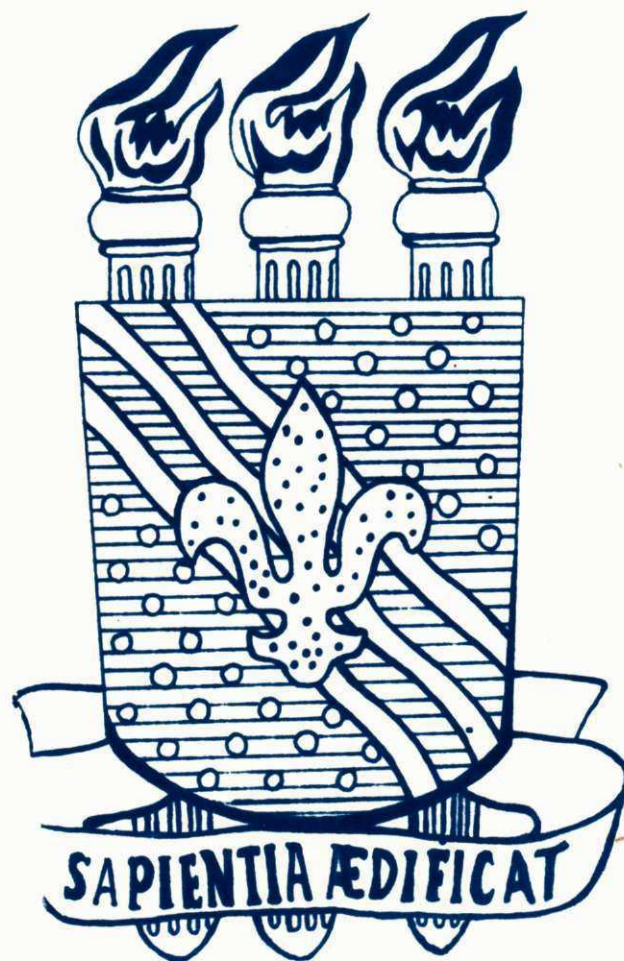


# Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA.



RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS

Francisco de Assis Macedo Santos

FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS

ENGENHARIA DE MATERIAIS

MATRÍCULA: 811229-6



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO - APROVADO EM 22/10/1958

NOTA: 8 - (oitos)

EXAMINADORES:

Dr. E. Tamer

Maria do Socorro de Sacerda

Guilherme M. M. S.

CAMPINA GRANDE - PB




DECLARAÇÃO

Declaramos, para os devidos fins, que FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS, aluno do curso ENG. DE MATERIAIS da UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA cumpriu nesta empresa estágio iniciado em 21/03/88 com um total de 1.230 Horas no setor INJEÇÃO-PLÁSTICA:

Para maior clareza, firmamos a presente.

Manaus, 21 de Setembro de 1988.

  
MOTO HONDA DA AMAZÔNIA LTDA.

Administração de Pessoal

**PRINCIPAL:**

Juruá, 160 - Dist. Ind. Marechal Castelo Branco  
P. 324 - CEP. 69.000 - Manaus - AM.

**FILIAIS:**

Ibirapuera: Rua Sena Madureira, 1500 - São Paulo - SP - CEP. 04021  
Santo Amaro: Rua Chafic Maluf, 294 - São Paulo - SP - CEP 04710  
Alphaville: Alameda Araguaia, 45-A - Barueri - SP - CEP 06400

# ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS . . .	i
INTRODUÇÃO . . .	ii
FLUXOGRAMA . . .	iii
1ª ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO:	
1. ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM ELASTÔMEROS . . .	1
2. LOCAL DE REALIZAÇÃO . . .	1
2.1 - MOTOHONDA DA AMAZÔNIA LTDA - Manaus/AM . . .	1
2.2 - LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE . . .	1
3. RESUMO . . .	1
4. LISTA DE SÍMBOLOS . . .	2
5. INTRODUÇÃO . . .	3
5.1 - Plásticos . . .	3
5.2 - Elastômeros . . .	3
5.3 - Fibras . . .	4
6. TEXTO . . .	4
7. DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS . . .	6
7.1 - Ensaio das Propriedades Originais . . .	6
7.2 - Ensaio de Envelhecimento Acelerado . . .	6
7.3 - Deformação Permanente à Compressão . . .	7
7.4 - Imersão em Óleo . . .	7
8. MATERIAL ANALISADO . . .	8

	Página
8.1 - PVC	8
8.2 - EPDM	8
8.3 - Fórmulas	9
8.3.1 - Tensão de ruptura	9
8.3.2 - Deformação	9
8.3.3 - Deformação permanente à compressão.	9
8.4 - Cálculos	10
8.5 - Propriedades Originais	10
8.5.1 - Amostra I	10
8.5.2 - Amostra II	11
8.5.3 - Amostra III	11
8.6 - Envelhecimento Acelerado (70° X 70h)	12
8.6.1 - Amostra I	12
8.6.2 - Amostra II	12
8.6.3 - Amostra III	12
8.7 - Estudo Comparativo	13
8.7.1 - Amostra I	13
8.7.2 - Amostra II	14
8.7.3 - Amostra III	14
8.7.4 - Conclusão dos Testes	14
8.8 - Deformação Permanente à Compressão (70°C x22h)	15
8.8.1 - Teste I	15
8.8.2 - Teste II	16
8.8.3 - Teste III	16
8.8.4 - Conclusão dos Testes	16
9. RESULTADOS	17
9.1 - Observação	17

10. RELAÇÃO DOS RESULTADOS CALCULADOS COMO ANTERIORMEN <u>TE</u>	. .	18
10.1 - Resultados do Laboratório	. .	18
10.2 - Conclusão dos Testes	. .	21
11. DISCUSSÃO	. .	21
12. CONCLUSÃO	. .	21
2ª ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO		
1. CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE INJEÇÃO PLÁSTICA	. .	23
1.1 - Local de Realização	. .	23
1.2 - Resumo	. .	23
1.3 - Lista de Símbolos	. .	24
1.4 - Introdução	. .	24
1.5 - Componentes da Injetora	. .	25
1.5.1 - Tremonha ou reservatório de matéria- prima	. .	26
1.5.2 - Canhão	. .	26
1.5.3 - Cilindro de injeção de aquecimento	. .	26
1.5.4 - Bico de injeção	. .	26
1.5.5 - Sistema de abertura e fechamento do molde	. .	26
1.5.6 - Molde	. .	27
2. TEXTO	. .	27
2.1 - Comportamento do Termoplástico no Processo de Injeção	. .	27
3. DESCRIÇÃO DAS MÁQUINAS	. .	29



	Página
3.1 - Máquina de 350 ton . . .	29
3.2 - Máquina de 650 ton . . .	29
3.3 - Esquema das Máquinas . . .	29
4. MATERIAL UTILIZADO . . .	31
4.1 - Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) . . .	31
4.2 - Polietileno (PE) . . .	31
4.2.1 - PE de alta densidade . . .	32
4.2.2 - PE de baixa densidade . . .	33
4.3 - Polipropileno (PP) . . .	33
5. FLUXOGRAMA	
5.1 - Fluxograma do Setor . . .	37
6. CONCLUSÃO . . .	39
3ª ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	
1. RESUMO . . .	40
2. INTRODUÇÃO . . .	40
2.1 - Defeitos Encontrados nas Peças Moldadas por Injeção . . .	41
2.2 - Temperatura Média de Operações com a Matéria-Prima Utilizada . . .	44
3. TEXTO . . .	44
3.1 - Exemplo de Molde de Duas Cavidades . . .	45
4. RESULTADOS . . .	46
4.1 - Gráficos . . .	46

	Página
4.2 - Desenhos das Peças em Estudo	. . 52
5. DISCUSSÃO	. . 52
6. CONCLUSÃO	. . 53
7. CONCLUSÃO GERAL	. . 55
BIBLIOGRAFIA	. . 56
ANEXO	. . 57

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a DEUS, pois através da fé que temos nele, fomos capazes de realizar este trabalho.

Agradecemos aos nossos Pais, por terem nos dado a vida e oportunidade de chegarmos aonde estamos.

É importante tecer algumas palavras de agradecimento às pessoas que contribuíram para a realização deste estágio supervisionado, em acordo com as necessidades Universidade - Empresa.

À coordenadora de estágio supervisionado, Prof.<sup>a</sup> Elida Eduarda Farmá que gentilmente empenhou-se em pleitear a oportunidade de colocação naquela conceituada indústria.

À Prof.<sup>a</sup> Maria do Socorro Lacerda que gentilmente nos orientou da melhor maneira possível.

Especial agradecimento à empresa "MOTOHONDA DA AMAZÔNIA LTDA" pela confiança e apoio, especialmente pela Direção e pessoas mais próximas como: Maria do Socorro Silva, Oswaldo Irié, Jucy Nunes de Sena, Leif Gustafesson, Jorge Tamara, Renato Matins da Cruz, Enny Ferreira, Frank Paiva Parente, Antonio Carlos Pereira de Souza, Vicente Jonio Azevedo da Rocha, Jaime Gomes de Lima, Jorge Nez Lopes de Souza, Francisco de Assis C. Oliveira, José Soares Pinto; que diretamente colaboraram para a concretização deste objetivo. As demais, que indiretamente foram elementos importantes, meus sinceros agradecimentos.

E ainda, o "Instituto Euvaldo Lodi" que tem se preocupado em manter este vínculo atuante no decorrer dos anos, mesmo aqueles difíceis, através de sua Diretoria.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho são tratadas as atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado realizado na MOTOHONDA DA AMAZÔNIA LTDA, situada no Distrito Industrial "Marechal Castelo Branco" em Manaus-AM, no período de 21/03 a 21/09/88.

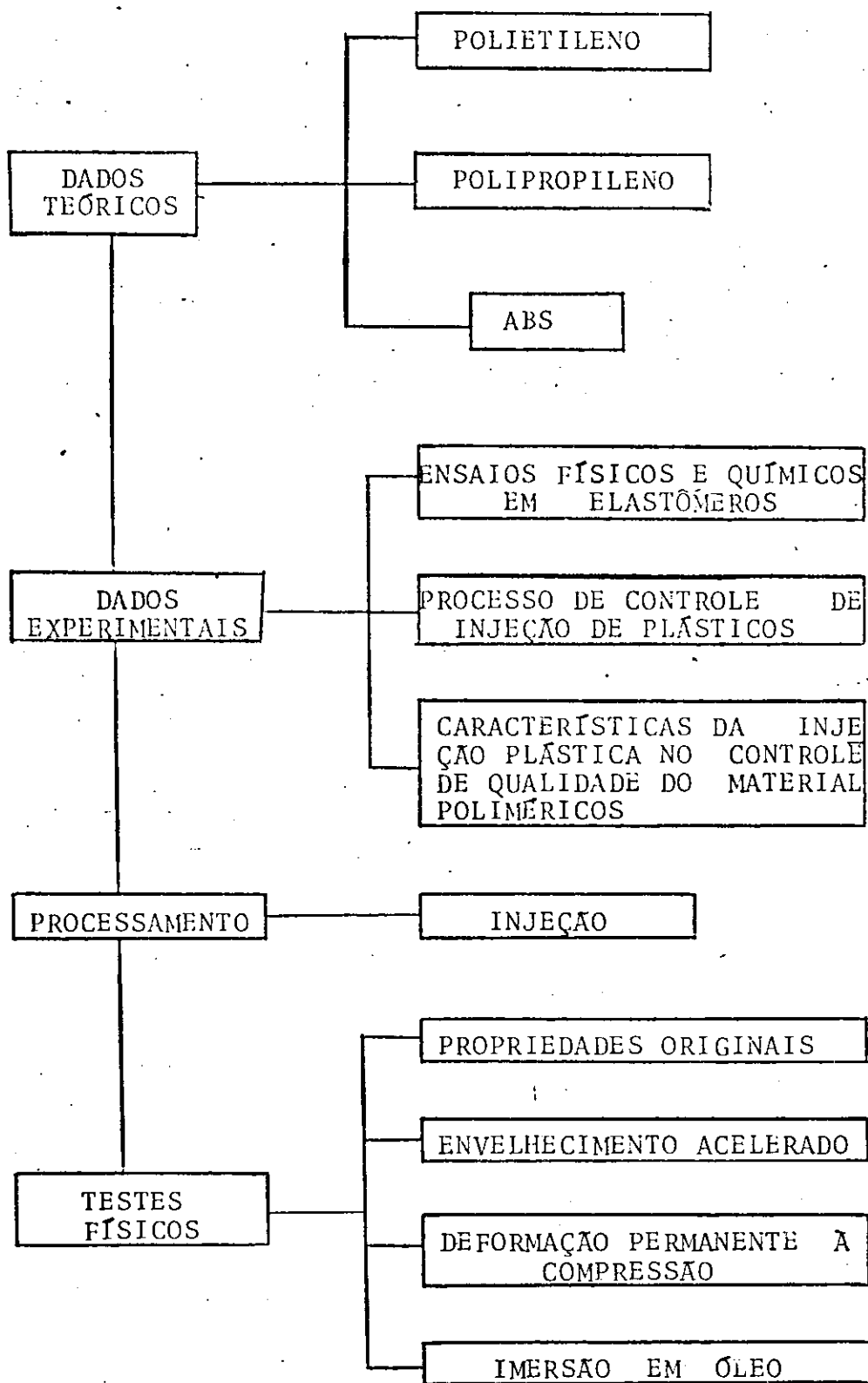
Dividimos estas experiências em três etapas que tratam de estudos e melhoramentos a respeito de polímeros.

Na primeira etapa, evidenciamos ensaios físicos e químicos em elastômeros.

Em seguida, a segunda etapa relata o processo e controle de injeção de plásticos.

Na terceira e última etapa desenvolvemos as características da injeção plástica no controle de qualidade do material polimérico.

## FLUXOGRAMA





1.<sup>a</sup> ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM ELASTÔMEROS

PERÍODO DE PERMANÊNCIA:

ORIENTADOR INTERNO : MARIA DO SOCORRO SILVA

SUPERVISÃO DO CHEFE DE

LABORATÓRIO : OSWALDO IRIÊ

# 1. TÍTULO

"ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM ELASTÔMEROS"

## 2. LOCAL DE REALIZAÇÃO

2.1 - "MOTOHONDA DA AMAZÔNIA LTDA" - Manaus/AM

2.2 - "LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE (CQ)"

## 3. RESUMO

O presente trabalho, realizado no C.Q. é de suma importância na área dos POLÍMEROS, pois fornece resultados de grande utilidade para a indústria.

O laboratório C.Q. é um setor importantíssimo da indústria pois nele são realizados testes físicos e químicos em todas as peças utilizadas na fabricação das MOTOS, sejam as mesmas METÁLICAS ou PLÁSTICAS. Em outras palavras, havendo problema com alguma peça e a mesma ao ser analisada não foi aprovada: a produção não pára, mas depois com outras peças já aprovadas conclui-se a fabricação das motos.

