



REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS



APLICAÇÃO DE COAGULANTES QUÍMICO E ORGÂNICO PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA¹

Taís Viviane Hanauer², Gabriele Aline Anderle², Jessica Camile da Costa³, Joselaine Doline³,
Anthony Henrique Cruz da Silva⁴, Eliane Hermes⁵

¹Apresentado no 6º Simpósio de Biotecnologia na Agroindústria: 08 e 09 de junho de 2017 na UFPR; Setor Palotina;

²Graduação em Tecnologia em Biotecnologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina. tais_hanauer@hotmail.com, gabrieleanderle@hotmail.com

³Graduação em Ciência Biológicas, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina. ufpr.costa.j.c@gmail.com, joselainedoline@gmail.com

⁴Graduando em Tecnologia em Biotecnologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina. anthony.henrique.pna@gmail.com

⁵Professora Adjunta do Departamento de Engenharias e Exatas, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina. eliane.hermes@ufpr.br

Resumo

Objetivou-se neste estudo avaliar e comparar o uso dos coagulantes sulfato de alumínio e tanino SH no tratamento de efluente gerado em abatedouro avícola utilizando os processos de coagulação/flocação. O resíduo foi coletado em uma agroindústria da região Oeste do Paraná e conduzido ao laboratório para caracterização. Foram testados os dois coagulantes em cinco concentrações diferentes (50; 75; 100; 125 e 150 mg L⁻¹) com três repetições para cada tratamento e os ensaios foram constituídos de tempo de mistura rápida (coagulação) de 2 min com velocidade de agitação de 120 rpm, tempo de mistura lenta (flocação) de 20 min com velocidade de agitação de 30 rpm e tempo de sedimentação de 40 min. As variáveis monitoradas foram: cor, turbidez e demanda química de oxigênio (DQO), obtidas do efluente tratado, além da quantificação da produção de lodo (g L⁻¹). Os melhores resultados para a remoção de cor e turbidez foram obtidos no tratamento com o uso do tanino SH na maior concentração (150 mg L⁻¹) com 98,55 ± 0,35 e 99,43 ± 0,32%, respectivamente, enquanto que

a remoção de DQO alcançou maior eficiência com o uso do mesmo coagulante na concentração de 125 mg L⁻¹ ($73,29 \pm 5,84\%$). Não foi constatada diferença estatística para a produção de lodo entre os tratamentos aplicados. O coagulante orgânico tanino SH pode ser uma alternativa para o tratamento de efluente de abatedouro avícola pois obteve resultados satisfatórios nas condições testadas, além da produção de um lodo orgânico, que apresenta maior facilidade para disposição final.

Palavras-chave: produção de lodo, sulfato de alumínio, tanino SH.

APPLICATION OF CHEMICAL AND ORGANIC COAGULANT IN THE TREATMENT OF POULTRY SLAUGHTERHOUSE EFFLUENT

Abstract

This study aimed to evaluate and compare the use of aluminum sulphate and SH tannin coagulants in the treatment of coagulation/flocculation of effluent generated in poultry slaughterhouse. The residue was collected from an agroindustry of the western region of Paraná and taken to the laboratory for characterization. The two coagulants were tested at five different concentrations (50, 75, 100, 125 and 150 mg L⁻¹) with three replicates for each treatment and the tests were composed of rapid mixing time (coagulation) of 2 min with agitation speed of 120 rpm, slow mixing time (flocculation) of 20 min with agitation speed of 30 rpm and sedimentation time of 40 min. The variables monitored were: color, turbidity and chemical oxygen demand (COD) obtained from treated effluent, beyond the quantification of sludge production (g L⁻¹). The best results for the removal of color and turbidity were obtained in the treatment with the use of tannin SH at the highest concentration (150 mg L⁻¹) with 98.55 ± 0.35 and $99.43 \pm 0.32\%$, respectively, while COD removal was more efficient with the use of the same coagulant at the concentration of 125 mg L⁻¹ ($73.29 \pm 5.84\%$). No statistical difference was observed for the production of sludge between the applied treatments. The organic coagulant SH tannin may be an alternative for the treatment of poultry slaughterhouse effluent since it obtained satisfactory results under the conditions tested, beyond the production of an organic sludge, which presents greater facility for final disposal.

Keywords: sludge production, aluminum sulfate, SH tannin.

Introdução

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 (HESPAHOL, 2002).

