



Avaliação do tratamento de efluente de tingimento de poliéster através de processos de eletroflotação

João Augusto Grison Pizzato¹, Mara Zeni Andrade²

¹Universidade de Caxais do Sul (jagpizzato@gmail.com)

²Universidade Caxais do Sul (mzandrad@ucs.br)

Resumo

O consumo em excesso de água pela indústria e o despejo dos efluentes gerados vem se tornando uma grande preocupação para as futuras gerações. Estes efluentes, muitas vezes ricos em poluentes, acabam causando diversos impactos ambientais. A indústria têxtil é o segundo maior consumidor de água dentre os setores industriais e seu efluente é carregado de poluentes, isso requer que as empresas tenham tratamentos eficientes. Diversas pesquisas vem sendo realizadas em busca de novos métodos de tratamento, um dos novos campos é a eletroflotação. Consiste em um processo de separação eletroquímica que gera seu próprio coagulante, desprezando o uso de outros produtos químicos. Este trabalho usou o tratamento de eletroflotação, seguido de um processo de adsorção com carvão ativado, para o efluente de tingimento de poliéster visando a remoção da cor e a redução de parâmetros prejudiciais, como o DQO, DBO, ferro, cromo e fenóis. O método utilizado apresentou uma melhora na cor, redução de 91% para o DQO; de 75% para o DBO; redução de cromo e ferro acima de 98%; e de 52% na concentração de nitrogênio amoniacal. Com isso, o método mostrou-se eficiente para o tratamento do efluente do tingimento de poliéster pois além da remoção da cor, ele também reduziu os parâmetros poluentes para dentro da faixa limite exigida pela atual legislação (CONAMA e CONSEMA).

Palavras-chave: Eletroflotação. Tingimento. Poliéster. Tratamento de efluente. Meio ambiente.

Área Temática: Águas Residuárias.

Evaluation of the treatment of polyester dye effluent through electroflotation processes

Abstract

Exaggerated consumption of water by industry and the disposal of generated effluents has become a major concern for future generations. These effluents, often rich in pollutants, end up causing several environmental impacts. The textile industry is the second largest consumer of water among the industrial sectors and its effluent and loaded with pollutants, it is necessary that the textile companies have a very efficient treatment. Several researches are being conducted in search of new treatment methods, one of the new fields is electroflotation. It consists of an electrochemical separation process that generates its own coagulant, neglecting the use of other chemicals. This work used the electroflotation treatment, followed by an adsorption process with activated carbon, for the polyester dye effluent aiming at color removal and a reduction of harmful prejudices such as COD, BOD, iron, chromium and phenols. The method used showed an improvement in color, a reduction of 91% for COD; of 75% for BOD; reduction of chromium and iron above 98%; and of 52% in the concentration of ammoniacal nitrogen. Thus, the method developed for the treatment of the polyester fiber effluent, in addition to the removal of the color, also reduces the parameter within the limit range required by the legislation (CONAMA and CONSEMA).

Key words: Eletroflotação. Tingimento. Poliéster. Tratamento de efluente. Meio ambiente.

Theme Area: Águas Residuárias.



1 Introdução

A escassez de água é uma preocupação para as futuras gerações e esse fenômeno vem se agravando devido ao mau uso desse recurso, além do desperdício, o despejo de efluentes industriais é um dos grandes vilões de pequenos corpos hídricos (rios e lagos).

A indústria é responsável por cerca de 22% de toda a água consumida, e essa água muitas vezes retorna para o meio ambiente de forma drasticamente alterada. O setor têxtil é dado como não amigável ao meio ambiente, pois é o segundo maior consumidor de água. Além disso cerca de 90% de todos os produtos utilizados em seus processos são eliminados através do efluente após cumprirem seu papel, além de ser altamente coloridos.

