

USO DE COAGULANTES NATURAIS NO TRATAMENTO DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO DE EFLUENTE PROVENIENTE DE ABATEDOURO DE AVES

Natália Lucyk^{163*}

Eliane Hermes¹⁶⁴

Rafaela Pachega da Silva¹⁶⁵

Samaila Pujarra¹⁶⁶

Renato José Simioni¹⁶⁷

Dilcemara Cristina Zenatti¹⁶⁸

RESUMO

Os abatedouros de aves caracterizam-se pelo elevado consumo de água, proveniente do abate e desinfecção das instalações e equipamentos, promovendo alta geração de efluentes com elevada carga orgânica. O uso de coagulantes naturais no tratamento primário destes efluentes apresenta vantagens em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de remoção de cor e turbidez no tratamento de coagulação/floculação de efluente proveniente de um abatedouro de aves da região Oeste do Paraná. Foram aplicados quatro coagulantes diferentes, estes utilizados em duas concentrações, sendo o tempo do processo de 2 minutos para coagulação, 20 minutos para floculação e 40 minutos para sedimentação. Os tratamentos que

¹⁶³ Graduação em Ciências Biológicas pela UFPR – Setor Palotina. Email: c.lucyk@hotmail.com

* UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR – Setor Palotina), Rua Pioneiro 2153, Jardim Dallas, CEP: 85950-000, Palotina - Paraná, campuspalotina.ufpr.br, Telefone: (44)32118574

¹⁶⁴ Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Professora da UFPR - Setor Palotina. Email: elianehermes@yahoo.com.br

* UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR – Setor Palotina), Rua Pioneiro 2153, Jardim Dallas, CEP: 85950-000, Palotina - Paraná, campuspalotina.ufpr.br, Telefone: (44)32118574

¹⁶⁵ Graduação em Ciências Biológicas pela UFPR – Setor Palotina. Email: rafaela.pachega@hotmail.com

¹⁶⁶ Graduação em Ciências Biológicas pela UFPR – Setor Palotina. Email: spujarra@gmail.com, simioni.r.j@gmail.com

¹⁶⁷ Graduação em Ciências Biológicas pela UFPR – Setor Palotina. Email: simioni.r.j@gmail.com

¹⁶⁸ Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Professora da UFPR - Setor Palotina. Email: dilzenatti@gmail.com



utilizaram Tanino SG e SL, na concentração de 100 mg L⁻¹, apresentaram melhores resultados na remoção de cor e turbidez, com 84,67% e 81,00% de remoção de cor, respectivamente e 94,33% e 92,33% de remoção de turbidez, respectivamente. O uso de coagulantes naturais é uma alternativa viável ao tratamento de efluentes, evitando o uso de coagulantes químicos que geram maior quantidade de lodo contendo poluentes que necessitam de tratamento adequado prévio a sua destinação final.

PALAVRAS-CHAVE: cor; quitosana; sulfato de alumínio; tanino; turbidez.

1 INTRODUÇÃO

Qualquer atividade econômica, produtora de bens e serviços, gera efluentes que podem afetar positiva e/ou negativamente o meio ambiente. Considerando o segmento do agronegócio, fato que motiva estudos na área, que visa equilibrar o balanço econômico da atividade agroindustrial com os aspectos legais, ambientais e sociais. Dessa forma temos hoje um incentivo à prevenção da poluição, sendo cada vez mais estudadas formas de minimizar a geração dos resíduos.

A utilização de água pela indústria é necessária para a realização dos seus processos, sendo que esta pode ocorrer de inúmeras formas, como incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas aplicadas diretamente nas etapas do processo industrial (HESPANHOL, 2002). Como consequência destes usos, são gerados grandes volumes com altas concentrações de nutrientes, carga orgânica, sólidos em suspensão e gorduras (KUSHWAHA et al., 2010; NASR; DOMA, 2007).

Os abatedouros de aves caracterizam-se pelo elevado consumo de água, superior a 15 L por ave abatida (SILVA, 2005), proveniente do abate e desinfecção das instalações e equipamentos, promovendo alta geração de efluentes (DALLAGO et al., 2012) que apresentam altos níveis de compostos orgânicos, nutrientes, sólidos e óleos e graxas. Dallago et al. (2012) na caracterização de efluente de abatedouro de aves obtiveram valor de DQO de 7.208,63 mg L⁻¹ e pH de 7,64.

