

## Tratamento de efluente modelo têxtil através de método convencional coagulação/floculação

Gláucia Nicolau dos Santos (PROBIC -Unit), e-mail: glaucia.nicolau1@gmail.com;  
Dra. Nádia Hortense Torres (Co-orientadora), e-mail: nadihortense@gmail.com;  
Profa. Dra. Eliane Bezerra Cavalcanti (Orientadora), e-mail: ebcavalcanti@gmail.com.

Universidade Tiradentes/ Instituto de Tecnologia e Pesquisa /Aracaju, SE.

### 3.00.00.00-9 - Engenharias 3.07.00.00-0 - Engenharia Sanitária.

**RESUMO:** Este trabalho foi realizado para estudar a remoção e mineralização do efluente industrial modelo têxtil contendo o corante verde brilhante (indantren), através do tratamento de coagulação/floculação, o qual proporcionou a determinação dos parâmetros de tratabilidade, como o pH, a dosagem do coagulante e do floculante. As condições que apresentaram a melhor taxa de remoção ocorreu para a amostra com o pH ajustado para 6,0, concentração do coagulante  $[Al_2(SO_4)_3] = 1 \text{ mg L}^{-1}$  e do floculante [Engeclean, CA 34] =  $76 \text{ mg L}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** coagulação, floculação, corante.

### INTRODUÇÃO

O verde brilhante (indanthren) é um corante orgânico que pertence à família trifenilmetano (CALVETE et al., 2010). Sua fórmula molecular é expressa por  $C_{27}H_{34}N_2O_4S$  e seu peso molecular é de  $482,635 \text{ g mol}^{-1}$  (<https://www.chemspider.com>).

O corante verde brilhante é utilizado no processo de tingimento na indústria têxtil. Esta é responsável pela geração de grandes volumes de efluente contaminado com o corante, devido a esse processo e aos de desengomagem, lavagem e branqueamento. Caso este efluente venha a ser descartado de forma irregular, podem trazer sérios problemas, pois altera o aspecto estético do corpo de água receptor e conseqüentemente atrapalha a passagem da luz, que prejudica a realização da atividade fotossintética dos organismos aquáticos, e conseqüentemente afeta o equilíbrio ecológico aquático (MONTANARO E PETRUCCI, 2009; RIERA-TORRES et al., 2010; KUMAR e BARAKAT, 2013).

Além disso, quando em contato com seres humanos, esse efluente pode provocar vários efeitos, como irritação do trato gastrointestinal e do trato respiratório, náuseas, vômitos e diarreia. Deste modo, o efluente têxtil contendo o corante verde brilhante deve ser tratado antes do lançamento no meio ambiente (KUMAR e BARAKAT, 2013; SHIRSATH, 2013).

Devido ao intenso impacto ao meio ambiente causado pelos efluentes têxteis, estes antes de serem descartados ou reutilizados podem ser tratados utilizando vários métodos, como coagulação-floculação (RIERA-TORRES et al., 2010).

A coagulação/floculação (CF) é um tratamento físico-químico, e consiste na remoção de partículas que podem conferir cor a uma determinada amostra ambiental, pode ocasionar o aumento da turbidez, e/ou reter organismos bacterianos e virais. Este tratamento permite que sólidos em suspensão e partículas dispersas, como os colóides possam ser desestabilizados, e por conseqüência ocorra a sedimentação dos mesmos, devido aos produtos químicos utilizados e à agitação. Na coagulação ocorre a desestabilização das partículas para possibilitar aproximação entre elas. Já a floculação é a aglomeração dessas partículas já desestabilizadas em partículas maiores, denominadas flocos, que possam sedimentar. (RIERA-TORRES et al., 2010, SIMATE et al., 2012).

Por isso, o presente trabalho intenciona o estudo do tratamento do efluente industrial modelo têxtil contendo o corante verde brilhante (indantren), utilizando a coagulação/floculação (CF), para determinar os parâmetros de tratabilidade, como o pH, a dosagem do coagulante e do floculante.

### MATERIAL E MÉTODOS

O efluente de trabalho contaminado com corante verde brilhante (indantren) foi preparado com a concentração inicial de  $100 \text{ mg L}^{-1}$ . Os tratamentos utilizados foram CF, para remoção e mineralização do corante, respectivamente. Para isto, foi realizado um planejamento experimental, exposto na Tabela 1, para os diferentes tratamentos.