O efluente têxtil é composto por efluentes oriundos de uma vasta gama de processos, cada uma dessas etapas possui características distintas e o uso de diversos produtos faz com que este efluente seja de difícil caracterização e tratamento. Entretanto, é possível afirmar que a carga poluidora do efluente têxtil tem como base a natureza orgânica e possui uma alta concentração de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)(BELTRAME, 2000; KUNZ, 2002; NIETO, 2000)

Diversos impactos ambientais podem ser causados quando esse efluente é despejado sem cumprir as exigências da legislação vigente. A presença dos corantes na água acaba impossibilitando parcialmente a penetração de raios solares no meio aquático o que faz com que as plantas não consigam produzir seu alimento e o oxigênio, o excesso de soda afeta diretamente o crescimento e a nutrição das plantas, a grande quantidade de nitrogênio, fósforo, ferro e cromo acabam prejudicando vida marinha e as altas concentrações de DQO e DBO roubam o oxigênio de todo o ecossistema marinho (BISCIO, 2015; CHAKRABORTY, 2014).

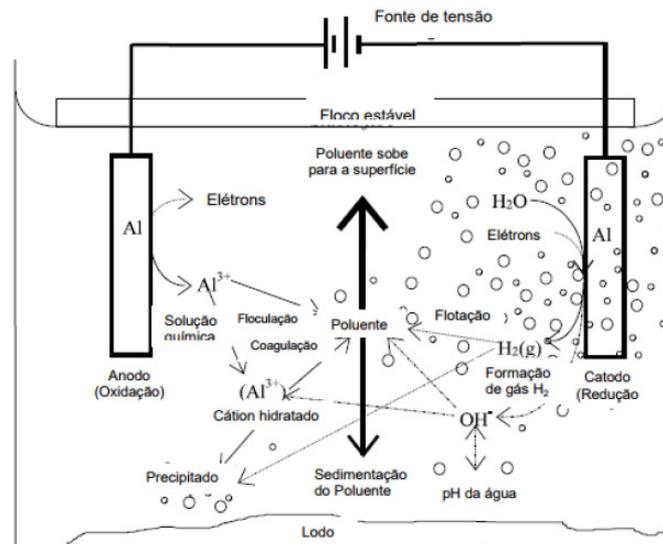
Devido a todos esses possíveis impactos gerados pelo despejo inapropriado do efluente, foram criadas legislações para o controle do despejo de efluente em corpos hídricos, o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que exigem parâmetros e condições para o descarte do efluente (CONAMA, 2015).

O tratamento do efluente é algo necessário perante todas as exigências da legislação e de todos os impactos que podem causar as futuras gerações. Existem tratamentos por via físico-química e também por via biológica, além de uma interação entre ambas as vias para uma melhor eficiência no processo de tratamento do efluente, como os tratamentos com lodo ativado seguido de uma floculação e coagulação (um dos processos mais utilizados atualmente). Além dos tratamentos convencionais, novas formas de tratamento vem sendo pesquisadas, e entre elas destacam-se as técnicas de separação eletroquímica(FORTINO, 2012; HOLKER, 2016).

A eletroflotação chama atenção pois não utiliza nenhum produto químico auxiliar para a realização do tratamento, além de ser considerado um processo de operação e montagem. Consiste na geração do coagulante através da aplicação de um diferencial de potencial em eletrodos imersos no efluente conforme Figura1.



Figura 1– Esquema de uma cela de eletroflotação.



Os eletrodos de sacrifício geram íons metálicos através do potencial elétrico aplicado neles. Estes íons metálicos se hidrolisam e formam uma espécie de agente coagulante, composto por vários complexos com uma característica de flocos. A formação de flocos está ligada à hidrólise do metal (que depende do pH e da concentração final de M^{+}) e do transporte das espécies hidrolisadas, que promovem o contato com as impurezas (CRESPILHO, REZENDE, 2004).

A remoção é realizada através da adsorção das impurezas pelos complexos do metal do eletrodo, com a adsorção dessas impurezas, forma-se partículas maiores que são responsáveis pela desestabilização do sistema e esses flocos podem ser retirados por filtração, decantação ou flotação (ROMERO, 2009).

