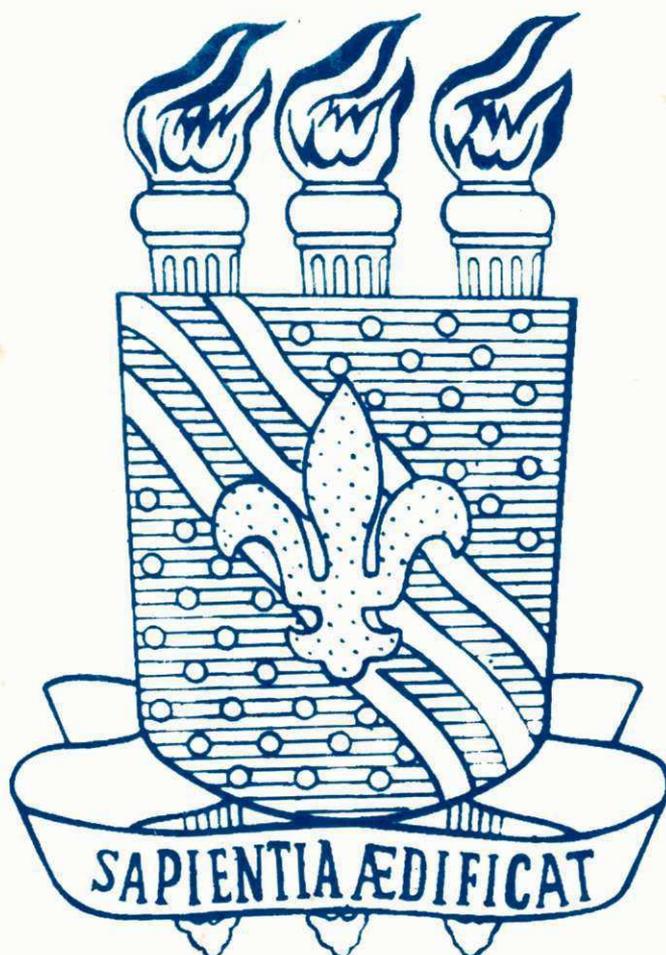


**Universidade Federal da Paraíba**  
**PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR**  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ESTÁGIO INTEGRADO

CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

Professor Orientador: MARCELO SILVEIRA RABELO

Aluna : DIVANIRA FERREIRA MAIA

Matrícula : 861 1235 9

**UFPB - CCT - DEQ - CAMPUS II**

AV. APRIGIO VELOSO 882 - BODOCONGÓ  
58.100 - CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
FONE (083)321-7222 - RAMAL 430 431 - CX : 10057

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

RELATÓRIO FINAL  
ESTÁGIO INTEGRADO

TRABALHO APRESENTADO POR:  
DIVANIRA FERREIRA MAIA  
MATRÍCULA: 861 1235 9

Local do Estágio: CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES  
BELO JARDIM - PE

Supervisor: RICARDO BELMONTE  
Orientador: MARCELO SILVEIRA RABELO  
Área de Estágio: CONTROLE DE QUALIDADE/POLÍMEROS

CAMPINA GRANDE

1992



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Estágio Integrado Julgado em, 10, 04, 92

Nota: 8,7

Examinadores:

Marcos Silveira Bassi  
Tomás Jefferson G. de Melo  
Edelene Maria Araújo

Campina Grande,

VÁLIDA JUNTO A UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO

ESTAGIÁRIA: DIVANIRA FERREIRA MAIA  
ESCOLA: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA- UFPB  
CURSO: ENGENHARIA DE MATERIAIS  
INÍCIO DO ESTÁGIO: 04/03/91  
TÉRMINO DO ESTÁGIO: 04/09/91  
CARGA HORÁRIA: 1.186 hs.  
RAZÃO SOCIAL: CIA. MOURA INDUSTRIAL DE SEPARADORES  
ENDEREÇO: SÍTIO GAVIÃO, S/N- Belo Jardim- PE  
DEPARTAMENTO: CONTROLE DE QUALIDADE  
DIVISÃO: LABORATÓRIO  
SETOR: SEPARADORES PVC/CELULOSE  
NOME DO SUPERVISOR DA EMPRESA: RICARDO BELMONTE  
PROFISSÃO DO SUPERVISOR: QUÍMICO INDUSTRIAL  
CARGO: CHEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE QUALIDADE

01- TEMA DO PROGRAMA: ESTÁGIO INTEGRADO

02- OBJETIVOS GERAIS DO PROGRAMA: DEFENDER ESTÁGIO INTEGRADO PARA COMPLEMENTAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS.

03- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO, ANÁLISES FÍSICOS/QUÍMICOS DE MATÉRIA-PRIMA E PRODUTOS ACABADOS ACOMPANHAMENTO DA SISTEMÁTICA, DESENVOLVIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA ALTERNATIVA.

04- ÁREA OU ATIVIDADE DO ESTÁGIO: SUPERVISÃO DA QUALIDADE E ANÁLISE EM LABORATÓRIO.

05- DISCRIMINAÇÃO DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS: ANÁLISE DE MATÉRIAS-PRIMA EM LABORATÓRIO, ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO NA FABRICAÇÃO, APLICAÇÃO DAS NORMAS DE QUALIDADES EXISTENTES.

Belo Jardim, 23 de janeiro de 1992 .

Cia. Moura Ind. de Separadores

José da S. Calado  
Chefe Depto. Pessoal

## AGRADECIMENTOS

Em especial agradeço a Deus que me fez vida e está sempre perto de mim, socorrendo-me quando mais necessito e foi, durante toda a batalha, meu maior estímulo e a razão da minha vitória.

Minha eterna gratidão a minha família, em especial a meus pais, que participou de minha caminhada e sem ela tudo seria impossível.

A CIA. MOURA INDI. DE SEPARADORES, pela oportunidade de concretizar e concluir meus estudos e a todos os funcionários que colaboraram para o meu aprendizado.

Agradeço ao departamento de Engenharia Química, nas pessoas das profas. Dra. Élide Eduarda Famá, coordenadora de estágio e Msc Maria do Socorro Lacerda, vice-coordenadora de estágio.

Ao prof. Msc. Marcelo Silveira Rabelo que me acompanhou durante o estágio e me orientou.

Aos colegas, professores e funcionários que participaram e me ajudaram nesta conquista.

## R E S U M O

Os componentes para baterias produzidas pela CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES são processadas por dois setores diferentes e independentes: o setor de produção de plástico e o setor de produção de separadores.

O setor de produção de plástico injeta caixas, tampas e acessórios para acumuladores. A matéria-prima utilizada é o polipropileno em virtude de suas boas características físico-químicas.

O setor de produção de separadores subdivide-se em produção de separadores de PVC e produção de separadores de celulose.

Os separadores de PVC conta com moderna tecnologia européia. A partir do pó de PVC sinterizado obtêm-se separadores microporosos de ótima qualidade.

Os separadores de celulose são produzidos em processo mais complicado. Há um sistema interdependente de preparação de resina e plastisol para filetes. Como produto final se obtém um separador com corpo de papel absorvente impregnado com resina fenólica e filetes a base de PVC.

## SUMMARY

The component parts to accumulator, made by CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES, are made by two different and independent Departments: the manufacturing of plastic products and manufacturing of separators

The manufacturing of plastic products makes, by injection molding, container, lid and accessories to the accumulator. The raw material is Polypropylene due to its good physical-chemical characteristics.

The manufacturing of separator departments is divided into manufacturing of PVC separators and manufacturing of cellulose separators.

The microporous PVC separators are made with modern European technology. It is obtained by sintering of PVC.

