

## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COAGULANTES E FLOCULANTES NA REMOÇÃO DE FÓSFORO EM EFLUENTES DE FRIGORÍFICO DE SUÍNOS

**RODRIGUES, Mateus Fonseca<sup>1</sup>**; **GERBER, Michel David<sup>2</sup>**; **SANTOS, Lucas Barbosa<sup>2</sup>**; **CERQUEIRA, Vanessa Sacramento<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas– mateusfr@outlook.com.br*

<sup>2</sup>*Instituto Federal Sul-Riograndense – mdgerber@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – lucassantos.barbosa@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas– vscerqueira2@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Estudos e investimentos na suinocultura posicionaram o Brasil em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína, exportando 505 mil toneladas no ano de 2014. Consequência de investimentos, a produção vem crescendo em torno de 4% ao ano, sendo os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os principais produtores de suínos do País. No ano de 2015, a produção de carne suína registrou 3.524 mil toneladas (ABPA, 2016).

Os problemas ambientais gerados pela atividade de frigoríficos estão relacionados com os seus despejos ou resíduos oriundos de diversas etapas do processamento industrial. As águas residuárias contêm sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica (ROCHA, 2008).

Grande parte dos estabelecimentos, via de regra, lançam as águas residuais diretamente em cursos d'água que, se forem volumosos e perenes, são capazes de diluir a carga recebida sem maiores prejuízos. Porém, o que frequentemente acontece é que os rios são de pequeno porte e o efluente dos matadouros é tão volumoso que torna as águas receptoras impróprias à vida aquática e a qualquer tipo de abastecimento, agrícola, comercial, industrial ou recreativo. Elementos como fósforo e nitrogênio são chamados de agentes eutrofizantes, ou seja, são elementos que em quantidade elevadas provocam a proliferação exagerada de fitoplâncton, fenômeno chamado de eutrofização. Fósforo e nitrogênio são liberados na decomposição biológica da matéria orgânica, formando amônia, fosfatos e nitratos (CLAAS e MAIA, 2003). Nesses casos, os efluentes dos matadouros podem ser classificados, como agentes de poluição das águas, em ameaça à saúde pública (FEISTEL, 2011).

Os efluentes frigoríficos contêm suspensões coloidais que possuem grande estabilidade devido a pequena dimensão e a existência de cargas superficiais que promovem a sua repulsão. Deste modo, somente métodos físicos de separação, não são efetivos. A coagulação/flocação promove a desestabilização e agregação das partículas coloidais e finamente divididas, formando flocos maiores e mais densos, passíveis de separação, o que é possível através do emprego de coagulantes, geralmente sais de ferro e alumínio e polímeros sintéticos utilizados como floculantes (SCHOENHALS, 2006).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes coagulantes e floculantes em diferentes valores de pH na remoção de fósforo em efluentes de uma indústria frigorífica de suínos.

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi dividido em duas etapas utilizando efluente bruto para cada ensaio de tratabilidade, onde, a primeira etapa foi realizada com o objetivo de definir a melhor combinação entre os coagulantes e os floculantes estudados visando eliminar as combinações que não reagiram com o efluente e definir as dosagens a serem utilizadas na etapa seguinte. Na segunda etapa, foram reproduzidos os ensaios que apresentaram os melhores resultados de clarificação e sedimentação a fim de avaliar os parâmetros de tratabilidade e compará-los com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

O efluente utilizado nos ensaios de tratabilidade foi coletado na estação de tratamento de efluentes (ETE) de um abatedouro de suínos localizado no Município de Pelotas/RS.