Como dissemos acima são feitos testes físicos e mecânicos no laboratório. As análises químicas são realizadas no setor QUÍMICO CORROSÃO e os testes físicos em POLÍMEROS e METAIS são realizados no setor FÍSICO MECÂNICO. Para nós da área dos elastômeros, o setor que mais nos interessa é o físico mecânico, pois passamos a maior parte do tempo nele.

No laboratório FÍSICO MECÂNICO realiza-se os seguintes testes: Resistência à Tração, Dureza, Resistência à compressão

são (Deformação Permanente à Compressão), Imersão em Óleo, testes estes realizados em ELASTÔMEROS. Na área dos METAIS realizam-se testes de Tração, Dureza e também são feitas Análises Metalográficas (feitas no Microscópio) para identificação dos constituintes dos metais (PERILITA, FERRITA, CEMENTITA etc). Para todos os testes em elastômeros (PVC, FDM etc) verifica-se as propriedades originais tais como: Dureza, Tensão de Ruptura, Alongamento. Após a realização dos ensaios verifica-se as variações ocorridas, e dá-se o parecer se o material é aprovado ou rejeitado. Também são feitos testes de identificação de materiais baseados no aquecimento do mesmo e observação da cor da chama. Portanto é basicamente isto que é feito no CQ.

#### 4. LISTA DE SÍMBOLOS

Grandeza	Símbolo	Unidade
a) Área	"A"	cm <sup>2</sup>
b) Comprimento	"l"	mm
c) Carga	"Q"	kgf
d) Tensão de Ruptura	"r"	kgf/cm <sup>2</sup>
e) Deformação	"ε"	§

## 5. INTRODUÇÃO

Os POLÍMEROS são uma categoria im<sup>o</sup>portantíssima dos materiais, pois como sabemos é uma CIÊNCIA que vem se desenvol - vendo mais a cada dia que passa. Podemos observar isto através dos produtos fabricados por difersas indústrias. Certos produtos que na sua fabricação antes usavam determinados materiais, hoje, na fabricação dos mesmos; na medida do possí - vel algumas peças são substituídas por "plástico". Isto acontece devido ao gaixo custo comercial do plástico para a empresa, e conseqüentemente barateando o produto ao consumidor.

Os Polímeros também são conhecidos como MATERIAIS-ORGÂ - NICOS, são formados pelo encadeamento de moléculas básicas conhecidas como MONÔMEROS; que repetem-se várias vezes formando o polímero. Apresentam alto peso molecular diferenci - ando-os dos outros compostos orgânicos.

Os Polímeros de acordo com suas características físicas, classificam-se em:

### 5.1 - Plásticos

Recebem este nome em virtude de se deformarem facilmen - te plásticamente. São materiais sólidos à base de resinas sintéticas ou polímeros naturais modificados que possuem em geral, boa resistência mecânica, podendo durante a sua prepara - ção ser fundido, moldado ou polimerizado diretamente na forma final.

### 5.2 - Elastômeros

Este hrupo compreende as BORRACHAS em geral. São mate

riais que apresentam ELASTICIDADE à temperatura ambiente. Quando ensaiadas, algumas borrachas mesma a grandes tensões ainda retornam ao seu comprimento inicial, outras não retornam. São mais resistentes que os plásticos e, além disso podem ser usadas em temperaturas mais altas. Este trabalho teve mais a este grupo. Trabalhamos com PVC, EPDM etc. Os elastômeros são usados na fabricação de aparelhos telefônicos, tomadas elétricas, cabos de dispositivos elétricos, na indústria automobilística, na indústria MOTOCICLISTICA, etc.

### 5.3 - Fibras

São compostos que apresentam uma elevada relação entre comprimento e diâmetro, com moléculas de alto grau de simetria linear, apresentando alto módulo de elasticidade. Exemplo: nylon, poliéster etc.

## 6. TEXTO

As peças das motos a serem analisadas no laboratório vêm na forma de amostras, isto quer dizer que ao ser produzido determinado lote de peças; se as mesmas apresentarem defeito na montagem das motos, seleciona-se algumas delas e faz-se a análise verificando qual o problema e diz-se o que deve ser feito para melhorar a peça.

Qualquer peça a ser analisada ao chegar ao laboratório é preciso que se tenha determinados cuidados com a mesma, como por exemplo:

6.1 - A peça chega ao laboratório com um relatório expedido pelo setor interessado na mesma. Este relatório deve



vir com informações precisas a respeito dela; acompanhado tam  
bém do desenho da mesma com todas as especificações possíveis  
e expedido pelo setor responsável (ESPECIFICAÇÃO).

6.2 - Ao ser recebida, a peça é colocado numa preteleira  
com certa numeração (Ex: IA, 2B, 2C etc), além do n° do  
relatório para verificação (Ex. 477/88, 541/88 etc).

Após isto pode-se fazer os testes.

### 6.3 - Normas Utilizadas pela Empresa

Para a realização dos testes é preciso que se consul  
tem certas normas internacionais, que nos darão as propriedada  
des do material em estudo.

São elas:

- a) HES - HONDA ENGINEERING STANDARD.
- b) JIS - JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD.
- c) ASTM- AMERICAN SOCIETY TESTING OF MATERIAL.
- d) ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDISATION  
TECHNICAL COMMITTEE.

As letras a e b são as mais usadas pela HONDA. Na área  
dos METAIS também trabalha-se com as normas da ABM (Associaç  
ão Brasileira dos Metais).

Para a realização dos testes, primeiro precisa-se pre  
parar os corpos de prova, e para cada tipo de ensaio existem  
padrões diferentes para a preparação dos mesmos.

O material (Borracha) geralmente vem de São Paulo, e o  
resultado vai para lá depois. Portanto, deve-se mandar mate  
rial suficiente para a preparação.

Os ensaios de ENVELHECIMENTO ACELERADO, PROPRIEDADES

ORIGINAL, IMERSÃO EM ÓLEO são feitos com o mesmo tipo de c.p. Os ensaios de DEFORMAÇÃO PERMANENTE À COMPRESSÃO, DUREZA são feitos com outro tipo de c.p.

Existem os testes com produtos acabados cujos cp são fornecidos pela própria MOTOHONDA DA AMAZÔNIA.

## 7. DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

### 7.1 - Ensaio das Propriedades Originais

Este ensaio é realizado para observação da resistência do material a frio.

Os cp têm a forma de gravatinhas e são realizados na máquina de tração (DINAMÔMETRO).

Marca-se inicialmente 20mm no centro do cp, e antes do rompimento mede-se o comprimento final.

Outra propriedade observada inicialmente é a DUREZA "SHORE" inicial, que é medida na máquina de dureza para BORRACHA.

O alongamento também é observado em %, o final em relação ao inicial.

Observação: o ensaio realizado no dinamômetro nos dá a tensão de RUPTURA.

Os cp para dureza são "botões" com  $h \approx 13$ , 36mm, e  $d = 29$  mm.

### 7.2 - Ensaio de Envelhecimento Acelerado

Os cp para este tipo de ensaio são os mesmos anteriores, sendo que neste caso, os mesmos vão à estufa, geralmente à 70°C x 70h: podendo em alguns casos ficar até à 150°C. De

pois de retirados da estufa, então é feito os testes. Estes testes servem para comparação com os anteriores verificando-se o material ao ser empregado na fabricação das motos terá resistência ao calor etc.

### 7.3 - Deformação Permanente à Compressão

Para este teste, os cp utilizados também são os "botões" citados anteriormente. Inicialmente medimos com o PAQUÍMETRO a altura inicial do cp ( $h_0$ ). Depois coloca-se estes cp em duas placas planas paralelas de ferro, pressionando-os o máximo possível, colocando-os na estufa à  $70^{\circ}\text{C}$  x 22h. Mede-se a altura  $h_1$  estes após a compressão, mas antes de ir à estufa, que é aproximadamente 9,5mm. Após a retirada dos cp da estufa, mede-se a  $h_f$ , e através de cálculos apropriados tem-se a % de compressão.

### 7.4 - Imersão em Óleo

Este teste é realizado para verificar a resistência da borracha ao óleo.

Para isto, verifica-se a dureza antes e após a imersão, comparando os valores e depois tira-se o percentual de contração.

Com as gravatinhas, mede-se a TENSÃO DE RUPTURA e o ALONGAMENTO.

Estes testes são feitos em ÓLEO ASTM N° 01 e ÓLEO ASTM N° 03. A diferença principal entre os dois tipos é que no n° 1 ocorre uma contração e no N° 2 ocorre uma dilatação. Isto acontece devido à consistência do óleo.

Observação: Temos também os testes de COMPRESSÃO À 20%

DE DEFORMAÇÃO e o de FATOR DE COMPRESSÃO que são poucos solicitados. Todos estes testes baseiam-se em valores já conhecidos, por isto são essencialmente comparativos. Se algum dos resultados obtidos não estiver na faixa desejada, a amostra será rejeitada.

## 8. MATERIAL ANALISADO

### 8.1 - PVC

É um dos termoplásticos mais importantes. A resina pura é dura e rígida, mas a introdução de modificadores permite o amolecimento a qualquer grau desejado, fornecendo materiais CORIÁCEOS e mesmo, bastante flexíveis. É obtido pela POLIMERIZAÇÃO do CLORETO DE VINILA. Os graus de polimerização se situam geral, na faixa dos 1000 a 2000.

O PVC é completamente resistente à água e praticamente imune às soluções aquosas e, mesmo, às soluções corrosivas para DECAPAGEM. Como outros produtos orgânicos, porém o PVC é suscetível ao ataque de solventes orgânicos de natureza similar.

### 8.2 - EPDM

A borracha EPDM foi desenvolvida na década de 60, através de pesquisas realizadas na Itália e Estados Unidos. O EPDM (ETENO-PROPENO-DIENO-NOMÔMERO) é produzido pela polimerização em solução de eteno e do propeno, gases que se constituem na matéria-prima básica. O DIENO, matéria-prima importada é incorporado em pequenas proporções com a finalidade

de possibilitar a vulcanização pelos sistemas convencionais utilizados pela indústria de artefatos de borracha.

Apresenta excelente resistência à ação das intempéries, ao OZÔNIO e a altas e baixas temperaturas, apresentando também um baixo peso específico, o que possibilita uma variedade de muito grande de aplicações. É aplicado na fabricação de guarnições de automóveis, mangueiras de radiador, isolamento de cabos elétricos, mantas impermeabilizantes para lajes na construção civil, pára-choques de automóveis etc.

### 8.3 - Fórmulas

#### 8.3.1 - Tensão de ruptura

$$T_R = \frac{Q}{A} \quad (\text{kgf/cm})$$

#### 8.3.2 - Deformação

$$\epsilon = \frac{l_f - l_i}{l_i} \times 100 \quad (\%) \quad \boxed{l_i = 20 \text{ mm}}$$

#### 8.3.3 - Deformação permanente à compressão

$$h_I = h_o - 9,5 = a$$

$$h_o - h_f = b$$

$$a \text{ ————— } 100$$

$$b \text{ ————— } x$$

$$x = (\%)$$



## 8.4 - Cálculos

Dentre as amostras analisadas no período de estágio tomou-se três exemplos como referência, que foram os relatórios 477, 478 e 479/88; que aqui receberão o nome de amostras I, II e III. Através dos cálculos, obtivemos os seguintes resultados:

Para a obtenção de resultados confiáveis, cada amostra ensaiada deve ser feita com 5 cps, tirando-se depois a média.

## 8.5 - Propriedades Originais

## 8.5.1 - Amostra I

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,122	12,1	93,18	104	420
2	0,1247	11,5	92,22	100	400
3	0,126	9,7	77,00	75	275
4	0,1222	12,0	98,20	103	415
5	0,1268	10,1	79,65	87	335
Média			89,25		369

## 8.5.2 - Amostra II

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma_r$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,1216	11,8	97,04	89	345
2	0,12	14,6	121,67	115	475
3	0,1196	14,4	120,40	105	425
4	0,1287	13,3	103,34	103	415
5	0,1272	13,5	106,13	109	445
Média			109,71		421

## 8.5.3 - Amostra III

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma_r$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,1281	18,9	147,54	150	650
2	0,1273	18,3	143,75	124	520
3	0,1317	18,4	139,71	150	650
4	0,1271	19,9	156,57	140	600
5	0,1326	19,7	148,56	144	620
Média			147,22		608

## 8.6 - Envelhecimento Acelerado (70°C x 70h)

## 8.6.1 - Amostra I

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma_r$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,132	7,7	58,34	67	235
2	0,126	11,7	92,85	97	385
3	0,132	14,6	110,60	109	455
4	0,126	9,8	77,80	71	255
5	0,132	7,2	54,55	60	200
Média			78,82		304

## 8.6.2 - Amostra II

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma_r$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,1281	4,9	38,25	48	140
2	0,126	11,3	89,68	84	320
3	0,126	13,2	104,76	106	430
4	0,126	12,6	100,00	90	350
5	0,126	6,8	53,96	58	190
Média			77,33		286

## 8.6.3 - Amostra III

Nº	A (cm <sup>2</sup> )	Q(kgf)	$\sigma_r$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	lf(mm)	(%)
1	0,132	18,4	139,40	130	550
2	0,126	19,2	152,38	123	515
3	0,126	17,7	140,47	120	500
4	0,132	19,2	145,46	114	470
5	0,1281	18,2	142,07	114	470
Média			143,95		501

## 8.7 - Estudo Comparativo

De posse dos resultados obtidos, faz-se a comparação entre Propriedades Originais e Envelhecimento Acelerado, através das seguintes fórmulas; dando em seguida o "parecer" a respeito da análise:

$$\% \sigma_r = \frac{\sigma_{r1} - \sigma_{r2}}{r_1} \times 100 \quad \% \epsilon = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1} \times 100$$

Propriedades Originais

Envelhecimento Acelerado

 $\sigma_{r1}$  - tensão de ruptura $\sigma_{r2}$  - tensão de ruptura $\epsilon_1$  - deformação $\epsilon_2$  - deformação

## 8.7.1 - Amostra I

$$\% \sigma_r = \frac{89,25 - 78,82}{89,25} \times 100 = 11,68 \rightarrow \boxed{\% \sigma_r = 11,70\%}$$

$$\% \epsilon = \frac{369 - 304}{369} \times 100 = 17,61 \rightarrow \boxed{\% \epsilon = 17,61\%}$$

Dureza SHORE :

Inicial = 50,0

Final = 58,0

## 8.7.2 - Amostra II

$$\% \sigma_r = \frac{109,71 - 77,33}{109,71} \times 100 = 29,51 \rightarrow \boxed{\% \sigma_r = 29,51\%}$$

$$\% \epsilon = \frac{421 - 286}{421} \times 100 = 32,06 \rightarrow \boxed{\% \epsilon = 32,06\%}$$

Dureza SHORE:

Inicial = 50,0

Final = 57,0

## 8.7.3 - Amostra III

$$\% \sigma_r = \frac{147,22 - 143,22}{147,22} \times 100 = 2,71 \rightarrow \boxed{\% \sigma_r = 2,71\%}$$

$$\% \epsilon = \frac{608 - 501}{608} \times 100 = 17,6 \rightarrow \boxed{\% \epsilon = 17,6\%}$$

Dureza SHORE:

Inicial = 55,0

Final = 59,0

## 8.7.4 - Conclusão dos Testes

Houve uma variação considerável no envelhecimento acelerado, principalmente na tensão de ruptura e também do alongamento das três amostras. Na dureza, tivemos uma variação pequena nas 1.<sup>a</sup>s e 3.<sup>a</sup>s amostras, mas que está dentro do aceitável.



