



apoio:

Portal Brasileiro da Soldagem

# Tipos e Soldagem de Plásticos

André Ricardo Lima

andre.lima@keiper.com.br

Edilson Montes Custódio

soplast.edilson@terra.com.br

Orientador: Prof. Luis Gimenes Jr.

gimenes@infosolda.com.br

## 1 – INTRODUÇÃO

Quando se fala em plástico é difícil não pensar, em um primeiro momento, em uma sacola ou copo descartável. Esta associação imediata é compreensível.

Afinal, o setor de embalagens é responsável, atualmente, por mais de um terço do total de resinas transformadas no Brasil.

Mas a aplicação do plástico não se resume a isso. Embora seja um produto popular, o plástico não pode ter sua imagem vinculada à materiais de pouco valor.

Setores como os de utilidades domésticas, construção civil, brinquedos, calçados, além daqueles que empregam tecnologias mais sofisticadas, como os de saúde, eletroeletrônicos, aviação e automóveis, entre outros, vêm ampliando, a cada ano, a utilização da matéria-prima em seus produtos.

### 1.1 Plástico No Setor Automobilístico

A introdução do plástico na indústria automobilística, na década de 70, foi decorrente da crise do petróleo e da necessidade de se produzir veículos mais leves, a fim de reduzir o consumo de combustível, mas mantendo a qualidade final do produto.

Hoje em dia, no entanto, além da questão econômica, o plástico passou a desempenhar papel imprescindível na composição dos automóveis por outras razões. Ele possibilita designs modernos, redução de peso, aumento da segurança,

redução de custos e tempo de produção, além de ser imune à corrosão.

No Brasil, atualmente, cada veículo utiliza entre 60 e 90 quilos de plástico, sendo 63% em equipamentos internos, 15% no corpo externo, 9% no motor, 8% no sistema elétrico e 5% no chassi. No final de década de 80, a média da aplicação de plástico nos carros nacionais era de apenas 30 quilos.

A maior prova do potencial de crescimento dos plásticos no setor automobilístico foi apresentada recentemente no Salão do Automóvel, em São Paulo. Um carro constituído de carroceria feita de plástico foi apontado pela crítica como o carro mais luxuoso produzido no Brasil.

Entre as vantagens da aplicação do material, está a redução do custo de produção e do peso, de 100 quilos a menos em relação a veículos do mesmo porte.

### 1.2. Plástico no Setor Eletro-eletrônico

Grande parte dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, que cumprem funções importantes no cotidiano das pessoas, são constituídos de material plástico. Do liquidificador ao ferro de passar, da geladeira à máquina de lavar, todos utilizam a matéria-prima em suas estruturas.

O plástico permitiu ainda a popularização dos produtos, que passaram a ser mais acessíveis aos consumidores.

A conquista de novos mercados pelo plástico também cresce entre os eletroeletrônicos. Um bom exemplo são algumas linhas de lavadoras, que passaram a contar com gabinetes plásticos, eliminando etapas do processo de produção como estamperia, funilaria, soldagem, tratamento químico e pintura, e, conseqüentemente, proporcionando economia de tempo e otimização do espaço físico.

Além de gabinetes e peças, o plástico vem, a exemplo do que acontece no setor automobilístico, conquistando novas aplicações no universo dos eletros. Pesquisadores da Universidade de Cambridge, na Inglaterra, desenvolveram recentemente uma tecnologia revolucionária de visualização luminosa que substitui as atuais telas de vidro dos computadores por outra mais leve, ultrafina, flexível e sem reflexos, produzida em plástico.

Em fase de desenvolvimento, a nova tecnologia ainda vai levar alguns anos para ser aplicada em televisores e computadores, mas já está sendo utilizada em auto-rádios, agendas eletrônicas e telefones celulares.

### 1.3. Plástico no Setor de Informática

A indústria da informática é uma das que certamente requerem cada vez mais tecnologia sofisticada. A necessidade de adaptação constante aos avanços que suas próprias máquinas proporcionam obrigam as empresas fabricantes de produtos voltados ao setor a se apressar na busca de diferenciais que possibilitem a conquista de uma maior fatia no concorrido mercado da informatização

Para os monitores de computadores, por exemplo, o plástico é sem dúvida o

material mais indicado. Com peso aproximado de 12kg, menos de 20% refere-se aos componentes plásticos, distribuídos entre gabinetes, suportes e botões.

