

# REMOÇÃO DO CORANTE REATIVO AZUL 5G DE EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO EMPREGANDO-SE REATOR ELETROQUÍMICO DE FLUXO CONTÍNUO COM CONJUNTO DE ELETRODOS HÍBRIDO (Metal/Grafite)

## RESUMO

**OBJETIVO:** Remover o corante reativo azul 5g através da eletrofloculação em um tratamento de fluxo contínuo. Obter um modelo preditivo para remoção da cor e para a concentração de ferro residual no efluente tratado. **MÉTODOS:** Através do DCCR onde as duas variáveis independentes eram a corrente no eletrodo de ferro e a corrente no eletrodo de grafite, seguiram-se 12 ensaios com diferentes parâmetros para avaliar a eficiência de remoção da cor e a concentração de ferro residual no efluente tratado. Os ensaios ocorreram em um reator eletroquímico de fluxo contínuo em escala de bancada. As análises de cor foram feitas através de espectrofotômetro de feixe simples, e as análises de concentração de ferro residual foram feitas através de espectrofotômetro de absorção atômica. **RESULTADOS:** Para a remoção da cor a melhor eficiência encontrada foi de 73,5%, já para a concentração de ferro residual todos os valores permaneceram abaixo dos 15 mg/L, atendendo os padrões de lançamento de efluentes da resolução CONAMA nº 430/2011. Através do DCCR foi possível obter um modelo matemático válido para a remoção da cor, entretanto, não foi possível criar um modelo válido para a concentração de ferro residual. **CONCLUSÕES:** A utilização de um conjunto de eletrodos híbrido é capaz de remover a cor do efluente e garantir uma menor concentração de ferro residual no efluente tratado. Através do DCCR foi possível encontrar um modelo matemático válido para a remoção da cor, sendo possível assim encontrar os melhores parâmetros a serem utilizados no processo de fluxo contínuo, isso torna possível a otimização do processo para futuros trabalhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cor. Eletrofloculação. Têxtil.

Lucas D'avila  
[Lucasdavila10@hotmail.com](mailto:Lucasdavila10@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Bolsista PETAMB,  
Medianeira, Paraná, Brasil

Eduardo Eyng  
[eduardoe yng@utfpr.edu.br](mailto:eduardoe yng@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Medianeira, Paraná,  
Brasil

## INTRODUÇÃO

Segundo Belan et. al. (2014), 80% das águas residuais não são devidamente tratadas e vão direto para os corpos de água ou se infiltram no solo, essa realidade causa diversos problemas a saúde e ao meio ambiente. De acordo com Neto et. al. (2011) a indústria têxtil tem uma parcela muito grande quanto a contaminação da água, uma vez que utiliza grandes quantidades deste recurso em seu processo produtivo, gerando efluentes com elevada capacidade de contaminação ambiental. Desta forma, novas técnicas vêm sendo desenvolvidas e estudadas no que diz respeito ao tratamento de efluentes. A eletrofloculação é uma destas técnicas que tem o potencial de retirar o corante de efluentes. Mollah, et. al. (2004) explica que a passagem de corrente pelos eletrodos metálicos causa uma reação de oxirredução, fornecendo íons que atuam como um coagulante gerado *in-situ* que possibilitam a clarificação da água. A técnica de eletrofloculação ainda é nova quando comparada a outras alternativas de tratamento, portanto existe muito a se aprimorar neste processo, principalmente quanto aos parâmetros de operação. Rodrigues et. al. (2014) afirma que o delineamento composto central rotacional (DCCR), é uma ferramenta importante para a obtenção de modelos preditivos para a otimização de processos. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar a remoção do Corante Reativo Azul 5G de uma solução aquosa sintética por meio de um reator eletroquímico de fluxo contínuo, para isso, utilizou-se um conjunto híbrido de eletrodos (ferro/grafite) com o objetivo de remover o corante do efluente e também ter uma menor concentração de ferro residual o efluente tratado. Outro objetivo foi o de ajustar modelos preditivos quadráticos da remoção da cor e do ferro residual em função da intensidade da corrente, e por fim, otimizar as condições operacionais do reator para remoção do corante em questão.

