

TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO UTILIZANDO PRECIPITAÇÃO DE TENSOATIVO

A.G. CÂMARA¹, E.L. BARROS NETO¹ e R. P. F. MELO¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: alangomes760@gmail.com

RESUMO – As indústrias de um modo geral produzem efluentes que quando não são tratados corretamente podem acarretar em problemas ambientais, e uma das indústrias que mais gera efluentes danosos é a têxtil. O mundo atual busca alternativas eficazes para minimizar os danos que tais efluentes causam à natureza. O seguinte trabalho apresenta uma alternativa eficiente, viável e de baixo custo no que se refere ao tratamento de efluente têxtil contendo o corante Direct Yellow 27 (DY27) por meio da precipitação de tensoativos. Os parâmetros concentração de tensoativo, concentração inicial de DY27 e temperatura foram avaliados. Os resultados obtidos mostram que o mesmo é eficiente, alcançando uma remoção de 94% aplicando concentração de tensoativo de 1300 ppm.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil, devido a elevada demanda de água requerida no processo de tingimento de tecidos e a produção de quantidades de efluentes suficientes para causar danos ambientais de grandes proporções, e que são descarregados em centros de tratamento de esgoto ou diretamente nos corpos d'água (Archna et al., 2012), podendo causar danos aos lençóis freáticos, põe esta indústria entre as mais poluidoras. Os efluentes do processo de tingimento tem cor forte, alto pH, alta temperatura, alto DQO (demanda química de oxigênio) e baixa biodegradabilidade (Archna et al., 2012). O grupo azo que se localiza na estrutura do corante aumenta a toxicidade do efluente têxtil ao ambiente. Produtos químicos usados para conferir uma melhor fixação ao corante tais como: ácidos, álcalis, sais de nitrato e sulfato, tensoativos e formaldeído elevam o grau de poluição dos efluentes gerados. Portanto, o tratamento destes efluentes se torna fundamental para que seu lançamento em corpos d'água ao final do processo seja possível.

Diferentes tipos de corantes possuem variadas características químicas e são selecionados de acordo com os materiais que serão tingidos (O'Niel et al., 1999). Corantes sintéticos, devido a sua relativa estabilidade e sua ampla aplicação em processos de tingimento, despertam o interesse da indústria. Porém, apresentam dificuldades quando se trata de sua remoção de plantas de tratamento de efluentes, seja por processos químicos, físicos ou biológicos (Martynas et al., 2013). Os corantes diretos são compostos solúveis em água capazes de tingir fibras de celulose (algodão, viscose, etc.) através de interações de Van der Waals. A afinidade do corante é aumentada pelo uso de eletrólitos, pela planaridade na configuração da molécula do corante ou a dupla-ligação conjugada que aumenta a adsorção do corante sobre a fibra (Guaratini e Zanoni, 1999).

Atualmente existem vários tipos de processos de tratamento sendo desenvolvidos, porém alguns deles acarretam em desvantagens que os tornam inviáveis. Os processos de tratamento biológicos que utilizam lodos ativados oferecem alta eficiência no que se trata da remoção de COD, mas geralmente ocasiona problemas operacionais, não elimina completamente a coloração da água e problemas com sedimentações indesejáveis, o uso da flotação para separar o lodo ativado do efluente tratado resolveria este problema, entretanto tornaria complicada as operações na planta. Em processos que utilizam a aplicação de agentes oxidantes como, ozônio ou até mesmo a combinação de ozônio, UV e H_2O_2 apresentam como desvantagem o alto custo do processo (Bes-Pih et al., 2002).

Neste trabalho o tratamento baseia-se na utilização de tensoativos aniônicos carboxilatos, que apresentam como vantagens seu curto tempo de biodegradação, seu baixo índice de toxicidade e custo de aquisição. Estes tensoativos, quando na presença de cálcio (Ca^{2+}) em solução, reagem formando tensoativos insolúveis, apresentando-se na forma de flocos dispersos, tais flocos, devido a sua origem apolar, tem caráter hidrofóbico, fato que confere a capacidade de capturar compostos orgânicos presentes no meio que possuem afinidade por tal superfície. Uma etapa de filtração torna possível a remoção destes flocos.

