



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE ALUMÍNIO COMO ADSORVENTE AUMENTA A EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DA COR DE EFLUENTE TÊXTIL POR PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO (UV/H₂O₂)

Ticiane Rossi⁽¹⁾, Helen Hirose Tanaka⁽²⁾, Kellinton Francisco⁽³⁾, Caroline Santos Alves de Lima⁽⁴⁾, Vitor Cano⁽⁵⁾, Sirlene Maria Costa⁽⁶⁾, Silgia Aparecida Costa⁽⁷⁾

- (1) Pós-doutoranda; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; ticiane@usp.br;
- (2) Graduada; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; helen.tanaka@usp.br;
- (3) Especialista Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; kelliton@usp.br;
- (4) Graduada; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; caroline.lima@usp.br;
- (5) Graduando; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; vitorc@usp.br;
- (6) Professora; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; sirlene@usp.br;
- (7) Professora; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; São Paulo, SP; silgia@usp.br;

Resumo

Neste trabalho o efeito do adsorvente, um resíduo do processo de filtração do óleo utilizado na laminação de chapas de alumínio, foi estudado no processo de remoção de cor de efluente têxtil antes do tratamento por Processo Oxidativo Avançado (POA) usando ultravioleta e peróxido de hidrogênio (UV/H₂O₂). O efluente têxtil continha o corante solophenyl red 3BL e aditivos químicos usados comumente pela indústria têxtil. Os experimentos foram realizados utilizando 20 g do resíduo para adsorver a cor de 500 mL do efluente durante 30 minutos, sob agitação de 300 Rpm e pH ajustado para 4 com ácido clorídrico. O efluente foi filtrado em funil de Buckner, centrifugado e o líquido recuperado foi tratado em reator fotoquímico por POA (UV/H₂O₂). Amostras foram coletadas a cada 30 min até completa remoção da cor do efluente. Realizou-se um processo “controle” empregando apenas POA. A absorvância dos efluentes tratados foram lidas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 280 e 531 nm. Os resultados mostraram que o adsorvente remove a cor do efluente em 95 %. O tempo para completa remoção da cor do efluente reduz-se de 210 min no controle para 120 min no tratamento com adsorvente. Também houve indício de remoção dos compostos aromáticos devido a redução da absorvância em 280 nm. Conclui-se que a adição do adsorvente incrementa a remoção da cor pela redução de 1,5 hora do tempo necessário do tratamento por POA.

Palavras-chave: Processo Oxidativo Avançado. Efluente têxtil. Adsorvente.

Área Temática: Tecnologia Têxtil



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

ADSORBENT FROM ALUMINUM INDUSTRY WASTE INCREASES EFFICIENCY OF REMOVAL OF COLOR IN TEXTILE EFFLUENT BY ADVANCED OXIDATIVE PROCESS (UV/H₂O₂)

Abstract

In this research, the effect of an adsorbent, a waste from the process of oil filtration utilized in aluminum sheets lamination, was studied to color removal of a textile effluent before the APO (Advanced Oxidative Process) using UV radiation and hydroxyl peroxide (H₂O₂). The textile wastewater contained solophenyl red 3BL dye and chemical additives commonly used in textile industry. The experiments were executed using 20 g of waste was used to adsorb the color of 500 mL of wastewater for 30 minutes, under stir of 300 Rpm and pH adjusted to 4 with hydrochloric acid. Then the wastewater was filtered in Buckner, centrifuged and the liquid remaining was treated in AOP photochemical reactor with 14,71 mmol.L⁻¹ de H₂O₂. Samples were collected each 30 min period until complete color removal. A “control” process was also realized using just AOP treatment. Absorbance in spectrophotometer in 280 e 531 nm was measured. The results shown that the adsorbent reduce the effluent color to 95 %. The time for complete color removal varies from 210 min in the control process, to 120 min, in the adsorbent treatment. Also the reduction of absorbance in 280 nm indicates the removal of aromatic components. In control process, the removal of the aromatic components was 37,4 % in 210 min. The conclusion was that the adsorbent addition before AOP treatment of the wastewater reduces 1,5 hours to complete color removal in AOP treatment and the complete aromaticity of the treated wastewater is achieved.