## MÉTODOS

A solução aquosa utilizada nos ensaios foi composta por 5 mg. L<sup>-1</sup> de Corante Reativo Azul 5G e 2 g.L<sup>-1</sup> de Cloreto de Sódio (NaCl). O processo de eletrofloculação ocorreu em um módulo de fluxo contínuo em escala de bancada composto por um reservatório, uma cuba de vidro, e uma bomba com controle de vazão. Quatro pares de eletrodos foram utilizados, sendo dois pares de ferro e dois pares de grafite, cada conjunto de eletrodos eram fixados na parede da cuba de vidro através de uma barra de metal e de um prendedor de sucção. O lodo flotado era separado através de chicanas dentro da cuba de vidro, e o efluente tratado era encaminhado por gravidade para um reservatório. Os ensaios foram feitos de acordo com um delineamento composto central rotacional com duas variáveis independentes, a corrente no ferro e a corrente no grafite, o tempo de retenção hidráulica foi fixado em 25 minutos através de ensaios preliminares e foi controlado através do ajuste de vazão do sistema. As condições utilizadas no DCCR podem ser vistas na Tabela 1 presente no tópico resultados. A eficiência de remoção da cor foi feita pelo método espectrofotométrico, onde através da leitura de absorbância foi possível comparar o efluente bruto com o efluente tratado. A análise de ferro residual foi feita através da leitura de absorbância do efluente tratado, para isso utilizou-se a técnica de espectrofotometria por absorção atômica.

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os parâmetros independentes (corrente elétrica) juntamente com os valores codificados do DCCR, e também as variáveis dependentes (eficiência de remoção, concentração de ferro residual) encontradas como resultado dos ensaios. Com relação à porcentagem de remoção da cor, o melhor resultado foi para o ensaio 10 seguido do ensaio 4, percebe-se que para estes ensaios a intensidade da corrente elétrica é próxima para ambos, sendo também o valor de maior corrente utilizada no eletrodo de grafite. Quando se utiliza a mesma corrente para o eletrodo de ferro, mas diminui a corrente no grafite, percebe-se uma redução na eficiência de tratamento, esse fenômeno pode ser visto comparando o ensaio 4 com o ensaio 3. Por meio desta relação é possível dizer que o eletrodo de grafite apesar de não gerar íons metálicos que funcionam como coagulante, colabora para a flotação do lodo através da geração de microbolhas.

Tabela 1. Parâmetros utilizados e resultados obtidos

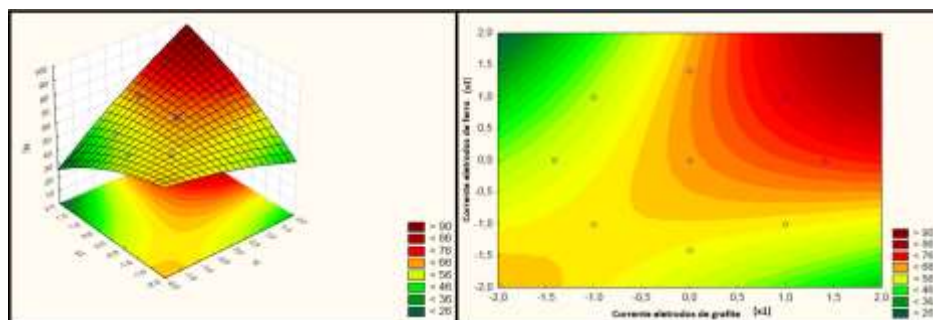
| Ensaio | Tempo (min) | i_Ferro (A) | i_Grafite (A) | Eficiência de remoção (%) | Concentração de ferro residual (mg/L) |
|--------|-------------|-------------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|
| 1      | 25          | 0,68 (-1)   | 2,04 (-1)     | 63,9                      | 1,07                                  |
| 2      | 25          | 0,68 (-1)   | 3,3 (1)       | 60,6                      | 1,87                                  |
| 3      | 25          | 1,1 (1)     | 2,04 (-1)     | 53,3                      | 8,26                                  |
| 4      | 25          | 1,1 (1)     | 3,3 (1)       | 73,1                      | 4,86                                  |
| 5      | 25          | 0,9 (0)     | 2,68 (0)      | 61,9                      | 3,15                                  |
| 6      | 25          | 0,9 (0)     | 2,68 (0)      | 62,9                      | 2,05                                  |
| 7      | 25          | 0,9 (0)     | 2,68 (0)      | 68,8                      | 2,49                                  |
| 8      | 25          | 0,9 (0)     | 2,68 (0)      | 67,4                      | 7,42                                  |
| 9      | 25          | 0,9 (0)     | 1,78 (-1,41)  | 54,3                      | 2,83                                  |
| 10     | 25          | 0,9 (0)     | 3,56 (1,41)   | 73,5                      | 3,44                                  |
| 11     | 25          | 0,6 (-1,41) | 2,68 (0)      | 57,6                      | 1,03                                  |
| 12     | 25          | 0,6 (1,41)  | 1,18 (0)      | 67,4                      | 1,27                                  |

