



## X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica

*“Influência da pesquisa em Engenharia Química no desenvolvimento tecnológico e industrial brasileiro”*

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Universidade Severino Sombra  
Vassouras – RJ – Brasil

### APLICAÇÃO DE FILMES DE QUITOSANA NA ADSORÇÃO DO CORANTE TÊXTIL REATIVO PRETO 5

**FARIAS\*<sup>1</sup>, B. S.; DIAS<sup>1</sup>, J. S.; RODRIGUES<sup>1</sup>, D. A. S.; MOURA<sup>2</sup>, J. M.; DOTTO<sup>3</sup>, G. L.; PINTO<sup>4</sup>, L. A. A.**

<sup>1</sup>Alunos da EQA/FURG    <sup>2</sup>Mestranda do PPGQTA/FURG    <sup>3</sup>Professor do DEQ/UFSM  
<sup>4</sup>Professor da EQA/FURG

Escola de Química e Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande  
Rua Eng. Alfredo Huch, 475, Rio Grande - RS, CEP 96201-900.  
email: jaquefurg@gmail.com

**RESUMO** - A adsorção tem sido utilizada com êxito no tratamento de efluentes têxteis, por ser uma operação ambientalmente e economicamente viável, especialmente quando são utilizados adsorventes de baixo custo. Um potencial adsorvente para a remoção de corantes é a quitosana, no entanto, a quitosana é normalmente utilizada na forma de pó, o que dificulta a separação de fases após a adsorção. Uma alternativa para este problema é o uso de quitosana na forma de filmes. O objetivo deste trabalho foi a aplicação de filmes de quitosana com diferentes características para a adsorção do corante Reativo Preto 5 (RB5). Foram produzidos 16 filmes, a partir de quitosanas com graus de desacetilação variando de 63,5 a 96,2%. Após, os filmes foram aplicados na adsorção do corante Reativo Preto 5 sob diferentes condições de pH (4,0, 6,0 e 8,0). Os resultados mostraram que o filme mais adequado para a adsorção do corante RB5 foi o produzido com a quitosana de mais elevado grau de desacetilação (96,2%), e, o pH 4,0 favoreceu o processo. Nestas condições foi obtido um percentual de remoção de  $99,6 \pm 0,4\%$  e uma capacidade de adsorção de  $384,8 \pm 0,3 \text{ mg g}^{-1}$ . Após a adsorção os filmes foram facilmente removidos da fase líquida.

**Palavras chave:** biopolímero, tratamento de efluentes, capacidade de adsorção.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, existem mais de 10 mil tipos de corantes têxteis, sendo que mais de 700 mil toneladas são produzidas anualmente no mundo em escala industrial. Com relação ao Brasil, estima-se que cerca de 20 mil toneladas destes produtos são anualmente

consumidas pelas indústrias deste setor (Dallago *et al.*, 2005). Pelo menos 20 % desses corantes são perdidos durante o processamento, e tem como destino, os efluentes industriais. Estes por sua vez, se não tratados corretamente, podem causar sérios danos ao meio ambiente e a saúde humana (Zanoni e Carneiro, 2001). Diante disto, cresce

a preocupação no sentido de desenvolver alternativas viáveis para a remoção de corantes de efluentes da indústria têxtil.

A adsorção é um método alternativo para tratar efluentes contendo corantes. As vantagens em relação a outros métodos incluem: simplicidade de operação, relativo baixo custo, biodegradabilidade dos adsorventes, entre outros (ARAMI *et al.*, 2006). O uso de biopolímeros como materiais adsorventes é uma técnica de grande interesse para tratamento de efluentes industriais (Crini e Badot, 2008).

A quitosana é um polímero natural, biodegradável, abundante e atóxico. A maioria das propriedades da quitosana está relacionada com a sua natureza catiônica, sendo reconhecida como uma matéria-prima promissora para fins de adsorção (PICCIN *et al.*, 2009). No entanto, o uso de quitosana em forma de pó é limitado pela difícil separação de fases após a adsorção. Esta dificuldade sugere o desenvolvimento de materiais à base de quitosana, os quais facilitem a separação de fases após o processo, tais como filmes (DOTTO *et al.*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi elaborar filmes a partir de dezesseis diferentes pós de quitosana e avaliar a influência destes na adsorção do corante têxtil Reativo Preto 5 em diferentes pHs (4,0, 6,0 e 8,0).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Preparação e caracterização das quitosanas

A quitosana foi produzida por hidrólise alcalina, a partir da quitina extraída de resíduos de camarão (*Penaeus brasiliensis*). Primeiramente, a quitina foi isolada através das etapas de desmineralização, desproteinização e desodorização (WESKA *et al.*, 2007). Após, as reações de desacetilação da quitina foram realizadas com soluções de hidróxido de sódio, em reator de aço inoxidável austenítico 316L, com capacidade para 4 L de solução, sob agitação constante de 50 rpm. Para obter diferentes quitosanas, a reação de desacetilação foi realizada em diferentes condições experimentais (ver Tabela 1). As quitosanas foram então purificadas, e após secas em leito de jorro (DOTTO *et al.*, 2011).

