

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE RECICLAGEM DE RESÍDUO AUTO ADESIVO DA INDÚSTRIA GRÁFICA

Matheus Lima Camarotto (FA/NAPI EZC), Silvia Luciana Favaro Rosa (Orientadora).
E-mail: ra123656@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Mecânica /Materiais.

Palavras-chave: Reciclagem; polímeros; adesivos;

RESUMO

Dentro do mercado de impressões tem aumentado a utilização do processo de flexografia, possibilitando a aplicação em materiais flexíveis e plásticos. A matéria-prima principal utilizada é o Polipropileno Biorientado (BOPP). Esse ramo industrial gera uma quantidade elevada de resíduos sólidos, que são chamados de aparas e que não possuem em descarte correto, sendo depositados em aterros sanitários. Dessa forma, foi pensado em um estudo que pudesse reaproveitar essas aparas com a finalidade de dar uma utilidade para a mesma. As aparas foram misturadas com BOPP puro, resíduo da indústria flexográfica, para a aplicação na fabricação de tubetes. Os materiais foram processados por extrusão e injeção e caracterizados por ensaios de tração, flexão, impacto, dureza e uma análise de absorção de água. Assim, foi possível analisar que a adição de aparas diminui as características mecânicas com exceção do Módulo Elástico e a absorção de água que aumentam consideravelmente e mostra pouca variabilidade no Módulo Elástico de Flexão. Essa análise mostra características favoráveis para a aplicação sugerida.

INTRODUÇÃO

A flexografia é um processo de impressão que utiliza uma chapa com relevo, denominada clichê, para determinar quais áreas do filme plástico serão cobertas com tinta. O processo possui esse nome devido a sua aplicação na impressão em materiais flexíveis, como plásticos, papéis, alumínio e outros, sendo um processo muito eficiente em larga escala e com boa definição de impressão. As empresas flexográficas são responsáveis por fornecer adesivos, rótulos e etiquetas para diversos produtos e serviços, e apresentam um crescimento acelerado nos últimos anos. Segundo a Associação Brasileira de Cartuchos e Rótulos Flexográficos (ABER), o atual mercado brasileiro de produtos flexográficos movimenta cerca de R\$1,5 Bilhões de Reais, com expectativa de crescimento anual composto de 6,5% entre 2022 e 2027.

Uma das matérias-primas mais comuns empregadas nesse ramo é o Polipropileno Biorientado (BOPP). Seu principal uso é na fabricação de filmes plásticos utilizados

em embalagens e etiquetas plásticas. A produção de adesivos e embalagens por meio do processo de flexografia gera uma alta produção de resíduos plásticos e de papéis misturados com cola. Esse resíduo dentro da indústria é conhecido como aparas e não possui nenhum tipo de reciclagem ou reaproveitamento, por apresentar uma grande dificuldade na sua moagem e separação, principalmente por conta da cola existente nesse material (Mantovani *et al.*, 2017). Atualmente, sua única forma de descarte é a separação e a coleta para destinação em aterros sanitários ou incineração. Além disso, há uma grande sobra de aparas e isso gera um alto custo para a empresa, visto que são vendidas para as empresas de reciclagem. No Brasil paga-se, na média, por volta de R\$0,40 por quilo de papel destinado à reciclagem.

O estudo proposto visa aproveitar essas aparas em compósitos, de forma a reciclar os resíduos das empresas flexográficas, especialmente para uso em tubetes. Dessa forma as aparas seriam reutilizadas na própria indústria, substituindo o papelão dos tubetes, material esse já utilizado na indústria, fechando o ciclo de reciclagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material usado nesse estudo foi um compósito fabricado com matriz de BOPP e aparas industriais, ambos fornecidos pela empresa INOVAFLEX – Rótulos e etiquetas, localizada em Maringá-PR. As análises foram feitas com o BOPP puro e suas misturas com 10, 20 e 30% de aparas, sendo as amostras fabricadas na extrusora Thermo Scientific, modelo MINI LAB II HAAKE Rheomex a 190°C e 60 rpm, com um tempo de circulação de 10 minutos, e moldadas por meio da injetora Thermo Scientific, modelo MiniJEet II HAAKE a 220°C. As amostras produzidas foram feitas para a realização da análise mecânica dos compósitos por meio dos testes de tração, flexão, impacto Izod, dureza e a análise de absorção de água.

