

# **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO COAGULANTE POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC) NA REMOÇÃO DA COR, TURBIDEZ E DQO DE EFLUENTE DE LAVANDERIA TEXTIL.**

A. P. C. SOUZA<sup>1</sup>; E. A. M. SOUZA<sup>1</sup>; N. C. PEREIRA<sup>2</sup>

<sup>11</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Civil

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: [paulacsouza@uol.com.br](mailto:paulacsouza@uol.com.br)

**RESUMO** – O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência de remoção do coagulante PAC nos processos de tratamento de água de uma lavanderia industrial, considerando os parâmetros de remoção de cor, turbidez e DQO e comparar os resultados com o do coagulante sulfato de alumínio utilizado pela lavanderia. Os ensaios foram realizados em equipamento de bancada *Jar-Test*. Os tempos de mistura foram: rápida de 5 minutos, lenta de 30 minutos e de sedimentação de 30 minutos. As velocidades de misturas mantiveram-se em 95 rpm (TMR) e 35 rpm (TML). As dosagens de PAC analisadas foram de 80; 90; 100; 110; 120; 130 mg/L, para os três parâmetros estudados. A dosagem de 0,20 ml/L foi considerada pelo Teste de Tukey, como concentração ótima, obtendo remoções de 90% de cor, 94,5% da turbidez e 55% da matéria orgânica do efluente. Para o sulfato de alumínio, o ponto ótimo a dosagem de 300 mg/L, com remoções de 56% de cor, 95% da turbidez e 39% da matéria orgânica do efluente.

## **1. INTRODUÇÃO (FONTE 14)**

A indústria têxtil é uma das maiores consumidoras de água, variando entre 120 a 180 litros por metro de tecido acabado. A água na indústria têxtil serve como meio de transporte para os produtos químicos adicionados aos processos, como também na remoção de excesso dos produtos indesejáveis impregnados no fio ou tecido (SILVA FILHO, 1994).

Os efluentes gerados pela indústria têxtil apresentam composição extremamente heterogênea e uma grande quantidade de material tóxico e recalcitrante, o que torna seu tratamento mais difícil. Apresenta também uma forte coloração, uma grande quantidade de sólidos suspensos, pH altamente flutuante, temperatura elevada, grandes concentrações de DQO, considerável quantidade de metais pesados (ex. Cr, Ni ou Cu), compostos orgânicos clorados e surfactantes (CISNEROS; ESPINOZA e LITTER; 2002).

O estudo de novas alternativas capazes de minimizar o volume empregado de água nos processos industriais e/ou propiciar seu reuso, bem como, reduzir sua toxicidade é uma das principais

armas de combate à contaminação ambiental (SAUER, 2002). Atualmente, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de reciclar água e produtos de alto valor agregado dos efluentes têxteis, pela aplicação de processos que permitam separar a matéria poluente da água. Dentre as várias técnicas investigadas podem-se citar os processos de eletrocoagulação e a utilização de polímeros naturais.

Deste contexto o objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência de remoção do coagulante PAC nos processos de tratamento de água de uma lavanderia industrial, considerando os parâmetros de remoção de cor, turbidez e DQO e comparar os resultados com o do coagulante sulfato de alumínio utilizado pela lavanderia.

## **1.1. MATERIAIS E MÉTODOS**

O efluente estudado provém de uma lavanderia industrial de Jeans localizada no município de Campo Mourão, noroeste do estado do Paraná. Após a coleta o efluente foi caracterizado e em seguida refrigerado a 4°C com a finalidade de manter suas características físico-químicas ao longo dos experimentos.

A caracterização foi feita em relação a sua coloração específica (PtCo APHA e Absorbância), pH, turbidez, sólidos, demanda química de oxigênio (DQO) e demanda biológica de oxigênio (DBO), seguindo a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995),.