Neste trabalho pesquisou-se também a técnica de adsorção objetivando uma maior eficiência no tratamento do efluente. A adsorção consiste no aumento da concentração de um ou mais componentes na região da interface sólido-fluido ou num aumento de massa específica de um determinado fluido nas vizinhanças da interface. Esses ganhos ocorrem em qualquer temperatura ou pressão para quase todas as espécies químicas. Este fenômeno é diretamente afetado pela área de contato do sólido. Esta técnica é amplamente utilizada em catálises, purificações de ar ou água, dessalinização, remoção de odores e em vários processos de separação de misturas (PEIXOTO, 2013).

2 Materiais e Métodos

Esta seção apresenta a metodologia aplicada durante a execução deste trabalho e de todos os materiais utilizados na realização da eletroflotação do efluente têxtil e na sua caracterização. O tratamento do efluente foi dividido em duas partes: eletroflotação e a adsorção com carvão ativado. A fim de comparar os resultados, os efluentes foram analisados em cada uma das etapas.

2.1 Coleta do efluente

Os efluentes utilizados na realização do experimento foram cedidos por uma empresa têxtil da região. O efluente é composto pelo tingimento da fibra de poliéster que foi coletado diretamente da saída da máquina de tingimento, uma parte desse efluente foi mandada para análise dos parâmetros e a outra parte foi mandada para o primeiro tratamento.

2.2 Análise do efluente

Em geral, o efluente é caracterizado por meio de processos físicos e químicos, utilizando as seguintes metodologias: análise de cromo, demanda química de oxigênio,



demanda biológica de oxigênio, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, nitrogênio amoniacal, fenóis e ferro. O efluente foi previamente analisado como bruto, antes de ser submetido a etapa de eletroflotação e na sequência da filtração. Todas as análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise e Pesquisa Ambientais (LAPAM), localizado na Universidade de Caxias do Sul.

2.3 Primeiro tratamento

O efluente foi primeiramente tratado pelo método de eletroflotação, esse ensaio ocorreu dentro de uma cuba de acrílico de aproximadamente 5 litros com 4 eletrodos de alumínio em seu interior. Os eletrodos, espaçados 5 mm entre si, possuíam 250 mm e 150 mm de altura e largura, respectivamente. Por eles passava uma corrente de 10 A durante 20 minutos, em que os polos negativos e positivos trocavam suas posições, objetivando evitar a passivação dos eletrodos conforme Figura 2

Figura 2 - Cella de eletroflotação utilizada



Após a eletroflotação o efluente foi fracionado, e metade do efluente tratado foi mandado para análise enquanto que a outra metade foi para o segundo tratamento.

2.4 Segundo tratamento

O efluente tratado foi direcionado para um becker com carvão ativado, visando uma melhora na coloração do efluente, a adsorção foi realizada em regime de bateladas, com o acréscimo de 1g/L de carvão ativado ao efluente, essa mistura foi agitada por 30 minutos a temperatura ambiente e posteriormente filtrada para a retirada do carvão ativado. Após a filtração, o efluente final foi analisado da mesma forma que as amostras anteriores.

2.5 Análise dos dados

Todas as análises feitas foram plotadas em gráficos e foi calculado o percentual de remoção através da Equação 1.

$$\% = \frac{C_{AT} - C_{DT}}{C_{AT}} \times 100 \quad (1)$$

Sendo: C_{at} o valor da concentração antes do tratamento e C_{dt} o valor da concentração após o tratamento.

3 Resultados e Discussões

Esta seção apresentará todos os resultados obtidos através da realização dos procedimentos previamente descritos. Ainda, irá comparar cada processo com o efluente bruto e, também, com os resultados encontrados na literatura.