Fonte: Autoria própria

A análise estatística do DCCR para a concentração de ferro residual mostrou que não teve termos significativos com 95% de confiança, portanto, não foi possível criar um modelo válido para esta variável. Para a remoção da cor a análise estatística mostrou que apenas o termo linear associado a corrente do grafite e a interação linear entre corrente de grafite e corrente de ferro foram significativas à 95% de confiança, entretanto optou-se por manter os outros parâmetros no modelo para obter uma equação com maior confiabilidade. A equação (1) descreve o modelo matemático obtido para remoção da cor (RC), sendo que modelo representa a superfície resposta visualizada na Figura 1, onde nota-se que a maior eficiência de remoção tende a estar nos maiores valores de corrente para o ferro e para o grafite.

$$RC (\%) = 65,25 + 5,46x_1 - 0,80x_1^2 + 1,97x_2 - 1,50x_2^2 + 5,77x_1x_2 \quad (1)$$

Figura 1. Superfície de resposta para a remoção da cor



Fonte: Autoria própria

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados conclui-se que a técnica de eletrofloculação em fluxo contínuo com um conjunto de eletrodos híbrido (Ferro/Grafite) é capaz de remover o corante e ainda garante uma menor concentração de ferro residual no efluente tratado. Não foi possível obter um modelo válido para a concentração do ferro residual, entretanto todos os ensaios garantiram concentrações dentro dos parâmetros de lançamento de efluentes da resolução CONAMA nº 430/2011. O modelo matemático e o gráfico de superfície para a remoção da cor permitiram ter conhecimento de quais parâmetros devem ser usados para otimizar o processo, isso facilita o estudo de trabalhos futuros.

## REMOVAL OF BLUE REACTIVE DYE 5G OF SYNTHETIC TEXTILE EFFLUENT EMPLOYING CONTINUOUS FLOW ELECTROCHEMICAL REACTOR WITH HYBRID ELECTRODE ASSEMBLY (Metal / Graphite)

### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** Remove the 5g blue reactive dye through electroflocculation in a continuous flow treatment. Obtain a predictive model for color removal and another for the concentration of residual iron in the treated effluent. **METHODS:** The DCCR, where the two independent variables were the current in the iron electrode and the current in the graphite electrode, were followed by 12 tests with different parameters to evaluate the color removal efficiency and the residual iron concentration in the treated effluent. The tests were carried out in a continuous-scale electrochemical reactor on a bench scale. The color analysis was done using a single beam spectrophotometer, and residual iron concentration analyzes were performed using an atomic absorption spectrophotometer **RESULTS:** In order to remove the color, the best efficiency was found to be 73.5%; for the residual iron concentration, all values remained below 15 mg / L, according to the standards for the discharge of effluents from CONAMA resolution 430/2011. Through DCCR, it was possible to obtain a valid mathematical model for the removal of color; however, it was not possible to create a valid model for the concentration of residual iron. **CONCLUSIONS:** The use of a hybrid electrode assembly is able to remove the color of the effluent and ensure a lower concentration of residual iron in the treated effluent. Through DCCR it was possible to find a valid mathematical model for the removal of the color, being thus possible to find the best parameters to be used in the process of continuous flow, this makes possible the optimization of the process for future works.

## REFERÊNCIAS

BELAN, A.L.D. **Eletrofloculação aplicada em efluentes têxteis**: Revisão bibliográfica. Monografia de especialização – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

NETO, S.A; MAGRI, T.C.; SILVIA, G.M.; ANDRADE, A.R. **Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação**: um experimento para cursos de graduação em química. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

MOLLAH, M. Y. A.; MORKOVSKY, P.; GOMES, J. A. G.; KESMEZ, M.; PARGA, J.; COCKE, D. L. Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. **Journal of Hazardous Materials**, v. B114, p. 199-210, 2004.

RODRIGUES, M. I.; LEMMA, A. F. **Planejamento de experimento e otimização de processos**. Editora Cárita – 3ª ed. Campinas – São Paulo, 2014.

**Recebido:** 31 ago. 2017.

**Aprovado:** 02 out. 2017.

**Como citar:**

D'AVILA, L.; EYNG, E. Remoção do corante reativo azul 5g de efluente têxtil sintético empregando-se reator eletroquímico de fluxo contínuo com conjunto de eletrodos híbrido (Metal/Grafite). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Lucas D'avila  
Rua Riachuelo, número 2155, Centro, Medianeira,Paraná, Brasil.

**Direito autoral:**

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

