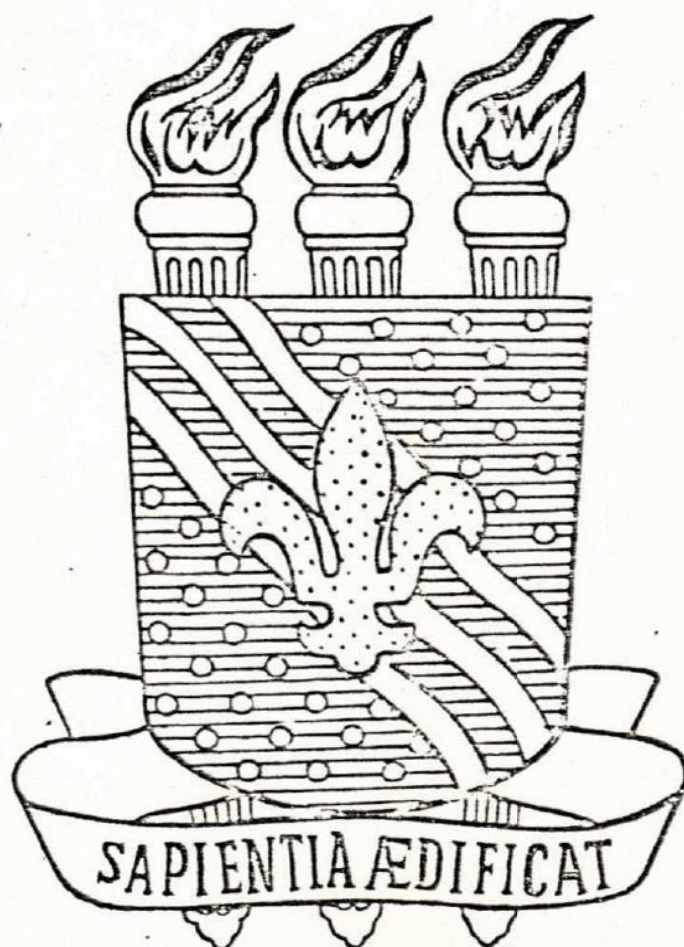


Universidade Federal da Paraíba
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS



ESTÁGIO SUPERVISIONADO

LOCAL DO ESTÁGIO	: POLIBRASIL S.A	CAMAÇARI-BA
ORIENTADORA	: PROF. MARIA DO SOCORRO LACERDA	
ORIENTADORA DE EMPRESA	: ENG ^a HELENICE FABIAN FERNANDES	
ALUNO	: HELENO SOARES DE OLIVEIRA	
MATRICULA	: 8511150-2	

AV. APRÍGIO VELOSO, 882 - BODOCONGÓ 58109-870 CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FONE: (083)333-1000 RAMAL 236/138 - Cx.P. 10057



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

RELATÓRIO FINAL

ESTÁGIO INTEGRADO

TRABALHO APRESENTADO POR:
HELENO SOARES DE OLIVEIRA

MATRICULA: 8511150-2

LOCAL DO ESTAGIO : POLIBRASIL S.A. - CAMAÇARI - Ba
ORIENTADOR (A) : PROF. MARIA DO SOCORRO LACERDA
SUPERVISOR DE EMPRESA: ENG^{MA}. HELENICE FABIAN FERNANDES

Campina Grande - Paraíba

Agosto '92

AGRADECIMENTOS

Louvo a Deus por sua presença constante em minha vida, dando-me forças para prosseguir, sustentando-me a cada momento, impulsionando-me a olhar sempre para frente na certeza de que ele já providenciou de tudo.

A memória de minha mãe e a todos da família que souberam de uma forma especial, me incentivar para a conquista desta caminhada.

A coordenadora de estágio, Professora Doutora Elida E. Famá, que abriu este espaço, juntamente com a empresa para a realização deste trabalho.

A Professora Maria do Socorro Lacerda, pela amizade, paciência e dedicação na orientação e elaboração deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Materiais.

Aos engenheiros dos setores GTP e TPL da POLIBRASIL, e especialmente a Eng. Helenice Fabian Fernandes, orientadora de estágio, pelo apoio e a confiança que dedicaram.

A todos os funcionários dos órgãos GTP, TPL e AARP, pela amizade e companheirismo durante o período de estágio.

Aos amigos, que direta ou indiretamente me ajudaram na realização deste trabalho, sinceros agradecimentos.

ESTÁGIO INTEGRADO

JULGADO EM 29/09/1992

NOTA: 80 (oitenta)

EXAMINADORES:

Aluísio

Isabelide Maria Araújo

Maria do Socorro Sacarda

Campina Grande - Paraíba

Agosto '92

RESUMO

O polipropileno é um termoplástico suscetível a degradação térmica pela ação do calor e fotodegradação pela ação dos raios ultra-violetas.

Conforme trabalho realizado na POLIBRASIL para proteção do polipropileno contra a degradação, várias amostras foram preparadas com o propósito de verificar sinergismo entre um antioxidante secundário e outro primário, e posteriormente submetido ao envelhecimento natural e acelerado (WOM). Os testes realizados foram de resistência a tração e alongamento.

No estudo de performace entre os pós de Mauá e Camaçari com nucleantes diferentes, verificou-se que ambos "grades" nucleados apresentavam temperaturas de cristalização próximas, porém diferenças mais acentuadas verificaram-se nos testes de opacidade.

Em teste realizados com peróxidos, foi observado que o peróxido 2, possui performace inferior ao peróxido 1. Devido o peróxido 2 possuir menor grau de pureza, será necessário adicionar 4% a mais de peróxido para obter performace semelhante ao peróxido 1.

Também foram realizadas duas pesquisas bibliográficas. A primeira sobre o método de teste padrão para densidade de plásticos, onde resultou no método de testes para a empresa, enquanto que a segunda refere-se aos agentes expansores para o polipropileno.

SIMBOLOGIA

J	Joule
g	grama
m	metro
cm	centímetro
t	tempo
h	hora
s	segundo
d	densidade
D ₂₃	densidade a 23°C
°C	graus celcius
T	temperatura
IF	índice de fluidez
PP	polipropileno
PEAD	polipropileno de alta densidade
PEBD	polipropileno de baixa densidade
PVC	polipropileno de vinila
PS	polipropileno
GRADE	tipo de polipropileno
FLUFF	mistura de pó(PP) + aditivo líquido
RPM	rotação por minuto
DSC	análise de varredura diferencial
WOM	weather-ometer
UV	utra-violeta
RT	resistência a tração

APRESENTAÇÃO

Este relatório é um resumo das atividades e conhecimentos desenvolvidos na Polibrasil, órgãos GTP e TPL, durante o período de estágio de 15/01/91 até 15/08/91.

Para melhor disponibilidade de consulta, foi elaborado um índice que contém títulos e subtítulos, referentes aos assuntos explanados neste presente relatório.

Antecipadamente, agradecemos aos engenheiros, tecnologistas, operadores de máquinas, secretárias, enfim, a todos que contribuíram para a realização desta obra.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
FICHA DE JULGAMENTO	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
SIMBOLOGIA	v
APRESENTAÇÃO	vi
1.0 - INTRODUÇÃO	01
2.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O POLIPROPILENO ...	02
2.1 - HISTÓRICO	02
2.2 - DESENVOLVIMENTO DO CATALISADOR	02
2.3 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DO POLIPROPILENO	04
2.4 - ESTRUTURA DO POLIPROPILENO	06
2.5 - PESO MOLECULAR	07
2.6 - DISTRIBUIÇÃO DO PESO MOLECULAR	07
2.7 - COPOLÍMEROS	07
2.8 - PROPRIEDADES GERAIS DO PP POLIBRASIL	08
2.9 - PROPRIEDADES MECÂNICAS DO POLIPROPILENO	11
2.10 - DESEMPENHO DO MEIO AMBIENTE	12
2.11 - RESISTÊNCIA QUÍMICA	12
2.12 - PERMEABILIDADE	13
2.13 - "STREES-CRACKING" (FADIGA AMBIENTAL)	13
2.14 - PROPRIEDADES ÓTICAS	13
2.15 - PROPRIEDADES DIELÉTRICAS	13

3.0 - ADITIVOS	14
3.1 - ANTIOXIDANTE	14
3.2 - ESTABILIZANTES DE LUZ	15
3.3 - DESATIVADORES DE METAIS	16
3.4 - ANTIÁCIDOS	16
3.5 - ANTIEXTRATORES	16
3.6 - BRANQUEADORES ÓTICOS	17
3.7 - AGENTES DESLIZANTES	17
3.8 - AGENTES ANTIBLOQUEIO	17
3.9 - AGENTES ANTIESTÁTICOS	18
3.10 - PERÓXIDOS ORGÂNICOS	19
3.11 - LUBRIFICANTES	19
3.12 - NUCLEANTES	20
3.13 - MASCARANTES	20
3.14 - AGENTES EXPANSORES	20
4.0 - PROCESSAMENTO	21
4.1 - MOLDAGEM POR INJEÇÃO	21
4.2 - MOLDAGEM POR EXTRUSÃO	24
5.0 - PESQUISA SOBRE O METODO DE TESTE PADRÃO PARA GRAVIDADE ESPECÍFICA E DENSIDADE DE PLÁSTICOS POR DESLOCAMENTO SOLICITAÇÃO DA EMPRESA	26

6.0	- PESQUISA COM AGENTES EXPANSORES	30
6.1	- INTRODUÇÃO	30
6.2	- NOMENCLATURA	30
6.3	- EXIGÊNCIAS DE UM AGENTE EXPANSOR	31
6.4	- PROCESSO DE EXPANSÃO	31
6.5	- LIGAÇÕES CRUZADAS	34
6.6	- ESTABILIDADE DA ESPUMA	34
6.7	- AGENTES FÍSICOS DE EXPANSÃO	35
6.8	- AGENTES EXPANSORES QUÍMICOS	37
7.0	- TRABALHOS REALIZADOS	48
7.1	- NUCLEANTES	48
7.2	- AVALIAÇÃO DO PERÓXIDO 2 NACIONAL	51
7.3	- AVALIAÇÃO DO ESTABILIZANTE DE LUZ 2	57
8.0	- CONCLUSÃO	63
9.0	- BIBLIOGRAFIA	64
10.0	- ANEXOS	65

1. INTRODUÇÃO

A empresa Polibrasil S.A., é a pioneira na fabricação de polipropileno na América Latina, possuindo no Brasil, 2 (duas) unidades fabris em operação: Camaçari (Ba), Mauá (SP) e uma terceira, Braspol (RJ), que partirá brevemente. Continua mantendo sua posição de liderança no mercado, graças ao padrão de qualidade de seus produtos, reconhecidos internacionalmente. A Polibrasil produz somente polipropileno o qual é comercializado sob a marca "Prolen".

A Polibrasil é uma empresa formada pela associação de capitais estatais e privados, nacionais e estrangeiros, sendo a Shell Brasil S.A. a principal acionista.

No Brasil, a produção nacional de polipropileno começou com a Polibrasil. Antes de 1978, quando a resina era totalmente importada, o consumo não passava de 300g per capita. Hoje, o país transforma cerca de 200 mil toneladas por ano, correspondendo a um consumo per capita de 1,5kg e o crescimento anual nos últimos dez anos da ordem de 20%.

A versatilidade e a durabilidade do polipropileno são extraordinárias. É um polímero atóxico, capaz de resistir a temperaturas altas (+ de 150°C), sem degenerar-se. Possui excelente resistência à flexão, ao impacto, às gorduras, aos agentes químicos, aos insetos e roedores, além de conferir bom brilho e acabamento superficial esmerado ao produto acabado.

Possui aplicações diversificadas como peças para avião e foguetes, componentes para a indústria automobilística, eletrodomésticos, frascos e embalagens para as indústrias alimentícias e farmacêuticas, filmes transparentes, tubos conexões, cordas, tapetes e carpetes, serigas hipodérmicas, fraldas descartáveis e roupas "longa vida".

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE POLIPROPILENO

2.1. HISTÓRICO

O polipropileno pertence a classe dos poliolefinicos, onde os polietilenos foram os primeiros a serem comercializados.

Em 1952/3, Ziegler desenvolveu um tipo de polimerização para o polietileno conseguindo um polímero com menos ramificações, o que tornou o produto mais rígido e com maior temperatura de amolecimento.

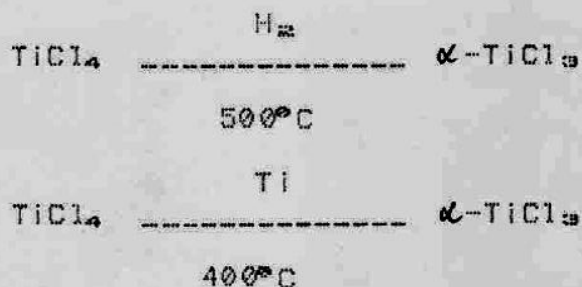
Natta, utilizando o desenvolvimento de Ziegler, modificou o processo para adaptá-lo à polimerização do propileno e conseguir um polímero estereoregular, mais rígido e com uma temperatura de fusão de 170°C e densidade de 0,905g/cm³.

2.2. DESENVOLVIMENTO DO CATALISADOR

O desenvolvimento do Polipropileno ao longo dos anos se deu graças a Karl Ziegler, o qual descobriu que combinações de certos compostos de metais de transição e compostos organometálicos, realizavam polimerizações com etileno a baixa pressão e temperatura. SURTIU O PEAD.

Continuando o trabalho de Ziegler, Giulio Natta obteve frações de Polipropileno cristalino e amorfo, usando catalizadores a base de TiCl₄/AlEt₃.

O TiCl₃ foi usado no lugar do TiCl₄ através da redução do TiCl₄ na presença de (H₂) e temperaturas próximas de 500°C, ou na presença de (Titânio) com temperaturas em torno de 400°C. Conduzem a forma α-TiCl₃ ou sob as formas cristalinas como α, β, γ, δ, os polímeros obtidos foram muito mais cristalinos.



Depois disso, foi possível produzir polímeros a partir de propeno, 1-buteno e estireno com alta cristalinidade.

2.2.1. TATICIDADE

A taticidade é a regularidade com que centros assimétricos mostram as mesmas configurações. O termo taticidade é usado com o sentido prático de cristalinidade, pois influi na habilidade do polímero se cristalizar, devido a regularidade e ordem.

Natta designou as diversas possibilidades configuracionais obtidas para estes polímeros, sendo estas:

- Isotática
- Sindiotática
- Atática

Se um radical "R" em sucessivos carbonos, que não tem simetria ou regularidade, estão distribuídos aleatoriamente acima e abaixo da configuração zig-zag planar da cadeia principal polimérica, então este polímero desordenado recebe o nome de atático. Quando os polímeros possuem alguma organização dos carbonos assimétricos, eles podem ter as seguintes configurações; (fig. 1)

1- Isotático: quando o polímero possui todos os seus radicais em apenas um lado da cadeia polimérica, isto é, somente de um dos lados do plano.

2- Sindiotático: os polímeros com estruturas sindiotáticas ocorrem quando os sítios de isomerismo em cada unidade repetitiva do polímero têm configurações opostas. Esta configuração ocorre com alternância do radical "R", acima e abaixo do plano da cadeia polimérica.

2.3. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO POLIPROPILENO

PREPARAÇÃO DO MONÔMERO

O propeno ou propileno é um gás que ferve a -48°C à pressão atmosférica. Obtem-se a partir de gases de refinaria por destilação fracionada de misturas de propeno-propano. O propeno necessário para a polimerização deve ser extremamente puro, ausente de água porque destrói o catalizador, e que o metilacetileno deve ser retirado, pois quando existe, atua como iniciador de ligações cruzadas.

BASICAMENTE O PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO CONSISTE DAS SEQUITES FASES

- Produção do catalisador
- Polimerização (homopolímero e copolímero)
- Purificação (separação do polímero)
- Secagem
- Aditivação
- Granulação
- Embalagem

CATALIZADOR ZIEGLER-NATTA:

A preparação do catalisador se dá na própria planta, devido a necessidade de obtê-lo com eficiência e estereoespecificidade, conforme visto na seção anterior.

POLIMERIZAÇÃO:

O propeno é polimerizado nos reatores em série, em meio aquoso e na presença de um meio ativador.

Se é de interesse produzir copolímero, deverá ser injetado eteno no último vaso (reator).

O hidrogênio é injetado junto ao propeno para controlar o peso molecular, bloqueando o crescimento das cadeias. O processo é contínuo e controlado.

PURIFICAÇÃO E SECAGEM:

Separa-se a fase orgânica da aquosa e a secagem é feita num secador de leite fluidizado com N_2 .

ADITIVAÇÃO:

O pó seco e com propriedades químicas definidas recebe aditivação especial para evitar degradação.

GRANULAÇÃO:

O pó aditivado passa numa extrusora e, posteriormente, é granulado.

EMBALAGEM:

Após a aditivação e granulação, o polipropileno granulado é ensacado e vendido sob a marca "PROLEN".

2.4. ESTRUTURA DO POLIPROPILENO

O PP é um termoplástico semicristalino, produzido na presença de um sistema catalítico estereoespecífico.



O sistema catalizador é definido estereoespecífico porque é responsável pela posição na qual cada unidade de monômero é ligada a seguinte, dando origem, assim, à construção de longas cadeias nas quais o grupo metila da molécula de polipropileno se coloca de forma ordenada.

A estrutura predominante comercial é a isotática, na qual todos os grupos metilas estão do mesmo lado da molécula.

A caracterização do polipropileno da Polibrasil depende dos seguintes fatores:

- a) peso molecular ou o número médio de cadeias de polipropileno (n na estrutura anterior)
- b) grau de cristalinidade/isotatização
- c) distribuição do peso molecular ou variação de tamanho das cadeias de polipropileno.
- d) copolimerização com outro monômero, o eteno.

