

APLICAÇÃO DA FLOCULAÇÃO MICELAR ADSORTIVA PARA REMOÇÃO DO CORANTE DIRECT YELLOW 27 UTILIZANDO CÁLCIO

R. P. F. Melo¹; E. L. Barros Neto¹; T. N. Castro Dantas²; A. G. Câmara¹

1- Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rua Senador Salgado Filho, 3000 – CEP: 59072-970 – Natal - RN – Brasil

Telefone: (84) 3215-3769 – Fax: (84) 3215-3770 – Email: ricardo_pfm@yahoo.com.br

2- Departamento de Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Email: tereza@eq.ufrn.br

RESUMO: O efluente gerado no processo de acabamento da indústria têxtil causa consequências sérias ao meio ambiente devido, principalmente, à presença de corantes tóxicos em alta concentração. Uma alternativa para o tratamento deste efluente é a Floculação Micelar Adsorptiva, um processo que envolve a utilização de tensoativos aniônicos e metal para formar flocos hidrofóbicos capazes de adsorver a matéria orgânica presente no meio aquoso. O poluente modelo utilizado neste trabalho foi o corante Direct Yellow 27. Os resultados mostraram que o processo pode ser empregado na remoção de corantes tendo em vista que a eficiência de remoção de corante atingiu 89,51%. Fatores como concentração de tensoativo, que nos experimentos variou de 130 a 650 ppm, e temperatura, utilizando-se valores entre 30 e 50 °C mostraram-se importantes na eficiência do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Direct Yellow 27, tensoativo, metal.

ABSTRACT: The effluent generated in the finishing process of the textile industry causes serious consequences to the environment, mainly due to the presence of toxic dyes at high concentration. An alternative for the treatment of this effluent is Adsorptive Micellar flocculation, a process that involves the use of anionic surfactants and metal to form hydrophobic flocs capable of adsorbing the organic matter present in the aqueous medium. The model pollutant used in this work was the dye Direct Yellow 27. The results showed that the process can be employed in the removal of dyes in view of the efficiency of removal of dye reached 89.51%. Factors such as surfactant concentration, ranged 130-650 ppm, and temperature, using values between 30 and 50 °C showed to be important in the efficiency of the process.

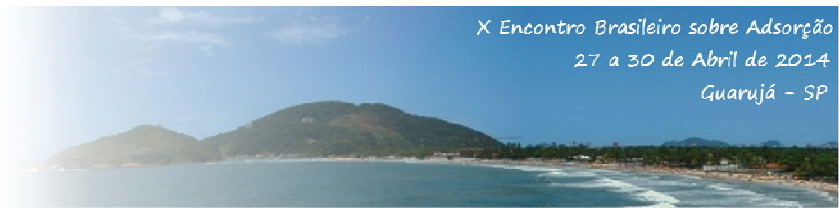
KEYWORDS: Direct Yellow 27, surfactant, metal.

1. INTRODUÇÃO

Os corantes são compostos orgânicos pertencentes a um grupo de substâncias nocivas que degradam fortemente a natureza. Existe uma variedade de indústrias que utilizam o corante em seu processo, sendo, a indústria têxtil, a principal responsável pelo lançamento de efluentes contendo corante no meio ambiente. A indústria têxtil é caracterizada por despejar grandes volumes de efluentes que, em sua maioria, são formados por

diversas substâncias incluindo o corante não fixado segundo Tehrani-Bagha et al (2010). O tratamento do efluente proveniente da indústria têxtil é dificultado devido ao alto teor de poluentes citando, por exemplo: detergentes, solventes, metais pesados e compostos recalcitrantes.

A cadeia de produção têxtil torna-se, do ponto de vista ambiental, uma das principais fontes de poluição. Este fato deve-se, principalmente, a diversidade e complexidade dos produtos que compõem o efluente e por ser responsável pelo



consumo de grandes quantidades de água em seus processos de tingimento. Uma das classes de corantes que contribuem para poluição é o corante direto. Como estes são fixados a fibra de algodão através de banhos de tingimento onde está presentes sais, a lavagem dos materiais tingidos promove a separação do fator que faz o corante permanecer fixado a fibra. Portanto, o tingimento com os corantes diretos apresentam uma fixação baixa a tratamentos úmidos.

Para solucionar estas problemáticas novas alternativas de tratamento de efluentes contendo corantes tem sido propostas. Entre os métodos desenvolvidos estão a fotólise (UV), aplicação de peróxido (H_2O_2), aplicação de peróxido combinado com radiação UV (UV/ H_2O_2), coagulação-floculação e extração por ponto nuvem como mostrado por Melo (2012).

