

UTILIZAÇÃO DE COAGULANTES NATURAIS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE PROVENIENTE DE LAVAGEM DE JEANS

Ana Paula Ströher¹
Maraisa Lopes de Menezes¹
Nehemias Curvelo Pereira¹
Rosângela Bergamasco¹

Resumo – A indústria têxtil gera efluentes com composição extremamente heterogênea e de difícil tratamento. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho dos coagulantes naturais tanino e moringa no tratamento de efluentes de lavanderias têxteis, analisando os parâmetros nos experimentos em *Jar Test*: cor verdadeira, turbidez e a quantidade de matéria orgânica (DQO). As dosagens de coagulante e os tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação foram estabelecidos e variados a partir das concentrações utilizadas nas lavanderias, com o intuito de obter a opção mais viável do ponto de vista econômico, para posterior aplicação em escala real. Os resultados desse trabalho mostraram que para o coagulante tanino, a melhor concentração de coagulante foi 100 mg/L e tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação correspondentes a 2, 20 e 20 minutos respectivamente. Nessas condições foi possível remover 95,2% de cor, 98,4% de turbidez e 60,5% de matéria orgânica. Para a moringa a melhor concentração foi de 1600 mg/L e tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação correspondentes à 5, 30 e 30 minutos, respectivamente. Neste caso, as remoções de cor e turbidez foram 73,5% e 78,6% respectivamente. Para a DQO houve aumento deste parâmetro em 12,4% devido à matéria orgânica presente nas sementes. Os coagulantes naturais se mostraram uma boa opção alternativa no tratamento de efluentes têxteis, principalmente pelo fato de não conterem metais em sua composição. Embora a moringa tenha apresentado aumento de matéria orgânica no efluente, os demais parâmetros foram reduzidos satisfatoriamente para os dois coagulantes em estudo.

Palavras-chave: Efluente têxtil, coagulantes naturais, moringa, tanino.

Abstract – The textile industry generates effluent composition with extremely heterogeneous and difficult to treat. Therefore, this study aimed to evaluate the performance of natural coagulants tannin and moringa to treat textile effluents laundries, analyzing the parameters in the experiments in *Jar Test*: true color, turbidity and amount of organic matter (COD). Coagulant dosages and times of rapid mixing, slow and sedimentation were established and varied from the concentrations used in laundries, in order to obtain the most viable option economically for subsequent full-scale application. The results of this study showed that tannin to the coagulant, the coagulant was the best concentration of 100 mg / l and mixing times fast and slow sedimentation corresponding to 2, 20 and 20 minutes respectively. Under these conditions it was possible to remove 95.2% of color, turbidity 98.4% and 60.5% organic matter. To the best moringa concentration was 1600 mg / l and mixing times fast and slow sedimentation corresponding to 5, 30 and 30 minutes, respectively. In this case, removal of color and turbidity were 73.5% and 78.6% respectively. For COD this parameter increased by 12.4% due to organic matter present in the seeds. The natural coagulants proved a good alternative option in the treatment of textile effluents, mainly because they do not contain metals in its composition. While moringa has shown increasing organic matter in the effluent, the other parameters were reduced satisfactorily for both coagulants studied.

Keywords: Textile effluent, natural coagulants, moringa, tannin.

¹ Universidade Estadual de Maringá

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, seja por condições climáticas e/ou principalmente pela poluição das águas superficiais e subterrâneas. Surge, então, a necessidade de implementação de sistemas que visem reciclar esses efluentes, preservando ao máximo o meio-ambiente (Brito, 1999).

As indústrias de tinta, têxteis, de papel e plástico usam corantes para tingir seus produtos consumindo em seu processo um volume substancial de água. Como resultado, é gerada uma quantidade considerável de água residuária colorida, resultante do principal contaminante a ser identificado na água e ainda a presença de pequenas quantidades de corante que é altamente visível e indesejável (Crini, 2005).

A indústria têxtil é uma das maiores consumidoras de água, variando entre 120 a 180 litros por metro de tecido acabado. A água 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, 2000).

