

Avaliação do uso de coagulante orgânico e inorgânico no tratamento do efluente de galvanoplastia

Evaluation of the use of organic and inorganic coagulant in the treatment of electroplating effluent

RESUMO

O processo químico ou eletrolítico de deposição de uma fina camada de um metal, sobre uma superfície metálica ou plástica, é chamado de galvanização. O efluente de galvanização contém vários metais pesados resultantes dos processos e se despejado de maneira incorreta ou sem o devido tratamento pode acarretar grandes problemas ambientais, portanto fez se necessário esse trabalho, que compara o uso do coagulante orgânico *Moringa oleifera* e inorgânico BONDERITE S-WT 8723 para o tratamento desse efluente. Os ensaios foram realizados na metodologia do teste de jarros com auxílio de filtração. Os parâmetros analisados foram condutividade elétrica, cor aparente, pH e turbidez, sendo que o ensaio foi realizado em triplicata e analisados estatisticamente através do programa Bioestat 5.0 por meio da análise de variância ANOVA. Os resultados comprovaram que a *Moringa oleifera* foi mais eficiente pois apresentou eficiência de aproximadamente 100% na remoção de cor aparente e turbidez ao final do processo, podendo também ser utilizada para o tratamento desse efluente. Já o BONDERITE S-WT 8723 teve eficiência comprovada em todos os parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente galvânico. Coagulante orgânico. Coagulante inorgânico.

Giovana Pires de Almeida
galmeida@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Edilaine Regina Pereira
edilainepereira@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Dandley Vizibeli
dandley.22@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Júlio Cesar Ângelo Borges
julioborges@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Maria Christina Andrade
mariaandrade@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Victor Oliveira Silva Gonçalves
victorosg1999@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The chemical or electrolytic process of depositing a thin layer of metal on a metal or plastic surface is called galvanization. Galvanizing effluent contains a number of heavy metals resulting from the processes and if improperly discharged or not properly treated can cause major environmental problems, so this work has been made necessary, which compares the use of *Moringa oleifera* and inorganic organic coagulant BONDERITE S-WT 8723 for the treatment of this effluent. The tests were carried out using the jar testing methodology that simulates the coagulation, flocculation and sedimentation processes. For a more complete treatment approach, the filtration process was used. The parameters analyzed were electrical conductivity, apparent color, pH and turbidity, and the test was performed in triplicate and statistically analyzed using the bioestat 5.0 program by ANOVA analysis of variance. The proven results that *Moringa oleifera* were more efficient because they have a variation of approximately 100% in the apparent color removal and turbidity in the final

process, and can also be used for the treatment of this effluent. BONDERITE S-WT 8723 has had a proven increase in all parameters.

KEYWORDS: Galvanic effluent. Organic coagulant. Inorganic coagulant.

INTRODUÇÃO

A indústria da galvanoplastia se apresenta como uma fonte geradora de efluentes uma vez que emprega em seus processos de eletrodeposição uma variedade de soluções metálicas e um volume considerável de águas de lavagem, que dependendo do porte da indústria, situa-se entre 250 e 2.000Lh⁻¹, havendo instalações em que esta quantidade ultrapassa os 10.000Lh⁻¹ (BRAILE & CAVALCANTI, 1993). Em relação à vazão dos efluentes, estes variam consideravelmente, dependendo do tamanho das seções de galvanização, havendo relatos desde 8 até 1500 m³ dia⁻¹ (VEIT, 2006). Com tamanha geração de efluente nesse setor, faz-se necessário que haja a prática de um tratamento eficiente e que seja menos agressivo ao meio ambiente, sendo uma das alternativas a utilização de coagulantes orgânicos como a *Moringa oleifera*.

Dada a importância do processo de coagulação, tal separação é fundamental nos estudos do comportamento dos agentes coagulantes nesta etapa. O coagulante inorgânico tem como inconveniente uma maior geração de lodo ao final do tratamento, além da sua não biodegradabilidade, porém tem como proposta um tratamento mais rápido e barato de acordo com Pavanelli (2011). Diante disso, esse estudo tem como objetivo analisar a ação do coagulante inorgânico BONDERITE S-WT 8723 e compará-lo com um orgânico *Moringa oleifera* para que se observe possíveis alternativas para esse setor.

