

## SÍNTESE DO HIDROGEL DE QUITOSANA PURO, COM 1, 5 E 10% DE TiO<sub>2</sub> PARA SORÇÃO E FOTODEGRADAÇÃO DE SAFRANINA <sup>1</sup>

Paola Moreira<sup>2</sup>, Mirlene Pereira Vitorino<sup>3</sup>, Alexandre Tadeu Paulino<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Desenvolvimento de Métodos Despoluentes para Recuperação de Águas Residuais”

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

<sup>3</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Química Aplicada – CCT

<sup>4</sup> Orientador(a), Departamento de Química – CCT - alexandre.paulino@udesc.br

A contaminação da água por corantes industriais é uma preocupação ambiental significativa devido à sua toxicidade. A interação entre a quitosana e a safranina para a remoção do corante da água é um processo complexo que depende de uma combinação de fatores eletrostáticos e não eletrostáticos. A safranina é um corante catiônico, o que significa que possui carga positiva em solução. A quitosana, por sua vez, é um polímero natural derivado da quitina e contém grupos amino (NH<sub>2</sub>) em sua estrutura. Em soluções ácidas, os grupos amino da quitosana se protonam (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>), conferindo uma carga positiva ao polímero, tornando-o também catiônico. Apesar de tanto a quitosana quanto a safranina terem cargas positivas, a interação entre elas não é baseada em uma atração eletrostática tradicional, pois cargas semelhantes normalmente se repelem. No entanto, o pH da solução é um fator crucial que pode modificar a natureza das interações. Em condições ácidas, a quitosana se encontra principalmente na forma protonada, o que pode levar a uma menor repulsão entre a quitosana e a safranina, permitindo que interações adicionais ocorram. Essas interações podem incluir ligações de hidrogênio entre a quitosana e a safranina e interações hidrofóbicas, onde partes não polares das moléculas se agrupam para minimizar o contato com a água.

Além disso, em pH alcalino, os grupos amino da quitosana tendem a se desprotonar, diminuindo a carga positiva do polímero e alterando suas propriedades de adsorção. Nessa condição, a quitosana pode interagir com a safranina por meio de diferentes mecanismos, como interações de Van der Waals ou ligações de hidrogênio que não dependem exclusivamente da carga elétrica. Portanto, a eficiência da quitosana na remoção da safranina da água depende não apenas das características eletrostáticas, mas também de um equilíbrio delicado de forças intermoleculares que são influenciadas pelo pH da solução. Essas características tornam a quitosana uma adsorvente versátil para a remoção de corantes catiônicos como a safranina, através de uma combinação de interações eletrostáticas e não eletrostáticas. A adsorção é um método amplamente utilizado e eficaz para a remoção de corantes, como a safranina, de soluções aquosas. Esse processo envolve a transferência de moléculas de corante da fase líquida para a superfície de um adsorvente sólido, onde elas se acumulam. A eficácia da adsorção depende de vários fatores, incluindo a natureza do adsorvente, as propriedades do corante, o pH da solução, a temperatura, a concentração do corante e a presença de outros íons ou compostos na solução.

A eficácia da adsorção também é influenciada pelo pH da solução. Em pH ácido, a quitosana se encontra na forma catiônica, o que pode favorecer a interação com outros compostos que não a safranina. Em pH alcalino, a quitosana perde parte de

sua carga positiva devido à desprotonação dos grupos amino, mas ainda pode adsorver a safranina por meio de interações não eletrostáticas, como interações de Van der Waals e ligações de hidrogênio.

A temperatura da solução também desempenha um papel importante na adsorção. Em temperaturas mais elevadas, a energia cinética das moléculas aumenta, o que pode melhorar a taxa de adsorção e a capacidade do adsorvente. No entanto, temperaturas muito altas podem causar desprotonação dos grupos amino da quitosana e, assim, diminuir a eficiência de adsorção para corantes catiônicos.

Além disso, a concentração inicial de corante e a presença de outros íons ou substâncias na solução podem afetar a adsorção. Altas concentrações de corante podem saturar rapidamente os sítios de adsorção disponíveis na quitosana, enquanto a presença de outros íons pode competir pelos mesmos sítios de adsorção, reduzindo a eficácia geral do processo. Portanto, a adsorção é um método eficaz para a remoção de corantes como a safranina de soluções aquosas devido à combinação de interações eletrostáticas, ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e a estrutura porosa da quitosana. Ajustando cuidadosamente as condições de adsorção, como o pH, a temperatura e a concentração de corante, é possível otimizar a remoção da safranina e alcançar uma alta eficiência de purificação da água. Nesse estudo, está sendo utilizado os parâmetros de tempo de contato, para avaliar a eficácia do hidrogel de quitosana na sorção da safranina. No tempo de contato foi avaliado a capacidade de sorção em diferentes tempos. . Para isso, utilizou-se 50mg do hidrogel de quitosana puro e o hidrogel de quitosana com 1%, 5% e 10% de  $TiO_2$  em sua estrutura. A solução da safranina foi preparada em uma concentração de  $10\text{ mg L}^{-1}$  e logo após foi tirado um volume de 30 mL da solução e colocado no Erlenmeyer. O hidrogel foi colocado em contato com a solução no erlenmeyer e levada a incubadora shaker, onde foram submetidas no intervalo de tempo de 5min, 10min, 20min, 40min, 60min, 120min, 240min, 480min, 960min e 1440min. Em cada tempo foi retirado uma alíquota e feita a leitura no UV-vis. A cinética de adsorção está intrinsecamente ligada à quantidade de adsorvato introduzida no volume da solução em relação à superfície do adsorvente. Ao analisar a curva de adsorção, torna-se evidente uma taxa de adsorção inicialmente elevada. A saturação dos sítios ativos presentes em cada hidrogel atingiu no tempo de ( ) minutos, tornando a cinética de sorção linear até o tempo de 1440 minutos. O tempo de 1440 minutos será utilizado para os demais parâmetros, visto que, nesse tempo houve uma adsorção maior comparada aos demais tempos. Entre esses intervalos de tempo, foi determinado que o tempo de 1440min teve maior eficácia em todos os hidrogéis para a remoção da safranina com média de 97,05% de eficiência, sendo o hidrogel com 5% de  $TiO_2$  o mais eficiente com 98,35%.