Recentemente, a Floculação Micelar Adsorptiva mostrou ser um processo capaz de remover poluentes orgânicos da água. Este processo consiste na mistura de soluções de tensoativos aniônicos e sais (contendo cátions de alumínio e cálcio) e, a ligação destes cátions as micelas de tensoativo, formando um substrato de com caráter hidrofóbico.

A eletroneutralização de micelas leva a floculação e a captura de outras moléculas através de flocos segundo Talens-Alession et al (2010). Estes flocos, atingindo um determinado peso, decantarão ou permanecerão suspensos no meio. Aproveitando esta capacidade decantação, os flocos produzidos são utilizados como uma superfície para adsorção de substâncias orgânicas poluentes, removendo-as do meio através da decantação dos flocos que arrastam o poluente para o fundo do recipiente. Fatores como concentração de tensoativo, metal, razão entre estas concentrações, temperatura e teor de poluente mostram-se significativos à eficiência do processo.

Com base no exposto, este trabalho apresenta a proposta de um método inovador ao aplicar tensoativos aniônicos através da Floculação Micelar Adsorptiva para remover corantes de efluentes têxteis, objetivando, principalmente, a otimização dos parâmetros que influenciam no processo de remoção do corante de águas residuais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

2.1. Materiais

O tensoativo aniônico utilizado neste trabalho foi o óleo de coco saponificado (OCS), sendo formado por diferentes percentuais de ácidos graxos. Para aplicá-lo nas amostras foi preparada solução estoque de 5000 ppm.

O corante utilizado neste estudo foi o Direct Yellow 27, sendo conhecido por amarelo solofenil 7GL. A fórmula molecular é $C_{25}H_{20}N_4Na_2O_9S_3$ e massa molecular = 662,62 g/mol. A Figura 1 apresenta a estrutura química da molécula.

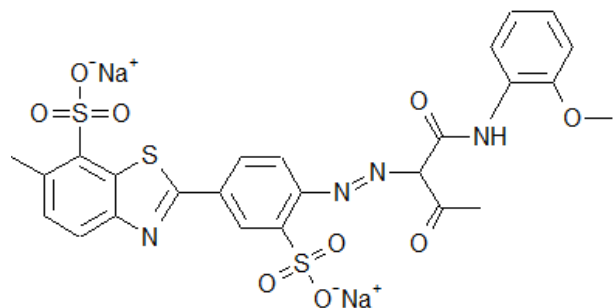


Figura 1. Estrutura química do corante Direct Yellow 27.

O cátion usado na floculação do tensoativo foi o Ca^{2+} , sendo preparada solução estoque de 3600 ppm.

2.2. Procedimento experimental

Os ensaios de Floculação Micelar Adsorptiva foram realizados no separador de extração (Koehler Instrument Company Inc. Modelo: K39396), sendo equipado com banho termostático, agitador para homogeneização das amostras e local reservado para trabalhar com sete amostras por vez, sendo o volume das amostras de 100 mL. Em todos os experimentos a agitação foi mantida em 300 rpm por três minutos para garantir a homogeneização e, em seguida, a agitação foi de 150 rpm por dois minutos para que não houvesse a quebra dos flocos formados.

Inicialmente, a solução de corante de cada amostra foi preparada até a concentração de 100 ppm de Direct Yellow 27. Em seguida, adicionou-se o tensoativo, sendo aplicadas concentrações de 130, 260, 290, 330, 360, 375, 390, 520 e 650 ppm. Feito isso, adicionou-se a solução de cálcio para iniciar o processo de agitação. As concentrações de

cálcio sempre foram metade da concentração de tensoativo na amostra.

Após a mistura e agitação, as amostras foram deixadas decantar por um tempo de 30 minutos para garantir uma boa separação. Finalizado este tempo, as amostras são coletadas e filtradas num sistema com bomba a vácuo e kitassato, utilizando como meio filtrante uma membrana milipore 47 mm de diâmetro e abertura dos poros de 22 µm.

As amostras foram submetidas a análise em espectrofotômetro de absorção molecular (Varian 50 Conc), em que foi possível mensurar a concentração final de corante no meio. As membranas usadas na filtração foram secadas e, em seguida, pesadas para obter por balanço de material a massa de tensoativo floculada, objetivando determinar a quantidade de tensoativo que floculou e que está disponível como adsorvente. A concentração residual de cálcio é determinada através de absorção atômica (Varian AA240) para obter por balanço de massa a quantidade de cálcio que reagiu com tensoativo formando os flocos.

