

## ANÁLISE, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO POR GRAVIDADE PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE PROVENIENTE DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

### **Isadora Alves Lovo Ismail<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Mestre e Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Docente e Pesquisadora dos cursos de Graduação em Engenharia Química e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### **Cristina Filomena Pereira Rosa Paschoalato<sup>(2)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade de Mogi das Cruzes. Mestre e Doutora em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC – USP). Pós-doutoranda em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP). Docente e Pesquisadora dos cursos de Graduação em Engenharia Química e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### **Maria Eduarda Gomes da Silva<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### **Marília Vasconcellos Agnesini<sup>(4)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre e Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Docente e Pesquisadora dos cursos de Graduação em Engenharia Química e Pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

### **Nicolas Gabriel Aziani da Silva<sup>(5)</sup>**

Graduando em Engenharia Química pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Costábile Romano, 2201 – Bloco D, Sala 06 – Ribeirânia – Ribeirão Preto – SP – CEP: 14096-900 – Brasil – Tel: +55 (16) 3603-6784 – e-mail: [eng.isadoralovo@gmail.com](mailto:eng.isadoralovo@gmail.com).

## RESUMO

A indústria têxtil é considerada um dos mais importantes setores econômicos do país, oferecendo diferentes tipos de produtos. Uma de suas características é a utilização de processos que ocasionam a geração de altos volumes de efluentes com elevada carga poluidora, fazendo-se necessário um tratamento adequado antes do lançamento em corpos d'água, evitando-se, dessa forma, a poluição hídrica e possíveis danos à saúde humana e ao meio ambiente. A partir dessa problemática, o presente trabalho analisou e caracterizou o efluente gerado por uma indústria têxtil, especificamente de jeans, localizada em uma cidade no interior do estado de São Paulo, e avaliou a técnica de adensamento por gravidade para tratamento desse efluente. O efluente proveniente da indústria têxtil em questão (fábrica de jeans) apresentou coloração fortemente azulada, com valores elevados para cor, sólidos e carbono orgânico total, bem como caráter ácido. Para o tratamento adequado desse efluente com a técnica de adensamento por gravidade, é necessário previamente ajustar o pH (pH de coagulação) e adicionar um coagulante, como o sulfato de alumínio. Foi possível a remoção de 88% da turbidez, 78% da cor aparente, 86% da cor verdadeira e 79% do carbono orgânico total utilizando-se a técnica de adensamento por gravidade juntamente com a adição de polímeros. Para o presente trabalho, o polímero natural Tanfloc com dosagem de 10 mg/L se destacou para os parâmetros escolhidos. Ressalta-se que outras técnicas de tratamento, como a centrifugação, também podem ser avaliadas para o tratamento desse tipo de efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria Têxtil, Efluente, Caracterização, Tratamento, Adensamento por Gravidade.

## INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma das maiores e mais antigas do mundo, sendo considerada um dos mais importantes setores econômicos do país, oferecendo tanto produtos relacionados com conforto quanto aqueles essenciais, como vestimentas. Caracteriza-se pela diversidade de processos utilizados e geração de altos volumes de efluentes com elevada carga poluidora. Para que esse efluente possa receber um tratamento adequado é necessário conhecer as suas propriedades físicas e químicas, bem como identificar quais agentes poluentes fazem parte de sua composição (BELTRAME, 2000; TONIOLLO *et al.*, 2015).

Os impactos gerados percorrem toda a cadeia produtiva têxtil, desde o plantio do algodão até a confecção da peça, além daqueles derivados da comercialização. Nas etapas de produção têxtil, o algodão usado normalmente é tingido com corantes que tem em sua composição diversos elementos como ácidos, sólidos solúveis e compostos tóxicos, os quais podem contaminar os recursos hídricos. A Figura 1 exemplifica um efluente proveniente de uma indústria têxtil (TONIOLLO *et al.*, 2015).



**Figura 1: Efluente de indústria têxtil com corante.**  
**Fonte: Foxwater, 2022.**

Ademais, a indústria têxtil consome um volume gigantesco de água nos processos de beneficiamento e acabamento. Segundo a Fundação Ellen Macarthur (2022), todos os anos, a indústria têxtil consome 93 trilhões de litros de água, o que significa 4% da captação mundial de água doce anual.

No processo das indústrias têxteis estão presentes etapas, como o beneficiamento têxtil, com alta geração de efluentes e elevada quantidade de carga poluidora. As etapas de maior consumo de água são a tinturaria, com cerca de metade de toda a água do setor, e o pré-tratamento, consumindo 41% do total de água. Esse elevado consumo de água causa impactos ambientais significativos, em termos de demanda de água limpa e geração de efluentes, além do alto consumo energético (Beal *apud* Tundisi *et al*, 2014, p. 6).