No teste de propriedades originais, houve uma variação da 1ª amostra, com reação à tensão de ruptura, mas como as outras duas estavam dentro dos padrões, consideramos o teste ideal.

O alongamento apresentou a 1ª amostra fora dos padrões, mas como as outras estavam dentro dos padrões, o consideramos ideal. A dureza ficou dentro dos padrões.

O teste de envelhecimento acelerado não foi considerado ideal, devido à grande variação apresentada nas propriedades.

#### 8.8 - Deformação Permanente à Compressão (70°C x 22h)

Para este teste, obteve-se os seguintes resultados:

##### 8.8.1 - Teste I

$$h_0 = 12,96 \qquad h_f = 12,0\text{mm}$$

$$h_1 - h_0 - 9,5 = 12,96 - 9,5 = 2,96$$

$$h_0 - h_f = 12,96 - 12,0 = 0,96$$

onde:

$h_0$  - altura inicial

$h_f$  - altura final

$$2,96 \rightarrow 100\%$$

$$0,96 \rightarrow x\%$$

$$x = \frac{100 \times 0,96}{2,96} = 32,43\%$$

$$x = 32,43\%$$

## 8.8.2 - Teste II

$$h_o = 12,96\text{mm} \qquad h_f = 12,1$$

$$h_1 = 12,62 - 9,5 = 3,12$$

$$12,62 - 12,1 = 0,52$$

$$3,12 \rightarrow 100$$

$$0,52 \rightarrow x$$

$$x = \frac{100 \times 0,52}{3,12} = 16,67\%$$

$$x = 16,67\%$$

## 8.8.3 - Teste III

$$h_o = 12,74\text{mm} \qquad h_f = 12,0\text{mm}$$

$$h_1 = 12,74 - 9,5 = 3,24$$

$$12,74 - 12,0 = 0,74$$

$$3,24 \rightarrow 100$$

$$0,74 \rightarrow x$$

$$x = \frac{100 \times 0,74}{3,24} = 22,84$$

$$x = 22,84\%$$

## 8.8.4 - Conclusão dos testes

Neste teste de Deformação Permanente à Compressão, obtivemos resultados dentro dos padrões estabelecidos pelas normas, portanto o consideramos ideal.

## 9. RESULTADOS

O Laboratório dispõe de formulários apropriados para a expedição dos resultados. Veremos uma cópia destes formulários.

(a) Identificação do Material Borracha - "A-510\* -"A-610"

(b) Propriedades Originais

(c) Tensão de Ruptura (kgf/cm) - 100 Mín. 100 Mín.

(d) Alongamento (%) - 400 Mín. 350 Mín.

(d) Dureza SHORE A -  $50 \pm 5$   $60 \pm 5$

(e) Envelhecimento Acelerado ( $70^{\circ}\text{C} \times 70\text{h}$ )

(f) Variação da Tensão de Ruptura (%) -25 -25

(g) Variação do Alongamento (%) -25 -25

(h) Variação da Dureza SHORE A + 7 + 7

(i) Deformação (%) - 50 Máx. 50 Máx.

(j) Teste Especial

(l) Teste de Compressão à 20% de Deformação

-  $10 \pm 1,5$   $14 \pm 2,0$

(m) Fator de Compressão (%) 25 Máx. 25 Máx.

### 9.1 - Observação

Estas propriedades foram encontradas na "HES" (Normas da HONDA). As propriedades da borracha A-510, correspondem

aos Testes I e II, pois trata-se do mesmo material; ao passo que a borracha A-610 corresponde ao Teste III.

Ao lado da tabela anterior, contrôi-se outra tabela com os resultados obtidos na prática. Estes resultados são comparados com os dados do fornecedor. Neste caso o fornecedor não mandou dados, logo fazemos a comparação com os valores da norma.

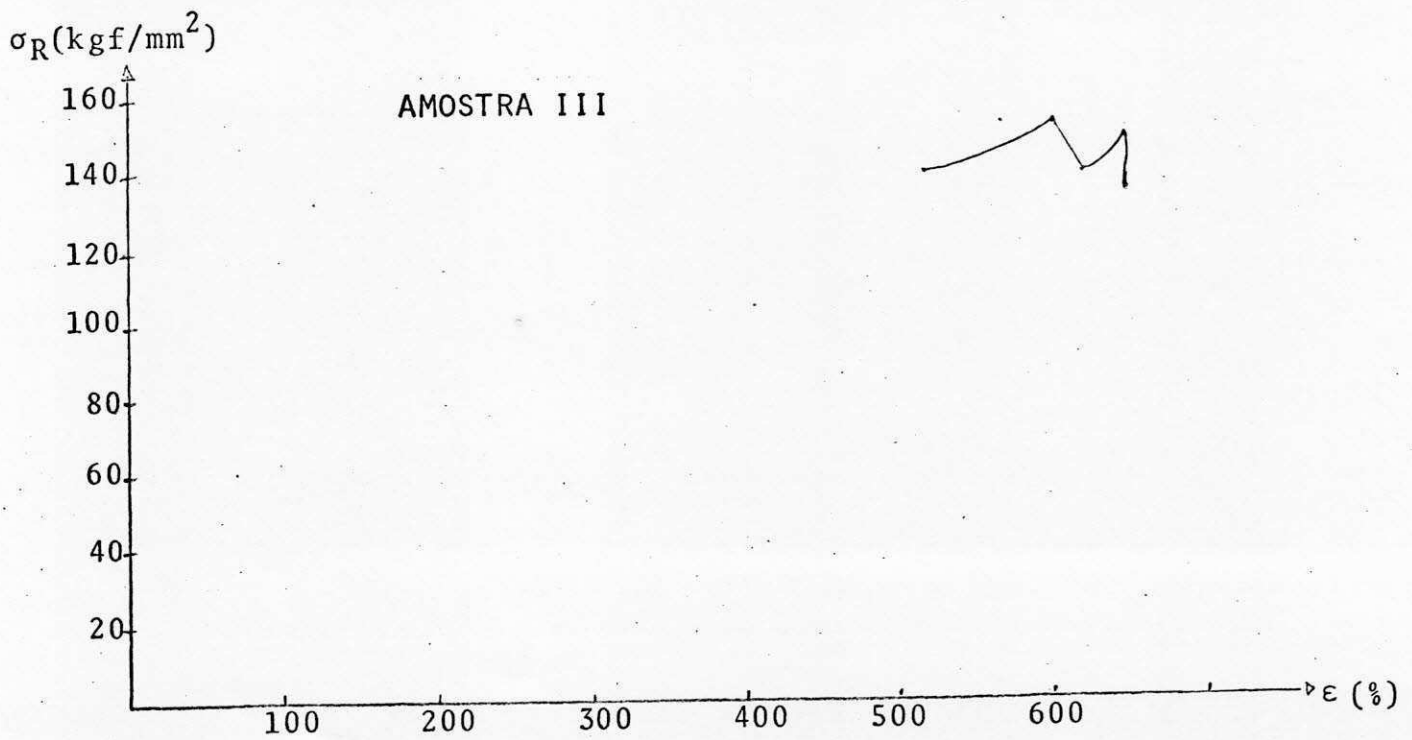
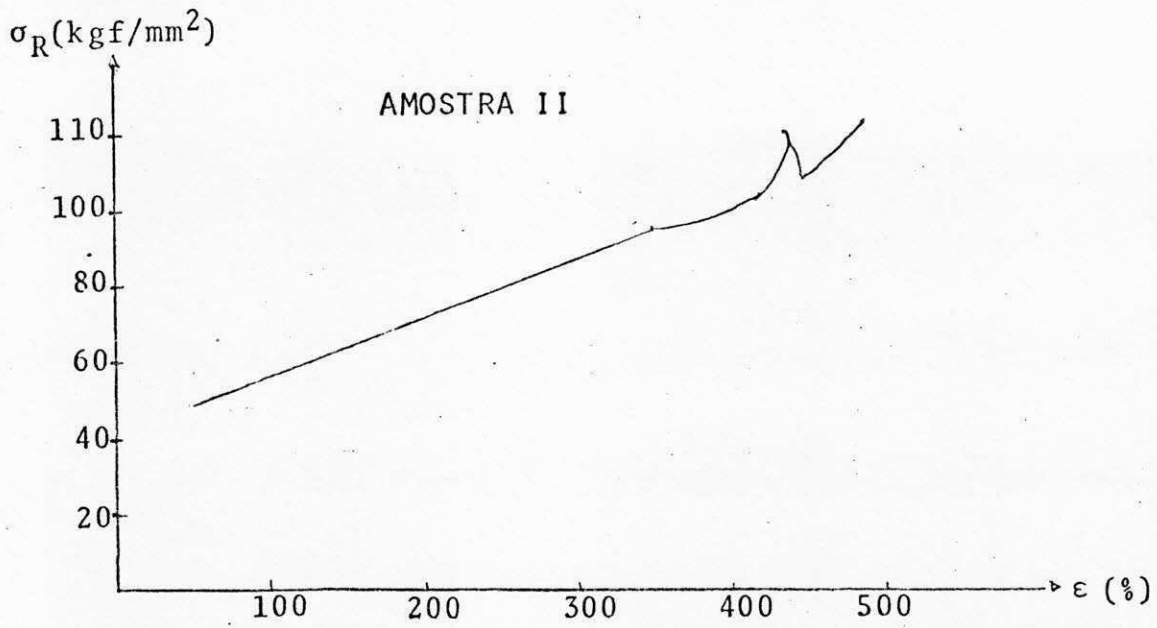
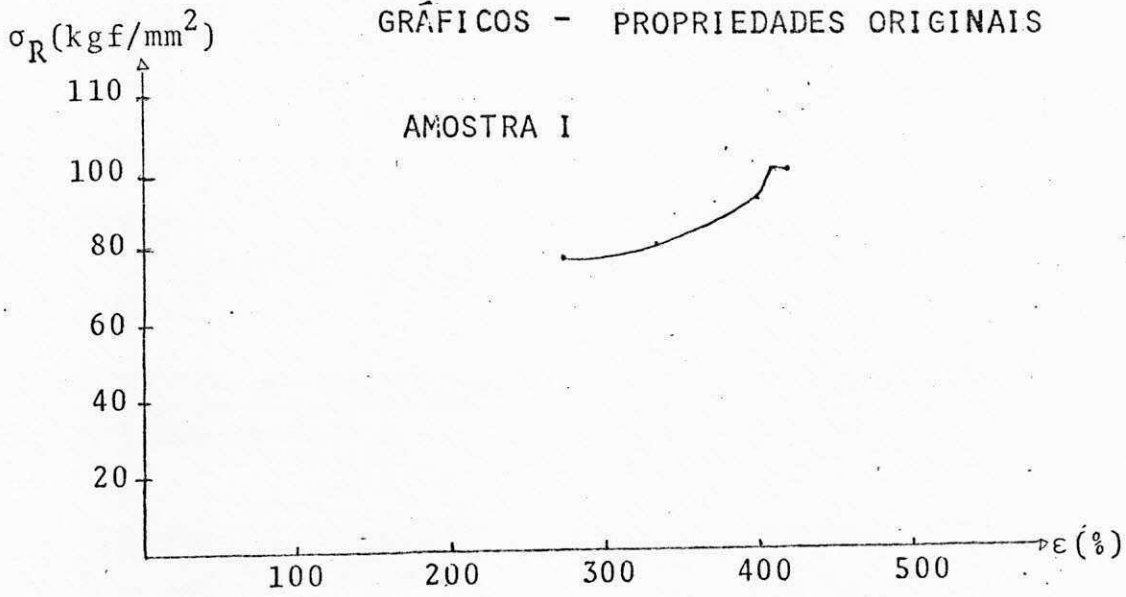
## 10. RELAÇÃO DOS RESULTADOS CALCULADOS COMO ANTERIORMENTE