Key words: *Advanced Oxidative Process. Textile Wastewater. Adsorbent.*

1. Introdução

Os efluentes têxteis representam um problema ambiental crescente para a indústria têxtil, pois possuem muitos tipos de corantes sintéticos, resultando em cores e composições variadas, e são gerados e descartados em grandes quantidades. Os impactos destes efluentes coloridos são negativos para a fotossíntese das plantas e para a vida aquática, devido a redução da penetração da luz nos corpos aquáticos e seu consumo de oxigênio. Portanto, antes de ser descartado, o efluente colorido da indústria têxtil deve ser tratado (HOLKAR et al., 2016). Visando minimizar o contato humano e dos ecossistemas aquáticos aos químicos contaminantes derivados dos efluentes têxteis, Processos Oxidativos Avançados, ou POA, têm sido usados para atenuar contaminantes que não são oxidados durante tratamentos convencionais (GÜYER; NADEEM; DIZGE, 2016).

No que diz respeito ao cenário de competitividade internacional, a indústria têxtil nacional vem procurando investir em pesquisa e desenvolvimento para diversificar seus produtos, diferenciando-se pela qualidade e tecnologia. Assim, estratégias que visem eliminar a utilização de



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

matérias-primas tóxicas, reduzir o consumo de energia no tratamento de águas residuais, aumentar a eficiência da utilização da água, e promover tecnologias sustentáveis, têm sido amplamente empregadas (BASTIAN; ROCCO, 2009).

Nesse contexto, um interesse pelo uso de novos materiais junto ao setor têxtil vem crescendo, o que motiva a investigação destes nos processos de tratamento de efluentes. Nesse sentido, destaca-se a utilização de resíduos da indústria têxtil para o tratamento de efluentes. Um resíduo, até então pouco explorado na indústria têxtil, pode ser reaproveitado como um adsorvente para o tratamento de efluentes. Este resíduo origina-se da filtração do óleo utilizado na laminação de chapas de alumínio. Atualmente o resíduo não possui uso definido, sendo seu tratamento antes do descarte a única alternativa encontrada pela empresa geradora, o que representa um custo importante. Da Silva (2008) comprovou a eficiência de remoção de cor por este resíduo maiores de 80 %, demonstrando sua capacidade adsorção de corantes reativos e direto.

Sabe-se que antes de solucionar a disposição dos resíduos, é necessário administrá-los de acordo com a seguinte lógica: a) prevenção: evitar a sua geração; b) redução: gerar o mínimo possível; c) reaproveitamento: reutiliza-lo no próprio processo que o gerou ou em outro processo, mas sem alteração de suas propriedades físico-químicas; d) reciclagem: transformá-lo de forma a servir de matéria-prima para outro processo distinto daquele que o originou (SILVA, 2011).

Com base nesta lógica, o estudo deste resíduo torna-se justificável. Nesta pesquisa foi proposta a avaliação do efeito do resíduo obtido do processo de filtração do óleo utilizado na produção de chapas de alumínio, visando remoção de cor de um efluente têxtil.

2. Problema de Pesquisa e Objetivo

A indústria têxtil necessita cada vez mais de materiais alternativos para o tratamento do efluente têxtil colorido, dado o potencial poluidor deste para a saúde humana e os ecossistemas aquáticos. Ao mesmo tempo, a indústria de alumínio gera constantemente um resíduo que possui potencial como adsorvente. O emprego desse resíduo pela indústria têxtil pode suprir sua demanda por novos materiais para o tratamento de efluente. Além disso, é uma alternativa de reaproveitamento desse resíduo, o que pode agregar valor no processo de fabricação de chapas de alumínio.

O objetivo geral do trabalho foi avaliar o efeito do resíduo gerado do processo de filtração do óleo utilizado na produção de chapas de alumínio como adsorvente, visando remoção da cor de um



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

efluente têxtil antes do tratamento por POA, com radiação ultravioleta e peróxido de hidrogênio (UV/H₂O₂).