O polipropileno com alto grau de cristalização apresenta rigidez alta, mas tende a ser relativamente frágil a baixas temperaturas.

Os homopolímeros são mais rígidos do que os copolímeros.

A cristalinidade e estrutura do cristal dependem do processo térmico ao qual foi submetido.

O PP resfriado rapidamente, principalmente as seções finas, mostra grande número de pequenos cristais organizados de forma aleatória (fig.2) no anexo. Na prática, isso pode ser visto nos processos de produção de filme de polipropileno com resfriamento por água, dando origem a um produto mais resistente e mais transparente. Ao passo que o resfriamento lento o PP apresenta maior crescimento dos cristais, os quais se agrupam entre si, em estruturas chamadas esferulitos (fig 3). O filme resultante é quebradiço e opaco. Nos processos de moldagem e extrusão o resfriamento rápido de peças espessas, forma uma película superficial reforçada por microcristalitos, enquanto o resfriamento lento nas regiões internas da peça originará esferulitos maiores.

2.5. PESO MOLECULAR

O peso molecular é obtido via medição da viscosidade, que tem boa correlação com o peso molecular.

O parâmetro mais usado é o índice fluidez (IF), determinado pela medida de velocidade de escoamento do PP fundido, através de um orifício padrão, a 230°C e sob o peso de 2,16Kg.

O índice de fluidez relaciona-se inversamente com o peso molecular médio, portanto, um tipo com alto índice de fluidez tem um baixo peso molecular médio.

2.6. DISTRIBUIÇÃO DO PESO MOLECULAR

A distribuição do peso molecular de um polímero é a indicação da faixa de variação do comprimento das cadeias moleculares e pode ser determinada, na prática, por técnicas de fracionamento e de cromatografia de permeação do gel ou por interpretação reológica.

2.7. COPOLÍMEROS

Os copolímeros são, normalmente produzidos, pela copolimerização com etileno, dando origem a um sistema bifásico, com a matriz de polipropileno reforçada por uma fase descontínua elástica etileno-propileno.

Esse tipo de sistema apresenta uma resistência maior ao impacto, especialmente a temperaturas baixas, embora possa ocorrer uma queda relativa da resistência ao impacto se a temperatura diminuir muito.

Devido a estrutura descontínua bifásica, o copolímero tipo bloco tem propriedades óticas menos satisfatórias que os homopolímeros.

Nesse caso, usa-se um tipo diferente de copolímero chamado "randômico" (aleatório), que consiste de uma matriz monofásica de copolímero etileno-propileno. Esses copolímeros oferecem vantagens na produção de filmes e de artigos produzidos pelo processo de moldagem por sopro. Eles possuem boa resistência ao impacto e excelente transparência, particularmente em filmes muito finos.

2.8. PROPRIEDADES GERAIS DO POLIPROPILENO POLIBRASIL

2.8.1. APARÊNCIA:

Os grãos de polipropileno natural são brancos e translúcidos.

2.8.2. DENSIDADE:

O Polipropileno Polibrasil é o mais leve entre os termoplásticos comuns, tendo uma densidade cerca de $0,905\text{g/cm}^3$.

2.8.3. PONTOS DE AMOLECIMENTO E FUSÃO

O ponto de amolecimento é importante quando se usa artigos a temperaturas elevadas. O ponto de amolecimento "Vicat" do Polipropileno é alto, permanecendo entre $145-150^\circ\text{C}$, sendo superados apenas por termoplásticos mais caros, como policarbonato e poliéster. Com a temperatura acima do ponto de amolecimento, o material começa a amolecer gradualmente, com o ponto de fusão cristalino entre $165-175^\circ\text{C}$, dependendo do tipo de Polipropileno usado (gráfico 1).

2.8.4. INFLAMABILIDADE

O Polipropileno é inflamável, podendo, entretanto, tornar-se auto-extinguível pela incorporação de aditivos especiais. Tanto o tipo de aditivo quanto a técnica de aditivação, devem ser selecionados com cuidado. O ponto de ignição do Polipropileno em torno de 600°C , entretanto, sua velocidade de ignição é baixa.

2.9.5. PROPRIEDADES TÉRMICAS

As propriedades térmicas mais importantes estão na tabela (01)

TABELA (01)

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DO POLIPROPILENO POLIBRASIL		
PROPRIEDADE	VALOR	
CALOR ESPECÍFICO ($\text{J/g}^{\circ}\text{K}$)	23°C	1,93
	100°C	2,13
CONDUTIVIDADE TÉRMICA ($\text{W/m}^{\circ}\text{K}$) ENTRE 15°C e 115°C	0,21	
COEFICIENTE LINEAR DE EXPANSÃO TÉRMICA (A CADA $^{\circ}\text{K}$)	$20^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$	10×10^{-5}
	$60^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$	15×10^{-5}
	$100^{\circ}\text{C} - 140^{\circ}\text{C}$	21×10^{-5}

2.8.5.1. CALOR ESPECÍFICO

Todos os termoplásticos têm calores específicos altos. O Polipropileno tem um calor específico, aproximadamente cinco vezes superior ao do bronze. Isso impõe limitações na parte do aquecimento de um determinado ciclo de processamento, mas é vantajoso para aplicações nas quais o polipropileno deve proteger por flutuações rápidas de temperatura.

2.8.5.2.CONDUTIVIDADE TÉRMICA

A baixa condutividade do Polipropileno, aproximadamente 1/100 do bronze, protege os produtos finais contra flutuações de temperatura ambiental.

2.8.5.3.EXPANSÃO TÉRMICA

O Polipropileno tem um índice elevado de expansão térmica e sofre mudanças de volume ao fundir. Ocorre, portanto, uma significativa retração de aproximadamente 2% depois da moldagem, retração que deverá ser levado em conta na execução de projetos de moldes, principalmente para injeção e sopro.

2.8.6.DUREZA

Embora o Polipropileno possa ser riscado com uma ponta de metal, sua dureza é tal que passa muito bem pelo "teste da unha", frequentemente utilizado para diferenciá-lo dos polietilenos. Enquanto o PEBD é facilmente arranhado com a unha do dedo e o PEAD com mais dificuldade, o Polipropileno mostra uma arranhadura pequena ou quase nenhuma.

2.8.7.TOXIDADE

O polipropileno é atóxico, porém quando se trata de embalagens para produtos alimentícios e farmacêuticos, é necessário ter muito cuidado com a migração dos aditivos contidos pelas resinas utilizadas para fabricá-las.

A mesma recomendação vale para brinquedos infantis, muitas vezes sugados, mastigados ou até mesmo engolidos. Indicado também para aplicações hospitalares.

2.9. PROPRIEDADES MECÂNICAS DO POLIPROPILENO

O Polipropileno exhibe boas propriedades, especialmente no que diz respeito ao balanço entre rigidez e impacto. Esse aspecto é importante pois, às vezes, rigidez elevada significa perda de impacto e vice-versa.

2.9.1. RIGIDEZ

À temperatura ambiente, os homopolímeros são mais rígidos do que os copolímeros (gráfico 2). A rigidez de ambos aumenta com o crescimento do índice de fluidez. Com o crescimento da temperatura, a diferença de rigidez existente entre homopolímeros e copolímeros tende a desaparecer.

A influência da temperatura sobre a resistência ao impacto por gravidade, é apresentada no (gráfico 3).

2.9.2. RESISTÊNCIA AO IMPACTO

A resistência ao impacto aumenta com aumento do peso molecular (baixo índice de fluidez).

RESUMO

AUMENTA
ÍNDICE DE FLUIDEZ

----- DIMINUI RESISTÊNCIA
AO IMPACTO

Os copolímeros de Polipropileno têm uma resistência ao impacto similar ao polietileno de alta densidade na faixa de temperatura: -5°C a -10°C .

2.10. DESEMPENHO NO MEIO AMBIENTE

A velocidade de oxidação (degradação) do Polipropileno não estabilizado aumenta com aumento da temperatura. Esse processo acelera-se na presença de certos metais, como o cobre, e misturas de cobre com outros metais, como ferro e níquel.

O Polipropileno é estabilizado especialmente para suportar temperaturas ambientes de 90°C e, intermitente, até a 135°C. Para temperaturas mais elevadas, é recomendável a utilização de sistemas especiais de estabilização.

2.10.1. ESTABILIDADE A RAIOS ULTRAVIOLETAS

Como a maioria dos compostos orgânicos, os termoplásticos são afetados pelos raios ultravioleta na presença de ar.

O Polipropileno não estabilizado, quando exposto à luz solar, tende a apresentar rapidamente rachaduras em sua superfície e suas propriedades ficam comprometidas. A espessura da peça é que irá determinar o nível de degradação pela ação dos raios ultravioleta.

Em países de clima moderado, a adição de negro de fumo, em quantidades adequadas, garante a proteção dos raios por cerca de dez anos, em artigos com espessura maior de 0,5mm.

Em países tropicais, essa estabilização tende a diminuir, além de depender da espessura do artigo e da intensidade solar.

2.11. RESISTÊNCIA QUÍMICA

O Polipropileno oferece resistência a uma boa quantidade de produtos químicos. Não se dissolve à temperatura ambiente, apesar de, em certos casos, ocorrer alguma dilatação.

2.12. PERMEABILIDADE

Para as embalagens, além da resistência química, são importantes outras características químico-físicas, entre elas a permeabilidade a gases, líquidos ou vapores.

Embora o Polipropileno seja virtualmente impermeável à água e outros produtos aquosos, há alguma absorção e permeabilidade perante certos solventes orgânicos, especialmente os do tipo não polar.

O grau de absorção e permeabilidade tende a aumentar com o aumento de temperatura. Por essa razão, embalagens de Polipropileno não devem ser utilizadas para gasolina, pois os gases penetram nas paredes e formam uma mistura explosiva.

2.13. "STRESS-CRACKING" (FADIGA AMBIENTAL)

O Polipropileno exibe uma excelente resistência ao "stress cracking", especialmente em relação a detergentes. Essa resistência é bastante superior à dos polietilenos.

2.14. PROPRIEDADES ÓTICAS

O Polipropileno natural é translúcido em seções grossas e pode ser pigmentado para obter uma ampla variedade de cores e sombras muito atraentes.

Coloridas ou não, as peças produzidas exibem brilho superficial e bom acabamento.

O brilho superficial depende exclusivamente do acabamento e da temperatura de resfriamento do molde.

2.15. PROPRIEDADES DIELÉTRICAS

As propriedades elétricas e isolantes do Polipropileno são excelentes. Elas não são afetadas pelo índice de fluidez, mas a adição de alguns pigmentos e/ou aditivos podem causar efeitos negativos sobre essas características.

As propriedades elétricas, não são afetadas por imersão prolongadas em água, pois Polipropileno não absorve água.

Mas o Polipropileno é susceptível ao acúmulo de cargas estáticas. Para evitar tal problema, recomenda-se o uso de aditivos antiestáticos, que pode ser misturados diretamente à resina ou via "masterbatches".

3. ADITIVOS

3.1. ANTIOXIDANTE:

O PP está sujeito a oxidação durante a sua produção, armazenamento, processamento e uso final. A oxidação resulta em alterações na sua estrutura e mudanças nas propriedades físicas e químicas.

A oxidação se dá numa reação em cadeia, através de radicais livres, ação do calor, luz ou outra fonte de energia. A reação dos radicais livres formadas com o oxigênio (ar atmosférico) formam os radicais peróxi, que por sua vez, reage com o polímero resultando na formação de hidroperóxidos e outros "radicais primários" que propagam a reação em cadeia.

A fase inicial também pode ocorrer por ataque direto ao polímero pelo oxigênio, como por exemplo, nos pontos mais fracos do polímero. Resíduos de impurezas, traços de metais do equipamento, também podem iniciar ou acelerar o processo de oxidação, pela decomposição de peróxidos presentes em radicais livres propagadores da reação de oxidação em cadeia.

Os antioxidantes são substâncias que quando presentes em um sistema, em concentrações geralmente abaixo de 1% inibem ou retardam o processo de oxidação. Os antioxidantes podem serem agrupados de uma forma geral em 2 (duas) classes. Aquelas que inibem a oxidação através de reação com radicais livres que propagam a reação em cadeia (bloqueadores de radicais ou de reação em cadeia) e aqueles que reagem com hidroperóxidos formando produtos estáveis (não radicais).

Os primeiros são os fenóis estericamente bloqueados e as arilaminas secundárias. Os segundos são os fosfitos e alguns compostos sulfurados (ésteres do ácido tiodipropiônico).

3.2. ESTABILIZANTES DE LUZ

Uma das fontes causadoras da degradação dos polímeros é a radiação ultravioleta, que é parte da radiação solar (cerca de 4%) que chega sobre a superfície da terra. A absorção de fótons por grupos específicos de macromoléculas causam um aumento da excitação eletrônica em determinados átomos de tais moléculas. Parte dessa energia absorvida resulta numa série de reações químicas, algumas das quais causam o rompimento de certas ligações químicas. Reações secundárias podem ocorrer levando o polímero a uma degradação quase completa.

As mudanças mais significativas e facilmente notadas no polímero são:

- Amarelamento;
- Mudanças na aparência da superfície e na estrutura do polímero;
- Perdas das propriedades mecânicas.

A função do estabilizante de luz é evitar que a radiação de comprimento de onda pequeno (UV) provoque o rompimento das macromoléculas do polímero, quer agindo como filtro absorvedor, quer interferindo quimicamente no processo degradativo.

Existem 2 (dois) tipos básicos de estabilizante de luz:

- Absorvedores de radiação (UV);
- Não absorvedores de radiação (UV).

Os primeiros atuam absorvendo radiação (UV), não permitindo que o polímero o faça. São incolores e muitas vezes amarelados. Devem ser compatíveis com o polímero, não devendo interferir na cor inicial do polímero, não deve migrar e absorver fortemente na faixa de radiação ultravioleta.

Os não absorvedores interferem diretamente no mecanismo de degradação foto oxidativo do polímero, reagindo com produtos intermediários formados durante a oxidação, por exemplo desativando radicais ou decompondo peróxido ou hidroperóxidos, ou moléculas de oxigênio em estado estável durante o processo oxidativo.

3.3. DESATIVADORES DE METAIS

Os metais com valência variável podem acelerar a degradação dos polímeros catalisando a decomposição de hidroperóxidos. A complexação desses metais impede sua interação com a cadeia polimérica, bloqueando sua ação degradativa.

Esses metais que encontram-se dissolvidos na massa polimérica, tem origem dos resíduos catalisadores Ziegler-Natta, iniciadores, cargas, e outros.

Deverá ser aplicado no caso de o polipropileno necessitar manter contato com metais de transição, principalmente cobre. Esses metais atuam como catalisadores no processo de degradação.

3.4. ANTIÁCIDOS

São aditivos incorporados com a finalidade de neutralizar o resíduo de catalisador e outras substâncias que não foram totalmente extraídas do polímero, para evitar danos no processo de transformação.

3.5. ANTIEXTRATORES

Quando o polipropileno está em contato com fluidos quentes este tem grande tendência de arrastar aditivos estabilizantes do polímero, deixando-o sem a devida proteção ao calor e a oxidação. Isto implica num tempo de vida útil bem menor.

Aditivos a base de suletos de zinco são utilizados para evitar a extração dos outros aditivos pelo fluido quente.

3.6. BRANQUEADORES ÓTICOS

São substâncias orgânicas incolores que apresentam fluorescência azul. Não só podem compensar o amarelamento natural de um polímero, como também branquear óticamente com tanta intensidade que resulte num efeito branco brilhante. Este branco pode ser tão vivo que superam em muito a qualquer cor branca da natureza. Pode-se considerar que os objetos muito luminosos azulados parecem muitos mais brancos que os dotados de um branco neutro sem tendência a nenhuma cor.

Um branqueador ótico absorve as radiações ultravioletas e as transformam em luz azul visível. Este processo se chama fluorescência.

3.7. AGENTE DESLIZANTE

Utilizados em polímeros para reduzir o coeficiente de fricção, isto é, diminuir o atrito entre o polímero e a superfície de contato, é incorporado em um sistema e migra para a superfície do material, formando uma camada que resulta em propriedades de deslize.

O deslize é definido como uma redução da fricção lateral.

Uma das principais características na seleção de um agente deslizante é o índice de migração no sistema geral.

A temperatura normal de processamento, o agente deslizante é dissolvido na resina, que age similarmente como um solvente. Quando o material resfria, a solubilidade decresce e o aditivo migra para a superfície. Facilita o uso de embalagens com filmes plásticos em equipamento de empacotamento automático em alta velocidade.

Os principais agentes deslizantes são as amidas.

3.8. AGENTES ANTIBLOQUEIO

O bloqueio ocorre quando 2 (duas) partes de filmes plásticos delgados estão em íntimo contato e apresentam certa resistência a separação.

Os aditivos antibloqueios, são adicionados ao polímero para evitar este efeito indesejável, portanto, agem de maneira puramente física. Ao serem incorporados no sistema, as partículas se dispersam, formando na superfície, microprotuberâncias que provocam a diminuição da área de contato entre as mesmas, facilitando a separação.

Quando adicionado em baixas concentrações, não afeta significativamente as propriedades óticas do filme (brilho, opacidade) e as propriedades mecânicas.

Os principais agentes antibloqueio utilizados são as sílicas.

3.9. AGENTES ANTIESTÁTICOS

Os artigos de plásticos acumulam eletricidade estática e não descarregam facilmente, devido a baixa condutividade superficial. A eliminação desta carga estática é possível se houver uma camada de aditivo ionizável que distribua uniformemente a água, absorvida da umidade da atmosfera na superfície do plástico, incrementando dessa forma a condutividade.

