



AValiação DA EFICIÊNCIA DE UM NOVO AGENTE ADSORVENTE NA REDUÇÃO DA TURBIDEZ EM EFLUENTE SINTÉTICO TEXTIL

N. P. OLIVEIRA¹, C. M. CASTRO², H. A. M. S. ALI³, D. C. FERREIRA⁴

^{1,2,3} Instituto Federal, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba - Pós Graduação Lato Sensu – Saneamento Ambiental

⁴ Universidade Federal do Triângulo Mineiro - Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas

RESUMO - A indústria têxtil gera uma grande quantidade de efluentes com corantes, com composição extremamente heterogênea e de difícil tratamento. O uso do adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, obtido na reciclagem de PVC descartado, para o tratamento de efluentes sintéticos, é uma promissora opção para este fim. Principalmente, ao se considerar as propriedades adsorptivas desta resina catiônica mesoporosa. Além disso, a proposta deste estudo contribui também, na redução de rejeitos que se acumulam em aterros, por utilizar um material obtido através de um processo de reciclagem. Diante disto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, no tratamento do efluente sintético, obtido através do da diluição do amarelo disperso 3 na concentração de 25 mg/L, com 30% de corante. Analisou-se os parâmetros de remoção, avaliando-se a turbidez e pH do efluente. Para os melhores resultados, a massa de adsorvente utilizada foi de 48,2mg em 500 mL de efluente com pH inicial de 7, obtendo uma redução na turbidez em torno 43,71%. De acordo com os resultados, o adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado demonstrou como uma promissora alternativa no tratamento do efluente sintéticos da indústria têxtil, principalmente pelo fato de não conter metais em sua composição e evitando o uso de coagulantes químicos que geram maior quantidade de lodo contendo poluentes que necessitam de tratamento adequado a sua destinação final.

ABSTRACT - The textile industry generates a large amount of dyed effluents, with extremely heterogeneous composition and difficult to treat. The use of dehydrochloride and sulfonated polyvinyl chloride adsorbent, obtained in the recycling of discarded PVC, for the treatment of synthetic effluents, is a promising option for this purpose. Especially when considering the adsorptive properties of this mesoporous cationic resin. In addition, the proposal of this study also contributes to the reduction of waste that accumulates in landfills by using a material obtained through a recycling process. Therefore, this work aimed to evaluate the performance of dehydrochloride and sulfonated polyvinyl chloride adsorbent in the treatment of synthetic effluent, obtained by diluting dispersed yellow 3 at a concentration of 25 mg / L with 30% dye. The removal parameters were analyzed by evaluating the effluent turbidity and pH. For best results, the adsorbent mass used was 48.2mg in 500 mL of effluent with initial pH of 7, obtaining a reduction in turbidity



around 43.71%. According to the results, the dehydrochloride and sulfonated polyvinyl chloride adsorbent demonstrated as a promising alternative in the treatment of the textile industry wastewater, mainly due to the fact that it does not contain metals in its composition and avoiding the use of chemical coagulants that generate larger amount of sludge containing pollutants treatment appropriate to its final destination.

PALAVRAS CHAVE: amarelo disperso 3, adsorvente, coagulante químico.

1. INTRODUÇÃO

Diante do aumento do uso de corantes pela indústria têxtil, geram efluentes, destaca-se devido seus efeitos nas bacias hídricas. A contaminação gerada por este tipo de efluente, causam um relevante impacto ambiental. As grandes concentrações de corante amarelo disperso 3, são extremamente tóxico causando problemas como, câncer, mutações, alergias e irritações na pele afetando diretamente as pessoas, além de promover considerável desequilíbrio nos sistemas ecológicos naturais (Ali, 2017). Por utilizar grandes volumes de água, o setor têxtil é um grande gerador de efluentes. Atualmente, este setor, busca adequar-se às exigências legais destinadas a proteger o ambiente, por meio de ações modificadoras do processo, oferecendo redução da geração de efluentes na fonte, desenvolvimento de tecnologias para tratamento externo, recuperação e reaproveitamento de efluentes. (Fonseca, 2003). A indústria têxtil, utiliza processos para o tratamento de efluentes, determinados por lei. Os principais processos compreendem a coagulação, a floculação, a adsorção e a remoção biológica. Nestes processos, são utilizados vários agentes químicos, como sais de alumínio e ferro, coagulantes mais utilizados (Macedo, Lima, Filho, 2019). Dentre estes tratamentos, a adsorção demonstra atrativa, por não necessitar de aditivos extras, reduzir o volume do efluente pelo adsorvente e ter a possibilidade se ser recuperado para reutilização. (Ali, 2017)