Os abatedouros de aves caracterizam-se pelo elevado consumo de água, superior a 15 L por ave abatida, 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 (KUSHWAHA et al., 2010; THEBALDI et al., 2011). 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 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/flocação 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 Al³⁺ dificultando sua disposição final, elevado custo de aquisição e efeitos nocivos à saúde (MONACO et al., 2010; YIN, 2010).

Atualmente diversas pesquisas têm avaliado a aplicação de coagulantes naturais no tratamento de efluentes (VAZ et al., 2010; SILVA et al., 2012; STROHER et al., 2013; SCHMITT et al., 2014; POZZOBON e KEMPKA, 2015). 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

(BHUPТАWAT et al., 2007). Entre os principais coagulantes orgânicos 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 o tratamento de efluentes de metalúrgica, papel e papelão, curtumes, indústrias alimentícias, químicas, efluentes petroquímicos e tratamento de água (TANAC S. A., 2013). Para definição do tipo de coagulante a ser aplicado estudos de tratabilidade devem ser realizados para confirmação da vantagem do seu uso (WANG e TANG, 2001).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar o uso dos coagulantes sulfato de alumínio e tanino SH no tratamento de coagulação/flocação de efluente gerado em abatedouro avícola.

Material e Métodos

O efluente utilizado no experimento foi coletado em um abatedouro avícola da região Oeste do Paraná, após a etapa de tratamento preliminar composta por uma peneira rotativa. O mesmo foi armazenado em frascos plásticos, refrigerado e conduzido 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
pH	Potenciometria	-
Cor	Colorimetria	-
Turbidez	Turbidimetria	-
Demandra química de oxigênio (DQO)	5220D	APHA (2005)
Sólidos Totais, Fixos e Voláteis	Gravimetria	APHA (2005)

Para os ensaios de coagulação, flocação e sedimentação foram testados os coagulantes sulfato de alumínio e tanino SH, adquirido junto a empresa TANAC S.A, em cinco concentrações (50, 75, 100, 125 e 150 mg L⁻¹), estas definidas a partir de revisão bibliográfica (STRÖHER et al., 2013; PIANTÁ, 2008; MATOS et al., 2007; CAPELETE, 2011) e testes preliminares buscando-se obter as melhores condições para cada tratamento a ser aplicado.

Os ensaios foram realizados em equipamento *Jar Test* marca Milan modelo 203M e foram constituídos de tempos de mistura rápida (coagulação) com velocidade de 120 rpm por 2 min, mistura lenta (flocação) com velocidade de 30 rpm por 20 min e sedimentação de 40 min.

O efluente tratado (clarificado) foi posteriormente analisado por meio dos parâmetros de cor (UC), turbidez (UNT) e DQO utilizando os equipamentos: multiparâmetro Hanna modelo HI 83099, turbidímetro Policontrol modelo AP2000IR, reator de DQO Adamo Dry-Block e espectrofotômetro UV-VIS Femto modelo 600S. Os ensaios ocorreram em triplicata para cada um dos tratamentos e adotou-se o volume de 1 L de efluente, sendo estes conduzidos no Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais da UFPR – Setor Palotina.

Após os ensaios de coagulação, flocação e sedimentação e a retirada do sobrenadante clarificado, colocou-se o lodo gerado em cada tratamento em bêquers de 250 mL, previamente secos em estufa até peso constante em balança analítica Shimadzu modelo AY220. Na sequência, estes foram levados a estufa para secagem a 105 °C por 24 h, sendo posteriormente realizada nova pesagem para a sua quantificação.

Para determinar estatisticamente os melhores tratamentos utilizou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, tendo como variáveis resposta à remoção de cor, turbidez, DQO (%) e produção de lodo (g L^{-1}). Estas análises foram realizadas no *software* SISVAR versão 7.0.

Resultados e Discussão

Caracterização inicial do efluente de abatedouro avícola

Os dados obtidos de pH e sólidos totais quando comparados aos da literatura encontram-se na mesma faixa de valores evidenciando um padrão semelhante entre o efluente dos diferentes autores, enquanto que os valores de cor, turbidez e DQO foram superiores (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização inicial do efluente de abatedouro avícola.