As quitosanas produzidas foram caracterizadas quanto ao seu grau de desacetilação. Para a determinação do grau de desacetilação foi utilizado o método de titulação potenciométrica linear (JIANG *et al.*, 2003).

### Preparação e caracterização dos filmes

Os filmes de quitosana foram produzidos através da técnica *casting*. 1,5 g de cada uma das quitosanas produzidas foram dissolvidas em solução de ácido acético 0,1 mol L<sup>-1</sup>, sob agitação constante e temperatura ambiente, durante 24 h. Após, 50 mL da solução formadora de filme foram vertidos em uma placa de Petri. Os filmes foram obtidos por evaporação do solvente em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C durante 24 h. Finalmente, os filmes foram removidos das placas e colocados em dessecadores a 25±1 °C durante 48 h antes dos testes (DOTTO *et al.*, 2013).

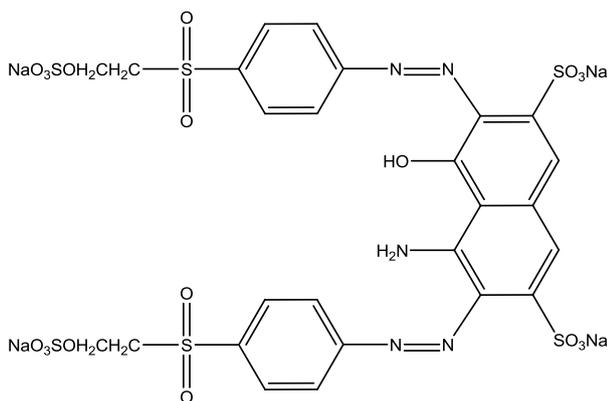
Os filmes foram caracterizados em relação à resistência a tração e alongamento (ASTM, 2001), utilizando um analisador de textura (Stable Micro Systems, TA-XT-2i, Reino Unido). A espessura foi determinada utilizando-se um paquímetro digital (Stainless Hardened, 150 mm, China) com resolução de 0,01 mm.

### Adsorbato

O corante têxtil (pureza superior a 85%) Reativo Preto 5 (RB5) (massa molar 991,8 g mol<sup>-1</sup>;  $\lambda_{\max}$  = 596 nm, C. I. 20505) foi fornecido pela Sigma-Aldrich, Brasil. A estrutura química do corante está apresentada na Figura 1. Os demais reagentes utilizados foram de grau analítico e as soluções foram preparadas com água destilada.

### Experimentos de adsorção

Foi preparada uma solução estoque de 1,00 g L<sup>-1</sup> de RB5, e todas as diluições subsequentes foram realizadas com água destilada, a partir da solução estoque. O pH foi ajustado com tampão fosfato dissódico/ácido cítrico (DOTTO *et al.*, 2013). Os experimentos foram realizados em triplicata (n=3), e todos os reagentes foram de grau analítico.



**Figura 1 - Estrutura molecular do corante Reativo Preto 5.**

Os experimentos foram realizados em batelada utilizando um agitador (Nova ética, 109-1TCM, Brasil). Os filmes foram cortados em forma de quadrados de  $1 \text{ cm}^2$ , e uma determinada massa ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ) foi adicionada a 200 mL de soluções de corante com concentração inicial de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  em diferentes valores de pH (4,0, 6,0 e 8,0). As soluções foram então agitadas a 50 rpm por 24h sob temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . A concentração de corante remanescente foi determinada por espectrofotometria (Quimis, Q108 DRM, Brasil). A capacidade de adsorção ( $q$ ) e o percentual de remoção ( $R$ ) foram determinados pelas Equações 1 e 2, respectivamente:

$$q = \frac{C_0 - C_f}{m} \times V \quad (1)$$

$$R = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100 \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