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente utilizado no ensaio em questão foi proveniente de uma indústria galvânica localizada no Norte do Paraná e o estudo realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina no Laboratório de Recursos Hídricos. Para realização do ensaio foram utilizados dois coagulantes, um orgânico e um inorgânico, sendo eles respectivamente, *Moringa oleifera* e BONDERITE S-WT 8723. A solução coagulante de *Moringa oleifera* foi preparada no dia do ensaio, a partir do processamento de 50g de semente de *Moringa oleifera* sem casca, 1L de água destilada, 1M de NaCl, a filtração se deu por meio de um coador de pano. A solução de BONDERITE S-WT 8723 foi realizada a partir da homogeneização de 1L de água destilada com 1,5g de BONDERITE S-WT 8723. Para a realização do ensaio foram utilizados 6 mgL⁻¹ e 4mgL⁻¹, respectivamente, das soluções coagulantes em cada tratamento.

O ensaio foi realizado utilizando a metodologia Jar Test seguida de filtração, assim simulou-se os processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Conforme adaptação da metodologia descrita por Theodoro (2012), o

equipamento Jar Test foi, inicialmente, ligado a uma rotação de 150 rpm durante 3 minutos (processo de coagulação), posteriormente a rotação foi reduzida a 15 rpm e permaneceu por 10 minutos (processo de floculação) e por fim o equipamento foi desligado dando início ao processo de sedimentação. Foram realizadas coletas ao longo do processo de sedimentação nos tempos de 3, 13, 23 e 33 minutos. Após a última coleta o efluente foi passado por filtros compostos por leitos filtrantes de areia com granulometria entre 0,450mm e 0,800mm (VIZIBELLI, 2017) e os filtros foram construídos seguindo metodologia de Di Bernardo et al. (2003). As amostras coletadas foram submetidas a análise de cor aparente, turbidez, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. O ensaio foi realizado em triplicata a fim de diminuir possíveis erros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a comparação dos resultados foram realizadas análises dos parâmetros do efluente bruto e tais valores analisados podem ser observados na Tabela 1.

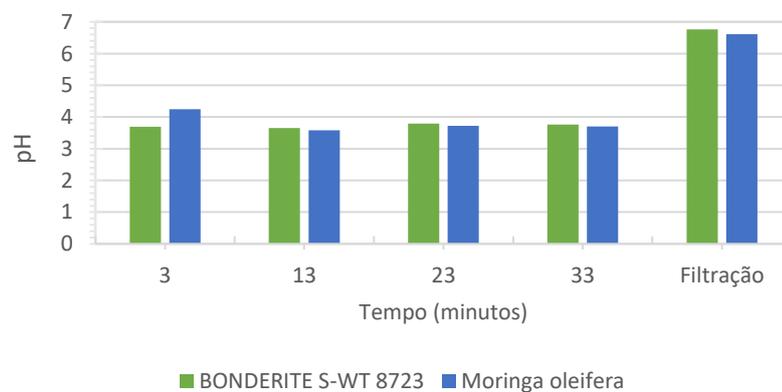
Tabela 1 – Dados do efluente bruto

Parâmetro	Valor
Cor aparente (mgPtCoL ⁻¹)	3850
Turbidez (NTU)	485
pH	3,56
Condutividade elétrica (mSm ⁻¹)	10,05
Sólidos totais dissolvidos (mgL ⁻¹)	4800

Fonte: Próprio autor (2019).

Na Figura 1 está representado o gráfico com os valores de pH medidos durante o processo de tratamento.