Devido à complexidade da composição destes efluentes, faz-se necessário o uso de uma combinação de diversos níveis de tratamento para atender aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação vigente. A escolha do processo de tratamento deve considerar também os custos envolvidos na implementação e R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

manutenção do tratamento, eficiência de remoção, área disponível, classe do corpo receptor, dentre outros (LEONETI et al., 2010). Em geral estas agroindústrias utilizam processos tradicionais que combinam o tratamento físico-químico ao tratamento biológico (KUSHWAHA et al., 2010).

Os processos físico-químicos têm por objetivo a clarificação dos efluentes por meio da desestabilização dos colóides por coagulação/floculação seguida de um processo de sedimentação ou flotação para separação de fases (SILVA et al., 2012). Para auxiliar neste processo as indústrias tem comumente aplicado coagulantes inorgânicos a base de ferro e alumínio, porém diversas pesquisas relatam problemas em função do seu uso como: geração de um elevado volume de lodo contendo o cátion Al^{3+} dificultando sua disposição final (MONACO et al., 2010), elevado custo de aquisição e efeitos nocivos a saúde (YIN, 2010).

Atualmente diversas pesquisas têm avaliado a aplicação de coagulantes naturais no tratamento de efluentes (VAZ et al., 2010; SILVA et al., 2012; POZZOBON; KEMPKA, 2015; SCHMITT et al., 2014; STROHER et al., 2013). O seu uso tem demonstrado diversas vantagens quando comparado aos coagulantes químicos em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodo (YIN et al., 2010) e devido ao baixo risco associado a este lodo, o mesmo pode ser utilizado posteriormente como fertilizante (BHUPATWAT et al., 2007). Entre os principais coagulantes naturais estudados podem-se citar a *moringa oleifera*, tanino vegetal e a quitosana.

O tanino é um polímero orgânico-catiônico de baixo peso molecular, de origem vegetal. É capaz de atuar em um amplo espectro de aplicações, sendo indicado para tratamento de efluentes de metalúrgica, papel e papelão, curtumes, indústrias alimentícias, químicas, efluentes petroquímicos e tratamento de água (TANAC S. A., 2013). A quitosana apresenta características de biodegradabilidade e biocompatibilidade e têm sido muito utilizadas em estudos de tratamento de efluentes, atuando como agente quelante de metais, como floculante, adsorvente de corantes e ânions metálicos, dentre outras aplicações (HUANG et al., 2000). Para definição do tipo de coagulante a ser aplicado estudos de tratabilidade devem ser realizados para confirmação da vantagem do seu uso (WANG; TANG, 2001).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de remoção de cor e turbidez no tratamento de coagulação/floculação de efluente proveniente de um abatedouro de aves da região Oeste do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas nos testes de coagulação/floculação/sedimentação foram provenientes de um abatedouro de aves localizado na região Oeste do Paraná. As amostras foram coletadas após o tratamento preliminar composto por uma peneira rotativa, armazenadas em frascos plásticos, refrigeradas e conduzidas ao Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina para sua caracterização (Tabela 1).

Tabela 1- Parâmetros físico-químicos utilizados na caracterização inicial do efluente

Parâmetro	Método	Referência
Cor	Colorimetria	-
Turbidez	Turbidimetria	-
pH	Potenciometria	-
Condutividade elétrica	Condutimetria	-
Sólidos Totais, Fixos e Voláteis	Gravimetria	APHA (2005)
Alcalinidade Total	Potenciometria	APHA (2005)
Nitrogênio Amoniacal	Destilação e Titulação	APHA (2005)

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para os ensaios de coagulação/floculação/sedimentação foram aplicados quatro coagulantes diferentes, sendo estes utilizados em duas concentrações. Os coagulantes utilizados foram: Sulfato de Alumínio, Quitosana, Tanino SG e Tanino SL, estes comumente utilizados no tratamento de efluentes. Os coagulantes e suas respectivas concentrações foram definidos a partir de estudos que utilizaram estes produtos (STRÖHER et al., 2013; PIANTÁ, 2008; MATOS et al., 2007; CAPELETE, 2011). Na Tabela 2 tem-se a composição dos tratamentos aplicados.