Além da vantagem da redução no peso final, a alta tensão contida no interior dos equipamentos torna praticamente inviável a aplicação de outro tipo de matéria-prima, como metal ou cerâmica.

### 1.4. Plástico no Setor de Saúde

A aplicação de materiais plásticos na área médica vai muito além das seringas descartáveis. Conforme divulgado no workshop Medical Technology Special, realizado em outubro, na K'98, na Alemanha, estima-se que 2,8 milhões de toneladas de plástico foram utilizadas, em 1997, pela Medicina, sendo que cerca de 770 mil toneladas apenas na Europa.

O plástico representa o material mais aplicado na fabricação de produtos da área médica, com participação de 45%.

O atual estágio de desenvolvimento alcançado nesta área permite até mesmo, em casos de urgência, a instalação temporária de órgãos artificiais em seres humanos, como pulmão e coração, fabricados a partir do plástico.

Atualmente, uma infinidade de produtos, como tubos traqueiais, catéteres, materiais coletores, frascos, oxigenadores, bolsas de sangue, entre outros, são produzidos a partir do plástico, devido a versatilidade que o material apresenta.

### 1.5. Plástico no Setor de Construção Civil

Da durabilidade necessária às instalações hidráulicas e elétricas até o cuidado no acabamento de uma obra, o plástico aparece como elemento fundamental para o setor de construção civil.

Esta tendência ficou evidenciada no II Encontro de Tecnologia de Sistemas Plásticos na Construção Civil, promovido pela Escola Politécnica da USP, em novembro de 97, em São Paulo. No evento, 14 empresas apresentaram produtos como caixas d'água, portas, janelas, pisos, telhas, banheiras, móveis, além de tubos e conexões, mostrando que, hoje em dia, já é possível construir uma casa utilizando apenas materiais plásticos.

Um bom exemplo disso pode ser visto no campus da USP, onde uma casa, revestida interna e externamente de plástico, chama a atenção dos visitantes. Trata-se do Centro de Técnicas de Saneamento 100% Plástico, resultado de uma parceria entre a Escola Politécnica da USP e o Cediaplac - Centro de Desenvolvimento e Documentação da Indústria de Plástico para a Construção Civil.

### 1.6. Plástico no Setor de Aviação

Em uma aeronave, a aplicação do material é evidente em toda a estrutura, desde o revestimento das paredes internas até os próprios assentos. Mas, a utilização do plástico na aviação é muito mais ampla.

Uma das novidades em aplicações externas é a película de plástico que substitui a pintura na fuselagem dos aviões, reduzindo a necessidade de manutenção.

Além disso, conectores e filmes de revestimento para janelas, que evitam

estilhaçamento, reduzem ruído externo e filtram a entrada de raios ultravioleta, também são feitos a partir de plástico.

Recentemente, a Nasa, agência espacial americana, realizou na Califórnia testes com a uma estranha aeronave, chamada Centurion, que funcionará a base de energia solar. Entre os materiais utilizados na sua sofisticada estrutura está o plástico.

### 1.7. Plástico no Setor de Embalagens

Conforme pesquisa do Procon, divulgada durante o evento, os consumidores vêm atribuindo cada vez mais importância às embalagens, relacionando sua qualidade à do próprio produto.

Do total de embalagens consumidas no Brasil, em 97, cerca de 25% foram plásticas. Esta participação refere-se a 34,6% do total de resinas transformadas no País.

Na Europa Ocidental, o plástico responde por 50% do total do mercado de embalagens. Em 1996, cerca de 10 milhões de toneladas de plástico, referentes a 42% do volume consumido no continente, foram destinados a este segmento. Segundo a Associação dos Fabricantes de Plástico da Europa, o material reduziu em mais de 80% o peso das embalagens em relação a 20 anos atrás. A entidade afirma ainda que 90% das embalagens pesam menos de 10 gramas.

## 2 - TIPOS BÁSICOS DE PLÁSTICO

Observações:

- 1: Maiores detalhes referente aos tipos descritos, ver Apêndice I.
- 2: Informações sobre os problemas mais frequentes em plásticos, ver Apêndice II.

### 2.1. Policarbonato

- PC/PBT : Esses materiais são utilizados em pára-choques de automóveis e outras peças de uso externo
- PC/PET : As combinações dessas propriedades são úteis em aplicações médicas (máquinas de intravenosa, filtro de sangue e equipamento de hemodiálise).
- PC/PE : Foram desenvolvidas para reduzir a sensibilidade do PC ao entalhe. Esses materiais tem propriedades típicas do PC, com melhor resistência ao impacto em secções grossas e são úteis em capacetes
- PC/PU: Suas aplicações estão presentes nos pára-choques de automóveis, grades, etc.
- PC/SMA:O balanço das propriedades físicas e químicas é indicado para automóveis, utensílios de cozinha, partes de câmara e uso médico.