Os aditivos antiestáticos podem serem usados externa ou internamente.

Externamente, o aditivo é aplicado por imersão ou espargimento. A desvantagem deste tipo de aplicação é a facilidade de remoção, fornecendo pouca proteção ao polímero.

Internamente, o aditivo é misturado ao polímero e extrudado. A atuação se dá com a migração para a superfície do polímero, formando uma película que o protege por mais tempo.

3.10. PERÓXIDOS ORGÂNICOS

Os peróxidos orgânicos são fontes de radicais livres usados como:

- 1) Iniciadores de polimerização e/ou copolimerizações por radicais livres de monômeros diênicos e vinílicos
- 2) Agente de cura para resinas termofixas.
- 3) Agentes de ligações cruzadas para elastômeros e polietileno.
- 4) agentes de degradação.

No caso do polipropileno, os peróxidos orgânicos tem a finalidade específica de degradar o polímero através do oxigênio ativo liberado após a decomposição dos mesmos. Obtendo assim, melhor distribuição de peso molecular, e faixa de distribuição mais estreita.

O polipropileno degradado com peróxido apresenta as seguintes características:

- Aumento do índice de fluidez (IF), provocado pela quebra das macromoléculas;
- Aumento da resistência ao impacto dos homopolímeros. No caso de copolímeros, o efeito é inverso;
- Decréscimo da rigidez.

3.11. LUBRIFICANTES

Os lubrificantes, normalmente usados em compostos de polipropileno, podem ser classificados em 2 (dois) grupos:

Externos e internos.

Externos, são aqueles que agem entre a massa plástica e as partes metálicas dos equipamentos. Reduzem o atrito e facilitam o fluxo do material.

Os lubrificantes internos tem ação intramolecular. Reduzem o atrito ou fricção entre as macromoléculas do polímero, facilitando o fluxo do material.

Entretanto, esses aditivos, principalmente os de ação interna, facilitam o deslizamento das cargas nos compostos simplesmente carregados. Dessa forma, alteram as propriedades físicas do mesmo.

3.12. NUCLEANTE

Os polímeros poliolefinicos de uma forma geral são opacos. Esta propriedade às vezes é desvantajosa quando se pretende obter artigos transparentes, como, frascos e embalagens de um modo geral, onde se deseja boa visibilidade do produto.

O agente nucleante tem como função aumentar o número de cristais do polímero, resultando conseqüentemente em propriedades como: maior dureza, módulo de elasticidade, resistência tênsil e tensão de escoamento em comparação com o material não nucleado. Seu mecanismo de ação consiste na formação de cristais menores, permitindo uma estrutura esferulítica mais estável e uniforme. A estrutura esferulítica obtida melhora as propriedades óticas como transparência e translucidez.

O agente nucleante aumenta a temperatura de cristalização e conseqüentemente, reduz o ciclo de moldagem, possibilitando maior produtividade, pois as peças podem ser retiradas mais quentes dos moldes sem problemas de distorções ou empenamento. Com isto, diminuiu a etapa de resfriamento.

3.13. MASCARANTES

São incorporados no polímero para neutralizar o odor proveniente de certos aditivos e dos produtos de degradação do peróxido orgânico.

3.14. AGENTES EXPANSORES

São substâncias que, a temperatura de processamento, volatilizam-se ou decompõem-se liberando gases de modo a conferir ao produto final uma estrutura microcelular.

O agente expensor mais utilizado com frequência é Azodicarbonamida que em combinação com ativador, "kicker", poderá baixar a temperatura de decomposição.

4. PROCESSAMENTO

4.1. MOLDAGEM POR INJEÇÃO

4.1.1. CONCEITO:

Moldagem por injeção é o processo no qual um cilindro aquecido, munido de uma rosca recíprocante, é alimentado através de um funil com material plástico em forma sólida, o qual sofre aquecimento e trabalho mecânico (cisalhamento), convertendo-se num material fundido homogêneo. Este material é então pressionado pelo avanço da rosca para dentro do molde, assumindo fielmente o seu desenho. Sob resfriamento, retorna ao estado sólido, possibilitando a sua ejeção com a abertura do molde.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS:

As principais características da moldagem por injeção são:

- .Taxas de produção elevada;
- .Peças com custo relativamente baixo por unidade;
- .Produção de peças com boa precisão dimensional;
- .Processo altamente suscetível a automação;
- .As peças fabricadas requerem pouco ou nenhuma automação;
- .Podem ser produzidas peças com diferentes formas, tamanhos e cores para as mais variadas aplicações;
- .O processo permite fabricação de peças muito pequenas que, por outros métodos seriam quase impossíveis;
- .Refugo mínimo: as perdas resultantes da partida da máquina, galhos e rejeitos podem ser reproprocessadas;
- .As peças podem ser processadas ou não com insertos metálicos;

4.1.3. TIPOS DE MÁQUINAS:

No passado, para se processar um material plástico pelo método de moldagem por injeção, utilizava-se injetoras a pistão e injetoras a pistão com pré-plastificadora. As máquinas recíprocantes são as injetoras que dominam o mercado, atualmente (fig.4) .

4.1.3.1. INJETORA TIPO RECIPROCANTE

É uma máquina mais moderna que a injetora tipo pistão, utilizando uma rosca-sem-fim, tipo extrusão, acionada por meio de motor elétrico, que promove a plastificação e homogeneização da resina. Através de um sistema hidráulico, a rosca move-se para frente, injetando material no molde e, posteriormente, recua para a posição inicial, girando reversamente (como desparafusando). Durante o retorno da rosca, o cilindro é realimentado com material, reiniciando então o ciclo de trabalho.

4.1.4. CICLO DE INJEÇÃO

O período de tempo entre o início do avanço da rosca e o início da abertura do molde é chamado tempo de bloqueio. Durante esse período de tempo, o molde é mantido fechado e bloqueado. (fig.5).

O período de tempo entre o início do recuo da rosca e a abertura do molde é chamado tempo de resfriamento.

O tempo do ciclo de injeção é o período de tempo que corresponde o tempo de bloqueio mais os tempos de abertura do molde, de ejeção e de fechamento completo deste.

A pressão na cavidade do molde varia ao longo do ciclo de injeção. A fig. 6, ilustra a variação de pressão em função do ciclo de injeção.

4.1.5. PLASTIFICAÇÃO

O processo de plastificação ocorre pela influência da temperatura e da pressão, que provocam separação ou aumento das distâncias entre as macromoléculas, reduzindo as forças intermoleculares.

Na moldagem por injeção, o calor externo é aplicado por meio de resistências elétricas que elevam a temperatura do cilindro até a faixa de temperatura de plastificação. Além disso, o material sofre atrito com a rosca, gerando calor e facilitando a plastificação.

4.1.5.1. UNIDADES DE PLASTIFICAÇÃO

CILINDRO:

Constituído de um tubo de aço robusto capaz de suportar a pressão necessária para injeção. É geralmente envolvido e aquecido por resistências elétricas. O calor gerado pelo sistema de aquecimento é conduzido através das paredes do cilindro para fundir os peletes, a fim de que estes possam ser injetados homogeneamente no molde. O cilindro é dividido em zonas crescentes de temperatura.

ROSCA:

A rosca utilizada na injeção é, em geral classificada em 3 (três) zonas (fig.7).

.Zona de alimentação

De baixa compressão, tem por função assegurar a pressão de alimentação do material e preaquecê-lo até próximo da temperatura de plastificação.

Aquecimento demasiado pode gerar bolhas de ar no início da zona de compressão, que não podem ser expulsas através do funil de alimentação. Como consequência, pode haver aparecimento de bolhas no produto acabado.

.Zona de compressão

Na zona de compressão, o espaço entre os filetes da rosca é reduzido mediante o incremento do diâmetro do seu núcleo, limitando-se assim o espaço para o material plástico que vem avançando. O material sai da zona de compressão no estado fundido.

.Válvula anti-retorno

Impede mecanicamente o retorno do fluxo no momento da injeção.

.Bico de injeção

Geralmente o bico de injeção possui uma válvula de retenção que evita o retorno do material fundido de dentro do molde para a rosca, após cessar a pressão de injeção e o recalque.

4.2.MOLDAGEM POR EXTRUSÃO

4.2.1.CONCEITO

O processo de extrusão consiste em transformar continuamente, em artigos de forma definida, qualquer material termoplástico. Os artigos produzidos pelo processo de extrusão são: tubos, mangueiras, folhas, chapas, fibras, perfilados, revestimento de papel, monofilamento, recorbetura de condutores e cabos elétricos. As máquinas de extrusão podem ser adaptadas para produzirem artigos ocos como frascos, garrafas e outros. A sequência básica de um termoplástico em máquina de extrusão é a que segue:

a) Fluidificação da matéria-prima, em geral em forma granular (contendo) ou não apenas polímero ou mais ingredientes);

b) Vazão controlada do produto fluidizando através de uma matriz que o molda na forma desejada.

c) Solidificação do produto com tamanho e forma finais;

d) Enrolamento ou corte finais.

As fases (a) e (b) são realizadas realmente na máquina de extrusão, enquanto que as fases (c) e (d) podem ser chamadas de acabamento e se realizam em equipamento auxiliar do processo.

Os grânulos ou pós do polímero são alimentados através do funil de alimentação, localizado na extremidade esquerda da máquina (fig.8) e levados posteriormente, ao longo do cilindro pela ação de rotação do parafuso. Ao ser transportado pelo parafuso os grânulos passam a ser gradualmente fluidificado em contato com as paredes do cilindro, a medida que se aproxima da matriz. A ação final do parafuso é forçar o polímero fundido através da matriz que determina de maneira aproximada a forma final do produto. O calor para fluidificar o polímero é fornecido pelas resistências e cisalhamento do material.

4.2.2. PARTES DE UMA MÁQUINA DE EXTRUSÃO

4.2.2.1. ZONAS DO PARAFUSO:

A Peça de maior importância na máquina de extrusão é o parafuso, são caracterizados por suas relações comprimento/diâmetro, que variam de 15:1 até 30:1 e depende do termoplástico a ser usado, no caso do PP fig.9 .

O parafuso normalmente se divide em 3 (três) seções:

1. Zona de alimentação;
2. Zona de compressão;
3. Zona de dosificação;

1. ZONA DE ALIMENTAÇÃO - zona de transporte do material desde a parte de baixo do funil de alimentação até o começo da zona de compressão, onde por diminuição gradual da altura dos filetes, se consegue uma pressão volumétrica dos grãos à fusão e conseqüentemente do ar que possivelmente ficou preso na massa e que é forçado a sair pelo funil de alimentação. Isto assegura um produto final livre de porosidade.

2. ZONA DE COMPRESSÃO - aumenta o esforço cortante sobre a massa em fusão pelo movimento relativo da superfície do parafuso em relação à parede do cilindro, melhorando as condições de mistura do material junto com a geração de calor por atrito que ajuda a uniformizar a distribuição de temperatura na massa que está sendo extrudada.

3. ZONA DE DOSIFICAÇÃO - a função é controlar a vazão do polímero fundido através da matriz, a velocidade uniforme, e evitar as pulsações de produção.

A presença da matriz dá origem a contra-pressão, embora parte dela, se deva ao prato filtrante colocado antes do cabeçote que consta de uma série de canais finos, mas sem diâmetro exato, que são cobertos ou não ao lado da entrada, por uma rede especial para reter impurezas (especialmente metálicas)

O principal fator que governa a qualidade do produto final é o controle de temperatura. O calor é fornecido aos grânulos de 2 (duas) maneiras: por aquecedores externos ou por atrito gerado internamente pela ação do esforço cortante e compressiva do parafuso da máquina.

O cilindro é normalmente dividido em 3 ou 4 zonas de aquecimento, sendo que a temperatura menor localiza-se na entrada do material de alimentação e a maior no final do cabeçote.

4.2.2.2. CABEÇOTE

O cabeçote deve ser hidrodinâmico para permitir uma maior taxa de cisalhamento possível na extrusão, mantendo o fluxo laminar.

5. MÉTODO DE TESTE DENSIDADE DE PLÁSTICOS

MÉTODO DE TESTE PADRÃO PARA GRAVIDADE ESPECÍFICA E DENSIDADE DE PLÁSTICOS POR DESLOCAMENTO

5.1. OBJETIVO

Esse método descreve o processo para determinação da densidade e gravidade específica de plásticos.

5.2. DEFINIÇÕES

5.2.1. GRAVIDADE ESPECÍFICA (densidade relativa)

É a razão entre o peso (massa) de um volume de material impermeável a 23°C em relação ao peso (massa) de volume de água destilada na mesma temperatura.

A forma da expressão será:

Gravidade Específica (densidade relativa) 23/23°C

5.2.2. Densidade:

Peso (massa) no ar em gramas por centímetro cúbico da porção de material impermeável a 23°C.

A forma da expressão será:

$$D^{23}, \text{ g/cm}^3$$

NOTA: A gravidade específica 23/23°C pode ser convertida a densidade de 23°C, g/cm³. Usando a seguinte equação.

$$D^{23}, \text{ g/cm}^3 = \text{Grav. Esp. } 23/23^\circ\text{C} \times 0,9975$$

5.2.3. SIGNIFICADO E USO

5.2.3.1. A gravidade específica ou densidade de um sólido é uma propriedade que serve para identificar um material, observar mudanças nas propriedades físicas e indicar o grau de uniformidade entre diferentes unidades de amostras.

5.2.3.2. Mudanças na densidade de um amostra podem ocorrer devido: Mudanças na cristalinidade, perda do plastificante, absorção de solvente, etc.

Partes de uma amostra pode diferir na densidade devido: Diferença na cristalinidade, história térmica, porosidade e composição (tipos ou proporções de resinas, plastificante, pigmento ou carga)

5.2.3.3. A densidade é útil para calcular a razão peso-resistência e peso-custo.

5.3. APARELHAGEM

5.3.1. Balança Analítica

Precisão de 0,1mg, ou seja precisão relativa 0,05%. Deve ser equipada com um suporte acima do prato da balança para colocar o recipiente de imersão.

NOTA 1 Antes de iniciar o teste, deve calibrar balança para certificar-se do desempenho da mesma

NOTA 2 zerar a balança quando colocar o suporte

5.3.2. Arame (fio)

Arame resistente a corrosão para suspender o espécime. O fio deve ser AWG.No.36 ou mais fino.

5.3.3. Sinket (afundador)

5.3.3.1. Deve ser usado para plásticos que tenham densidade menor que 1,00. Deve ser resistente a corrosão.

5.3.3.2. Ter uma gravidade específica acima de 7.

5.3.3.3. Ser pesado (massa suficiente para afundar a amostra).

5.3.3.4. Afundador deverá ter um orifício para facilitar a amarração da amostra e do fio(arame).

5.3.4. Recipiente de Imersão

Um becker ou outro recipiente de boca grande

5.3.5. Termômetro

Termômetro com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{F}$).

5.4. LIQUIDO DE IMERSÃO

Água destilada ou desmineralizada

5.5. AMOSTRAGEM

5.5.1. Camadas ou gravidade específica diferente

Se é conhecido ou suspeito que a amostra consiste de 2 (duas) ou mais camadas com gravidade específica diferente, deve-se separá-las em camadas distintas e testá-las.

NOTA: A gravidade específica total não pode ser calculada pela adição das gravidades específicas individuais das camadas, a menos que percentagens relativas sejam levadas em conta.

5.5.2. Pesem um pedaço da amostra de 1 a 50g. Desde que o plástico seja molhado pela água e não seja afetado por ela.

5.5.3. O teste pode ser feito de material moldado de qualquer tamanho e sem bolhas. O volume não deve ser inferior a 1cm³, as arestas e superfície devem ser polidas. A espessura deve ter no mínimo 1mm para cada grama de peso. Geralmente é conveniente usar amostras pesando de 1 a 5g, mas amostras de 10 a 50g podem ser usadas.

5.5.4. Cuidados devem ser tomados no corte da amostra para evitar mudanças na densidade resultante da tensão compressiva ou aquecimento friccional.

NOTA: A amostra deverá ser livre de óleo, graxa e outros materiais estranhos.

5.6. CONDICIONAMENTO

5.6.1. Amostras: Temperatura: 23°C (+/-2°C)
umidade relativa: 50% (+/-5%)

5.6.2. Condições do teste:
Laboratório de Atmosfera Padrão: 23°C (+/-2°C)
Umidade Relativa: 50% (+/-5%)

NOTA: No caso de discordância a tolerância será de 1°C e (+/-2%) de umidade relativa.

5.7. PROCEDIMENTO

5.7.1. Pesar a amostra no ar, com precisão de 0,1mg, para amostras entre 1 e 10g e precisão de 1mg para amostras de entre 10 e 50g.

5.7.2. Prender ao grampo da balança um pedaço de fio suficientemente longo. Amarre este fio a amostra e sinker (se usado), de modo que permaneça no mínimo 2,5cm acima da base do recipiente de imersão.

NOTA 1 Remover algumas bolhas à superfície da amostra, do fio e do sinker (se usado) deslizando um pedaço de fio sobre eles. As bolhas geram erros.

NOTA 2 Se as bolhas não forem removidas pelo método convencional, o uso de vácuo é recomendado.

5.7.3. Repita o procedimento quantas vezes achar necessário. Recomenda-se 2 (duas) amostras para cada teste.

5.8. CÁLCULOS

5.8.1. NOTACÃO:

$$SP GR \frac{23}{23^{\circ}C} = \frac{a}{(a + w - b)} \times 0,9975$$

ONDE:

a = peso aparente da amostra, sem fio ou afundador, no ar.

b = peso aparente da amostra e do afundador ou sinker (se usado) completamente imerso e fio parcialmente imerso no líquido.

w = peso aparente do afundador ou sinker usado) totalmente imerso na água e do fio parcialmente imerso na água.