Foram feitos, neste trabalho, experimentos com o intuito de remover o DY27 por meio da precipitação do sabão base (SB) que foi utilizado como tensoativo, avaliando a influência exercida por fatores como concentração de SB, concentração inicial de DY27 e temperatura na eficiência de remoção do processo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O sabão base é um tensoativo obtido a partir de sebo bovino e óleo de coco com, massa molecular média 289 g/mol. O corante Direct Yellow 27 (Ciba-Geigy; Massa molar = 662,62 g/mol; λ_{max} = 400 nm) foi utilizado como poluente modelo. O cálcio foi obtido através de uma solução de $CaCl_2$ (CRQ).

Os experimentos foram conduzidos em um banho termostático com paletas de agitação acopladas, em provetas de 100 ml onde as concentrações de DY27, SB e cálcio foram avaliadas. Primeiramente, preparou-se a solução de DY27 numa concentração desejada, dissolveu-se o SB na solução de corante, ajustou-se a temperatura do banho conforme desejado, e então foi adicionada a solução de cálcio às provetas. A partir da adição do cálcio inicia-se a marcação do tempo de cinco minutos, sendo os três primeiros minutos em agitação rápida, para que haja a formação dos flocos e os dois últimos em agitação lenta, para que o tamanho dos flocos não seja tão reduzido devido aos choques causados pela agitação, um estudo preliminar mostrou que o processo não sofre influência do tempo de equilíbrio, após os cinco minutos o conteúdo das provetas foi filtrado em papel de filtro (tamanho dos poros: $0,7\mu m$), sendo então, após a filtração, analisado em espectrofotômetro, afim de se obter a concentração de DY27 após o término do processo. A eficiência de remoção do processo foi avaliada segundo a Equação 1.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um planejamento fatorial 2^3 a fim de determinar a melhor faixa de trabalho para as variáveis: temperatura, concentração inicial de DY27 ([DY27]) e concentração de SB ([SB]). Visando regiões de trabalho que proporcionassem maior eficiência na remoção, uma longa faixa de trabalho foi analisada e a partir disso os valores para tais variáveis foram obtidos.

Adotou-se o planejamento experimental 2^3 com triplicata no ponto central. Inicialmente a faixa de valores para as variáveis foi bastante ampla, sendo a temperatura variada entre 30 e 50 °C, a concentração inicial de DY27 entre 100 e 200 ppm [SB] entre 130 e 650 ppm. A partir dos resultados obtiveram-se as superfícies de contorno da Figura 1, que mostra a relação entre a eficiência de remoção do DY27 e as [SB] e [DY27].

A Figura 1(a) mostra que a região onde a [SB] é elevada, a remoção de DY27 é alta, ocorrendo para qualquer [DY27]. A região verde onde as [SB] estão entre 100 e 200 ppm a remoção é baixa, não se obtendo bons resultados. Portanto, verifica-se a necessidade de mudar a faixa de trabalho das [SB], elevando-as, sem promover alteração nas [DY27]. A Figura 1(b) mostra a relação entre remoção, temperatura e [DY27]. Como os resultados obtidos variaram entre 60 e 80% de remoção é possível dizer que são resultados satisfatórios, embora observando a superfície de contorno, ainda seja possível identificar áreas onde a faixa de temperatura poderá tornar o processo ainda mais eficiente. A Figura 1(b) mostra que [DY27] elevadas combinadas com temperaturas também elevadas desfavorecem a remoção, esse fato é explicado devido a grande quantidade de DY27 disponível na solução.

A Figura 1(c) mostra a eficiência de remoção com relação à temperatura e a [SB]. Analisando a superfície de contorno observa-se que a temperatura e a [SB] são parâmetros essenciais para se obter um processo eficiente, pela Figura 1(c) nota-se que houve variação de 20 a 100 % na remoção. Em relação à temperatura nota-se que ela tem uma menor relevância, pois analisando a Figura 1(c), variando a temperatura de 30 até 50 °C a remoção permaneceu praticamente constante para uma mesma [SB].