Na primeira etapa, os ensaios de coagulação/flocação foram realizados em beckers, totalizando 36 unidades experimentais onde foram avaliados 3 coagulantes comerciais (policloreto de alumínio [AlnOHm Cl3n-m] - PAC, tanino vegetal e o sulfato de alumínio), 2 floculantes (polímero aniônico e o polímero catiônico) em duas faixas de pH, natural (6,5) e ajustado para 8,5. Em cada um dos beckers, contendo 1 litro de efluente, foi adicionado quantidades pré determinadas (25mL, 50mL, 75mL, 100mL e 150mL) de cada coagulante estudado (PAC, tanino e sulfato de alumínio). Depois foi promovida a agitação suficiente para propiciar a mistura rápida, adicionou-se, em seguida 2mL de cada auxiliar de flocação (catiônico e aniônico) com agitação menos intensa no sentido de consolidar a flocação. Nos ensaios em que foram empregados pH de 8,5, o ajuste foi realizado antes da adição do coagulante, empregando hidróxido de sódio (50%).

**Tabela 1:** Ensaios de coagulação e flocação

Ensaio	Parâmetros		
	pH	Floculante	Coagulante
1	Natural	Catiônico	PAC
2	Natural	Catiônico	Tanino
3	Natural	Catiônico	Sulfato de alumínio
4	Natural	Aniônico	PAC
5	Natural	Aniônico	Tanino
6	Natural	Aniônico	Sulfato de alumínio
7	8,5	Catiônico	PAC
8	8,5	Catiônico	Tanino
9	8,5	Catiônico	Sulfato de alumínio
10	8,5	Aniônico	PAC
11	8,5	Aniônico	Tanino
12	8,5	Aniônico	Sulfato de alumínio

Na fase de sedimentação dos flocos, o tempo de espera foi de 15 minutos, de modo a permitir a decantação dos flocos e a clarificação. A análise dos resultados consistiu em uma avaliação visual, onde foram observados o tamanho e a quantidade de flocos formado e o grau de clarificação do efluente tratado.

Na segunda etapa, o efluente bruto foi coletado na entrada do tanque de equalização do frigorífico, sendo a amostragem realizadas sempre em dia de abate. Para cada coagulante foi selecionado as melhores combinações de floculante e pH obtidos na etapa anterior. Todos experimentos clarificados

passaram por uma etapa de filtração, afim de que ocorresse a remoção de sólidos em suspensão. As amostras de cada ensaio selecionado foram submetidas as análises de DQO, fósforo e pH, em triplicata, seguindo metodologia do Standard Methods for Examination of Water and Waste Water (APHA, 2012).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos na primeira etapa do estudo com os testes de determinação de dosagens e os resultados da avaliação da quantidade de floco formado e o grau de clarificação do efluente.

**Tabela 2: Resultado dos ensaios de tratabilidade**

Ensaio	Volume de Coagulante	Resultados	
		Floco formado	Clarificação
1	50 ml	Médio	Boa
2	25 ml	Pequeno	Médio
3	100 ml	Pequeno	Médio
4	100 ml	Pequeno	Ruim
5	25 ml	Não formado	Não clarificou
6	100 ml	Não formado	Não clarificou
7	50 ml	Pequeno	Boa
8	25 ml	Médio	Boa
9	100 ml	Médio	Boa
10	75 ml	Pequeno	Ruim
11	50 ml	Não formado	Não clarificou
12	100 ml	Pequeno	Ruim

Após avaliação visual, determinou-se que para a segunda etapa seriam utilizados os ensaio 1, ensaio 8 e ensaio 9 dos coagulantes PAC, tanino e sulfato de alumínio respectivamente. Para o ensaio 8 e ensaio 9 foi necessário promover o ajuste de pH do efluente com hidróxido de sódio (50%), enquanto que para o ensaio 1 não foi necessário este ajuste. Em todos os ensaios o floculante aniónico obteve resultados inferiores na clarificação e na formação de floco se comparado com os ensaios em que foi aplicado o floculante catiônico.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos na determinação dos parâmetros físico-químicos do efluente do abatedouro de suínos, em comparação à legislação referente ao lançamento em recursos hídricos.