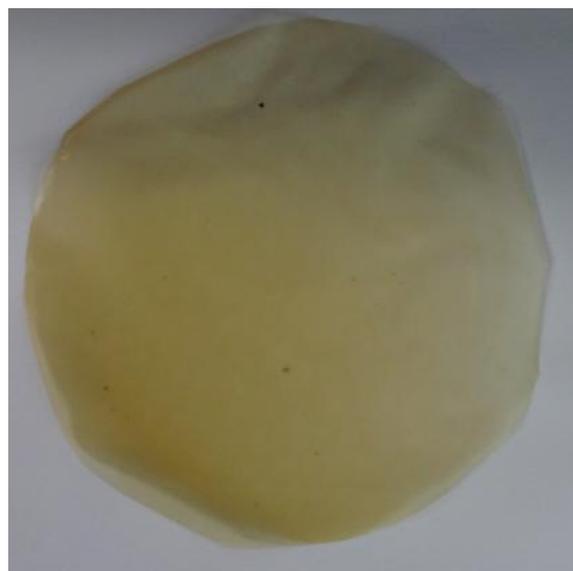
### Características da quitosana e dos filmes adsorventes

A Tabela 1 apresenta as condições experimentais utilizadas na reação de desacetilação para obtenção das diferentes quitosanas bem como os respectivos graus de desacetilação.

Pode-se observar na Tabela 1 que a faixa de variação do grau de desacetilação das quitosanas produzidas nas condições utilizadas foi de 63,5 a 96,2%. A partir destas quitosanas com diferentes características, foram

elaborados os filmes que foram aplicados no processo de adsorção do corante Reativo Preto 5.

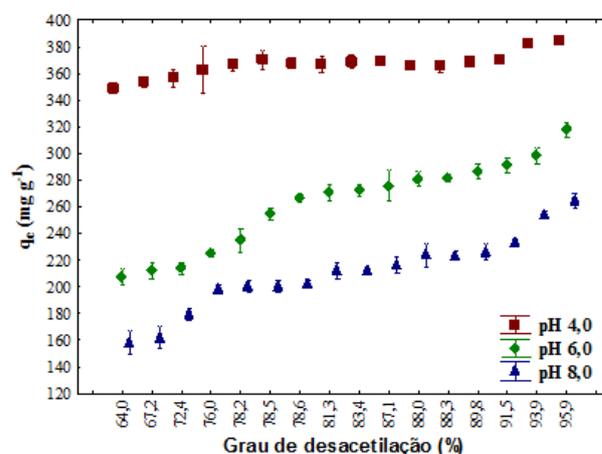
Os filmes de quitosana apresentaram resistência a tração na faixa de  $23,8 \pm 0,1$  a  $39,2 \pm 0,1 \text{ MPa}$ , alongamento na faixa de  $9,5 \pm 0,1$  a  $15,7 \pm 0,1\%$  e espessura inicial de  $62 \pm 4 \mu\text{m}$ . Dotto *et al.* (2013) e Rêgo *et al.* (2013) obtiveram valores similares e afirmaram que estas características dos filmes foram adequadas para a fácil separação de fases após a adsorção. A Figura 2 apresenta uma imagem fotográfica dos filmes de quitosana.



**Figura 2 – Imagem fotográfica do filme de quitosana.**

### Resultados da adsorção do RB5

A Figura 3 apresenta a capacidade de adsorção dos filmes de quitosana em função do grau de desacetilação e do pH.



**Figura 3 – Gráfico da capacidade de adsorção dos filmes de quitosana em função do grau de desacetilação nos pHs estudados.**

A adsorção de corantes é influenciada pela carga superficial do adsorvente e pelo grau de ionização do corante, que por sua vez, são influenciados pelo pH. O valor do pH da solução do corante exerce influência sobre o processo global de adsorção e, particularmente, na capacidade de adsorção (Crini e Badot, 2008).

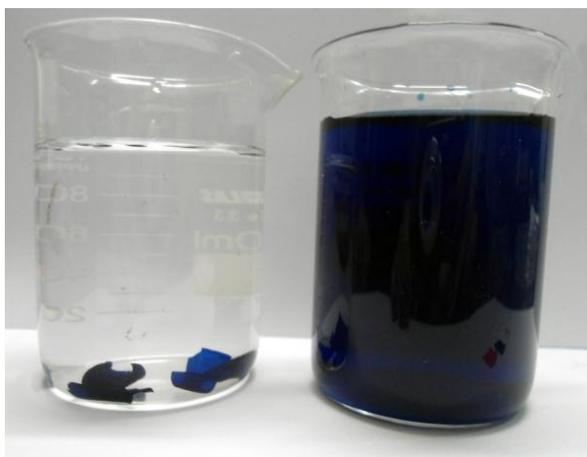
De maneira geral, verificou-se que a capacidade de adsorção foi influenciada pelas características dos filmes (grau de

desacetilação) e pH, sendo os melhores resultados obtidos com grau de desacetilação de 96,2% e pH de 4,0. Nestas condições, a capacidade de adsorção foi de  $384,8 \pm 0,3$  mg g<sup>-1</sup> e o percentual de remoção foi de  $99,6 \pm 0,4$ %. Praticamente todo o corante foi removido da solução, e os filmes foram facilmente separados da fase líquida após o processo, como mostra a Figura 4.