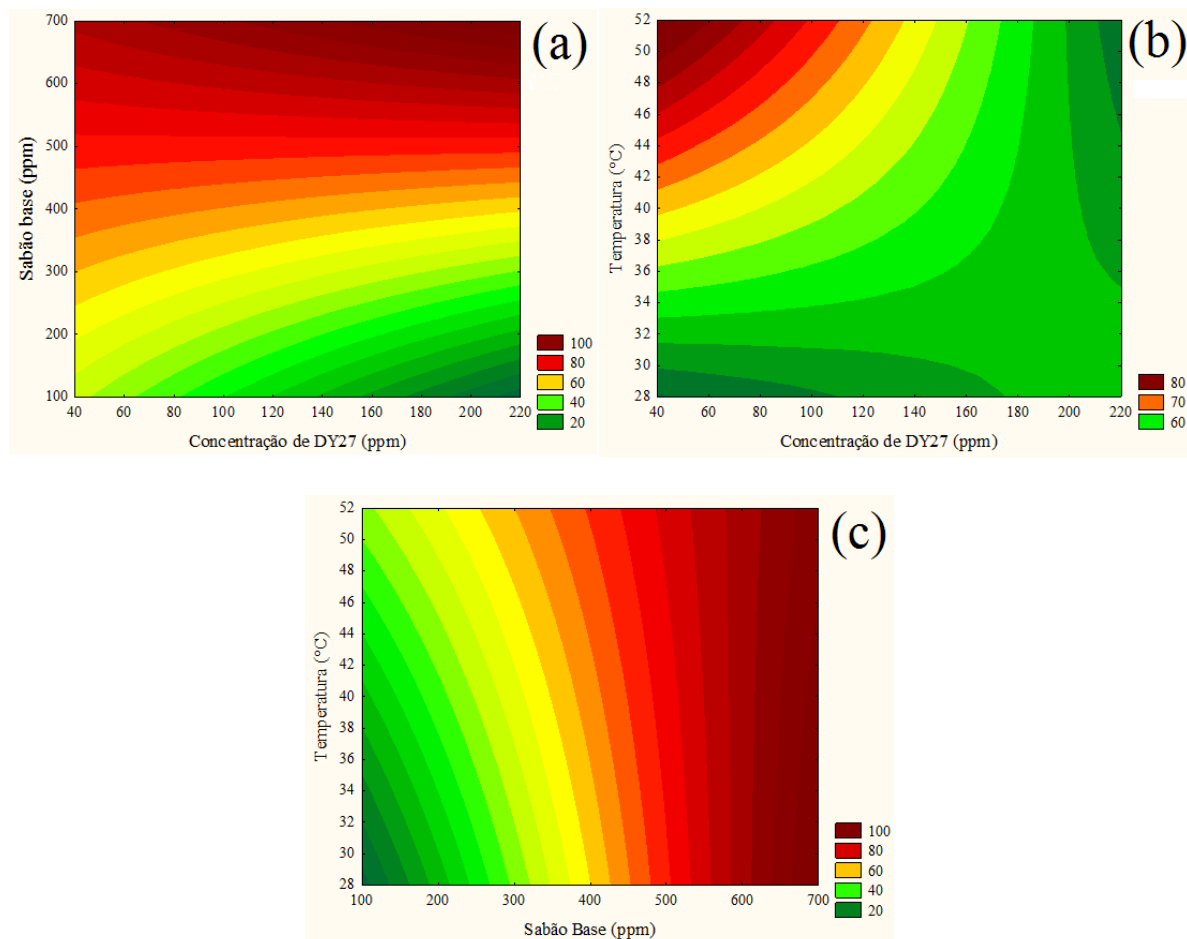
Entretanto, a [SB] mostrou ser uma variável fundamental, pois para intervalos onde se aplicou baixas [SB] a remoção também foi baixa e, em [SB] altas a remoção foi elevada. Sendo assim, pela análise da Figura 1(c) definiu-se uma nova faixa de trabalho para as [SB], sendo todas acima de 650 ppm.

O procedimento de analisar as três superfícies de contorno foi repetido para outros intervalos de valores para as variáveis estudadas até que se obtiveram superfícies de contorno com a mesma eficiência de remoção para quase toda a figura. Os resultados obtidos com esse planejamento foram expressos na Figura 2.

A Figura 2(a) mostra a superfície de contorno para a eficiência de remoção do DY27 em função da [SB] e [DY27] inicial. É possível perceber que em quase toda a superfície a eficiência de remoção permaneceu praticamente a mesma, entre 93 e 95 % independente das [SB] e [DY27] envolvidas. A Figura 2(a) mostra que se outra faixa de trabalho fosse usada seria em concentrações acima dos que foram adotados, caso isto acontecesse a [SB] a ser usada seria elevada e tornaria o processo inviável. Logo, foi considerado que os intervalos

adotados são suficientes para afirmar que a região ótima de trabalho tinha sido encontrada para as duas variáveis.