### 2.2. PBT e PET (Poliésteres Saturados)

- PBT/PET : As aplicações neste caso, são nos utensílios domésticos que ficam em contato com o calor (torradeiras, ferro de passar roupas, etc).

- PBT/ELASTÔMERO : São aplicados nas indústrias automotivas e equipamentos de recreação.
- PET/PMMA : São blendas com rápida velocidade de cristalização, com melhor estabilidade dimensional, comparado ao PET virgem.
- PET/ELASTÔMETRO : As aplicações mais comuns são em conectores elétricos, aparelhos para serviços em alimentos, equipamentos de processos, etc.

### 2.3. Poliolefinas (PP/PEAD/PEBD)

- PP ou PE/EPDM ou EPM : As aplicações incluem: fios elétricos, cabos, mangueiras, tubos, interior de automóveis como guarnições, etc.
- Outras blendas que merecem destaques são: PEAD/EPDM, PP/EPDM, PEBD/EVA, EPDM/EEA, etc. Existem hoje em dia uma incomensurável possibilidade de blendas devido principalmente a seu custo no desenvolvimento e rapidez.
- Termoplásticos maleáveis ao calor como PVC, poliestireno, acrílico, polipropileno, ABS e polietileno.
- Termoplásticos que são remoldados e refundidos

### 2.4. Acetal

- POM/ELASTÔMEROS : Suas principais aplicações são em maçanetas de automóveis, esqui, zíper, grades, etc.
- POM/PTFE : Proporciona lubrificação e resistência ao uso por abasão.

## 2.5. Acrilonitrila Butadieno Retireno (ABS)

- ABS/PC: Suas aplicações típicas, incluem: máquina de escrever, bandejas de alimentos, utensílios, peças automotivas, etc.
- ABS/PVC: Seu processamento pode ser feito por injeção ou extrusão, preenchendo um vasto espectro de aplicações, tais como (ar condicionado, grades, hélices, consoles, computadores, utensílios domésticos, máquinas de escrever e calcular, etc.).
- ABS/nylon: Aplicações típicas incluem: corpos de painéis para carros, conectores e capô de automóveis, etc.
- ABS/POLISULFONA: As aplicações típicas, incluem: utensílios, automobilística, bandejas de alimentos, peças para equipamentos de bombeiros, etc.

Além das blendas já citadas, convém destacar também as seguintes:

- ABS/PVC/POLIÉSTER: desenvolvida exclusivamente para uso da Bell Telephone Laboratories)
- ABS/COPOLÍMERO EM BLOCO ESTIRENO HIDROGENADO (utilizado para proporcionar acabamento com baixo brilho)
- ABS/EAA: (éster ácido acrílico) essa tem excelente estabilidade ao intemperismo e resistência ao U.V.
- ABS/EVA: (etileno vinil acetato) melhor impacto e resistência a meios agressivos.

- ABS/EPDM: (etileno propileno dieno-borracha) melhor impacto e baixo módulo
- ABS/CPE: (polietileno clorado) melhora significativamente a resistência à chama
- ABS/PU: (poliuretano) boa resistência ao impacto a baixas temperaturas e ambiente, resistência química, resistência a abrasão e tenacidade

## 2.6. Acrílico Estireno Acrilonitrila (ASA)

- ASA/PC: As aplicações típicas são as peças expostas ao intemperismo, peças de utensílios e partes de automóveis.
- ASA/PVC: As aplicações típicas incluem: construções de laterais de casas, calhas e perfil de janelas
- ASA/PMMA: As principais aplicações são em equipamentos de recreações, etc.

## 2.7. Poliamidas (PA)

- PA 6 e 6.6: As aplicações típicas dessas blendas super alto impacto, estão nas indústrias automotivas, eletrodomésticos, ferramentas elétricas e recreação.
- PA/PE : Essas blendas, com uma fase discreta e dispersa, em forma laminar na matriz de nylon, foram desenvolvidas para uso em moldagem por sopro e aplicações em tanques de gasolina.

- PA/PTFE : As aplicações típicas incluem mancais, arruelas de pressão, fechaduras de portas, etc.