3. Revisão Bibliográfica

A indústria têxtil utiliza grandes quantidades de água na maioria dos processos de beneficiamento (BEZERRA et al., 2015). Através das atividades industriais têxteis, uma enorme quantidade de água é consumida em seus processos, o que acaba gerando um elevado volume de efluentes, os quais contribuem para o aumento dos níveis de contaminantes em águas naturais (MENDES, 2016).

No contexto global, a indústria de tingimento têxtil é considerada uma das principais contribuintes para a poluição ambiental (VASCONCELOS, 2008). Estima-se que, no mínimo, 20% dos corantes têxteis sejam descartados em efluentes, devido à má fixação nas fibras durante o tingimento. Além disso, durante o banho de tintura são utilizados, além do corante, uma variedade de aditivos químicos (umectantes, antiespumante, eletrólito, dispersantes, ajustadores de pH, normalizadores, sequestrantes) de composição diversificada o que dificulta ainda mais na remoção dos efluentes. Assim sendo, os efluentes têxteis são um dos principais problemas enfrentados pelo setor têxtil (DA SILVA, 2008).

Nesse contexto, a remoção da cor dos efluentes têxteis torna-se assim uma prioridade, constituindo um sério desafio à indústria têxtil e a organizações e empresas dedicadas ao tratamento de águas residuais (BEZERRA et al., 2015). A poluição dos corpos de água com estes compostos provocam, além da poluição visual, alteração em ciclos biológicos afetando, sobretudo o processo de fotossíntese (HOLKAR et al., 2016).

Os parâmetros e limites a serem obedecidos para o Padrão de Emissão foram estabelecidos na Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76 e também na Resolução Federal CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357 de 17.03.05 e complementados pela Resolução nº430/2011. Os padrões quantitativos usuais de referência para a indústria têxtil são definidos em função das variáveis: vazão, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos em suspensão (SS), pH e temperatura. Em alguns casos se adiciona a cor e o cromo (CONAMA, 1986). O que se pretende é uma mensuração dos mecanismos



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

engendrados nas indústrias têxteis para a redução dos impactos originados durante os processos descritos.

Para tratar estes efluentes, muitos métodos são empregados pela indústria têxtil. Processos como o uso de carvão ativado, exposição em radiação (UV) e outros Processos Oxidativos Avançados (POA) mostraram a eficiência destes tratamentos na remoção de cor e de toxicidade nos efluentes têxteis (YU et al., 2015).

Os POAs são caracterizados por reações de oxidação química intermediadas pelo radical hidroxila ($\text{HO}\cdot$), espécie extremamente reativa e pouco seletiva. O potencial padrão de redução do radical hidroxila, muito superior ao dos oxidantes convencionais, faz com que atue na oxidação de uma grande variedade de substâncias (SILVA, 2015). A grande vantagem desses processos reside no fato de ser um tipo de tratamento destrutivo, ou seja, o contaminante não é simplesmente transferido de fase, mas sim, degradado através de uma série de reações químicas (NAGER-HASSEMER, 2012).

O POA empregando UV/ H_2O_2 (radiação ultravioleta e peróxido de hidrogênio) mostrou ser eficiente na remoção de uma série de contaminantes (SILVA, 2015; NAGER-HASSEMER, 2006), porém possui a desvantagem inerente de produzir subprodutos tóxicos (YU et al, 2015).

Em comparação com outros POAs, tais como Fenton, ozônio, UV/ O_3 , UV/ TiO_2 , etc., o peróxido de hidrogênio apresenta vantagens como a completa miscibilidade com água em sua fotólise, a estabilidade e disponibilidade comercial. Além disso, o peróxido de hidrogênio não apresenta problemas de transferência de fase e os custos de investimento são baixos (NAGER-HASSEMER, 2006).

A adsorção, física ou química, é um fenômeno em que o soluto é retirado de uma fase e acumulado na superfície da segunda fase. O material que é adsorvido recebe o nome de adsorbato e o material no qual se processa é o adsorvente. O processo de tratamento de efluentes têxteis envolvendo a adsorção é uma das técnicas físico-químicas considerado bem mais eficaz em relação aos métodos convencionais e de custos relativamente moderados em relação às novas técnicas. Ademais, a adsorção constitui uma alternativa tecnológica extremamente importante, principalmente pela possibilidade do uso de adsorventes de baixo custo em processos de controle de poluição, visando, além do abatimento da carga poluidora, a remoção de cor dos efluentes (DA SILVA, 2008).