The cellulose separators are manufactured in a complicated process. There is an interdependent system of preparation of resin and plastic for threads. The finished product is a separator with a sheet of absorbent paper impregnated with phenolic resin and PVC threads.

## Í N D I C E

	Pág.
1.0. - Introdução	7
1.1. - A CIA. MOURA INDL DE SEPARADORES	7
1.2. - Departamento da Empresa	7
2.0. - Produção de placas separadoras	9
2.1. - Introdução	9
2.2. - Separadores de Celulose	14
2.2.1.- Fluxograma do Processo	14
2.2.2.- Processo de obtenção	15
2.2.3.- Especificações de separadores de celulose	18
2.3. - Separadores de PVC	20
2.3.1.- Fluxograma do processo	20
2.3.2.- Processo de obtenção	21
2.3.3.- Defeitos, causas e soluções de problemas em separadores de PVC	23
2.3.4.- Especificações dos separadores de PVC	25
2.4. - Atividades desenvolvidas	26
2.5. - Discussão	27
3.0. - Produção de injetados	28
3.1. - Introdução	28
3.2. - Atividades desenvolvidas/discussão	29
3.2.1.- Acompanhamento do setor produtivo	29
3.2.2.- Propostas de alteração na formulação	30
3.2.3.- Participação no projeto de alteração dimensional	32
3.3. - Controle de qualidade	33
4.0. - Discussão	35
5.0. - Conclusão	36
6.0. - Bibliografia	37

## APRESENTAÇÃO

Este relatório é a apresentação das atividades realizadas e observações práticas feitas no estágio supervisionado na CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES, sob a supervisão do químico industrial Ricardo Belmonte e orientação do prof. Marcelo Silveira Rabelo.

O objetivo deste trabalho é oferecer uma breve explicação do que é a empresa e como foi desenvolvido o estágio.

O período do estágio foi dividido em etapas, durante 15 dias deu-se a integração, 120 dias na produção de separadores e 45 dias na produção de monoblocos. Esta divisão se deu em virtude das necessidades da própria empresa.

O relatório foi confeccionado baseando-se nestas duas etapas principais: produção de separadores e de monoblocos. Cada etapa será discutida em termos de seus fundamentos teóricos bem como de suas particularidades verificadas na Empresa. As observações industriais mais específicas e alguns resultados quantitativos obtidos serão apresentados e discutidos nas seções correspondentes.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - A CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES

#### - Localização

A CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES está localizada no Sítio Gavião S/N na cidade de Belo Jardim no interior do Estado de Pernambuco.

#### - Histórico

O grupo Moura, constituído legalmente em 1957 em Belo Jardim, começou a operar em 1959 com máquinas toscas, projetadas pela própria fábrica, em dois galpões de 75 m<sup>2</sup> cada.

Hoje conta com um conglomerado de 32 empresas, sendo 30 no território nacional, 01 em Porto Rico e outra na Flórida (EUA).

A CIA. MOURA INDL. DE SEPARADORES constituída em 1967 é a única fábrica do grupo no gênero, com uma produção mensal estimada em dez milhões de separadores e noventa mil conjuntos plásticos, constitue-se basicamente de três setores:

. Produção de separadores de celulose: com tecnologia nacional.

. Separadores de PVC com tecnologia européia - é a única fábrica brasileira no gênero.

. Caixas e tampas plásticas - Produtos injetados com copolímero de polipropileno.

### 1.2. - DEPARTAMENTOS DA EMPRESA

O estágio contou com a fase inicial de integração na empresa feita pelo Departamento de Estudos de Tempos e Treinamentos Operacionais (DETTO). Este departamento desenvolve

métodos de trabalho minimizando tempos operacionais e realiza treinamento de pessoal.

O Departamento de Custos informa os custos industriais de fabricação e de administração balanceando a relação custo, benefício e informando budgets.

O Departamento de Materiais é o responsável pelo almoxarifado e pelo PCP. Controla o estoque de matéria-prima, bens de consumo e programa e controla a produção.

O Departamento de Recuperação de Plástico é responsável pela reciclagem do material injetado rejeitado e material adquirido de terceiros.

O Departamento de Produção de Separadores é responsável pelo processo produtivo dos separadores de PVC e Celulose dentro das especificações determinadas pelo controle de qualidade.

O Departamento de Injeção de Plástico é responsável pela produção de monoblocos e acessórios de polipropileno de acordo com as especificações do departamento de controle de qualidade.

O Departamento de Controle de Qualidade é responsável pelas especificações de produtos desenvolvidos, de novos materiais e pela melhoria do processo produtivo.

Os setores de produção de separadores e de monoblocos são independentes, portanto surge daí a necessidade de infocá-los em itens diferentes ficando mais interessante que os resultados e discussões a respeito dos mesmos fossem inseridos no próprio tema. Até mesmo na montagem as propriedades de um independem do outro.

## 2.0 - PRODUÇÃO DE PLACAS SEPARADORAS

### 2.1 - INTRODUÇÃO

Um acumulador elétrico consiste em duas ou mais células conectadas que convertem energia química em energia elétrica.

As partes essenciais de uma célula são dois eletrodos distintos submersos em uma solução eletrolítica.

Os eletrodos são grades empastadas a base de chumbo. As placas se oxidam e reduzem eletroliticamente em ácido sulfúrico diluído.

As placas positivas são os ânodos e as negativas os cátodos. Esta diferenciação ocorre na formação das placas empastadas onde se dá, por processos diferentes, a criação de uma capa de chumbo esponjosa na superfície das placas negativas e de peróxido de chumbo nas placas positivas que constituem o material ativo da célula.

O eletrólito dos acumuladores de chumbo é uma solução de ácido sulfúrico da qual é requisitado um elevado grau de pureza. Por esta razão é preferível usar o ácido sulfúrico feito de enxofre puro.

Se tem proposto um certo número de teorias para explicar as reações que ocorrem nas baterias ácidas de chumbo porém a mais aceita é a do "sulfato duplo".

Tribe e Gladstone foram os primeiros a propor esta teoria. Descobriram que se formava sulfato de chumbo em ambas as placas como parte do processo de descarga. Também descobriram que a solução eletrolítica se encontrava mais diluída durante este processo.

A teoria do sulfato duplo se expressa segundo a equação:



Da esquerda para a direita, esta reação representa a descarga e da direita para a esquerda a carga. A expressão sulfato duplo deriva-se do fato de que se forma sulfato de chumbo nas placas positiva e negativa.

Esta teoria é comprovada por três fatores:

- 1) A identificação dos materiais formados.

- 2) As quantidades destes materiais que intervem nas reações.
- 3) A relação termodinâmica entre a energia elétrica produzida e a energia química das reações químicas.

Gladstone e Tribe observaram a formação de sulfato de chumbo nas placas durante a descarga e sua subsequente oxidação nas placas positivas e redução nas placas negativas durante a carga. Outros pesquisadores descobriram o dióxido de chumbo e o sulfato de chumbo usando raios-x.

Observou-se que o consumo de ácido na placa positiva confirmava os requisitos da teoria do sulfato duplo.

Dois pesquisadores, Beck e Wynne-Jones, revisaram as provas apresentadas e chegaram a conclusão, em seu estado termodinâmico, que a teoria do sulfato duplo representa de maneira correta as reações que ocorrem na bateria ácido de chumbo.

O diagrama I ilustra em detalhe as reações ocorridas na descarga. Na placa negativa o processo é relativamente simples; a pressão da solução do chumbo faz com que ele seja carregado positivamente. O chumbo divalente reage com os íons de sulfato. O produto da reação é insolúvel no eletrólito e se precipita.

