

## DESENVOLVIMENTO DE ESPUMAS DE POLIURETANA COM FIBRAS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NA ADSORÇÃO DE CORANTE TÊXTIL

Natasha Dias Martins (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Andressa dos Santos, Thabata Karoliny Formicoli de Souza Freitas, Hugo Henrique Carline de Lima, Silvia Luciana Favaro (Orientadora) e-mail: slfavaro@hotmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Mecânica.

### Processos de fabricação e seleção econômica

**Palavras-chave:** Espuma, fibras naturais, corante Procion HE7B (VP).

### Resumo

Espumas de poliuretano com fibras naturais foram obtidas a partir da substituição de parte do polietilenoglicol presente nas espumas por fibras naturais de casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, sisal e pela combinação dessas fibras, de acordo com o planejamento estatístico simplex centroide. Essas espumas foram aplicadas na adsorção do corante têxtil vermelho Procion HE7B (VP) e, assim, foi definida a espuma com fibra natural que apresenta o melhor desempenho adsorptivo. A espuma com casca de arroz foi então estudada para a adsorção do VP variando a quantidade de fibras e o pH. As espumas contendo 10% em massa de casca de arroz em pH 3 foram as que apresentaram a maior porcentagem de remoção do VP de  $67,59 \pm 0,37\%$ . Isso se deve à disponibilidade de sítios ativos de características básicas e a presença de silício na composição da fibra natural de casca de arroz.

### Introdução

Há uma grande preocupação ambiental no desenvolvimento de espumas de poliuretano flexíveis (EPU), pois as principais matérias-primas (polióis e isocianatos) são obtidas a partir do petróleo e essas começam a se decompor apenas 30 anos após serem descartadas<sup>1</sup>. Com isso, há a necessidade da substituição de todos ou parte dos polióis convencionais, à base de petróleo, por polióis obtidos a partir de fontes abundantes e renováveis, tais como as fibras naturais. As fibras naturais além de apresentarem alta biodegradabilidade, grande disponibilidade e não serem tóxicas, apresentam baixo custo quando comparadas com as fibras sintéticas<sup>2</sup>. Pesquisadores têm avaliado continuamente o uso de EPU na remoção de substâncias com potencial toxicológico ao meio ambiente, tais como fenóis, metais, inseticidas e corantes têxteis.<sup>3</sup> Desse modo, este trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento de espumas de poliuretano, substituindo parte do polioli sintético por fibras de casca de arroz, bagaço de cana de açúcar, sisal e pela mistura dessas três fibras, para a aplicação na adsorção do corante têxtil vermelho Procion HE7B (VP).

## Materiais e métodos

Os principais materiais utilizados neste estudo foram: fibra de sisal, da variedade *Agave sisalana*; fibra de cana-de-açúcar, da variedade *Saccharum officinarum*; fibra de casca de arroz, da variedade *Oryza Sativa*; 4,4 Metildiisocianato (MDI); Polietileno glicol (PEG) 1500; Polymethylhydrosiloxane (PMHS); Octanoato de Estanho II; Glicerina e corante têxtil vermelho Procion HE7B (VP) doado pela MR Malharia Ltda (Maringá, PR).

A síntese da espuma foi realizada utilizando dois frascos de polipropileno de 80 mL, um com 3,00 g MDI e outro com a quantidade desejada de PEG. Os frascos são aquecidos sobre uma chapa a aproximadamente 70 °C até os reagentes se tornarem completamente líquidos. Adicionou-se, então, 1 gota de glicerina, 0,60 mL de PMHS e a quantidade de fibra natural desejada ao frasco que continha o PEG e 3 gotas de octanoato ao com MDI. Posteriormente, despejou-se a mistura MDI+octanoato no frasco do PEG e agitou-se, com o auxílio de um bastão de vidro, a solução até esta passar de transparente para uma coloração esbranquiçada. Nesse momento, cessou a agitação e deixou a espuma se formar.

As espumas da primeira etapa da adsorção foram fabricadas com uma substituição de 16,7% de PEG por fibra natural. Essa porcentagem é relativa à 10% da massa total da espuma de 10,00 g.

O planejamento utilizado para a fabricação das espumas foi o simplex centroide, gerado pelo programa Design Expert®, que consiste em um triângulo contendo pontos localizados nos vértices (fibras puras), outros três pontos sobre a metade de cada aresta (mistura de duas fibras), além de um ponto central (mistura das três fibras). A Tabela 01 apresenta as composições utilizadas:

Tabela 01. Composição de espumas utilizadas no ensaio de adsorção.

Amostra	Mistura (%) <sup>a</sup>	Mistura (g) <sup>a</sup>
1	(100;0;0)	(1,0 ; 0 ; 0)
2	(0;100;0)	(0;1,0;0)
3	(0;0;100)	(0;0;1,0)
4	(50;50;0)	(0,5;0,5;0)
5	(50;0;50)	(0,5;0;0,5)
6	(0;50;50)	(0;0,5;0,5)
7	(33;33;33)	(0,33;0,33;0,33)

<sup>a</sup> (arroz; cana; sisal).