Os experimentos de coagulação/floculação foram realizados em equipamento jar-test simples, Milan – Modelo JT 101/6, com regulador de rotação das hastes misturadoras, em temperatura ambiente. Para a realização do experimento de coagulação foi empregada a metodologia descrita por COUTO JR (2011).

O coagulante policloreto de alumínio (PAC) utilizado no experimento foi fornecido pela empresa CIMIL®, utilizado em sua forma comercial líquida. As concentrações estudadas para o PAC foram: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6 ml/L, adicionados em amostras de 500mL de efluente em béqueres de prova. Inicialmente foram adotados os tempos de misturas e sedimentação utilizadas por COUTO JR (2011), de 5 minutos para o tempo de mistura rápida (TMR), 30 minutos para o tempo de mistura lenta (TML) e sedimentação (SED) de 30 minutos.

Após o ensaio de coagulação/floculação as amostras foram mantidas em repouso por um período de 30 minutos (período de sedimentação) e posteriormente coletado o sobrenadante destas amostras sedimentadas e analisadas quanto a eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO pela comparação dos resultados com o efluente bruto.

A determinação dos parâmetros: DQO, cor, turbidez, sólidos totais (ST) e sólidos suspensos (SS), sólidos dissolvidos (SD), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos fixos (SSF) e sólidos suspensos voláteis (SSV), serão feitos em duplicatas aplicando os métodos estabelecidos no Standard

Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995), sendo reportado resultados com as unidades, mg O<sub>2</sub>/L PtCo-APHA, FAU, e mg/L, respectivamente.

Para comparação múltipla das médias de cor, turbidez e DQO das amostras de cada ensaio, foram aplicados o teste de Tukey HSD ao nível de 5 % de significância.

Como o coagulante utilizado na indústria é o sulfato de alumínio, foram comparados os resultados obtidos de eficiência de remoção do PAC e do sulfato de alumínio. Para isso foram realizados ensaios com este coagulante nas seguintes concentrações: 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800 e 900 mg/L, seguindo metodologia de COUTO JR (2011), encontrando o ponto ótimo de remoção deste coagulante através da comparação múltipla das médias de cor, turbidez e DQO das amostras de cada ensaio, aplicando o teste de Tukey HSD ao nível de 5 % de significância.

## 2. RESULTADOS

Para a caracterização do efluente bruto, tomou-se os parâmetros de DQO, DBO, Cor, Turbidez, Sólidos Totais e dissolvidos e metais (alumínio, ferro e zinco), ao longo dos meses de março a novembro do ano de 2013, os quais foram realizado os ensaios.

A heterogeneidade do efluente bruto fica evidenciada na tabela 1, onde se observa a variação da cor, turbidez e pH ao longo do período de coleta. Verifica-se ainda que a variação do parâmetro cor é a característica mais notória no efluente, isso decorre do fato da variação na coloração do jeans empregado no processo de lavagem e da variação da quantidade de material lavado durante as coletas.

Tabela 1 – Parâmetros referentes à cor, turbidez e pH do efluente bruto no período de coleta.

| Coleta | Cor ( PtCo APHA) | Turbidez (FAU) | Ph   |
|--------|------------------|----------------|------|
| 1      | 660              | 230            | 6,04 |
| 2      | 1632             | 463            | 5,81 |
| 3      | 445              | 71             | 3,30 |
| 4      | 1000             | 144            | 3,62 |
| 5      | 1098             | 80             | 8,31 |
| 6      | 962              | 223            | 6,75 |
| 7      | 638              | 147            | 6,79 |
| 8      | 12320            | 4278           | 5,49 |
| 9      | 1000             | 84,8           | 7,81 |
| 10     | 2100             | 294            | 7,41 |

Baseado nos parâmetros de cor, turbidez e DQO, foi determinado a concentração ótima dos coagulantes PAC, tanino e sulfato de alumínio, para o tratamento do efluente real em questão. A

figura 1 representa as porcentagens de remoção para cada concentração empregada do coagulante PAC, para os tempos TMR-5minutos, TML-30minutos e SED-30minutos.