6. AGENIES_EXPANSORES

6.1. INTRODUÇÃO:

Os agentes expansores, referido algumas vèzes como agentes espumantes, produzem gases e estes podem serem usados para gerar células (bolsas de gases) nos materiais poliméricos. Êles classificam-se em agentes expansores físicos ou agentes expansores químicos (CBAs). Os agentes expansores físicos formam celas de gases por mudança de fase, ou seja, um líquido volatiliza-se ou o gás dissolve-se no polímero sob alta pressão sofrendo decomposição. Os agentes expansores químicos produzem gases por decomposição térmica, via reação química em poucos instantes.

6.2. NOMENCLATURA

Plástico celular é aquele cuja densidade aparente decresse substancialmente pela presença de numerosas células distribuidas por toda sua massa. Os termos, polímero celular, plástico espumado, plástico expandido e espuma plástica, são usados intercaladamente para notificar todos os sistemas constituídos por 2 (duas) fases sólido-gás, no qual o sólido é contínuo e composto por um polímero sintético ou borracha.

A fase gasosa de um polímero celular é geralmente distribuida em vazios ou bolsas chamadas células.

De acordo com a ASTM, os plásticos expandidos classificam-se em rígidos ou flexíveis. Um plástico expandido é dito flexível, quando uma peça medindo 20x2,5x2,5cm, é enrolado a uma taxa de 1volta/5s a temperatura de 15-25°C e não rompe. Os expandidos rígidos rompem neste teste.

6.3. EXIGÊNCIAS DE UM AGENTE EXPANSOR

Indiferentemente do tipo, um agente expensor deverá possuir as seguintes exigências:

1. Estabilidade durante um longo período de armazenamento sob condições favoravelmente ordinária;
2. Liberação de gás sobre uma faixa de tempo e temperatura controlada;
3. Baixa toxicidade, odor e cor dos agentes expansores e seus produtos de decomposição;
4. Não atuar nocivamente na estabilidade e característica de processamento do polímero;
5. Capacidade de produzir células com tamanho uniforme;
6. Capacidade de produzir uma espuma estável, isto é, o gás não deve ser perdido da célula e causá-la colapso;
7. Boa relação e viabilidade entre custo-performance.

6.4. PROCESSO DE EXPANSÃO:

Durante a expansão do substrato pelo agente expensor, as células são iniciadas e crescem para produzir a espuma final. O gás produzido, estabelece um equilíbrio na fase sólida. O gás dissolvido da fase sólida migra para a solução na fase gasosa. As células são formadas inicialmente sob pressão maior do que a ambiente, desde que elas sejam forçadas a agir contra os efeitos de tensão superficial. A pressão devido a tensão superficial depende reciprocamente do raio da célula. A pressão no interior da célula é reduzida com o seu crescimento.

Deste modo, células pequenas tendem a desaparecer e células maiores tendem a aumentar de tamanho, devido o gás migrar através do substrato ou romper as paredes das células.

6.4.1. CÉLULA ABERTA E CÉLULA FECHADA

Se a estrutura é de célula fechada, propriedades viscoelásticas da célula devem permitir um estiramento suficiente sem desenvolver rupturas nas paredes da células. Se a matriz é muito fluida, no caso extremo, o gás se expande através do substrato e escapa, causando o colapso da espuma. No caso extremo, rompem-se as paredes de separação das células, a qual resulta numa estrutura de célula aberta. Se a matriz é muito rígida, as células não formam e a matriz pode se desintregar ou fissurar-se.

6.4.2. INVESTIGAÇÃO EXTENSIVA DO PROCESSO DE EXPANSÃO

Em geral o processo de expansão consiste de 3 (três) etapas:

6.4.2.1. Criação de pequenas descontinuidades ou células no fluido, ou na fase plástica.

6.4.2.2. Crescimento dessas células a um volume desejado.

6.4.2.3. Estabilização da estrutura celular resultante por meios físicos ou químicos.

6.4.2.1. Iniciação da bolha

O desenvolvimento de bolhas na solução é chamada de nucleação, embora esse termo seja usado apenas quando se refere as bolhas que se separam do líquido supersaturado ou solução polimérica em presença de sítios iniciadores como irregularidade de superfície. Este processo envolve várias fontes:

1) Gases dissolvidos que estão normalmente presente na solução polimérica são forçados a supersaturação pelo aumento de temperatura;

2) Líquidos de baixo ponto de ebulição que são incorporados no sistema como agentes expansores, são forçados a fase gasosa pelo aumento de temperatura ou decréscimo de pressão;

3) Gases produzidos por agentes expansores químicos que se decompõe na forma de gás.

Fisicamente, os efeitos de temperatura e pressão em alguns casos são óbvios.

Alguns parâmetros importantes são: polimento superficial do substrato, características superficiais das cargas, concentração de certos surfactantes ou nucleantes e taxa de geração de gás.

6.4.2.2. Crescimento das bolhas

No início, a bolha é idealmente uma esfera que cresce como resultado da interação de diferença de pressão (ΔP) entre as partes, interna e externa da célula, e a tensão interfacial (γ). O raio (r), de equilíbrio da bolha relaciona-se a esses fatores conforme mostra a equação 1.

$$\Delta P = 2 \frac{\gamma}{r} \quad (1)$$

A diferença de pressão é maior para bolha menor com a tensão superficial fixa. Concordantemente bolhas menores tendem a igualar estas pressões pelo crescimento mais rápido, rompendo as paredes de separação das células, ou por difusão do agente expensor de células pequenas para células maiores, conforme equação 2.

$$\Delta P_{1,2} = 2 \gamma \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2)$$

Onde $P_{1,2}$ é a diferença de pressão entre células com raios r_1 e r_2 . Portanto, a taxa de crescimento das células depende da natureza viscoelástica do polímero, da pressão do agente expensor, da pressão externa do expandido, do tamanho da célula e da taxa de penetração do agente expensor na fase polimérica.

A energia livre (ΔF) deverá aumentar para permitir a dispersão de uma certa quantidade de gás num certo volume, conforme equação 3.

$$\Delta F = \gamma A \quad (3)$$

onde A , é a área total interfacial. Esta expressão prediz a tendência para as células coalescerem no sentido de minimizarem a área interfacial e portanto, reduzir a energia livre necessária. Diminuindo a tensão superficial reduz a diferença de pressão exigida para manter a bolha com certo tamanho. Diminuindo a tensão superficial reduz a diferença de pressão entre as bolhas de diferentes tamanhos e a energia livre para manter uma dada área de tensão interfacial.

As bolhas aumentam de tamanho com o decréscimo da densidade, pois a forma da bolha é distorcida em poliedros com superfícies planas e espessuras uniformes .

6.4.2.3. ESTABILIZAÇÃO DA BOLHA

Mantendo uma distribuição em baixo nível como nos expandidos de alta densidade, favorece-se as células esféricas com energia superficial mais baixa, a qual é prontamente estabilizada. A densidade menores, a espessura da parede celular exigida para produzir um material expandido é encontrado através de um controle minucioso dos fatores que influenciam a espessura da membrana. A drenagem do material da membrana pode ser causada pela ação de um tubo capilar e gravidade. A drenagem capilar é proporcional ao quadrado das distância entre as junções das nervuras. Aumentando a viscosidade do fluido, reduz o efeito de drenagem "drainagem". O aumento de viscosidade pode ser causado pelas reações químicas, para aumentar o peso molecular através da polimerização ou ligações cruzadas.

A estabilidade definitiva ocorre como resultados de contínuas reações para completar o ponto de gelificação, ou efeitos físicos de resfriamentos sobre o ponto de transição de segunda-ordem. Conforme solidificação final, as bolhas formadas são distorcidas pelo sistema fluido ou gravitacional, produzindo portanto anisotropia na estrutura da célula.

6.5. LIGAÇÕES CRUZADAS

Em sistemas de ligações cruzadas, isto é, termofixo e borracha, a cura e a liberação de gás deve ser adequadamente coordenada para encontrar um resultado desejável. O gás deve ser gerado e as bolhas formadas ao mesmo tempo que a matriz possui uma propriedade reológica adequada para uma boa expansão.

6.6. ESTABILIDADE DA ESPUMA

Após as células serem formadas, a espuma deve ser estável, isto é, o gás não deve difundir-se pela célula tão rapidamente, pois dessa forma causam o colapso das células ou excessivo encolhimento. A estabilidade da bolha depende da solubilidade e difusibilidade do gás na matriz polimérica.

6.7. AGENTES FÍSICOS DE EXPANSÃO

Os agentes expansores físicos funcionam como fonte de gás pela mudança de estado físico. O líquido volátil produz gás pela passagem do estado líquido ao vapor (gasoso), onde os gases comprimidos são dissolvidos sobre pressão no polímero fundido. A ocorrência de mudança de fase sob pressão afeta a formação de bolhas no polímero fundido.

Idealmente um agente físico expansor poderia ser inodoro, não tóxico, não corrosivo e inflamável. Ele deve ser termicamente estável e quimicamente inerte na forma gasosa e não deveria interferir nas propriedades físicas ou químicas do polímero.

Os agentes expansores físicos são geralmente baratos e oferecem a vantagem de resíduos não sólidos, que podem afetar a coloração ou propriedades do polímero. Sua principal desvantagem é o fato de requererem equipamentos especializados.

6.7.1. AGENTES EXPANSORES LÍQUIDOS

Esta categoria inclui uma grande quantidade de substância, onde as mais importantes são os hidrocarbonetos alifáticos e seus cloros e fluor derivados.

6.7.1.2 PROPRIEDADES DOS AGENTES EXPANSORES FÍSICOS

Isômeros do pentano, hexano e heptano: são usados principalmente na produção de espumas de poliestireno de baixa densidade. Estes líquidos são baratos e de baixa toxicidade; sua principal desvantagem é a inflamabilidade.

Embora a controvérsia da camada de ozônio tenha diminuído o uso de fluorcarbonos nas espumas de poliuretanos flexíveis, eles são antecipadamente escolhidos para certas aplicações devido suas propriedades desejáveis, tais como: inflamabilidade, baixa toxidez e condutividade térmica, e excelente estabilidade térmica e química.

TRICLOROETANOL - Um líquido na temperatura ambiente, é usado em espumas de polipropilenos rígidos e flexíveis para isolamento. O qual tem condutividade menor do que os fluorcarbonos comerciais, portanto ele torna melhor as propriedades de isolamento térmico.

DICLOROELUORMEIANO - é preferido para "SPRAYED IN PLACE" espumas de poliuretanos rígidos onde se consegue uma densidade menor e uniforme, devido ao seu ponto de ebulição ser mais baixo e a pressão de vapor elevada. Ele também é usado na produção do poliestireno expandido, especialmente matéria-prima como placas para artigos termoformados, profundamente estirado (tensionados). Combinando-se com outros fluorcarbonos e agentes expansores químicos, ele é usado adequadamente para fazer espumas de polietilenos de baixa densidade.

Usando diclorotetrafluoretano, uma molécula muito grande com taxa de difusão vagarosa, previne excesso de contração e colapso da espuma durante sua preparação.

MONOCLORIDIELUORMEIANO - Um gás na temperatura ambiente, é usado para espumas fluorpolímeros e outros termoplásticos de engenharia

4.7.2. AGENTES EXPANSORES GASOSOS

Os gases são comprimidos e incorporados na matriz polimérica pelo uso de extrusoras e parafusos especiais para injeção a gás. Dióxidos de carbono e nitrogênio são ambos predominantemente usados, embora o nitrogênio seja comercialmente mais importante. O Nitrogênio comprimido é usado em 2 (duas) tomadas do processo espumante para uma variedade de polímeros. O nitrogênio, gás inerte, não deixa nenhum resíduo sólido na matriz

6.8. AGENTES EXPANSORES QUÍMICOS

6.8.1. DEFINIÇÃO:

O termo agente "expansor químico" no sentido mais amplo, significa uma substância orgânica ou inorgânica usada em materiais poliméricos para a produção de espumas estruturais. Os agentes expansores são aqueles que se decompõem a alta temperatura, onde pelo menos, um dos produtos da decomposição é de natureza gasosa. O material plástico expande formando uma espuma estrutural. O processo de decomposição é geralmente exotérmico e irreversível e é desejável que ocorra em uma faixa estreita de temperatura. A decomposição pode ser térmica ou uma reação entre 2 (dois) componentes, por exemplo Borohidreto e uma fonte de próton.

A escolha do agente expansor é determinada pela propriedade da decomposição térmica, isto é, a taxa em que o agente expansor se decompõe deve ser compatível com a temperatura de processamento do polímero, na qual o agente expansor deve se decompor rapidamente mas não violentamente. Temperatura de decomposição de alguns agentes expansores estão na (tab. 1).

tab 1

TIPO	°C
BICARBONATO DE SÓDIO	100 - 140
DINITROSOPENTAMETILENOTETRAMINA	195
p-TOLUENOSULFONIL HIDRAZIDA	110 - 120
4,4'OXIBIS (BENZENOSULFONIL HIDRAZIDA)	158 - 160
AZODICARBONAMIDA (1,1'AZOBISFORMAMIDA)	195 - 216
p-TOLUENOSULFONIL SEMICARBAZIDA	228 - 235
5-FENILTETRAZOLE	250 - 300
5-FENILTETRAZOLE ANALOGO	360 - 381
DIISOPROPILHYDRAZOCARBOXILATO	271 - 310
5-FENIL-3,6-DIHIDRO-1,3,4-OXADIAZIN-2 ONE	205 - 250

6.8.2. REQUISITOS:

A primeira exigência para escolher um agente expensor é a sua temperatura de decomposição que deve ser compatível com a temperatura de processamento do polímero. Não deve se decompor espontaneamente, e os gases formados não devem produzir constituintes explosivos. O gás formado, se possível, deverá consistir de nitrogênio e outros gases que não ofereçam riscos à saúde. Não deve influir negativamente na estabilidade térmica ou propriedades mecânicas do polímero, ou possuir efeito corrosivo. Os resíduos e produtos da decomposição não devem oferecer perigo à saúde, não devem exsudar ou causar descoloração, deve ser de fácil incorporação e dispersão no plásticos. Finalmente, devem ter grande rendimento de gás, para se usar pequenas quantidades.

6.8.3. INCORPORAÇÃO DO AGENTE QUÍMICO EXPANSOR

Os agentes expansores químicos geralmente possuem a forma de pó com pequenas partículas, embora ocasionalmente sejam líquidos. É necessário uma dispersão uniforme do agente expensor no material plástico para a boa qualidade do expandido final. Outra forma de homogeneização é através de masterbatch.

Nos processamento como extrusão e injeção de pós, são simplesmente misturados a frio com os grânulos de polímeros, se depositando na sua superfície. Se os grânulos são transportados pneumáticamente, recomenda-se a aplicação prévia de um agente ligante como óleo parafina ou estearato de butila, para que o pó fique preso aos grânulos. O agente expensor também pode ser incorporado através de medidores automáticos montados diretamente na máquina de injeção ou extrusão, no lugar do funil de alimentação.

Ultimamente desenvolveu-se um sistema de dispersão líquida de agente expensor, o qual é injetado diretamente no canhão da máquina de injeção de moldagem ou de extrusão via um medidor e um sistema de bomba. A ação da bomba é ligada eletricamente a velocidade do parafuso, de modo que, a dispersão do agente expensor é medida apenas durante o estágio de plastificação do processo de injeção de moldagem. Na extrusão, entretanto o medidor de bomba opera continuamente.

6.8.4. PROCESSAMENTO E APLICAÇÃO

Os métodos de processamento para os plásticos contendo o agente expensor são basicamente os mesmos para os materiais plásticos correspondentes.

O agente expensor químico tem aplicação em diversos plásticos comerciais, PU, PVC, PE, PP, PS, ABS, PA, e EVA, além de outros. Na indústria de transformação destacam-se os artigos como: camada de cobertura para bolsas, estofos, tapeçaria, espumas protetoras para carpetes, papéis espumados para paredes, caixa de cobertura para televisores, aparelho de áudio, indústria automobilística e embalagem em geral. Nas aplicações específicas encontramos, Isolação acústica e térmica, núcleos de estruturas sujeitas a esforços, como proteção a embalagens, como materiais de enchimento em colchões e similares.

Os agentes expansores químicos também são empregados nos processos de moldagem por compressão de alta pressão com subsequente expansão, calandragem e extrusão de moldagem por sopro.

6.8.4.1. ESPUMAS DE POLIPROPILENO

As espumas de polipropileno (PP) tem uma densidade que varia de $0,01g/cm^3$ a $0,7g/cm^3$, produzidas por compressão de moldagem, extrusão e moldagem por injeção. Espumas rígidas tendo uma densidade de $0,05$ a $0,12g/cm^3$, produz-se ligações cruzadas "crosslinked" de polipropileno em moldagem por compressão de alta pressão. O produto resultante é rígido, estrutura celular extremamente fina e uniforme, boa resistência térmica e química, boas propriedades de isolação e absorção de energia. As espumas de polipropileno mais comerciais, entretanto, são produzidas por extrusão e moldagem por injeção.

Espumas de polipropileno podem ser extrudadas por técnicas similares àquelas usadas em poliestireno e policloreto de vinila, exceto que o parafuso extrusor deve ser especialmente designado para poliolefinas.

Chapas e perfis extrudados de espuma de polipropileno com densidade de $0,40$ a $0,56g/cm^3$ encontram aplicações em moldagem de portas janelas, estofados e bolas de baseball. Placas espumadas de PP extrudado com densidade inferior a $0,01cm^3$ e espessura menor do que 4mm são comercialmente viáveis. Elas tem boa resistência física e rigidez sobre uma ampla faixa de temperatura e umidade, alta temperatura de serviço $121^{\circ}C$, fator "K" de cerca de $0,27$ e alto coeficiente de fricção.