Parâmetro	Dados Obtidos	Oliveira et al. (2011)	Schonheals et al. (2006)
pH	6,70	6,90	6,70
Cor (UC)	7320	-	2257
Turbidez (UNT)	1810	-	920
DQO (mg L ⁻¹)	2860	2490,10	1020
ST (mg L ⁻¹)	1700	1500	1740
SF (mg L ⁻¹)	395	-	-
SV (mg L ⁻¹)	1305	1290	-

Constatam-se variações nos valores da caracterização do efluente de abate avícola dos diferentes autores que podem ser justificadas devido à concentração de sangue presente no efluente de abatedouro de aves. Masse et al. (2001) citam que os efluentes de abatedouros avícolas podem apresentar grandes variações devido ao seu teor de diluição, ou seja, a quantidade de água empregada no processo de abate.

Remoção de cor e turbidez após os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação

A maiores taxas de eficiência de remoção de cor foram obtidas no tratamento que utilizou o tanino SH (Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão para a eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO nos tratamentos aplicados.

Coagulante	Remoção de cor (%)				
	Concentração				
	50 mg L ⁻¹	75 mg L ⁻¹	100 mg L ⁻¹	125 mg L ⁻¹	150 mg L ⁻¹
Al ₂ (SO ₄) ₃ *	87,91 ± 1,71	88,25 ± 2,62	88,31 ± 0,81	95,27 ± 0,97	95,31 ± 1,18
Tanino SH	96,42 ± 0,46	97,32 ± 0,35	97,49 ± 0,20	98,18 ± 0,46	98,55 ± 0,35
Remoção de turbidez (%)					
Al ₂ (SO ₄) ₃ *	93,06 ± 0,28	93,36 ± 2,29	93,13 ± 1,15	97,50 ± 0,81	98,02 ± 0,30
Tanino SH	98,20 ± 0,18	99,02 ± 0,10	99,20 ± 0,27	99,10 ± 0,13	99,43 ± 0,32
Remoção de DQO (%)					
Al ₂ (SO ₄) ₃ *	37,40 ± 5,05	54,06 ± 10,25	72,61 ± 2,60	64,74 ± 6,64	68,57 ± 0,46
Tanino SH	42,99 ± 6,86	41,98 ± 4,57	71,58 ± 7,14	73,29 ± 5,84	51,52 ± 4,43

*Sulfato de Alumínio

Comparando-se a menor eficiência de remoção da cor com uso do coagulante natural tanino SH (96,42 ± 0,46%), pode-se concluir ainda que esta foi mais eficiente que a maior porcentagem de eficiência de remoção do tratamento que utilizou Sulfato de Alumínio (95,31 ± 1,18%). Dessa forma, observa-se que na comparação entre o uso de Sulfato de Alumínio e o Tanino SH, todas as doses do coagulante natural se sobressaíram em relação às concentrações utilizadas de sulfato de alumínio (Tabela 3).

A partir da análise de variância (ANOVA) (Tabela 4), observa-se que houve diferença significativa na eficiência de remoção de cor entre os coagulantes e concentrações testadas (*p*-valor < 0,05), demonstrando que a interação entre estes dois fatores foi significativa.

Tabela 4: Análise de variância (ANOVA) para eficiência de remoção de cor, turbidez e DQO

Remoção de cor					
Efeito	SQ	GL	QM	F	p-valor
Conc. Coagulante	65,4	4	16,3	12,1	0,000037
Coagulante	211,7	1	211,7	156,9	0,000000
Conc. Coagulante*coagulante	238,5	4	59,6	44,2	0,000000
Resíduos	27	20	1,3		
Total	542,6	29			
Remoção de turbidez					
Efeito	SQ	GL	QM	F	p-valor
Conc. Coagulante	29,4	4	7,4	9,6	0,000166
Coagulante	81,3	1	81,3	106,4	0,000000
Conc. Coagulante*coagulante	86,3	4	21,6	28,2	0,000000
Resíduos	15,3	20	0,8		
Total	212,3	29			
Remoção de DQO					
Efeito	SQ	GL	QM	F	p-valor
Conc. Coagulante	1189,9	4	297,5	11,30	0,000059
Coagulante	2202,7	1	2202,7	83,64	0,000000
Conc. Coagulante*coagulante	3521,7	4	880,4	33,43	0,000000
Resíduos	526,7	20	26,3		
Total	7441	29			

Ferrari (2015) verificou que o uso do tanino SG da marca Tanfloc foi significativamente mais eficiente que o uso do coagulante químico (cloreto férlico) no tratamento de efluente de indústria frigorífica, além de que o uso do tanino como coagulante propicia a vantagem de não apresentar metais remanescentes na água tratada e no lodo gerado.