	PLACA NEGATIVA	ELETRÓLITO	PLACA POSITIVA
Materiais originais usadas	Pb	$2H_2SO_4$ e $H_2O$	$PbO_2$
Processo de ionização		$SO_4^{--}, SO_4, 4H^+$	$4OH^-, Pb^{++++}$
Processo produtor de corrente	$2e + Pb^{++}$		$Pb^{++} - 2e$
Produtos finais da descarga	$PbSO_4$	$4H_2O$	$PbSO_4$

DIAGRAMA I

O processo de carga se ilustra no diagrama II. Começando com os produtos da descarga o sulfato de chumbo de ambos os eletrodos passa para a solução e se ioniza rapidamente. Os íons divalentes de chumbo da placa negativa, que agora é o cátodo, tomam dois elétrons, neutralizando sua carga e logo se depositam como chumbo no estado sólido. Os íons divalentes de chumbo na placa positiva ou ânodo se vêem obrigados a tomar dois elétrons o que os convertem a tetravalente. Cada um destes íons pode unir-se então com dois íons de oxigênio, mediante um passo intermediário para formar dióxido de chumbo que se deposita na placa. Os íons do sulfato formado em cada placa se unem com dois íons de hidrogênio, com um passo intermediário formando ácido sulfúrico em cada placa.

	PLACA NEGATIVA	ELETRÓLITO	PLACA POSITIVA
Produtos finais da descarga	$PbSO_4$	$4H_2O$	$PbSO_4$
Processo de ionização	$Pb^{++}, SO_4^{--}$	$2H^+, 4OH^-, 2H^+$	$SO_4^{--}, Pb^{++}$
Processo produzido pela corrente	$+2e$		$Pb^{++++} -2e$
Materiais originais usados	Pb	$2H_2O$ $H_2SO_4$	$PbO_2$ $H_2SO_4$

DIAGRAMA II

A célula armazena energia elétrica em virtude das reações químicas que ocorrem nos eletrodos. A energia elétrica é armazenada como energia química. Durante o processo de carga, a energia elétrica se converte em energia química e quando há a descarga esta energia química novamente se converte em energia elétrica.

As placas negativas e positivas não podem ser colocadas

juntas devido a que a descamação do material ativo ou a formação de encrustações nas placas negativas faz ligação metálica entre as placas de polaridade oposta.

Para impedir esta condução metálica usam-se placas separadoras. Estas placas, porém, permitem a livre passagem da corrente elétrica.

Entre os tipos de separadores figuram os de caucho, fibra de vidro, madeira, celulose e com o desenvolvimento dos plásticos modernos os de Vinon, Saran (PVC) etc.

Os separadores fabricado pela CIA. MOURA são os de celulose e PVC.

As placas separadoras são delgadas, em um dos lados apresentam filetes salientes e é este lado que é colocado junto a placa positiva. Isto se faz por várias razões: se reduz ao mínimo o contato do separador com o material muito oxidante da placa positiva e se obtém um maior volume de ácido para o uso da placa positiva durante a descarga. Em descargas muito intensas, a capacidade máxima da placa positiva é conseguida só em concentrações moderadamente altas de ácido. É necessário, portanto, que a placa positiva tenha uma ampla concentração de ácido para manter a concentração. A placa negativa, ao contrário, alcança sua capacidade máxima a uma concentração relativamente reduzida.

A resistência elétrica é uma magnitude muito importante para os separadores. Comumente se fazem testes a elevadas intensidades de descargas para determinar as características de voltagem do acumulador que depende da resistência interna da célula e portanto da resistência do separador.

A porosidade do separador é uma característica muito importante no funcionamento da bateria, o tamanho médio dos poros não deve exceder 40 microns e o máximo 50 microns, isto para que tenha boas características filtrantes ao mesmo tempo que deve favorecer a ampla circulação da solução eletrolítica.

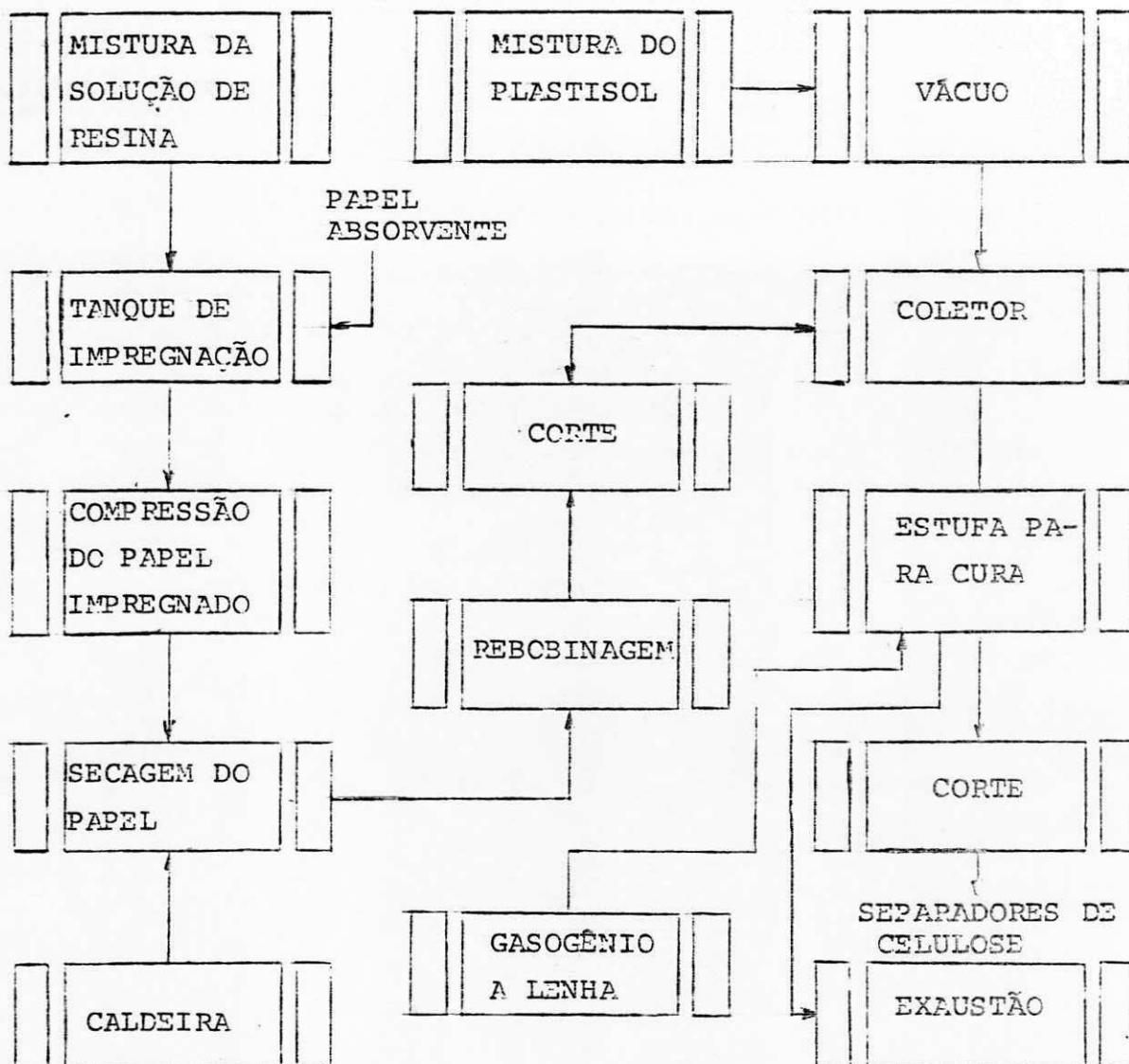
Os separadores de PVC, geralmente, apresentam características superiores aos de celulose. Os separadores de PVC apresentam resistência mecânica mais alta, isto minimiza as perdas por manuseio na montagem. O PVC apresenta porosidade mais controlada isto o torna menos resistente a passagem de corrente e o torna mais filtrante o que o faz evitar satisfatoriamente o envenenamento das placas negativas pela migração do antimônio oriundo das grades.