Em todos os casos, a espectrometria será utilizada para medir a concentração de safranina remanescente na solução, fornecendo dados precisos sobre a eficácia do hidrogel de quitosana em cada condição testada. Esses experimentos ajudarão a determinar as condições ideais para a remoção eficiente da safranina.

**Tabela 1. Tempo de Contato Hidrogel Puro.**

Tempo(min)	massa hidrogel (g)	Volume(L)	Ci(mg*L <sup>-1</sup> )	Absorbância	Ce(mg*L <sup>-1</sup> )	qe(mg*g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção
5	0,05	0,03	10	0,503	3,945	3,632941176	60,54901961
10	0,05	0,03	10	0,463	3,631	3,821176471	63,68627451
20	0,05	0,03	10	0,417	3,271	4,037647059	67,29411765
40	0,05	0,03	10	0,291	2,282	4,630588235	77,17647059
60	0,05	0,03	10	0,181	1,420	5,148235294	85,80392157
120	0,05	0,03	10	0,151	1,184	5,289411765	88,15686275
240	0,05	0,03	10	0,084	0,659	5,604705882	93,41176471
480	0,05	0,03	10	0,068	0,533	5,68	94,66666667
960	0,05	0,03	10	0,036	0,282	5,830588235	97,17647059
1440	0,05	0,03	10	0,028	0,220	5,868235294	97,80392157

**Tabela 2. Tempo de Contato Hidrogel 1% de TiO<sub>2</sub>**

Tempo(min)	massa hidrogel (g)	Volume(L)	Ci(mg*L <sup>-1</sup> )	Absorbância	Ce(mg*L <sup>-1</sup> )	qe(mg*g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção
5	0,05	0,03	10	0,456	3,576	3,854117647	64,23529412
10	0,05	0,03	10	0,391	3,067	4,16	69,33333333
20	0,05	0,03	10	0,309	2,424	4,545882353	75,76470588
40	0,05	0,03	10	0,281	2,204	4,677647059	77,96078431
60	0,05	0,03	10	0,197	1,545	5,072941176	84,54901961
120	0,05	0,03	10	0,145	1,137	5,317647059	88,62745098
240	0,05	0,03	10	0,103	0,808	5,515294118	91,92156863
480	0,05	0,03	10	0,090	0,706	5,576470588	92,94117647
960	0,05	0,03	10	0,078	0,612	5,632941176	93,88235294
1440	0,05	0,03	10	0,056	0,439	5,736470588	95,60784314

**Tabela 3. Tempo de Contato Hidrogel 5% de TiO<sub>2</sub>**

Tempo(min)	massa hidrogel (g)	Volume(L)	Ci(mg*L <sup>-1</sup> )	Absorbância	Ce(mg*L <sup>-1</sup> )	qe(mg*g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção
5	0,05	0,03	10	0,509	3,992	3,604705882	60,07843137
10	0,05	0,03	10	0,475	3,725	3,764705882	62,74509804
20	0,05	0,03	10	0,371	2,910	4,254117647	70,90196078
40	0,05	0,03	10	0,366	2,871	4,277647059	71,29411765
60	0,05	0,03	10	0,232	1,820	4,908235294	81,80392157
120	0,05	0,03	10	0,170	1,333	5,2	86,66666667
240	0,05	0,03	10	0,080	0,627	5,623529412	93,7254902
480	0,05	0,03	10	0,062	0,486	5,708235294	95,1372549
960	0,05	0,03	10	0,027	0,212	5,872941176	97,88235294
1440	0,05	0,03	10	0,021	0,165	5,901176471	98,35294118

**Tabela 4. Tempo de Contato Hidrogel 10% de TiO<sub>2</sub>**

Tempo(min)	massa hidrogel (g)	Volume(L)	Ci(mg*L <sup>-1</sup> )	Absorbância	Ce(mg*L <sup>-1</sup> )	qe(mg*g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção
5	0,05	0,03	10	0,565	4,431	3,341176471	55,68627451
10	0,05	0,03	10	0,447	3,506	3,896470588	64,94117647
20	0,05	0,03	10	0,385	3,020	4,188235294	69,80392157
40	0,05	0,03	10	0,228	1,788	4,927058824	82,11764706
60	0,05	0,03	10	0,180	1,412	5,152941176	85,88235294
120	0,05	0,03	10	0,141	1,106	5,336470588	88,94117647
240	0,05	0,03	10	0,099	0,776	5,534117647	92,23529412
480	0,05	0,03	10	0,068	0,533	5,68	94,66666667
960	0,05	0,03	10	0,053	0,416	5,750588235	95,84313725
1440	0,05	0,03	10	0,044	0,345	5,792941176	96,54901961

**Palavras-chave:** Quitosana; Adsorção; Dióxido de titânio; Safranina; Eficiência de adsorção.