6.8.5. PROPRIEDADES DOS EXPANDIDOS

Os plásticos celulares possui notáveis propriedades como:

- Densidade mais baixa e portanto maior economia de material;
- Maior rigidez específica com espumas casca-integral ("integral-skin"), levando em conta a razão rigidez/peso, a causa disto é que a 3ª espessura pode afetar a rigidez de uma moldagem;
- Melhores propriedades dielétricas para isolação de cabos ;
- Melhor isolação acústica e térmica;
- Melhor funcionamento acústico para alojamento de aparelhos de televisão e equipamentos de som;
- Maior absorção de energia por impacto.

A adição de pequenas quantidades de agente expensor da ordem de (0,05 a 0,1) elimina em parte marcas de linhas de fluxos do produto moldado.

6.8.6. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Os agentes expansores químicos mais usados nas indústrias são os azocompostos, derivados de hidrazinas, semicarbazidas, tetrazoles e benzoaxinas.

A importância das classes individuais dos expansores variam bastante. A azodicarbonoamida engloba cerca de 95% de todo os agentes expansores químicos produzidos para os plásticos. Dos 5% restante, aproximadamente 2% são sulfohidrazidas, 2% são aqueles agentes expansores conhecidos com temperatura de decomposição alta e 1% são outros compostos. Aproximadamente 1% do consumo total de agente expensor é processado com PVC, o restante, 15% com polietileno poliestireno, Polipropileno, ABS, polióxido de fenileno (noryl) modificado, e outros.

6.8.7. TESTES DOS AGENTES EXPANSORES QUÍMICOS

Para se obter um quadro completo das propriedades dos agentes expansores são investigadas as seguintes características:

- a) Aparência e odor;
- b) Grau de pureza;
- c) Impurezas;
- d) Densidade volumétrica e propriedade de fluxo livre;
- e) Tamanho da partícula e distribuição do tamanho da partícula;
- f) Produção de gás;
- g) Método e temperatura de decomposição;
- h) Outros dados caloríficos;
- i) Decomposição de resíduos;
- j) Conteúdos de cinzas e análise espectral de cinzas;
- l) Propriedades tecnológicas e prática;
- m) Toxicologia e tolerância na pele;
- n) Expansão eletrostática.

Todas estas características são determinadas com matérias primas manufaturadas, de produção contínua que deve verificar as propriedades de importância para a aplicação desejada.

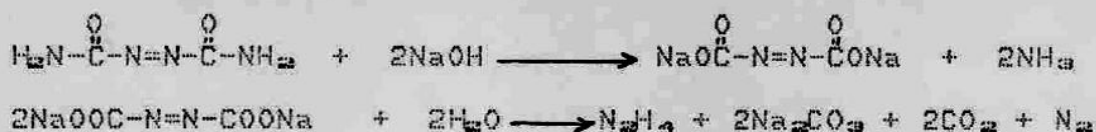
6.8.8. PRINCIPAL CLASSE DOS PRODUTOS E MANEIRAS DE AÇÃO

O conhecimento das reações e compensação dos processos de decomposição dos agentes expansores químicos, são importante na escolha do expansor ideal.

6.8.8.1 AZO-COMPOSTOS

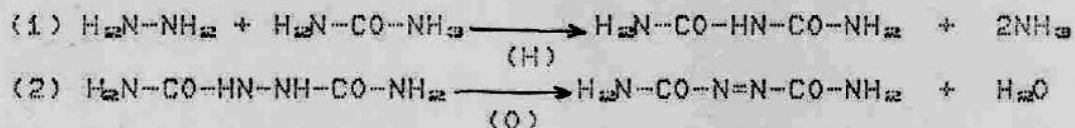
A azodicarbonoamida é um agente expensor que se decompõem exotermicamente na faixa de 175-216°C, e depende do método como foi preparada. Produz um rendimento de gás de aproximadamente 220ml/g. Dependendo do tamanho da partícula, a azodicarbonoamida (ADC) é um pó cristalino, laranja a amarelo-claro, com densidade 1,65g/cm³. É insolúvel em muitos solventes orgânicos e plastificantes. Sua solubilidade no dimetil sulfóxido a temperatura ambiente é aproximadamente 5g/100g de solvente; sua solubilidade em dimetilformamida (DMF) é baixa. Tem excelente estabilidade de armazenamento, não auto inflama-se em contato com a chama e não suporta combustão.

Reação, a base alcalina reage com a azodicarbonoamida (ADC) para formar ácido azodicarboxílico. Estes sais decompõe-se em dióxido de carbono, nitrogênio e hidrazina por aquecimento ou acidificação.



A azodicarbonoamida num processo de 2 (duas) etapas.

Na primeira etapa (1) hidrazodicarbonoamida é formada de hidrazina e uréia; na segunda etapa (2) esta é convertida em azodicarbonoamida por oxidação.



Os agentes oxidantes são cloro, cloretos, hidrogênio peróxidos e água ou ácido cítrico. Na etapa de controle de oxidação pode ser fabricado um produto com distribuição estreita. Devido ao efeito de superfície, partícula pequenas decompõem-se mais rápido do maiores.

A taxa de decomposição da azodicarbonoamida (ADC) pode ser ajustada por ativadores e uma ampla faixa de ativadores pode ser alcançada, de acordo com a temperatura de processamento do polímero. Faixa útil de temperatura do gás alta é uma das vantagens da ADC. Os ativadores (que baixam o ponto de fusão) apropriados inclui, sais de metais, especialmente aqueles de chumbo, cádmio, zinco, poliois, úreia e alguns ácidos orgânicos.

A decomposição térmica da azodicarbonoamida seca resulta nos seguintes produtos em pesos:

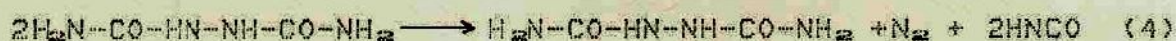
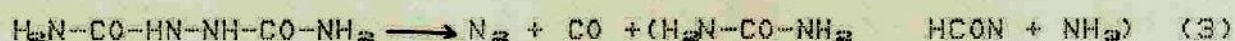
Produtos gasosos	32%
Resíduos sólidos	41%
Sublimação	27%

Os produtos gasosos consistem de:

Nitrogênio (N_2)	65%	em vol
Monóxido de carbono (CO)	32%	
Dióxido de carbono (CO_2)	3%	

Os resíduos sólidos e os sublimados são constituídos principalmente de urazoles (39%), ácido cianúrico (26%), hidrazodicarbonoamida (2%) e cimelida (1%). As percentagens foram calculadas sob a quantidade de ADC usada.

Vários são os mecanismos usados para a decomposição da ADC.



A hidrazodicarbonoamida é o produto formado iniciante de urazola



A hidrazodicarbonoamida se decompõe a 234°C por um processo autocatalítico, produzindo gás que consiste principalmente de amônia, pouco CO_2 e N_2 ; produz também urazoles cíclicos.

Então, os produtos decompostos ADC podem se decompor mais adiante em gás.

DINITROSOBENTANOMETILENO_TETRAMINA (DNBT)

- Forma: Pó amarelo
- Temperatura de decomposição: +/-195°C
- Ativador: Ácido salicílico, anidridos ftálicos, sais de metais e uréia
obs. Quando ativado pode decompor a 130°C.
- Produtos da decomposição: Nitrogênio é o principal, óxido nitroso e água.
obs. O resíduo apresenta cheiro de peixe de amina.
solução: adicionar uréia, ou melamina e certos compostos amins.
- Aplicação: Composição de borracha expandida

SEMICARBAZIDA

p-TOLUENO SEMICARBAZIDA (TSSC) OU (TSS)

- forma: Pó branco
- Temperatura de decomposição: 228 - 235°C
- Rendimento de gás: 140cm³/g
- Ativador: -Com ativador produz espumas vinílicas rígidas especialmente quando a cor branca é importante.
Estearato de chumbo, uréia e estearato de cálcio, abaixa a temperatura para 190°C.
- Produtos da decomposição: 55%N₂, 37%CO₂, 2%CO, 3%NH₃, e sólidos ditolyl dissulfeto e p-toluenosulfonato de amônia.
- Aplicação: ABS e Fluoroplásticos.

AZODICARBONAMIDA (ADC) OU AZOBISFORMAMIDA (ABEA)

- Forma: Pó amarelo
- Temperatura de decomposição: 195- 216°C
- Rendimento de gás: 220cm³/g
- Ativador: Sais de metais de transição como chumbo, cádmio e zinco, polióis, uréia, alcoois amins, e alguns ácidos orgânicos.
obs. A Temperatura de decomposição pode chegar a 130°C
- Inibidores de gás: Ácidos orgânicos, fenóis amins, anidridos orgânicos, e hidrazidas ácidas.
- Produtos da decomposição: -A 190°C produz 32% de gases N₂(65%), CO(31%), e CO₂(3,5%).
-A amônia pode ser detectada em alguns casos.
obs. O produto da decomposição é branco, o qual serve como indicador de completa decomposição.

SULFONIL HIDRAZIDA

Existem 2 classes: 1) p-toluenosulfonil hidrazida (p-TSH)
2) 4,4'-oxibis(benzenosulfonil hidrazida)
(OBSH)

1) p-TOLUENOSULFONIL HIDRAZIDA (p-TSH)

- Forma: Pó cristalino, creme.
- Temperatura de decomposição: 120°C
- Rendimento de gás: 115cm³/g.
- Produtos da decomposição:- Ditolyl sulfeto P-
toluenothiosulfato. Produz grande quantidade de resíduo.
- Aplicação: artigos de borracha esponjosa.
obs. Não é usado em termoplásticos por causa do odor

2) 4,4'-OXIBIS(BENZENOSULFONIL HIDRAZIDA) (OBSH)

- Forma: Pó cristalino branco, fino.
- Temperatura de decomposição: 160°C
- rendimento de gás: 125cm³/g
- produtos da decomposição: Nitrogênio e água
- Aplicação: Polietileno de baixa densidade e PVC, na isolação de fios.
- Uréia e tretanolamina pode chegar a 130°C

7. TRABALHOS REALIZADOS

7.1. NUCLEANTE

7.1.1. - INTRODUÇÃO:

Nos "grades" nucleados de Mauá, achava-se que não havia um bom desempenho dos agentes nucleantes. Nos "grades" de Camaçari, segundo testes realizados anteriormente obtiveram resultados satisfatórios. Portanto decidiu-se fazer um estudo de performance entre os pós de Mauá e Camaçari, envolvendo 3 (três) nucleantes diferentes.

7.1.2. - OBJETIVO:

Verificar a eficiência dos nucleantes NUCLEANTE 1, NUCLEANTE 2 (MICRONIZADO), e NUCLEANTE 3, nos pós de Mauá e Camaçari.

7.1.3. - MÉTODO:

7.1.3.1. - FORMULAÇÃO:

AMOSTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8
Pó 1	99,92	99,77	99,75	99,67	-	-	-	-
Pó 2	-	-	-	-	99,76	99,61	99,59	99,51
ANTIOXI.3	-	-	-	-	0,16	0,16	0,16	0,16
ANTÁCIDO	0,08	0,08	-	0,08	0,08	0,08	-	0,08
NUCLEAN.1	0,15	-	-	-	0,15	-	-	-
NUCLEAN.2	-	-	0,25	-	-	-	0,25	-
NUCLEAN.3	-	-	-	0,25	-	-	-	0,25

7.1.3.2.-PROCEDIMENTO:

As amostras foram pesadas e misturadas no Henschel (1200, 3min).
Granulada na Reifenhauer e injetado discos.

7.1.3.3.-TESTES:

Foram realizados testes de brilho, opacidade, temperatura de
cristalização e transparência visual.

Brilho:

Padrão: 52,7

obs. O aparelho foi calibrado para cada corpo de prova.

Opacidade:

Padrão: 10

Padão medido no início e no final do teste: 12,1

Espessura dos discos: 1,5mm

7.1.4.-RESULTADOS:

AMOSTRAS	BRILHO (%)	OPACIDADE (%)	T.CRIST.(°C)
1	38,6	71,0	103,7
2	39,4	62,4	109,7
3	38,1	65,6	121,4
4	39,1	42,7	116,9
5	36,1	65,9	103,97
6	39,6	54,3	111,9
7	38,43	54,5	121,96
8	38,54	46,0	117,2

7.1.5.-ANÁLISE DOS RESULTADOS:

-Brilho:

As amostras apresentaram pequenas variações.

-Opacidade:

As amostras que continham NUCLEANTE.1 e NUCLEANTE.2 com pó de Camaçari, apresentaram melhor performance em relação as respectivas amostras com pó de Mauá.

-Temperatura de cristalização:

- . O nucleante de melhor performance em ambos os "grades" foi o benzoato de sódio.
- . O NUCLEANTE 1 obteve o menor desempenho.
- . A temperatura de cristalização dos "grades" de Camaçari mostrou-se ligeiramente maior do que Mauá, sendo que o NUCLEANTE 1 ficou com uma diferença mais acentuada.

-Tranparência visual:

Os "grades" e os discos de Mauá tinham um aspecto amarelado, enquanto que os de Camaçari eram mais claros e transparentes. Ambos apresentaram linhas de fluxo.

7.1.6.-CONCLUSÃO:

Os "grades" com pó tanto de Mauá quanto de Camaçari tiveram temperatura de cristalização próximas, porém na opacidade houve uma diferença maior entre os dois pós. As amostras com NUCLEANTE 1 e NUCLEANTE 2 quando produzidas com pó de Camaçari tiveram menor opacidade.

7.1.7.-REFERÊNCIA:

PA 616/91

7.2. AVALIAÇÃO DO PERÓXIDO 2 NACIONAL

7.2.1. INTRODUÇÃO:

Nas formulações com peróxidos da Pennwalt (Atochem) na Polibrasil, utiliza-se o PERÓXIDO 1, produto importado, mas ao ser oferecido no mercado o PERÓXIDO 2, produto nacional, mesmo tipo, decidiu-se fazer uma avaliação da performance do PERÓXIDO 2 nacional comparando com o PERÓXIDO 1 importado.

7.2.2. OBJETIVO:

Comparar a performance do PERÓXIDO 2 de fabricação nacional com o PERÓXIDO 1 importado, ambos peróxidos da Pennwalt (Atochem).

7.2.3. MÉTODO:

3.1. Foram usados 2 (dois) tipos de Fluff.

Fluff₁ - fluff da planta

Fluff₂ - fluff preparado no laboratório (TPL)

Fluff₂ (TPL) - 7% PERÓXIDO 2
- 93% Pó 3

Obs. Os fluff₁ e fluff₂ foram enviados ao laboratório (ICL) para fazer análise do teor de peróxido.

7.2.3.2. FORMULAÇÃO:

Vide formulações anexa.

7.2.3.3. PROCEDIMENTO:

As amostras foram misturadas no Henschel (3 min, 1200rpm) e granuladas na Borg Mar.

As amostras "1" e "2" (formulação 01) foram injetadas e baseia-se no WM 6100P

As amostras "3" e "4" (formulação 01) baseia-se no PEX 7504.

Após a realização dos testes, houve necessidade de se introduzir novas amostras que constam nas formulações 02 e 03 para clarificar melhor os resultados de Razão de Viscosidade (RV).

7.2.4.RESULTADOS:

Vide tabelas anexas

7.2.4.1.ANÁLISES DOS FLUFF:

Fluff₁ -6,6% de PERÓXIDO 1

Fluff₂ -6,9% de PERÓXIDO 2 nacional

PERÓXIDO 2 nacional- 89,8% de peróxido ativo

PERÓXIDO 1- > 93%

7.2.5 ANÁLISES DOS RESULTADOS:

RT

A resistência a tração praticamente não varia

ALONGAMENTO

O alongamento teve uma pequena variação. A amostra "2" rompeu, enquanto a amostra "1" não rompeu.

COR

As amostras tanto com PERÓXIDO 2, como com PERÓXIDO 1 apresentaram cores semelhantes.

ODOR

Todas apresentaram odor fraco, exceção foi a amostra "2" tendendo a um odor entre fraco e definido.

obs. RT, alongamento, cor e odor, foram testes realizados apenas na formulação 01.

MFI

O índice de fluidez das amostras com PERÓXIDO 2 nacional foi menor do que com PERÓXIDO 1, utilizando a mesma quantidade de fluff. O que implica em dizer que as amostras com PERÓXIDO 2 degradam menos. Para se obter o mesmo valor do IF foi necessário adicionar uma quantidade maior de PERÓXIDO 2.

RV

A razão de viscosidade com PERÓXIDO 1 apresentou valores maiores do que com PERÓXIDO 2, contradizendo o esperado, por isso resolveu realizar-se novos testes (conforme visto nas formulações e tabelas 02 e 03), onde os resultados mostraram-se mais coerentes

7.2.6. CONCLUSÃO:

Os resultados mostraram que o PERÓXIDO 2 nacional possui performance inferior ao PERÓXIDO 1 importado, devido o PERÓXIDO 2 possuir menor teor de pureza. Para o PERÓXIDO 2 obter a mesma performance em relação ao PERÓXIDO 1 é necessário adicionar em torno de 4% a mais deste produto.

7.2.7. AÇÃO:

Informar a Gerência de Materiais sobre os resultados obtidos.

