

UFPb  
CCT

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**DEM**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA  
PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA  
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO  
CURSO INTEGRADO

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

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ESTAGIÁRIO: ANTÔNIO VILAR BRASILEIRO  
MATRÍCULA : 7911074-5  
PERÍODO : 10.01.83 a 11.02.83  
EMPRESA : METAL LEVE S.A INDÚSTRIA E COMÉRCIO

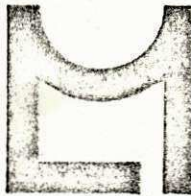
CAMPINA GRANDE

DEZEMBRO/1983



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



303/113

São Paulo, 11 de fevereiro de 1983

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins que ANTONIO VILAR BRASILEIRO, portador da carteira profissional nº 82737 série 00004, cumpriu estágio nesta empresa no período de 10.01.83 a 11.02.83, perfazendo um total de 207 horas.

Durante esse período o estágio foi desenvolvido nas seguintes fábricas: Pistões, Pinos, Bronzinas e Metal Leve Produtos Sinterizados.

Nada consta em nossos arquivos que possa desaboná-lo.

Atenciosamente

Cláudio E. Ferraz  
Ger.Des.Rec.Humanos

Maria Izilda de Oliveira  
Deptº Trein.Des.de Pessoal

## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

AGRADECIMENTOS

HISTÓRICO DA EMPRESA ..... 01

FABRICA DE PISTÕES E PINOS ..... 03

FÁBRICA DE BRONZINAS ..... 22

CONCLUSÃO

ANEXOS

## APRESENTAÇÃO

O conteúdo deste relatório dá uma informação ge-  
ral das <sup>atividades</sup> desenvolvidas no estágio de férias oferecido  
pela Metal Leve no período de 10.01.83 a 11.02.83.

Ficaria imensamente grato se este relatório pu-  
der vir a ser instrumento de informação para os colegas que fu-  
turamente pretendam realizar o estágio na empresa.

O QUE É A METAL LEVE:

Fundada em 1950, a Metal Leve, surgiu em um momento de grande importância para a industrialização do Brasil, sendo uma das pioneiras na fabricação de produtos de alta precisão em grandes séries. Hoje com capacidade de absorver e adaptar a mais avançada tecnologia externa e gerar tecnologia própria, a Metal Leve proporciona o suporte necessário à indústria automotiva, aeronáutica e marítima, atendendo aos mais exigentes mercados internacionais e suprindo o mercado interno com equipamento original e de reposição.

A Metal Leve está instalada em uma área de 86.000 m<sup>2</sup> em Santo Amaro, com 65.000 m<sup>2</sup> de área construída onde são produzidos pinos e pistões. Em São Bernardo do Campo, numa área de 72.000 m<sup>2</sup> está localizada a fábrica de bronzinas comportando uma área construída de 35.000 m<sup>2</sup>.

Além dessas duas fábricas a Metal Leve conta com ainda uma área de 650.000 m<sup>2</sup> em Parelheiros e mais 720.000 m<sup>2</sup> em Pindamonhangaba, sendo detentora de ações de algumas <sup>empresas</sup> de capital misto como é o caso da Metal-Gould em Indaiatuba e da Thyssen Hueller Ltda.

No que se refere aos aspectos de produção a qualidade tem sido sempre a maior preocupação da Metal Leve, que desenvolve rigorosa inspeção em todas as 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.

A Metal Leve foi a primeira fábrica fora dos Estados Unidos, a receber o Certificado de Homologação da Federal Aviation Administration - FAA, órgão governamental que controla a segurança de vôo naquele país, e que vem, desde 1.966, inspecionando a fábrica e renovando o Certificado de Aprovação, o que significa um reconhecimento internacional à marca Metal Leve.

Finalmente acresce-se dizer que, como as grandes empresas do globo, a Metal Leve desenvolve sua própria tecnologia através do seu Centro Tecnológico equipado com laboratório térmico, oficina mecânica, unidade de testes mecânicos, laboratórios químico, metalúrgico, de fotoelasticidade e de equipamentos eletrônicos.



## FÁBRICA DE PISTÕES

Antes que desenvolvêssemos nossas atividades na fábrica de pistões, foi apresentado pelo meu orientador de estágio um estudo sobre pistões do qual farei um breve relato.

### PISTÕES - ESTUDO/GENERALIDADES

#### A) Finalidade do Pistão:

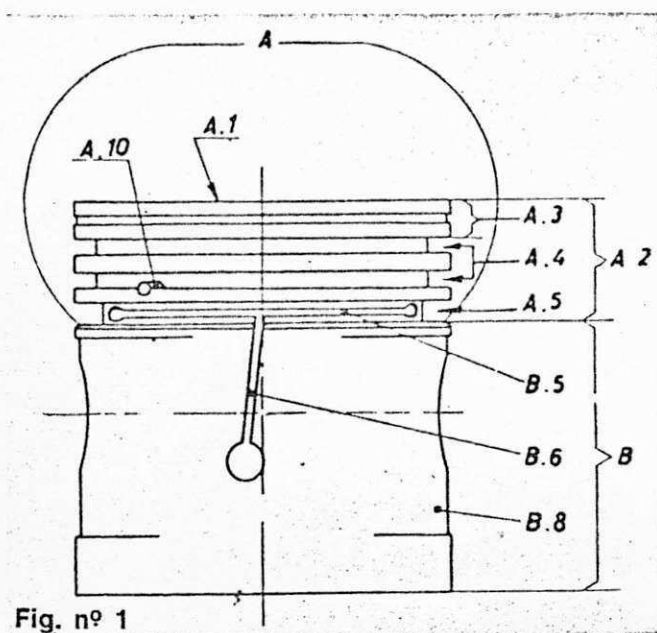
Num motor de combustão interna o pistão tem uma tríplice função:

- a) Constituir uma parede móvel da câmara de combustão permitindo a variação do volume da câmara;
- b) Receber a pressão dos gases e transmití-la à 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,
- O corpo cuja função é servir de guia para a cabeça.



