

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COR DE UM EFLUENTE TÊXTIL SINTÉTICO ATRAVÉS DO PROCESSO ELETROLÍTICO

José Fabiano Oliveira dos Santos

Centro Universitário Fametro - Unifametro

jfabianodsantos@gmail.com

Jairo Ivo Castro Brito

Centro Universitário Fametro - Unifametro

jairoivocb@gmail.com

Jefferson Pereira Ribeiro

Centro Universitário Fametro - Unifametro

jefferson.ribeiro@professor.unifametro.edu.br

Eliezer Fares Abdala Neto

Centro Universitário Fametro - Unifametro

eliezer.neto@professor.unifametro.edu.br

Carla Bastos Vidal

Centro Universitário Fametro - Unifametro

carla.vidal@professor.unifametro.edu.br

Título da Sessão Temática: *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*

Evento: VII Encontro de Monitoria e Iniciação Científica

RESUMO

A água é essencial para todas as espécies, no entanto as atividades humanas, seja industrial ou não, geram resíduos muitas vezes com efeitos na água. Processos têxteis são caracterizados pelo elevado consumo de água e geração de efluente com expressiva coloração. Em virtude deste elevado potencial poluidor, uma atuação responsável pelas indústrias é essencial. No presente estudo, foi avaliado a influência da remoção de cor de um efluente têxtil sintético contendo o corante Reactive Blue 19 em diferentes concentrações (0,05, 0,1 e 0,15 g.L⁻¹) em três faixas de pHs (5, 7 e 9). Os eletrodos imersos na mistura foram ligados a uma fonte de tensão variável e corrente constante que foi mantida em 3,15 amperes, novas coletas eram feitas a cada 10 minutos por um período de 1 hora. Para a concentração 0,1 g.L⁻¹, o pH 5 proporcionou uma maior eficiência de remoção do corante Reactive Blue 19, em torno de 80%, quando foram avaliados os pHs (7 e 9) ficou 65,35% e 62,65% respectivamente. Na concentração de 0,15 g.L⁻¹, todos os pHs geraram baixa taxa de remoção, ficando em média abaixo de 57%. A remoção de cor foi mais eficiente para o pH 5 em todas as concentrações, a turbidez das amostras só aumenta após 10 minutos de tratamento, na menor concentração de corante todas as faixas de pH geram ao final dos 60 minutos mais de 10 NTU. Considerando os resultados apresentados no presente estudo, o mesmo apresenta elevado potencial para ser aplicado no tratamento de efluentes têxteis.

Palavras-chave: Efluente Têxtil. Eficiência de Remoção. Reactive Blue 19.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a sobrevivência de todas as espécies, em especial aos seres humanos, no entanto todas as atividades humanas, seja ela industrial ou não, implicam na geração de resíduos muitas vezes com efeitos na água.

Os processos têxteis são caracterizados pelo elevado consumo de água e pela geração de elevados volumes de efluente com expressiva coloração devido a presença de corantes, intermediários e outras substâncias químicas auxiliares. Em virtude deste elevado potencial poluidor, uma atuação responsável por parte das indústrias é absolutamente essencial (SOTTORIVA, 2002).

Os efluentes gerados pela indústria têxtil variam à medida que a pesquisa e o desenvolvimento produzem novos reagentes, novos processos, novos maquinários e técnicas, tudo isso aliado à demanda do consumidor, desta maneira a indústria têxtil assume um papel muito importante como um dos maiores mercados de exportação e importação em vários países (RIBEIRO, 2017).

O descarte de efluentes sem tratamento nas águas superficiais pode vir a modificar a sua coloração natural e também provocar a formação de espumas na superfície do corpo hídrico. A espuma reduz a proporção de transferência de oxigênio através da superfície do rio e limita a capacidade de autodepuração da corrente, como é o caso da espuma estável que se forma ao contato de tensoativos não iônicos na relação de 0,4 a 1 mg/L, de acordo com Gardner e Borne (1978).