Tabela 2-Composição dos tratamentos aplicados no efluente de abatedouro de aves

Trat.	Coagulante	[] Coagulante (mg L ⁻¹)
T1	Sulfato de Al	36
T2	Sulfato de Al	72
T3	Quitosana	200
T4	Quitosana	1000
T5	Tanino SG	50

T6	Tanino SG	100
T7	Tanino SL	50
T8	Tanino SL	100

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

O tempo do processo de tratamento foi de 2 minutos para a mistura rápida (coagulação), 20 minutos para a mistura lenta (floculação) e 40 minutos para a sedimentação (Adaptado de Ströher *et al.*, 2013). O tratamento do efluente foi realizado em béquers de 500 mL com auxílio de um agitador mecânico, e posteriormente quantificado os parâmetros de cor (UC) e turbidez (UNT) utilizando os equipamentos: multiparâmetro Hanna modelo HI 83099 e turbidímetro Policontrol modelo AP2000IR, respectivamente. Os processos foram realizados em triplicata para todos os tratamentos, sendo estes conduzidos no Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais da UFPR – Setor Palotina e no Complexo Avícola da Cooperativa Agroindustrial Cvale em Palotina-PR.

Para determinar estatisticamente os melhores tratamentos foi utilizada análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, tendo como variáveis resposta a eficiência de remoção de cor e turbidez (%). Estas análises foram realizadas no programa Bioestat. Versão 5.3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando a caracterização inicial do efluente (Tabela 3) com outros estudos, Oliveira *et al.* (2011) e Schoenhals *et al.* (2006) encontraram para a caracterização inicial do efluente de abate de aves valores de pH de 6,90 e 6,70, respectivamente, muito próximos do encontrado no presente estudo.

Tabela 3 - Caracterização inicial do efluente de abate de aves e comparação aos dados da literatura

Parâmetro	Dados obtidos	Schoenhals <i>et al.</i> (2006)	Oliveira <i>et al.</i> (2011)
Cor (UC)	5.720	2.257	-
Turbidez (UNT)	819,00	920,00	-
Condutividade Elétrica (ms cm ⁻¹)	5,13	-	-
pH	6,99	6,70	6,90
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	2.558	1.740	1.500

Sólidos Fixos (mg L ⁻¹)	455,00	-	-
Sólidos Voláteis (mg L ⁻¹)	2.103	318,00	1.290
Alcalinidade Total (mg L ⁻¹)	251,10	60,00	-
Nitrogênio Amoniacal (mg L ⁻¹)	528,00	-	86,80

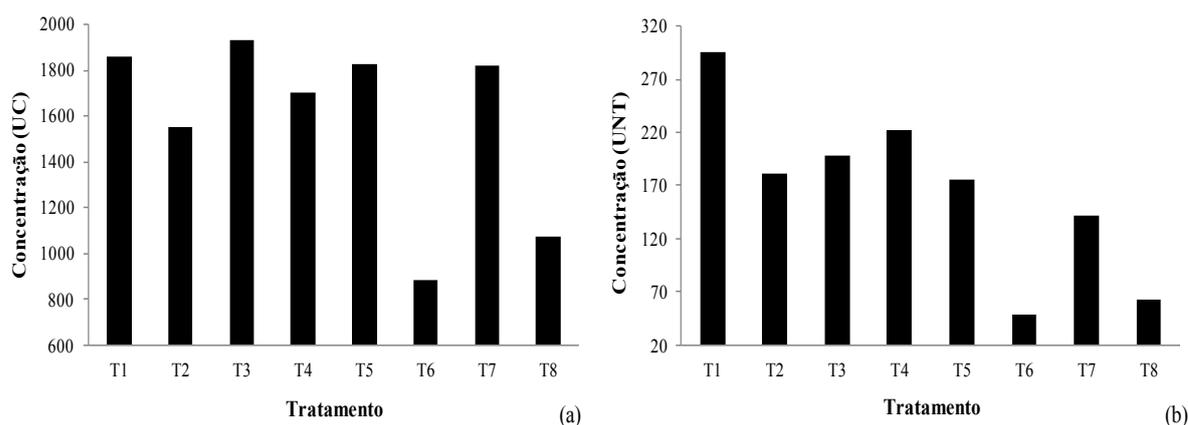
Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Para a cor Schoenhals et al. (2006) obtiveram 2.257 UC, valor abaixo do determinado no presente estudo, já a turbidez se apresentou próxima nos dois estudos, 920 UNT e 819 UNT nesta pesquisa.