ENSAIOS MECÂNICOS

Os ensaios de Tração e Flexão foram realizados em uma máquina universal EMIC DL 10000. O de tração utilizou uma célula de carga de 20000 N, regido pela norma ASTM D638, enquanto o de flexão utilizou uma célula de carga de 5000 N, regido pela norma ASTM D790. Foram produzidos 5 corpos de prova para cada ensaio.

Os ensaios de impacto Izod foram realizados em uma máquina Resil Impacto Junior da CEAST de acordo com a norma ASTM D256. Foram produzidas 8 amostras.

Os ensaios de dureza foram realizados utilizando um Durômetro modelo Taphet 0-110HD na Escala Shore D. Foram produzidas 8 amostras.

ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Os ensaios de absorção de água foram realizados de acordo com a norma ASTM D570. Os corpos de prova foram secos em uma Estufa da LUCADEMA por 24h à 50° ($\pm 3^\circ\text{C}$) e logo após a retirada foram imediatamente pesados. Após isso, ficaram

em banho maria, equipamento Banho Ultra termostático QUIMIS, por 24h à 23°C ($\pm 3^\circ\text{C}$). Após esse tempo foram secados superficialmente e imediatamente pesados. Foram produzidas 5 amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados dos ensaios mecânicos e de absorção de água para o BOPP puro e para os compósitos com 10, 20 e 30% de aparas e os valores do BOPP puro. Dessa forma, foi possível analisar um aumento considerável no Módulo Elástico, como mostra a Figura 1, saindo de 111,16 MPa para 168,5 Mpa com a adição de 30% de aparas ao passo que houve uma diminuição nos limites de resistência a tração para 20,9 MPa e escoamento para 20,25 Mpa, também mostrado na Figura 1. As demais características do ensaio de tração também apresentaram diminuição, sendo elas tenacidade que obteve uma queda muito acentuada saindo de $57,01 \text{ KJ/m}^3$ para $2,73 \text{ KJ/m}^3$ e sua resiliência, apresentadas na Tabela 1.

Analisando os demais ensaios, apresentados na Tabela 1 houve uma queda na Resistência ao Impacto com o aumento da porcentagem de aparas, de $36,43 \text{ J/m}$ para $19,55 \text{ J/m}$, até 20% e um aumento para $23,46 \text{ J/m}$ quando usado 30%. Sua dureza de 52,5 Shore D para 36 Shore D. Da mesma forma a resistência a flexão teve uma queda de 46,16 MPa para 38,37 MPa, o que não apresenta tanto problemas para o caso analisado. Em contrapartida, a absorção de água do compósito apresentou um aumento de 0,114% do BOPP puro para o compósito com 30% de aparas e o módulo Elástico de Flexão não apresentou uma constância nos dados, sendo menor com 10% e 20% e maior com 30%.