### 2.8. Polimetilmetacrilato (PMMA)

PMMA/PVC Apresenta-se no mercado como filmes transparentes, tubos e perfis de janela.

## 3 - SOLDAGEM DOS PLÁSTICOS



### 3.1. Processos Mais Utilizados

- Solda por ultra-som
- Solda por fusão/pressão
- Solda por fricção

### 3.2. Ramos da Indústria

Praticamente em todos os campos de produção, a utilização do ultra-som vem se desenvolvendo rápida e definitivamente. Sua necessidade é patente desde a indústria automobilística, construção civil, eletro-eletrônica, cosméticos, embalagens, brinquedos, eletrodomésticos, confecção, medicina, farmacêutica até à informática.

### 3.3. Processo

O processamento de termoplásticos por ultra som entre 20 e 40 kHz ,oferece eliminação de colas, adesivos, solventes ou fixadores mecânicos, além de melhorar a qualidade do produto.

Este processamento é “Energia Sônica”, em frequências que variam entre 20 e 40 kHz transmitida através de uma série de hastes metálicas (ferramenta ou sonotrodo), que são fabricadas em ligas de titânio ou duralumínio com características acústicas especiais, e calibradas (sintonizadas) em suas frequências típicas de ressonância, a fim de se conseguir uma amplitude de

vibração adequada para o processamento.

mesma frequência quando usada com um gerador ultrasônico e com ferramentas ultra-sônicas ,gera uma



A face do sonotrodo vibra no sentido axial em uma amplitude nunca maior que 0,025mm,e essa é a energia útil aplicada à peça termoplástica a ser processada.

A energia ultra-sônica em forma de vibrações mecânicas é transferida sob pressão da face do sonotrodo para a peça gerando atrito e calor na interface, e causando a fusão do plástico, que pode ser aproveitada para aplicações como: soldagem, rebitagem, soldagem a ponto, inserção de buchas metálicas, rebordagem, corte de tecidos sintéticos e costura de tecidos sintéticos.

O mercado oferece equipamentos de ultra-som para soldagem de plásticos em frequências distintas como: 15kHz,20kHz,28.5kHz e 40kHz.A frequência mais usada é 20 kHz escolhida porque se encontra acima da faixa audível que é de 18kHz.Mas essa

amplitude de vibração e força, capaz de elevar a temperatura do material, causando a fusão da maioria dos termoplásticos.

Os equipamentos de 20kHz são recomendados para a maioria das aplicações de solda, especialmente aquelas com grandes áreas de solda e com materiais que requerem alta potência para fundir e soldar as peças.

Outra vantagem da frequência de 20 kHz é que podemos ativar uma ferramenta (sonotrodo) bastante grande, capaz de soldar uma grande área de uma só vez. Os equipamentos padrões são disponíveis em potências de 200, 800, 1600, 2000, 2400 e 3000 Watts.

Os equipamentos de 40 kHz, que são usados com grandes vantagens em aplicações específicas, em geral

possuem metade do tamanho do tamanho do ferramental de 20kHz. Nesta frequência temos uma menor amplitude de vibração na face da ferramenta (sonotrodo). Essa redução na amplitude reduz o esforço estrutural nas peças a serem soldadas e reduz também o calor gerado em área fora da interface (área de soldagem).

Dependendo da aplicação, 40 kHz reduz a decomposição do material, melhora os parâmetros de soldagem, e acelera o processo de soldagem.

O tamanho reduzido das ferramentas (sonotrodos), permite que os mesmos sejam instalados em equipamentos com espaço limitado, e vários conjuntos transdutores/transformadores acústicos/sonotrodos de 40 kHz, podem ser combinados para soldar uma determinada peça. As vibrações de 40 kHz não são audíveis, portanto, um sistema usando esse equipamento não necessita de enclausuramento acústico.

Os equipamentos de 40 kHz são disponíveis em de até 800 W.

Tanto em 20 kHz como em 40 kHz uma frequência não substitui a outra, mas sim complementa, permitindo que o ultra-som solucione uma larga faixa de problemas de processamento de termoplásticos.