Figura 1 – Dados de pH amostrados



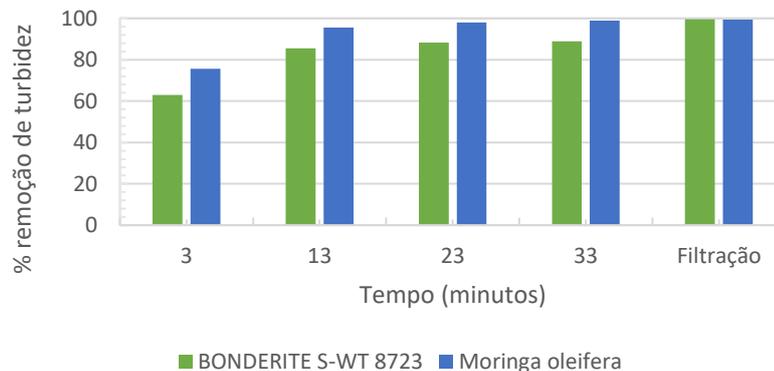
Fonte: Próprio autor (2019).

Ao analisar a Figura 1 nota-se que os valores de pH para os primeiros tempos são baixos devido a característica ácida do efluente, mas após a passagem pelo filtro que retém sólidos, ambos adquirem pH próximo a 7, resultados esses que se

enquadram na resolução CONAMA 430 de 2011, que determina para o lançamento de efluentes em corpos hídricos a necessidade que o pH se apresente entre 5 e 9.

Na Figura 2 encontra-se o gráfico das porcentagens de remoção de turbidez medidos em todos os tempos e tratamentos ao decorrer do ensaio.

Figura 2 - Percentuais de remoção de turbidez ao longo do ensaio



Fonte: Próprio autor (2019).

Observa-se que o coagulante *Moringa oleifera* atinge resultados acima de 90% a partir do tempo 13 minutos e nota-se a tendência de valores mais expressivos para a *Moringa oleifera* durante o processo de sedimentação. Já no processo de filtração a resposta do coagulante *Moringa oleifera* é alcançado pelo coagulante BONDERITE S-WT 8723, onde resulta em uma remoção de 99,51%, demonstrando neste caso, maior eficiência. A Tabela 2 apresenta os resultados estatísticos analisados. Nota-se que o resultado da estatística indicou que F encontrado (11,62) é maior que o F crítico tabelado (2,39), assim mostrando que ocorre diferença significativa entre os tratamentos, essa diferença refere-se à comparação do tratamento com coagulantes extraído da semente da *Moringa oleifera* com o outro coagulante.

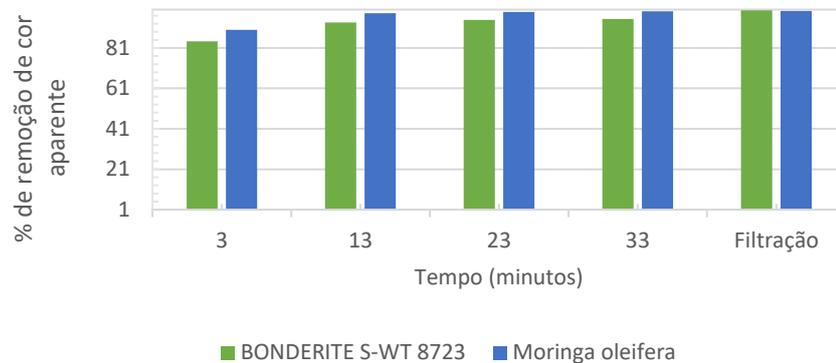
TABELA 2. Resultados estatísticos apresentados para o parâmetro turbidez após análise da ANOVA.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	92386.42	9	10265.16	11.62	3.58381E-06	2.39
Dentro dos grupos	17667.05	20	883.35			
Total	110053.47	29				

Fonte: Próprio autor (2019).

Na Figura 3 são apresentadas as porcentagens de remoção de cor aparente, onde observa-se que o coagulante *Moringa oleifera* apresenta uma grande eficiência de remoção de cor aparente (99,19%) no tempo de 33 minutos, anterior a passagem pelo filtro, valor próximo a esse alcançado pelo coagulante BONDERITE S-WT 8723 após a passagem pelo filtro, onde a eficiência de remoção de cor aparente é de 99,65%. Isso representa que ambos os coagulantes podem ser utilizados como auxiliar ao processo de melhoria do efluente quanto a este parâmetro.