7.2.8. REFERÊNCIA:

PA 612/91

ANEXOS

Formulação 01

	1	2	3	4
Pó 3	99,40	99,40	-	-
Pó 4	-	-	99,38	99,38
ANTIOXI.1	0,03	0,03	-	-
ANTIOXI.2	0,1	0,1	-	-
ANTIOXI3	-	-	0,18	0,18
ANTIACIDO	0,1	0,1	0,04	0,04
FLUFF ₁	0,37	-	0,4	-
FLUFF ₂	-	0,37	-	0,4

Formulação 02

	I	II	III	IV
Pó 3	99,40	99,40	99,744	99,745
ANTIOXI.1	0,03	0,03	0,03	0,03
ANTIOXI.2	0,1	0,1	0,1	0,1
ANTIACIDO	0,1	0,1	0,1	0,1
FLUFF ₁	0,37	-	-	-
FLUFF ₂	-	0,37	-	-
PERÓXIDO 2	-	-	0,026	-
PERÓXIDO 1	-	-	-	0,025

ANEXOS

Formulação 03

	IA	IIA	IIIA	IVA
Pó 3	99,76	99,72	99,76	99,72
ANTIOXI.1	0,03	0,03	0,03	0,03
ANTIOXI.2	0,1	0,1	0,1	0,1
ANTIACIDO	0,1	0,1	0,1	0,1
PERÓXIDO 2	0,01	0,05	-	-
PERÓXIDO 1	-	-	0,01	0,05

TABELA 01

	ÍNDICE DE FLUIDEZ		RV	a	MW Mn
	IF(2,16Kg)	IF(5,0Kg)			
1	24,94	103,07	4,13	0,8075	4,8
2	19,39	80,73	4,16	0,815	4,9
3	23,68	106,13	4,48	0,895	5,9
4	20,65	86,896	4,21	0,8275	5,0

TABELA 1A

	RESISTÊNCIA A TRACÇÃO		ALONGAMENTO		COR	ODOR
	CARGA	T _R (MN/m ²)	L (mm)	(%)		
1	117	30	> 98	> 426	1A	2
2	120,8	31	82,6	359	1A	2,4
3	-	-	-	-	A	2
4	-	-	-	-	A	2

ANEXOS

TABELA 02

	INDICE DE FLUIDEZ		RV	a	$\frac{MW}{Mn}$
	IF(2,16Kg)	IF(5,0Kg)			
I	24,96	102,15	4,09	0,7975	4,7
II	21,02	87,57	4,16	0,815	4,9
III	23,83	99,14	4,16	0,815	4,9
IV	23,10	95,48	4,13	0,8075	4,8

TABELA 03

	INDICE DE FLUIDEZ		RV	a	$\frac{MW}{Mn}$
	IF(2,16Kg)	IF(5,0Kg)			
IA	14,49	64,96	4,48	0,895	5,9
IIA	44,62	185,2	4,15	0,8125	4,9
IIIA	15,74	66,68	4,26	0,84	5,2
IVA	45,2	187,8	4,15	0,8125	4,9

$$\frac{MW}{MN} = 0.75 \times 10^a - 0.225$$

$$a = \frac{IE(5)}{4IF(2)}$$

"Rv" é o número adimensional obtido pela divisão do IF na condição X pelo IF na condição Y, e é uma medição da distribuição do **PH**

$$Rv = \frac{230^{\circ}\text{C}/5.00 \text{ Kg}}{230^{\circ}\text{C}/2.16 \text{ Kg}}$$

7.3.3.2. PROCEDIMENTO:

As amostras foram pesadas e misturadas no Henschel (1200, 3min). Em seguida foram granuladas na Borg Mar e injetadas gravatas na injetora Oriente. Posteriormente as amostras foram submetidas a testes de cor e envelhecimento natural (gaiolas) e acelerado (weather-ometer).

7.3.3.3. TEMPO DE EXPOSIÇÃO:

- Weather-ometer (horas)

$t_0=0$, $t_1=336$, $t_2=672$, $t_3=1008$, $t_4=1344$, $t_5=1680$

- Exposição natural (dias)

$t_0=0$, $t_1=30$, $t_2=60$, $t_3=90$

Os testes realizados nos períodos acima foram: cor e aparência visual, resistência a tração e alongamento.

7.3.4. RESULTADOS:

GRÁFICOS E TABELAS ANEXOS

WEATHER-OMETER

t(h)	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (MN/m ²)					
	AM ₁	AM ₂	AM ₃	AM ₄	AM ₅	AM ₆
0	34,8	34,8	33,1	33,2	33,8	33,2
336	35,1	35,0	34,4	33,9	35,0	34,1
672	35,8	35,6	31,4	-	34,3	34,7
1008	35,6	35,3	27,7	22,2	34,5	32,9
1344	35,5	34,6	17,8	20,2	33,7	32,8
1680	34,7	-	16,9	-	32,2	-

ENVELHECIMENTO NATURAL

tempo	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (MN/m ²)					
(DIAS)	AM ₁	AM ₂	AM ₃	AM ₄	AM ₅	AM ₆
0	34,8	34,8	33,1	33,2	33,8	33,2
30	34,0	34,0	32,1	33,1	33,1	33,2
60	34,0	34,0	31,9	32,5	33,0	32,9
90	34,8	34,8	32,5	33,3	33,3	33,5

WEATHER-OMETER

	ALONGAMENTO (%)					
t(h)	AM ₁	AM ₂	AM ₃	AM ₄	AM ₅	AM ₆
0	47,8	46,1	126,9	126,9	79,1	100,0
336	38,3	47,8	78,2	73,9	52	50,0
672	34,8	34,8	15,2	-	54,3	52,0
1008	28,3	24,3	13	0	43,5	15,2
1344	17,4	17,4	0	0	22,6	17,4
1680	8,7		0		21,7	

ENVELHECIMENTO NATURAL

tempo	ALONGAMENTO (%)					
(dias)	AM ₁	AM ₂	AM ₃	AM ₄	AM ₅	AM ₆
0	47,8	46,1	126,9	126,9	79,1	100,0
30	44,3	44,3	239,1	78,3	68,6	75,6
60	46,9	46,9	139,1	104,3	76,5	72,6
90	40,0	42,6	234,8	133,9	78,2	111,7

WEATHER-OMETER

t (h)	COR					
	AM ₁	AM ₂₂	AM ₃₃	AM ₄₄	AM ₅₅	AM ₆₆
0	A	A	B	B	A	A
336	A	A	E	E	A	A
672	A	A	F	E	A	A
1008	A	A	+F	+F	B	B
1344	A	A			B	B
1680	B				C	

ENVELHECIMENTO NATURAL

TEMPO:	COR					
	AM ₁	AM ₂₂	AM ₃₃	AM ₄₄	AM ₅₅	AM ₆₆
DIAS						
0	A	A	B	B	A	B
30	A	A	C	C	A	B
60	A	A	C	C	A	B
90	A	A	D	D	B	B

7.3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS:

As amostras expostas por um período de 336 horas sofreram um pequeno aumento na resistência a tração.

As amostras que tem ESTABILIZANTE 1 em combinação com ESTABILIZANTE 2 tem performance inferior, do que as amostra com ESTABILIZANTE 1 sozinho.

• Comparando as amostras "1", "3" e "5"

A amostra 3 atingiu 50% de perda das propriedades ao longo do tempo de exposição, portanto o ESTABILIZANTE 2 atuando sozinho, não é um bom estabilizante.

A amostra "1", com apenas o estabilizante ESTABILIZANTE 1, apresenta RT maior do que a mostra "5", logo, a combinação sinérgica é negativa. Para o alongamento o resultado é o inverso.

• Comparando as amostras "2", "4" e "6"

A mostra 4, também só com o ESTABILIZANTE 2, sofre uma degradação mais acentuada. Como não foi examinada no período de tempo de 1680 horas, é de se esperar que suas propriedades continuem decrescendo. Isto confirma que o ESTABILIZANTE 2 é um mau estabilizante de luz quando usado sozinho.

Exposição Natural

Um fato estranho é que a resistência a tração no período de tempo de 30 dias diminui ligeiramente ou permaneceu constante, porém no período de 90 dias, a resistência a tração aumentou, contrariando a teoria. Mesmo assim, as amostras "1" e "2", mostram resistência tração superior as amostras "5" e "6", respectivamente.

Aparência visual e cor.

W.O.M.

As amostras "1" e "2", mostraram degração inferior a "5" e "6", respectivamente, enquanto que "3" e "4", mostraram-se bastante degradadas, essas amostras apresentaram cor acima de F

Envelhecimento acelerado

Apenas as amostras 3 e 4 apresentaram aspectos claros de degradação visual

7.3.6. CONCLUSÃO:

O ESTABILIZANTE 2 não teve boa performance quando sozinho. Fazendo uma combinação com o ESTABILIZANTE 1, conseguiu-se um resultado melhor, mais ainda inferior ao ESTABILIZANTE 2 sozinho.

7.3.7. AÇÃO:

O ESTABILIZANTE 2 não deve ser usado.

7.3.8. REFERÊNCIA:

PA 604/91.

8. CONCLUSÃO

Com esta pesquisa foi possível aperfeiçoar os conhecimentos teóricos e compreender melhor a realidade de um campo de trabalho, a utilidade de alguns conteúdos estudados. Durante a realização deste estágio, não houve nenhuma objeção quanto ao fornecimento de informações necessárias ao bom desempenho do estágio, pois contei com a colaboração de todas as pessoas ligadas diretamente nas atividades desenvolvidas. Portanto, considero este estágio de suma importância profissional, por ter sido realizado numa empresa de porte como a Polibrasil S.A..

11. BIBLIOGRAFIA:

BRYDSON, J.A. - MATERIALES PLÁSTICOS
 INSTITUTO DE PLÁSTICOS Y CAUCHO, MADRI, 3ª EDIÇÃO *Falta o ano*

ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING VOLUME 2
 SECOND EDITION.

COPYRIGHT (c) 1985 BY JOHN WILEY & SONS, INC. *Falta o total
 e o número*
 UNIROYAL

GACHTER/MULLER, 3ª EDIÇÃO 1990 *Falta o total e o volume*
 PLÁSTICS ADITIVES HANDBOOK

JORGE CHERN H. WEN E BRUNO P. PONTES - MOLDAGEM POR INJEÇÃO 1ª *colocação*
 EDIÇÃO, JULHO 1990. *ajustar os dados com o volume algum*

MANO, E.B. - INTRODUÇÃO A POLÍMEROS. Ed. EDGARD BRUCHER LTDA, 1985. *colocação o total do volume*

MILES, D.C. E J.A. BRISTON - TRADUÇÃO: CAETANO BELLIBONI
 EDITORA DA UNIVERSIDADE, DE SÃO PAULO
 EDITORA POLÍGONO S.A. *Falta o ano*

MODERN PLASTIC ENCYCLOPEDIA '91 - MID OCTOBER ISSUE
 Mc GRAW HILL

POLIBRASIL S.A. - MANUAL DE INSTRUÇÕES DE EQUIPAMENTOS. SALVADOR/Ba

POLIBRASIL S.A. - APOSTILHAS DE ADITIVOS PARA O POLIPROPILENO.

POLIBRASIL S.A. - INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO POLIPROPILENO PROLEN

ANEXOS

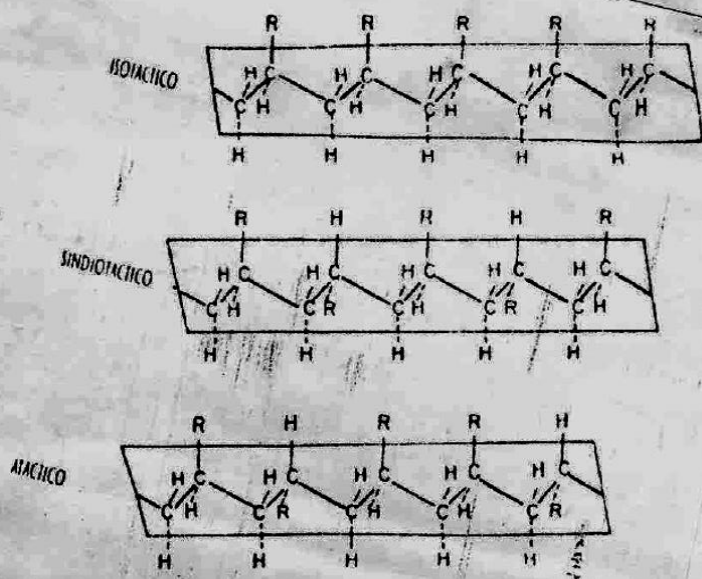


Fig. 4: formas isotática, sindiotática e atática de um polímero
vinílico com arranjo cabeça-cauda.

Gráfico I

Comportamento Térmico do Polipropileno

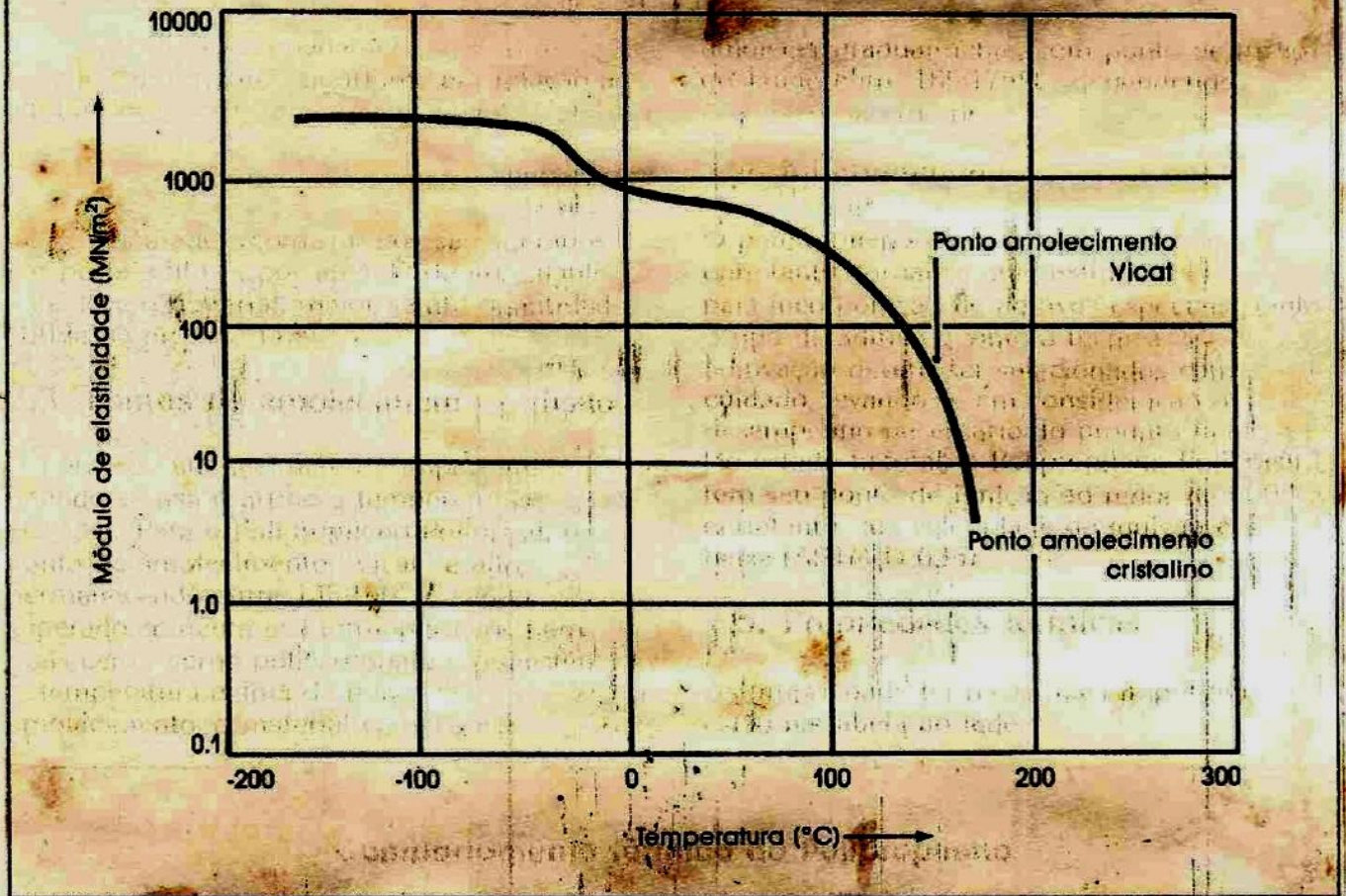
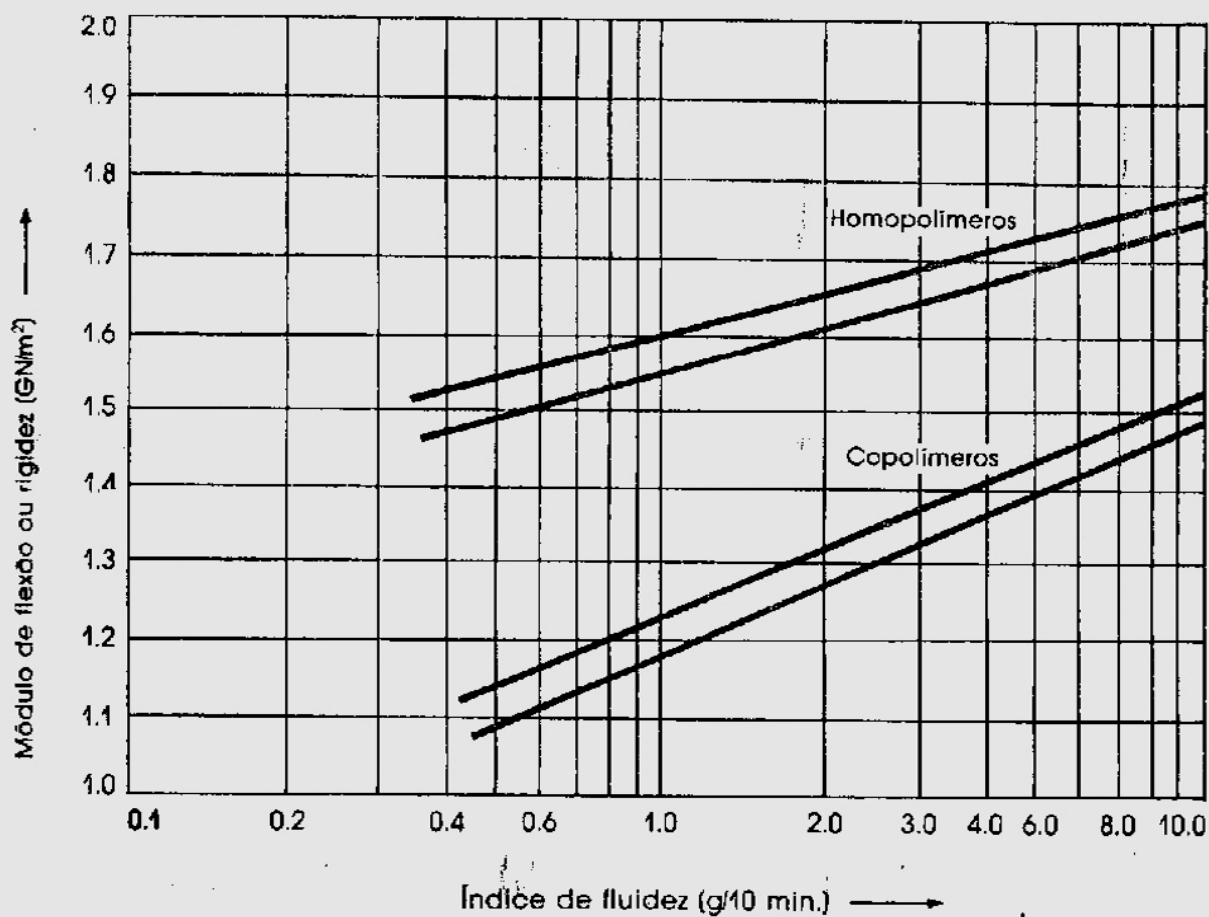