4. Metodologia

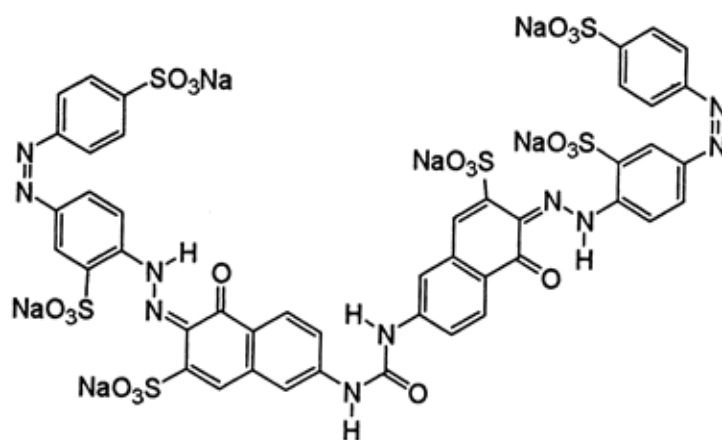
4.1 Geração do efluente estudado

O efluente têxtil utilizado no estudo foi gerado em tingimento de tecido plano 100 % algodão por processo de esgotamento em HT. Foi utilizado corante direto solophenyl red 3BL, C.I. 35780, fornecido pela Huntsman Brasil Ltda., com aditivos apresentados no Tabela 1. A fórmula do corante pode ser visualizada na Figura 1. A relação de banho foi 1:30 e o processo de tingimento está apresentado na Figura 2. Ao final do processo de tingimento, os tecidos foram lavados três vezes, com mesma relação de banho que do tingimento, pela seguinte sequência, a temperatura ambiente, a quente (40 °C durante 20 min) e novamente a temperatura ambiente.

Tabela 1 – Reagentes utilizados no tingimento para geração do efluente têxtil que foi estudado.

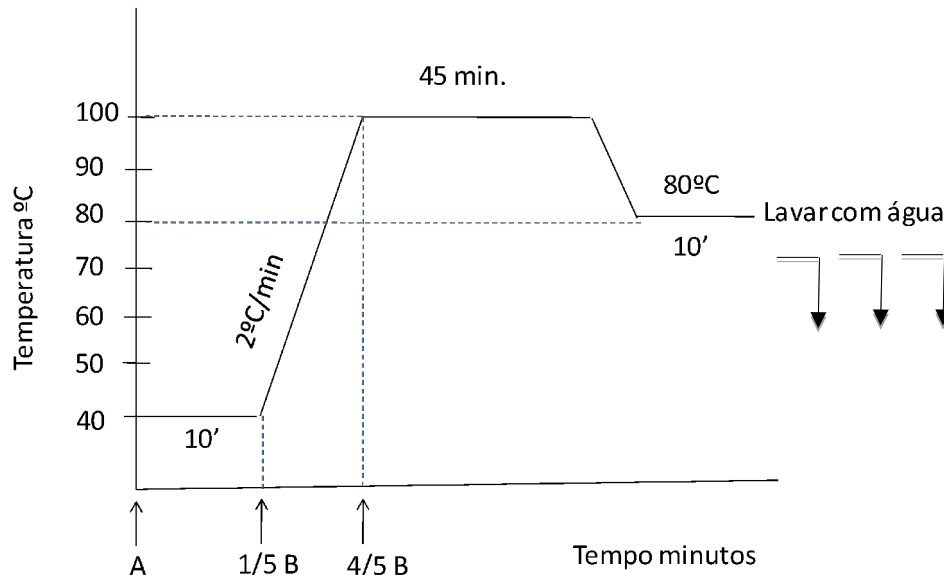
| | Reagentes | Concentração |
|---|----------------------------|-----------------------|
| A | Corante solophenyl red 3BL | 1 % |
| A | Umectante cibaflo jet | 2 g.L ⁻¹ |
| A | Sequestrante delinol 159 | 2 g.L ⁻¹ |
| B | Cloreto de sódio | 4,5 g.L ⁻¹ |

Figura 1 – Estrutura do corante solophenyl red 3BL.