- A. Cabeça
- A.1 - Topo
- A.2 - Zona de anéis
- A.3 - Zona de fogo
- A.4 - Canaletas para anéis de óleo
- A.5 - Canaletas para anéis de óleo
- A.10 - Pinos de segurança
- B. Saia
- B.5 - Fendas transversais
- B.6 - Fendas longitudinais
- B.8 - Excêntricos

#### B) Temperatura no Pistão

A cabeça do pistão se aquece mais do que as paredes do cilindro que são resfriadas por água; por outro lado, a temperatura da cabeça é maior do que a do corpo, porque aquela está sujeita a temperatura dos gases queimados.

Por esse motivo a cabeça do pistão é construída com diâmetro menor que o corpo. E como o pistão todo deve ter diâmetro menor que o cilindro, ele não é capaz, sozinho, de dar uma boa estanqueidade para os gases, motivo pelo qual se torna necessário o uso de anéis, que são colocados em ranhuras usadas no pistão.

O calor absorvido pela cabeça do pistão é dissipado:

- Através dos anéis 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.

Várias experiências mostraram que a maior parte do calor é dissipada pelo pistão através dos anéis e entre estes, o mais solicitado é o primeiro anel.

O calor carregado pelo óleo e ar debaixo do pistão é muito pequeno (menos de 10%) e pode, via de regra, ser desprezado em face do transmitido pelos anéis.

Ao lado do anel superior, a espessura da cabeça do pistão é um problema bastante grave, pois dela irá depender o peso do pistão e ao mesmo tempo a transferência de calor para a circunferência externa.

### C) Materiais dos Pistões

Um material para ser utilizado em pistões 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 fundibilidade ou forjabilidade.

Entre as ligas mais utilizadas estão AlCu e AlSi.

As ligas AlCu apresentam melhor condutibilidade térmica, e as ligas AlSi melhor resistência ao desgaste e menor coeficiente de dilatação.

As ligas AlSi são usadas na maioria dos casos. Tal uso se deve ao seu baixo coeficiente de dilatação térmica, que varia linearmente com o teor de silício e vale  $18 \times 10^{-6}$  °C para cerca de 20% Si. O aumento do teor de silício aumenta a temperatura de fusão complicando o processo de fundição.

Por causa do menor coeficiente de dilatação, as ligas AlSi permitem menores folgas entre o pistão e o cilindro, se bem que devido ao menor coeficiente de condutibilidade térmica, são necessárias maiores seções transversais para o escoamento de calor. Porém isso nem sempre é desvantagem uma vez que as grandes pressões nos motores modernos exigem pistões com espessuras grandes.

#### D) Desgastes dos Pistões

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

Quando o lubrificante contém impurezas, estas incrustam no pistão que é relativamente mole, ocasionando então um desgaste maior neste.

Com bastante frequência encontra-se também desgastes nas ranhuras dos anéis motivados pela existência de cor

pos estranhos ou rebarbas da usinagem. Acrescenta-se a isso, as altas temperaturas reinantes nos anéis.

Por fim, há ainda desgastes devido à corrosão do combustível e dos gases queimados, provenientes de uma combustão incompleta.

Os pistões podem receber camadas protetoras para aumentar sua resistência e sobrecargas. Tais recobrimentos podem ser de estanho, chumbo, cádmio e grafite.