**Tabela 1:** Planejamento experimental  $2^3$  + ponto central (3) para a realização do tratamento de CF.

Amostra	Fatores de controle		
	pH	Coag.	Floc.
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0

Os ensaios de CF foram realizados utilizando o método teste de jarro, de acordo o planejamento experimental, disponível na Tabela 1. A correção do pH foi realizada utilizando hidróxido de sódio (NaOH) e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), a concentração do coagulante ( $Al_2(SO_4)_3$ ) e o floculante CA 34, estão descritas na Tabela 2. A concentração do carbonato de cálcio [ $CaCO_3$ ] = 0,45 a 0,90  $mg L^{-1}$ , variou de acordo com a concentração do coagulante, com o intuito de corrigir a alcalinidade do meio durante os tratamentos propostos.

**Tabela 2:** Condições experimentais para o planejamento experimental do tratamento de CF.

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
pH	5,5	6,0	6,5
[Coagulante]= $mg L^{-1}$	1,0	1,5	2,0
[Floculante]= $mg L^{-1}$	46	61	76

No teste de jarros o efluente foi submetido à agitação de 100 rpm durante 1 min para mistura rápida, e 40 rpm durante 20 min para o processo de mistura lenta. As soluções ficaram em retenção durante 1 hora e em seguida, foi recolhido o sobrenadante para análise da temperatura, turbidez e carbono orgânico total (COT), como parâmetros de resposta.

Feito isto, os dados foram analisados no software *Statistica* e verificou as condições que proporcionou com mais eficiência a mineralização do COT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais do tratamento de coagulação/floculação (CF) do efluente contaminado com o corante verde brilhante, estão descritos na Tabela 3, como concentração de coagulação, floculação, pH, remoção de turbidez e do carbono orgânico total (COT).

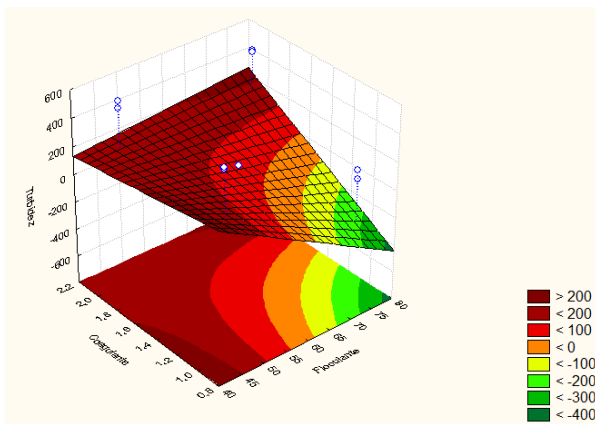
De acordo com os dados expostos na Tabela 3, observou-se que nas amostras 2, 3, 4, 7 e 8 ocorreu uma deficiência de remoção do COT, pois este aumentou entre 10,11 a 91,79 %, isto pode ser atribuído a concentração de floculante que é um polímero e provavelmente não tenha sido utilizado para formação dos floculos, ficando dissolvidos no sobrenadante, aumentando assim o TOC da solução.

**Tabela 3:** Resultados experimentais para o tratamento de CF.

Exp	pH <sub>i</sub>	Coag. ( $mg L^{-1}$ )	Floc. ( $mg L^{-1}$ )	Remoção (NTU) (%)	Remoção do COT (%)
0	***	***	***	0	0
1	5,5	1	46	4,66	1,97
2	6,5	1	46	2,87	-64,34
3	5,5	2	46	13,26	-91,79
4	6,5	2	46	4,12	-24,88
5	5,5	1	76	93,10	46,88
6	6,5	1	76	80,64	41,12
7	5,5	2	76	7,53	-10,44
8	6,5	2	76	10,57	-10,11
9	6,0	1,5	61	92,26	45,44
11	6,0	1,5	61	95,22	47,29
12	6,0	1,5	61	95,13	47,78

Em todas as amostras, verificou, após a CF, a remoção da turbidez. Porém, nas amostras 5, 6, 9, 11 e 12 ocorreu maior remoção tanto da turbidez, como do corante. A análise estatística avalia quantitativamente a influência das variáveis importantes do sistema sobre a resposta de interesse. Esta análise foi realizada através do programa *STATISTICA 5.0* e sua resposta é dada na forma de coeficiente de correlação, falta de ajuste, % de variância explicada entre as respostas obtidas e os parâmetros variados, e se o modelo é ou não preditivo.

