



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



## ESTUDO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DO TERPOLÍMERO ABS EM FUNÇÃO DA ADIÇÃO DE SAN E $\alpha$ -METIL-ESTIRENO (AMS)

Juliano M. Barbosa<sup>1\*</sup> (D), Luis C. Ghidelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos - USFSCar, São Carlos - SP / Cromex S/A - [barbosa\\_jm@yahoo.com.br](mailto:barbosa_jm@yahoo.com.br)  
Avenida Professor Celestino Bourroul, 273 - São Paulo - SP - Bairro do Limão - CEP 02710-000

<sup>2</sup> Cromex S/A

**Resumo:** Neste trabalho foram preparadas, por extrusão em equipamento duplarrosca, quatro blendas de ABS, SAN e AMS ( $\alpha$ -metil-estireno), utilizando-se duas concentrações de ABS e duas de AMS, enquanto que o SAN adicionado completou o sistema. Todas as composições foram avaliadas em termos de propriedades mecânicas e com isso determinou-se a resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto, índice de fluidez e temperatura de amolecimento VICAT. Com isso observou-se que o aumento dos teores de butadieno, proporcionam aumento na resistência ao impacto, bem como o aumento na concentração da acrilonitrila, favorece o aumento nas propriedades de resistência à tração e resistência à flexão. A temperatura VICAT é fortemente afetada pelo AMS.

**Palavras-chave:** Blenda, ABS, SAN, butadieno, estireno.

### *Study of mechanical and thermal properties of terpolymer ABS as affected by addition of SAN and $\alpha$ -methylstyrene (AMS)*

**Abstract:** In paper we evaluated the properties of Tensile Strength and Flexion according to the proportions between ABS, SAN and AMS in the blend. In addition, we determined the Impact resistance property, Melt Flow Index and Vicat Softening Temperature. Thus, it was observed that the increase in butadiene content, favor the increase in impact resistance as well as increase in the concentration of acrylonitrile, develops the increase in tensile and flexural properties. The Vicat temperature is strongly affected by the MAS content.

In this paper have been prepared by extrusion in twin-screw four blends of ABS, SAN and AMS ( $\alpha$ -methylstyrene), using two ABS content and other two AMS content, while the SAN added completed system. All of the compositions were evaluated in terms of mechanical properties and thereby was determined tensile strength, flexural strength, impact resistance, melt flow index and VICAT softening temperature. Thus it was observed that increasing levels of butadiene, provide increased impact resistance as well as increase the concentration of acrylonitrile, promotes increased in the tensile and flexural properties. The VICAT softening temperature is strongly affected by the AMS content.

**Keywords:** Blend, ABS, SAN, butadiene, styrene

### **Introdução**

O terpolímero ABS (Acrilonitrila-Butadieno-Estireno) e o HIPS (poliestireno de alto impacto) são os termoplásticos com duas fases mais importantes na indústria. Composto pelos monômeros Acrilonitrila (A), Butadieno (B) e Estireno (S) que possuem diferentes propriedades químicas e coexistem em duas fases distintas. O estireno é responsável pela boa processabilidade, o butadieno confere resistência ao e torna o produto mais resiliente à baixas temperaturas e a acrilonitrila, a rigidez, resistência térmica e química. A proporção entre estes componentes e a adição de aditivos especiais, determinam as propriedades finais do ABS e permitem a produção de graus com propriedades específicas [1]. O resultado físico disso é um material termoplástico, rígido e leve, com flexibilidade e resistência à absorção de impacto, muito comum na fabricação de produtos moldados para usos diversos. Como desvantagens, o ABS possui fraca resistência às intempéries por isso é recomendado para aplicações interiores, preferencialmente. A obtenção deste terpolímero

pode ocorrer por reator ou por processos de extrusão, onde são utilizados ABS com altos teores de butadieno, copolímero SAN e o AMS ( $\alpha$ - metil-estireno) para obtenção das propriedades desejadas [1]. Em função das interessantes propriedades de engenharia do ABS, este estudo tem por objetivo avaliar as variações de propriedades mecânicas e térmicas da blenda preparada por diferentes proporções entre ABS, SAN e AMS.

## Experimental

### *Materiais e Métodos.*

Para este estudo, foram selecionadas 3 polímeros para avaliação das propriedades mecânicas e térmicas em função de sua proporção, sendo um ABS com alto teor de butadieno, um SAN de alto fluxo e um AMS também de alto fluxo. As principais propriedades destas matérias-primas são apresentadas na Tabela 1. Estas informações foram extraídas do informativo técnico dos fornecedores.

**Tabela 1** - Propriedades físicas das Matérias-primas

|                             | Norma       | Unidade           | ABS             | SAN             | AMS              |
|-----------------------------|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Resistência à tração        | ASTM D638   | MPa               | 47              | 63              | -                |
| Resistência ao Impacto Izod | ASTM D256   | J.m <sup>-1</sup> | 294             | 14,7            | -                |
| Índice de Fluidez           | ASTM D1238  | g/10min           | 24 <sup>1</sup> | 11 <sup>2</sup> | 2,5 <sup>3</sup> |
| Teor de Butadieno           | -           | %                 | 57 - 60         | -               | 12,8 - 15,5      |
| Teor de Acrilonitrila       | -           | %                 | -               | 27              | -                |
| Vicat B50                   | ASTM D 1525 | °C                | -               | 107             | > 112            |

Condições do ensaio: 1- 21,6kg@200°C; 2- 5,0kg@200°C; 3- 10,0kg@220°C

### *Preparação das Blendas*

As blendas entre o ABS, SAN e AMS, foram preparadas na extrusora duplarrosca co-rotacional de 25mm e L/D 48 fabricado pela Coperion ZSK-18 MEGAlab, com velocidade de extrusão de 300rpm, alimentação de 6kg/h e torque entre 60 a 62%. O perfil de temperatura variou entre 140 e 220°C.