Sendo assim, o tratamento adequado dos efluentes gerados é um dos maiores problemas da indústria têxtil, uma vez que os processos de produção são variados e a carga poluente bastante diversificada. Tais efluentes, se não tratados adequadamente antes de serem lançados em corpos d'água, são capazes de ocasionar problemas ambientais e riscos à saúde humana e animal.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do trabalho foi analisar e caracterizar o efluente gerado por uma indústria têxtil, especificamente de jeans, localizada em uma cidade no interior do estado de São Paulo, e avaliar a técnica de adensamento por gravidade para tratamento desse efluente.

## **METODOLOGIA**

Para realização do trabalho, foi utilizado o efluente de uma indústria têxtil, especificamente uma fábrica de jeans, localizada em uma cidade da região de Ribeirão Preto – SP.

Coletaram-se, aproximadamente, 50 L desse efluente em bombonas plásticas.

O efluente bruto foi encaminhado para o laboratório da instituição de ensino, onde realizou-se sua caracterização físico-química.

Os equipamentos utilizados para realização da caracterização físico-química estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Equipamentos utilizados na pesquisa.**

EQUIPAMENTOS	FINALIDADE
Analizador de Carbono Orgânico Total TOC-L – marca SHIMADZU	Análise de carbono orgânico total
Balança Eletrônica – marca Gehaka	Pesagem
Cor Teste – marca AKSO	Leitura de cor
Espectrofotômetro de absorção atômica, modelo AA – Analyst 700 - marca Perkin Elmer	Análises de metais
pHmetro (potenciômetro), modelo 0400 hm - marca Quimis	Leitura de pH
Turbidímetro nefelométrico, modelo 2100P - marca Hach	Leitura da turbidez

Fonte: Autora, 2022.

Posteriormente, realizaram-se ensaios de coagulação e, em seguida, ensaios de adensamento por gravidade, conforme apresentados a seguir.

## COAGULAÇÃO

Para realização dos ensaios de adensamento por gravidade, previamente foram realizados testes para ajustes de pH com hidróxido de sódio 10% e dosagem ótima de coagulante sulfato de alumínio 10%. Posteriormente, foram realizadas séries de ensaios para avaliação e atendimento à legislação vigente, tais como adensamento por gravidade (sedimentação).

## ADENSAMENTO POR GRAVIDADE

Os ensaios de adensamento por gravidade foram conduzidos em uma coluna de sedimentação (proveta) devidamente graduada. Foram adicionados diferentes tipos e dosagens de condicionantes químicos (polímeros).

As soluções de polímeros utilizadas nos ensaios foram preparadas adicionando-se 1,0 g de produto concentrado em 1,0 litro de água, obtendo-se uma concentração de 1,0 g/L e agitando-se por 30 minutos até “abrir a cadeia”. O procedimento foi repetido para cada um dos polímeros utilizados no trabalho (Artfloc 20 e Tanfloc). As dosagens de polímeros utilizadas foram 5,0 e 10,0 mg/L.

O efluente foi condicionado na coluna de adensamento com o auxílio de um agitador manual, onde foi agitado e depois permaneceu em repouso para ocorrer a clarificação e o adensamento por 1 h.

Os parâmetros escolhidos para a avaliação do efeito das diferentes dosagens de polímero pré-estabelecidas foram:

- menor turbidez do líquido clarificado;
- menor cor do líquido clarificado;
- menor concentração de carbono orgânico total no líquido clarificado.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos na caracterização físico-química do efluente bruto proveniente da indústria têxtil estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados da caracterização físico-química do efluente bruto proveniente da indústria têxtil.**

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
pH	-	5,04
Turbidez	uT	181,7
Cor aparente	uH	1077
Cor verdadeira	uH	287
Condutividade elétrica	μs/cm	1855
Sólidos Totais (ST)	mg/L	1439
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/L	313
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	mg/L	1126
Carbono Orgânico Total	mg/L C	162,6
Ferro Total	mg/L Fe	1,02
Manganês Total	mg/L Mn	10,20
Cobre Total	mg/L Cu	0,16
Cálcio	mg/L Ca	11,90

Fonte: Autora, 2022.

#### NEUTRALIZAÇÃO E COAGULAÇÃO

Realizaram-se testes para ajustes de pH do efluente bruto proveniente da indústria têxtil com a adição de hidróxido de sódio 10%. O pH foi ajustado para, aproximadamente, 7,0, valor ideal para coagulação com sulfato de alumínio. De acordo com os ensaios realizados, a dosagem ótima de sulfato de alumínio 10% para o efluente analisado é de 0,1 g/L.

