

## CARACTERIZAÇÃO POR INFRAVERMELHO DO COMPÓSITO FORMADO POR POLIESTIRENO EXPANDIDO E CELULOSE MICROCRISTALINA

R. N. Silva<sup>1\*</sup>, V. D. B. Nunes<sup>1</sup>, F. C. Figueiredo<sup>1</sup>, J. R. S. Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí – UFPI, Grupo de Pesquisa Polímeros e Materiais Conjugados, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

\*raquel.quimufpi@hotmail.com

### RESUMO

*O Poliestireno Expandido (EPS) como resíduo sólido no meio ambiente representa um problema ambiental grave e reaproveitar esse material é necessário. Por outro lado, as fibras naturais são amplamente utilizadas por serem biodegradáveis e apresentarem baixo custo. Neste trabalho foram preparadas misturas de poliestireno expandido e celulose microcristalina em diferentes porcentagens 1, 3, 5, 10 e 20%. Para a obtenção do compósito foi desenvolvido uma metodologia diferenciada, envolvendo um banho de areia com temperatura controlada, para aglomeração e misturas dos constituintes. As análises das micrografias sugerem que ocorreu maior dispersão nos compósitos com menores concentrações de CMC. Os gráficos de FTIR indicam que não ocorreu interações entre os materiais, revelando a presença de CMC nas bandas de  $3200\text{ cm}^{-1}$  à  $3500\text{ cm}^{-1}$  conforme a concentração foi aumentada.*

*Palavras-chave: Poliestireno expandido, Celulose Microcristalina, Compósito.*

### INTRODUÇÃO

O poliestireno (PS) é um polímero sintético formado pela união de sucessivas moléculas de estireno. O estireno é constituído pela ligação das moléculas do benzeno e etileno. O poliestireno é um termoplástico de baixo custo, que apresenta boas propriedades isolantes, mecânicas e elétricas; justificando assim o fato de ser bastante consumido; emprega-se principalmente para produção de materiais descartáveis (bandejas, copos, pratos e outros). Entretanto, apresenta duas desvantagens: o descarte excessivo e incorreto. (TORRES *et al*, 1998; RODRIGUES FILHO *et al*, 2008).

Atualmente diversas pesquisas buscam de diminuir os impactos ambientais dos materiais produzidos, tornando-os mais sustentáveis. A

reciclagem, um assunto muito discutido, é uma saída para a reutilização dessas matérias-primas, diminuindo a extração indiscriminada de recursos que pode promover sua escassez. Logo, avaliando-se a grande importância dos polímeros para as mais diversas aplicações, aliada à pesquisa com caráter sustentável. O poliestireno é um material com enorme destaque que se encaixa nesta proposta, e, mesmo com dificuldades como a sua rigidez, há trabalhos na bibliografia que provam a sua possibilidade de reciclagem (RODRIGUES FILHO *et al*, 2008).

A produção de compósitos termoplásticos feitos utilizando a celulose como material a ser incorporado no polímero é altamente benéfico uma vez que estes materiais melhoraram a resistência e tenacidade de plásticos. Ao contrário da fibra de vidro, os compósitos de celulose reduzem o desgaste das máquinas e não produzem riscos para a saúde (MANIKANDAN, N. K.C. SABU, T. GROENINCKX, G., 2001).

A celulose microcristalina é desenvolvida a partir da purificação da celulose natural, onde ela é preparada por hidrólise ácida a partir da polpa de madeira altamente purificada, que sob condições controladas libera microcristais celulósicos que são compostos de firmes cadeias de celulose em um arranjo linear rígido. A massa úmida durante o processo de fabricação da celulose microcristalina é incorporada a água e a massa resultante é neutralizada e desidratada para a produção da celulose sob a forma de pó. A celulose microcristalina tem sido amplamente utilizada como um aditivo para fármacos, alimentos, cosméticos e uso industrial em geral, pois possui propriedades como: insolúvel aquoso, partículas em forma de haste o que explica a sua vasta aplicabilidade (EL-SAKHAWY e HASSAN, 2007).

As fibras naturais celulósicas são hidrofílicas e geralmente incompatíveis com matrizes poliméricas hidrofóbicas necessitando de um tratamento prévio ou utilização de agentes compatibilizantes. Os compatibilizantes por sua vez farão com que haja ligações químicas entre a matriz e a carga de reforço, ou até mesmo a alteração da tensão superficial da carga de reforço sob a matriz polimérica, permitindo assim uma melhor adesão entre ambas (BORSOI, C. SCIENZA, L. C. ZATERRA, A. J., 2011).

