de revestimento
P-78	19	—	90	10	Camada de revestimento e proteção

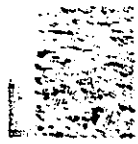
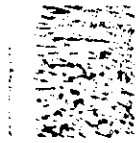
LIGAS BRANCAS - BABBITTS

Uso bastante difundido. Constituídas basicamente de chumbo, antimônio e estanho.

Liga		Composição Nominal (%)					Descrição	Características	Fabricação		Aplicações Típicas		
METAL LEVE	SAE	Cu	Pb	Sn	Sb	Outros			Bronzina Bucha	Arruela			
F-1	12	3.5	—	89	7.5	—		Base Estanho	Boa resistência à fadiga, corrosão e resistência à corrosão.	X	X	X	Baixas cargas, tais como buchas para motores elétricos; bronzinas para bombas d'água, etc; buchas de vedação e arruelas de encosto para baixas cargas.
F-11	14	0.25	74	10	15	0.5 As		Base Chumbo	Boa resistência à fadiga, corrosão e desgaste. Desempenho similar ao F-1, mas de custo mais baixo.		X		Cargas unidirecionais. Cargas cíclicas leves. Eixos moles. Motores de automóveis e transmissões.
F-23	15	—	83	1		1 As		Base Chumbo		X	X	X	







LIGAS FUNDIDAS DE COBRE-CHUMBO-ESTANHO

Formadas pela deposição direta da liga fundida sobre o aço. Alta resistência à fadiga, boa ação de superfície e usinabilidade. Combinadas com camadas eletro-depositadas formam bronzinas de excelentes características.

Liga		Composição Nominal (%)					Construção	Características	Fabricação			Aplicações Típicas	
METAL LEVE	SAE	Cu	Pb	Sn	Outros	Camada			Bronzina	Bucha	Arruela		
F-77	49	75	24	0.25	—	P-77		Trimetálica	Boa resistência à corrosão e muito alta capacidade de carga.	X	X		Usado em serviços pesados automotivos, caminhões e motores diesel.
F-112	—	72	25	3	—	P-77		Trimetálica	O mais resistente material fundido cobre-chumbo. Excelente resistência à corrosão.	X	X	X	As mesmas do F-77 acima.
F-27	—												

LIGAS DE ALUMÍNIO

Uso cada vez mais difundido, é um material resistente à corrosão.

Liga		Composição Nominal (%)						Construção	Características	Fabricação			Aplicações Típicas	
METAL LEVE	SAE	Al	Si	Sn	Cu	Outros	Camada			Bronzina	Bucha	Arruela		
F-66	—	85	4	1.5	1	8.5 Pb	—		Bimetálica	Boa resistência à corrosão e conformidade. Capacidade de carga em faixa intermediária.	X	X	X	Faixa intermediária de bronzinas, buchas e arruelas.
F-148	781	95	4	—	—	1 Cd	—		Bimetálica	Boa resistência à corrosão. Melhor resistência à fadiga que a liga com 20% de estanho.	X	X	X	Bronzinas, buchas e arruelas para uma faixa intermediária de cargas.
F-157	783	79	—	20	1	—	—		Bimetálica	Boa resistência à corrosão. Capacidade de carga intermediária.	X	X	X	Bronzinas automotivas
F-153	781	95	4	—	—	1 Cd	P-77		Trimetálica	Boa resistência à fadiga e à corrosão.	X			Bronzinas para serviços pesados automotivos, caminhões e motores diesel.
F-154	781	95	4	—	—	1 Cd	P-77		Trimetálica	A liga de alumínio mais resistente à fadiga.	X			Bronzinas para serviços pesados automotivos, caminhões e motores diesel.
M-83	—	90	1.5	—	1.5	1 Pb 5 Zn	—		Sólida com revestimento	Capacidade de carga intermediária. Boa ação de superfície. Melhor ação de superfície com camada eletrodepositada.	X	X	X	Bronzinas automotivas

CARGAS RELATIVAS A MATERIAIS DE BRONZINAS

Cargas relativas às ligas mais usuais da Metal Leve encontram-se no gráfico abaixo. Os valores são baseados em condições ideais de testes, com óleo limpo, alinhamento perfeito e acabamento de eixo adequado. Eles se relacionam às cargas cíclicas suportadas por bronzinas bi-partidas em motores alternativos.