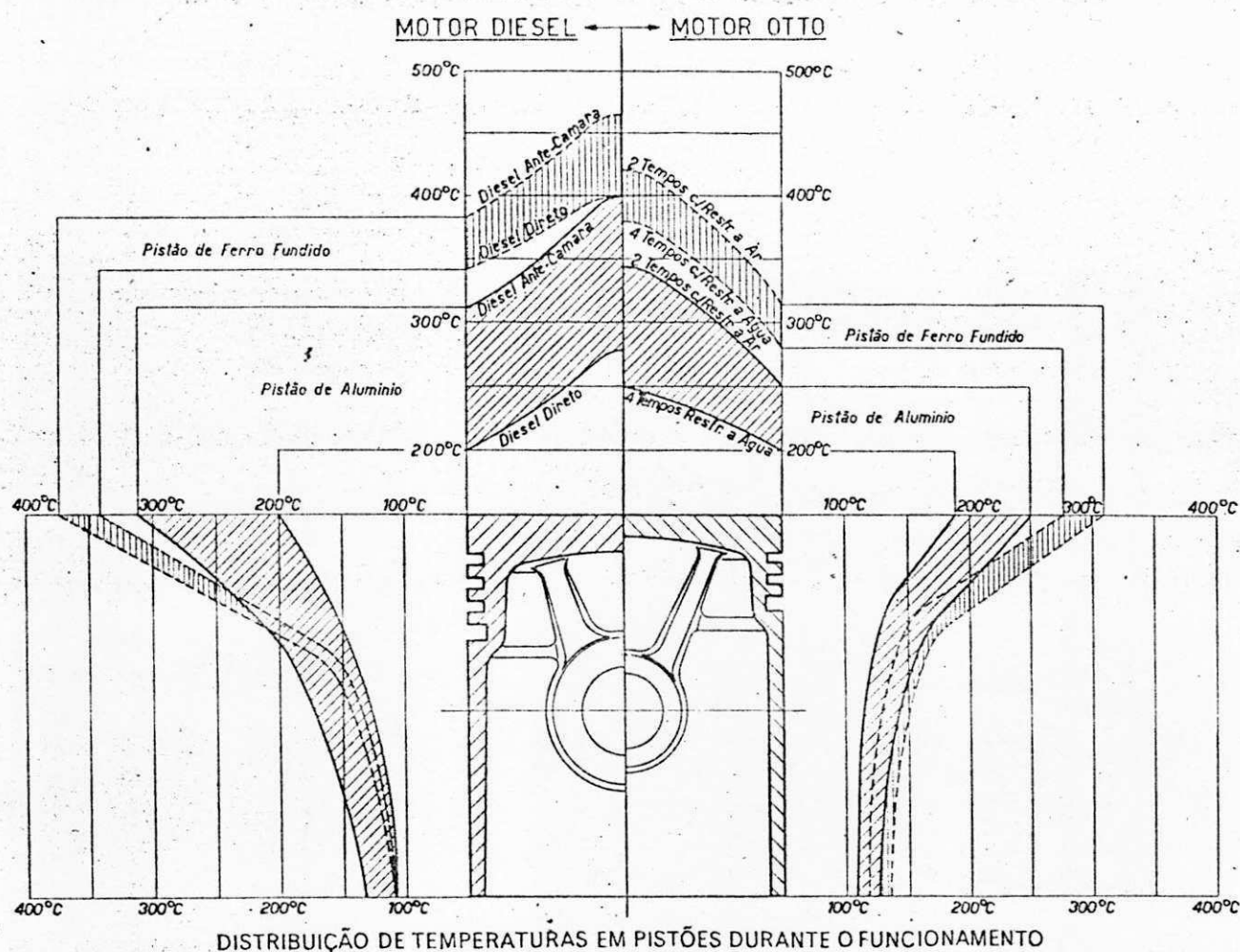
#### E) Projeto do Pistão

Os pistões sofrem dois tipos de deformações quais sejam:

- a) Deformações originadas de esforços mecânicos (pressão dos gases);
- b) Deformações devido as térmicas (altas temperaturas).

As pressões na cabeça do pistão alcançam 40 atm (motor a gasolina) e 80 atm (motor a Diesel) dão origem a tensões de trabalho na saia de 4 a 6 quilogramas-força por centímetro quadrado, e no furo para pino alcançam de 300 a 500 kgf/cm<sup>2</sup>. A inclinação da biela dá origem a uma componente perpendicular à parede do cilindro, que vai exigir também do pistão, qualidades de resistências ao desgaste.

Distribuição aproximadas de temperaturas em pistões durante o funcionamento:

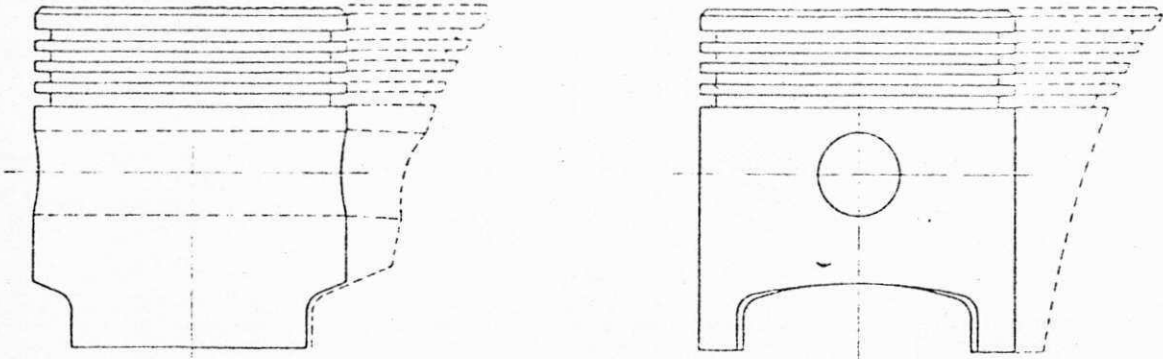


### Forma do Pistão

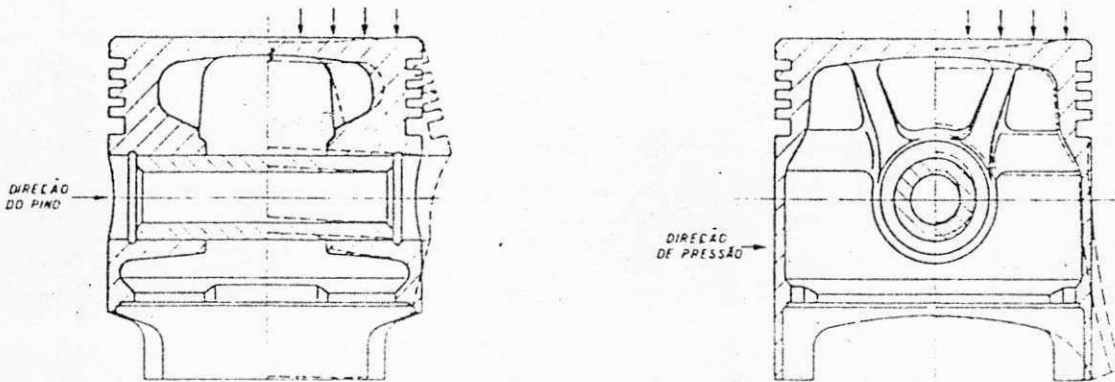
O segredo do projeto de um pistão reside principalmente na forma do pistão que ao contrário do que se imagina não é cilíndrico. O pistão é então projetado de maneira que somente sob carga e sob as variações de temperatura de trabalho, ele volte a ser cilíndrico.