**Tabela 3: Resultados da determinação de DQO, fósforo e pH**

Parâmetros	DQO (mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	Fósforo (mg P.L <sup>-1</sup> )	pH
Bruto	1740,0 ± 251,5 <sup>a</sup>	7,6 ± 0,09 <sup>a</sup>	6,69 ± 0,01
PAC	340,0 ± 8,16 <sup>b</sup>	1,90 ± 0,76 <sup>b</sup>	6,69 ± 0,01
Sulfato	286,67 ± 26,66 <sup>b</sup>	0,68 ± 0,08 <sup>b</sup>	8,53 ± 0,03
Tanino	466,67 ± 18,56 <sup>b</sup>	5,98 ± 0,07 <sup>a</sup>	8,48 ± 0,02
Padrão de emissão	Até 330,0	Até 3,0	6,0-9,0

\* resultados expressos em média ± erro padrão; \*\* letras diferentes entre colunas indicam diferença significativa entre níveis de tratamentos ( $p < 0,05$ ); \*\*\* padrões de emissão para lançamento em águas superficiais segundo a Resolução CONSEMA nº 128/2006.

Comparando os efluentes bruto e tratados, foi registrada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) na remoção de fósforo para os tratamentos em que foram

utilizados os coagulantes PAC e sulfato de alumínio. Com a utilização do coagulante tanino, apesar de ter obtido uma boa clarificação, a eficiência na remoção de fósforo não obteve resultados satisfatórios.

O sistema de tratamento apresentou em média uma remoção de fósforo com a aplicação dos coagulantes PAC, sulfato de alumínio e tanino vegetal de 75,89%, 91,00% e 28,00% respectivamente. A Resolução CONSEMA 128/2006 especifica que um tratamento pode ser considerado eficiente quando houver a remoção de no mínimo 75% de fósforo do efluente bruto.

Na avaliação de remoção de DQO não foi constatada diferença significativa utilizando os coagulantes PAC, sulfato de alumínio e tanino, entretanto os resultados obtidos nas amostras tratadas com o coagulante sulfato de alumínio encontram-se dentro do limite especificado na Resolução CONSEMA nº 128/2006, que seria de no máximo 330 mg/L de DQO de efluente, para uma ETE com 300 m<sup>3</sup>/d.

#### 4. CONCLUSÕES

As eficiências de remoção de fósforo foram satisfatórias para os tratamentos em que foram utilizados os coagulantes PAC e sulfato de alumínio, alcançando 75,9% e 91% respectivamente, estando de acordo com os padrões de emissão estabelecidos pela legislação vigente no estado do Rio Grande do Sul. O ensaio em que foi utilizado o tanino vegetal, apesar de ter obtido uma clarificação melhor que o ensaio em que foi utilizado o coagulante PAC, não obteve bons resultados na remoção de fósforo (28%).

O ensaio em que foi empregado o sulfato de alumínio com ajuste de pH para 8,5 obteve o melhor resultado na eficiência de remoção de fósforo entre todas avaliações realizadas nos ensaios de tratabilidade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Embarque de suínos no primeiro bimestre sobe 77,5%**. Revista Suinocultura Industrial, 10 de março de 2016. Acessado em 24 de março de 2016. Online. Disponível em: <http://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/embarque-de-suinos-no-primeiro-bimestre-sobe-775/20160310-092441-w000/>

CLAAS, I.C.; MAIA, R.A.M. **Tecnologias e Gestão Ambiental – Efluentes Líquidos**. Brasília, 2003. 1ed.

FEISTEL, J.C. **Tratamento e Destinação de Resíduos e Efluentes de Matadouros e Abatedouros**. 2011. Seminário (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.

ROCHA MARIA, R. **Avaliação da Eficiência no Tratamento de Efluentes Líquidos em Frigoríficos**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental, Faculdade Dinâmica das Cataratas.

SCHOENHALS, M; SENA, R.F; JOSÉ, H.J. **Avaliação da Eficiência do Processo de Flotação Aplicado ao Tratamento Primário de Efluentes de Abatedouro Avícola**, v.3, n. 1989, p. 5-24, 2006.