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar por infravermelho os compósitos formados por poliestireno expandido (EPS) e celulose microcristalina (CMC) de forma a observar as possíveis interações entre os dois materiais e os grupos funcionais presentes em ambos.

## **METODOLOGIA**

### **Materiais**

Na preparação do compósito utilizamos EPS triturado e celulose microcristalina, onde o método utilizado na junção dos materiais foi por fusão de polímeros através do banho de areia com temperatura controlada. As porcentagens em massa das amostras usadas para a caracterização do compósito foram: 1%, 3%, 5%, 10% e 20%, sendo também comparadas com o EPS puro para observar as possíveis mudanças das características que a celulose microcristalina causa no material. Em seguida os aglomerados foram transformados em filmes. A Tabela 1, que apresenta os valores em porcentagem do EPS e CMC para a formação dos compósitos.

Tabela 1. Porcentagem nos compósitos dos constituintes CMC e EPS

<b>Amostras</b>	<b>Proporções dos Materiais (massa/massa)</b>	
	<b>EPS</b>	<b>CMC</b>
<b>EPS puro</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>
<b>CMC pura</b>	<b>-</b>	<b>100%</b>
<b>Compósito 1%</b>	<b>99%</b>	<b>1%</b>
<b>Compósito 3%</b>	<b>97%</b>	<b>3%</b>
<b>Compósito 5%</b>	<b>95%</b>	<b>5%</b>
<b>Compósito 10%</b>	<b>90%</b>	<b>10%</b>
<b>Compósito 20%</b>	<b>80%</b>	<b>20%</b>

## Métodos

### Espectroscopia na Região do Infravermelho – FTIR (ATR)

Foi utilizado o equipamento de marca *BRUCKER* e modelo *Vertex 70*. Esta técnica foi utilizada para observar os possíveis grupos funcionais presentes nas amostras do material compósito e a diferença entre os picos nas diferentes porcentagens do compósito. A análise foi feita no Laboratório do Programa de Pós- Graduação em Química – (PPGQ) da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados de infravermelho para as amostras de EPS e celulose microcristalina puros, e a Figura 2 os gráficos de FTIR do EPS em comparação com os compósitos formados a partir dos dois materiais.

Figura 1. Espectros de infravermelho para o EPS e a Celulose Microcristalina puros.

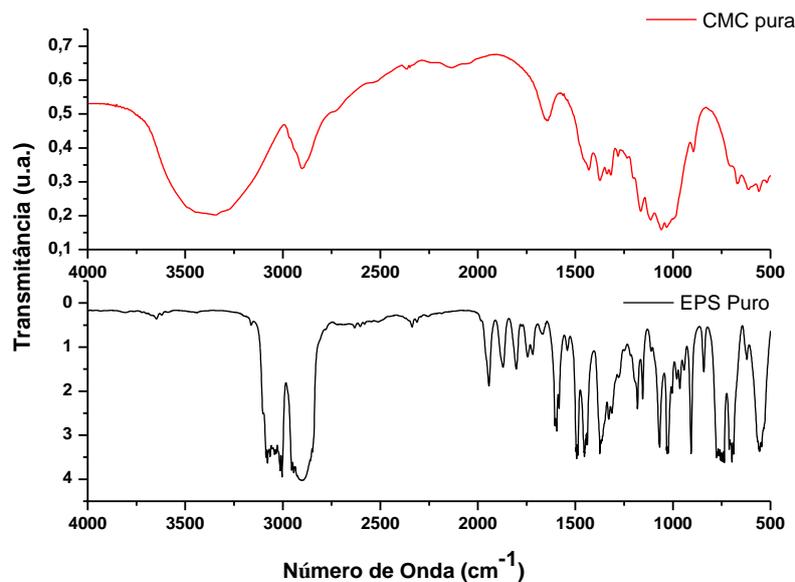
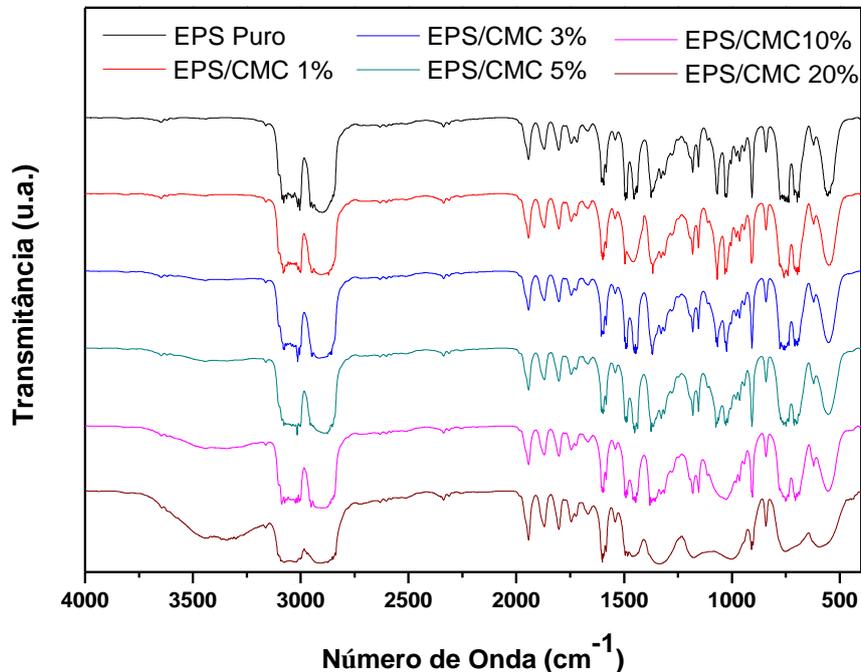