A forma do pistão é extremamente complexa, va

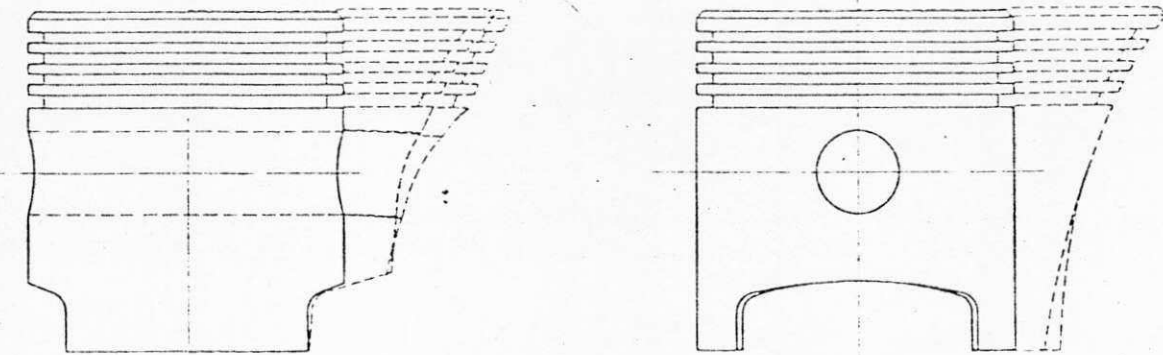
COMPENSAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES DEVIDO A  
TEMPERATURA E PRESSÃO POR USINAGEM  
EM TORNO COPIADOR A DIAMANTE



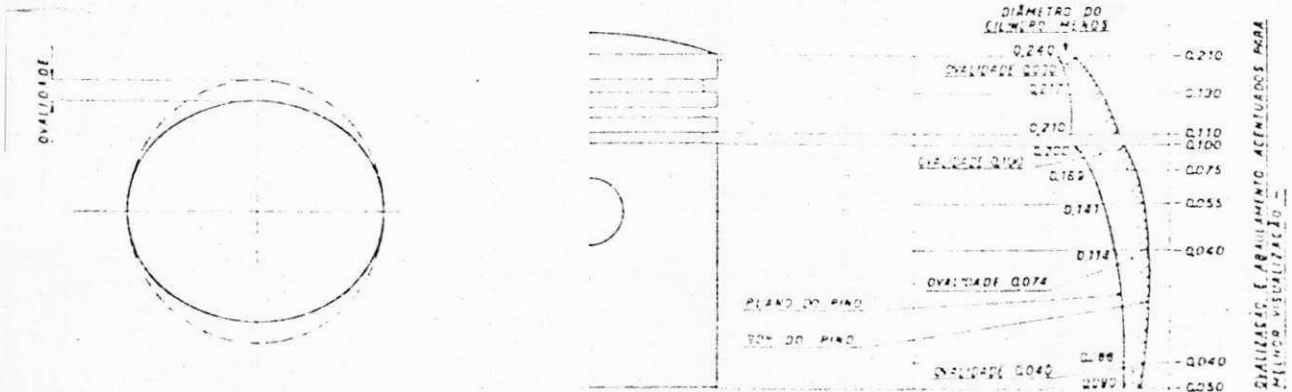
DEFORMAÇÃO DEVIDA A TEMPERATURA DE SERVIÇO: DILATAÇÃO TÉRMICA



DEFORMAÇÃO ELASTICA SOB PRESSÃO DE TRABALHO



DEFORMAÇÃO DEVIDA A PRESSÃO E TEMPERATURA



FORMA DO PISTÃO

ABRILHAMENTO E OVALIDADE OBTIDAS EM TORNO COPIADOR COM FERRAMENTA DE DIAMANTE

riando o raio ao longo do eixo. As tolerâncias de fabricação na saia do pistão descem a centésimo de milímetro, chegando no furo para pino a alguns microns. Para os pistões de qualidade, o controle dimensional é feito em solos com ar condicionado, pois a própria dilatação do material, por flutuações de temperatura ambiente, é da ordem da precisão de usinagem.

A fábrica de pistões produz os seguintes produtos:

- Pistões
- Pinos
- Chapas para controle de dilatação do pistão (usualmente chamadas chapas auto-térmicas ou dou-térmicas, conforme a sua colocação)
- Porta-anéis
- Plugues e elementos fixadores (arruelas lisas e arruelas de pressão) (eventualmente, alguns dos produtos podem ser adquiridos de terceiros).

#### Material

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

Pinos: São produzidos em aços SAE 5115 (equiva



lente a DIN 15 Cr 3), SAE 4320 e SAE 8620.

Chapas Autotérmicas: Fitas de aço SAE 1008.

Porta-Anéis: Liga de ferro-níquel denominada NI RESIST (EM-7).

Plugues: Aço para válvulas (EM-42).

Processo de Produção

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

Pinos: São usinados ou forjados a frio.

Chapas: São estampadas.

Porta-Anéis: São usinados a partir de buchas (ou porta-anéis brutos) fornecidos por terceiros eventualmente são importados.

Plugues: Podem ser usinados a partir de plugues em bruto forjado por terceiros, eventualmente são importados.

Tratamento Térmico

Pistões: Para cada liga e características 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 comentados, e eventualmente sofrem tratamento sub-zero cujo objetivo é evitar que pino sofra um aumento dimensional em operação.

Plugues: Temperados, revenidos e comentados.