Sánchez-Martín (2010) cita em seu trabalho realizado em uma planta piloto no tratamento de águas superficiais a redução de 50% de cor utilizando o tanino. Pelegrino (2011) também obteve resultados satisfatórios em seu trabalho, visto que, a utilização de tanino no tratamento de efluente de esgoto sanitário promoveu a redução de cor em até 50%.

Souza et al. (2015) utilizaram tanino para o tratamento de efluente têxtil e verificaram que o desempenho desse coagulante foi melhor se comparado com o coagulante sulfato de alumínio, pois apresentou eficiência de remoção de 87% enquanto que este último apresentou 53% de redução da cor.

Para o parâmetro de turbidez verificou-se que o coagulante que proporcionou maior eficiência de remoção foi o tanino SH na concentração de 150 mg L^{-1} , enquanto que o menor percentual de eficiência de remoção foi verificado no uso do sulfato de alumínio na concentração de 50 mg L^{-1} (Tabela 3).

Nesse parâmetro conclui-se também que todas as concentrações utilizadas de tanino SH demonstraram-se mais eficientes na remoção da turbidez em comparação a aplicação das concentrações de sulfato de alumínio. Além disso, dentre todas as concentrações de tanino SH utilizadas a que proporcionou menor eficiência de remoção foi verificada na concentração de 50 mg L^{-1} (Tabela 3).

A partir da ANOVA (Tabela 4) conclui-se que há diferença significativa entre os coagulantes e as concentrações testadas ($p\text{-valor} < 0,05$), demonstrando que a interação entre estes dois fatores foi significativa.

Lucyk et al. (2015) em seu experimento baseado na aplicação de coagulantes orgânicos e inorgânicos no tratamento de efluente de abatedouro avícola, verificaram maior eficiência de remoção de cor e turbidez após a aplicação do coagulante orgânico tanino SG na concentração de 100 mg L^{-1} , obtendo taxas de remoção de 84,67% e 94,33%, respectivamente.

Ströher et al. (2013) em seu estudo sobre o tratamento de efluentes têxteis verificaram que o uso do tanino apresentou melhores resultados na concentração de 100 mg L^{-1} demonstrando eficiências de remoção de 95,2% para cor e 98,4% para turbidez.

Para a remoção da DQO, verifica-se que o melhor resultado foi obtido no tratamento que utilizou tanino SH na concentração de 125 mg L^{-1} , enquanto que o menor percentual de eficiência de remoção é verificado no tratamento que utilizou o coagulante sulfato de alumínio na concentração de 50 mg L^{-1} (Tabela 3).

Por meio da realização da ANOVA (Tabela 4) observa-se que houve diferença estatística entre os coagulantes e as concentrações testadas ($p\text{-valor} < 0,05$), demonstrando que a interação entre estes dois fatores foi significativa.

Souza et al. (2015) estudaram a aplicação de dois diferentes coagulantes para o tratamento do efluente de uma indústria têxtil: tanino e sulfato de alumínio. Após a realização dos ensaios, os autores verificaram maior eficiência de remoção de DQO no tratamento que utilizou tanino SG na concentração de 80 mg L^{-1} alcançando remoção de 52%, enquanto que para o tratamento que utilizou sulfato de alumínio, a melhor eficiência de remoção foi obtida na concentração de 200 mg L^{-1} atingindo 48% de redução de DQO.

Macruz (2015) constatou em seu trabalho sobre o tratamento de chorume de aterro sanitário melhor eficiência de remoção (68%) no tratamento que utilizou tanino na concentração de 1100 mg L⁻¹ se comparado ao uso do coagulante químico policloreto de alumínio. Este último alcançou a melhor eficiência de remoção na concentração de 650 mg L⁻¹, obtendo 38% de remoção de DQO.

Produção de lodo após os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação

Após os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação, realizou-se a quantificação de lodo produzido a partir dos tratamentos que utilizaram o coagulante natural tanino e o coagulante químico sulfato de alumínio (Figura 1).