É comum nas baterias ocorrer curto circuito quando a densidade da solução eletrolítica baixa a níveis de modo a impregnar os separadores com sulfato de chumbo, pela redução deste a chumbo; nestas condições o sulfato obstrui severamente os poros dos separadores. Os separadores de PVC já são feitos para que isto não ocorra, pois os tipos de poros permitem ampla circulação deste sulfato sem impregná-lo.

Os separadores de celulose tem um processamento mais complicado e sofre as desvantagens acima porém é muito mais barato e isto o torna mais procurado.

## 2.2. SEPARADORES DE CELULOSE

### 2.2.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO



## 2.2.2. PROCESSO DE OBTENÇÃO

Este processo constitui-se das seguintes etapas:

- a. Preparação da solução de resina fenólica
- b. Preparação do Plastisol
- c. Impregnação do papel
- d. Acabamento

- a. Preparação da solução de resina fenólica.

A solução de resina fenólica é uma mistura de resina fenólica, água, álcool e Dioctil Sulfossuccinato de Sódio (SLOR).

O Slor é um excelente agente umectante e emulsificador utilizado para reduzir a tensão superficial e aumentar a absorvância e penetração da resina no papel. O álcool tem a mesma função, porém bem menos eficiente que o SLOR.

A mistura, feita em tanques, é mantida sob agitação constante e a temperaturas de aproximadamente 15°C. Após 1 hora de agitação é levado ao laboratório uma amostra para análise. Esta análise determina o teor de sólidos da resina e caso o resultado não esteja dentro das especificações, a resina fica rejeitada até que correções adequadas sejam executadas.

- b. Preparação do plastisol

O plastisol pode ser definido como o produto da dispersão de resina vinílica em plastificante. Esta resina é obtida pelo processo de polimerização em emulsão ou micro suspensão. O tamanho da partícula encontra-se na faixa de 1 a 10  $\mu$ m. É aditivada com outros produtos para ter características adequadas ao uso dos separadores.

Na formulação do plastisol cada elemento deve merecer

especial atenção, pois irão influenciar decisivamente as propriedades reológicas da pasta e propriedades mecânicas do produto final.

COMPONENTE	F U N Ç Ã O
DOP (DIOCTILFTALATO)	Age como plastificante neutralizando as forças de Van der Waals. Irá conferir flexibilidade ao produto final
CARBONATO DE CÁLCIO	Com a finalidade básica de reduzir o custo eventualmente melhora a estabilidade dimensional, isolamento elétrico ou ininflamabilidade do produto final.
PLANAGEM (AZODICARBONAMIDA)	Agente de expansão
NEGRO DE FUMO	Corante
TSPP (TETRAPIROFOSFATO DE SÓDIO)	Retardante de chamas
SÍLICA GEL	Agente espessante, devido a sua elevada área superficial aumenta consideravelmente o fator de fluxo e pseudoplasticidade do composto sem alterar as propriedades do produto final
ÓXIDO DE CÁLCIO	Agente higroscópico que não permite a formação de umidade na massa.
ÓLEO MINERAL	Usado como redutor de viscosidade.

A mistura é feita inicialmente por 10 minutos em um moinho de disco depois adiciona-se o PVC e o DOP e mistura-se por 50 minutos.

Durante a preparação do plastisol, grande quantidade de bolhas de ar ficam retidas, causando porosidade no produto final, prejudicando seu acabamento, propriedades mecânicas e óticas. Desta forma, se faz necessária a desaeração da pasta. Para isto, se usa um autoclave a vácuo por 2:30 horas.

Em seguida a massa, pronta para uso, é depositada, através de um e por gravidade, em cubas que irão alimentar a máquina de acabamento.

#### c. Impregnação do papel

O papel absorvente passa por um tanque de resina fenólica onde é impregnado, é puxado por entre dois rolos que o comprimem para retirar o excesso de resina.

O papel impregnado passa por uma estufa, aquecida por uma caldeira, cujas temperaturas variam inversamente com a pressão entre os rolos.

A estufa é composta por três zonas de temperatura; têm-se em média, as temperaturas de 145 - 130 - 175°C para uma velocidade de 600 rpm e com uma pressão de 6 kg. A variável neste caso é a velocidade da máquina que o operador controla segundo o teor de umidade no papel.

A primeira amostra saída da estufa é levada ao laboratório para análise, verifica-se o teor de resina que não estando dentro das especificações do controle de qualidade requer um ajuste na pressão dos rolos.

A bobina é encaminhada ao corte, nesta etapa ela será subdividida em quatro bobinas mais estreitas. O tipo de separador que se irá produzir determinará a largura das novas bobinas.

#### d. Acabamento

No acabamento as bobinas cortadas recebem os filetes de plastisol através de um tubo coletor.

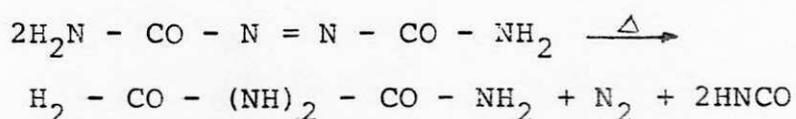
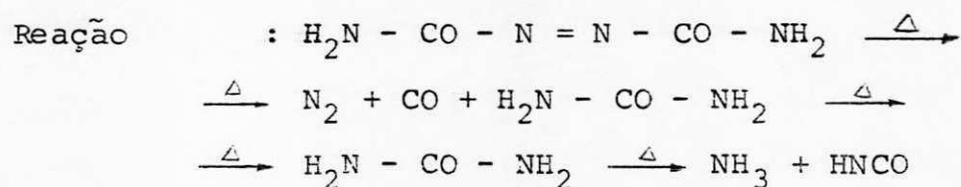
O papel é desenrolado e passa sob o tubo coletor, o qual apresenta um número de perfurações que irão dar forma aos filetes do separador. A vazão da massa sobre o papel é bem controlada pelo desenrolador para que o filete tenha a espessura determinada pelos padrões.

O papel com os filetes passa por uma estufa a aproximadamente 300°C e com uma velocidade de aproximadamente 1700rpm. É então completada a cura da resina fenólica e os filetes também tornam-se consistentes.

Nesta etapa ocorre a decomposição da planagem.

Fórmula:  $\text{H}_2\text{N} - \text{CO} - \text{N} = \text{N} - \text{CO} - \text{NH}_2$

T<sup>decomposição</sup>: 205 - 215°C



Passado pela estufa, o papel com o filete é cortado longitudinalmente e transversalmente determinando respectivamente largura e altura do separador. Nesta etapa há uma inspeção visual para se ver a uniformidade dos filetes.