Existe grande diversidade de procedimentos físicos, químicos e biológicos acessíveis para promover o tratamento de águas residuais procedentes de variadas atividades humanas. A finalidade desses tratamentos é de promover a transferência de fase do material do efluente de interesse e se possível, transfigurar os agentes com alta toxicidade em compostos inertes trazendo benefícios ao corpo hídrico e ao homem que depende dele (CERQUEIRA *et al.*, 2011).

De acordo com Rajeshwar *et al.* (1994), os benefícios de usar técnicas eletrolíticas incluem: compatibilidade ambiental, versatilidade, eficiência de energia, segurança, seletividade, acessibilidade à automatização e eficácia de custo. Além destes, as seguintes vantagens podem ser adicionadas: os sistemas eletrolíticos permitem reações controladas e rápidas, os sistemas menores tornam-se viáveis e, em vez de usar produtos químicos e microrganismos, os sistemas empregam somente elétrons para facilitar o tratamento de água.

Além da preocupação com o reuso da água devemos também procurar implantar

cada vez mais a cultura do tratamento e reaproveitamento dos recursos hídricos, levando a perceber que o tratamento do efluente têxtil é de total relevância, por isso o presente estudo pretende investigar a eficiência da remoção de cor em relação a concentração de g.L^{-1} do corante Reactive Blue 19 e pH visando o reuso desse efluente têxtil dentro do próprio processo industrial ou o descarte no corpo hídrico.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Química do Centro Universitário da Fametro – Unifametro, inicialmente foram preparadas soluções do corante Reactive Blue 19 nas concentrações de $0,05 \text{ g.L}^{-1}$, $0,1 \text{ g.L}^{-1}$ e $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ para três faixas de pHs sendo eles 5 na faixa mais ácida, 7 na faixa neutra e 9 na faixa alcalina. Para esse estudo foi confeccionado um reator em acrílico com dimensões de 60,0 cm de altura e 10,0 cm de diâmetro, resultando num volume total útil de $4,710 \text{ cm}^3$. Este foi construído em acrílico para facilitar a visualização do processo, dentro foi adicionado 3L de água e o corante previamente pesado em uma balança de precisão, o pH inicial da solução foi ajustado através das soluções de ácido clorídrico, HCl P.A. 10% (v/v), e hidróxido de sódio, NaOH P.A. 10% (p/v). Como o processo foi realizado com agitação para que deixasse a mistura mais homogênea, foi utilizado um agitador magnético de marca Fisatom 752A e uma barra magnética para agitação, foi inserido um conjunto de eletrodos de aço inox com 4 placas ligados à uma fonte de alimentação Minipa DC MPL1303M.

Após a montagem do experimento era retirada uma amostra inicial para as análises de pH, Cor, Condutividade e Turbidez através de um analisador de pH (ANALION PM608), Espectrofotômetro (BEL PHOTONICS), Condutivímetro (QUIMIS) e Turbidímetro, HI93703 (HANNA INSTRUMENTOS), respectivamente. Logo após, os eletrodos imersos na mistura foram ligados a uma fonte de tensão variável e corrente constante que foi mantida em 3,15 amperes, novas coletas foram feitas a cada 10 minutos por um período de 1 hora.

A porcentagem (%) da eficiência de remoção da cor foi calculado através da formula mostrada abaixo onde M_i = Medição inicial e M_f = Medição final.