### 3.4. Vantagens do Processo de Solda Por Ultra-Som

1. **RAPIDEZ NO PROCESSAMENTO** - Normalmente executado em menos de 1,0 segundo, sem a necessidade de tempo elevado de resfriamento e/ou secagem.
2. **NÃO DANIFICA AS SUPERFÍCIES DE CONTATO E APOIO** - A soldagem somente ocorre nas interfaces das peças a serem processadas.
3. **PROCESSAMENTO LIMPO E SECO** - As partes soldadas não apresentam rebarbas. O processo não exala odores ou fumaças. Permite união de partes transparentes sem ocasionar marcas de cristalização.
4. **NÃO AFETA CONTEÚDOS INTERNOS** - Permite utilização em embalagens de produtos alimentícios e em produtos compostos de subconjuntos internos.
5. **NÃO É NECESSÁRIO PRÉ-TRATAMENTO** - Resíduos líquidos (água) e partículas sólidas (pó) podem ser expelidas durante o processamento.
6. **SOLDAGENS HERMÉTICAS** - Utilizando-se de recursos de ferramentais (Sonotrodos e Berços) e perfis específicos de juntas, permite obter peças herméticas de grande resistência.
7. **REPETIÇÃO DE PROCESSAMENTO** - Alta confiabilidade de processamento devido a uniformidade da energia ultra-sônica aplicada.



8. PRODUTOS INFLAMÁVEIS OU EXPLOSIVOS - Permite processamento de peças contendo produtos inflamáveis ou explosivos sem riscos de explosão.
9. FACILIDADE OPERACIONAL - Em sistema manual ou automático, uma vez estabelecido os parâmetros de trabalho, não requer mão-de-obra especializada.

### 3.5. Métodos de Aplicação

1. CONTÍNUA - Os ferramentais ultra-sônicos (Horn e Berço) são fixos. O trabalho é executado através do deslocamento da peça a ser processada.
2. DIRETA E A PONTO - Os ferramentais ultra-sônicos transferem a gravação das faces de trabalho às peças processadas.
3. POR TRANSMISSÃO - A ferramenta ultra-sônica Horn transmite as vibrações de alta frequência à peça. As vibrações se propagam de face de contato até as interfaces. As interfaces se fundem através do aquecimento provocado pelo atrito resultante de vibração.
4. REBITAGEM - A ferramenta ultra-sônica transmite as vibrações à um pino, o qual é conformado de acordo com a cavidade existente no mesmo. Método utilizado para união entre materiais incompatíveis. O processo ultra-sônico proporciona inúmeras vantagens sobre o sistemas convencionais, devido a rapidez, limpeza e o trabalho com ferramenta fria.
5. INSERÇÃO - A ferramenta ultra-sônica transmite as vibrações à peça, provocando o atrito entre as peças e ocasionando a fusão da interferência. O excesso de material é alojado nos detalhes do inserto metálico, proporcionando a resistência desejada.
6. DESGALHAMENTO - A ferramenta ultra-sônica transmite as vibrações no galho de injeção. As vibrações atingem o canal de injeção, rompendo-os e deixando a peças livres de rebarbas.



---

## 5 - BIBLIOGRAFIA

NASCIMENTO, Silvio Ruper. Apostila: Os plásticos. São Paulo, 1997.

CATÁLOGO TÉCNICO DE SOLDA ULTRASÔNICA SONITRON. São Paulo, 1990.

CATÁLOGO TÉCNICO DE SOLDA ULTRASÔNICA SONITRON USPS.  
São Paulo, 1995.

## Apêndice I

### TIPOS BÁSICOS DE PLÁSTICO

#### 1. Policarbonato

- PC/PBT : (polibutileno tereftalato mais elastômeros). Essa combinação proporciona boa resistência ao impacto a baixa e a temperatura ambiente, estabilidade dimensionais a alta e baixa temperatura e níveis de umidade, resistência a gasolina. A resistência ao impacto pode chegar a 87 kgf.cm/cm a 23°C e 68 kgf.cm/cm a -40 °F. Esses materiais são utilizados em pára-choques de automóveis e outras peças de uso externo
- PC/PET : Essas tem propriedades semelhantes as blendas de PBT. São materiais transparentes com boa resistência química, tensão e radiações gamas, baixa absorção de água, baixa contração após moldagem e boa estabilidade dimensional (mesmo em ambientes secos ou úmidos). As combinações dessas propriedades são úteis em aplicações médicas (máquinas de intravenosa, filtro de sangue e equipamento de hemodiálise).

Uma nova combinação de PC/PET, onde o PC proporciona tenacidade, rigidez e resistência a distorção ao calor e o PET confere resistência química. São indicadas para aplicações onde deseja-se resistência química, como na indústria automobilística, quando em contato com gasolina, fluidos hidráulicos, óleos de motor, etc.