### 10.1 - Resultados do Laboratório

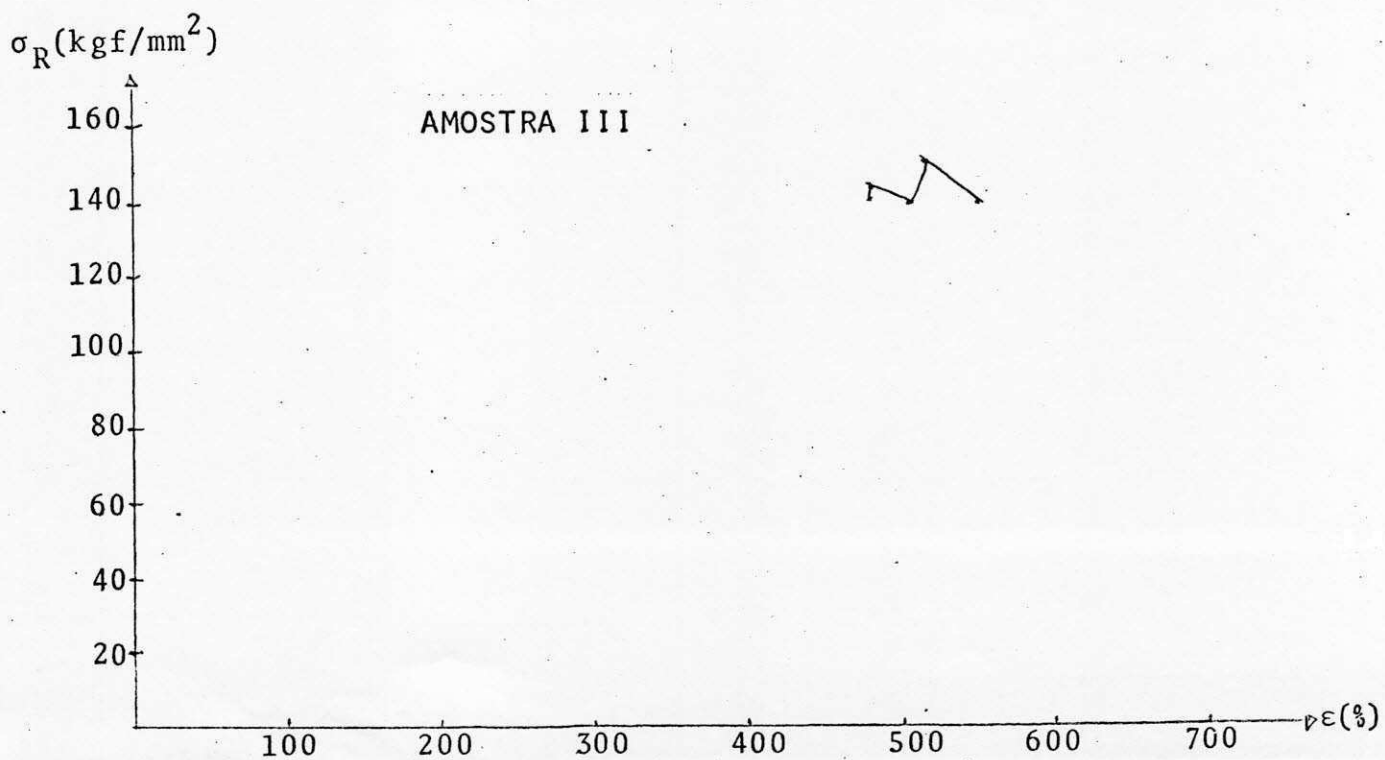
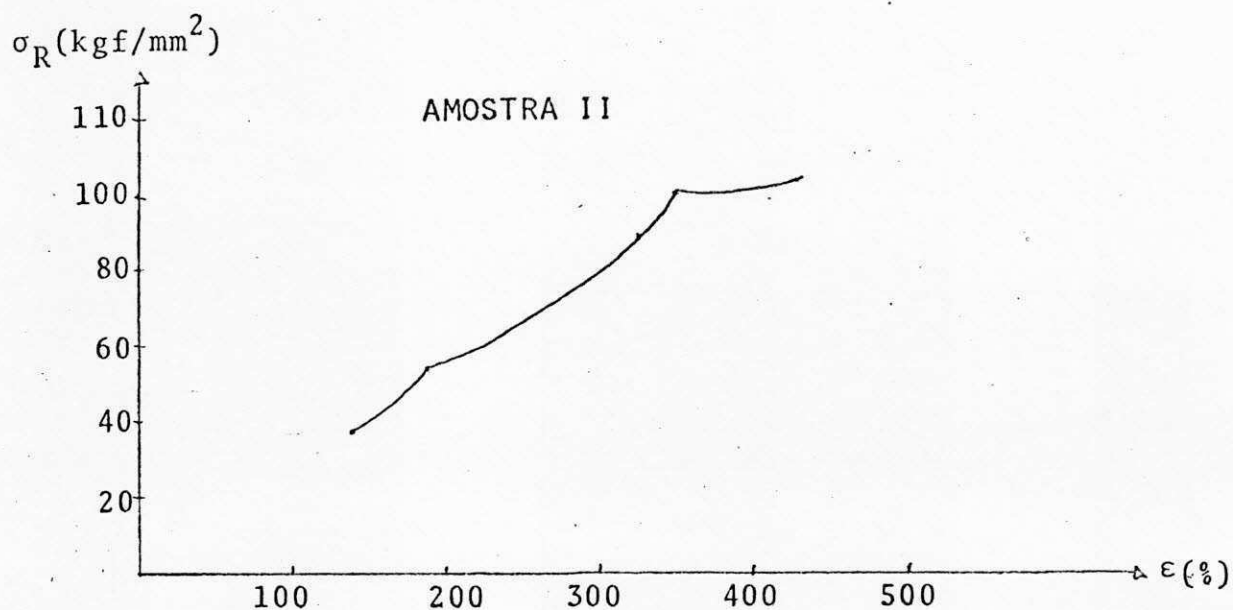
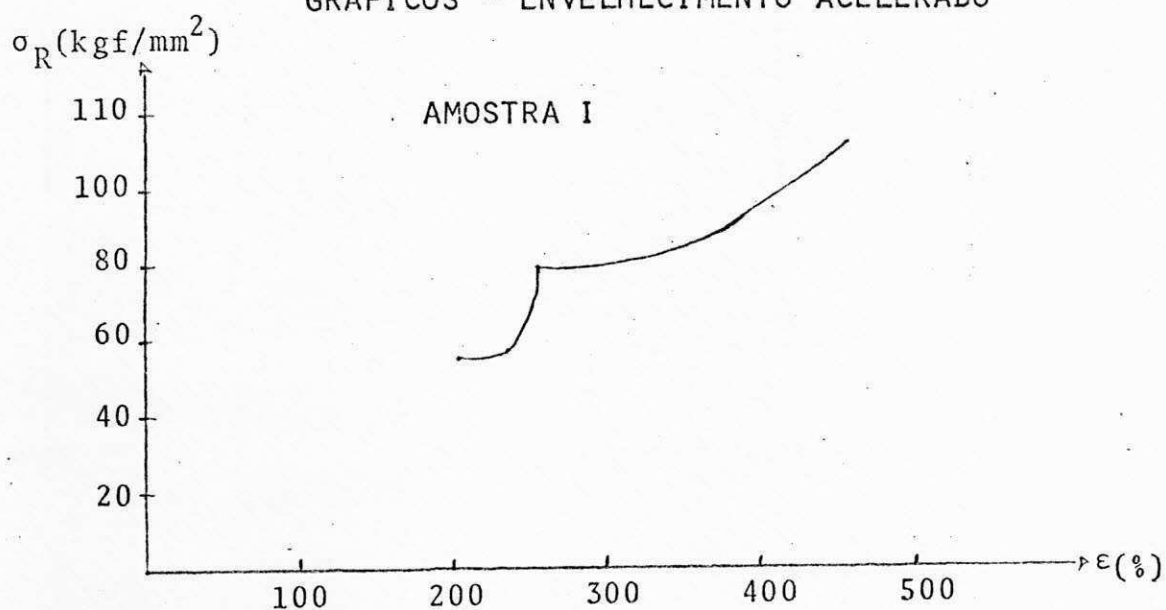
Testes	I	II	III
10.2.1	89,25	109,11	147,22
10.2.2	369	421	608
10.2.3	50	50	55
10.3.1	11,70	29,51	2,71
10.3.2	17,61	32,06	17,6
10.3.3	58	57	59
10.4.1	-	-	-
10.4.2	32,43	16,67	22,84
10.5.1	-	-	-
10.5.2	-	-	-

Estes testes, os quais não apresentam resultados não foram realizados, pois são poucos solicitados e o laboratório não os realiza.

GRÁFICOS - PROPRIEDADES ORIGINAIS



GRAFICOS - ENVELHECIMENTO ACELERADO



## 10.2 - Conclusão dos Testes

Comparando os resultados obtidos experimentalmente com os valores encontrados nas normas, no geral, concluímos que estão fora dos padrões; e que apesar de termos alguns resultados dentro dos padrões, o ideal seria repetir toda a experiência a ser de obter resultados mais satisfatórios.

## 11. DISCUSSÃO

Como podemos verificar nos resultados, houve alguma variação nos resultados em relação às especificações da norma. As variações ocorreram mais na parte de Envelhecimento Acelerado; a Dureza ficou dentro dos padrões desejados, já na Tensão de Ruptura e Alongamento houve uma variação considerável. Na Deformação Permanente à Compressão, os resultados também foram satisfatórios.

Quando ocorre uma variação muito grande nos resultados, é exigido a repetição dos testes que não deram certo. Persistindo os resultados, o material é rejeitado, não podendo ser usado na fabricação das motos. Então, o fornecedor deve através dos resultados obtidos, observar os erros; e na hora de fabricar novo material procurar fazê-lo da melhor maneira possível, evitando assim novos transtornos.

## 12. CONCLUSÃO

O presente trabalho foi de suma importância na nossa vida profissional, pois ampliou nossos conhecimentos numa área importantíssima, que é a dos POLÍMEROS. Através do mes

mo conhecemos um dos mais importantes setores da indústria ,  
digo melhor, de qualquer indústria . Por isto considere um tra  
balho de proveito apesar de alguns testes não terem sido apro  
veitados, mas só a satisfação de poder realizá-los é gratifican  
te para nós. Esperamos no decorrer da nossa vida profissional  
poderemos aplicar os conhecimentos ali adquiridos da melhor ma  
neira possível, tentando contribuir, na medida do possível, pa  
ra a melhoria dos mesmos.



2<sup>a</sup> ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

PROCESSO E CONTROLE DE INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

## 1. TITULO

"CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE INJEÇÃO PLÁSTICA"

"PROCESSO E CONTROLE"

### 1.1 - Local de Realização

"MOTOHONDA DA AMAZÔNIA LTDA" - MANAUS-AM

"SETOR - INJEÇÃO PLÁSTICA"

### 1.2 - Resumo

A "Injeção Plástica" é um setor novo, tendo sido im plantado recentemente na MOTOHONDA (Fevereiro 88). Como é um setor novo, não é possível se produzir todas as peças nece sárias para a fabricação das motos. Isto deve-se à capacida de restrita do setor, pois o mesmo só dispõe de duas máqui nas, que produzem uma quantidade limitada de peças. As duas máquinas existentes no setor são a de 350 ton e a de 650ton. Nestas máquinas são produzidas 19 peças para as seguintes mo tos: XLS, XL, DUTY, XLX e KWI (CBX 150). O restante das pe ças plásticas utilizadas pela indústria são fabricadas pela "MULTIBRÁS", que é uma indústria que trabalha exclusivamente com POLÍMEROS.

As máquinas são de fabricação japonesa, e para cada pe ça a ser fabricada existe um tipo de molde diferente. Daí o motivo pelo qual, fabricamos poucas peças. Num dia pode-se trocar de molde três vezes, logo só é possível fabricar-se três tipos de peças diferentes por dia. Alguns moldes são si

métricos, fabricando duas peças, a direita e a esquerda.

Como exemplo de peças fabricadas temos:

- a) Tampas laterais direita e esquerda (XLX);
- b) Paralama dianteiro (KW);
- c) Rabetas laterais direita, esquerda e central (KWI);
- d) Capa da corrente (XLS/DUTY).

Estas peças são fabricadas com três diferentes tipos de materiais, que serão mencionados no decorrer do relatório.

O motivo pelo qual a MOTOHONDA está desenvolvendo este setor, deveu-se ao fato da mesma procurar produzir todas as peças de que necessita, evitando ao máximo depender de outras indústrias.

### 1.3 - Lista de Símbolos

Nome	Símbolo
a) "Acrilo Nitrila Butadieno Estireno"	"ABS"
b) "Polietileno"	"PE"
c) "Polipropileno"	"PP"

Observação: As cores destes materiais também são representadas por símbolos. Exemplo: BRANCO (NH-138), VERMELHO (R-134) e PRETO (NH-1). Só trabalhamos com estas cores.

### 1.4 - Introdução

Na moldagem de TERMOPLÁSTICOS é necessário aquecer o material a um estado de fluidez, conformá-lo na cavidade de um molde, para então resfriá-lo enquanto ainda estiver conti

do no molde. O processo de moldagem por compressão poderia ser usado para esse fim, mas não se recomenda por causa do desperdício de calor e de tempo que acarreta.

Para acelerar o processo, adota-se a moldagem por INJEÇÃO, que é uma adaptação do processo de fundição sob pressão, utilizado por metais leves. Consiste em forçar uma carga de material plástico aquecido, por meio de um êmbolo, em uma prensa-cilindro aquecida, no qual o material preenche as cavidades ali alojadas. O material frio, granulado ou em pó, é alimentado ao cilindro, onde é aquecido até amolecer, ou "plastificar" para então ser forçado sob pressão, ou "injetado", no molde frio, de onde é posteriormente extraído.

As prensas utilizadas para esse processo são de tamanhas variáveis, indo desde pequenos modelos manuais, que injetam poucos NEWTONS de força de cada vez, até modelos de grande capacidade, podendo injetar até centenas de newtons por vez.

O processo de moldagem por injeção é responsável pelo processamento de cerca de um sexto de todo o plástico usado no mundo de hoje.

As injetoras se classificam em dois tipos básicos, em relação à direção em que o termoplástico é injetado para dentro do molde: INJETORAS HORIZONTAIS E VERTICAIS. As injetoras mais frequentemente utilizadas nas indústrias são as injetoras horizontais, que é o nosso caso específico.

### 1.5 - Componentes da Injetora

As injetoras compõem-se das seguintes partes.

#### 1.5.1 - Tremonha ou reservatório de matéria-prima.

É um reservatório de forma afunilada, onde é colocada a matéria-prima granulada, a qual desce por ação da gravidade até a rosca transportadora do canhão.

#### 1.5.2 - Canhão

É um duto provido em seu interior com um fuso roscado, fuso este que ao girar, recolhe o material do reservatório de matéria-prima e o faz avançar em direção ao bico de injeção.

#### 1.5.3 - Cilindro de injeção de aquecimento

Tem a função de receber o material da TREMONHA, e no qual se dá a plástificação ou amolecimento.

#### 1.5.4 - Bico de injeção

Peça cilíndrica e oca, com um extremidade externa geralmente esférica, por onde passa o termoplástico ao ser injetado do canhão para dentro do molde.

#### 1.5.5 - Sistema de abertura e fechamento do molde.

Sistema mecânico, geralmente acionado hidráulicamente, e que movimenta as partes do molde, fechando-o, para permitir a injeção de termoplástico em seu interior, ou abrindo-o para permitir a remoção da peça.

### 1.5.6 - Molde

O molde não faz parte da injetora, ou seja, monta-se na injetora um molde específico para cada peça que se pretende fabricar. O molde é a forma oca, bipartida, cujo interior tem a geometria da peça que se deseja produzir.

## 2. TEXTO

Ao ser realizada a moldagem por injeção, acontecem muitos problemas no decorrer da mesma. Para analisarmos depois essês problemas veremos o comportamento dos termoplásticos no processo de injeção.

### 2.1 - Comportamento do Termoplástico no Processo de Injeção.

As características com que o termoplástico flui para o interior da cavidade de um molde durante a injeção, precisam ser completa e perfeitamente entendidas para que se possa projetar adequadamente a peça.

Imaginemos que a cavidade a ser preenchida tenha a forma de uma placa de espessura constante e contorno regular, e que o ponto de injeção se localize no centro de um dos lâdos mais curto desse contorno retangular.

Ponto de Injeção é a região do contorno da cavidade pela qual o plástico vai ser impelido para o interior da mesma.