A seleção do material, entretanto, deve levar em conta outros fatores: tipo de serviço, filtragem do lubrificante, pressão de pico do filme de óleo, temperatura de operação, etc.



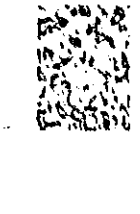
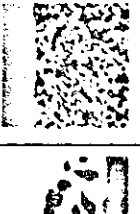
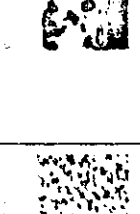
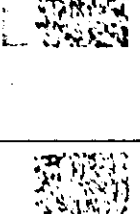
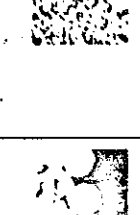
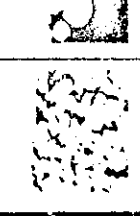
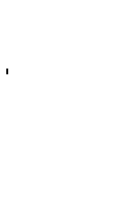
CARGA UNITÁRIA

P.S.I.	0	2000	4000	6000	8000	10.000	12.000
kg/cm ²	0	141	282	423	564	704	846

BABBITT							
F-1 Micro Bimetálica							
F-23 Micro Bimetálica							
SINTERIZADA COBRE-CHUMBO							
F-770 Trimetálica							
F-780 Trimetálica							
ALUMÍNIO							
F-157 Bimetálica							
F-66 Bimetálica							
F-153 Trimetálica							
F-154 Trimetálica							
FUNDIDA COBRE-CHUMBO							
F-77 Trimetálica							
F-112 Trimetálica							

LIGAS SINTERIZADAS DE COBRE-CHUMBO-ESTANHO

Formadas por pós metálicos sinterizados sobre tira de aço.
Com boa técnica de manufatura comparam-se às ligas fundidas.

Liga		Composição Nominal (%)					Construção	Características	Fabricação			Aplicações Típicas	
METAL LEVE	SAE	Cu	Pb	Sn	Outros	Camada			Bronzina	Bucha	Arruela		
F-80	798	88	8	4	—	—		Bimetálica	Boa capacidade de carga e a choques. Resiste altas temperaturas. Mais sensível às arranhaduras do que as ligas com mais alto chumbo.		X	X	Material para buchas de uso geral.
F-100	797	80	10	10	—	—		Bimetálica	Capacidade de carga e resistência a choques mais altas do que os outros materiais sinterizados. Dura e resistente à corrosão.		X	X	Largamente usada para buchas e arruelas sujeitas a altos impactos e cargas em vibração.
F-250	799	74	23	3	—	—		Bimetálica	Alto conteúdo de chumbo. Boa ação de superfície e absorção de partículas.	X	X	X	Buchas e arruelas de encosto sujeitas a impactos de intensidade intermediária, cargas em vibração e cargas em altas velocidades.
F-350	—	64	35	0.25	—	—		Bimetálica	O elevado teor de Pb. fornece boa ação de superfície e absorção de partículas.		X	X	As mesmas do F-250 acima.
F-550	—	48	51	1	—	—		Bimetálica	Boa resistência à fadiga. Melhores propriedades entre os materiais cobre-chumbo sem camada eletro-depositada. Boa conformidade.	X	X		Cargas intermediárias.
F-770	49	75	24	0.25	—	P-77		Trimetálica	Alta capacidade de carga.	X			Serviço pesado.
F-780	—	74	24	2	—	P-77		Trimetálica	O material cobre-chumbo sinterizado para bronzinas mais resistentes à fadiga.	X			Serviço pesado.
F-T1	—	90	—	10	—	—			Material com ótimas características autolubrificantes.		X	X	Buchas para articulações com ou sem lubrificação e cargas médias.
F-G100	—	78	10	10	2 grafite	—			Material idêntico ao F-100 com características autolubrificantes.		X		Buchas aplicadas em locais de baixa lubrificação e altas cargas.