**Tabela 1 - Condições experimentais para obtenção de quitosanas com diferentes graus de desacetilação.**

Diâmetro da quitina (mm)	Relação NaOH:quitina (mL g <sup>-1</sup> )	Concentração de NaOH (%)	Tempo de reação (min)	Grau de desacetilação (%)*
1	20:1	40	90	67,2±0,4
5	20:1	40	90	63,5±0,1
1	60:1	40	90	78,6±0,4
5	60:1	40	90	73,9±0,1
1	20:1	45	90	81,3±0,5
5	20:1	45	90	78,8±0,2
1	60:1	45	90	87,0±0,2
5	60:1	45	90	83,4±0,3
1	20:1	40	240	76,7±0,1
5	20:1	40	240	74,5±0,3
1	60:1	40	240	91,4±0,1
5	60:1	40	240	88,0±0,3
1	20:1	45	240	89,3±0,3
5	20:1	45	240	86,3±0,3
1	60:1	45	240	96,2±0,3
5	60:1	45	240	93,6±0,5

\* média ± desvio padrão (n=3)



**Figura 4 – Adsorção do corante Reativo Preto 5 por filmes de quitosana (GD=96,2% e pH=4,0).**

## CONCLUSÃO

Foi verificado neste estudo, que a capacidade de adsorção de filmes de quitosana foi favorecida pelo aumento do grau de desacetilação e pela diminuição do pH, alcançando valores máximos de  $384,8$  mg g<sup>-1</sup> para o corante RB5. Estes resultados demonstram que as características da quitosana influenciam diretamente no potencial de adsorção dos filmes de quitosana. Além disso, estes resultados mostram que os filmes de quitosana são um potencial adsorvente para a remoção de RB5 de soluções aquosas, fornecendo altas capacidades de adsorção e facilitando a separação de fases após o processo.

## NOMENCLATURA

R	Percentual de remoção (%)
q	capacidade de adsorção ( $\text{mg g}^{-1}$ )
$C_0$	concentração inicial na fase líquida ( $\text{mg L}^{-1}$ )
$C_f$	concentração final na fase líquida ( $\text{mg L}^{-1}$ )
m	massa de filme (g)
V	volume da solução (L)

## REFERÊNCIAS

- ARAMI, M., LIMAEE, N. Y., MAHMOODI, N. M., TABRIZI, N. S. Equilibrium and kinetics studies for the adsorption of direct and acid dyes from aqueous solution by soy meal hull, *Journal of Hazardous Materials*, B 135, 171-179, 2006.
- ASTM (2001) Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Designation D882. In *Annual book of American standard testing methods* (pp. 162-170). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- CRINI, G., BADOT, P. M. (2008), Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: A review of recent literature. *Progress in Polymer Science*, 33, 399-447.
- DALLAGO, R. M., SMANIOTTO, A., OLIVEIRA, L. C. A. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. *Química Nova*, 28, 433 – 437, 2005.
- DOTTO, G. L., MOURA, J. M., CADAVAL, T. R. S., PINTO, L. A. A. Application of chitosan films for the removal of food dyes from aqueous solutions by adsorption. *Chemical Engineering Journal*, 214, 8-16, 2013.
- DOTTO, G. L., SOUZA, V. C., PINTO, L. A. A. Drying of chitosan in a spouted bed: the influences of temperature and equipment geometry in powder quality. *LWT Food Science Technology*, 44, 1786–1792, 2011.
- JIANG, X., CHEN, L., ZHONG, W. I. A new linear potentiometric titration method for the determination of deacetylation degree of chitosan. *Carbohydrate Polymer*, 54, 457–463, 2003.
- PICCIN, J. S., VIEIRA, M. L. G., GONÇALVES, J. O., DOTTO, G. L., PINTO, L. A. A. Adsorption of FD&C Red No. 40 by chitosan: Isotherms analysis”, *Journal of Food Engineering*, 95, 16-20, 2009.
- RÊGO, T. V., CADAVAL JR., T. R. S., DOTTO, G. L., PINTO, L. A. A. (2013) Statistical optimization, interaction analysis and desorption studies for the azo dyes adsorption onto chitosan films. *Journal of Colloid and Interface Science*, 411, 27-33.
- WESKA, R. F., MOURA, J. M., BATISTA, L. M., RIZZI, J., PINTO, L. A. A. Optimization of deacetylation in the production of chitosan from shrimp wastes: use of response surface methodology. *Journal Food Engineering*, 80, 749–753, 2007.
- ZANONI, M. V. B., CARNEIRO, P. A. O descarte dos corantes têxteis, *Ciência Hoje*, 29, 61-64, 2001.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FURG, CAPES e FAPERGS.