- PC/PE : Foram desenvolvidas para reduzir a sensibilidade do PC ao

entalhe. Esses materiais tem propriedades típicas do PC, com melhor resistência ao impacto em seções grossas e são úteis em capacetes

- PC/PU : tem alto impacto, rigidez a baixas temperaturas, com boa resistência química. Esses materiais com elastômeros, proporciona rigidez e alta resistência, permitindo a eliminação de suportes de fixação em peças grandes. Suas aplicações estão presentes nos pára-choques de automóveis, grades, etc.
- PC/SMA : (copolímero de estireno anidrido maleico) Fazem parte de uma nova família de materiais com propriedades entre o PC e o ABS. Essas propriedades incluem resistência ao calor, alta rigidez e resistência ao impacto a baixa temperatura. O balanço das propriedades físicas e químicas é indicado para automóveis, utensílios de cozinha, partes de câmera e uso médico.

#### 2. PBT e PET (Poliésteres Saturados)

- PBT/PET : Tem bom brilho superficial, corabilidade, resistência mecânica e rigidez. É de fácil extração do molde, fluxo, estabilidade dimensional, resistência química e propriedades elétricas. As principais vantagens da adição do PET são o baixo custo e o aumento da cristalinidade. Muitas blendas são carregadas com fibra de vidro proporcionando um aumento de tensão e módulo acima de 1.0 x 10<sup>5</sup> psi. As aplicações neste caso, são nos utensílios domésticos que ficam em contato com o calor (torradeiras, ferro de passar roupas, etc).

- **PBT/ELASTÔMERO** : Apresentam alta resistência ao impacto a temperatura ambiente e a baixa temperatura (-29°C), mais do que o PBT padrão. Esse material tem boa resistência ao calor, química, a pintura com secagem a quente, boa pintabilidade, alto brilho superficial, bom fluxo durante o processo e baixa absorção de água. São aplicados nas indústrias automotivas e equipamentos de recreação.
  - **PET/PMMA** : São blendas com rápida velocidade de cristalização, com melhor estabilidade dimensional, comparado ao PET virgem.
  - **PET/ELASTÔMETRO** : São blendas que, comparadas com o PET não modificado, tem melhor rigidez, tenacidade, resistência ao impacto de 24 kgf. cm/cm Izod com entalhe, resistência a temperatura e fácil fluxo, com ciclo de moldagem rápida. Esse material carregado com fibras de vidro tem módulo de flexão de 1 x 10 6 psi. Sua aplicabilidade estão presentes nas peças de automóveis, volantes de automóveis ou avião, etc.
- PET/POLISULFONA** : Contendo altos níveis de reforços minerais ou vidro, tem como vantagem a baixa contração após moldagem, com melhoria no empenamento, boa estabilidade dimensional, alta rigidez, boa resistência química e ao calor. As aplicações mais comuns são em conectores elétricos, aparelhos para serviços em alimentos, equipamentos de processos, etc.

### 3. Poliolefinas (PP/PEAD/PEBD)

- **PP ou PE/EPDM ou EPM** : São conhecidas também como TPC

(poliolefinas termoplásticos). São de PP ou PEBD com elastômeros de EPDM ou EPM. Variando a quantidade de EPDM, EPM ou borracha, apresentará grau de insaturação e peso molecular. Essa com os diferentes níveis do componentes, permitem uma larga faixa de propriedade de impacto a baixa temperatura. As aplicações incluem: fios elétricos, cabos, mangueiras, tubos, interior de automóveis como guarnições, etc.

- Outras blendas que merecem destaques são: PEAD/EPDM, PP/EPDM, PEBD/EVA, EPDM/EEA, etc. Existem hoje em dia uma incomensurável possibilidade de blendas devido principalmente a seu custo no desenvolvimento e rapidez.
- Termoplásticos maleáveis ao calor como PVC, poliestireno, acrílico, polipropileno, ABS e polietileno.
- Termoplásticos que são remoldados e refundidos

### 4. Acetal

- **POM/ELASTÔMEROS** : Essas tem boa tenacidade e resistência a fadiga. A DuPont, tem materiais que são baseados nesta tecnologia superior, desenvolvida para NYLON e PET. Esses materiais, quando processados tem resistência ao impacto na ordem de 92 kgf. cm/cm e boa resistência química. Suas principais aplicações são em maçanetas de automóveis, esqui, zíper, grades, etc.
- **POM/PTFE** : Proporciona lubrificação e resistência ao uso por abasão.