As composições das blendas são apresentadas na Tabela 2. Para escolha das composições, foram selecionados dois níveis de ABS (10% e 15%) e dois níveis de AMS (40% e 60%) e o SAN complementou a composição da blenda (teores em massa).

**Tabela 2** - Composição das Blendas

| Blendas | B01 | B02 | B03 | B04 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| ABS     | 10% | 10% | 15% | 15% |
| SAN     | 50% | 30% | 45% | 25% |
| AMS     | 40% | 60% | 40% | 60% |

### *Preparação dos corpos de prova*

Os corpos de prova foram preparados por injeção no equipamento Orient, modelo NFN150P com perfil de temperatura entre 200 – 230 °C e 70 bar de pressão de injeção, com temperatura de molde de 23 ± 2 °C e o tempo de resfriamento de 35 segundos. O corpo-de-prova do ensaio de resistência à tração foi o Tipo I.

Após injeção, os corpos de prova foram climatizados a 23 ± 2 °C e 50 ± 5% de umidade relativa durante 48 h antes dos ensaios [2].

## Resultados e Discussão

Iniciou-se os ensaios pelas propriedades de resistência à tração [2] e resistência à flexão [4] e os resultados são apresentados na Tabela 3. Também foi determinado o índice de fluidez [3] de cada blenda. Complementando o estudo, foi avaliada a temperatura de amolecimento VICAT [6].

**Tabela 3** – Resultados das propriedades

|                                    | Condição                | Unidade | B01        | B02         | B03        | B04         |
|------------------------------------|-------------------------|---------|------------|-------------|------------|-------------|
| Índice de Fluidez                  | 10kg@220°C              | g/10min | 36,8 ± 0,3 | 18,5 ± 0,2  | 28,9 ± 0,3 | 6,4 ± 0,3   |
| Resistência à Tração no Escoamento | 5mm.min <sup>-1</sup>   | MPa     | 467 ± 2,1  | 410 ± 3,6   | 417 ± 6,2  | 368 ± 5,8   |
| Resistência à Flexão               | 2,8mm.min <sup>-1</sup> | MPa     | 611 ± 3,9  | 512 ± 8,7   | 569 ± 5,5  | 538 ± 4,8   |
| Resistência ao Impacto Izod        | 1/8" @23°C entalhado    | J/m     | 76 ± 0,9   | 169 ± 0,8   | 134 ± 1,2  | 256 ± 1,3   |
| VICAT                              | B50                     | °C      | 99,4 ± 0,2 | 113,1 ± 0,3 | 99,1 ± 0,3 | 112,8 ± 0,4 |

Observando-se os valores apresentados na Tabela 3 pode-se notar que as blendas B01 e B02 possuem os menores valores de resistência ao impacto devido aos baixos teores de butadieno, que foi regido para adição do ABS. Também o AMS contribuiu com este componente, por isso, B02 foi discretamente superior a B01. Por outro lado, as blendas B03 e B04 apresentaram os maiores valores de resistência ao impacto, pois contém maiores teores de butadieno, com destaque para B04. Com o aumento do teor de butadieno, a capacidade de fluir é reduzida. Com isso, o índice de fluidez assumiu valores reduzidos. Isso foi observado fortemente na blenda B04, seguido pela B02, B03 e B01.

Para a propriedade de Resistência à Tração, observou-se uma forte influência do componente SAN e AMS em seu resultado, isto é, a blenda B01 possui o maior teor de SAN, fornecendo maior teor de acrilonitrila, e apresentou a maior resistência à tração, seguido de B03, B02 e finalmente a B04. A presença do AMS contribuiu para esta propriedade, por isso foram observados resultados interessantes na B02 e B04 [7].

Quanto à resistência à flexão, foi observado o mesmo comportamento da resistência à tração, isto é, os teores de SAN e AMS contribuíram para o desenvolvimento da propriedade, devido ao aumento da acrilonitrila, contudo, existe forte sinergia entre estes componentes e o AMS foi responsável pela manutenção da propriedade quando o teor de SAN foi reduzido.

Já a propriedade térmica de VICAT apresentou total correlação com o teor de AMS, isto é, quanto maior foi o teor na blenda, maior a temperatura suportada, destacando-se as blendas B02 e B04. Não foi observada influência negativa da presença do butadieno [7].

## Conclusões

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3 e nas discussões apresentadas anteriormente, foi possível concluir que podemos obter materiais com diferentes características em função de sua estrutura e principalmente sua composição. O balanço entre rigidez, fluxo e VICAT foi definido pelos teores de ABS, SAN e AMS na blenda desenvolvida, como apresentado na literatura disponível [7].

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia de Materiais (DEMA) da UFSCar e o apoio e patrocínio da empresa Cromex S/A, principalmente a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento (GDPP), com destaque para Rafael Souza Cardoso, Denis Onofre Dias e Elio Castanharo.

## **Referências Bibliográficas**

1. K. J. Saunders; Organic Polymer Chemistry - An Introduction to the Organic Chemistry of Adhesives, Fibres, Paints, Plastics and Rubbers, New York, Springer Netherlands, 1988
2. ASTM D638-99 – “Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics”; West Conshohocken, 1999
3. ASTM D256-97 – “Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics”; West Conshohocken, 1997
4. ASTM D790-97 – “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”; West Conshohocken, 1997
5. ASTM D1238-97 – “Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer”; West Conshohocken, 1997
6. ASTM D1525-09 – “Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics”; West Conshohocken, 1997.
7. R. S. Yamakawa, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2000.