Portanto o trabalho apresentado tem por objetivo, avaliar a eficiência de um novo material adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, no tratamento do efluente simulado com o corante amarelo disperso 3, comum na indústria têxtil, por meio da determinação de melhores condições experimentais considerando-se como variáveis: o tempo de agitação, pH da solução e massa do adsorvente, tomando-se como parâmetro de eficiência a turbidez do efluente.

2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO POLICLORETO DE VINILA DESIDROCLORADO E SULFONADO

A Atualmente, o PVC é um dos plásticos mais amplamente produzidos, encontra muitas aplicações industriais, entre os maiores: tubos de PVC, tubos, acessórios, perfis plásticos de PVC, cabos, etc. A Ásia-Pacífico continua a ser a maior região produtora com mais de metade do total global, seguida pela América do Norte e Europa. Os 5 principais países produtores de cloreto de polivinilo estão a China, os EUA, a Alemanha, o Japão e a França. Mais de 65% da demanda mundial de PVC vem da Ásia-Pacífico e a região manterá esta posição, bem como as maiores taxas de crescimento; China e Índia serão responsáveis pela maior parte do crescimento e a indústria da construção continuará a ser a força motriz do mercado mundial de PVC (Ali, 2017).



No Brasil, o PVC é bastante utilizada na construção civil, como tubos e conexões, perfilados, instalações elétricas, divisórias etc. Nesta perspectiva, o material, apesar de ter uma boa vida útil, acaba por ser descartado previamente e conseqüentemente acumula-se em nos aterros sanitários. O adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado obtido neste trabalho, foi produzido a partir de tubos e conexões descartados provenientes da construção civil (Ali, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COLETA E CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

Foram preparados efluentes sintéticos com o corante amarelo disperso 3 à 25 mg/L. Para caracterização do efluente, antes e após o tratamento foram determinados os monitoriamnetos por turbidímetro de bancada da marca AAKER, modelo TB-1000; pH metro de bancada da marca Ms Tecnon Instrumentação, modelo MPA-210.

3.2 O ADSORVENTE

O adsorvente Policloreto de vinila sulfonado, foi utilizado na sua forma de pó e fornecido pelo Instituto Federal do Triangulo Mineiro Campus Uberaba-IFTM. A produção deste material utilizou-se a metodologia de Ali e colaboradores, 2017. Para a etapa inicial, o PVC e o Polietileno Glicol-400 foram dissolvidos em Tetraidro furano em uma proporção m/m de 1:2:20, respectivamente. O sistema foi mantido a 30°C, sob agitação, até que todo o PVC estivesse solubilizado. Em seguida, sob o sistema, adicionou-se a solução de KOH na proporção 1:1 (m/m) (PVC/KOH). Esta etapa teve a duração de 45 minutos, contados a partir da adição da solução KOH ao sistema. Ao final deste período de desidrocloração, o material foi lavado abundantemente com água deionizada até que o filtrado se apresentasse totalmente clarificado, o qual usa a identificação de poli(cloreto de vinila) desidroclorado (PVCD). O intermediário PVCD foi tratado com ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado por um período de 24 horas. A proporção para esta etapa de PVC em relação ao H₂SO₄ foi de 1:20 (m/m). Ao final deste estágio, o produto obtido foi lavado com água destilada até que o filtrado atingisse pH ≈ 5 e seco na estufa a 60°C. À este material foi atribuído, como forma de identificação, policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado.