## 5. Acrilonitrila Butadieno Retireno (ABS)

- ABS/PC: O custo/performance está entre o policarbonato(PC) e o (ABS). As maiores contribuições do PC são a alta resistência ao calor, melhor tenacidade, impacto, tensão de ruptura a melhora o retardamento à chama. Se o ABS estiver em maior quantidade, a moldabilidade e a aparência superficial são melhoradas e a densidade diminuída, são facilmente processadas pelos métodos convencionais de extrusão e técnicas de moldagem. Suas aplicações típicas, incluem: máquina de escrever, bandejas de alimentos, utensílios, peças automotivas, etc.
- ABS/PVC: Essa tem notável resistência ao impacto, flamabilidade, tenacidade e custo/performance, geralmente não igualados com outras resinas. Seu processamento pode ser feito por injeção ou extrusão, preenchendo um vasto espectro de aplicações, tais como (ar condicionado, grades, hélices, consoles, computadores, utensílios domésticos, máquinas de escrever e calcular, etc.).
- ABS/nylon: é uma blenda de polímeros amorfo com cristalino. A blenda tem melhor resistência química do que o ABS, além de ter estabilidade a altas temperaturas. Esse material tem resistência ao empenamento sob calor, com bom fluxo e aparência superficial. Aplicações típicas incluem: corpos de painéis para carros, conectores e capo de automóveis, etc.
- ABS/POLISULFONA: Exibem notável tenacidade, alta resistência ao calor,

boa resistência química e fácil fabricação. Seu processamento é fácil devido ao bom fluxo, podendo ser transformado por injeção em equipamentos convencionais. As aplicações típicas, incluem: utensílios, automobilística, bandejas de alimentos, peças para equipamentos de bombeiros, etc.

Além das blends já citadas, convém destacar também as seguintes:

- ABS/PVC/POLIÉSTER: desenvolvida exclusivamente para uso da Bell Telephone Laboratories)
- ABS/COPOLÍMERO EM BLOCO ESTIRENO HIDROGENADO (utilizado para proporcionar acabamento com baixo brilho)
- ABS/EAA: (éster ácido acrílico) essa tem excelente estabilidade ao intemperismo e resistência ao U.V.
- ABS/EVA: (etileno vinil acetato) melhor impacto e resistência a meios agressivos.
- ABS/EPDM: (etileno propileno dieno-borracha) melhor impacto e baixo módulo
- ABS/CPE: (polietileno clorado) melhora significativamente a resistência à chama
- ABS/PU: (poliuretano) boa resistência ao impacto a baixas temperaturas e ambiente, resistência química, resistência a abrasão e tenacidade

## 6. Acrílico Estireno Acrilonitrila (ASA)

- ASA/PC: Tem propriedades similares a blenda ABS/PC exceto pela melhor estabilidade térmica, resistência a meios agressivos e melhor estabilidade ao intemperismo, devido a diferentes tipos de borracha. As aplicações típicas são as peças expostas ao intemperismo, peças de utensílios e partes de automóveis.
- ASA/PVC: São facilmente processadas e resistentes ao intemperismo com alta temperatura de distorção ao calor (HDT), boa corolabilidade e superior resistência a formação de pó (giz) comparado ao PVC não modificado. Essa pode ser extrudada, formando uma capa de proteção no PVC. As aplicações típicas incluem: construções de laterais de casas, calhas e perfil de janelas
- ASA/PMMA: Tem notável resistência ao intemperismo, boa resistência ao calor, brilho, dureza e tenacidade. Esse material, em seu estado natural, pode ser facilmente moldado por injeção e extrusão. As principais aplicações são em equipamentos de recreações, etc.

## 7. Poliamidas (PA)

- PA 6 e 6.6: Tem sido modificados ao impacto com ionômeros e copolímeros etilênicos tais como: EEA (etileno etil acrilato), EVA, EAA (etileno ácido acrílico) e EBA (etileno butil acrilato). Essas blendas exibem significativas melhoras ao impacto a baixas temperaturas ambiente em prejuízo da resistência a tração e módulo de flexão. Essas poliamidas modificadas chegam a impacto da

ordem de 92 kgf cm/cm e módulo de flexão de 2000MPa. Perfil de propriedade tem sido melhorado, não importando a resistência a flamabilidade, incorporando cargas e reforços de fibras de vidro. As aplicações típicas dessas blendas super alto impacto, estão nas indústrias automotivas, eletrodomésticos, ferramentas elétricas e recreação.