Grande parte dos materiais presentes em um efluente têxtil é responsável por sua contaminação, e não são possíveis de serem removidos pela simples separação física. Os processos físico-químicos aplicados com o objetivo de clarificar efluentes são baseados na desestabilização dos colóides por coagulação-floculação, e separação das fases por sedimentação ou flotação (Ghandi, 2005). Portanto, os despejos de lavanderias industriais normalmente são tratados por meio de processo físico-químico composto por coagulação/floculação/sedimentação. O uso de estações compactas que são empregadas para esta forma de tratamento é importante devido à localização da maioria das lavanderias em centros urbanos, onde há pouca disponibilidade de área (Braile e Cavalcanti, 1993).

Nos últimos vinte e cinco anos, a indústria nacional interessou-se não só pela ideia como efetivamente investiu na pesquisa e desenvolvimento de produtos floculantes orgânicos biodegradáveis de origem vegetal (Barradas, 2004).

O tanino é um coagulante vegetal efetivo em uma ampla faixa de pH. O seu uso elimina o uso de alcalinizantes (como soda ou cal), não acrescenta metais ao processo e proporciona uma redução no

volume de lodo a ser descartado. Ainda, devido à sua composição orgânica, pode ser biologicamente degradado ou eliminado termicamente (Silva, 2004). São considerados taninos, os compostos fenólicos que precipitam proteínas, e podem ser encontrados na forma de monômeros, oligômeros e até polímeros de elevado peso molecular (Tanac, 2008).

A Moringa, como é mais conhecida no Brasil, da espécie *Moringa oleifera* Lam, é uma planta originária da Índia, que já se espalhou por todo mundo, principalmente nos países tropicais. A sua propagação pode ser feita através de sementes, mudas ou estacas. É uma planta de múltiplos usos. Na alimentação humana em alguns países são aproveitadas: as folhas como verduras cruas, as vagens verdes como verduras cozidas e as sementes maduras podem ser torradas para fabricação de farinha. As sementes também produzem um excelente óleo que pode ser usado na alimentação e para fazer sabão e cosméticos (Gerdes, 1996). As sementes de moringa são uma alternativa viável de agente coagulante em substituição aos sais de alumínio, pois não alteram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento e não causam problemas de corrosão (Ndabigengere e Narasiah, 1998).

Alguns biopolímeros estão sendo investigados mais intensamente que outros, como é o caso da moringa e da quitosana (Moraes et al., 2005). Em geral os estudos são aplicados ao tratamento de águas para fins potáveis. Assim, há lacunas sobre o conhecimento acerca da aplicação de biopolímeros, em especial os de origem vegetal, no tratamento de diferentes águas residuárias industriais (Da Silva, 2001).

Sendo assim, este trabalho visa contribuir com dados para minimização dos problemas ambientais citados anteriormente, utilizando os coagulantes naturais tanino e moringa no tratamento de efluente têxtil. Esses coagulantes são opções alternativas que a princípio apresentam vantagens em relação aos coagulantes químicos utilizados atualmente: não apresentam metais em sua composição e são biodegradáveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. COLETA E CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

O efluente utilizado foi coletado no tanque de equalização de uma lavanderia industrial de jeans, localizada em Astorga-PR.

Após a coleta, o efluente foi caracterizado e armazenado em um refrigerador a 4°C.

Para caracterizar o efluente, foram determinados os parâmetros cor, turbidez e DQO (Demanda Química de Oxigênio) antes e após o tratamento proposto. As análises foram realizadas segundo procedimento recomendado pelo *Standard Methods* (APHA, 1995).

2.2. COAGULANTES

Para a preparação do coagulante moringa as sementes foram descascadas e secas por seis horas, à 70°C. Finalizada essa etapa, as sementes secas foram trituradas em moinho até formarem um pó fino.

O coagulante tanino foi utilizado na sua forma comercial em pó e foi fornecido pela empresa TANAC®.

2.3 EXPERIMENTOS DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO

Os ensaios de coagulação/floculação foram realizados em *Jar Test* simples, marca Milan, Modelo JT 101/6 de seis provas, com regulador de rotação das hastes misturadoras.

