

SISTEMA COMBINADO COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO/REAÇÃO FENTON NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE MALHARIA

Onéssimo Raymundo Gelli Junior (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Franciele de F. Figueiredo (Co-Autor), Juliana Carla Garcia Moraes (Orientador), e-mail: jcgmoraes@uem.br
Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra - Química

Palavras-chave: efluentes têxteis, floculação, fotodegradação.

Resumo:

Este trabalho estudou a eficiência da coagulação/floculação (CF) associada à fotodegradação por reações Foto-Fenton (FF) no tratamento de efluente têxtil. O sistema combinado apresentou eficiência de remoção de matéria orgânica do efluente de malharia.

Introdução

Dentro do setor industrial, o ramo têxtil é conhecido por ser um dos consumidores de grandes volumes de água durante o processo de tingimento e acabamento, bem como grande gerador de altas quantidades de efluentes com altos valores de pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), turbidez e produtos químicos tóxicos. Além disso, os efluentes das indústrias têxteis contêm diferentes tipos de corantes, que apresentam uma biodegradabilidade muito baixa (HOSSAIN, 2018). Na prática, a CF é uma técnica muito utilizada no processo de tratamento de efluentes, sendo um processo físico-químico que envolve a adição de um coagulante, em solução, que fornece cargas iônicas opostas às das partículas coloidais presentes na água. Esse processo inclui vários mecanismos, tais como neutralização de carga, aprisionamento, adsorção e complexação com os íons metálicos do coagulante em agregados insolúveis (SILLANPAA, 2018). Os coagulantes mais utilizados são os sais de Fe e Al, por apresentarem baixo custo, facilidade de utilização e manuseio, no entanto, a utilização de sais de Al está relacionada a problemas graves de saúde, como doença de Alzheimer. Por conseguinte, é preferível utilizar sais de Fe e coagulantes naturais para prevenir esses inconvenientes. Os coagulantes naturais provenientes de extratos de plantas são alternativas promissoras, pois são biodegradáveis, não tóxicos e não corrosivos. (OLADOJA, 2015). No presente estudo, a planta *Aloe vera*, conhecida no Brasil como babosa, foi introduzida como uma nova fonte de biopolímeros para o tratamento de efluente têxtil. Contudo, a principal limitação do processo de CF é a descoloração ineficaz de alguns corantes solúveis. Uma das tecnologias eficazes para a degradação de poluentes está em operações de oxidação avançada. A reação FF é muito utilizada na decomposição dos grupos cromóforos presentes nos corantes, pois consiste em uma reação de H_2O_2 e um sal de Fe (II) em meio ácido, permitindo a formação dos radicais hidroxila ($\bullet OH$), que possuem elevado potencial de oxirredução (GILPAVAS, 2017). Efluentes têxteis apresentam altas concentrações de DQO e requerem altas quantidades de H_2O_2 , limitando o processo

FF em escala industrial, uma vez que o uso de H_2O_2 representa o custo principal do tratamento. A fim de melhorar a eficiência e minimizar as limitações dos processos, a integração de duas ou mais técnicas de tratamento é uma estratégia viável. Desta forma, este trabalho propõe a aplicação de um processo combinado CF/FF, para o tratamento de efluente de malharia, com a finalidade de remover os poluentes.

Materiais e métodos

Preparo da mucilagem de Aloe vera

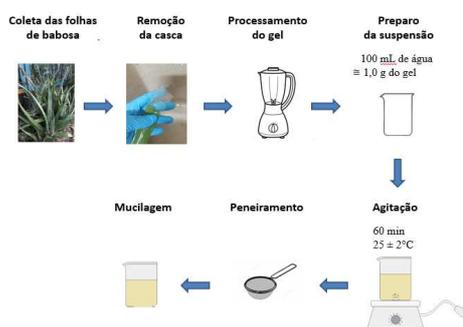


Figura 1. Esquema do preparo da mucilagem de Aloe vera.

Efluente textil e sua caracterização

A caracterização físico-química do efluente de malharia (coletado em uma tinturaria industrial de malhas) foi realizada segundo os seguintes parâmetros: pH, DQO, turbidez, COD, concentrações de íons Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- e Fe^{2+} , espectrofotometria UV-Vis e H_2O_2 residual. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, tomando-se o valor médio.