Figura 3 - Percentuais de remoção de cor aparente ao longo do ensaio



Fonte: Próprio autor (2019).

A Tabela 3 representa os resultados estatísticos apresentados para o parâmetro cor aparente. Nota-se que o resultado da estatística indicou que F encontrado (11,40) é maior que o F crítico tabelado (2,4), assim mostrando que ocorre diferença significativa entre os tratamentos.

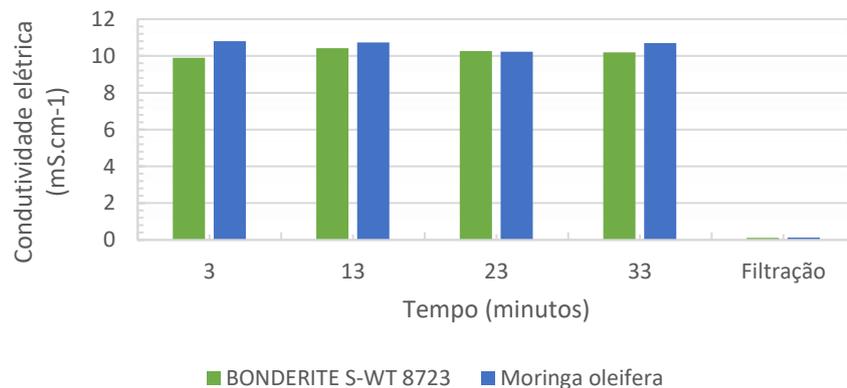
TABELA 3. Resultados estatísticos apresentados para o parâmetro cor aparente após análise da ANOVA.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	993803.0	9	110422.6	11.4	4.25656E ⁻⁰⁶	2.4
Dentro dos grupos	194242.0	20	9712.1			
Total	1188045.0	29				

Fonte: Próprio autor (2019).

Na Figura 4 são apresentados os dados de condutividade elétrica medidos ao longo do tempo.

Figura 4 – Dados de Condutividade elétrica amostrados ao longo do ensaio.



Fonte: Próprio autor (2019).

Pode-se observar que a condutividade elétrica se mantém constante após o tempo de 13 minutos. No início a solução de *Moringa oleifera* apresenta valores mais altos devido a solução ser salina, pois é nessa condição que a eficiência de

extração do componente ativo é aumentada. Após a passagem pelos filtros encontra-se um valor de 0,13 para o coagulante *Moringa oleifera* e de 0,11 para o coagulante BONDERITE S-WT 8723. Esta diminuição dos valores demonstra a efetividade dos filtros, pois a retenção de sais ocorridos nestes acarreta a diminuição da quantidade de íons presentes no efluente.

CONCLUSÃO

Após a realização do ensaio notou-se melhora significativa em todos os parâmetros após a passagem pelos filtros de areia. Apesar dos valores dos parâmetros não serem discrepantes entre si quando comparado o coagulante orgânico com o coagulante inorgânico, busca-se a utilização do coagulante orgânico devido aos benefícios trazidos ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela estrutura, onde foi possível fazer as análises necessárias e à UNICAMP pela doação das sementes de *Moringa oleifera*.

REFERÊNCIAS

BRAILE, P. M; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

DI BERNARDO, L. et al. **Tratamento de Água para Abastecimento por filtração direta**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB 468p.

THEODORO, J. D. P. **Estudo dos mecanismos de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano**. 2012. 184f. Tese (Doutorado em Engenharia Química, área de desenvolvimento de processos) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor e turbidez elevada**. São Carlos. 2001, 216f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – SP, 2001.

VEIT, M.T. **Estimação de parâmetros de transferência de massa para biossorção de cromo (III) e Níquel (II) num sistema contínuo em coluna de leito fixo pela biomassa de alga marinha *Sargassum filipendula***. Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR, 2006. Tese (Doutorado).