Ao ser injetado, o termoplástico avançará pelo interior cavidade com características peculiares. A velocidade de deslocamento do mesmo em contato com as paredes da cavidade do

molde é relativamente pequena, e aumenta à medida que se aproxima do centro da distância entre as duas paredes da cavidade.

O motivo deste comportamento é que a fluidez do termoplástico aumenta com a temperatura. Na realidade, a viscosidade do termoplástico varia com a temperatura, além do qual existe uma faixa de temperatura ideal, na qual o coeficiente de atrito entre o material plastificado e o aço é mínimo. Os moldes são feitos de aço, e os metais são excelentes transmissores de calor, portanto a superfície do molde, em contato com o termoplástico, rouba calor deste último e diminui a sua fluidez, fazendo com que a camada de termoplástico em contato com a superfície do molde se movimente com muito menor velocidade que as camadas mais próximas do centro da espessura da cavidade.

O coeficiente de atrito do termoplástico com a parede da cavidade também é maior que o coeficiente de atrito entre a camada de termoplástico que está em contato com a superfície do molde e a camada de termoplástico contígua a esta, e assim por diante, de acordo com o gradiente de temperatura do termoplástico através da espessura da parede da peça.

A camada de termoplástico em contato com a parede da cavidade do molde se resfria e se solidifica parcialmente, comportando-se como se fosse uma película. O escorregamento desta película sobre a parede da cavidade é muito pequena. As camadas mais interiores de material é que fluem, propiciando o enchimento da cavidade, quase que como se estivessem distendendo uma "bolha" no interior da mesma.

### 3. DESCRIÇÃO DAS MÁQUINAS

#### 3.1 - Máquina de 350 ton.

Esta é uma máquina que opera com capacidade de fechamento de 350 ton. Os materiais com os quais trabalhamos na mesma são o ABS e o PP.

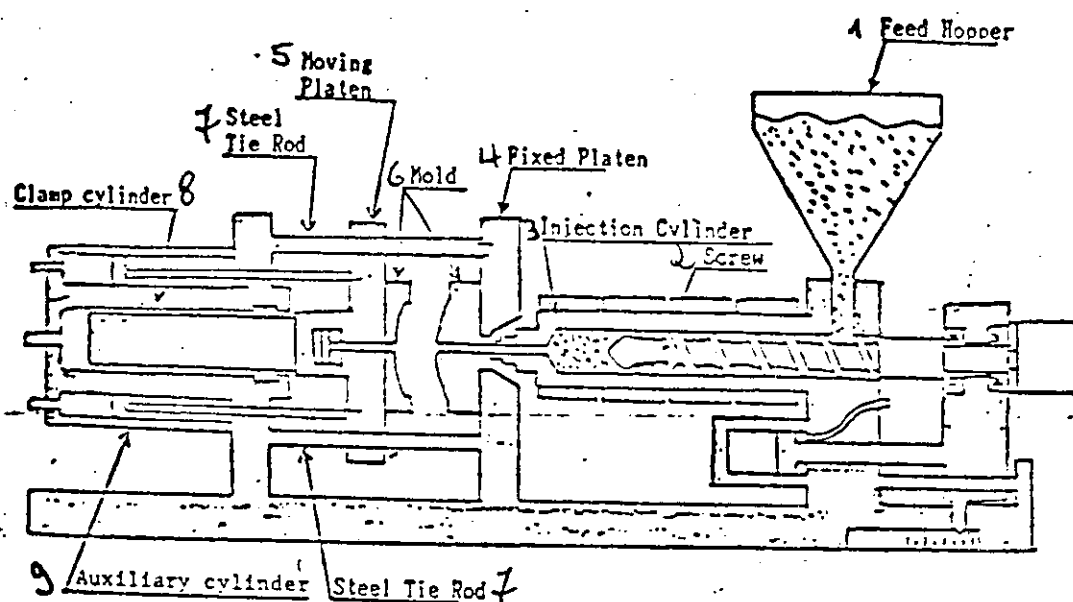
#### 3.2 - Máquina de 650 ton.

Esta já é mais potente que a anterior, pois tem capacidade de fechamento de 650 ton. Os materiais utilizados nesta máquina são o ABS e o PE.

Observação: Ambas devem ser ligadas no mínimo de 30 minutos antes de começar o processo de injeção.

#### 3.3 - Esquema das Máquinas

A explicação do desenho abaixo está na página seguinte



MÁQUINA DE 650 ton.



## MÁQUINA DE 650 ton:

1. Funil de alimentação (Reservatório de material)
2. Canhão
3. Cilindro de injeção
4. Placa fixa
5. Placa móvel
6. Molde
7. Barras de segurança
8. Cilindro de fechamento
9. Cilindro auxiliar

A máquina de 350 ton é basicamente análoga à anterior , apenas diferindo no tamanho e em poquíssimas particularidades.

#### 4. MATERIAL UTILIZADO

##### 4.1 - Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS).

O ABS é um termoplástico nobre e de grande aplicação na indústria moderna.

É um material composto, formado por três tipos de monômeros: Acrilonitrila, Butadieno e Estireno sendo, portanto, um termoplástico Copolímero (alguns autores preferem classificar este tipo de termoplástico como "TERPOLÍMERO").

O ABS possui uma combinação incomum de elevada rigidez e alta resistência ao impacto, além de boa estabilidade dimensional e elevada resistência à ABRASÃO.

Tem aspecto opaco, sedoso e de alto brilho, e as propriedades do produto acabado são as seguintes: Duro, Rígido, Resistente a Choques, Isolante Acústico, Dielétrico e Atóxico.

A proporção dos seus monômeros pode ser variada para se obter diferentes graus de Flexibilidade, Resistência ao Calor e Rigidez.

Permanece estável quando em contato com Alcalis, Ácidos Fracos, Benzinas, Óleos e Graxas, sendo instável aos ácidos concentrados Hidrocarburos Clorados, Cetonas, Éteres e Esteres. Apresenta baixíssima absorção de umidade.

É usado principalmente para peças estruturais e de aparência em aparelhos e utensílios de pequeno porte, e eventualmente em peças ativas de pequenos mecanismos.

##### 4.2 - Polietileno (PE)

O Polietileno é um termoplástico TENAZ e CORIÁCIO, com aparência untuosa, usado na confecção de brinquedos, bisnagas, filmes para embalagens, isolantes flexíveis para cabos elétricos e recipientes produzidos por EXTRUSÃO, INJEÇÃO ou SOPRO. É comumente conhecido por duas designações comerciais: ALATHON (DOW CHEMICAL), ALKATHENE (ICI), POLYTHENE (EUA). Pode ser produzido numa gama de qualidades, com alta resistência elétrica, elevada maciez ou outra propriedade especial.

É obtido pela polimerização do ETILENO ( $C_2H_4$ ), sob condições controladas de temperatura e pressão. Sob altas pressões (1 a 2 KILOBAR) e altas temperaturas (100 a  $300^{\circ}C$ ) é obtido o POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE (0,91 a 0,925), caracterizado por moléculas bastante ramificadas. Com baixas pressões (menos de 30 BAR) e temperaturas (40 a  $150^{\circ}C$ ) e com catalisador extremamente ativo obtém-se o POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (0,945 a 0,96), caracterizado por longas moléculas lineares.

#### 4.2.1 - PE de Alta Densidade

As principais aplicações deste termoplástico são na confecção de peças de grande volume, obtidas pelo processo de ROTO-MOLDAGEM tais como: Acessórios e Implemento Agrícolas incluindo semeadeiras, adubeiras etc.

As propriedades do produto acabado são: Elevada Rigidez, Boa Dureza Superficial, Boa Rigidez Dielétrica e Resistência à Água em Ebulição.

Comercialmente se apresenta na forma granulada e seu aspecto pode ser transparente ou opaco, de sensação ao tato semelhante à cera, incolor ou colorido em diversas co

res e tonalidades, sendo que sua cor natural é o branco leitoso.

A temperatura de uso do produto é de até  $105^{\circ}\text{C}$  e sua densidade a  $20^{\circ}\text{C}$  é de 0,94 a  $0,96\text{ g/cm}^3$ . A contração de moldagem é de 2 a 4%.

#### 4.2.2 - PE de Baixa Densidade

Este tipo de polietileno tem suas principais aplicações voltadas às construções de recipientes para utilidades domésticas, frascos flexíveis, flores artificiais, embalagens, saquinhos etc.

As propriedades do produto acabado se caracterizam pela alta flexibilidade, baixa dureza superficial, boa rigidez dielétrica e boa resistência mecânica.

Observação: No nosso caso específico trabalhamos com o PE de alta densidade.

#### 4.3 - Polipropileno (PP)

A exemplo do polietileno, este termoplástico também pertence ao grupo dos polímeros poliolefínicos.

O POLIPROPILENO é uma das mais importantes "COMMODITIES" ou plásticos de massa, devido suas inerentes versatilidades, bem como custo adequado para o consumo em grande escala.

Basicamente ou quimicamente falando, existem dois tipos de polipropileno:

- a) Homopolímero - é originado quando a polimerização é feita apenas com PROPENO (monômetro de POLIPROPILENO).

b) Copolímero - é originado quando a polimerização é feita com PROPENO mais ETENO.

O POLIPROPILENO é um dos mais diversificados termoplásticos para aplicação e uso nas indústrias.

Sua utilização varia desde a obtenção de peças estruturais, peças auxiliares, painéis, adornos, isolações para motores etc, nas indústrias de eletrodomésticos, eletro-eletrônicos, automobilísticos, brinquedos, calçados, utensílios domésticos (baldes, baicas etc), até a obtenção de frascos para cosméticos, pequenos tanques para armazenamento de ácidos considerados frascos, carcaças de baterias e até mesmo tanques de gasolina.

O POLIPROPILENO também é muito utilizado em equipamento medicinal como seringas descartáveis etc.

As propriedades do produto acabado se caracterizam pela altíssima resistência química (pois o material é praticamente inerte), elevada estabilidade de forma (desde que a peça tenha desenho e processo de obtenção adequados), alta resistência a choques, boa dureza superficial, sendo esterilizável a 105°C e quebradiço a 0°C e apresentando ótima rigidez dielétrica.

Estável a ácidos e álcalis fracos e instável a ácidos concentrados.

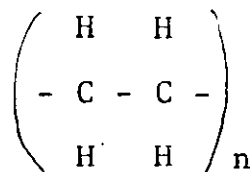
Comercialmente se apresenta de forma granulada, seu aspecto pode ser transparente ou opaco, colorido em todas as cores e tonalidades ou incolor, sendo que naturalmente sua cor é o branco leitoso.

A Densidade do Polipropileno a 20°C é de 0,91 g/cm<sup>3</sup> e a contração de moldagem é de 1,5 a 3%.

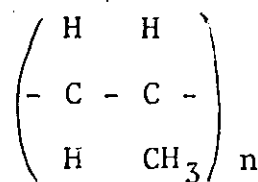
A temperatura limite de uso do produto, livre de sol<sup>i</sup> citações mecânicas é de 120°C sendo que sob sol<sup>i</sup> citações me<sup>c</sup> cânicas o material começa a se deformar aos 75°C.

### FÓRMULAS ESTRUTURAIS

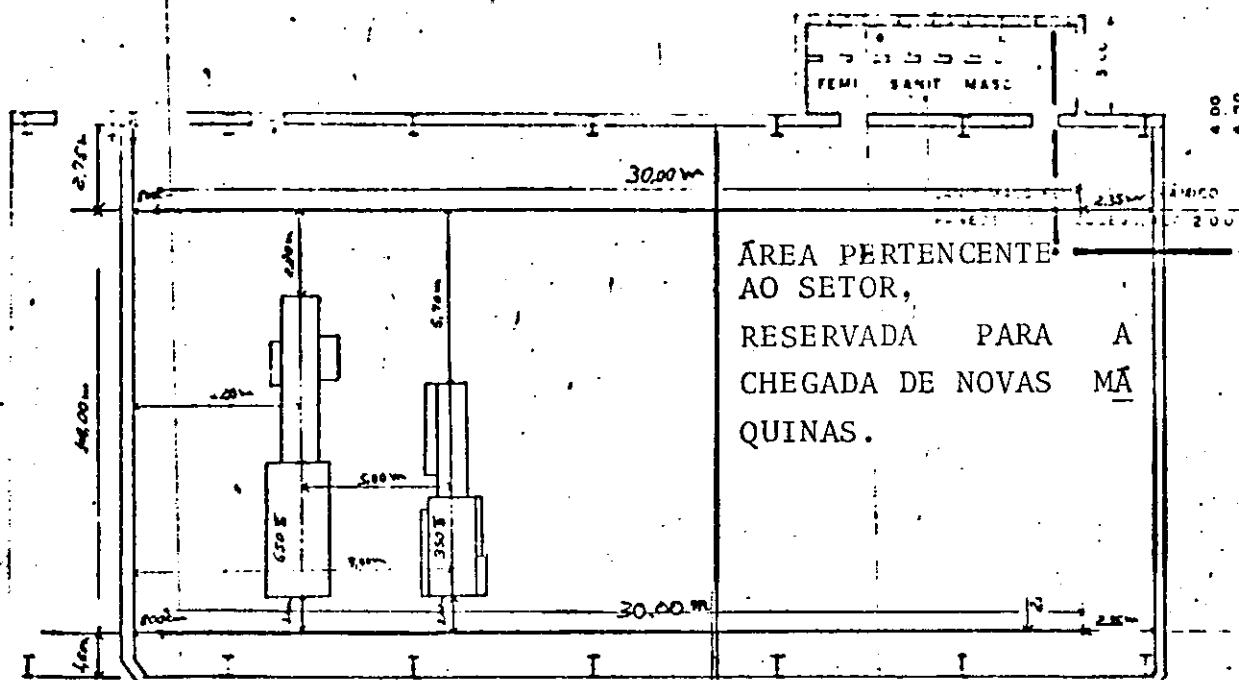
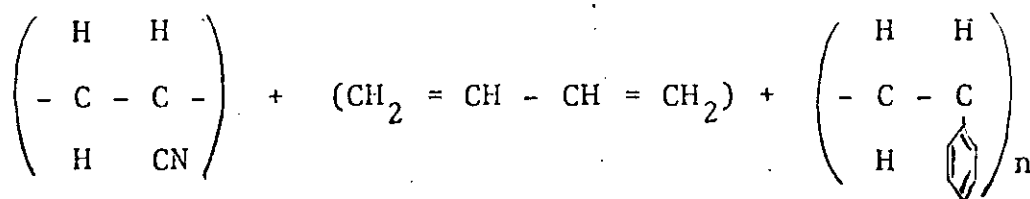
(a) POLIETILENO



(b) POLIPROPILENO



(c) ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO



Nas máquinas de 350 e 650 ton produzem-se as seguintes peças:

Nº	MAQ.	NOME DA PEÇA	MATÉRIA-PRIMA	MODELO
01	350	Capa da Corrente	PE NH-I	XLS/DUTY
02	"	Protetor direito	PP NH-I	KWI
03	"	Protetor esquerdo	PP NH-I	KWI
04	"	Rabeta central	ABS	KWI
05	"	Paralama "A" traseiro	PP NH-I	KWI
06	650	Paralama "B"	PE NH-I	XLS
07	"	Paralama "B"	PE NH-138	DUTY
08	"	Tampa lateral direita	ABS	KWI
09	"	Tampa lateral esquerda	ABS	KWI
10	"	Paralama dianteiro	ABS	KWI
11	"	Rabeta lateral direita	ABS	KWI
12	"	Rabeta lateral esquerda	ABS	KWI
13	"	Paralama "B" traseiro	PP NH-I	KWI
14	"	Tampa lateral direita	PE R-134	XLX
15	"	Tampa lateral esquerda	PE R-134	XLX
16	"	Tampa lateral direita	PE NH-138	XLX
17	"	Tampa lateral esquerda	PE NH-138	XLX
18	"	Paralama "A" traseiro	PE R-134	XLX
19	"	Paralama "A" traseiro	PE NH-138	XLX



UFPB - PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
 CAS \* CONTROLE ACADÊMICO SETORIAL  
 ALUNO - 8111229-6 - FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS

\* EMISSÃO NORMAL \* NAT. ING. - VESTIBULAR  
 EM 26/09/88  
 CURSO - 21 ENG DE MATERIAIS

HISTÓRICO ESCOLAR

CODIGO	NOME	PER	MED.	SIT	CRD	C/H	CODIGO	NOME	PER	MED.	SIT	CRD	C/H
*****	*****	***	***	***	***	***	*****	*****	***	***	***	***	***
H020417	EST DE PROBL BRASILEIROS I	811	7,2	A	02	030	T020354	TERMODINAMICA E MAQ TERMICAS	832	5,0	A	04	060
H030110	INGLES	811	7,7	A	05	075	T021032	CIENCIA DOS MATERIAIS	832	6,7	A	05	075
H030250	LINGUA PORTUGUESA	811	8,4	A	05	075	T060461	CIENCIAS DO AMBIENTE	832	8,1	A	03	045
T010022	INTRODUCAO A ALGEBRA	811	5,3	A	04	060	T100048	FISICA GERAL III	832	1,5	R	04	060
T010081	CALCULO DIF E INTEGRAL I	811	1,5	R	04	060	T100064	MECANICA GERAL I	832	1,1	R	04	060
T02063X	QUIMICA GER I (QUIM-COUR-MAT)	811	5,1	A	04	060	H040213	ENGENHARIA ECONOMICA	841	7,0	A	04	060
T100021	FISICA GERAL I	811	1,4	R	04	060	T02080X	CERAMICA I	841	5,3	A	06	090
H030773	FUTEBOL DE SALAO	812	7,0	A	02	030	T020834	POLIMEROS I	841	8,0	A	06	090
T010081	CALCULO DIF E INTEGRAL I	812	3,8	R	04	060	T021261	QUIM ORGAN EXP I (MAT)	841	8,8	A	02	030
T010529	ALGEBRA VETORIAL E GEOM ANAL	812	4,2	R	04	060	T070939	METAIS I	841	5,5	A	06	090
T020214	QUIMICA EXPERIMENTAL	812	8,4	A	02	030	T100048	FISICA GERAL III	841	5,0	A	04	060
T020648	QUIMICA GER II (QUIM-COU-MAT)	812	7,7	A	04	060	T100064	MECANICA GERAL I	841	2,7	R	04	060
T040010	INT A CIENCIA DA COMPUTACAO	812	5,0	A	04	060	T010111	EQUACDES DIFERENCIAIS LINEARES	842	5,2	A	04	060
T100021	FISICA GERAL I	812	2,7	R	04	060	T02029X	PROCESSOS QUIMICOS	842	1,0	R	05	075
T100277	FISICA EXPERIMENTAL I	812	5,3	A	04	060	T020826	CERAMICA II	842	7,5	A	06	090
H020387	INSTITUCOES DO DIREITO	821	8,0	A	03	045	T020842	POLIMEROS II	842	9,0	A	06	090
H040175	ADMINISTRACAO	821	7,0	A	04	060	T070998	METAIS II	842	6,0	A	06	090
T010081	CALCULO DIF E INTEGRAL I	821	5,6	A	04	060	T100064	MECANICA GERAL I	842	5,0	A	04	060
T010529	ALGEBRA VETORIAL E GEOM ANAL	821	2,2	R	04	060	T02029X	PROCESSOS QUIMICOS	851	7,0	A	05	075
T021253	QUIMICA ORGANICA I (MAT)	821	5,5	A	04	060	T020656	FENOM DE TRANSP(ENG QUI/ MAT)	851	4,1	R	06	090
T100021	FISICA GERAL I	821	5,0	A	04	060	T020915	MATERIAIS REFRACTARIOS	851	5,5	A	04	060
T01009X	CALCULO DIF E INTEGRAL II	822	7,0	A	04	060	T021105	CIENCIA DOS MATER EXPERIMENTAL	851	9,3	A	02	030
T010146	ESTATISTICA I	822	8,2	A	04	060	T030716	MINERALOGIA (ENG MATERIAIS)	851	5,9	A	04	060
T010529	ALGEBRA VETORIAL E GEOM ANAL	822	4,1	R	04	060	T040037	CALCULO NUMERICO	851	7,0	A	03	045
T10003X	FISICA GERAL II	822	1,5	R	04	060	T070351	GEOM DESC INT DES TECNICO	851	5,2	A	04	090
T100064	MECANICA GERAL I	822	0,6	R	04	060	T100056	FISICA GERAL IV	851	****	F	05	075
T100285	FISICA EXPERIMENTAL II	822	7,1	A	04	060	T020656	FENOM DE TRANSP(ENG QUI/ MAT)	852	5,2	A	06	090
T010103	CALCULO DIF E INTEGRAL III	831	6,4	A	05	075	T020893	SINTESE DE POLIMEROS	852	8,0	A	06	090
T010529	ALGEBRA VETORIAL E GEOM ANAL	831	5,0	A	04	060	T021091	QUIMICA ANALITICA EXPERIMENTAL	852	8,1	A	04	060
T020109	FISICO-QUIMICA I	831	7,8	A	04	060	T070734	METODOLOGIA P/DES.DE PROJETOS	852	10,0	A	02	030
T020133	FISICO-QUIMICA EXP I	831	7,9	A	02	030	T071102	TRANSFORMACOES EM METAIS	852	5,1	A	04	060
T021199	CONTROLE DE QUALIDADE(ENG QUI	831	8,4	A	04	060	T100056	FISICA GERAL IV	852	7,7	A	05	075
T10003X	FISICA GERAL II	831	5,8	A	04	060	T100072	MECANICA GERAL II	852	5,0	A	04	060
H010381	ECONOMIA	832	7,9	A	04	060	H020425	EST DE PROBL BRASILEIROS II	861	7,0	A	02	030
T010073	ALGEBRA LINEAR	832	7,5	A	04	060	T020907	TECN DE FABRICAC.DE POLIMEROS	861	7,6	A	04	060
T020079	QUIM.ORGANICA EXPERIMENTAL I	832	****	T	02	030	T021040	TRANSFERENCIA DE CALOR	861	0,9	R	04	060

(CONTINUA)



UFPB - PRO-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR  
 CAS \* CONTROLE ACADÊMICO SETORIAL  
 ALUNO - 8111229-6 - FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS

\* EMISSÃO NORMAL \* NAT. ING. - VESTIBULAR  
 EM 26/09/88

HISTÓRICO

ESCOLAR

CURSO - 21 ENG DE MATERIAIS

CODIGO	N O M E	PER	MED.	SIT	CRD	C/H	CODIGO	N O M E	PER	MED.	SIT	CRD	C/H
*****	*****	***	***	***	***	***	*****	*****	***	***	***	***	***
[CONTINUACAO]													
T021059	TRANSFERENCIA DE MATERIA	861	1,7	R	04	060	T021016	ESTG. SUPERVISIONADO (ENG MAT)	871	****	M <sup>net</sup>	02	080
T021083	QUIMICA ANALITICA	861	7,0	A	02	030	T021040	TRANSFERENCIA DE CALOR	871	6,6	A	04	060
T050474	ELETROTECNICA GERAL	861	4,2	R	04	060	T030724	TRATAMENTO DE MINERIOS I (MAT)	871	8,0	A	06	090
T071153	ENSAIOS DE MATERIAIS	861	2,2	R	04	060	T060011	RESISTENCIA DOS MATERIAIS I	871	7,0	A	05	075
T071161	MATERIAIS CONJUGADOS	861	****	T	04	060	T071153	ENSAIOS DE MATERIAIS	871	4,4	R	04	060
T021008	RECLOGIA	862	7,5	A	05	075	H020344	SOCIOLOGIA INDUSTRIAL I	872	****	T	03	045
T021040	TRANSFERENCIA DE CALOR	862	4,2	R	04	060	T021016	ESTG. SUPERVISIONADO (ENG MAT)	872	****	M <sup>net</sup>	02	080
T021059	TRANSFERENCIA DE MATERIA	862	5,2	A	04	060	T021067	OPERACOES UNITARIAS	872	7,0	A	05	075
T050474	ELETROTECNICA GERAL	862	7,0	A	04	060	T071153	ENSAIOS DE MATERIAIS	872	6,2	A	04	060
T060011	RESISTENCIA DOS MATERIAIS I	862	****	F	05	075	T021016	ESTG. SUPERVISIONADO (ENG MAT)	881	8,0	A	02	080
T071161	MATERIAIS CONJUGADOS	862	7,0	A	04	060	*****	*****	***	****	*	**	***

CREDITOS SOLICITADOS - 359  
 CREDITOS ACUMULADOS - 266  
 CRE - COEF REND ESCOLAR - 5,5  
 CARGA HORARIA TOTAL - 4020

\*\* O CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS FOI RECONHECIDO PELA PORTARIA N.460 DE 21/11/83

RESULTADO DO VESTIBULAR

COMUN E EXPRESSAO - 0766  
 ESTUDOS SOCIAIS - 0629  
 FISICA E MATEMATICA - 0498  
 QUIMICA E BIOLOGIA - 0559

TOTAL DE PONTOS - 0604

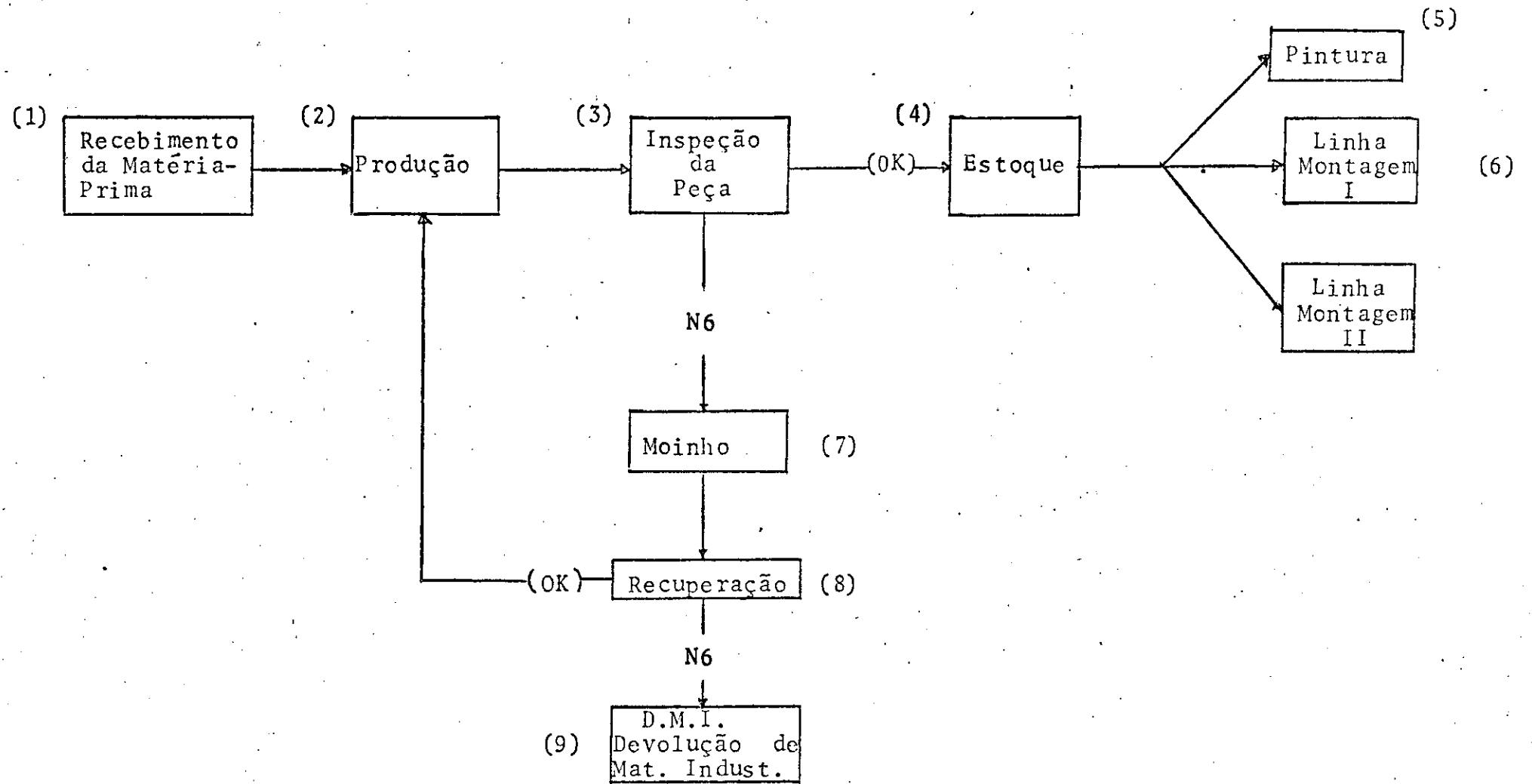
ALBANISA RAPOSO EULALIO  
 COORDENADORA DO C.A.S.