Fonte: WORLDCHEM TRADING CORPORATION, 2017.

Figura 2 – Processo de tingimento usado para geração do efluente estudado. “A” é o corante, umectante e sequestrante, “B” é o cloreto de sódio .



4.2 Processo de tratamento do efluente

O resíduo reaproveitado como adsorvente foi fornecido por uma indústria na cidade de Alumínio, São Paulo. O resíduo é uma terra argilosa obtida no processo de filtragem de óleo utilizado na laminação de chapas de alumínio. O resíduo coletado foi tratado pela empresa antes de ser disponibilizado para este estudo. Este tratamento consistiu em calcinação da seguinte forma: a 150 °C por 1 hora, 250 °C por 1 hora, 350 °C por 1 hora, 450 °C por 1 hora, 550 °C por 1 hora, 650 °C por 1 hora e 750 °C por 2 horas. A calcinação tem por objetivo eliminar o óleo lubrificante, um hidrocarboneto desaromatizado, como forma de tratamento e disposição do resíduo.

Para realização do processo de remoção de cor do efluente, 20 g do resíduo, utilizado neste estudo como adsorvente, foram adicionados em 500 mL do efluente em um béquer de 1000 mL. O pH da solução foi ajustado para 4 com adição de ácido clorídrico. Durante 30 minutos a solução permaneceu sob agitação de 300 Rpm em uma placa de agitação. Em seguida, a solução foi filtrada em funil de Buckner, utilizando-se malha plástica para reter o resíduo e separá-lo do efluente. A seguir, o efluente foi centrifugado durante 30 segundos a 1000 Rpm e o líquido recuperado foi tratado pelo POA, em reator fotoquímico com luz ultravioleta (UV) e adição de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), na concentração de 171,66 mmol.L⁻¹. O efluente permaneceu sob agitação de 500 Rpm, no reator, sob luz



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

UV. Uma amostra de 15 mL foi retirado da solução a cada 30 min. A solução permaneceu nesta condição até remoção completa da cor.

A absorvância foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 280 nm, já que este comprimento de onda é característico a absorção de compostos aromáticos com substituintes que apresentem ligações duplas, como é o caso do corante utilizado. A avaliação da remoção da cor das amostras foram medidas em 531 nm, comprimento máximo de absorção da cor do efluente. As avaliações foram realizadas em duplicatas.

Um procedimento controle foi realizado, utilizando-se apenas a remoção de cor do efluente por POA, como descrito anteriormente.

A eficiência de remoção de cor foi calculada pela equação 1 (BEZERRA et al., 2015):

$$(A_i - A_f / A_i) \times 100 \text{ equação 1, em que:}$$

A_i: Absorvância inicial;

A_f: Absorvância final.

5. Análise dos Resultados

Os resultados de eficiência da remoção de cor das amostras após o tratamento de adsorção e de tratamento POA, são apresentados na Tabela 2. Os resultados das determinações de absorvância em 280 e 531 nm respectivamente são apresentados na Figura 3 e 4.

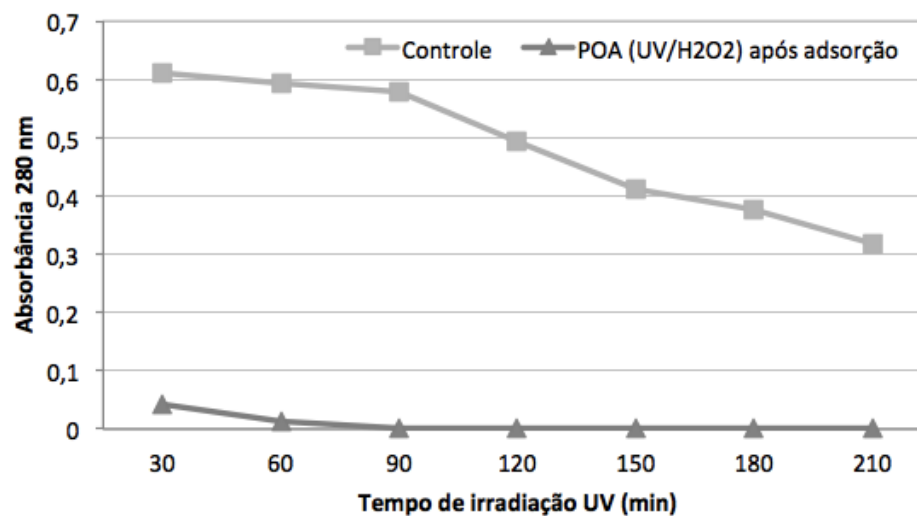
Tabela 2 – Eficiência da remoção de cor do efluente nas amostras após adsorção e processo oxidativo avançado (POA) em comparação com o controle.