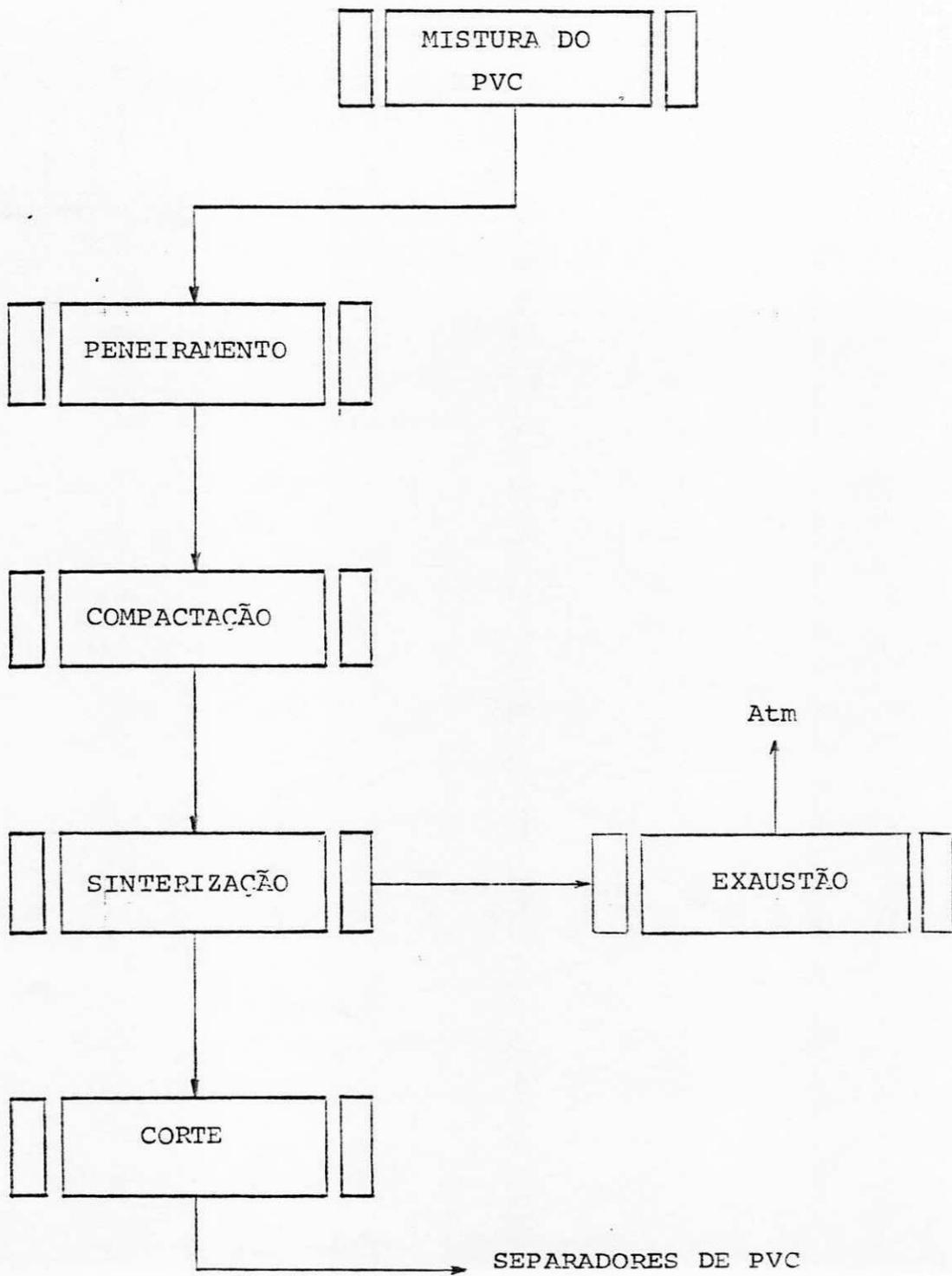
### 2.2.3. Especificações de separadores de celulose

- . Material: Corpo em celulose impregnada de resina fenólica com nervuras em PVC.
- . Devem apresentar dimensões conforme desenho
- . A resistência mecânica mínima a perfuração de 600 g
- . Resistência elétrica máxima a 25°C de 35 mΩ/pol<sup>2</sup>
- . Resistência a corrosão em um meio ácido com oxidante máxima 36%.

- . Resistência a corrosão em meio ácido por 24 horas 17%
- ~~o~~. Porosidade Gurley : mínimo 15 seg.
- . Cura completa

## 2.3. SEPARADORES DE PVC

### 2.3.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO



### 2.3.2. PROCESSO DE OBTENÇÃO

Este processo constitui-se das seguintes etapas:

- a. Mistura
- b. Peneiramento
- c. Compactação

#### a. Mistura

A matéria prima única é o PVC. A mistura é feita por centrifugação por 10 a 15 minutos.

O objetivo desta etapa é conseguir uma melhor homogeneização da consistência do PVC. Algumas vezes é necessário o uso de uma pequena quantidade de água.

#### b. Peneiramento

O pó passa por uma malha 120, a qual é vibrada por um sistema eletromagnético com pulsação de 60 Hz. O peneirado desce por gravidade, por um tubo de 20 cm de diâmetro, para o silo de alimentação da máquina.

Nesta etapa é imprescindível que o PVC seja totalmente isento de impurezas ou umidade pois causará furos no separador.

#### c. Compactação

O material é compactado em um cilindro de aço inoxidável ranhurado o qual dá forma aos filetes do separador. Há uma diversidade de 15 cilindros ranhurados de acordo com os tipos de separadores. O tipo de cilindro determinará a largura e a profundidade dos filetes em relação ao corpo do separador. Após instalado, será regulada a distância que ficará da fita de aço inoxidável na qual é depositado o PVC.

A espessura varia também com a velocidade da fita de aço e da temperatura no interior da estufa que determinarão o grau

de contração do PVC.

Durante esta etapa há o atrito do PVC na fita de aço, este atrito aumenta a carga estática do PVC provocando furos no separador. Esta carga é controlada colocando-se um pouco de água na etapa de mistura.

#### c. Sinterização

O pó, após compactação, passa por uma estufa elétrica para que se plastifique.

O grau de sinterização é controlado em função da velocidade da fita de aço e das temperaturas dos pirômetros. O aquecimento das esteiras é conseguido através de um conjunto de resistências colocadas ao longo da fita de aço ou esteira.

Através de um levantamento prático chegou-se a seguinte tabela.

VELOCIDADE (pol/min)	TEMPERATURA DOS PIRÔMETROS (°C)					
	1A	1B	2A	2B	3A	3C
170 - 160	190	170	215	175	255	230
159 - 150	185	165	210	170	250	225
149 - 140	180	160	205	165	245	220
139 - 130	175	155	200	160	240	215
129 - 120	170	150	195	155	235	210
119 - 110	165	145	190	150	230	205
109 - 100	155	135	185	145	225	200
99 - 90	150	130	180	140	220	195

A referência 1 indica o primeiro pirômetro a partir do cilindro ranhurado.

A referência A indica o pirômetro com resistência sobre a esteira e B abaixo da esteira.

É importante ressaltar que esta tabela feita pelo controle

de qualidade dá apenas uma noção sobre a regulagem da máquina que muito mais é conseguida com a experiência do operador. Esta regulagem sofre influência das condições climáticas ambientais, do tipo de PVC e das condições gerais da máquina.

Esta etapa é de grande importância nas propriedades mecânicas e elétrica do separador, pois se de um lado uma sinterização maior aumenta satisfatoriamente a resistência mecânica por outro lado aumenta a resistência elétrica portanto, a sinterização sofre um balanceamento para que se obtenha ambas resistências satisfatórias.

É também interessante que a sinterização seja o mínimo possível para diminuir a contração do PVC pois assim há um ganho de PVC. É comum, às vezes, sem que se deteriore as propriedades físicas, que se aumente um pouco a temperatura sob a esteira e diminua-se a temperatura sobre a esteira pois o corpo sinteriza o suficiente para se ter boas propriedades mecânicas e os filetes contraem-se pouco.