Foram utilizados béqueres contendo 500 mL de efluente bruto e em cada um desses, foram adicionadas quantidades pré-determinadas do coagulante tanino.

A velocidade utilizada no *Jar Test* para propiciar a mistura rápida foi fixada em 95 rpm e a velocidade utilizada para a mistura lenta foi 35 rpm. Esses valores foram baseados em valores já utilizados pela lavanderia industrial.

As concentrações adicionadas do coagulante moringa foram 1400 mg/L, 1600 mg/L, 1800 mg/L, 2000 mg/L, 2200 mg/L, 2400 mg/L e 2600 mg/L.

As concentrações adicionadas do coagulante tanino foram 80 mg/L, 90 mg/L, 100 mg/L,

110 mg/L, 120 mg/L, 130 mg/L, 140 mg/L e 150 mg/L.

Variou-se o tempo de mistura rápida, tempo de floculação e sedimentação para otimizar o processo, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Variação do tempo de mistura rápida, tempo de mistura lenta e sedimentação

Ensaio	Tempos de Mistura		
	Mistura Rápida (min)	Mistura Lenta (min)	Sedimentação (min)
1	5	20	20
2	5	20	30
3	5	30	20
4	5	30	30
5	2	20	20
6	2	20	30
7	2	30	20
8	2	30	30

Após cada ensaio coletou-se o sobrenadante da amostra de cada béquer e realizaram-se as análises de cor e turbidez, a fim de verificar a eficiência do tratamento em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO

A Tabela 2 mostra a caracterização do efluente bruto, apresentando os valores dos parâmetros em estudo.

Tabela 2 – Parâmetros referentes à caracterização do efluente bruto

Parâmetro	Valores
pH	6,89
Cor (units PtCo)	1400
Turbidez (FAU)	375
DQO (mg O ₂ /L)	491

De acordo com a Tabela 2, nota-se que o parâmetro cor é a característica mais notória do efluente têxtil. O problema da cor está associado aos corantes, principalmente àqueles solúveis em água.

3.2. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO ÓTIMA DE COAGULANTE

A Figura 1 apresenta as percentagens de remoção de cor e turbidez para o coagulante natural moringa. Como a utilização deste coagulante natural causou um aumento no parâmetro DQO, na Figura 2 encontra-se o acréscimo da matéria orgânica de acordo com cada concentração em estudo.

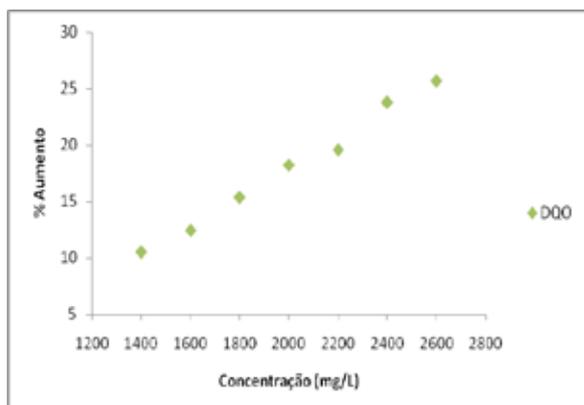


Figura 1 - Percentagens de remoção de cor, turbidez utilizando o coagulante moringa

Conforme mostra a Figura 1, a maior remoção de cor e turbidez ocorreu na concentração de 1600 mg/L, correspondendo a 73,5% e 78,6% respectivamente. Nota-se ainda, que em concentrações mais altas houve diminuição dessas remoções. Esse fato pode ser explicado pelas altas concentrações de moringa adicionadas, o que ocasionou uma coloração branca no efluente tratado.