O tratamento T6 (Tanino SG 100 mg L⁻¹) apresentou uma maior eficiência de remoção de cor e o T3 (Quitosana 200 mg L⁻¹) obteve a menor eficiência (Figura 1a). A partir dos resultados observa-se que os coagulantes Tanino SG e Tanino SL nas maiores concentrações (T6 e T8) apresentaram resultados mais satisfatórios, com uma eficiência de remoção de cor de 84,67% e 81,00% respectivamente.

O tratamento T6 (Tanino SG 100 mg L⁻¹) obteve uma maior eficiência de remoção de turbidez e o T1 (Sulfato de Alumínio 36 mg L⁻¹) a menor eficiência (Figura 1b). A partir dos resultados constata-se que os coagulantes Tanino SG e Tanino SL nas maiores concentrações (T6 e T8) apresentaram resultados mais satisfatórios, com uma eficiência de remoção de turbidez de 94,33% e 92,33% respectivamente.

Figura 1. Concentrações médias finais de cor (a) e turbidez (b) nos tratamentos aplicados.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

A partir da realização da análise de variância (ANOVA), foi constatado que as médias de remoção de cor e turbidez foram estatisticamente diferentes (p -valor < 0.05) e com base neste resultado foi aplicado o teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância (Tabela 4).

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

Tabela 4 - Teste de comparação de médias Tukey a 5% de significância tratamentos aplicados na remoção de cor e turbidez

Trat.	Coagulante	[] do Coagulante (mg L ⁻¹)	Eficiência média remoção da cor (%)	Eficiência média remoção da turbidez (%)
T1	Sulfato de Alumínio	36	67,33 C	64,00 D
T2	Sulfato de Alumínio	72	72,67 BC	78,00 C
T3	Quitosana	200	66,33 C	76,00 C
T4	Quitosana	1000	70,00 C	73,00 CD
T5	Tanino SG	50	68,00 C	78,33 C
T6	Tanino SG	100	84,67 A	94,33 A
T7	Tanino SL	50	68,33 C	82,67 BC
T8	Tanino SL	100	81,00 AB	92,33 AB

*letras maiúsculas diferentes correspondem a dois tratamentos com médias de eficiência diferentes a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Os tratamentos que se mostraram estatisticamente iguais e se destacaram apresentando uma maior eficiência em relação aos outros tratamentos na remoção da cor foram T6 e T8. Os demais tratamentos foram estatisticamente iguais, demonstrando uma menor eficiência de remoção. Para a turbidez os tratamentos que se mostraram estatisticamente iguais com as maiores eficiências de remoção assim como para a cor foram T6 e T8. As menores médias obtidas foram para os tratamentos T1 e T4.

Schoenhals et al. (2006) aplicaram os coagulantes comerciais: SF-PIX, CF-PIX e PAC no tratamento de efluente de abate de aves e determinaram concentrações finais de cor de 48, 58 e 660 UC, respectivamente, tendo uma concentração inicial de 2.257 UC. Para a remoção da turbidez os coagulantes obtiveram valores finais de 22, 28 e 154 UNT, respectivamente, sendo que a concentração inicial era de 920 UNT. Os autores concluíram que os coagulantes comerciais SF-PIX e CF-PIX obtiveram as melhores eficiências de remoção de cor, atingindo 96,7 e 96,0%, respectivamente. Para o coagulante PAC a eficiência determinada foi de 70,8%, valor similar a alguns tratamentos aplicados no presente estudo.

Krishna e Sahu (2013) no tratamento de efluente proveniente da produção de sabões e detergentes utilizando como coagulante a quitosana obtiveram eficiência de remoção de cor de 90%, sendo esta muito superior as obtidas no presente estudo para ambos os efluentes testados. As condições do tratamento foram para um tempo de mistura rápida de 5 minutos, tempo de mistura lenta de 30 minutos e tempo de sedimentação de 3 horas.