CONSELHO DE
ADMINISTRAÇÃO

DIRETORIA

GERÊNCIA DE ÁREA

GERÊNCIA SETORIAL

DIVISÃO

DEPARTAMENTO

SEÇÃO

SERVIÇO

DATA

ÁREA

PÁGINA

DIRETORIA INDUSTRIALIZAÇÃO

Eng.º Wilson Carvalho

DIRETORIA ADJUNTA INDUSTRIAL

Eng.º Vitor M. Gonçalves

DIRETORIA ADJUNTA PLANEJAMENTO INDUSTRIAL

Dr. Sérgio Mindlin

GER. ENGENHARIA INDUSTRIAL

GER. FÁBRICA - DE PISTÕES

GER. FÁBRICA - DE BRONZINAS

GER. SUPRIMENTOS

GER. TÉCNICA

GER. PLANEJAMENTO CONTROLE

GER. IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS

DIV. SERVIÇOS ELETRO-ELETRON.

DIV. SERV. MECÂNICOS E CIVIS

DIV. DESENVOLV. MET. & PROCES.

DIV. ENGENHARIA MECÂNICA

DIV. PLANEJAMENTO PISTÕES

DIV. FUNDIÇÃO PISTÕES

DIV. PRODUÇÃO DIESEL

DIV. PRODUÇÃO LEVES