Os experimentos realizados em diferentes temperaturas seguiram o mesmo procedimento, sendo escolhidas as temperaturas de 30, 35, 40, 45 e 50 °C.

2.3. Metodologia

2.3.1. Determinação da eficiência de remoção

O cálculo da eficiência de remoção de corante foi determinado usando a Equação 1, que relaciona as concentrações de corante antes e depois de realizar a Floculação Micelar Adsorviva.

$$\%remoção = \frac{C_{DY27, inicial} - C_{DY27, final}}{C_{DY27, inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Onde $C_{DY27, inicial}$ é a concentração de corante inicial, $C_{DY27, final}$ é a concentração de corante no final do processo.

2.3.2. Coeficiente de distribuição

O coeficiente de distribuição foi calculado de acordo com a Equação 2. Ele representa a razão entre a massa do corante no flocos pela massa de corante na fase diluída.

$$K = \frac{m_{DY27 \text{ no flocos}}}{m_{DY27 \text{ na fase diluída}}} \quad (2)$$

Onde K é o coeficiente de distribuição, $m_{DY27 \text{ no flocos}}$ é a massa de Direct Yellow 27 no flocos e $m_{DY27 \text{ na fase diluída}}$ é a massa de Direct Yellow 27 na fase diluída.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

A concentração de tensoativo foi usada no intervalo de 130 e 650 ppm, pois valores abaixo da concentração de tensoativo de 130 ppm não apresentou remoção de corante e valores acima de 650 ppm a eficiência de remoção de corante não se alterou.

A concentração de cálcio utilizada sempre foi metade da concentração de tensoativo, pois esta foi a proporção de cálcio que forneceu a melhor floculação.

A concentração de corante foi fixada em 100 ppm, visto que em ensaios preliminares, quando se alterou a concentração de corante a eficiência pouco mudou. Além disso, 100 ppm foi o valor médio de concentração aplicados nestes ensaios.

3.1. Eficiência de remoção de corante

Com o objetivo de alcançar a máxima eficiência de remoção de corante os parâmetros temperatura e concentração inicial de tensoativo foram manipulados a fim de obter uma relação que proporcionasse o melhor resultado de remoção.

A Figura 2 apresenta os resultados da eficiência de remoção para diferentes temperaturas e concentrações de tensoativo.

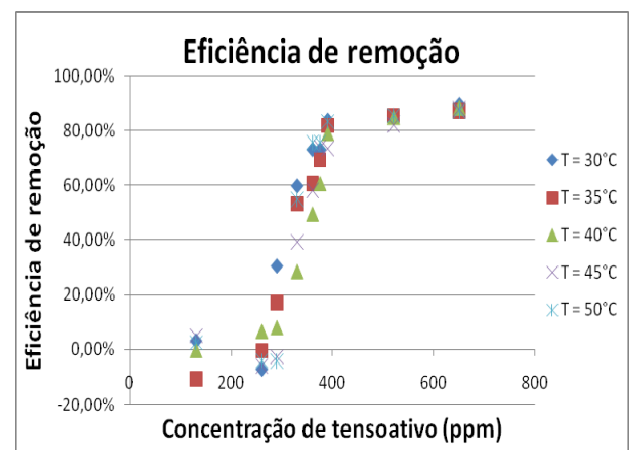


Figura 2. Eficiência de remoção de corante para diferentes concentrações de tensoativo e temperatura.

Observando a Figura 2 pode-se perceber que a eficiência de remoção aumentou rapidamente entre os valores de concentração aplicados. Em concentrações de tensoativo baixas, entre 130 e 260 ppm, a eficiência de remoção foi muito baixa, podendo ser considerada zero. Estes resultados ocorreram, pois nestas concentrações de tensoativo não houve floculação significativa a ponto de adsorver o corante. Na Figura 2 observam-se valores negativos da eficiência de remoção, que foi consequência da leitura da absorvância com interferência do tensoativo não floculado.

A remoção de corante alcança valores maiores no intervalo de concentração de tensoativo entre 290 e 390 ppm, nesta região a eficiência do processo variou, em média, de 15% a 83%. Após este intervalo de concentração de tensoativo a eficiência de remoção não aumentou consideravelmente. Isto pode ser visto ao se aplicar tensoativo na concentração de 520 a 650 ppm, em que a eficiência atingiu 85% e 89%, respectivamente. Em experimentos preliminares observou-se que a partir desta região a eficiência de remoção mantém-se praticamente estável.