Piantá (2008) testou coagulantes orgânicos naturais em diferentes concentrações como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água e observou que os valores de concentração do coagulante Tanino SL de 20 mg L⁻¹ e 25 mg L⁻¹ apresentaram maior redução de cor, com concentrações finais de 5 UC para uma amostra bruta com 100 UC. Para o coagulante tanino SG os melhores resultados de eficiência também foram nas concentrações de 20 mg L⁻¹ e 25 mg L⁻¹, obtendo resultado final de 10 UC. Para o parâmetro de turbidez foi observado que as concentrações do coagulante Tanino SL de 20 mg L⁻¹ e 25 mg L⁻¹ demonstraram maior redução de turbidez, com concentrações finais de 1 UNT para uma amostra bruta com 20 UNT. Já para o coagulante tanino SG os melhores resultados de eficiência foram nas concentrações de 15 mg L⁻¹ e 20 mg L⁻¹, com um valor final de 0,9 UNT.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na remoção da cor os coagulantes que apresentaram os melhores resultados foram tanino SG e tanino SL na concentração de 100 mg L⁻¹, com eficiência de 84,67% e 81,00%.

Na remoção da turbidez o melhores resultados também foram para os coagulantes tanino SG e tanino SL na concentração de 100 mg L⁻¹, com eficiência de 94,33% e 92,33%.

Alguns dos piores resultados de eficiência de remoção de cor e turbidez foram determinados para o coagulante químico sulfato de alumínio, demonstrando que nas condições analisadas o uso de coagulantes naturais pode ser uma alternativa viável ao tratamento de efluente de abate de aves, evitando o uso de coagulantes químicos que geram um elevado volume de lodo contendo poluentes que dificultam sua disposição final.

AGRADECIMENTOS

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

A Cooperativa Agroindustrial CVale pela disponibilidade do efluente utilizado no presente estudo.

USE OF NATURAL COAGULANTS IN THE TREATMENT OF COAGULATION/FLOCCULATION OF EFFLUENT FROM POULTRY SLAUGHTERHOUSE

ABSTRACT

The poultry slaughterhouses are characterized by high consumption of water from slaughter and disinfection of premises and equipments, promoting high generation of effluents with high organic load. The use of natural coagulant at the primary treatment of these effluents has advantages with respect to biodegradability, low toxicity and low sludge production rate. This study aimed to evaluate the color and turbidity removal efficiency in treatment of coagulation/flocculation effluent from a poultry slaughterhouse in western Paraná. Four different coagulants were applied, these used in two concentrations, and the process time 2 minutes for coagulation, 20 minutes for flocculation and 40 minutes to sedimentation. The treatments used SL and SG tannin at a concentration of 100 mg L⁻¹ had better results in the removal of color and turbidity, with 84.67% and 81.00% color removal, respectively, 94.33%, and 92.33% removal of turbidity, respectively. The use of natural coagulants is a viable alternative to the treatment of effluents, while avoiding the use of chemical coagulants that generate greater amounts of sludge containing pollutants require appropriate pretreatment to final destination.

KEYWORDS: color; chitosan; aluminum sulfate; tannin; turbidity.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21 ed. Washington, 2005.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

BHUPTAWAT, H., FOLKARD, G. K., CHAUDHARI, S. Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporation *moringa oleifera* seed coagulant. **Journal of Hazardous Materials**, v. 142, n. 1, p. 477-482, 2007.

CAPELETE, B. C. **Emprego da quitosana como coagulante no tratamento de água contendo *Microcystis aeruginosa* – avaliação da eficiência e formação de trihalometanos**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2011.

DALLAGO, R., DAMASCENO, S., MEES, J. B. R., ASSIS, T. M., HASAN, S. D. M., KUNZ, A. Nitrification and denitrification of a poultry slaughterhouse wastewater according to cycle time and ammoniacal nitrogen concentration using surface response methodology. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 10, n. 2, p.856-860, 2012.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

HUANG, C., CHEN, S., PAN, J. R. Optimal condition for modification of chitosan: a biopolymer for coagulation of colloidal particles. **Water Research**, v. 34, n. 3, p. 1057-1062, 2000.