| Amostra | Tempo coleta (min) | % remoção de cor 280 nm | % remoção de cor 531 nm |
|--|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Efluente | 0 | - | - |
| Controle POA (UV/H ₂ O ₂) | 30 | -20,0 | 60,2 |
| | 60 | -16,6 | 77,3 |
| | 90 | -13,6 | 84,4 |
| | 120 | 2,9 | 93,1 |
| | 150 | 19,2 | 98,6 |
| | 180 | 25,8 | 99,4 |
| | 210 | 37,4 | 100 |
| Após adsorção POA (UV/H ₂ O ₂) | - | 91,9 | 95,0 |
| | 30 | 97,3 | 98,6 |
| | 90 | 100 | 99,5 |
| | 120 | 100 | 100 |

Os resultados da Tabela 2 mostram que a remoção dos compostos aromáticos, na absorvância de 280 nm, e a remoção da cor do efluente, na absorvância de 531 nm, foi de 91,9 % e 95 % respectivamente. Essa diferença ocasionou na redução do tempo de tratamento por tratamento POA (UV/H₂O₂) de 210 minutos, do tratamento controle, para 90 minutos no tratamento utilizando o adsorvente. Isto incrementou a eficiência do processo de tratamento do efluente têxtil, levando a uma economia de tempo do tratamento por POA (UV/H₂O₂) de 1,5 hora.

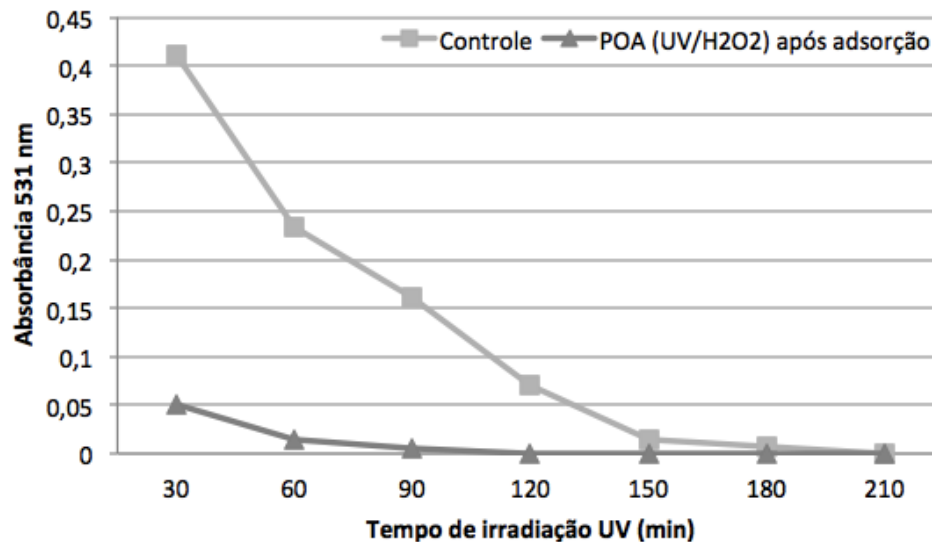
A redução da absorvância no comprimento de onda de 280 nm é um indício de que os compostos aromáticos podem haver sido removidos. No entanto, para uma avaliação conclusiva, estudos futuros devem ser conduzidos para caracterizar este efluente obtido após o tratamento estudado.

Figura 3 – Absorvâncias em 280 nm, indicando remoção dos compostos aromáticos, do tratamento de adsorção seguido de POA comparado com o tratamento controle.