CONVENCAO

A - APROVADO \* B - REPR POR NOTAS \* F - REPR POR FALTAS  
 T - TRANCADO \* D - DISPENSADO \* M - MATRICULADO

## 5. FLUXOGRAMA

### 5.1 - Fluxograma do Setor:



- 5.1.1 - Matéria-prima cedida pela NITRIFLEX.
- 5.1.2 - A produção das peças é iniciada nas má  
quinas.
- 5.1.3 - É feita a inspeção visual da peça, logo  
após a saída da máquina.
- 5.1.4 - Se a peça está OK, vai para o estoque.
- 5.1.5 - As peças que necessitam ser pintadas vão  
para a PINTURA ABS, que é outro setor da  
indústria.
- 5.1.6 - As peças que não necessitam de pintura  
para serem usadas nas motos vão para as  
LINHAS DE MONTAGEM I e II.
- 5.1.7 - Se a peça está NG, a mesma é moída para  
ser reaproveitada.
- 5.1.8 - É feita nova inspeção do material.
- 5.1.9 - Se o mesmo está OK, volta para a produ  
ção; se está NG é devolvido como MATE  
RIAL INUTILIZADO.

Observação: A matéria-prima é recebida em forma de grãos.

OK - BOM.

NG - NO GOOD-RUIM.

## 6. CONCLUSÃO

O trabalho na INJEÇÃO PLÁSTICA está adquirindo novos horizontes dentro da ciência dos polímeros; há muito o que se aprender e desenvolver para o melhoramento da mesma, fato este que interessa aos consumidores, cientistas e industriais.

3.<sup>a</sup> ETAPA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO.

CARACTERÍSTICAS DA INJEÇÃO PLÁSTICA  
NO CONTROLE DE QUALIDADE DO MATERIAL  
POLIMÉRICO

## 1. RESUMO

Durante o processo da INJEÇÃO aparecem vários defeitos nas peças. É sobre esses defeitos encontrados e como resolvê-los que discutiremos nesta fase do nosso trabalho.

## 2. INTRODUÇÃO

Antes de falarmos especificamente sobre "DEFEITOS", falaremos um pouco sobre "TENSÕES INTERNAS".

Quando o polímero flui na cavidade, entre em contato com a parede fria do molde, se esfria rapidamente e sua velocidade se anula totalmente, formando-se uma capa rígida e fria. A capa imediatamente adjacente a esta, está em movimento e irá esfriar em seguida. O fluxo continua e as capas mais internas, que estão mais quentes, seguem movendo-se com maior rapidez à medida que estão situadas mais no centro.

As forças de fricção entre as capas são mais altas, especialmente nas proximidades da parede da cavidade e dão lugar a esforços ou tensões de cisalhamento que tendem a orientar o polímero na direção do fluxo. As forças moleculares internas se opõem a esta orientação. Quando cessa o fluxo do polímero estas forças moleculares não são capazes de desordenar totalmente as capas orientadas próximas à parede do molde, porque estas capas se encontram já excessivamente frias e rígidas. Entretanto, as forças moleculares internas continuam atuando e podem ser capazes de provocar enpenamento ou até sérias distorções na peça moldada. Não apresentando enpenamento ou deformação na peça moldada, esta, uma vez comple

tamente fria, está sujeita a forças moleculares internas que criam tensões congeladas na sua capa externa.

A temperatura do molde tem grande influência na aparição e localização das tensões internas. Se a superfície do molde está mais quente, a velocidade de resfriamento é maior, o que permite à molécula orientada, "relaxar-se" antes de atingir um estado frio e rígido.

Um fenômeno muito importante, observado nos artigos moldados e que está, ao menos parcialmente associado com as tensões congeladas ou internas é o "CRAZING" ou formação de numerosas microfissuras na superfície da peça moldada e que não se estende para o interior do material. A tendência de um artigo apresentar este fenômeno pode ser sensivelmente reduzido diminuindo-se as tensões congeladas.

#### 2.1 - Defeitos Encontrados nas Peças Moldadas por Injeção.

Após tudo o que foi exposto anteriormente não é difícil compreender as causas dos defeitos que podem aparecer nas peças moldadas nem, tão pouco, as soluções para estes defeitos. Citaremos agora os defeitos, suas causas e as providências que devem ser tomadas para resolvê-los.

DEFEITOS	CAUSAS	PROVIDÊNCIAS
Falta de enchimento.	Insuficiente material injetado. Alimentação inadequada ou fluxo deficiente do material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar velocidade (baixa).</li> <li>- Pressão baixa. (aumentar pressão)</li> <li>- Aumentar temperatura do canhão.</li> <li>- Aumentar medida de material.</li> </ul>
Peças com rebarbas	Força de fechamento inadequada. Material demasiado quente. Pressão de injeção muito alta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixar pressão.</li> <li>- Diminuir medida do material.</li> <li>- Baixar temperatura do canhão.</li> <li>- Diminuir tempo de pressão.</li> </ul>
Peças chupadas	Contração ao esfriar. O material está demasiadamente quente quando se solidifica a entrada da cavidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar pressão.</li> <li>- Aumentar tempo de pressão.</li> <li>- Aumentar conservação de pressão.</li> <li>- Aumentar velocidade.</li> <li>- Aumentar medida de material.</li> <li>- Diminuir temperatura do canhão.</li> </ul>
Manchas	Superaquecimento do material agravado por excesso de umidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminuir temperatura do canhão.</li> <li>- Diminuir velocidade.</li> <li>- Aumentar pressão e tempo de pressão.</li> </ul>



DEFEITOS	CAUSAS	PROVIDÊNCIAS
Respirrado (meio prateado)	Contaminação com outro material. Presença de voláteis no material.	-Temperatura alta (+ 230°C). -Temperatura baixa (- 230°C). -Velocidade muito rápida.
Risco de junção	Contração que origina uma má união entre diferentes fluxos de material. A pressão eficaz é de masiadamente baixa na zona onde se forma o risco.	-Aumentar temperatura. -Aumentar pressão de injeção. -Aumentar velocidade. -Abrir um pouco a água (sistema de refrigeração).
Peças queimadas	Material muito quente. Ar preso na cavidade do molde.	-Baixar temperatura. -Baixar pressão de injeção. -Diminuir velocidade. -Limpar bem dentro do molde.
Peças seguras no molde.	Canais e entradas muito pequenos. Fluxo do polímero na cavidade defeituoso.	-Baixar pressão de injeção. -Diminuir temperatura do cilindro. -Diminuir o prolongamento. -Diminuir medida do material.

DEFEITOS	CAUSAS	PROVIDÊNCIAS
Porosidade	Material muito frio. Molde muito frio. Superfície do molde não está bem polida.	-Limpeza do molde. -Polimento do molde.

Estes são os defeitos mais comumente encontrados no processo de injeção. Entre estes os que mais ocorrem são: Faixa de Enchimento, Manchas, Peças com Rebarbas, e algumas vezes Peças Queimadas e Espirradas. Existem outros defeitos que não citamos aqui, mas que não são de muita relevância, portanto preferimos omití-los.

#### 2.2 - Temperatura Média de Operação com a Matéria-Prima Utilizada:

- (1) "ABS" - 200 a 240°C
- (2) "PP" - 190 a 230°C
- (3) "PE" - 180 a 220°C.

### 3. TEXTO

O processo de injeção já foi bem explorado no nosso relatório anterior, portanto já entraremos nos detalhes do trabalho propriamente dito.

Depois de observar bem a fabricação das peças, vimos as peças que apresentavam mais problemas. No início, como o setor ainda estava em fase de implantação, os problemas eram mais frequentes. Mas, à medida que o tempo passava procuráva-

mos corrigir os defeitos e aumentar a produção.

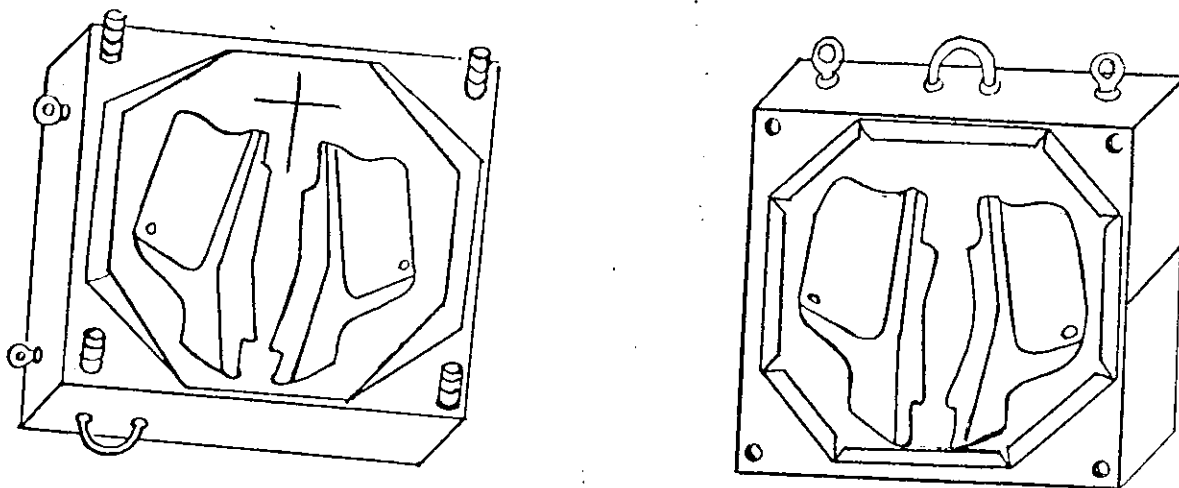
Escolhemos como peças a ser estudadas as seguintes:

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| a) Rabeta Lateral Direita  |                         |
| b) Rabeta Lateral Esquerda | Molde de duas cavidades |
| c) Tampa Lateral Direita   |                         |
| d) Tampa Lateral Esquerda  | Molde de duas cavidades |

Estas quatro peças fazem parte do modelo "KWI".

### 3.1 - Exemplo de Molde de Duas Cavidades

O molde é composto de duas partes que na hora da injeção se fecham. Logo depois abrindo-se com a peça já pronta.



O molde desenhado acima representa as tampas laterais Direita e Esquerda da "XLX".

Para todas as peças produzidas no setor são traçados gráficos diários e mensais. Veremos exemplos de alguns usando os dados que obtivemos com as peças em estudo.

#### 4. RESULTADOS

A produção de um dia das peças citadas anteriormente foi a seguinte:

PEÇA	QUANTIDADE PRODUZIDA	QUANTIDADE APROVADA	NG
a) Rabeta Lat. Direita	573	535	38
b) Rabeta Lat. Esquerda	573	535	38
c) Tampa Lat. Direita	242	210	32
d) Tampa Lat. Esquerda	242	222	20

Para as rabetas laterais direita e esquerda o defeito encontrado em todas as 38 peças de cada foi Falta de Enchimento.

Para as tampas laterais direita e esquerda, encontramos o seguinte:

A "Direita" apresentou as 32 peças com Manchas. A "Esquerda" também apresentou as 20 peças com manchas.

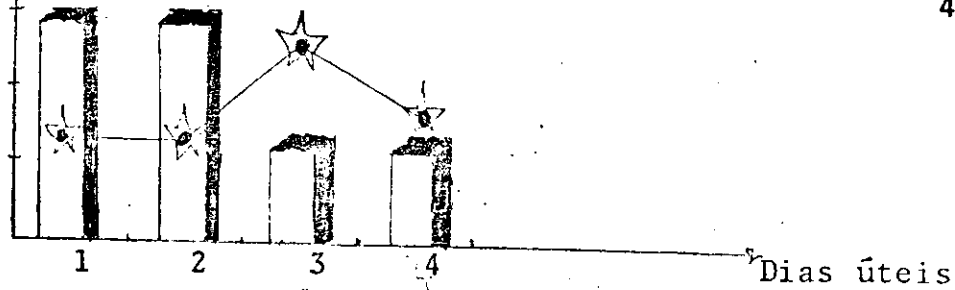
Aconteceu o que nós mais ou menos esperávamos, quer dizer ocorreram os defeitos mais frequentes. Pudemos observar também que nem sempre a qualidade de peças defeituosas de um lado é igual à do outro lado. Isto se deve a algum problema com um dos lados do molde, ou com a própria injeção, mas que pode ser corrigido.

##### 4.1 - Gráficos

Como exemplo de gráficos temos o Gráfico Diário de Produção e Rejeição, que para este caso seria o seguinte:

QTD  
PROD

47



■	QTD PRODUZIDA
★	% REJEIÇÃO

QUANTIDADE PRODUZIDA

% REJEIÇÃO

n: 1cm → 200

n: 1 cm → 5

4.1.1 - A "Rejeição" é calculada da seguinte maneira:

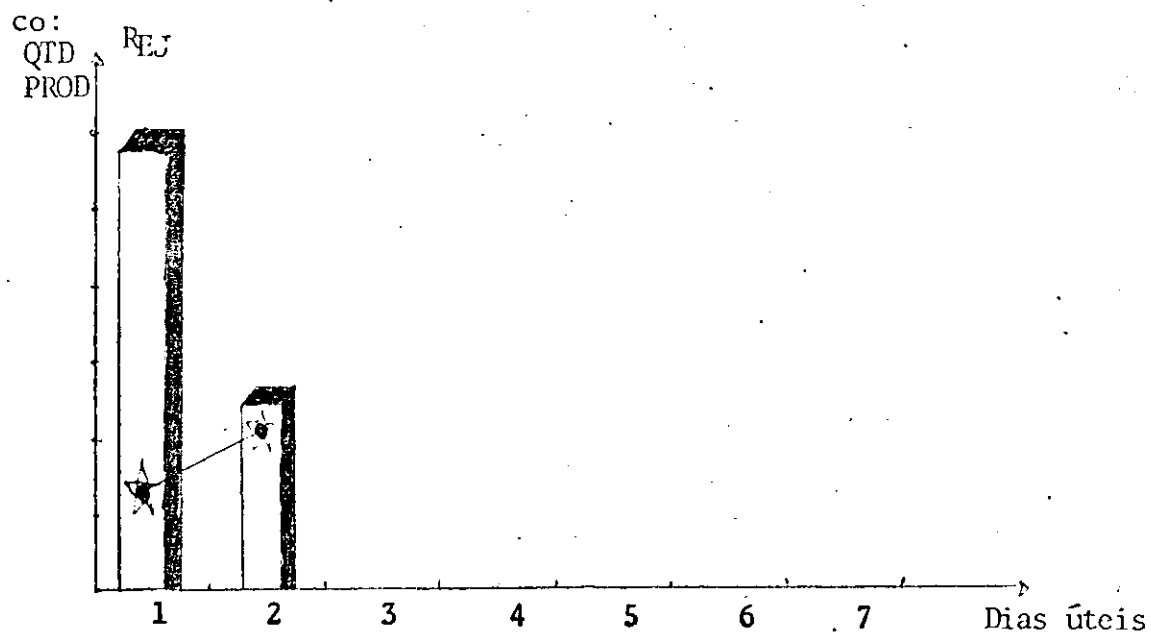
$$\begin{array}{l} 573 \rightarrow 100\% \\ 38 \rightarrow x\% \end{array} \rightarrow x = \frac{100 \times 38}{573} = 6,6 \rightarrow \boxed{x = 6,6\%}$$

$$\begin{array}{l} 242 \rightarrow 100\% \\ 32 \rightarrow x\% \end{array} \rightarrow x = \frac{100 \times 32}{242} = 13,2 \rightarrow \boxed{x = 13,2\%}$$

$$\begin{array}{l} 242 \rightarrow 100\% \\ 20 \rightarrow x\% \end{array} \rightarrow x = \frac{100 \times 20}{242} = 8,3 \rightarrow \boxed{x = 8,3\%}$$

Na realidade este gráfico é traçado em relação à produção total do dia, quer dizer soma-se a produção de todas as peças naquele dia e calcula-se a rejeição em relação à produção total. Neste caso considerando a produção das rabetas pa

ra um dia e a das tampas para outro, teremos o seguinte gráfi



★	QTD PRODUZIDA
★	% REJEIÇÃO

QUANTIDADE PRODUZIDA

n: 1 cm → 200

% REJEIÇÃO

n: 1cm → 5

1146 → 100

76 → x

$$x = \frac{100 \times 76}{1146} = 6,6$$

$$x = 6,6\%$$

484 → 100

52 → x

$$x = \frac{100 \times 52}{484} = 10,7$$

$$x = 10,7\%$$

Depois de estudarmos, traçamos uma meta para a Rejeição, que é de 6%. Esta meta já está sendo atingida, pois com o avanço na produção a quantidade de peças rejeitadas é cada vez menor.