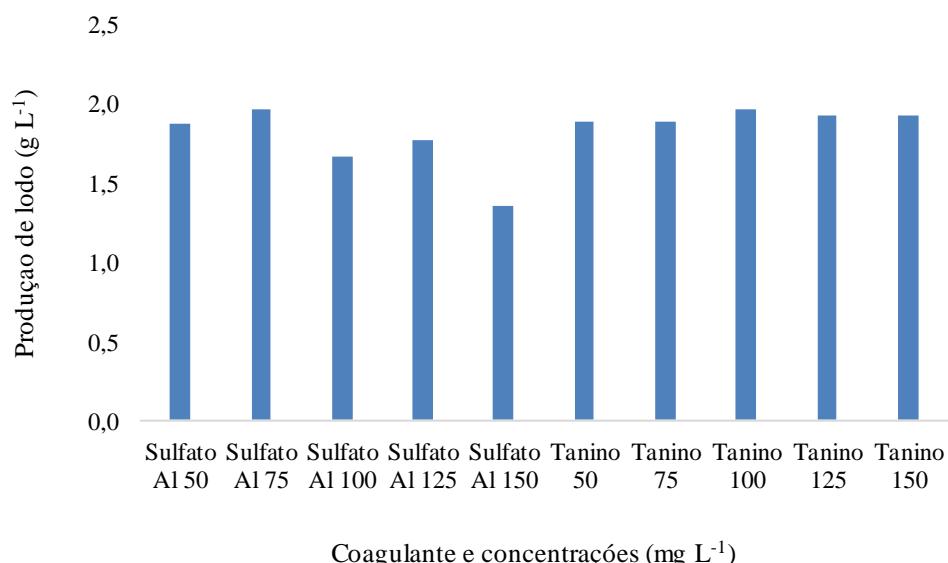


Figura 1: Produção média de lodo (g L⁻¹) após os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação

De acordo com os dados obtidos conclui-se que a maior e menor produção de lodo foram obtidas com o uso do sulfato de alumínio nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹, respectivamente. Para os tratamentos que utilizaram tanino percebeu-se pouca variação entre as concentrações testadas, evidenciando uma produção de lodo abaixo de 2,0 g L⁻¹ em todos os ensaios (Figura 1).

As médias obtidas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e desta forma foi possível constatar que não houve diferença estatística entre as mesmas (p -valor > 0,05) (Tabela 5).

Tabela 5: Análise de variância (ANOVA) para a produção de lodo (g L⁻¹)

Efeito	SQ	GL	QM	F	p-valor
Conc. Coagulante	0,413	4	0,103	1,93	0,1440
Coagulante	0,028	1	0,028	0,518	0,4802
Conc. Coagulante*coagulante	0,526	4	0,132	2,467	0,0780
Resíduos	1,066	20	0,053		
Total	2,033	29			

Cruz (2004) verificou em seu trabalho maior perda de massa de lodo no tratamento que utilizou tanino (85%) em comparação ao tratamento que utilizou sulfato de alumínio (43%). Segundo o autor, esses resultados indicam que o lodo proveniente do tratamento que utilizou tanino apresenta maior perda de matéria volátil, principalmente matéria orgânica, com maior perda de massa após o tratamento térmico.

Ao analisarem o sulfato de alumínio e o tanino da marca Tanfloc® nas concentrações de 10 a 60 mg L⁻¹ Coral et al. (2009) obtiveram resultados equivalentes em ambos os coagulantes, entretanto o coagulante a base tanino apresentou vantagens por não possuir metais remanescentes na água tratada e no lodo gerado ao fim do processo. Segundo Moraes (2004) os coagulantes naturais apresentam vantagens em comparação ao uso de coagulantes químicos devido a sua biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixa produção de lodos residuais.

Conclusões

As melhores eficiências de remoção de cor e turbidez foram obtidas com o uso do tanino SH na concentração de 150 mg L⁻¹, com valores de 98,55 e 99,43%, respectivamente.

Para a DQO verificou-se melhor resultado com o uso do tanino SH na concentração de 125 mg L⁻¹ (73,29%) e o menor percentual de eficiência foi atingido com a aplicação do sulfato de alumínio na concentração de 50 mg L⁻¹ (37,40%).

Para o lodo obteve-se maior e menor produção no tratamento com sulfato de alumínio nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹, respectivamente.

Dessa forma, o tanino SH pode ser uma alternativa para o tratamento de efluente de abatedouro avícola, visto que em todos os parâmetros analisados foram obtidos resultados satisfatórios. Além disso, o uso de coagulantes naturais apresenta vantagens por não possuir metais pesados em sua composição e por serem biodegradáveis, facilitando a destinação final do lodo gerado.