Observando-se a Figura 2 com respeito a temperatura, nota-se que esta não afetou o processo de maneira considerável. Isto acontece porque o OCS possui boa solubilidade a baixas temperaturas, portanto a quantidade de tensoativo solubilizada em temperaturas superiores é quase a mesma que em valores de temperaturas baixos, deste modo, a massa de tensoativo floculada, ou seja, a massa de adsorvente formada permanece quase constante, justificando a pouca variação da eficiência de remoção com a temperatura.

3.2. Coeficiente de distribuição

Os resultados obtidos a partir da Equação 2 estão apresentados na Figura 3 para todas as concentrações de tensoativos.

A Figura 3 segue praticamente o mesmo comportamento da curva de eficiência de remoção de corante. Nos casos em que a remoção foi muito baixa o coeficiente de distribuição manteve-se próximo de zero. Em concentrações de tensoativos mais elevadas o coeficiente de distribuição alcança um valor máximo de oito, indicando que o processo é favorável devido a afinidade do corante pelo floco de tensoativo hidrofóbico.

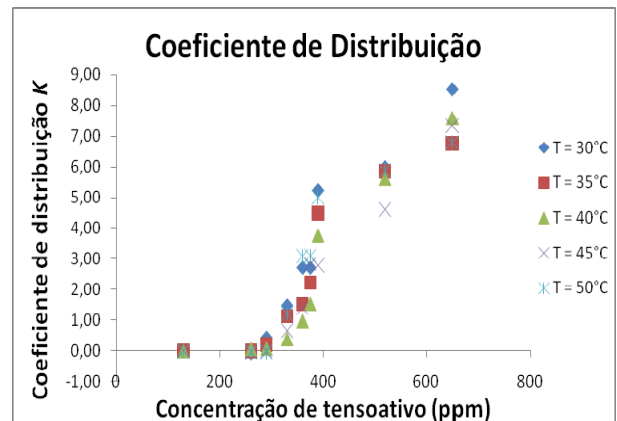


Figura 3. Coeficiente de distribuição para diferentes concentrações de tensoativo e temperatura.

Observando a Figura 3 nota-se que a temperatura não causa nenhuma alteração significativa no coeficiente de distribuição. Mais uma vez, este comportamento é esperado devido a boa solubilidade do OCS.

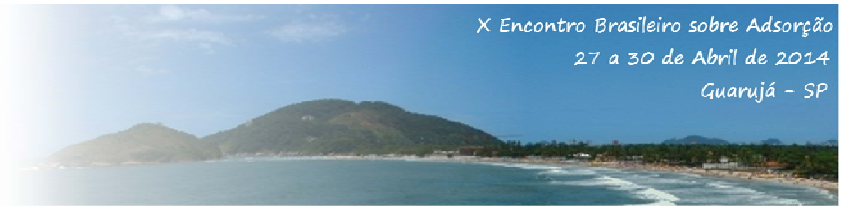
4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir a partir destes resultados que a Floculação Micelar Adsorptiva é um processo eficiente para remover corante da água. Além disso, os resultados de eficiência de remoção aumentam à medida que se adiciona mais tensoativo e, praticamente, não sofreu influência alguma da variação da temperatura. O mesmo comportamento é observado ao analisar o coeficiente de distribuição. Os valores deste estiveram acima de um, indicando que o corante tem uma afinidade maior pela fase hidrofóbica, ou seja, o floco de tensoativo.

Para futuros trabalhos nessa linha será interessante pesquisar o equilíbrio em temperaturas mais baixas onde o tensoativo tem sua solubilidade diminuída e verificar os efeitos de mudanças no pH.

5. REFERÊNCIAS

MELO, R. P. F. Extração do corante Reactive Blue 19 utilizando tensoativo não iônico. 2012, 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal



TALENS-ALLESSON, F. I.; SVABOVA, M.; SVAB, M. The role of mixing in high performance Adsorptive Micellar Flocculation. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* v. 355, p. 16-22, 2010.

TEHRANI-BAGHA, A. R.; MAHMOODI, N. M.; MENDER, F. M. Degradation of a persistent organic dye from colored textile wastewater by ozonation. *Desalination.* v. 260, p. 34-38, 2010.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PPGEQ (Programa de Pós-graduação em Engenharia Química) da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) por fornecer toda a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento desta pesquisa.