- PA/PE : Essas blendas, com uma fase discreta e dispersa, em forma laminar na matriz de nylon, foram desenvolvidas para uso em moldagem por sopro e aplicações em tanques de gasolina. Esses materiais tem melhor resistência química e a gasolina.
- PA/PTFE : Tem sido feitas com nylon 6, 6.6, 6.10, 6.12 e 12, usualmente em combinações com outros agentes reforçantes tais como: fibras de vidro. Esses materiais, combinam baixo coeficiente de fricção com alta resistência ao calor. As aplicações típicas incluem mancais, arruelas de pressão, fechaduras de portas, etc.

## 8. Polimetilmetracrilato (PMMA)

- PMMA/PVC : Exibem boa tenacidade, flamabilidade na categoria de UL94 - VO, e melhor termoformabilidade. As aplicações típicas são: chapas para letreiros, máquinas de escrever, computadores, bandejas para alimentos em aviões, etc. A resistência ao impacto pode ser melhorada com adição de



---

copolímeros de MMA tais como: MBS (metacrilato - butadieno - estireno); MABS (metacrilato - acrilonitrila - butadieno - estireno), além de tenacidade e propiciar as características de flamabilidade UL94 - VO. Apresenta-se no mercado como filmes transparentes, tubos e perfis de janela.

## Apêndice II

### **PROBLEMAS MAIS FREQUENTES EM PLÁSTICOS**

#### **1. Polietileno**

Problemas com a matéria prima nunca ocorrem se há variação acentuada no desempenho. O mais provável é que seja enviado um polietileno de peso molecular inferior ao pedido pelo cliente.

Os problemas mais comuns decorrem do processo e são:

- tarugos empenados no sentido do comprimento e porosidade interna;
- chapas apresentam pontas empenadas devido ao rachamento e, se cortadas em chapas menores podem empenar totalmente;
- chapas rachadas e depois plainadas apresentam marcas de entrada de plaina no início e no final;
- peças técnicas soldadas e usinadas podem apresentar falhas na emenda ou empenamento, devido a tensionamento causado durante a solda;
- chapas brutas podem apresentar riscos profundos e pontos amarelos, causados pelo transporte descuidado;

#### **2. Polipropileno**

Problemas com a matéria-prima pode ocorrer e o sintoma será a variação da cor para tons mais escuros, material quebradiço e diminuição acentuada no desempenho. Os problemas mais comuns são:

- tarugos empenados e com porosidade na parte central;

- chapas podem apresentar empenamento após serem cortados em cecos. Se houver faixas laterais brancas bem acentuadas e/ou grânulos aparentes, a chapa estará crua;
- peças usinadas não costumam apresentar problemas;
- P.P. Ortopédico pode apresentar riscos de manuseio.

#### **3. Poliacetal**

Problemas com a matéria-prima nunca ocorreram. Os problemas de processo são:

- porosidade interna bem no centro do tarugo, no início e no final do processo de extrusão;
- ondulações superficiais;
- manchas brancas.

#### **4. PTFE**

Não ocorreram problemas comuns com o teflon.

#### **5. Poliuretanos**

Podem ocorrer principalmente dois problemas:

- dureza errada, devido à cor típica do PU, para cada dureza;
- desempenho muito abaixo do normal que pode ocorrer no caso de resinas de segunda qualidade ou dureza muito inferior ao necessário.

#### **6. Nylons**

Temos 3 tipos de nylon e cada um apresenta problemas característicos:

- Nylon 6: Este é o nylon das chapas finas e o único problema comum são os riscos devido ao manuseio;



- Nylon 6 fundido: tarugos podem apresentar tensionamento e quebrar durante usinagem, caso esta seja descuidada. Pode ocorrer porosidade leve (em todo o tarugo) ou forte (no centro);
- Nylon 6.6. :não ocorrem problemas comuns.

#### **7. Fenolite e Celeron**

Os únicos problemas que ocorrem são riscos fortes e pontas machucadas

#### **8. PVC**

Os tipos de cor verde, branco, cristal azul e cristal cinza podem apresentar os problemas de riscos e pontas quebradas. O gravaplac pode apresentar riscos e laterais quebradas.

#### **9. Acrílico cristal**

Pode apresentar riscos e pontas quebradas.

#### **10. Policarbonato (Chapa Cristal)**

Pode apresentar riscos e papel colante protetor solto.