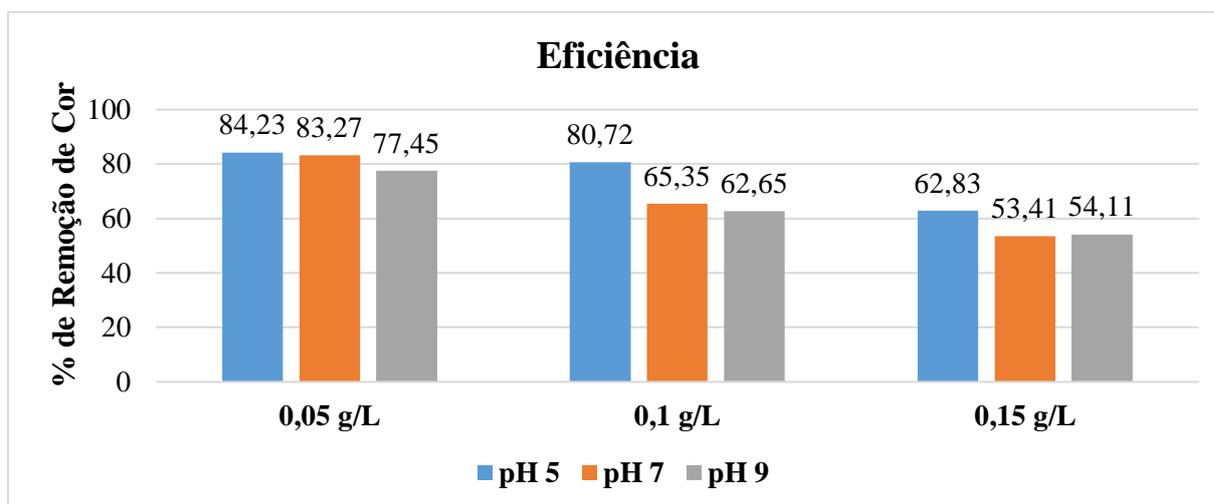
$$ef = \left(\frac{M_i - M_f}{M_i} \right) \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 mostra a porcentagem (%) de remoção de cor para cada concentração de corante nas três faixas 5, 7 e 9 de pH. Percebe-se que na menor concentração $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ de corante nas faixas de pH 5 e 7 houve uma maior remoção de cor de 83% em 60 minutos de tratamento, na faixa de pH 9 apesar de apresentar uma boa eficiência ficou um pouco abaixo

das outras faixas.

Gráfico 1 – % Remoção de Cor para os pH e as concentrações de corante.



Fonte: Do autor, 2019.

Para a concentração $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ todos os pH geraram uma boa taxa de remoção da cor, para a concentração de $0,1 \text{ g.L}^{-1}$, o sistema eletrolítico em pH mais ácido conseguiu uma boa remoção do corante Reactive Blue 19, finalizando na faixa de 80% o que ficou bem evidenciado quando foram analisados os pH neutro e Alcalino ficando em 65,35% e 62,65% respectivamente. Na concentração de $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ todos os pHs analisados geraram uma baixa taxa de remoção do corante ficando em média abaixo de 57%.