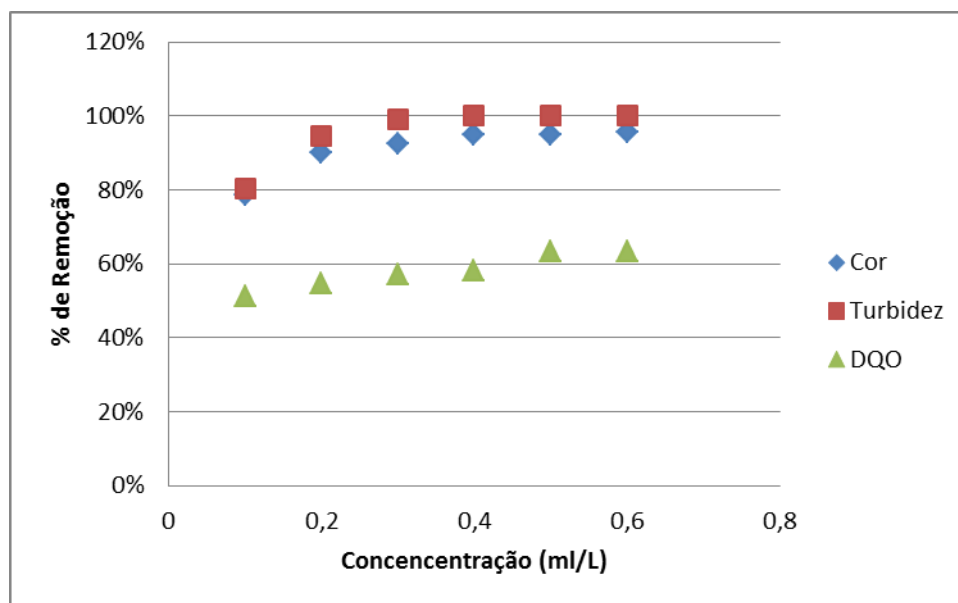


Figura 1: Porcentagens de remoção de cor, turbidez e DQO utilizando o coagulante PAC.

A Tabela 2 apresenta as porcentagens de remoção de cor, turbidez e DQO de acordo com cada ensaio.

Tabela 2 – Parâmetros referentes a remoção de cor, turbidez e DQO utilizando o coagulante PAC.

| Dosagem<br>(mg/L) | % de Remoção       |                    |                  |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|                   | Cor                | Turbidez           | DQO              |
| 0,1               | 78,5% <sup>b</sup> | 80,5% <sup>b</sup> | 51% <sup>a</sup> |
| 0,2               | 90% <sup>a</sup>   | 94,5% <sup>a</sup> | 55% <sup>a</sup> |
| 0,3               | 92,5% <sup>a</sup> | 99% <sup>a</sup>   | 57% <sup>a</sup> |
| 0,4               | 95% <sup>a</sup>   | 100% <sup>a</sup>  | 58% <sup>a</sup> |
| 0,5               | 95% <sup>a</sup>   | 100% <sup>a</sup>  | 63% <sup>a</sup> |
| 0,6               | 95,5% <sup>a</sup> | 100% <sup>a</sup>  | 63% <sup>a</sup> |

De acordo com o Teste de Tukey, os ensaios que apresentam a mesma letra sobrescrita, referente aos parâmetros investigados, não diferem significativamente. Na Tabela 2, observa-se que

ao nível de significância de 5%, não existem diferenças significativas entre as dosagens 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 e 0,60 ml/L, para os três parâmetros estudados. Portanto, na dosagem a 0,20 ml/L consideramos o ponto ótimo do coagulante PAC, e para esta concentração obtivemos remoções de 90% de cor, 94,5% da turbidez e 55% da matéria orgânica do efluente.

A figura 2 representa as porcentagens de remoção para cada concentração empregada do coagulante Sulfato de Alumínio para os mesmos tempos: TMR-5minutos, TML-30minutos e SED-30minutos.