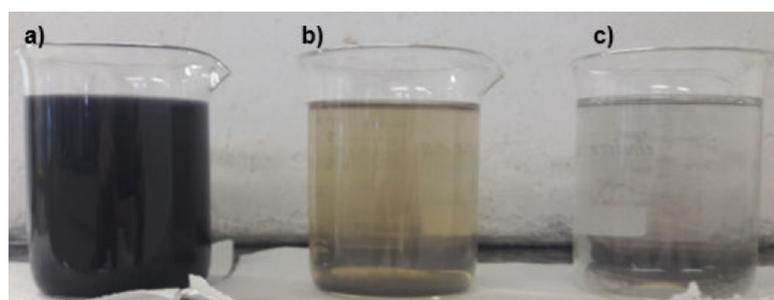


3.1 Comparação de cor

A cor da água é um parâmetro que, visualmente, pode indicar a existência de substâncias dissolvidas. Essas impurezas podem originar-se da presença de minerais ou vegetações naturais, ou ainda de despejos industriais.

Para a determinação da cor, é realizada uma comparação visual da amostra com o seu estado anterior, como na Figura 3.

Figura 3 - Comparativo de cor após o tratamento do efluente.



Após o tratamento com eletroflotação, observou-se melhora na cor do efluente. Com o carvão ativado, houve melhora visível na cor do efluente.

Este resultado pode ser observado na dissertação *Aplicação da eletroflotação no tratamento de efluente na indústria têxtil*, da Ma. Alline Figueiredo Soares Pereira, que realizou a comparação entre duas empresas têxteis de São Paulo, e em ambas o efluente apresentou uma grande clarificação, como demonstrado nos ensaios realizados para a execução deste trabalho (PEREIRA, 2007).

Ainda, outro resultado parecido foi encontrado na dissertação *Aplicação da Técnica de Eletrofloculação no Tratamento de Efluentes Têxteis*, do Me. Alexandre Andrade Cerqueira, que trabalhou com a variação da distância entre os eletrodos e variando a intensidade da corrente (CERQUEIRA, 2006)

3.2 Análise de cromo e Ferro

As análises de cromo e ferro foram plotadas em gráficos e comparadas, como demonstram as Figuras 4 e 5, respectivamente.

Figura 4 - Concentração de cromo nas amostras.

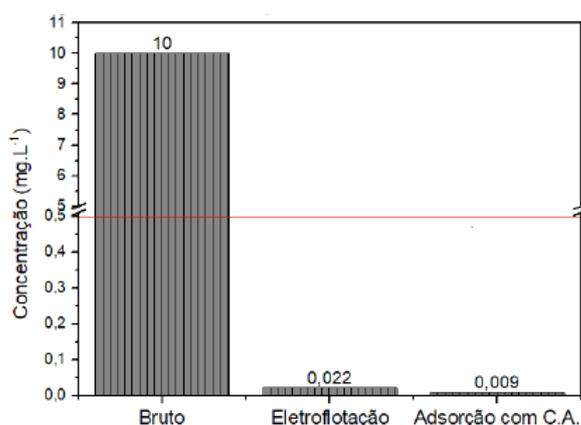
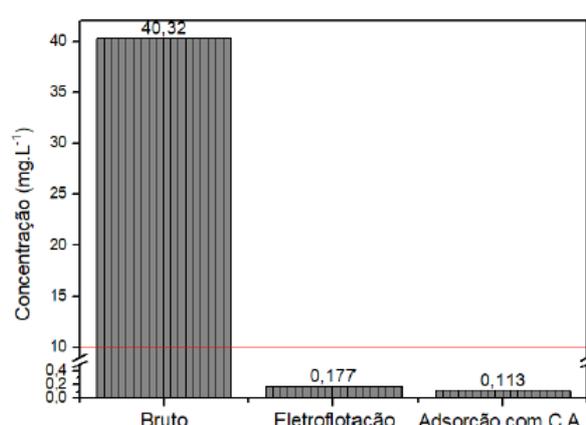


Figura 5 - Concentração de ferro no efluente.



O efluente bruto apresentou concentrações iguais a 10 e 40,32 mg.L⁻¹ de cromo e ferro, respectivamente. Após o processo de eletroflotação, esse número foi reduzido para 0,022 e 0,177 mg.L⁻¹ para cromo e ferro, respectivamente, mostrando que essa técnica é bastante eficiente, sendo 99,78% para o cromo e 99,56% para o ferro.