Tabela 1: Valores Referentes a Ensaios Mecânicos e Absorção de Água

Material	Resiliência (KJ/m ³)	Tenacidade (KJ/m ³)	Tensão de Flexão (MPa)	Módulo Elástico de Flexão (MPa)	Resistência ao Impacto (J/m)	Dureza (Shore D)	Absorção de água (%)
BOPP puro	$3,89 \pm 0,58$	$57,01 \pm 0,84$	$46,16 \pm 1,43$	$1138,68 \pm 35,30$	$36,43 \pm 4,13$	$52,5 \pm 0,5$	$0,045 \pm 0,009$
BOPP com 10% de aparas	$3,63 \pm 0,38$	$6,05 \pm 1,51$	$42,14 \pm 0,47$	$1097,24 \pm 12,71$	$20,32 \pm 3,07$	$48,0 \pm 0,5$	$0,066 \pm 0,012$
BOPP com 20% de aparas	$1,97 \pm 0,40$	$2,83 \pm 0,38$	$39,68 \pm 2,14$	$1096,13 \pm 61,80$	$19,55 \pm 2,16$	$39,5 \pm 0,5$	$0,078 \pm 0,012$
BOPP com 30% de aparas	$1,66 \pm 0,09$	$2,73 \pm 0,22$	$38,37 \pm 1,24$	$1225,83 \pm 86,76$	$23,46 \pm 1,09$	$36,0 \pm 0,5$	$0,159 \pm 0,024$

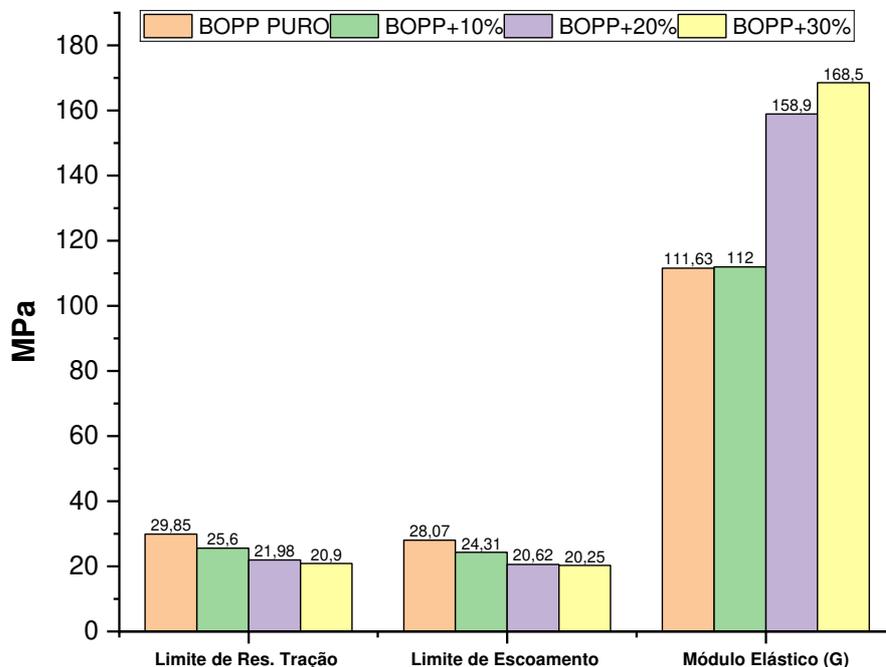


Figura 1: Valores de Limite de Resistência a Tração, Limite de Escoamento e Módulo Elástico do ensaio de tração

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que embora o compósito apresentou propriedades diminuídas em comparação ao polímero original, essa diminuição não é significativa para a aplicação em questão, principalmente em relação ao seu Módulo Elástico de Flexão, que é uma das preocupações do projeto, o que demonstra grande potencial para uso em tubetes. Outros estudos serão desenvolvidos, como a resposta do compósito a compressão, força muito significativa para a aplicação dos tubetes e a análise do papelão, material esse já utilizado para esse fim, para entender se o compósito serviria de substituto. Resultados preliminares indicam que o processo proposto pode ser um método viável para a reciclagem desses resíduos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio financeiro da Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná e ao NAPI EZC.

REFERÊNCIAS

Mantovani, Guilherme Augusto; Oliveira, Jean Halison de; Santos, Andressa dos; Rinaldi, Andrelson Wellington; Moisés, Murilo Pereira; Radovanovic, Eduardo; Favaro, Silvia L., Revista Polímeros vol. 27, pages 8-15 (2017)