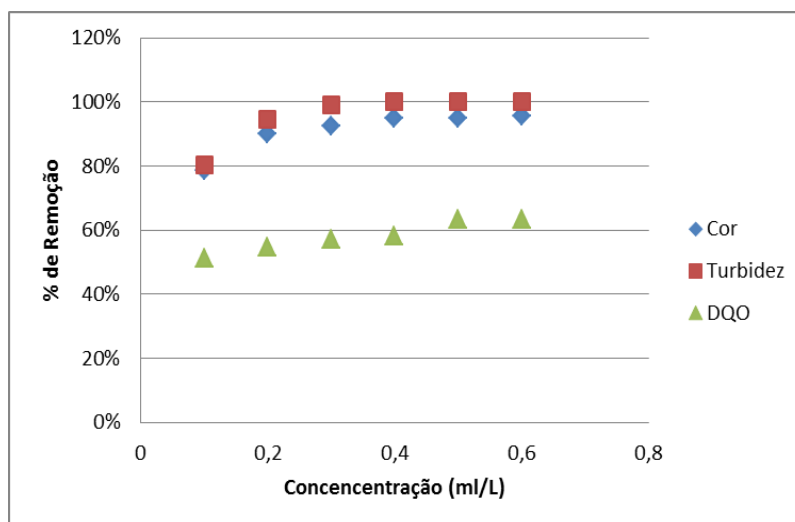


Figura 2: Porcentagens de remoção de cor, turbidez e DQO utilizando o coagulante sulfato de alumínio.

Como de acordo com o Teste de Tukey, os ensaios que apresentam a mesma letra sobrescrita, referente aos parâmetros investigados, não diferem significativamente. Na Tabela 3, observa-se que ao nível de significância de 5%, não existem diferenças significativas entre as dosagens 300; 400; 500; 600; 700; 800 e 900 mg/L, para os três parâmetros estudados. Portanto, na dosagem a 300 mg/L é considerada como o ponto ótimo do coagulante Sulfato de Alumínio, e para esta concentração obtivemos remoções de 56% de cor, 95% da turbidez e 39% da matéria orgânica do efluente.

Tabela 3 – Parâmetros referentes a remoção de cor, turbidez e DQO utilizando o coagulante Sulfato de Alumínio.

| Dosagem<br>(mg/L) | % de Remoção        |                     |                     |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                   | Cor                 | Turbidez            | DQO                 |
| 200               | 53% <sup>b</sup>    | 94% <sup>ab</sup>   | 28% <sup>b</sup>    |
| 300               | 56% <sup>ab</sup>   | 95% <sup>ab</sup>   | 39% <sup>ab</sup>   |
| 400               | 57,5% <sup>ab</sup> | 95,5% <sup>ab</sup> | 40% <sup>ab</sup>   |
| 500               | 60,5% <sup>a</sup>  | 96,5% <sup>b</sup>  | 38,5% <sup>ab</sup> |

|     |                    |                     |                    |
|-----|--------------------|---------------------|--------------------|
| 600 | 60,5% <sup>a</sup> | 96% <sup>ab</sup>   | 45,5% <sup>a</sup> |
| 700 | 60,5% <sup>a</sup> | 95% <sup>ab</sup>   | 44% <sup>a</sup>   |
| 800 | 61,5% <sup>a</sup> | 93,5% <sup>ab</sup> | 44% <sup>a</sup>   |
| 900 | 55% <sup>ab</sup>  | 93% <sup>a</sup>    | 45% <sup>a</sup>   |

A comparação do estudo dos dois coagulantes no ponto ótimo, e com os mesmos tempos: TMR-5 minutos, TML-30 minutos e SED-30 minutos, podem ser observados na Figura 3.