DIV. PRODUÇÃO PINOS

DIV. INSPEÇÃO PISTÕES

DIV. ENGENHARIA PRODUTO

DIV. ENGENHARIA MECÂNICA

DIV. PLANEJAMENTO BRONZINAS

DIV. METALURGIA

DIV. PRODUÇÃO BRONZINAS

DIV. INSPEÇÃO BRONZINAS

DIV. ENGENHARIA PRODUTO

DIV. COMPRAS

DIV. ADMINISTR. DE MATERIAIS

DIV. IMPORTAÇÃO

DIV. COMPRAS EXPANSÃO

GER. PESQUISA DESENVOLVIMENTO

GER. CONTROLE QUALIDADE

DIV. LABORATÓRIO

DIV. ENGENHARIA QUALIDADE

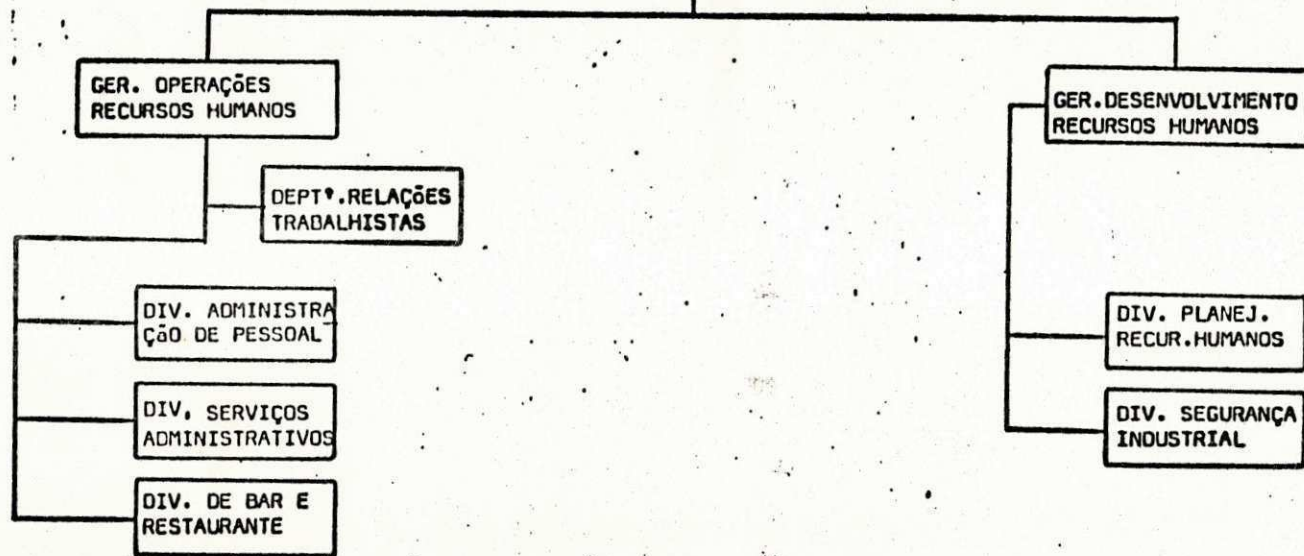
DIV. METROLOGIA

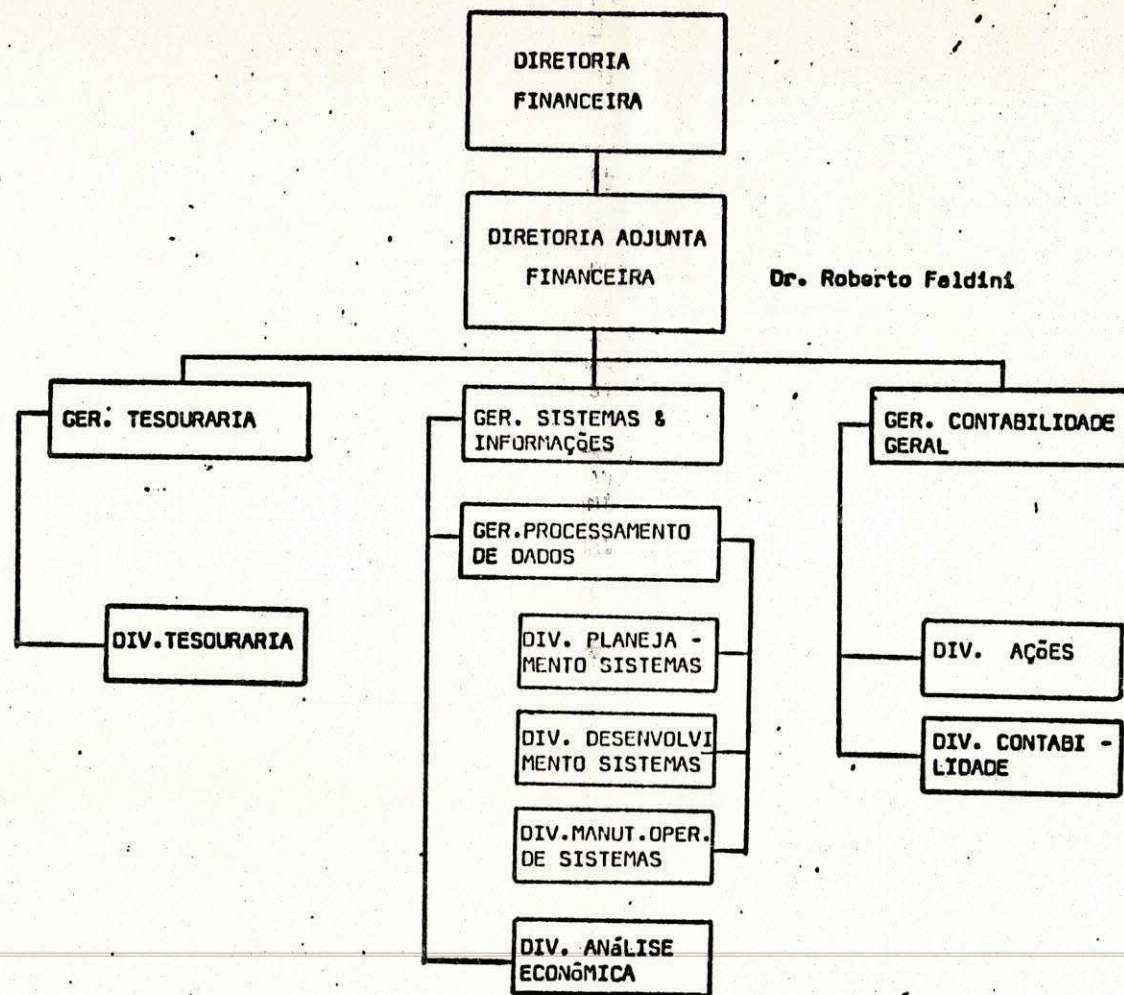
DIV. PROJETOS E OBRAS CIVIS

DIV. PROJ. E INSTALAÇÕES MECÂN

DIRETORIA
RECURSOS HUMANOS

Dr. Luiz Antonio Franco





DIRETORIA
COMERCIALIZAÇÃO

Dr. Johannes Brenner

DIRETORIA ADJUNTA
COMERCIALIZAÇÃO

Eng^o. Alberto Fernandes