KRISHNA, R., SAHU, O. Reduction of COD and color by polymeric coagulant (chitosan). **Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry**, v. 1, n. 1, p. 22-25, 2013.

KUSHWAHA, J. P., SRIVASTAVA, V. C., MALL, I. D. Treatment of dairy wastewater by commercial activated carbon and bagasse fly ash: Parametric, kinetic and equilibrium modelling, disposal studies. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 10, p. 3474-3483, 2010.

LEONETI, A. B., OLIVEIRA, S. V. W. B., OLIVEIRA, M. M. B. O equilíbrio de Nash como uma solução para o conflito entre eficiência e custo na escolha de sistemas de

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

tratamento de esgoto sanitário com o auxílio de um modelo de tomada de decisão.

Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n. 1, p. 53-64, 2010.

MATOS, A. T., CABANELLAS, C. F. G., CECON, P. R., BRASIL, M. S., MUDADO, C. S. Efeito da concentração de coagulantes e do pH da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro.

Engenharia Agrícola, v. 27, n. 2, p. 544-551, 2007.

MONACO, P. A. V. L., MATOS, A. T., RIBEIRO, I. C. A., NASCIMENTO, F. S., SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de *Moringa* como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente e Água**, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010.

NASR, F., DOMA, H. S. Chemical industry wastewater treatment. **Environmentalist**, v. 27, p. 275-286, 2007.

OLIVEIRA, A. B. M., ORRICO, A. C. A., ORRICO JÚNIOR, M. A. P., SUNADA, N. S., CENTURION, S. R. Biodigestão anaeróbia de efluente de abatedouro avícola.

Revista Ceres, v. 58, n. 6, p. 690-700, 2011.

PIANTÁ, C. A. V. **Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso de sulfato de alumínio no tratamento de água**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

POZZOBON, L., KEMPKA, A. P. Sementes de *moringa oleifera* na clarificação de efluente de indústria de ingredientes para alimentação animal: Comparação com o coagulante convencional e estudo das condições operacionais. **Engevista**, v. 17, n. 2, p. 196-206, 2015.

SCHMITT, D. M., FAGUNDES-KLEN, M. R., VEIT, M. T., BERGAMASCO, R., FERRANDIN, A. T. Estudo da eficiência do composto ativo de *moringa oleifera* extraída com soluções salinas na tratabilidade de águas residuárias da indústria de laticínios. **Engevista**, v. 16, n. 2, p. 221-231, 2014.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.576-587, dez. 2015.

SCHOENHALS, M., SENA, R. F., JOSÉ, H. J. Avaliação da eficiência do processo de coagulação/flotação aplicado como tratamento primário de efluentes de abatedouro de frangos. **Engenharia Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 5-24, 2006.

SILVA, C. A., SILVEIRA, C., SILVA, F. A., KLEN, M. R. F., BERGAMASCO, R. Classificação dos lodos formados durante o processo de coagulação/floculação da água com os coagulantes PAC e *moringa oleifera*. **Engevista**, v. 14, n. 3, p. 302-309, 2012.

SILVA, H. L. B. **Uso de membranas microporosas no tratamento de efluentes de um frigorífico de abate de aves**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

STRÖHER, A. P., MENEZES, M. L., PEREIRA, N. C., BERGAMASCO, R. Utilização de coagulantes naturais no tratamento de efluente proveniente de lavagem de jeans. **Engevista**, v. 15, n. 3, p. 255-260, 2013.

TANAC S. A. **Tratamento de águas**. Disponível em: <<http://www.tanac.com.br/pt-br/produtos/aguas>>. Acesso em: 04/12/2014.

VAZ, L. G. L., KLEN, M. R. F., VEIT, M. T., SILVA, E. A., BARBIERO, T. A., BERGAMASCO, R. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. **Eclética Química**, v. 35, n. 4, p. 45-54, 2010.

WANG, D., TANG, H. Modified inorganic polymer flocculant – PFSi: its preparation, characterization and coagulation behavior. **Water Research**, v. 35, n. 14, p. 3418-3428, 2001.

YIN, C. Y. Emerging Usage of Plant-Based Coagulants for Water and Wastewater Treatment. **Process Biochemistry**, v. 45, n. 9, p. 1437-1444, 2010.