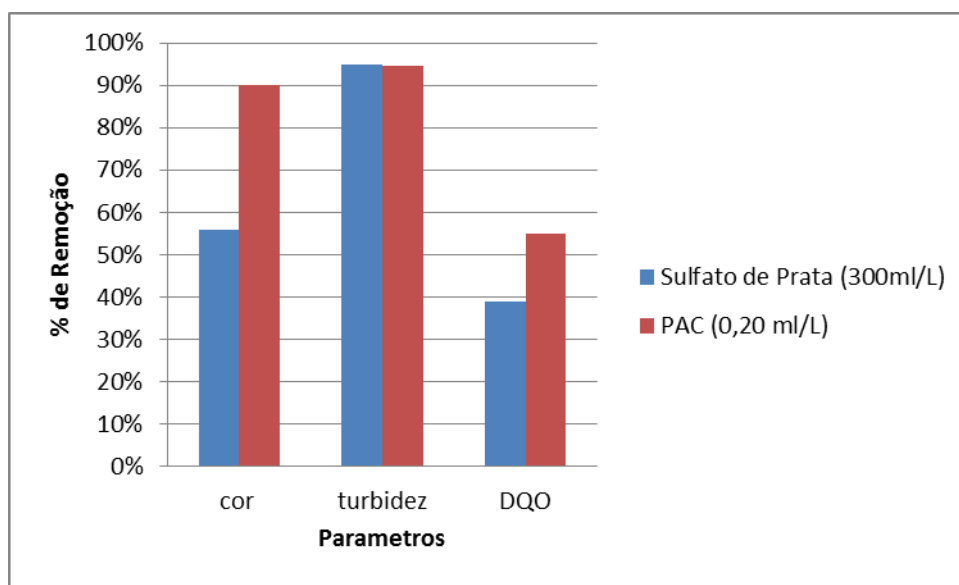


Figura 3: Comparação da redução dos parâmetros: cor, turbidez e DQO, do efluente têxtil utilizando os coagulantes PAC e sulfato de alumínio.

## 5. CONCLUSÃO.

Para o ponto ótimo do PAC, obtido na concentração de 0,20 ml/L, a remoção de cor foi o parâmetro que apresentou melhor eficiência de remoção comparado com o coagulante sulfato de alumínio utilizado pela empresa. Para esta concentração o PAC atinge 90% da remoção da cor em contrapartida com o coagulante sulfato de alumínio, que apresentou uma eficiência de remoção de 53% da cor do mesmo efluente, sob mesmas condições de tratamento. Este resultado é significativo visto que a indústria reutiliza a água, e a cor é um fator limitante neste reuso.

O parâmetro de turbidez não apresentou grande variação, tendo os dois coagulantes desempenho similar, Quanto a DQO o PAC também apresentou melhores resultados de eficiência de remoção.

Os estudos deverão seguir para análise de custo no uso dos dois coagulantes, verificando assim se há vantagem na substituição deste coagulante pela empresa estuda.

## **6. REFERÊNCIAS**

APHA/AWWA.; Standard Methods for the examination of water and wastewater. In: CLESCERI, L.S, GREENBREG, E.; EATON, A.D. (Ed). American public health association. 20 th ed. Washington, 1995.

CISNEROS, R. L.; ESPINOZA, A. G.; LITTER, M.I.; Chemosphere, 48, 393, 2002

COUTO JUNIOR, OSÓRIO M., Tratamento de efluentes da indústria textil por coagulação e floculação utilizando polímeros naturais. (2011). Dissertação (Mestrado), Universidade do Estado de Maringá. Maringá-PR.

MOZETO, A.A. e JARDIM, F.W. A Química Ambiental no Brasil. Química Nova, vol.25, Supl.2002.

SAUER, T. Degradação Fotocatalítica e Corante e Efluente Têxtil. Dissertação. p.5, Florianópolis, UFSC, 2002.

SILVA FILHO, M.N. Produtos químicos utilizados na indústria têxtil e a questão ecológica. Química têxtil, São Paulo : ABQCT, v.36, p. 11-16, 1994.