3.3 EXPERIMENTOS DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO

Os ensaios de coagulação e floculação foram feitos no aparelho Jair Tast simples, de marca Milan Modelo JT 101/6 de três provas reguladoras de rotação das hastes misturadoras. Foram utilizados béqueres com 500 mL efluente sintético e em cada um desses, foram adicionadas quantidades pré-determinadas do adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado. A velocidade utilizada no aparelho Jair Tast, para propiciar a mistura rápida foi fixada em 120 rpm e a velocidade utilizada para a mistura lenta foi de 60 rpm. As massas adicionadas do policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado e a variação do tempo de mistura rápida, floculação e sedimentação conforme a tabela de planejamento experimental.



Tabela 1: Matriz experimental com os valores reais e codificados (- α , -1, 0, +1, + α)

Experimentos	pH	Tempo (min)	Massa de adsorvente (mg)/500 mL de efluente
1	7,0 (0)	8,0 (0)	25,0 (0)
2	8,0(+1)	2,0 (-1)	5,0 (-1)
3	6,0 (-1)	14,0 (+1)	5,0 (-1)
4	6,0 (-1)	2,0 (-1)	45,0 (+1)
5	8,0 (+1)	14,0 (+1)	5,0 (-1)
6	8,0 (+1)	2,0 (-1)	45,0 (+1)
7	6,0 (-1)	14,0 (+1)	45,0 (+1)
8	7,0(0)	8,0 (0)	25,0 (0)
9	8,2 (+ α)	8,0 (0)	25,0 (0)
10	5,8 (- α)	8,0 (0)	25,0 (0)
11	7,0 (0)	15,0 (+ α)	25,0 (0)
12	7,0 (0)	1,0 (- α)	25,0 (0)
13	7,0 (0)	8,0 (0)	48,2 (+ α)
14	7,0 (0)	20 (0)	1,8 (- α)
15	7,0 (0)	8,0 (0)	25,0 (0)
16	8,0 (+1)	14,0 (+1)	45,0 (+1)
17	6,0 (-1)	2,0 (-1)	10 (-1)

Fonte: autor

Após cada ensaio coletou-se o sobrenadante da amostra de cada béquer e realizaram-se as análises de turbidez e pH e foi verificado em um programa estatístico qual seria a melhor concentração, pH e dosagem para se tratar o efluente sintético em estudo.

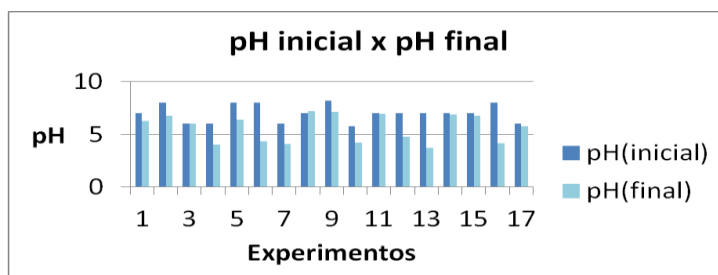
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O adsorvente foi testado policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, sendo que



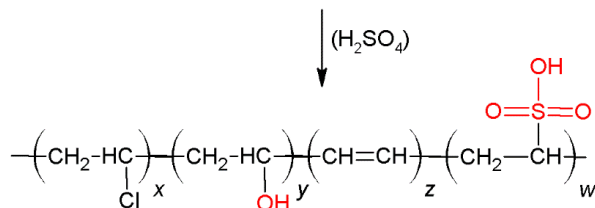
inicialmente o parâmetro escolhido para avaliação da eficiência foi o percentual de pH. Observa-se, na Figura 1, que após a adição do adsorvente o pH inicialmente básico, torna-se ácido. Isto provavelmente ocorre na presença, dentre outros, ao grupo sulfonado na superfície do adsorvente. Este resultado corrobora com os resultados obtidos por Ali e colaboradores em 2017, para o adsorvente que mesmo não sendo solúvel em nenhum solvente polar ou apolar, altera o pH do meio para ácido considerando os grupamentos superficiais da estrutura Figura 2.