Gráfico 2

Rigidez versus Índice de Fluidez para o Polipropileno Polibrasil



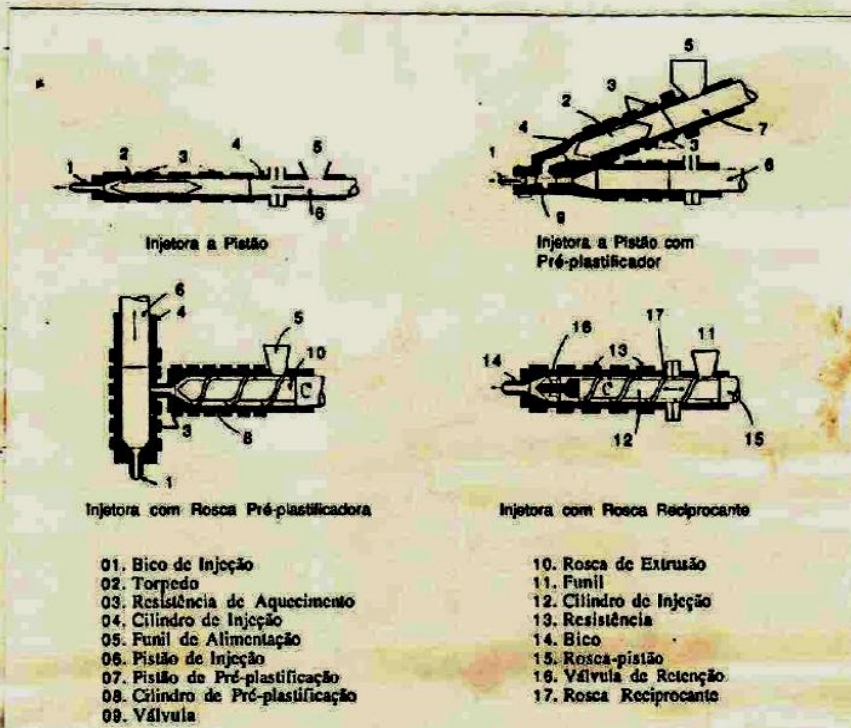


Fig. 2.1 - Injetoras a pistão e injetora de rosca

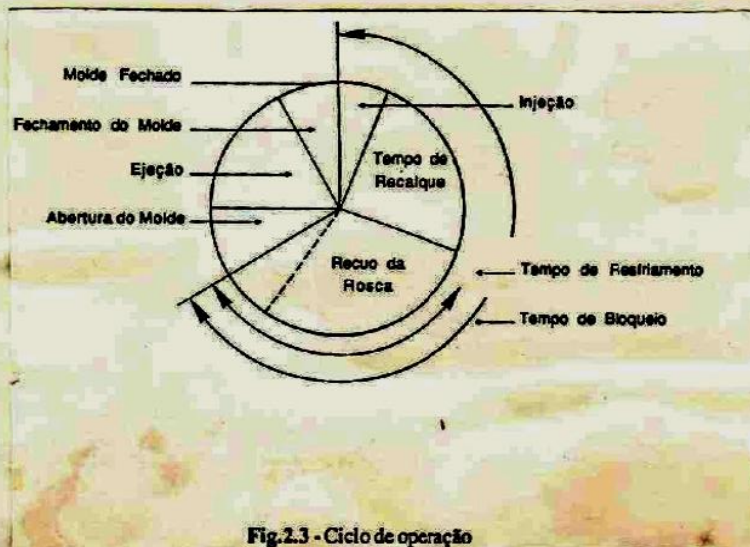
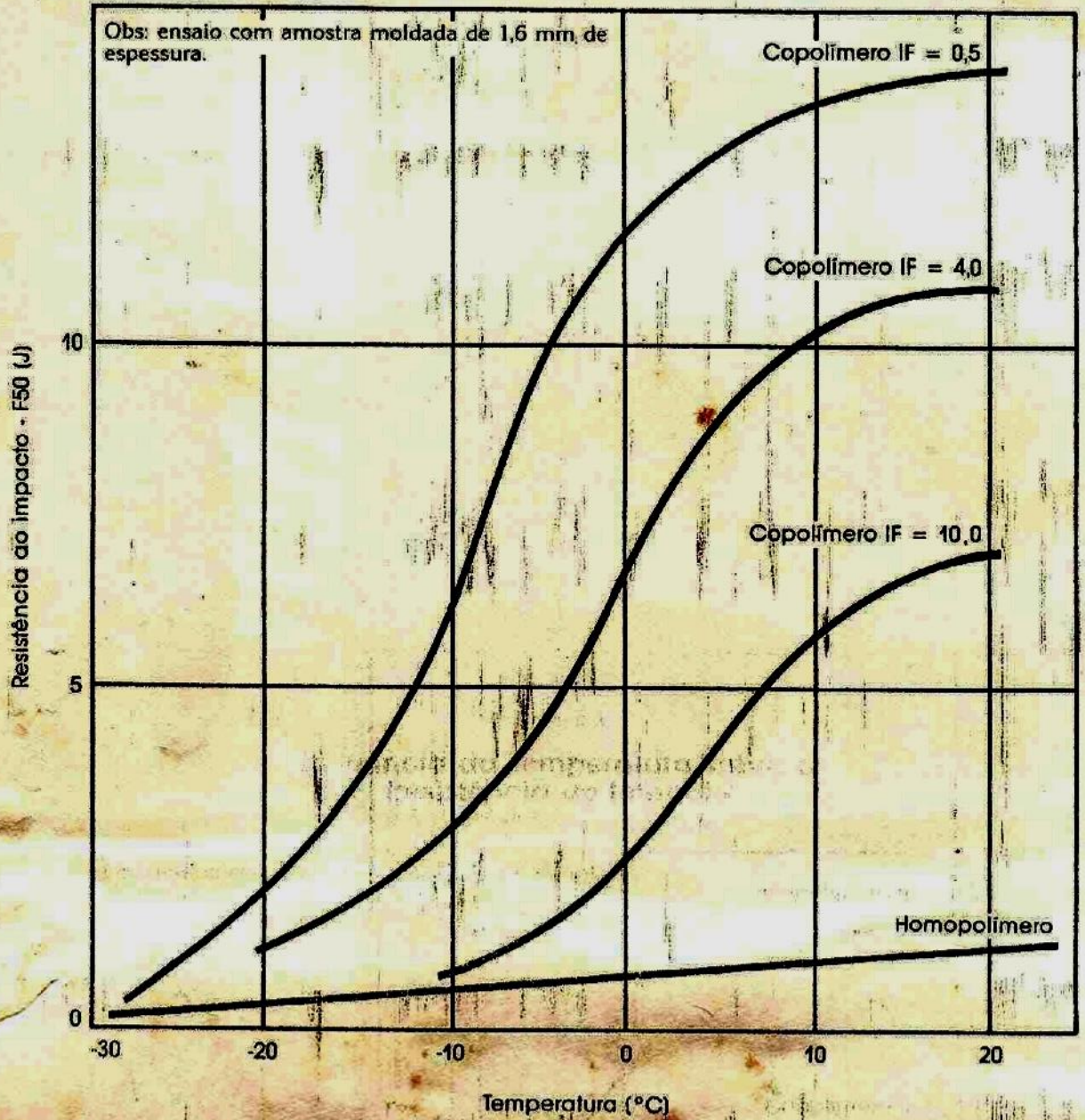


Fig. 2.3 - Ciclo de operação

Gráfico 3

Influência da Temperatura sobre a Resistência ao Impacto

Obs: ensaio com amostra moldada de 1,6 mm de espessura.