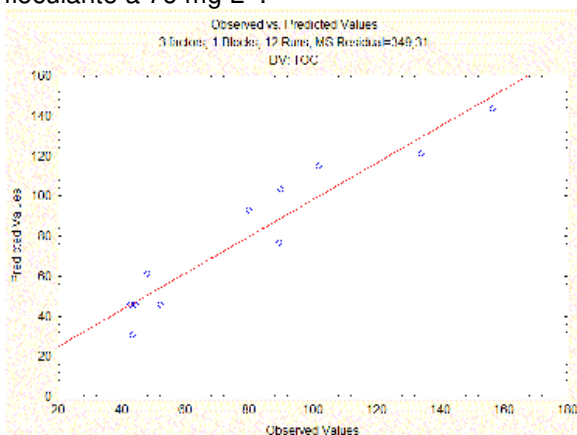
Como pode ser observado na superfície de resposta tridimensional (Figura 1), quando se comparam as variáveis, concentração do coagulante e floculante, e o parâmetro de resposta é a turbidez, pôde-se verificar que as condições que proporcionaram maior remoção da turbidez, foram da concentração do coagulante de  $1 \text{ mg L}^{-1}$ , pH 5,5 e concentração floculante de  $76 \text{ mg L}^{-1}$ .



**Figura 1:** Superfície de resposta obtida para análise da turbidez em relação à variação da concentração do coagulante e do floculante.

A avaliação estatística da variável resposta Turbidez apresenta uma boa correlação empírica com coeficiente de correlação igual a de 0,91, que relaciona valores preditos e valores observados.

Pôde-se observar, ao comparar as variáveis pH e concentração do floculante, e o parâmetro de resposta é o COT, que as condições que proporcionaram maior remoção, foram na condição do ponto central: pH 6,0, coagulante  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$  e floculante a  $76 \text{ mg L}^{-1}$ .



**Figura 2:** Valores preditos e observados em função dos resultados obtidos pela análise ANOVA, para a variável de

resposta TOC.

A avaliação estatística da variável resposta TOC apresenta uma boa correlação empírica com coeficiente de correlação igual a de 0,91, conforme apresenta a Figura 2.

Sendo assim, após a análise dos dados no software *Statistica*, pode-se verificar para CF, os parâmetros que proporcionaram maior eficiência no tratamento foram pH 6,0, a concentração do coagulante a  $1 \text{ mg L}^{-1}$  e do floculante a  $76 \text{ mg L}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

O tratamento de coagulação/floculação (CF) para o efluente industrial modelo têxtil contendo o corante verde brilhante (indantren), mostrou-se eficiente quando o pH do efluente foi ajustado inicialmente para 6,0, a concentração do coagulante  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 1 \text{ mg L}^{-1}$  e do floculante  $[\text{CA 34}] = 76 \text{ mg L}^{-1}$ .

## AGRADECIMENTOS

UNIT/PROBIC, ITP, FINEP E CNPQ.

## REFERÊNCIAS

HAMMAMI S.; BELLAKHAL N.; OTURAN N.; OTURAN M.A.; DACHRAOUI M. Degradation of Acid Orange 7 by electrochemically generated  $\cdot\text{OH}$  radicals in acidic aqueous medium using a boron-doped diamond or platinum anode: a mechanistic study, *Chemosphere*, 73: 678-684, 2008.

KUMAR R.; BARAKAT M.A. Decolourization of hazardous brilliant green from aqueous solution using binary oxidized cactus fruit peel, *Chemical Engineering Journal*, 226, p. 377-383, 2013.

MONTANARO D.; PETRUCCI E. Electrochemical treatment of Remazol Brilliant Blue on a boron-doped diamond electrode, *Chem. Eng. J.*, 153, p. 138-144, 2009.

RIERA-TORRES M.; GUTIÉRREZ-BOUZÁN; M. CRESPI. Combination of coagulation-flocculation and nanofiltration techniques for dye removal and water reuse in textile effluent, *Desalination*, 252: 53-59, 2010.

SHIRSATH S. R.; PATIL A. P.; PATIL R.; NAIK J. B.; GOGATE P. R.; SONAWANE S. H. Removal of Brilliant Green from wastewater using conventional and



ultrasonically prepared poly(acrylic acid) hydrogel loaded with kaolin clay: A comparative study, *Ultrasonics Sonochemistry*, 20, p. 914–923 , 2013.

SIMATE G. S.; IYUKE S. E.; NDLOVU S.; HEYDENRYCH MIKE. The heterogeneous coagulation and flocculation of brewery wastewater using carbon nanotubes, *water research*, 46:1185-1197, 2012.

TSANTAKI E.; VELEGRAKI T.; KATSAOUNIS A.; MANTZAVINOS D. Anodic oxidation of textile dyehouse effluents on boron-doped Diamond electrode, *Journal of Hazardous Materials*, 207–208, p. 91–96, 2012.