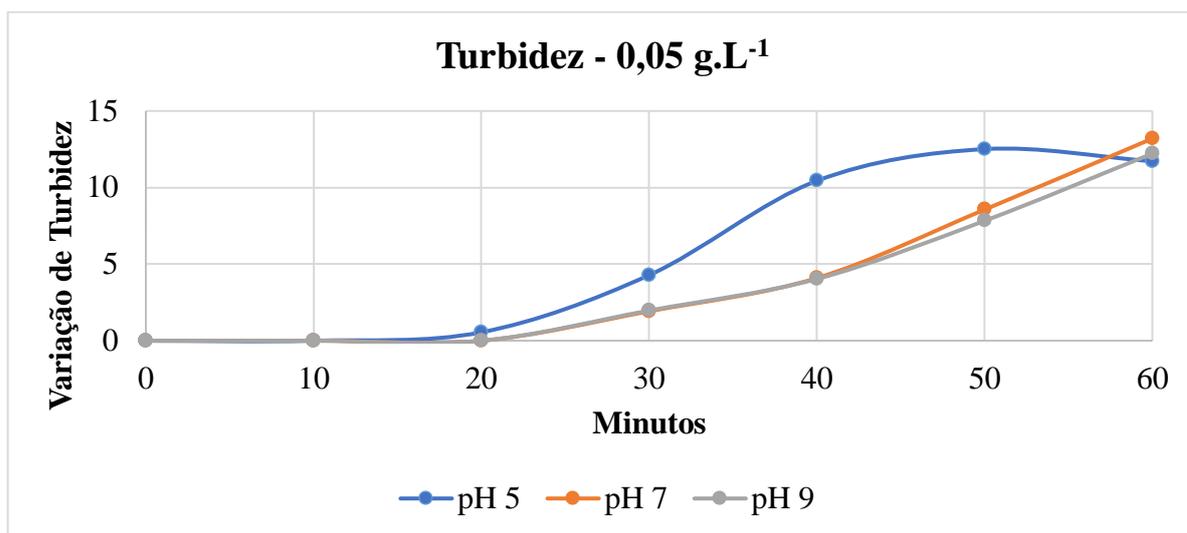
No presente estudo percebe-se que quando o pH é mais ácido a remoção do corante é bem mais eficiente, e que mesmo em uma maior concentração de corante onde a remoção não foi tão eficaz como por exemplo em $0,15 \text{ g.L}^{-1}$, o pH inicial 5 tornou a remoção mais eficiente do que os outros. Corroborando com o presente estudo, Ribeiro (2017) observou uma eficiência de remoção de cor para o mesmo corante Reactive Blue 19 de 87% em apenas 30 min de testes, no seu estudo o autor associou essa rápida eficiência possivelmente a maior condutividade elétrica que o efluente do seu estudo apresentou e associou as elevadas concentrações de sais na solução. Para Can et.al (2006) o pH inicial da solução exerce importante função no processo de eletrocoagulação, visto que a oxidação dos eletrodos juntamente com a especiação dos hidróxidos é bastante depende da condição do pH.

Apesar de afirmarem que a eficiência de remoção de cor depende significativamente do pH inicial, Ghanbari e Moradi (2015) dessemelhante ao presente estudo encontraram em condições ácidas uma menor eficiência do processo eletrolítico devido a formação de ferro (Fe^{2+} e Fe^{3+}) que são mais solúveis em meio ácido que em meio neutro ($\text{Fe}(\text{OH})_2$ e $\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Uma justificativa para uma menor eficiência da remoção de corante na maior concentração de g.L^{-1} pode ser observado nos estudos de Nandi *et al.* (2013), o autor compreendeu que a eficiência de remoção de cor é afetado de forma negativa quanto maior for a concentração de corante na amostra, isso ocorre devido a quantidade de coagulantes que são formados durante o processo eletrolítico ser insuficiente para a adsorção de todas as moléculas dos corantes em solução.

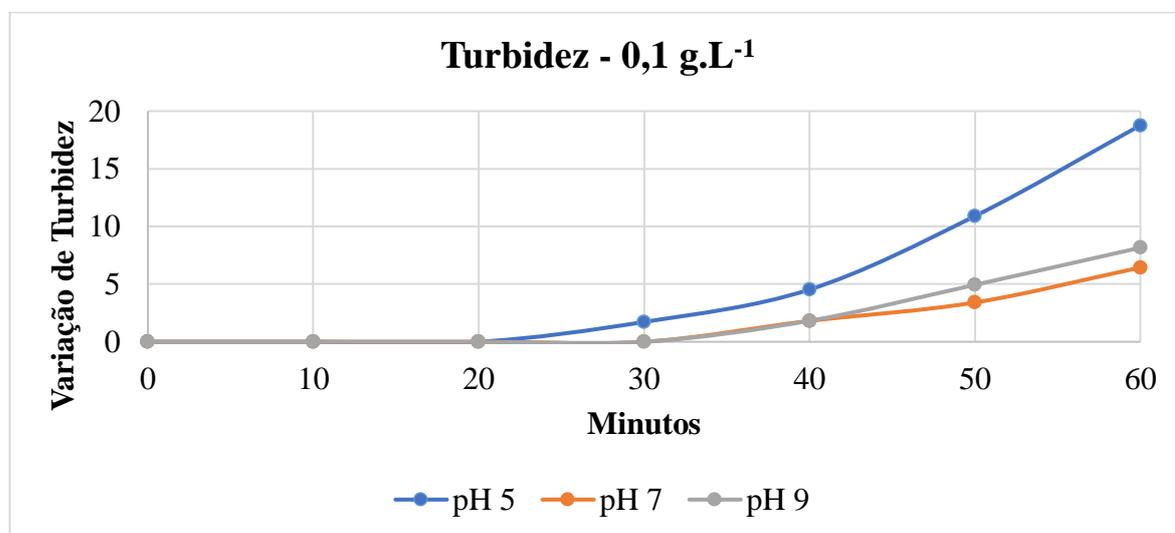
Os gráficos 2, 3 e 4 mostram as variações de Turbidez para $0,05 \text{ g.L}^{-1}$, $0,1 \text{ g.L}^{-1}$, e $0,15 \text{ g.L}^{-1}$, respectivamente e nas três faixas de pH.