Figura 2. Espectros de infravermelho para o EPS, CMC e os compósitos formados.



A partir da análise de infravermelho do EPS puro foram reveladas as bandas características de poliestireno, em  $1451\text{ cm}^{-1}$  e  $1493\text{ cm}^{-1}$  atribuídas respectivamente ao estiramento C-H do anel no plano e em  $1493\text{ cm}^{-1}$  devido ao estiramento da ligação C-C do anel no plano. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos feitos com poliestireno de copos descartáveis de Meireles (2007).

Também foram evidenciadas nos espectros de infravermelho do EPS puro e de todos os compósitos, exceto o do compósito na proporção 20% duas bandas nas regiões de aproximadamente  $777\text{ cm}^{-1}$  e  $697\text{ cm}^{-1}$ , sendo indicativo de presença de anel aromático monossustituído fora do plano. Segundo Pavia (2010) essas duas bandas geram fortes absorções nessas regiões, sendo um padrão para estes tipos de compostos aromáticos.

Para o EPS puro e nos compósitos formados EPS/CMC com exceção do compósito 20%, também foram detectadas três bandas em  $1680\text{ cm}^{-1}$ ,  $1600\text{ cm}^{-1}$  (banda de maior intensidade) e  $1545\text{ cm}^{-1}$  referentes às ligações C=C de anéis aromáticos e duas bandas na região entre  $900\text{ cm}^{-1}$  e

1000  $\text{cm}^{-1}$  provenientes de ligações =C-H vinílico, resultados estes encontrados por Pavia (2010) ao analisar por infravermelho o estireno na forma líquida e pura por placas de KBr.

Foram observadas bandas compreendendo as regiões de 2800  $\text{cm}^{-1}$  à 3000  $\text{cm}^{-1}$  que são referentes a agrupamentos metila e metileno presentes no EPS e na celulose, com o destaque para a banda em 2927  $\text{cm}^{-1}$  que é uma banda característica das ligações alifáticas  $\text{CH}_2$  do poliestireno. Observou-se bandas entre 3000  $\text{cm}^{-1}$  à 3100  $\text{cm}^{-1}$  que são bandas características de grupos aromáticos. Estas bandas também foram constatadas nos estudos com blendas de policarbonato-poliestireno, feitos por Oréfice, Vasconcelos e Moraes (2004).

Segundo Meireles (2007) a intensidade das bandas entre as regiões de 2900  $\text{cm}^{-1}$  à 3000  $\text{cm}^{-1}$  estão associadas com deformações axiais dos grupos C-H presentes na estrutura do anel aromático da matriz e da fibra.

Pavia (2010) atribui a grande absorção da ligação C-H em função principalmente ao tipo de hibridização das ligações. A banda em 2910  $\text{cm}^{-1}$  esta associada ao carbono tipo  $\text{sp}^2$  e a banda em 3021  $\text{cm}^{-1}$  ao anel aromático presente no polímero.