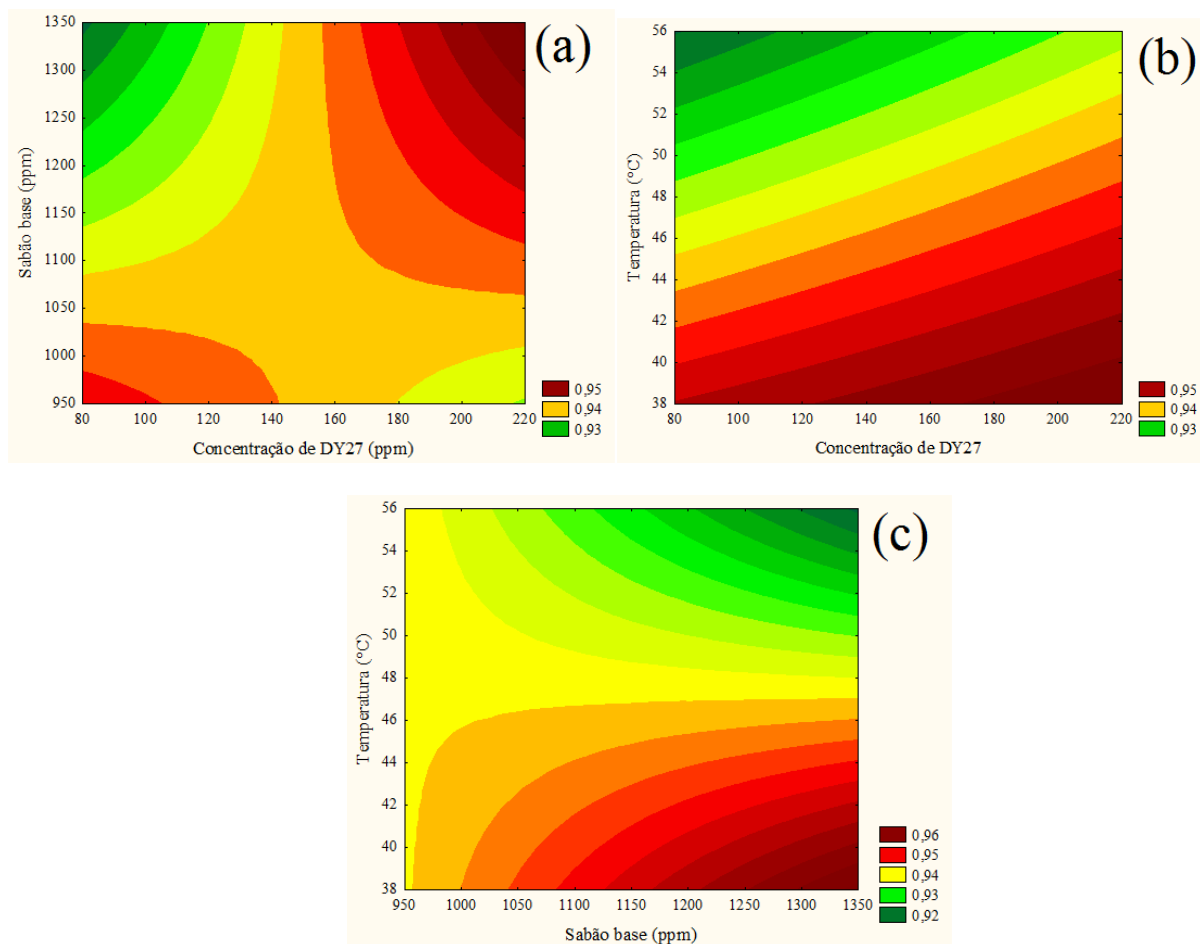
Figura 1 – Superfícies de contorno mostrando a remoção do DY27 para diferentes [SB] e [DY27] (a), temperaturas e [DY27] (b) e temperaturas e [SB] (c)



A Figura 2(b) mostra a relação entre a eficiência de remoção, a temperatura e a [DY27], para o último planejamento. É possível perceber que as faixas adotadas são ideais, e temperaturas mais baixas tornam o processo mais eficiente.

A Figura 2(b) mostra que a temperatura é mais significativa para o processo do que a variável [DY27], por isso, nesta última etapa do planejamento nenhum intervalo acima ou abaixo foi realizado. A Figura 2(c) relaciona a remoção de DY27, temperatura e [SB]. Observa-se mais uma vez que a combinação de baixas [SB] e elevadas temperaturas tornam o processo pouco eficiente. Indica ainda que elevadas [SB] combinadas com baixas temperaturas tornam o processo mais eficiente, assim, o estudo foi realizado nesta região.