Coagulação/Floculação (C/F) e Reação Foto-Fenton (F/F)

As CF foram realizadas com $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ $0,37 \text{ mol L}^{-1}$ e mucilagem de *Aloe vera* $1,0 \%$ (m v^{-1}). Os ensaios foram realizados no aparelho de Jar Test em $250,0 \text{ mL}$ de efluente e determinada concentração de Fe sob agitação rápida (120 rpm) por 30 s , seguido da adição de determinada dosagem de mucilagem agitação lenta (20 rpm) por 15 min variando-se: a) pH ($3,0$ a $8,0$); b) Concentração do Fe ($120,0$; $160,0$; $200,0$; $260,0$; $300,0$; $360,0 \text{ mg L}^{-1}$); c) Concentração do biopolímero ($2,0$; $4,0$; $8,0$ e $12,0 \text{ mg L}^{-1}$). As FF foram feitas com $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ $0,37 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2O_2 30% (v v^{-1}) e pH $3,0$, dentro do foto-reator (irradiação artificial), utilizando $400,0 \text{ mL}$ do sobrenadante (obtido da CF), sob agitação magnética, variando-se: a) Tempo de reação; b) Concentração de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$; c) Concentração de H_2O_2 .

Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra as características do efluente *in natura* e após o tratamento de CF apenas com Fe (360 mg L^{-1}) e com associação Fe/Biopolímero ($260,0 \text{ mg L}^{-1}$ de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ e $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ de biopolímero), nas condições ótimas encontradas,

mostrando que a utilização da mucilagem aumentou a eficiência na remoção dos poluentes, enquanto reduziu o uso do Fe (coagulante inorgânico) em 28%.

Tabela 1. Características físico-químicas do efluente *in natura*, CF utilizando somente Fe e CF utilizando Fe/Biopolímero em pH 5,00

Parâmetro de controle	Efluente <i>in natura</i>	CF	CF com biopolímero	Limites **
		FeCl ₃ .6H ₂ O 360,0 mg L ⁻¹	260,0 mg L ⁻¹ de FeCl ₃ .6H ₂ O 4,0 mg L ⁻¹ de biopolímero	
pH*	10,11 ± 0,08	3,64 ± 0,36	3,58 ± 0,16	5,0 - 9,0
Turbidez (NTU)*	14,37 ± 0,25	0,52 ± 0,09	0,31 ± 0,03	100
DQO (mg O ₂ L ⁻¹) *	1067,58 ± 15,10	532,83 ± 3,45	422,70 ± 5,51	200
COD (mg CO ₂ L ⁻¹) *	92,63 ± 3,22	55,79 ± 1,34	46,97 ± 0,02	-
Ferro dissolvido (mg L ⁻¹) *	0,22 ± 0,03	-	11,48 ± 0,35	15

* análises realizadas em triplicata, n = 3; ** Limites e padrões de lançamento de efluente têxtil estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430/2011 e Resolução CEMA n° 70/2009.

Aproveitando o Fe remanescente no efluente tratado por CF (combinada) utilizando Fe/Biopolímero, foi feito um processo de fotodegradação usando reações FF e uma avaliação da influência de parâmetros como concentração de H₂O₂, adição extra de Fe ao sistema, mantendo-se constantes o pH e o tempo de 120 min de reação, conforme mostra a Figura 2.

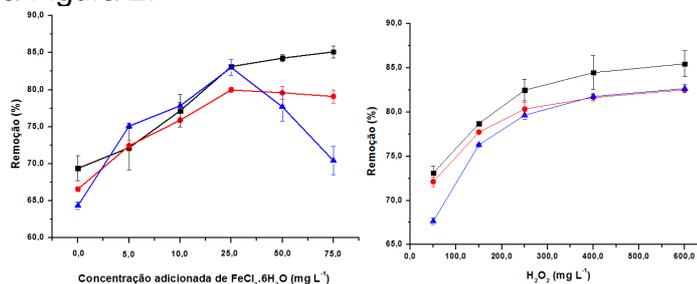


Figura 2. Porcentagens de remoção de DQO (■), COD (◆) e ABS_{254nm} (▲) em pH 3,0 e 120 min de reação para: (a) Efeito da adição extra de Fe quando adicionados 400,0 mg L⁻¹ de H₂O₂; (b) Efeito da concentração de H₂O₂ quando usados 36,48 mg L⁻¹ de Fe.