Segundo Meireles (2007) as maiores mudanças morfológicas relacionadas aos compósitos formados por poliestireno e celulose microcristalina ocorrem nas regiões entre 1300  $\text{cm}^{-1}$  à 1600  $\text{cm}^{-1}$ , onde ao confrontar essas informações com os resultados obtidos deste trabalho somente o compósito com a proporção 20% de CMC obteve tal mudança, nos sugerindo que estas maiores mudanças ocorrem nas maiores concentrações de CMC dos compósitos formados.

Segundo Pavia, *et al.* (2010) as quatro bandas que compreendem a região entre 1740  $\text{cm}^{-1}$  à 1940  $\text{cm}^{-1}$  referem-se as bandas para anéis aromáticos monossustituídos e estas permanecem quando analisados os compósitos de EPS/Celulose Microcristalina em todas as proporções.

Para os compósitos de baixas concentrações (1 a 5%) de CMC, os espectros do EPS apresentam modificações de pequenas intensidades. Na proporção de 20% as bandas que caracterizam anéis aromáticos em 690  $\text{cm}^{-1}$  e 777  $\text{cm}^{-1}$  sofrem deslocamento para uma única banda em aproximadamente 750  $\text{cm}^{-1}$ . O espectro do compósito de EPS com 20% de CMC apresenta uma

intensa modificação no espectro como um todo. Mostra uma banda larga e intensa entre 3200 e 3500, característico de OH com ligação de hidrogênio celulósico. Entretanto, essa banda vem aumentando de intensidade a partir da porcentagem de 5% de CMC. Apesar das modificações que se pode observar nos espectros, não é possível afirmar que ocorre interação química entre os materiais, já que as maiores modificações ocorrem nas maiores proporções de CMC.

## **CONCLUSÃO**

A metodologia para a recuperação do EPS no estado físico de pó mostrou-se satisfatória permitindo a obtenção dos compósitos por aglomeração. O banho de areia com temperatura controlada, para preparar os compósitos EPS/Celulose Microcristalina foi bastante eficaz dispensando o uso de agentes compatibilizantes na junção dos materiais. A análise de FTIR acoplada a técnica de ATR foi bastante eficiente para detectar os grupos funcionais presentes na molécula e prever as possíveis interações entre a fibra e a matriz, sendo evidenciada a presença de CMC (banda evidenciada na região entre  $3200\text{ cm}^{-1}$  à  $3500\text{ cm}^{-1}$ ) em todos os compósitos, onde a maior modificação no espectro nesta região ocorreu no compósito formado pela porcentagem de 20% de CMC.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao grupo de Bioeletroquímica do departamento de química da Universidade Federal do Piauí, bem como aos laboratórios dos Programas de Pós-Graduação em Química e Ciência dos Materiais, por dar todo o apoio necessário para a realização desta pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

1. Borsoi, C. et al. Obtenção e caracterização de compósitos utilizando poliestireno como matriz e resíduos de fibras de algodão da indústria têxtil como reforço. **Polímeros**, 21, 271-279, 2011.

2. El-Sakhawy, M., Hassan, M. L. Physical and mechanical properties of microcrystalline cellulose prepared from agricultural residues. **Carbohydrate Polymers**, 67, 1-10, 2007.
3. Manikandan Nair, KC., Sabu, T., Groeninckx, G. Thermal and dynamic mechanical analysis of polystyrene composites reinforced with short sisal fibres. **Composites Science and Technology**, 61, 2519-2529, 2001.
4. Meireles, C. S. Síntese e caracterização de membranas de acetato de celulose obtidos do bagaço da cana de açúcar e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos descartáveis, **Tese de Mestrado**, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
5. Oréface, R. L., Vasconcelos, W. L., Moraes, M. A. S. Estabilidade de Fases em Blendas de Policarbonato-Poliestireno Avaliada por Micro FTIR, Análise Térmica e Microscopia Eletrônica de Varredura. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, 14, 129-133, 2004.
6. PAVIA, D. L., LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S., VYVYAN, J. R. Introdução à espectroscopia. **Cengage**, São Paulo. 716, 2010.
7. Rodrigues Filho, G., Assunção, R. M. N., Marques, F. C. A., Corrente, N. G., Meireles, C. S., Cerqueira, D. A., Landim, A. S. Síntese de poliestireno sulfonado para aplicações no tratamento de água produzido a partir de copos e bandejas descartadas de poliestireno. **Química Nova**, 8, 2004-2008, 2008.
8. Torres, M. A. P. R., Telles, M. T., Oliveira, C. M. F. Avaliação das propriedades de misturas de poliestireno com oligômeros de poli(óxido de propileno) e poliestireno. **Polímeros**, 8, 41-45, 1998.