#### Tratamento Superficial

Pistões: Estanhagem

Chumbagem

Grafitagem

Fosfatização

Anodização

Selagem

Pinos: Fosfatização

Chapas: Latonagem

#### LINHA DE FUNDIÇÃO

##### 1. DESCRIÇÃO

###### a) Retorno

É composto de canais, massalotes e refugos. Os canais provêm diretamente do corte, enquanto que os refugos podem surgir nas coquilhas, na usinagem e no próprio corte.

b) Fornos de Fusão a Óleo

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

Algumas vezes fundem alumínio puro, para preparação da liga ALFIM.

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

c) Lingotes de Al e Elementos de Liga

Os lingotes de Al são pesados inteiro enquanto que os elementos de ligas são serrados em pedaços menores. São adicionados no retorno fundido com a finalidade de se obter uma exata composição química que se deseja.

Os elementos utilizados são cobre, níquel, magnésio, cromo e silício metálico.

d) Fornos de Fusão à Indução

São em número de 6 variando com uma capacidade de 600 kg até 3.000 kg. Trabalham com 50% de carga morta, ou seja, metade de sua capacidade já está fundida e provém dos fornos de fusão a óleo. Os outros 50% são lingotes de alumínio e

elementos de liga.

Trabalham com as mesmas temperaturas dos fornos a óleo.

e) Fornos de Fusão a Resistência

São cerca de 120 fornos com capacidade de 240 kg e são chamados de fornos de manutenção.

Sua função é manter a carga líquida dentro da temperatura de trabalho, que provém dos fornos à indução ou à óleo, com composição química correta, ou seja, mantê-la pronta para o vazamento a qualquer instante.

Esses fornos são agrupados em duplas (cada operador trabalha com 2 fornos). Enquanto um está sendo utilizado para vazamento, outro está sendo carregado e a seguir sua carga é escorificada, desgaseificada e modificada ou refinada.

f) Coquilhas

São constituídas de aço e ferro fundido e as cavidades, canais e orifícios de alimentação são revestidos por uma tinta refratária que constitui a superfície do molde realmente em contato com o metal líquido.

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

Certas coquilhas, dependendo de pistão a ser produzido, levam em seu interior chapas auto-térmicas e/ou porta anéis que são colocados pelo operador antes de cada vazamento.

g) Bolas

São peças metálicas com o formato de meia esfera oca, que situam-se ao lado de cada forno e que servem para que o operador despeje nessa peça a sobra do vazamento, ou seja, a pós o molde estar cheio, o resto de material que ficou na concha não é depositado de volta no forno mas sim na bola.

Essas bolas são aproveitadas como retorno.

h) Esteira

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

i) Corte

No caso de pistões pequenos, os massalotes e canais são retirados em um golpe apenas, através de uma máquina própria a esse serviço. Os pistões mais pesados são conduzidos a uma serra onde os canais e massalotes são desta vez, serrados devido ao seu tamanho.

j) Tratamento Térmico

Nesta etapa os pistões sofrem tratamentos de solubrilização, precipitação e alívio de tensão.

1) Usinagem

Após os tratamentos térmicos os pistões são levados às linhas de usinagem onde serão acabados e encaminhados à inspeção final.

2. TRATAMENTO DA LIGA LÍQUIDA

a) Escorificação

Tem a finalidade de remover óxidos e impurezas, através de sais fluxantes que são depositados na superfície do banho e que possuem a característica de serem aglomerantes de impurezas.

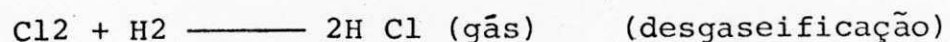
b) Desgaseificação e Desoxidação

Os principais objetivos desta operação são:

Retirar o hidrogênio dissolvido na massa líquida (prejudicial à sanidade das peças) e os óxidos de alumínio que também estão no meio do banho, por possuírem densidade parecida com a do alumínio.

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

O cloro contido nesse composto reage com o hidrogênio dissolvido no banho e o gás formado.



borbulha na superfície e em seu caminho até a superfície, arrasta consigo os óxidos e impurezas que estão no meio da massa lí

quida (desoxidação).

### c) Modificação ou Refino

A modificação é feita em ligas com um teor de silício entre 8 e 12,5%. Nessas ligas, há a necessidade de se modificar a disposição do Si, que se encontra em grossas placas na matriz e que acarretam más propriedades mecânicas à peça. Para se redistribuir esses cristais primários de Si, adiciona-se sódio ao banho, antes do vazamento. O sódio tem o poder de inibir a formação desse 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 da adição de fósforo ao banho líquido. O fósforo transforma as grosseiras placas de silício em placas finas, ou seja, transforma grandes cristais de silício em cristais finos; o que ocasiona uma elevação nas propriedades mecânicas.

### 3. COQUILHAS

Os moldes permanentes, conhecidos como coquilhas, são construídos em aço e ferro fundido e as cavidades, canais e orifícios de alimentação são revestidos por uma tinta refratária, à base de caulim e amianto, a fim de garantir uma troca de calor de maneira orientada.

Tanto a coquilha como os machos são constituídos de várias partes que se unem e se separam mecanicamente.

Algumas coquilhas levam em seu interior chapas auto-térmicas e/ou portas anéis.