Gráfico 2 – Variação de Turbidez para $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ e pHs.



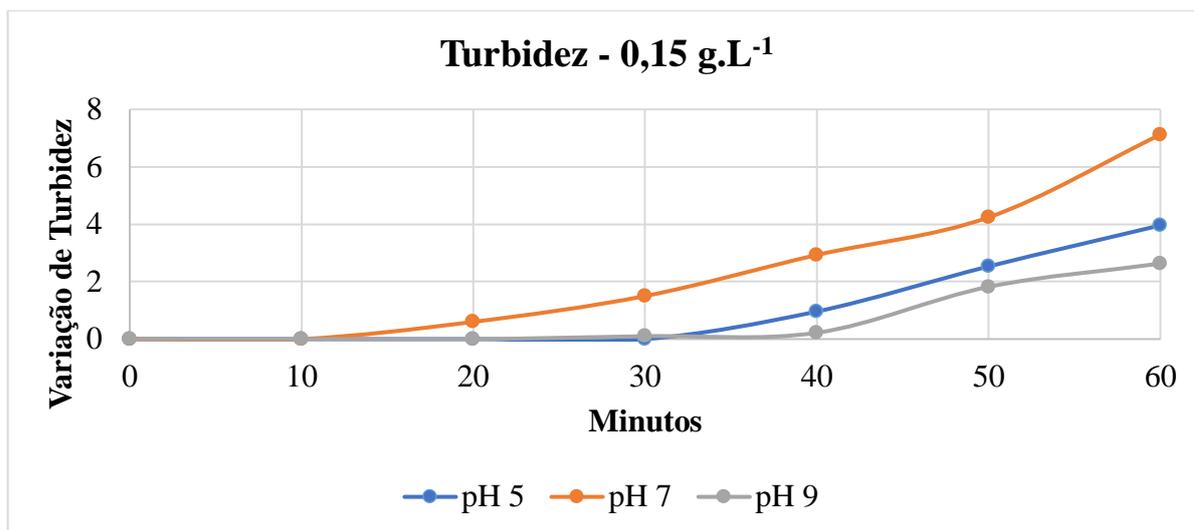
Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 3 – Variação de Turbidez para $0,1 \text{ g.L}^{-1}$ e pHs



Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 4 – Variação de Turbidez para 0,15 g.L⁻¹ e pHs.



Fonte: Do autor, 2019.

Percebe-se que em todos os gráficos a turbidez das amostras só começa a aumentar após 10 minutos de tratamento, na menor concentração de corante todas as faixas de pH geram ao final dos 60 minutos mais de 10 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Para a concentração de 0,01 g.L⁻¹, apenas o pH 5 finalizou com 18,77 NTU ficando bem distante dos outros pHs que ficaram abaixo de 10 NTU. Para a concentração de 0,15 g.L⁻¹, todos os valores finais de turbidez ficaram mais baixo, chegando somente a 3,96 NTU para o pH 5, 7,12 NTU para o 7 e 2,63 NTU para o pH 9 mais alcalino.