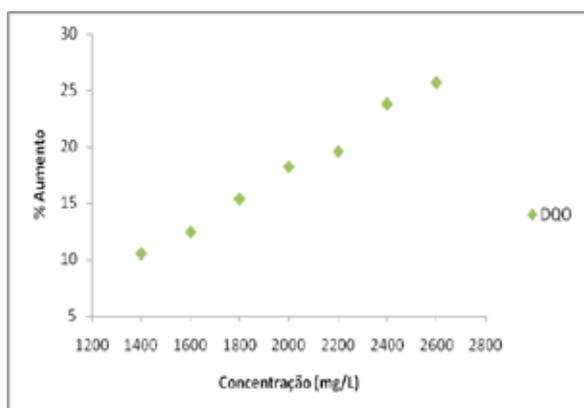


Figura 2 - Percentagem de aumento DQO utilizando o coagulante moringa

Na Figura 2, observa-se que à medida que se aumenta a quantidade de moringa, tem-se um aumento do parâmetro DQO, ocasionado pela

matéria orgânica que constitui as sementes. Sendo assim, para as concentrações estudadas, o aumento da DQO variou de 10,5% à 25,6%. Para a melhor concentração analisada na Figura 1 (1600 mg/L), o aumento de matéria orgânica corresponde a 12,4%.

A Figura 3 apresenta as percentagens de remoção para o tratamento com o coagulante tanino.

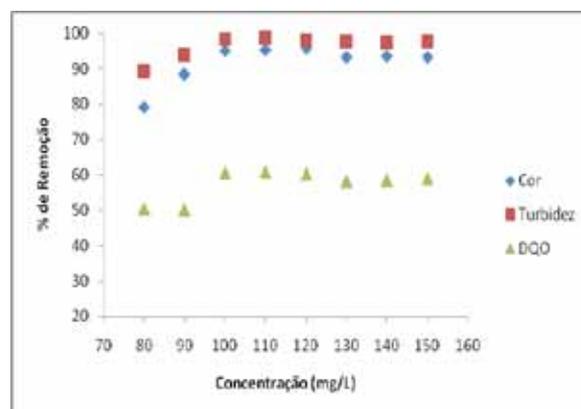


Figura 3 - Percentagens de remoção de cor, turbidez e DQO utilizando o coagulante tanino

Para o tratamento do efluente têxtil utilizando o coagulante natural tanino, a Figura 3 mostra que as melhores remoções ocorreram para a concentração de 100 mg/L. Nessa concentração foi possível remover 95,2% de cor, 98,4% de turbidez e 60,5% de matéria orgânica.

3.2.1. OTIMIZAÇÃO DOS TEMPOS DE MISTURA

A otimização dos tempos de mistura foi realizada após estabelecida a melhor concentração de cada coagulante. Para tanto, variou-se os tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação, conforme apresentado na Tabela 1, totalizando oito diferentes ensaios, todos realizados em duplicata. Para comparação múltipla das médias dos parâmetros estudados, adotou-se o teste de Tukey HSD ao nível de 5 % de significância.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as porcentagens de remoção de cor, turbidez e DQO de acordo com cada ensaio nas condições especificadas na Tabela 1, para os coagulantes moringa e tanino, respectivamente.

Tabela 3 - Otimização das remoções de cor, turbidez e DQO, no tratamento do efluente têxtil utilizando o coagulante moringa

Ensaio	% de Remoção		% de Aumento
	Cor	Turbidez	DQO
1	73,5 ^a	78,6 ^a	12,4 ^a
2	73,2 ^a	78,4 ^a	12,5 ^a
3	73,1 ^a	78,5 ^a	12,6 ^a
4	72,8 ^a	78,8 ^a	12,8 ^a
5	67,6 ^b	70,4 ^b	12,5 ^a
6	65,2 ^b	69,5 ^b	12,2 ^a
7	64,3 ^b	69,7 ^b	12,4 ^a
8	65,7 ^b	70,2 ^b	12,8 ^a

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

Analisando os dados apresentados na Tabela 3 e comparando-os com o Teste de Tukey, nota-se que ao nível de significância de 5% não existem diferenças significativas entre os ensaios de 1 a 4 e 5 a 8 para os parâmetros cor e turbidez. Porém, esses dois grupos diferem entre si, podendo-se concluir que o tempo de mistura rápida foi determinante para a remoção de cor e turbidez utilizando o coagulante moringa. Já para o parâmetro DQO os ensaios de 1 a 8 não diferiram entre si para a quantidade de remoção deste parâmetro.