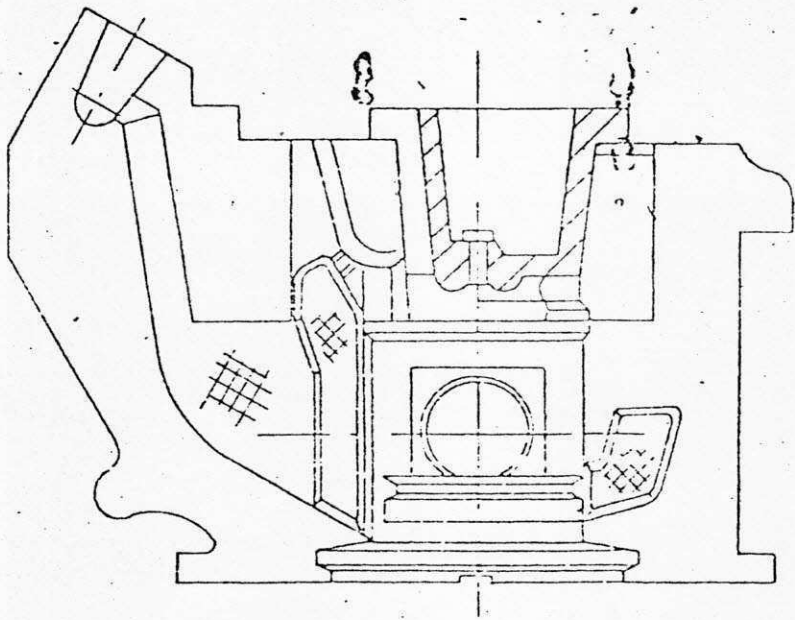
Chapas auto-térmicas são feitas de aço com baixo teor de carbono e são colocadas no interior da coquilha de tal maneira que ficam engastadas nas paredes do pistão. Sua finalidade é de minimizar a folga entre as condições de pouca carga e plena potência, curvando-se quando submetida à temperatura de trabalho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

Posta anéis são feitos de ferro fundido com alto níquel (Ni-Resist). São colocados de maneira a ficarem na zona de anéis dos pistões e o objetivo é combater o desgaste no flanco da canaleta, provocada pelas batidas dos anéis de segmento.

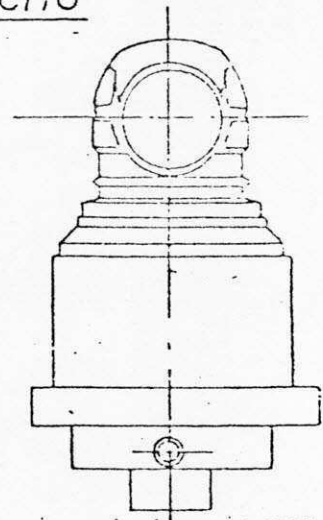


COQUILHA

FERRAMENTAL



MACHO



#### 4. 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 dos pistões.

##### a) Solubilização

O tratamento de solubilização tem por finalidade fazer com que os elementos de liga solúveis no alumínio entrem em solução sólida, formando assim uma estrutura homogênea. Para tanto devemos recorrer ao seguinte expediente: elevar a temperatura das peças 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, variam em função da composição química da liga, devido ao fato de certos elementos de liga exigirem maiores temperaturas para a solubilização. Peças forjadas têm grãos menores do que peças fundidas e por esta razão necessitam de menos tempo para a solubilização.

TABELA DAS LIGAS UTILIZADAS NO TRATAMENTO DE SOLUBILIZAÇÃO NA METAL LEVE DE TEMPO E TEMPERATURA:

<u>LIGA</u>	<u>ESTADO</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>TEMPO (h) *</u>
M - 124	fundida	510	2
SAE - 332	fundida	510	2
SAE - 321	fundida	510	2
SAE - 132	fundida	510	2
M - 13 B	forjada	505	1
AMS - 4145	forjada	510	3 1/2
AMS - 4140	forjada	500	1 1/2

\* tempo = f (forma geométrica da peça)

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

#### b) Precipitação

O tratamento de precipitação visa dar uma total estabilidade aos átomos dos elementos de ligas. Após a solubilização os elementos de ligas estão em solução sólidas mas essa condição não é estável e deste modo os átomos destes elementos tendem a se precipitarem naturalmente (envelhecimento natural), após um espaço de tempo considerável. O tratamento de precipitação acelera o mecanismo 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 temperaturas variam na faixa de 170 a 205°C em um tempo de 4 a 12 horas dependendo do tipo de liga. O resfriamento é feito ao ar ambiente.

#### c) Alívio de Tensões

Tem por finalidade reduzir as tensões internas provocadas principalmente em operações de desbastes 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.

FORJARIA

Pistões forjados são obtidos a partir de barras extrudadas ou tarugos fundidos. Assim, uma vez que estejam dentro das dimensões necessárias para que possam ser conformados, são submetidos inicialmente a uma decapagem que remove cavacos e impurezas aderidas à superfície, os 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 do material aquecido dando origem a uma pastilha que logo a seguir é levada a outra prensa onde duas operações são efetuadas: a primeira, uma pré-configuração do pistão e a segunda, onde obtém-se o pistão forjado.

As etapas seguintes são o tratamento térmico e usinagem.