Figura 1: Variação do pH após a adição do adsorvente



Fonte: autor

Figura 2: Proposta estrutural da resina PVCDS



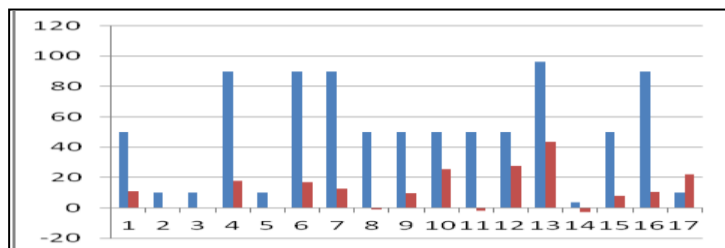
Fonte: (Ali e colaboradores, 2017) – adaptado

A Figura 3 representa o melhor percentual na remoção da turbidez do efluente após o tratamento com o adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, foi possível observar que os experimentos 10, 12 e 13 apresentaram respostas bastante satisfatória. Obtiveram respectivamente, uma redução na turbidez de 25,65%, 27,8% e 47,7%. Quanto maior for a quantidade de adsorvente e quanto maior a agitação, maior a redução da turbidez.

Nos experimentos 2, 3 e 5 foi possível observar que não houve remoção da turbidez, devido a ele mesmo aumentar a sua turbidez. Acredita-se que, devido a presença de surfactante no amarelo disperso 3, ocorre uma competição no processo de adsorção. Isto promove uma redução na eficiência da ação do adsorvente, para a redução da turbidez.



Figura 3: dosagem do adsorvente em mg, pela redução da turbidez em porcentagem (barras azuis: dosagem – mg por litro de efluente; barras marrons: remoção da turbidez - %)



Fonte: autor

De acordo com as variáveis que utilizadas o programa estatístico, demonstrou como melhor condição para redução da turbidez do efluente sintético as condições otimizadas apresentadas na Tabela 3, para o estudo até o momento de 500 mL de efluente.

Tabela 3: valores otimizados para as variáveis de estudo

Variáveis	Ponto crítico (otimizado)
pH	7,20
Tempo	3,50 minutos
Adsorvente	41,31 mg

Fonte: autor

5. CONCLUSÃO

A conclusão deste trabalho é que para o tratamento de efluente sintético corante amarelo disperso 3, o adsorvente adsorvente policloreto de vinila desidroclorado e sulfonado, mostrou-se como uma boa alternativa por apresentar taxas de remoção satisfatória dentro dos parâmetros estudados. Estudos futuros serão realizados no sistema sem o dispersante, como forma de comparação e entendimento das interações entre o adsorvente e o adsorvato. No entanto, o uso desta resina, representa um avanço importante na tecnologia ambiental sustentável, por ser um material proveniente de um processo de reciclagem e por ser passível de ser recuperado e reutilizado.

6. REFERÊNCIAS

ALI, Helena Maria de Almeida Mattos Martins dos Santos. **O uso de poli(cloreto de vinila) quimicamente modificado para a adsorção de corantes básicos**. 2017. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Química, Ufu, Uberlândia, 2017.



ALI, Helena et al. **Chemically Modified Polyvinyl Chloride for Removal of Thionine Dye (Lauth's Violet)**. *Materials*, [s.l.], v. 10, n. 11, p.1298-1320, 12 nov. 2017. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/ma10111298>.

FONSECA, J. A. V. M. et al., **Tratamento de Efluentes Líquidos de Indústria de Papel e Celulose**. In: **III Fórum de Estudos Contábeis**, Faculdades Integradas Claretianas, Rio Claro, 2003.

MACEDO, K. R.; LIMA, C. K. M.; FILHO, L. F. S. **Métodos de Tratamento de Efluentes Gerados pela Indústria Têxtil : Uma revisão bibliográfica**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, p.12, Mar 2019.