Nesse estudo a turbidez foi medida logo após a coleta da amostra, pois se buscava avaliar o comportamento da mesma durante o processo eletrolítico, e não da etapa de sedimentação. Percebe-se que o aumento da turbidez acontece devido às moléculas do corante que estava totalmente dissolvido na amostra inicialmente começar a se coagular ficando suspensas na amostra. Apesar do presente estudo não avaliar a turbidez após o processo de sedimentação, sabe-se que ao acontecer essa sedimentação a turbidez da água irá diminuir consideravelmente.

A turbidez está relacionada à presença de material sólido em suspensão (silte, argila e sílica), material orgânico e inorgânico finamente divididos (que podem estar associados a um material coloidal), microrganismos e algas. Ribeiro (2017) que também se preocupou em medir a eficiência do processo antes da sedimentação, corrobora com a presente pesquisa onde mostra que houve um aumento da turbidez.

O processo de dissolução anódica do eletrodo de ferro e a formação da espécie coagulante Fe(OH)₃(s), é responsável pelo processo de adsorção dos sólidos suspensos (turbidez), proporcionando a diminuição dos valores de turbidez (KOBYA *et al.* 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A remoção de cor do corante reactive blue 19 foi mais eficiente em pH mais ácido em todas as concentrações do corante, sendo que no pH 7 e 9 a eficiência caiu bastante em relação ao pH 5. A turbidez começa a ser detectada a partir dos 10 min devido a transformação do corante que estava anteriormente dissolvido deixando-o na forma suspensa. Considerando os resultados apresentados no presente estudo, o mesmo apresenta elevado potencial para ser aplicado no tratamento de efluentes têxteis.

REFERÊNCIAS

- CAN, O.T.; KOBYA, M.; DEMIRBAS, E.; BAYRAMOGLU, M. Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation. **Chemosphere**, v. 62, n.2, p.181-187, 2006.
- CERQUEIRA, A. A.; RUSSO, C.; MARQUES, M. R. C. Avaliação do processo eletrolítico em corrente alternada no tratamento de água de produção. **Quím. Nova** vol.34 no.1 São Paulo, 2011.
- GARDINER, K. D.; BORNE, B. J. Textile waste waters; treatment and environmental effects. Stevenage, Water Research **Centre**. 1978.
- GHANBARI F.; MORADI M. A comparative study of electrocoagulation, electrochemical Fenton, electro-Fenton and peroxi-coagulation for decolorization of real textile wastewater: Electrical energy consumption and biodegradability improvement. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, n. 1, p. 499-506, 2015.
- KOBYA, M.; GENGEÇ, E.; DEMIRBAS, E. Operating parameters and costs assessments of a real dyehouse wastewater effluent treated by a continuous electrocoagulation process. **Chemical Engineering and Processing**, v.101, p.87–100, 2016.
- NANDI, B. K.; PATEL, S. Effects of operational parameters on the removal of brilliant green dye from aqueous solutions by electrocoagulation. **Arabian Journal of Chemistry**, (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.11.032>
- RAJESHWAR, K., IBANEZ, J. G., SWAIN, G. M. Electrochemistry and the environment. **Journal of Applied Electrochemistry**. 24, 1077-1091, 1994.
- RIBEIRO, J. P. **Tratamento de efluentes têxteis por processo eletrolítico com corrente direta pulsada em escala laboratorial e piloto visando o reuso no processo produtivo**. 2017. 170f. Tese (Saneamento Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- SOTTORIVA, P. R. S. **Degradação de corantes reativos utilizando-se processos oxidativos avançados**. 2002. 114f. Dissertação (Ciências exatas) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, 2014.