A linha representa a concentração máxima para o descarte do efluente em um corpo hídrico. O tratamento desses dois parâmetros alcança os padrões de descarte em corpos

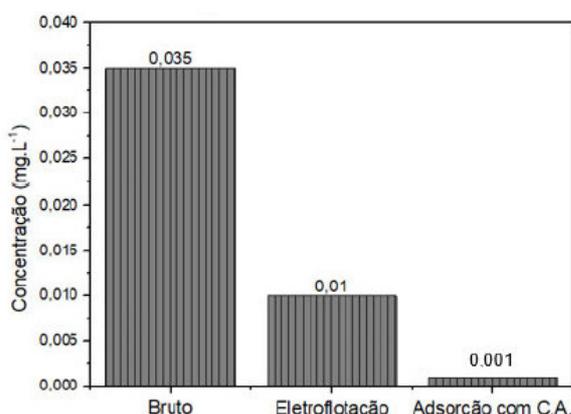


hídricos exigido pela legislação. Após o tratamento com o carvão ativado, o cromo apresentou uma concentração abaixo do limite de detecção do método utilizado que é de $0,009 \text{ mg.L}^{-1}$, e o ferro uma redução de 36%, com uma concentração de $0,113 \text{ mg.L}^{-1}$.

3.3 Análise de Fenóis

A Figura 6 mostra o comparativo entre a concentração de fenol do efluente bruto e dos efluentes tratados com eletroflotação e, na sequência, pelo processo de carvão ativado.

Figura 6 - Concentração de fenol nos efluentes bruto e tratados.



A análise do efluente bruto mostrou uma concentração de $0,035 \text{ mg.L}^{-1}$ de fenol, que já é aceitável em valores de padrões de exigência da CONAMA/ CONSEMA que é de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$. Após o procedimento de eletroflotação, essa concentração caiu aproximadamente 71% e ficou em torno de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$. Com o processo de carvão ativado, após a eletroflotação essa concentração ficou abaixo do limite de detecção do método utilizado que era de $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$.

3.4 Análise de DQO e DBO

As análises de DQO e DBO foram plotadas em gráficos e comparadas, como demonstram as Figuras 7 e 8, respectivamente.

Figura 7 - Resultados da análise de DQO.

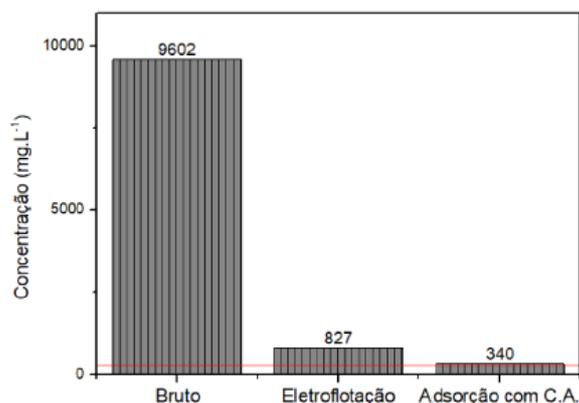
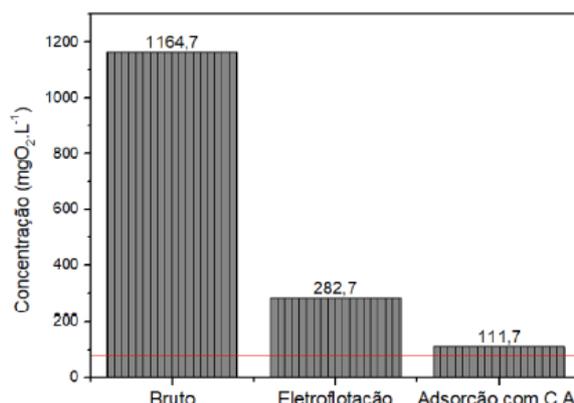


Figura 8 - Comparativo de DBO dos efluentes.