Os ensaios de adsorção foram realizados sob agitação de 220 rpm a 30°C durante 4 h na câmara incubadora shaker com agitação orbital (Marconi, MA420). Foram utilizados 10,0 mL de solução de VP (30,0 mg L<sup>-1</sup>) em pH 3,0 e uma massa de 0,10 g de espumas.

A absorvância foi medida no comprimento de onda de 542 nm no espectrofotômetro UV-Vis (Agilent Technologies, modelo Cary 150) e cubeta de quartzo com caminho óptico de 1,0 cm.

Após determinar qual espuma com fibra apresentava características adsorptivas mais significativas, realizou-se a adsorção variando o pH da solução de corante VP com espumas contendo 0%, 10% e 20% de substituição em massa de fibras. Nessa etapa, os ensaios foram realizados sob agitação de 220 rpm a 25°C durante 24 h na câmara incubadora shaker com agitação orbital. Foram utilizados 20,0 mL de solução de VP (50,0 mg L<sup>-1</sup>), variando o pH em 3; 5; 7; 9 e 11 com uma massa de 0,10 g de espumas. A absorvância foi medida no comprimento de onda de 530 nm.

## Resultados e Discussão

A porcentagem de remoção do corante foi calculada de acordo com a Eq. (1), onde C<sub>o</sub> e C<sub>f</sub>, são as concentrações iniciais e finais de corante VP (mg L<sup>-1</sup>), respectivamente.

$$\text{Remoção de corante VP (\%)} = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

A Tabela 02 apresenta as porcentagens de remoção do corante pelas espumas, cujas composições estão presentes na Tabela 01, referentes à primeira etapa da adsorção.

Tabela 02. Porcentagem de remoção do corante VP de acordo com o planejamento experimental simplex centroide

Amostra	Mistura (%) <sup>a</sup>	% de remoção
1	(100;0;0)	81,58 ± 2,30
2	(0;100;0)	70,16 ± 9,57
3	(0;0;100)	61,00 ± 7,01
4	(50;50;0)	76,39 ± 9,47
5	(50;0;50)	75,03 ± 7,66
6	(0;50;50)	65,57 ± 10,47
7	(33;33;33)	67,85 ± 1,91

<sup>a</sup>(arroz; cana; sisal).

Os dados estatísticos foram analisados e observou-se que a espuma que mais adsorveu o corante foi a espuma com 10% de substituição em massa utilizando casca de arroz. A casca de arroz apresenta uma estrutura porosa, granular e contém, em sua composição, aproximadamente 13% de silício. O silício quando ligado ao oxigênio, forma dióxido de silício, composto que tem propriedades adsorptivas.<sup>4</sup> Desse modo, a fibra de casca de arroz foi a escolhida para continuar o estudo da adsorção.

A Tabela 03 apresenta as porcentagens de remoção do corante pelas espumas, referentes à segunda etapa da adsorção.

Tabela 03. Porcentagem de remoção do corante VP nas espumas de 0%, 10% e 20% de substituição em relação à massa total da espuma no segundo processo de adsorção.

pH	% remoção		
	0% fibra	10% fibra	20% fibra
3	53,81 ± 12,18	67,59 ± 0,37	63,47 ± 0,29
5	26,01 ± 2,93	28,79 ± 1,43	20,35 ± 1,21
7	15,30 ± 0,79	14,28 ± 2,23	11,53 ± 0,07
9	12,58 ± 1,79	11,11 ± 1,43	10,10 ± 0,57
11	10,38 ± 1,16	7,86 ± 0,51	7,14 ± 0,65

Nota-se que a espuma que mais adsorveu corante foi a espuma de 10% de substituição. Isso pode ser justificado uma vez que essa fibra apresenta em sua superfície sítios ativos de características básicas, favorecendo, desse modo, a adsorção de compostos ácidos.<sup>4</sup> Além disso, o fato de o corante utilizado ser um corante aniônico também auxilia na adsorção utilizando essas fibras.

Teoricamente, a espuma com 20% de substituição apresentaria uma porcentagem de remoção maior do que a com 10%.<sup>4</sup> Isso pode não ter ocorrido visto que a quantidade de fibra adicionada nesse caso não interagiu tão bem com a espuma quanto a com 10% de substituição.

## Conclusões

Foi possível perceber que a espuma contendo 10% de casca de arroz apresentou maior eficiência na adsorção de corante VP. No planejamento experimental, notou-se que a espuma com casca de arroz e cana-de-açúcar apresentou a segunda maior porcentagem de remoção de corante. Além disso, as espumas com porcentagens de substituição se mostraram mais eficazes na remoção do corante em relação à espuma com 0% de substituição, o que torna viável a utilização delas para esse fim.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo apoio a este projeto.

## Referências

1. Carvalho, G. *et al.* Mechanical properties of a polyurethane hybrid composite with natural lignocellulosic fibers. **110**, 459–465 (2017).
2. Adekomaya, O., Jamiru, T., Sadiku, R. & Huan, Z. Negative impact from the application of natural fibers. *J. Clean. Prod.* **143**, 843–846 (2017).
3. Enhanced removal of p-nitrophenol from ...ay modified with a cationic surfactant.pdf.
4. Schneider, L. T. CASCA DE ARROZ COMO AGENTE ADSORVENTE NO. (2017).