Conforme observado na Figura 4, o tempo de remoção completa da cor do efluente tratado antes por adsorção foi de 120 min, ou seja, 1,5 hora a menos do que o controle, o que corrobora com os resultados de redução de absorvância dos compostos aromáticos, justificando ainda mais o uso do resíduo gerado no processo da indústria de alumínio como adsorvente têxtil ao tratamento prévio do efluente por POA (UV/H₂O₂).

Figura 4 – Absorbâncias em 531 nm, indicando remoção da cor, do tratamento de adsorção seguido de POA comparado com o tratamento controle.



6. Conclusão

A completa remoção de cor no processo oxidativo avançado, POA (UV/H₂O₂) foi obtida com o uso do adsorvente em 120 min e em 90 min, respectivamente. O adsorvente estudado reduziu em 1,5 hora do tempo necessário para a remoção completa da cor do efluente em relação ao tratamento controle, o que significa redução de custos do processo, além de melhorar a eficiência da remoção da cor do efluente. Concluiu-se que o adsorvente, gerado no processo de filtração de óleo usado na laminação de chapas da indústria de alumínio, aumentou a eficiência do tratamento de efluente têxtil por processo oxidativo avançado, POA (UV/H₂O₂).

7. Referências

BASTIAN, E.Y.O.; ROCCO, J.L.S. Guia técnico ambiental da indústria têxtil. São Paulo: Cetesb, Sinditêxtil, 2009. 85p.

BEZERRA, K. C. H.; COSTA, S. M.; COSTA, S. A. Degradação fotoquímica com H₂O₂/UV como alternativa de tratamento de efluentes têxteis tintos com corante reativo amarelo Drimaren CL-2R e reuso da água nos processos de tingimento. Química Têxtil, v. 120, p. 62-73, 2015.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Resolução nº 20 do CONAMA. Brasília, 1986.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

GÜYER G.T.; NADEEM, K.; DIZGE, N. Recycling of pad-batch washing textile wastewater through advanced oxidation processes and its reusability assessment for Turkish textile industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 139, p 488-494, 2016.

HOLKAR, C.R. et al. A Critical Review on Textile Wastewater Treatments: Possible Approaches *Journal of Environmental Management*, v, 182, p. 351-366. 2016.

SILVA, J. F. Avaliação do processo oxidativo avançado UV/H₂O₂ no pós-tratamento de efluentes industriais. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2015. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC. 2015.

SILVA, M. V. Desenvolvimento de tijolos com incorporação de cinzas de carvão e lodo provenientes de estação de tratamento de água. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DA SILVA, T. C. Avaliação dos resíduos argiloso proveniente da indústria do alumínio como adsorvente de corantes têxteis. 2008.

MENDES, C. Aplicação da biomassa *Saccharomyces cerevisiae* como agente adsorvente do corante Direct Orange 2GL e os possíveis mecanismos de interações adsorbato/adsorvente. *Revista Matéria*, v. 20, n. 4, p. 898-908, 2016.

NAGEL-HASSEMER, Maria Eliza et al . Processo UV/H₂O₂ como pós-tratamento para remoção de cor e polimento final em efluentes têxteis. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 900-904, 2012.

NAGEL-HASSEMER, M.E. Oxidação fotoquímica - UV/H₂O₂ – para degradação de poluentes em efluentes da indústria têxtil. 55 Florianópolis, SC, 2006. xiii, 162 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. 2006.

VASCONCELOS, F.B. Estudo comparativo das características ambientais das principais Fibras Têxteis. *Química Têxtil*, São Paulo, v. 93, n.1, p.30-40, 2008.

YU, H. et al. On-line sensor monitoring for chemical contaminant attenuation during UV/H₂O₂ advanced oxidation process. *Water Research*, v. 81, p. 250-260, 2015.

WORLDCEM TRADING CORPORATION. Solophenyl Red 3BL. 2017. Disponível em: <http://dyeschemical.com/solophenyl-red-3bl/> Acesso em: 12 de fevereiro 2017.

8. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pelo suporte financeiro no desenvolvimento desse trabalho e à empresa Huntsman Brasil Ltda., pelo envio da amostra de corante utilizada neste trabalho.