BRONZINA: FABRICA DE BRONZINAS

Bronzina ou bucha é um dispositivo mecânico projetado com geometria adequada de modo que se estabeleça um filme de óleo contínuo, capaz de suportar um eixo em rotação. Deve, ainda, ser capaz de suportar curtos períodos sem lubrificação. As bronzinas possuem na face em contato com uma outra peça em movimento relativo um revestimento de material anti-fricção que é um metal com boas características de deslizamento e porosidade. Tais revestimentos aliam ainda às características acima as seguintes propriedades:

- a. Boa ductilidade
- b. Alta resistência mecânica
- c. Boa conformabilidade
- d. Boa incrustabilidade
- e. Alta condutividade térmica
- f. Alta resistência a corrosão
- g. Boa aderência
- h. Baixo coeficiente de dilatação térmica
- i. Alta resistência a fadiga

### SINTERIZAÇÃO:

A Sinterização consiste no processo pelo qual corpos sólidos são aglutinados devido a ação de forças inter-atômicas que aparece após a aplicação de pressão e/ou calor. Representa o processo fundamental da metalurgia do pó. Em casos especiais, a sinterização pode ocorrer sem pressões e temperaturas diferentes das condições ambientais. Durante o período de aquecimento do compacto é possível ocorrer uma fase líquida, mudança alotrópica, aumento de volume e o aparecimento de mais de uma fase. Esses fenômenos podem facilitar o mecanismo 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. A dureza, a densidade e a resistência tendem a aumentar com a temperatura e o tempo, rapidamente no início e mais lentamente durante o desenvolvimento do processo. A condutibilidade elétrica varia de modo mais complexo: diminui no início do aquecimento em consequência da distribuição produzida pelo despreendimento dos gases, aumentando a seguir, rapidamente, o que indica a existência das forças de ligação metálica.

### FABRICAÇÃO DO PÓ:

1. Pesa-se os lingotes de metais puros de cobre, chumbo e estanho, em percentagens que atendem as especificações da liga desejada:
2. Primeiramente funde-se somente o cobre, depois é adicionado o estanho e finalmente, o chumbo.

3. Depois de fundida a liga, o forno de fusão é aproximado do forno de espera e basculado de modo que a liga seja vazada, através de uma calha móvel aquecida por um maçarico a gás.
4. O forno de espera é aquecido a gás e possui no interior, um cadinho de carbureto de silício com um bocal de grafita, que possui 2 furos com diâmetro de 4 milímetros cada. Este bocal de grafita situa-se ao fundo do cadinho.

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

#### BRONZINAS FABRICADAS POR SINTERIZAÇÃO:

Na Metal Leve dois tipos básicos de bronzina são fabricados por

sinterização: as bronzinas de liga cobre-chumbo e as bronzinas de estanho

BRONZINAS PRODUZIDAS POR FUNDIÇÃO:

a. Fundição PAP

A fundição PAP destina-se a obtenção de buchas de aço revestidas internamente por uma liga de metal vermelho fundida por centrifugação.

As ligas utilizadas são as: R-27 e R-77.

LIGA	COBRE (%)	CHUMBO (%)	ESTANHO (%)
R-27	72 (min)	23 a 26	1,2 a 2
R-77	Restante	0,2 a 0,9	23 a 26

O processo inicia-se com o corte de tiras de aço SAE 1080 já recozidas em segmentos cujos comprimentos são calculados em função do diâmetro da bucha desejada. A seguir os segmentos são forçados a passar em uma calandra lhes dá formas cilíndrica. Feito isso, os segmentos já conformados são pressionados para se obter uma forma perfeitamente cilíndrica. As extremidades são então soldadas.

Depois de soldada, as buchas são colocadas em um dispositivo que as comprime ao longo do eixo longitudinal fazendo com que elas tenham um diâmetro ligeiramente menor na região central. Essa etapa é denomi-



nada " abrir o cone".

O passo seguinte é a centrifugação, onde a bucha é envolvida por um forno de indução. A bucha é presa a centrífuga pelas extremidades onde colocam-se discos de amianto para evitar a aderência do excesso de liga nas placas da centrífuga. Uma vez acionado o forno com a bucha em movimento de rotação adiciona-se uma concha de boráx (tetra-clorato de sódio) que atuará como escorificante sobre o aço. O aquecimento da bucha é feito até a temperatura de 880°C, ou seja, aproximadamente à temperatura Curie do Aço.

Tempo de Aquecimento = f (espessura)

Estimativa : 1,5 a 3 minutos

O vazamento da liga de metal vermelho na parte interna da bucha é feito através de uma colher que permite a distribuição em toda a superfície interna.

A liga de metal vermelho é inicialmente fundida nos fornos a indução de média frequência. Os fornos possuem cadinhos de carboneto de silício com capacidade para 200 kg cada um. A temperatura em que a liga é vazada é da ordem de 1.400°C.

Uma vez fundida o forno é basculado e a liga vazada em um cadinho de grafite, com capacidade para 7 kg de liga. A liga então transferida para os fornos de espera.

Atingida a temperatura desejada nos fornos de espera (cerca de 1.500°C) este é então basculado no cadinho e daí a liga é vazada na calha, que faz distribuição da lig

ga na superfície interna da bucha. Feita a deposição da bucha ela é resfriada bruscamente ainda na centrífuga por meio de jatos d'água. A seguir é colocada numa mandrilhadora vertical para efetivar a retirada do borãx da superfície interna juntamente com pequena quantidade de cavaco de liga. Em seguida a bucha é novamente mandrilhada em outra máquina do mesmo tipo, visando retirar o excesso de liga. Para efetuar a retirada da camada oxidada no aço, as buchas são tratadas na superfície externa com jatos de esferas de aço, que facilitam o trabalho da lixadeira. Em seguida as buchas são submetidas para alívio de tensões, a 280°C por aproximadamente 14 hs, e a depender do material este tratamento pode ser feito em estufa elétrica. Finalmente a bucha é lixada exteriormente em uma lixadeira de fita. Isto geralmente é feito em duas etapas; sendo inicialmente com lixas de 80 mesh e depois com 200 mesh. Feito o lixamento a bucha é enviada para a linha de usinagem onde é primeiramente usinada interiormente e lixada exteriormente a seguir ela é cortada em anéis e posteriormente em segmentos o último passo é a lavagem para a remoção do óleo.

b. FUNDIÇÃO HEAVY WALL:

Destina-se a produção de bronzinas fundidas de parede grossa.