Outro fator que dificulta o balanceamento da temperatura é a oxidação da fita de aço, isto provoca uma heterogeneidade na sinterização fazendo com que a esteira de PVC tenha uma parte mais sinterizada que outras. A solução para este caso é o polimento com lixas de papel. O empenamento da fita de aço provoca o mesmo efeito porém não existe solução para este caso, só se trocando a fita.

Após a sinterização é feito o corte da esteira de PVC por uma máquina controlada por um variador de velocidade hidrodinâmico Reynold.

Os separadores são examinados ao passarem por uma mesa iluminária.

### 2.3.3. DEFEITOS CAUSAS E SOLUÇÕES DE PROBLEMAS EM SEPARADORES DE PVC.

Esta tabela que se segue foi feita pelo controle de qualidade complementada com observações práticas feitas no decorrer do estágio.

TIPO DE DEFEITO	CAUSA	SOLUÇÃO
Pó de PVC grudado no cilindro	Pó preparado com pouca água	Certificar-se da quantidade de água adicionada e fazer complemento
Separadores com buracos vistos a olho nu.	PVC preparado com excesso de água Impureza	Separar este PVC para mistura com PVC sem preparo. Verificar se não há furos na peneira.
Separadores com resistência elétrica alta.	Excesso de sinterização. Separador com espessura muito grossa.	Verificar parâmetros da estufa. <span style="float: right;">A</span> Verificar a altura do cilindro.
Separadores com resistência mecânica baixa.	Baixa sinterização. Separador com espessura muito fina.	Verificar aferição dos pirômetros. Verificar pirômetros
Largura e altura fora do especificado.	Pente inadequado Navalhas cegas Velocidade da guilhotina não ajustada.	Verificar colocação do cilindro ranhurado. Verificar pirômetros Colocar pente apropriado. Trocar navalhas Regular guilhotina

TIPO DE DEFEITO	CAUSA	SOLUÇÃO
Separadores com manchas.	Matéria-prima	Verificar se a matéria-prima foi aprovada pelo controle de qualidade
	Exaustores parados.	Ligar exaustores
	Fita de aço suja	Verificar o estado geral da fita de aço. Polir a fita de aço
	PVC não peneirado	Verificar a existência de furos na peneira.
Separador mais sinterizado de um lado que de outro.	Fita de aço empenada.	Trocar a fita de aço
	Resistência queimada.	Trocar as resistências.
Peso maior que o especificado.	Excesso de contração.	Diminuir um pouco a temperatura da parte superior da esteira.

#### 2.3.4. ESPECIFICAÇÕES DOS SEPARADORES DE PVC

- . Material Corpo e nervuras em PVC sinterizado microporoso.
- . Os separadores devem apresentar dimensões conforme norma da empresa
- . Resistência mecânica à penetração mínima de 600 g.

- . Resistência elétrica a 25°C máxima de 35m /pol<sup>2</sup>
- . Tamanho médio dos poros máximo 22 microns
- . Porosidade gurley mínima: 60 segundos
- . Teor de Cloro: máximo 60 ppm.

#### 2.4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

##### Teste de Resistência Mecânica

O teste consiste em medir a resistência que o separador oferece a penetração. O teste é feito em duas peças por caixa, é direcionado àquelas que parecem ter menor resistência.

##### Teste de Resistência Elétrica

Consiste em fazer passar uma corrente elétrica através de três separadores imersos em uma solução eletrolítica. O teste é direcionado às peças mais sinterizadas. O resultado é a média da resistência elétrica dos três.

##### Teste de Cura

Exclusivo para separadores de celulose é feito com uma solução de KCrO<sub>2</sub> e acetona. Coloca-se umas gotas de acetona e em seguida a solução. A cura incompleta é detectada por uma mancha azulada no separador.

##### Teste de furos.

Exclusivo para separadores de PVC. Colocando-se uma fonte luminosa sob o separador, qualquer furo, que o mesmo tenha, será detectada pelo inspetor.

## 2.5. DISCUSSÃO

O setor de separadores conta com um importante sistema de controle: a experiência humana. Neste setor o sistema de controle de parâmetros por tabela nem sempre funciona pois o processamento está muito dependente da matéria-prima, onde não se consegue propriedades constantes e das condições ambientais. É um equilíbrio que requer muita atenção e como os sensores humanos não são tão exatos, as características finais do produto, em alguns casos, saem do especificado, sendo necessário adotar-se tolerâncias nas especificações.

Resolveu-se adotar uma classificação de defeitos críticos, secundários e importantes. Esta classificação guia a liberação de material fora de especificação; defeito crítico no produto o faz rejeito, importante só o chefe do controle de qualidade libera segundo sua magnitude e secundário, o próprio inspetor analisa o problema e libera se preciso for.

Os defeitos críticos nos separadores são: furos nos separadores de PVC, cura incompleta nos celulósicos e resistência elétrica em ambos. Estas propriedades afetam drasticamente o funcionamento da bateria.

Um defeito importante é a resistência mecânica que não tem efeito considerável no tempo de vida da bateria porém aumenta consideravelmente o desperdício na montagem pois os separadores se quebram muito no manuseio.

Vale salientar que esta classificação pode guiar a produção e o próprio controle de qualidade à permissividade quando falta equilíbrio entre estas propriedades.

O mercado mundial está adotando o defeito zero como norma derrubando os tão usados NQA's e é muito importante que a empresa se encaixe nesta norma para poder participar do mercado internacional e também competir com os importados no país.

### 3.0 - PRODUÇÃO DE INJETADOS

#### 3.1. Introdução

A produção de injetados tem a finalidade de produzir os recipientes adequados as células das baterias. Produz-se caixas, tampas, rolhas, capas de borne e os terminais das alças para bateria.

Os materiais plásticos, entre outras características, têm boa resistência ao impacto, são moldáveis a um grande número de formas e são inflamáveis. O polímero usado neste processo é o polipropileno.

O polipropileno apresenta densidade de 0,905, boa resistência ao calor e temperatura de amolecimento de 160°C. Sua alta cristalinidade lhe confere elevada resistência mecânica, rigidez e dureza, que se mantém a temperaturas relativamente elevadas.

O polipropileno reciclado é usado numa proporção de 15% pois o mesmo altera as propriedades mecânicas do produto.

O processo de injeção é um dos mais utilizado entre os processos de moldagem de plástico.

O polipropileno granulado é transformado ao estado pastoso sob ação de calor e pressão. Em seguida o material, em quantidades pré-estabelecidas, será injetado nas cavidades do molde refrigerado que contém a forma do produto final.

O processo de injeção nos fornece:

- . Máximo exatidão de forma e dimensão de peça injetada.
- . Possibilidade de formar orifícios, reforços, inserção de outros materiais, obtendo-se peças para pronta aplicação.
- . Superfície com aparência e textura desejada
- . Peças com propriedades mecânicas inerentes ao material.

- . Rápida produção de grandes quantidades de peças com grandes volumes.
- . Aproveitamento da quase totalidade do material empregado na injeção.