#### ADENSAMENTO POR GRAVIDADE

Os ensaios de adensamento por gravidade foram realizados de acordo com o descrito na metodologia. A Figura 2 apresenta fotos de ensaios de adensamento por gravidade.



**Figura 2: Ensaios de adensamento por gravidade em provetas com diferentes tipos de polímeros.**

Fonte: Autora, 2022.

Os resultados obtidos nos ensaios de adensamento por gravidade após 1 hora de sedimentação estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3: Características do sobrenadante (líquido clarificado) do efluente da indústria têxtil após 1 hora de sedimentação.**

PARÂMETRO	UNIDADE	1	2	3	4	5	6	7
Dosagem de Polímero	mg/L	-	-	-	10,0	5,0	10,0	5,0
Turbidez	uT	64,0	53,0	38,3	21,6	35,8	23,3	43,2
Cor aparente	uH	980	521	440	240	425	225	486
Cor verdadeira	uH	213	203	100	40	42	61	47
Carbono Orgânico Total	mg/L	76,71	48,33	39,91	34,57	37,96	37,79	47,51

1 - Efluente bruto

2 - Efluente bruto neutralizado com NaOH

3 - Efluente bruto neutralizado com NaOH com adição de 0,1 g/L Sulfato de Alumínio

4 - Efluente bruto neutralizado com NaOH com adição de 0,1 g/L Sulfato de Alumínio e 10 mg/L Polímero Tanfloc

5 - Efluente bruto neutralizado com NaOH com adição de 0,1 g/L Sulfato de Alumínio e 5 mg/L Polímero Tanfloc

6 - Efluente bruto neutralizado com NaOH com adição de 0,1 g/L Sulfato de Alumínio e 10 mg/L Polímero Artfloc 20

7 - Efluente bruto neutralizado com NaOH com adição de 0,1 g/L Sulfato de Alumínio e 5 mg/L Polímero Artfloc 20

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que o efluente possui um pH ácido e uma quantidade considerável de sólidos totais, ressalta-se, também, que o efluente possui um elevado valor de turbidez, sendo de extrema importância o seu tratamento.

Pela Figura 2, nota-se que o efluente possui uma coloração fortemente azulada devido à utilização de corantes pela indústria e que após 1 hora de sedimentação, uma determinada quantidade de sólidos foi removida do líquido, sendo depositada no fundo da proveta. No entanto, o líquido clarificado ainda permaneceu com uma coloração azulada.

Os dados da Tabela 3 mostram que, para o efluente analisado, o adensamento por gravidade juntamente com a adição de polímeros é eficiente para remoção de turbidez, cor e carbono orgânico total, destacando-se o polímero natural Tanfloc com dosagem de 10 mg/L.

## CONCLUSÕES

O efluente proveniente da indústria têxtil em questão (fábrica de jeans) apresenta coloração fortemente azulada, com valores elevados para cor, sólidos e carbono orgânico total, bem como caráter ácido.

Para o tratamento adequado desse efluente com a técnica de adensamento por gravidade, é necessário previamente ajustar o pH (pH de coagulação) e adicionar um coagulante, como o sulfato de alumínio.

Conforme os resultados apresentados, é possível a utilização do adensamento por gravidade juntamente com a adição de polímeros para remoção de turbidez, cor e carbono orgânico total. Neste caso, o polímero natural Tanfloc com dosagem de 10 mg/L se destacou para os parâmetros escolhidos.

Outras técnicas de tratamento, como a centrifugação, também podem ser avaliadas para o tratamento desse tipo de efluente proveniente de indústria têxtil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEAL, D. A.; FERREIRA, S. C.; RAUBER, D. Recursos Hídricos: uso de água na indústria - o caso de Dois Vizinhos no Paraná-PR. III Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas (III CONAPE). Francisco Beltrão, 2014.



2. BELTRAME, L. T. C. Caracterização de efluente têxtil e proposta de tratamento. Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Natal, RN, 2000.
3. Ellen Macarthur Foundation. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/>. Acesso em 20 de fev de 2023.
4. FOXWATER. Efluentes da indústria têxtil. Disponível em: <https://www.foxwater.com.br/225/efluentes-da-industria-textil>. Acesso em 09 de março de 2022.
5. TONIOLLO, M.; ZANCAN, N. P.; WUST, C. Indústria têxtil: sustentabilidade, impactos e minimização. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/V-029.pdf>.