Figura 2 - Superfície de contorno mostrando a remoção de DY27 para diferentes [SB] e [DY27] (a), temperaturas e [DY27] (b) e temperaturas e [SB] (c) no último planejamento.

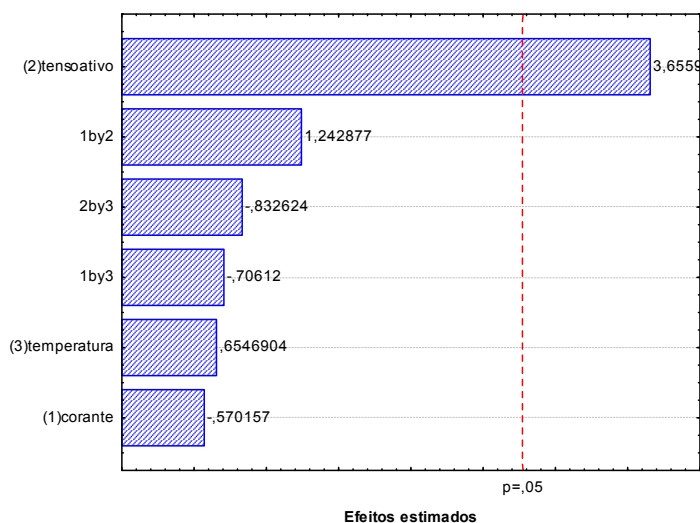


Durante o planejamento a eficiência de remoção, para [SB] acima de 650 ppm permaneceu praticamente a mesma, nas Figuras 1(a) e 1(c) a remoção foi em média 90%, enquanto que nas Figuras 2(a) e 2(c), com o dobro da [SB] citada anteriormente a remoção foi de 95 %, um aumento pouco significativo diante do uso do dobro da [SB] usada. Durante o planejamento notou-se a menor influência da temperatura e [DY27] quando comparadas com a [SB], identifica-se este comportamento nas superfícies de contorno, onde as regiões das superfícies que apresentam maior remoção são associadas as [SB] mais elevadas.

A influência de cada variável do processo foi analisada a partir do diagrama de pareto feito para este planejamento, e esta representado na Figura 7, que para um nível de confiança de 95 % de confiança apresenta as variáveis que resultam em efeitos significativos.

Analisando o diagrama de Pareto apresentado na Figura 7 é possível perceber que a variável que mais influencia o processo é a [SB], isto, para uma confiança de 95 %. Sendo assim, quando se aumenta a [SB] a remoção de DY27 também aumenta, como, segundo o diagrama, a [DY27] foi a variável que exerceu menor influência no processo, a avaliação desta foi descartada no decorrer do estudo.

Figura 7 – Diagrama de Pareto estudando as variáveis significativas para a remoção.



4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos foi possível identificar a partir do planejamento experimental que a [SB] é uma variável fundamental para o processo que mostrou forte dependência deste parâmetro. A temperatura e a [DY27] mostraram serem variáveis menos significativas para o processo. Com base nos resultados pode-se afirmar que o tratamento de efluente têxtil utilizando a precipitação de tensoativos aniônicos é eficiente visto que foram obtidos remoções de até 94%.

5. REFERÊNCIAS

- ARCHNA , LOKESH, K. N.; SIVA, K.R. R. Biological methods of dye removal from textile effluents. *J. Bio. Chem. Tech.*, v.3(5), p.177 – 180, 2012.
- BES-PIH, A. J.A.; MENDOZA, R.; ALCAINA, M. M.I.; IBORRA, C A.; IBORRA, C.M.I. Reuse of wastewater of the textile industry after its treatment with a combination of physico-chemical treatment and membrane Technologies. *Desalination.*, v.149, p. 169-174, 2002.
- CLIONA, O.;FREDA R.H.; DENNIS, L. H.; NIDIA, D. L.; HELENA, M. P.;WOUTER, D. Colour in textile effluents – sources, measurement, discharge consents and simulation. *J. Chem. Tech. and Biotech.*, v.74,p.1009 -1018, 1999.
- GUARANTINI, C.C. I .; MARIA, V. B. Z Corantes têxteis. *Química nova.*, v.23(1), p.71-78, 2000.
- MARTYNAS, T.; EDVINAS, K.; VIKTORAS, R.; RAINER, H.; VIOLETA, K.; INGA, S.; DAINIUS, M. . Degradation of various textile dyes as wastewater pollutants under dielectric barrier discharge plasma treatment. *J. chem. Eng.*, v.229, p.9 -19, 2013.