### 3.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS/DISSCUSSÕES

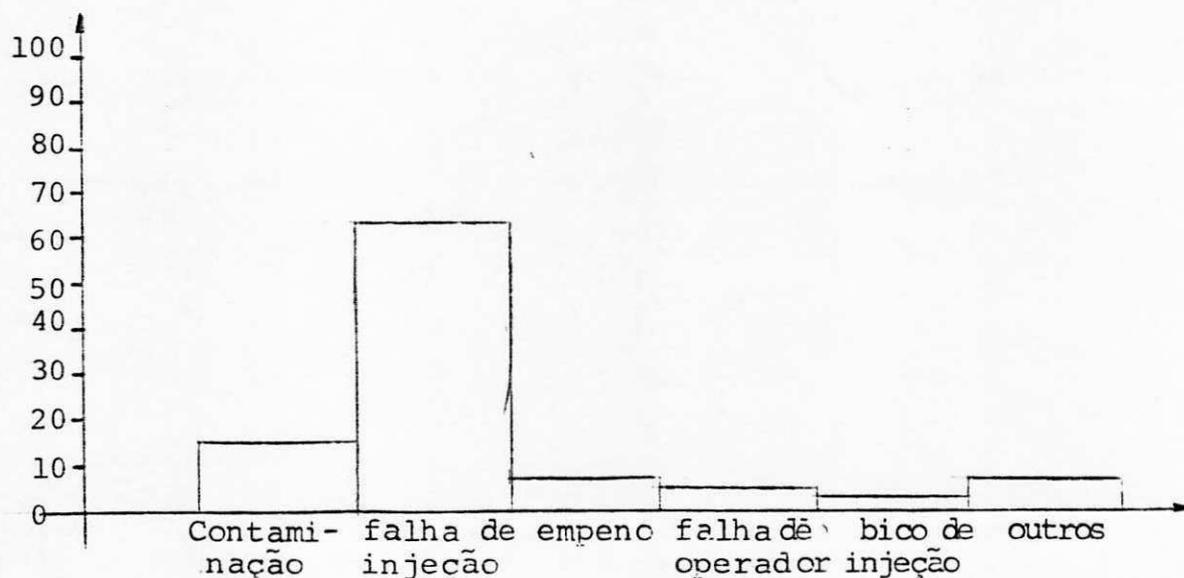
#### 3.2.1. ACOMPANHAMENTO DO SETOR PRODUTIVO

O setor de injeção de plástico conta com um total de 15 injetores, sendo 6 máquinas para a produção de caixas, 6 para a produção de tampas e 3 para produção de acessórios.

As condições de moldagem afetam as propriedades da matéria-prima e conseqüentemente do produto final. É muito importante se conhecer as condições ideais para o processamento.

Em todo processo de transformação existem variações que devem ser controladas pois embora seus efeitos não possam ser totalmente controladas podem ser bem amenizadas e o produto final pode ficar pelo menos aparentemente perfeito.

Uma das tarefas realizadas foi um levantamento dos principais defeitos decorrentes do processo de injeção foi feito durante quinze dias e chegou-se ao seguinte resultado, segundo gráfico abaixo:



Vale a pena salientar que no decorrer do estágio pude verificar uma certa periodicidade de falhas; há certos períodos em que um tipo de defeito se torna muito constante como, por exemplo, um problema de vazamento na bucha das tampas que respondia por aproximadamente 60% do inutilizado total da fábrica. O problema era proveniente da composição química da liga de chumbo que fazia as buchas. Porém em todo o período de estágio, generalizando, pode-se dizer que esta etapa assinalada é bem representativa do geral da fábrica.

Observa-se que não há uma tabulação de parâmetros para as injetoras, isto é, não há um manual de processo; as pessoas que regulam a máquina são mecânicos que aprenderam na própria máquina a equilibrar seus parâmetros; a matéria-prima não apresenta propriedades regulares, isto porque é misturado com material reciclado, o qual não possui nenhuma especificação, não há, na empresa, um laboratório que controle as especificações da matéria-prima, tudo é feito pela experiência humana que mesmo podendo na maioria dos casos solucionar defeitos, jamais poderá evitá-los.

Foi iniciado um trabalho de graduar as temperaturas no cilindro das injetoras com o objetivo básico de que o material fosse submetido menos tempo as altas temperaturas e diminuir os efeitos desastrosos da degradação no polímero.

### 3.2.2. PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NA FORMULAÇÃO

Com o intuito de melhorar o processamento e principalmente baratear o custo de fabricação foi proposto modificações na formulação da matéria-prima.

#### . UTILIZAÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO COMO CARGA NO POLI-PROPILENO

A introdução de carga ao polipropileno tem a finalidade

básica de baratear o custo de produção podendo também possibilitar um aumento na resistência do material em relação a matriz polimérica.

Foi experimentado uma concentração de 6% de carbonato de cálcio, usando silicone para facilitar a incorporação.

A pré-mistura foi manual, usou-se uma pistola para borrar o silicone no polipropileno e em seguida adicionou-se o carbonato e manualmente tentou-se homogeneizar a mistura para as caixas pretas usou-se uma percentagem irrisória de master batch.

Percebia-se uma nítida contaminação do carbonato com ligeira modificação da cor branca para lilás.

O teste foi feito na própria injetora sem modificação de nenhum parâmetro. A dificuldade encontrada foi a não existência de misturadores e outros equipamentos de laboratório para uma avaliação preliminar.

Como resultados obtivemos:

Caixas pretas: Aparentemente não se teve problemas; a dureza média obtida foi de 70 porém 30% apresentaram vazamento no bico de injeção.

Caixas brancas: Claramente se via marcas de fluxo e a separação das duas fases, o teste foi desastroso ocasionando entupimento no canal de distribuição da injetora. Foi suspenso imediatamente.

#### . UTILIZAÇÃO DE LUBRIFICANTE NO PROCESSAMENTO

Os lubrificantes são aditivos que facilitam o processamento melhorando as propriedades de fluxo e diminuindo a aderência do melt aos componentes da máquina. São compostos orgânicos de origem natural ou sintético em forma de pó que fundem até 150°C ou líquidos.

O objetivo de seu uso é diminuir a temperatura de

processamento conseqüentemente diminuir o tempo de resfriamento para aumentar a produção, também reduz os efeitos da degradação proporcionando melhores propriedades ao produto final.

Existem os lubrificantes internos que vão aumentar a fluidez do polímero e os externos que vão diminuir sua aderência à máquina e facilitar a desmoldagem.

. Concentração aconselhada de lubrificante: 0,5 - 1,0%

. Lubrificantes internos: Esteárato de cálcio

Cera de amida (etileno bis  
estearamida)

. Lubrificante externo: Mono estearato de glicerol

Não foi possível a realização de nenhum teste por falta de material.

### 3.2.3. PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE ALTERAÇÃO DIMENSIONAL

Foi proposto, pela Engenharia do Grupo Moura, uma alteração na espessura das paredes internas da caixa, de 1,6mm para 1,0mm.

Foram utilizados um total de 100 caixas para teste funcional na montagem. Os testes foram feitos em ACUMULADORES MOURA na linha Pilot.

Os parâmetros da máquina de selar estavam regulados nas condições normais de processamento.

Na selagem, caixa e tampa são aquecidos e sob pressão são coladas uma a outra com o material amolecido. Se o aquecimento é menos que o necessário o material amolecido é insuficiente para a colagem e se o aquecimento é mais que o necessário o material amolecido adquire uma fluidez maior que o habitual e isto provoca o seu arraste pelo espelho da máquina de selagem, o material que fica é insuficiente para a selagem. É muito importante que a temperatura e o tempo de aquecimento sejam rigorosamente controlados para que se tenha uma selagem

perfeita e não ocorra vazamento entre caixa e tampa. Quanto maior a área de contato entre caixa e espelho maior vai ser o tempo de aquecimento. A área de contato é a espessura das paredes da caixa, portanto as espessuras das paredes devem estar muito próximas entre si para que se tenha um aquecimento homogêneo. Porém quando se faz tal modificação a diferença entre a espessura das paredes internas e externas aumentaram muito e isto provocou uma desregulagem de aquecimentos na selagem provocando os vazamentos.