Trabalhamos com outros gráficos no setor como: Produção e Estoque, Gráfico Mensal de Produção/Rejeição, Gráfico de Produção e Eficiência etc. Estes são gráficos de uso interno do setor que não diz respeito ao trabalho que estamos desen

volvendo.

Estes gráficos mostrados acima são de uma produção do mês de julho. Veremos a seguir uma produção mais recente, a compararmos os resultados para ver o progresso que houve.

No decorrer do nosso trabalho, verificamos vários progressos com relação à produção, e também procuramos otimizar os gráficos fazendo com que a rejeição ficasse dentro dos padrões estabelecidos.

Para conseguir atingir esta meta, fizemos o seguinte:

- Sempre injetávamos peças com moldes de duas cavidades, as peças de um dos lados davam mais problemas que as do outro. Para corrigir este erro, passamos a rejeitar as duas peças; pois as mesmas só são usadas nas motos aos pares. Não faz sentido guardar uma peça Direita sem a correspondente Esquerda. E no nosso gráfico, consideraremos apenas uma injeção já que quando efetuamos a mesma, obtemos automaticamente as duas peças. Passamos a considerar os defeitos num dos lados, já que os mesmos são comuns aos dois lados e porque estamos considerando apenas uma injeção.

No quadro abaixo temos uma produção recente de Rabetas e Tampas da "KWI", que em seguida compararemos com os valores anteriores.

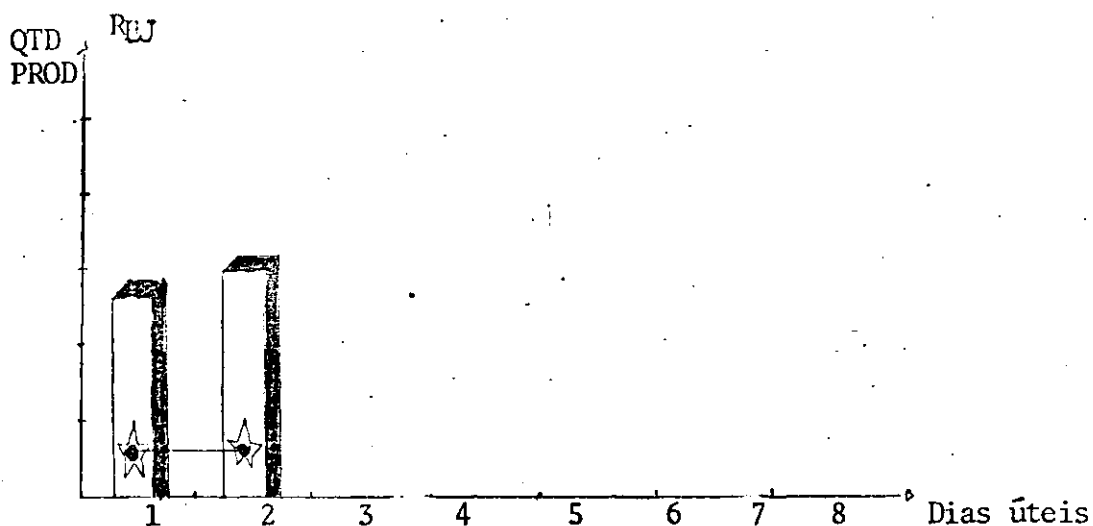
PEÇA	QUANTIDADE PRODUZIDA	QUANTIDADE APROVADA	NG
a) Rabeta Lat. Direita	523	508	15
b) Rabeta Lat. Esquerda	523	508	15
c) Tampa Lat. Direita	600	582	18
d) Tampa Lat. Esquerda	600	582	18

Os defeitos encontrados nas peças estão citados abaixo:

- As Rabetas apresentaram 10 peças com falta de enchimento em cada lado, e 5 (cinco) com Manchas também em cada lado. As Tampas apresentaram 5 peças com Falta de Enchimento e 5 Manchadas em cada lado.

#### 4.1.2 - Gráfico de uma injeção

Como agora sô consideramos uma injeção, nosso gráfico terá o seguinte comportamento:



Obs: Usamos o mesmo critério adotado nos gráficos anteriores.



$$523 \rightarrow 100\%$$

$$15 \rightarrow x \%$$

$$x = \frac{100 \times 15}{523} = 2,9\%$$

$$x = 2,9\%$$

$$600 \rightarrow 100\%$$

$$18 \rightarrow x \%$$

$$x = \frac{100 \times 18}{600} = 3,0\%$$

$$x = 3,0\%$$

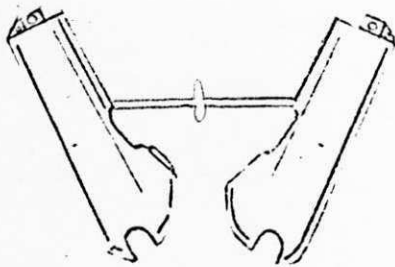
No gráfico da página anterior, observamos que a % de rejeição ficou bem abaixo da meta. É justamente o que queremos, e estamos lutando para que permaneça assim. Coincidentemente o valor da rejeição foi comum às peças, mas isto dificilmente acontece, pois o gráfico anterior só nos dá a produção de um dia. Observando o mesmo, vemos que ele deve ser feito todos os dias, considerando-se a produção total do dia, calculando-se a rejeição também em relação ao total produzido. Isto ocorre nos dias em que há troca de molde para a produção de novas peças. Num mesmo dia, podemos trabalhar com três moldes diferentes. Na prática, só conseguimos trabalhar até agora com dois moldes por dia, devido ao curto tempo que dispomos no dia, e também precisarmos produzir o máximo de peças possível com cada molde.

A cada dia, são feitos dois gráficos, um para a Máquina de 650 ton, e outro para a de 350 ton. O exemplo que citamos é da Máquina de 650 ton. Na máquina de 350 normalmente trabalhamos com moldes de uma cavidade, ao passo que também trabalhamos com molde de duas cavidades em menor escala. Os moldes desta máquina são menores e apresentam poucos problemas ao serem introduzidos na máquina, proporcionando uma

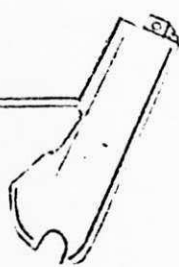
boa injeção e produzindo peças sem defeitos. Escolhemos um exemplo da máquina de 650 ton, justamente pelos moldes usados na mesma apresentarem mais problemas durante a injeção.

O progresso obtido com as peças em estudo, foi o mesmo para todas as outras peças produzidas no setor, sem exceção. Isto se deveu à calma com que procuramos resolver os problemas, observando os defeitos e aplicando as providências necessárias para resolvê-los, procurando também regular as máquinas da melhor maneira possível, para posteriormente não nos defrontamos mais com os mesmos problemas.

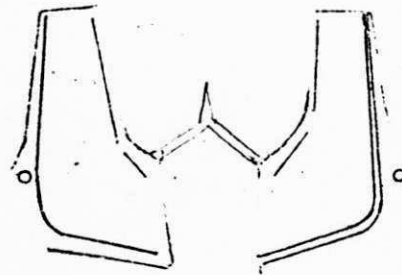
#### 4.2 - Desenhos das Peças em Estudo.,



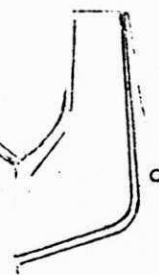
"RABETA  
LATERAL  
ESQUERDA"



"RABETA  
LATERAL  
DIREITA"



"TAMPA  
LATERAL  
DIREITA"



"TAMPA  
LATERAL  
ESQUERDA"

#### 5. DISCUSSÃO

As peças em estudo são fabricadas com "ABS" 35, que é uma variação deste material. Nos primeiros meses da produção, quando injetávamos peças, as mesmas vinham com muitos problemas. Passamos a executar a "Injeção" com ABS 10, que é um ma

terial que apresenta alta resistência ao Impacto, aliada a excelente brilho e performance a baixas temperaturas, boa resistência química e facilidade de processamento. Mas, os resultados não foram satisfatórios. Este material não apresentou a resistência necessária às peças na hora do uso. Continuamos trabalhando com o "ABS" 35, que já sabíamos apresentava propriedades excelentes como material para a fabricação das peças das motos. O que nos faltava apenas, era melhorar o processo de injeção com relação a este material. E foi justamente o que conseguimos. Hoje, as "injeções" com este material ocorrem na mais perfeita ordem, proporcionando a obtenção de peças resistentes, com "Durabilidade" garantida ao serem introduzidas nas motos. No futuro, procuraremos testar outros tipos de ABS, entre eles o "ABS" 45 e o "ABS" 2. Ambos também apresentam propriedades excelentes que poderão conferir alta resistência a novos modelos de motos que serão fabricadas. A curto prazo, voltaremos a testar o "ABS" 10. Se obtivermos melhorias, não precisaremos mais testar os outros tipos. Por enquanto ficamos com o "ABS" 35.

Com relação ao POLIETILENO e ao POLIPROPILENO, os mesmos são materiais que não apresentam muitos problemas ao serem injetados. Isto deve-se ao fato dos mesmos apresentarem uma grande "Versatilidade", e serem utilizados na fabricação de uma enorme "GAMA" de produtos, e, também da sua própria estrutura molecular propiciar uma perfeita "Injeção".

## 6. CONCLUSÃO

Através deste nosso trabalho, tivemos a oportunidade de conhecer e trabalhar com materiais de grande importância na

área industrial. Executarmos melhorias que acarretam o aproveitamento máximo dos mesmos com relação à Produção, através do estudo de suas propriedades e aplicações. Como experiência profissional foi mais do que válido, pois vimos como um engenheiro de produção deve se comportar diante dos problemas que aparecem no setor, e como resolvê-los.

Com relação à área da "CIÊNCIA DOS POLÍMEROS", desenvolvemos um trabalho bastante explícito, que nos dá uma idéia de como manufaturar materiais que até bem pouco tempo só conhecíamos na Teoria, observando as propriedades dos mesmos, melhorando a maneira de usá-los.

Desta forma, procuramos desenvolver um bom trabalho, tanto na área Industrial, como na área da Ciência, quando achamos que atingimos nosso objetivo.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

A análise dos dados obtidos neste Estágio Supervisionado são essenciais ao desempenho profissional de um Engenheiro de Materiais, tendo em vista que as normas técnicas de processamento e de ensaio de controle de qualidade são mantidas conforme os padrões internacionais de uso, que asseguram a aceleração das peças produzidas.

As conclusões da primeira, segunda e terceira etapas são valorizadas pelos experimentos e análise das amostras, quando concluímos sobre a resistência, dureza, deformação, compressão, que são propriedades específicas de Polímeros, particularmente "Terpolímeros".

## BIBLIOGRAFIA

Apostilas cedidas pelo Laboratório (CQ).

BLASS, Arno. - "Processamento de Polímeros". Editora  
Universidade Federal de Santa Catarina. 1985.

GUEDES, Benedito, E. FILKAUSKAS, Mário. - "O Plástico".  
Livros Érica Editora. 1985.

MANUAL DAS MÁQUINAS - cedido pelo setor.

MANUAL DAS NORMAS TÉCNICAS - "HES".

Revista NITRIFLEX - "Ano I - Nº 1 - Dezembro 1987".

SIMIELLI, Engº Edson R. "Influência das Condições de In  
jeção nas Propriedades dos Termoplásticos. "Mediali-  
dêa Editora Ltda. 1981.

VAN VLACK, LAWRENCE H. - "Principios de Ciência dos Ma  
teriais" - Editora Edgar Blucher, Ltda. Edição 1977.

ANEXO

PROGRAMA DO ESTÁGIO

## PROGRAMA DO ESTÁGIO

Nome do Estagiário: FRANCISCO DE ASSIS MACEDO SANTOS

Escola: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPb)

Curso : ENGENHARIA DE MATERIAIS

Habilitação e Período: ENGENHARIA DE MATERIAIS - Último Período

Início do Estágio : 21/03/88 - Término: 21/09/88

Razão Social: MOTOHONDA DA AMAZÔNIA

C.G.C. nº : 04.337.168/0001-48

Enderêço : RUA JURUÁ, 160 - Distrito Industrial

Cidade/Estado: MANAUS - AM

Departamento/Divisão/Secção: "CONTROLE DE QUALIDADE /INJEÇÃO PLÁSTICA"

Nome do Supervisor da Empresa: "BENTO (C.Q.) "INADA"(INJEÇÃO PLÁSTICA

Profissão do Supervisor: TÉCNICO QUÍMICO - ENGº MECÂNICO

Cargo: \_\_\_\_\_

01. Tema(s) do Programa: CONTROLE DE QUALIDADE -"ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM ELASTÔMEROS".

"INJEÇÃO PLÁSTICA - "CONHECIMENTO GERAIS SOBRE INJEÇÃO PLÁSTICA". "PROCESSO E CONTROLE".

02. Objetivos Gerais do Programa: APERFEIÇOAMENTO DA APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS NA ÁREA DOS POLÍMEROS.

03. Objetivos Específicos: TREINAMENTO PARA POSTERIOR CONTRATAÇÃO PELA EMPRESA, E COMO COMPLEMENTAÇÃO DO CURSO.

04. Área ou Atividades do Estagiário: CQ - LABORATÓRIO FÍSICO-MECÂNICO". INJEÇÃO PLÁSTICA - "PROCESSO, CONTROLO E PRODUÇÃO"