Portanto, pode-se observar que a maior remoção dos parâmetros cor e turbidez deste tratamento ocorreu para os ensaios 1, 2, 3 e 4 (tempo de mistura rápida de 5 minutos, tempo de mistura lenta de 20 e 30 minutos e sedimentação de 20 e 30 minutos). Já para o parâmetro DQO, os tempos de mistura estudados não influenciaram nas porcentagens de remoção.

Tabela 4 - Otimização das remoções de cor, turbidez e DQO, no tratamento do efluente têxtil utilizando o coagulante tanino

Ensaio	% de Remoção		
	Cor	Turbidez	DQO
1	95,2 ^a	98,4 ^a	60,5 ^a
2	95,5 ^a	98,3 ^a	60,6 ^a
3	95,3 ^a	98,4 ^a	60,7 ^a
4	94,9 ^a	98,2 ^a	60,4 ^a
5	95,2 ^a	98,5 ^a	60,3 ^a
6	95,6 ^a	98,3 ^a	60,5 ^a
7	95,3 ^a	98,2 ^a	60,3 ^a
8	95,7 ^a	98,4 ^a	60,7 ^a

Da Tabela 4, conclui-se que, ao nível de significância de 5%, não existem diferenças significativas entre os ensaios de 1 a 8 para os três parâmetros estudados. Isto significa que, no tratamento deste efluente utilizando o coagulante tanino, pode-se trabalhar com tempos de mistura e sedimentação mais baixos e ter-se-á a mesma eficiência que para os outros tempos estudados.

4. CONCLUSÃO

Do estudo da aplicação dos coagulantes naturais tanino e moringa, pode-se concluir que apresentaram remoções satisfatórias, embora a moringa tenha causado aumento da matéria orgânica no efluente, sendo necessário, posteriormente, um tratamento biológico. Para o coagulante tanino, as melhores condições determinadas na pesquisa foram: concentração de 100 mg/L e tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação correspondentes à 2, 20 e 20 minutos respectivamente. Para a moringa a melhor concentração foi de 1600 mg/L e tempos de mistura rápida, lenta e sedimentação correspondentes à 5, 30 e 30 minutos respectivamente. É importante ressaltar que os coagulantes naturais não possuem metais pesados em sua composição, ao contrário dos coagulantes químicos, e, além disso, são biodegradáveis. Portanto, pode-se concluir que o tanino e a moringa são alternativas promissoras no tratamento de efluentes da indústria têxtil.

5. REFERÊNCIAS

- APHA - American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater*, 19th ed., Washington, D.C., 1995.
- BARRADAS, J. L. *Tanino - Uma solução ecologicamente correta: Agente floculante biodegradável de origem vegetal no tratamento de água*. Novo Hamburgo – RS, 2004.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias*, p.764 São Paulo: CETESB, 1993.
- BRITO, L. P. *Reutilização de água residuária tratada*, v. 01, p. 215. PPGES/CT/UFRN, Natal-RN, 1999.
- CRINI, G. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review, *Bioresource Technology*, v.97, n.9, p.1061-1085, 2005.
- DA SILVA, F.J.A., Descoloração de efluentes de indústria têxtil utilizando coagulantes naturais. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, João Pessoa, 2001.
- GERDES, G. *Uso das sementes da árvore Moringa oleifera para tratamento de águas turvas*. Fortaleza: ESPLAR, 1996.
- GHANDI, G. *Tratamento e controle de efluentes industriais*, p. 5-46, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2005.
- MORAES, L.C.K, BERGAMASCO, R. TAVARES, C.R.G., RIBEIRO, R.M. Utilização do polímero natural quitosana no processo de coagulação/floculação/ultrafiltração para a produção de água potável. In: *23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2005.
- NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, S.K. Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with Moringa oleifera seeds. *Water Resources*, v.32, n.3, p.781-791, 1998.
- 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.
- SILVA, A. F. *Preparação, Caracterização e Aplicação de Membranas de Poli(fluoreto de vinilideno) para a Redução de Cor de Efluente Têxtil Modelo*. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2004.
- TANAC, *Manual prático para uso em estações de tratamento de água de abastecimento*, Montenegro-RS, 2008.