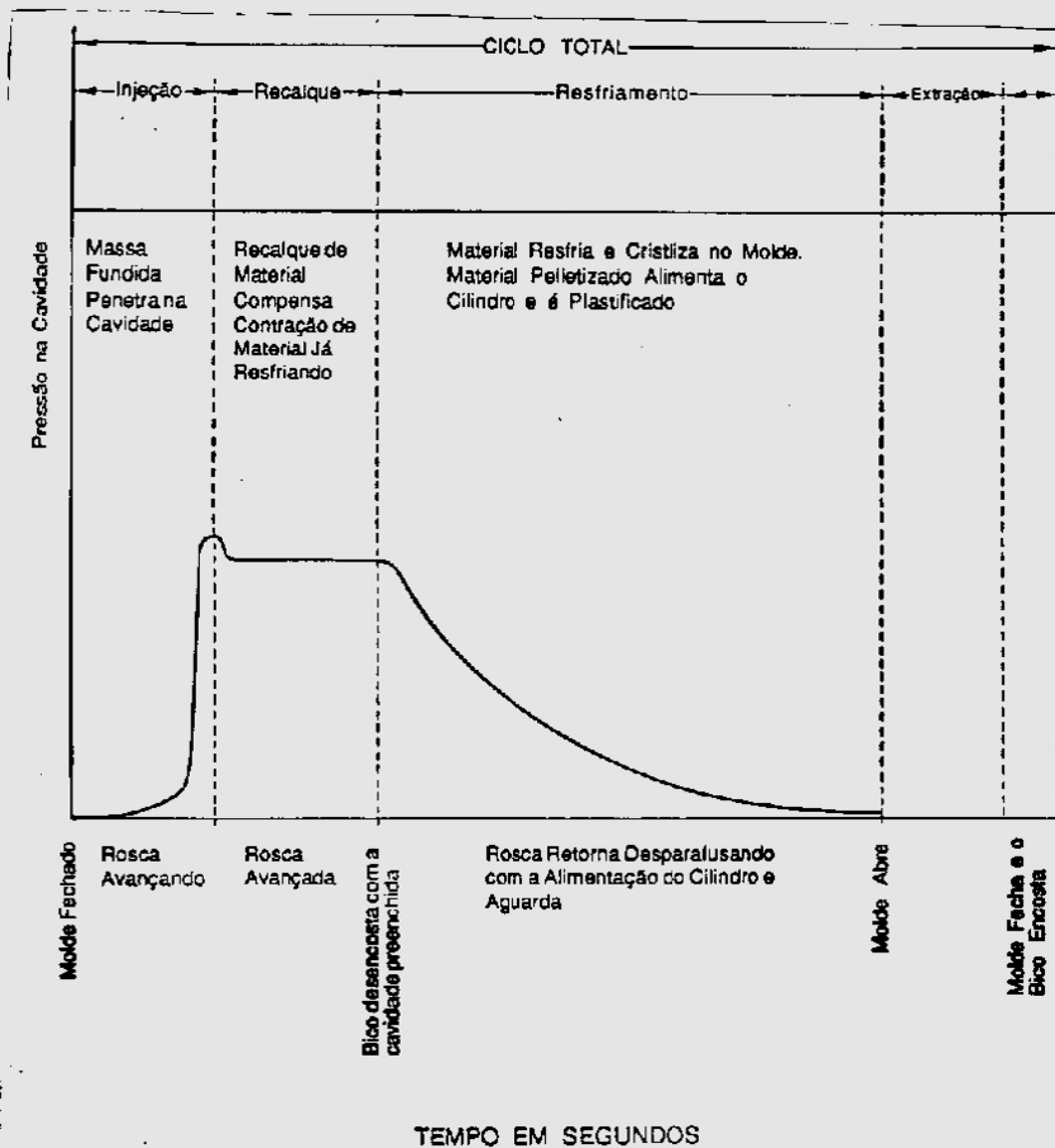


Fig.2.4 - Pressão na cavidade do molde no decorrer do ciclo de injeção

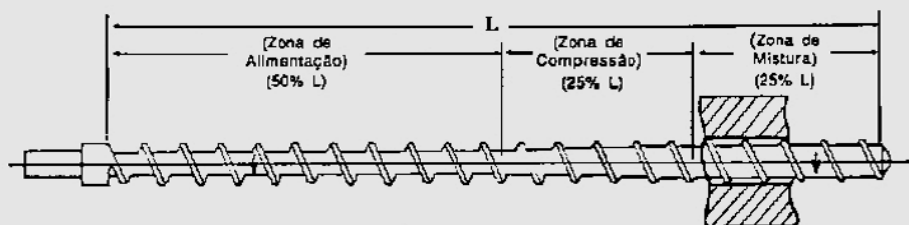
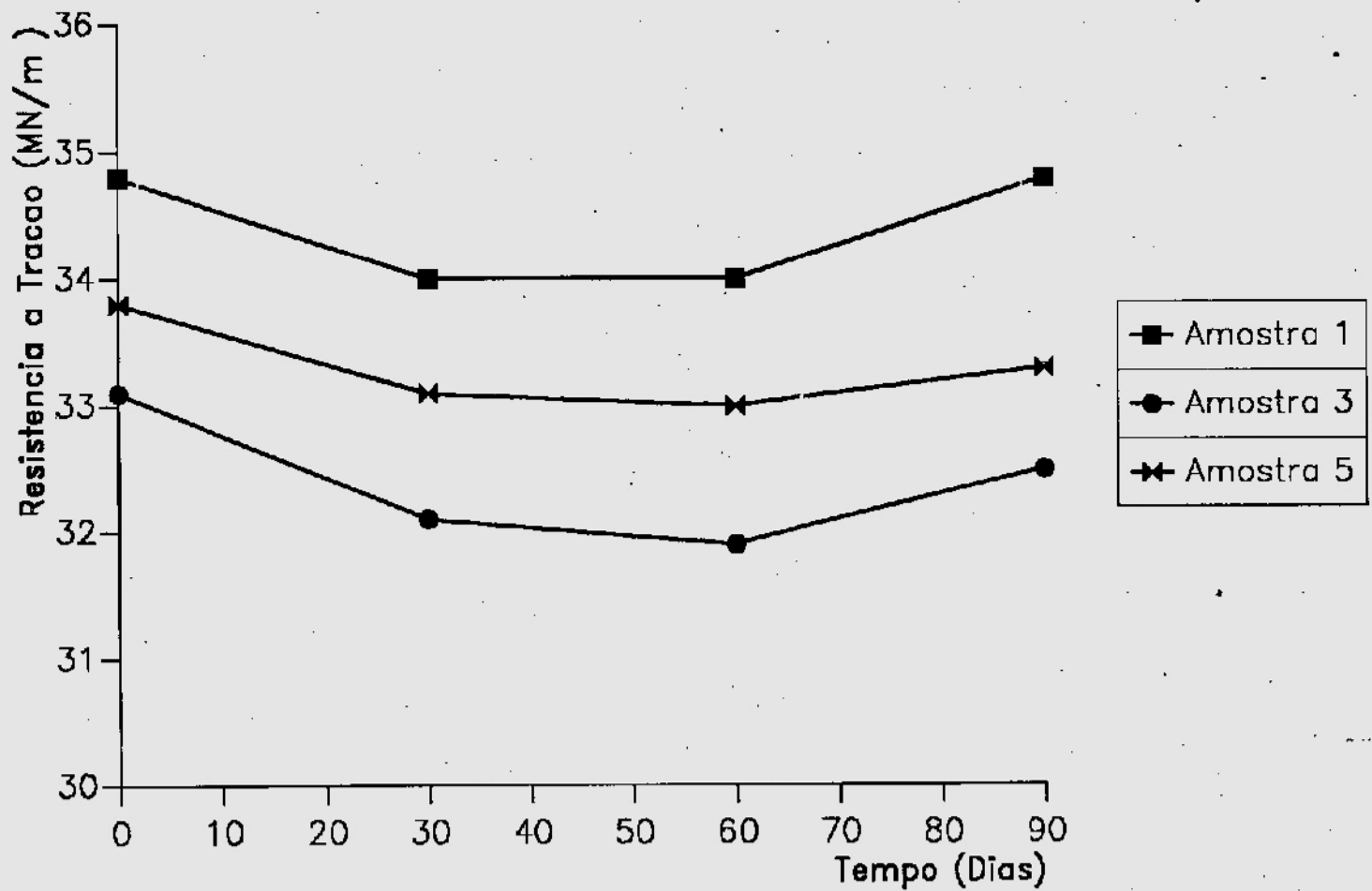
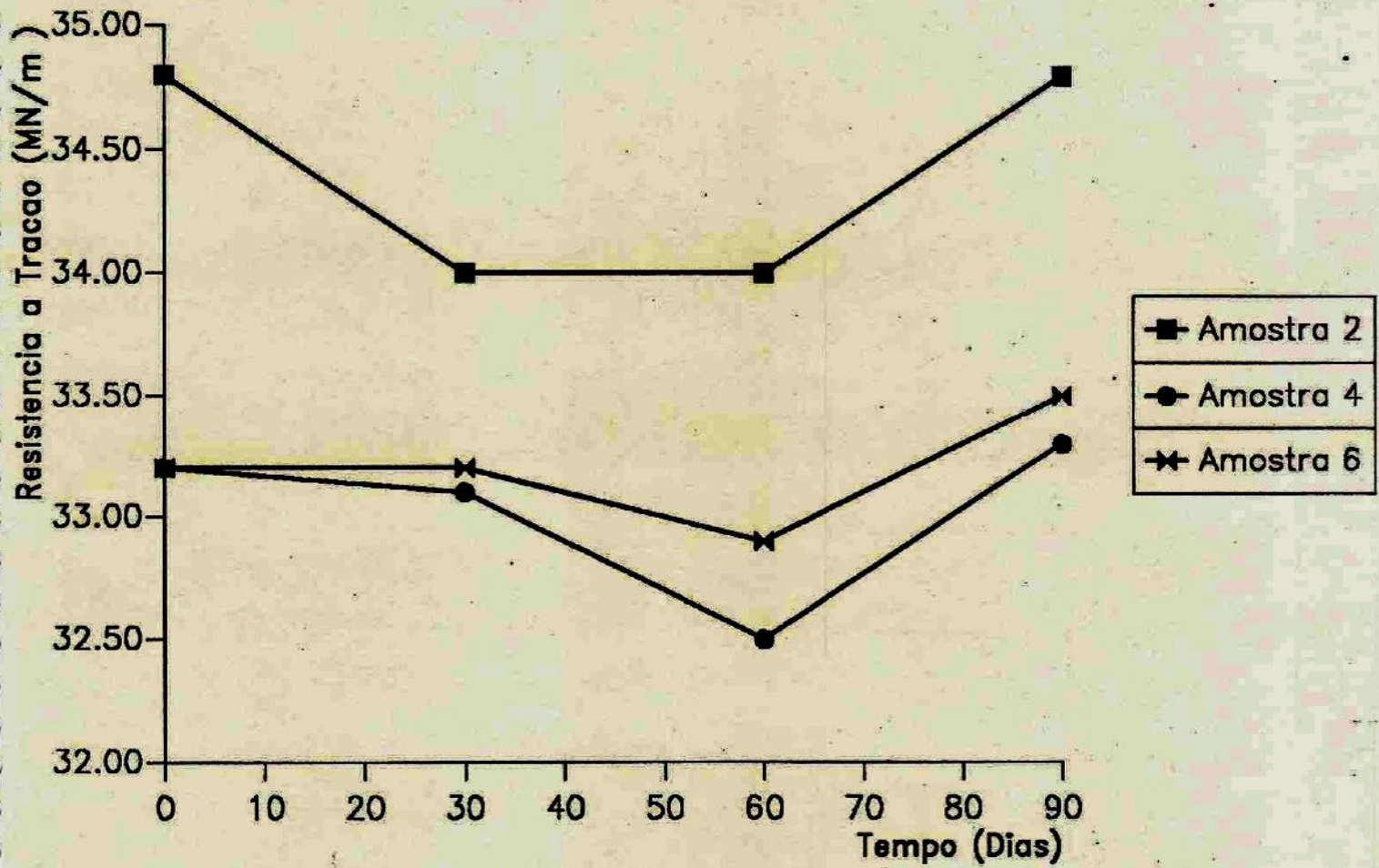


Fig. 3.5 - Rosca típica na moldagem por injeção

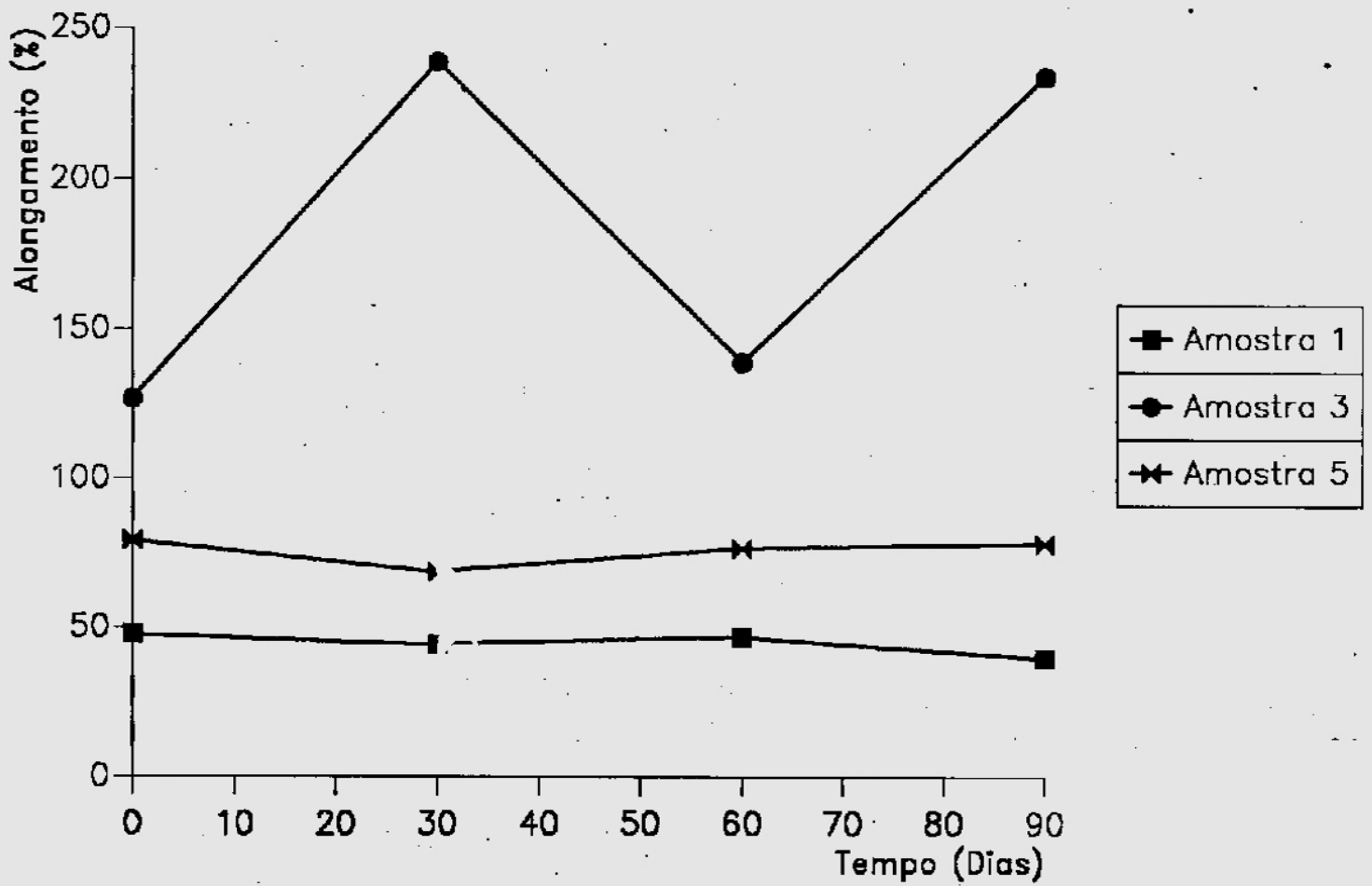
ENVELHECIMENTO NATURAL 1



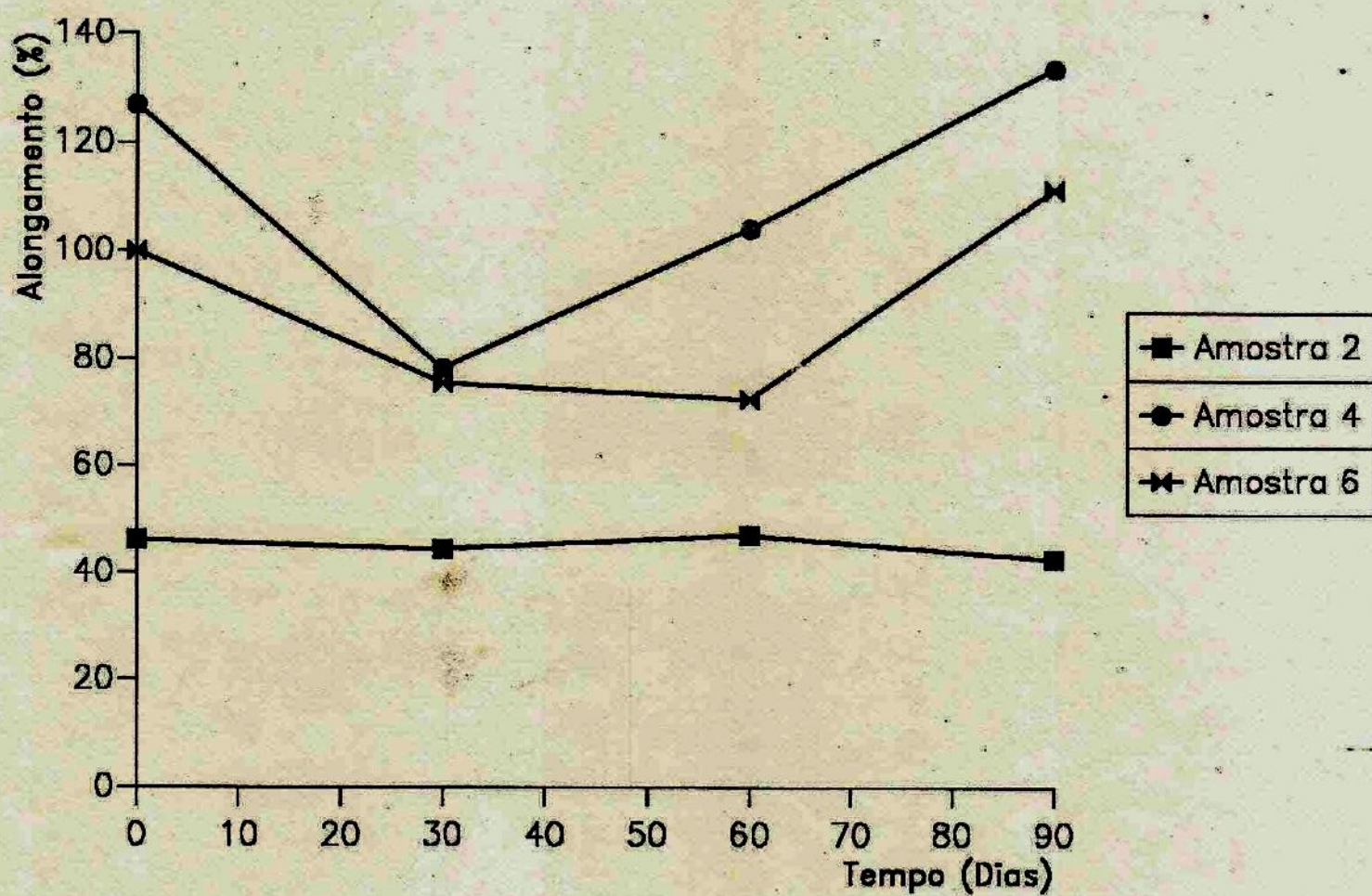
ENVELHECIMENTO NATURAL 2



ENVELHECIMENTO NATURAL 3



ENVELHECIMENTO NATURAL 4



DATA		12/06/91	12/06/91	12/06/91	12/06/91	
TÉCNOLOGISTA						
MATRIZ						
AMOSTRA		1	2	3	4	
T E M P E R A T U R A S	CILINDRO 1ª ZONA	°C	190	190	190	190
	2ª	°C	200	200	200	200
	3ª	°C	210	210	210	210
	4ª	°C	220	220	220	220
	5ª	°C	230	230	230	230
	MATRIZ 6ª	°C	240	240	240	240
	7ª	°C	240	240	240	240
	8ª	°C	240	240	240	240
	9ª	°C	—	—	—	—
	10ª	°C	—	—	—	—
	ESTUFA 1ª	°C	—	—	—	—
	2ª	°C	—	—	—	—
	ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO	°C	22	22	22	22
	V E L O C I D A D E	GRANULADOR	RPm	300	300	300
ROLOS 1ª		MPm	—	—	—	—
2ª		MPm	—	—	—	—
	3ª	MPm	—	—	—	—
ROTAÇÃO DA ROSCA		RPm	50	50	50	50
ROTAÇÃO DO MOTOR		RPm	—	—	—	—
CORRENTE DO MOTOR		(A)	23	23	24	24
PRESSÃO DO MATERIAL NA MATRIZ Kg/cm²			131	130	127	130
RELAÇÃO DE ESTIRO						
DENIER		9000 mg				
ESPESSURA DO FILME		(µm)				
LARGURA DO FILME		(mm)				
DISTÂNCIA ÁGUA/LÁBIO DA MATRIZ		(mm)				
FILTROS		(MESH)				

DATA			12/06/91	12/06/91	12/06/91	12/06/91
TÉCNOLOGISTA						
MATRIZ						
AMOSTRA			5	6	7	8
T E M P E R A T U R A S	CILINDRO 1ª ZONA	°C	190	190	190	190
	2ª	°C	200	200	200	200
	3ª	°C	210	210	210	210
	4ª	°C	220	220	220	220
	5ª	°C	220	220	220	220
	MATRIZ 6ª	°C	240	240	240	240
	7ª	°C	240	240	240	240
	8ª	°C	240	240	240	240
	9ª	°C	—	—	—	—
	10ª	°C	—	—	—	—
	ESTUFA 1ª	°C	—	—	—	—
	2ª	°C	—	—	—	—
	ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO	°C	22	22	22	22
	V A R I Á V E L S	GRANULADOR	RPm	300	300	300
ROLOS 1ª		MPm	—	—	—	—
2ª		MPm	—	—	—	—
	3ª	MPm	—	—	—	—
ROTAÇÃO DA ROSCA		RPm	50	50	50	50
ROTAÇÃO DO MOTOR		RPm	—	—	—	—
CORRENTE DO MOTOR		(A)	25	26	26	27
PRESSÃO DO MATERIAL NA MATRIZ Kg/cm ²			148	150	145	151
RELAÇÃO DE ESTIRO			—	—	—	—
DENIER		9000 mg	—	—	—	—
ESPESSURA DO FILME		(µm)	—	—	—	—
LARGURA DO FILME		(mm)	—	—	—	—
DISTÂNCIA ÁGUA/LÁBIO DA MATRIZ		(mm)	—	—	—	—
FILTROS		(MESH)	—	—	—	—

POLIBRASIL
GIP/TP

FOLHA DE DADOS
INJETORA ORIENTE

ST N° :

PA N° : 604/91

DATA		29/07/91	29/07/91		
RESPONSÁVEL		MMV	MMV		
MOLDE		GRANATA	GRANATA		
AMOSTRA		V	VI		
TEMPERATURA	CILINDRO 1ª ZONA	180	180		
	" 2ª ZONA	200	200		
	" 3ª ZONA	220	220		
	" 4ª ZONA	240	240		
	AGUA REFRIGERACAO	40	40		
	OLEO	29	29		
PRESSAO	DE INJECAO Kg/cm ²	85	90		
	DE RECALQUE Kg/cm ²	75	80		
	CONTRA-PRESSAO Kg/cm ²	55	50		
TEMPO	DE INJECAO (S)	7	7		
	DE RECALQUE (S)	8	8		
	DE RESFRIAMENTO (S)	25	25		
CICLO TOTAL		40	40		
ROTACAO DA ROSCA		180	180		
CURSO DE ALIMENTACAO		5	5		
VELOCIDADE DE INJECAO		0,7	0,7		

OBS. :

POLIBRASIL
GTP/ITL

FOLHA DE DADOS
INJETORA ORIENTE

ST Nº :

PA Nº : 616/91

DATA		12/07/91	12/07/91	12/01/91	12/07/91	22/07/91
RESPONSÁVEL		MMV	MMV	MMV	MMV	MMV
MOLDE		Disco	Disco	Disco	Disco	Disco
AMOSTRA		1	2	3	4	5
TEMPERATURA	CILINDRO 1ª ZONA	180	180	*	*	*
	" 2ª ZONA	190	190			
	" 3ª ZONA	210	210			
	" 4ª ZONA	230	230			
	AGUA REFRIGERACAO	40	40			
	OLEO	29	29			
PRESSAO	DE INJECAO Kg/cm ²	80	80			
	DE RECALQUE Kg/cm ²	70	70			
	CONTRA-PRESSAO Kg/cm ²	60	60			
TEMPO	DE INJECAO (S)	3	3			
	DE RECALQUE (S)	4	4			
	DE RESFRIAMENTO (S)	15	15			
CICLO TOTAL		22	22			
ROTACAO DA ROSCA		180	180			
CURSO DE ALIMENTACAO		3	3			
VELOCIDADE DE INJECAO		1,0	1,0			
OBS. :						