Tabela 2. Características físico-químicas do efluente *in natura*, após a CF combinada e após a FF nas condições ótimas obtidas

Parâmetro de controle	EFLUENTE <i>in natura</i>	APÓS CF COMBINADA	APÓS FF	Limites **
		260,0 mg L ⁻¹ de FeCl ₃ .6H ₂ O 4,0 mg L ⁻¹ de biopolímero pH 5,00	36,48 mg L ⁻¹ de Fe 250,0 mg L ⁻¹ de H ₂ O ₂ pH= 3,00	
Turbidez (NTU)*	14,37 ± 0,25	0,31 ± 0,03	-	100
DQO (mg O ₂ L ⁻¹) *	1067,58 ± 15,10	422,70 ± 5,51	187,47 ± 4,93	200
COD (mg CO ₂ L ⁻¹) *	92,63 ± 3,22	46,97 ± 0,024	18,21 ± 0,06	-
Ferro dissolvido (mg L ⁻¹) *	0,22 ± 0,03	11,48 ± 0,35	7,28 ± 0,31	15
Sulfato (mg L ⁻¹) *	186,67 ± 3,51	182,25 ± 1,11	340,70 ± 1,24	-
Cloreto (mg L ⁻¹) *	328,70 ± 1,78	311,28 ± 2,74	352,15 ± 1,54	-
Nitrato (mg L ⁻¹) *	1,13 ± 0,13	1,00 ± 0,05	0,60 ± 0,05	-

*análises realizadas em triplicata, n = 3; **Limites e padrões de lançamento de efluente têxtil estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430/2011 e Resolução CEMA n° 70/2009.

Analisando-se a Tabela 2 e observando-se a Figura 3 podemos concluir que a associação de técnicas CF/FF em condições otimizadas aumenta a eficiência do tratamento de efluente de malharia.

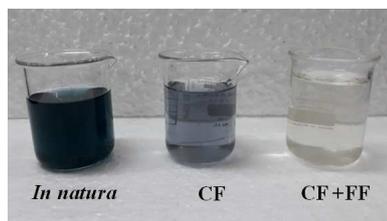


Figura 3. Aspecto do efluente após a CF e após a FF obtidas nas melhores condições experimentais.

Conclusões

O processo de CF, apresentou bom desempenho na remoção dos poluentes do efluente, removendo 97,81% de turbidez, 60,40% de DQO, 49,28% de COD e 48,59% de ABS_{254nm} . Quando a mucilagem foi associada com o coagulante ao $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, as remoções de matéria orgânica melhoraram, reduzindo a utilização de Fe em 28%. Com a aplicação posterior da técnica FF, os ensaios apresentaram-se eficazes na degradação e mineralização de compostos orgânicos dissolvidos presentes no efluente, fato comprovado pela remoção de 82,48% de DQO, 80,34% de COD e 79,65% de ABS_{254nm} juntamente com a formação de íons inorgânicos. O sistema combinado CF/FF para o tratamento de efluente têxtil foi eficiente.

Agradecimentos

UEM, Capes, CNPq, Fundação Araucária.

Referências

- GILPAVAS, E. Coagulation-flocculation sequential with Fenton or Photo-Fenton processes as an alternative for the industrial textile wastewater treatment. **Journal of Environment Management**, v. 191, n. 1, p. 189-197, 2017.
- HOSSAIN, L. Evaluation of present and future wastewater impacts of textile dyeing industries in Bangladesh. **Environmental Development**, v. 26, n. 1, p. 23-33, 2018.
- OLADOJA, N. A. Headway on natural polymeric coagulants in water and wastewater treatment operations. **Journal of Water Process and Engineering**, v. 6, n. 1, p. 174-193, 2015.
- SILLANPAA, M. Removal of natural organic matter in drinking water treatment by coagulation: a comprehensive review. **Chemosphere**, v. 190, n.1, p.54-71, 2018.