Houve vazamento entre caixa e tampa em aproximadamente 40% das baterias e das 60% restantes que não vazaram na montagem, após o teste de vibração vazaram todas.

### 3.3. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade conta com um inspetor por turma o qual irá inspecionar, por amostragem e hora a hora, a produção das quinze injetoras.

A inspeção consta de duas etapas: uma visual e outra funcional. A inspeção visual detecta falhas de fabricação, como por exemplo: falha de injeção, manchas, repuches, empenos etc. O teste funcional é tão somente o teste de vazamento; nas caixas é feito passando-se uma corrente elétrica através das paredes da caixa, valendo-se da propriedade de isolante elétrico dos plásticos, provoca-se uma corrente elétrica de dentro para fora das caixas e só no caso em que haja microfuros aparecerá um raio azulado que o detecta. No caso das tampas o teste de vazamento é feito entre a bucha e a tampa, através de ar comprimido e uma mistura de detergente e água. Espalha-se ao redor da bucha a espuma da mistura e vedando-se a parte superior da bucha aplica-se ar comprimido a pressão de 0,3 bar e, se houver vazamento, haverá a formação de bolhas.

O controle de qualidade conta com um manual de especificações. A análise de falhas pode ser feita por um diagrama matricial onde consta os principais problemas e as prováveis soluções.

Todo material rejeitado é enviado a recuperação de plástico onde será reciclado e granulado e volta a fábrica como material de segunda qualidade o qual participará da formulação da matéria-prima.

Defeitos funcionais fazem os produtos serem rejeitados de imediato e o lote é encarregado para uma inspeção 100% das peças.

#### 4.0. DISCUSSÃO

O Estágio Curricular integra o aluno na realidade industrial, prepara-o para lidar com seus conhecimentos teóricos, aprendendo o dia-a-dia na indústria e trazendo idéias de aperfeiçoamento para a empresa. Cabe a instituição empresarial guiar o aluno neste empreendimento para que ela própria usufrua destas idéias e para que o aluno aprenda a adequar seus conhecimentos a forma industrial.

O estágio não convergiu para um ponto específico, foi um aprendizado em que idéias de resultados a curto prazo eram mais bem vindas. A estrutura para desenvolver projetos na empresa é muito precário e não houve um planejamento para o estágio, que foi desenvolvido com o próprio trabalho; por esta razão o estágio foi polivalente e pôde-se ter uma visão geral da própria empresa em todos os seus aspectos.

Foi muito importante a participação dos operários, consegue-se aprender muito com eles, estão sempre prontos a satisfazer qualquer curiosidade e sua experiência no setor guia na execução de algum "projeto".

## 5.0 CONCLUSÃO

O setor de separadores é bem mais simples e organizado que o setor de injeção; tem um percentual de inutilizado bem mais baixo em virtude do melhor esquema de controle de processo.

Os separadores de PVC possuem características físico-químicas superiores aos de celulose porém o baixo custo do separador de celulose o faz mais aceito no mercado brasileiro onde a exigência primordial ainda é o custo.

O setor de separadores está bastante desenvolvido, em termos de formulação, embora ainda haja possibilidades de reformulação visando baixar custo.

O setor de injeção de plástico necessita de um melhor controle de parâmetros; em virtude da falta de controle, material e máquina estão sendo prejudicados em suas características. A falta de um laboratório de plástico é a principal causa desta falta de controle pois a matéria-prima apresenta-se bastante heterogênea principalmente o plástico recuperado.

É necessário que ocorra uma profunda transformação no controle de qualidade para que a fábrica se enquadre nas normas internacionais de qualidade pois com a abertura de mercado, vence a grande competição pelo mercado consumidor quem tem o melhor, em termos de qualidade e preços, a oferecer.

## 6.0. BIBLIOGRAFIA

Anais sobre o V Seminário técnico de polímeros -  
Salvador, Novembro de 1988.

BLASS, Arno - Processamento de polímeros, Editora da  
UFSC, 1988

HOECHST - Literatura técnico sobre moldagem por injeção

RABELO, M. Silveira - Aditivção de polímeros  
UFPA - 1990.

VINAL, G. Wood - Acumuladores, Editorial Diana S.A.,  
1ª Edição, 1960.

A N E X O

PRINCIPAIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO

PRINCIPAIS PROBLEMAS														SOLUÇÕES PROVÁVEIS				
DES-COLORAÇÃO	PECAS INCOMP-LIAS	DEPRESSÕES	REBAPEIS	LIMBAS	LINEAS DE JUNÇÃO FRACAS	ACABAMENTO SUPERFICIAL POBRE	MARCAS DE BRILHO	MARCAS DE JATO (ESPIRADO)	PONTOS DE QUEIMADO	LAMINAÇÃO	REFORMAÇÃO	MARCAS DE ONCULAÇÃO	ESTABILIDADE DIMENSIONAL FRIE	MARCAS DE ARRASTO FRISCO	PEÇA GRUDANES NA CAVIDADE	BICO GRUDANES NA BUCHA	MANCHAS ROSADAS NA ENTRADA	
	2	2		4	5	2				5	2						3	AUMENTE A PRESSÃO DE INJEÇÃO
4			2			6		5		3		3	2	1				DIMINUA A PRESSÃO DE INJEÇÃO
	7	6								8	7	7						AUMENTE O TEMPO DE CICLO
	6	5				8				4	6	5		5		6		AUMENTE O TEMPO DE RECALQUE
			3					4					3	4	1			DIMINUA O TEMPO DE RECALQUE
10	23	7		7	7	14	7		8			11		7			9	AUMENTE O BICO, O CANAL OU A ENTRADA
	10			5	6	13			6			18		8			8	DIMINUA A AREA PLANA DA ENTRADA
9	9			5		12	5		5			8					7	AUMENTE O Ø DO FURO DO BICO
2	1	1								1	1	1						AJUSTE A ALIMENTAÇÃO DE DOSAGEM
			5									5						AUMENTE A PRESSÃO DE FECHAMENTO
	5			3	1	5			3	2		2						AUMENTE A TEMPERATURA DO CILINDRO
1		3	1		4	3	2	1		7	3			2			4	DIMINUA A TEMPERATURA DO CILINDRO
5	3			1	2	4	3	3	2			4			2	2		AUMENTE A TEMPERATURA DO MOLDE
	4									5	4			1				DIMINUA A TEMPERATURA DO MOLDE
	9					18				11	8	12						MODIFIQUE O CIRCUITO DA REFRIGERAÇÃO DO MOLDE
		6																AJUSTE O FECHAMENTO DO MOLDE
					15			7									12	AUMENTE AS SAÍDAS DE AR.
3					1	1	1		1								1	SECAR O MATERIAL.
1	11	8		8		17	8					9					11	MUDE O LOCAL DE ENTRADA
						19								8				POLIR A SUPERFÍCIE DO MOLDE
						16	6		7								10	AUMENTE O Ø OU A PROFUNDIDADE DO CABINHO FRIO DO BICO
	4			2														AUMENTE A VELOCIDADE DE INJEÇÃO
5			4			7	4	2	4	9		6					5	DIMINUA A VELOCIDADE DE INJEÇÃO
																	3	REAJUSTE O BICO E A BUCHA
6								6										VERIFIQUE A RESISTÊNCIA DO BICO
						11												POLIR O BICO, OS CANAIS E AS ENTRADAS
7				9	8	9			9									VERIFIQUE A CONTAMINAÇÃO DO MATERIAL
										10								USE DISPOSITIVOS DE RESFRIAMENTO
																	5	POLIR A BUCHA DE INJEÇÃO
																	4	VERIFIQUE A CARRA DO BICO

Obs. Os números de 1 a 18 representam as alternativas