Referências

- APHA. American Public Health Association. 2005. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21 ed. Washington.
- BHUPTAWAT, H., FOLKARD, G. K., CHAUDHARI, S. Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporation *Moringa oleifera* seed coagulant. **Journal of Hazardous Materials**, v. 142, 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.
- CORAL, L. A.; BERGAMASCO, R. R.; BASSETTI F. J. **Estudo da Viabilidade de Utilização do Polímero Natural (TANFLOC) em Substituição ao Sulfato de Alumínio no Tratamento de Águas para Consumo**. 2nd International Workshop, Advances in Cleaner Production. São Paulo: 2010.
- CRUZ, J. G. H. **Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial**. 76 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2004.
- DALLAGO, R., DAMASCENO, S., MEES, J. B. R., ASSIS, T. M., HASAN, S. D. M., KUNZ, A. Nitrification and desnitrification 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, p. 856-860, 2012.
- FERRARI, C. T. da R. R. **Uso de coagulantes naturais no tratamento de efluente da indústria de alimentos**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2015.
- HESPAÑOL, I. Potencial de Reuso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, p. 75-95. 2002.
- JOHNS, M. R. Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review. **Bioresource Technology**, v. 54, p. 203-216, 1995.
- 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. 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 tratamento de esgoto sanitário com o auxílio de um modelo de tomada de decisão. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, p. 53-64. 2010.

LUCYK, N.; HERMES, E.; PUJARRA, S.; SILVA, R. P.; SIMIONI, R.J.; ZENATTI, D. C. Uso de coagulantes naturais no tratamento de coagulação/flocação de efluente proveniente de abatedouro de aves. **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, p. 576-587, dez. 2015.

MACRUZ, P. D. **Avaliação do tratamento do chorume de aterro sanitário por processo de coagulação/flocação com o coagulante tanino e policloreto de alumínio (PAC)**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 74 f. Campo Mourão. 2015.

MASSE, L.; KENNEDY, K. J.; CHOU, S. Testing of alkaline and enzymatic hydrolysis pretreatments for fat particles in slaughterhouse wastewater. **Bioresource Technology**, v. 77, p. 145 – 155. 2001.

MATOS, A. T. **Práticas de manejo e tratamento de resíduos agroindustriais**. Caderno Didático, n. 32, 52p. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2007.

MONACO, P. A. V. L., MATOS, A. T., RIBEIRO, I. C. A., NASCIMENTO, F. S., SARMENTO, A. P. 2010. 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, p. 222-231, 2010.

MORAES, L. C. K. **Estudo da coagulação-ultrafiltração com o biopolímero quitosana para a produção de água potável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2004.

OLIVEIRA, A. B. de M.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JR. M. A. P.; SUNADA, N. da S.; CENTURION, S. R. Biodigestão anaeróbia de efluente de abatedouro avícola. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 690-700, nov/dez, 2011.

PELEGRINO, E. C. F. **Emprego de coagulante à base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluente de reator UASB por flotação**. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo. 161 f. São Carlos - SP. 2011.

PIANTÁ, C. A. V. **Emprego de coagulantes naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 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: Comparaçao com o coagulante convencional e estudo das condições operacionais. **Engevista**, v. 17, p. 196-206, 2015.

SÁNCHEZ-MARTÍN, J.; BELTRÁN-HEREDIA, J.; SOLERA-HERNÁNDEZ, C. Surface water and wastewater treatment using a new tannin-based coagulant. Pilot plant trials. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 10, p. 2051–2058, 2010.

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, p. 221-231, 2014.

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. 05-024, jul/dez 2006.

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

SOUZA, P. C.; PEREIRA, N. C.; KREUTZ, C.; SCHIAVON, G. J. Aplicação de processos de coagulação/flocação e eletrocoagulação para o tratamento de efluente têxtil. In: **Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados**. 37º ENEMP, São Carlos, SP, 2015.

STRÖHER, A. P; MENEZES, M. L. de; PEREIRA, N. C.; B, 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: 04/10/2017.

THEBALDI, M. S., SANDRI, D., FELISBERTO, A. B., ROCHA, M. S., NETO, S. A. Qualidade da água de um córrego sob influência de efluente tratado de abate bovino. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 302-309, 2011.

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, p. 45-54, 2010.

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

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