O processo inicia-se com o corte de tubos de aço SAE 1010 de paredes grossas em fatias cilíndricas seguem-se depois as seguintes operações: usinagem para preparação de cascos e lavagem para retirar óleo.

Paralelamente a isso são preparados os machos as caixas de grafite e as ligas R-27 e R-77. Devem ser também preparadas arruelas e chapinhas de aço. O passo seguinte é a fixação do macho de grafite, das arruelas e das chapinhas no casco. Isto é feito com uma máquina apropriada que efetua o dobramento dos flanges existentes no casco prendendo a arruela e a chapinha no casco. A seguir faz-se a fixação do casco na caixa com uma massa refratário, devendo-se tomar cuidado de limpar e retirar o pó e o óleo que poderiam prejudicar a aderência da liga ao aço. A liga em forma de granulado é pesada e introduzida na caixa. Antes porém o furo existente no fundo da caixa deve ser tapado com o prego.

O conjunto caixa-casco é colocado nos fornos de fusão por meio de tenazes. A temperatura do forno é da ordem de 1.100 a 1.200°C, e o controle é feito com grande precisão através do registrador gráfico. O tempo gasto entre uma corrida e outra é cerca de 45 minutos. Logo após a carga ser retirada do forno e extraído o prego para permitir que a liga fundida preencha o espaço entre a bronzina e o casco. Neste momento o conjunto é submetido a um resfriamento lento em emulsão de óleo solúvel a 45°C. O óleo é pressurizado e refrigerado por serpentinas de água. O resfriamento deve ser lento para permitir que as impurezas aflorem à superfície, por outro lado isto pode causar a segregação do chumbo na parte superior do casco, que é exatamente a última parte a ser resfriada. A seguir faz-se a retirada da caixa e o faceamento no torno, para posteriormente retirar-se a chapinha e a arruela para promover

o alívio de tensões faz-se um tratamento a 280°C em uma estufa. O objetivo desse aquecimento é fazer com que haja uma pequena dilatação facilitando a remoção do macho, que é feita na peça.

A remoção dos óxidos dos cascos é feita com jatos de esferas.

Finalmente os cascos são levados para usinagem.

### AGRADECIMENTOS

Quero expressar a minha gratidão a todos aqueles que de qualquer forma contribuíram para a realização deste estágio.

Aos professores do Departamento de Engenharia Mecânica, especialmente ao Prof<sup>o</sup> Manoel Cordeiro de Barros e ao Prof<sup>o</sup> Manassés da Costa Agra Melo, pelas informações prestadas e pelo apoio dado que em muito contribuíram para o êxito do estágio.

Antônio Vilar Brasileiro

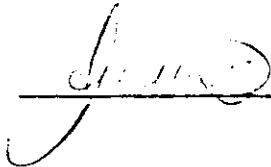
Campina Grande, 04 de janeiro de 1954




Pelo presente instrumento, METAL LEVE S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO, com sede em São Paulo à Rua Brasília Luz, 535, neste ato representada pelo infra assinado, doravante denominada EMPRESA, autoriza ANTONIO VILAR BRASILEIRO, portador da Carteira de Trabalho e Previdência Social nº 82737 Série 00004, doravante denominado ESTAGIÁRIO, a realizar estágio em suas instalações, mediante as seguintes condições:

1. O estágio será realizado no período de 10.01.83 a 11.02.83
2. A EMPRESA caberá a elaboração do Programa de Estágio, e ao ESTAGIÁRIO caberá o cumprimento integral desse programa. São considerados motivos justos para o não cumprimento do programa as obrigações escolares do ESTAGIÁRIO;
3. O ESTAGIÁRIO se obriga a cumprir as normas internas da EMPRESA;
4. O ESTAGIÁRIO receberá da EMPRESA, a título de BOLSA DE COMPLEMENTAÇÃO EDUCACIONAL, o valor de Cr\$ 35.000,00 ( Trinta e Cinco Mil Cruzeiros ) por hora, limitadas a um total máximo de 240 horas por mês;
5. Tanto a EMPRESA, como o ESTAGIÁRIO poderão, a qualquer momento, dar por terminado o estágio, bastando para tanto comunicação por escrito;
6. Para possibilitar a avaliação de aproveitamento, o ESTAGIÁRIO se obriga a elaborar relatório sobre o estágio realizado, entregando-o à EMPRESA através do setor responsável pelo estágio;
7. A responsabilidade por toda a programação, acompanhamento de frequência e demais atividades do estágio será do Departamento de Treinamento e Desenvolvimento, da Área de Recursos Humanos, a quem o ESTAGIÁRIO fica subordinado;
8. O ESTAGIÁRIO estará segurado contra acidentes do trabalho, durante o período de estágio, pela Apólice nº 444.000.130 da CIA BOA VISTA DE SEGUROS
9. Nos termos do artigo 3º da Portaria 1.002, de 29.09.67, do M.T.P.S., o ESTAGIÁRIO não terá, para qualquer efeito, vínculo empregatício com a EMPRESA.

TESTEMUNHAS:

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

METAL LEVE S.A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

  
\_\_\_\_\_

ESTAGIÁRIO

DATA

ÁREA

PÁGINA

RECURSOS HUMANOS

METAL LEVE  
s.a. indústria e comércio

*Certificamos que o Sr. ANTONIO VILAR BRASILEIRO*  
*concluiu o CURSO METAL LEVE sobre*  
*Recondicionamento de Motores à Combustão Interna*

São Paulo, 12 de janeiro de 1983

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*