O efluente bruto apresentou um valor de 9602 mg.L^{-1} . Com a aplicação da eletroflotação, a concentração desse parâmetro reduziu 91,4% e foi para 827 mg.L^{-1} , e após a eletroflotação com a realização do procedimento com carvão ativado, a DQO reduziu para 340 mg.L^{-1} , uma redução de 59%, em relação a última etapa.

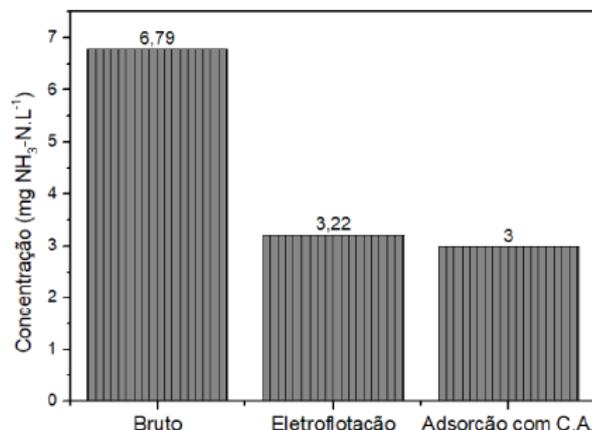
Na DBO do efluente bruto verificou-se um valor de $1164,7 \text{ mg O}_2.\text{L}^{-1}$, e com o processo de eletroflotação houve uma redução de 75%, deixando a concentração em $282,7 \text{ mg O}_2.\text{L}^{-1}$. Com o processo de carvão ativado, após a eletroflotação a concentração de DBO abaixou para $111,7 \text{ mg O}_2.\text{L}^{-1}$, uma redução de 60,5% em relação ao processo anterior.



3.6 Análise de Nitrogênio Amoniacal

O comparativo entre as análises do nitrogênio amoniacal é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Concentração de nitrogênio amoniacal nos efluentes bruto e tratados.



O efluente bruto apresentou uma concentração de 6,79 mg NH₃-N.L⁻¹, com a eletroflotação a concentração de nitrogênio amoniacal reduziu em 52% e caiu para 3,22 mg NH₃-N.L⁻¹. Após o processo com carvão ativado, essa concentração ficou abaixo do limite de detecção do método utilizado que era 3 mg NH₃-N.L⁻¹. A legislação exige que a concentração de nitrogênio amoniacal seja de 20 mg.L⁻¹, isso faria com que o efluente fosse aceito para descarte em corpo hídrico.

4 Considerações Finais

A indústria têxtil possui grande representatividade econômica e necessita de novos métodos que visem a melhoria da qualidade de água, que retorna ao meio ambiente, e dos processos realizados com ela, tendo em vista um menor consumo de água e a redução do uso de agentes químicos.

Esta pesquisa buscou a obtenção de novos métodos para o tratamento de água. Dentre eles, destaca-se o método de eletroflotação, que se mostrou bastante eficiente na remoção da cor do efluente do tingimento do poliéster, como pode ser visto na seção de resultados. Além disso, houve uma melhora considerável em todos os parâmetros analisados, o que reforça a ideia da implementação do processo.

Com a grande remoção de metais, fenóis e sólidos, incluindo a remoção da matéria orgânica presente, o método se torna uma ferramenta de remoção muito eficiente e com um grande espaço para crescimento na indústria.

Um dos grandes problemas na implantação desse método é a descontinuidade do processo. Para aplicá-lo efetivamente, em escala real, o estudo de um processo de eletroflotação contínuo seria a melhor opção, e além disso, o custo da energia, que cresce gradativamente, também seria um empecilho.

Entretanto, mesmo com esses dois fatores negativos, a eletroflotação é um método que possui muitos pontos fortes. Necessitando apenas uma melhor avaliação, como as remoções apresentadas na quarta seção, e uma melhor comparação com o processo utilizado atualmente num todo.

Referências

BELTRAME, L. T. C. Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2000.)

