

APLICAÇÃO DO TRATAMENTO DE ELETROCOAGULAÇÃO PARA REMOÇÃO DO FÓSFORO PRESENTE EM DEJETOS SUÍNOS

Rodrigues, H. C.¹, Oyadomari, V. M. A.², Bolsan, A. C.³, Hollas, C. E.⁴, Venturin, B.⁴, Prá, M. C.³, Antes, F. G.⁵ e Kunz, A.^{4,5}

¹Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, estagiária na Embrapa Suínos e Aves
heloisarodrigues@alunos.utfpr.edu.br

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Concórdia - Santa Catarina

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos - Paraná

⁴Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - Paraná

⁵Embrapa Suínos e Aves

Palavras-chave: tratamento eletroquímico, fósforo, dejetos.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade econômica de extrema importância ao Brasil, possuindo uma cadeia produtiva bem consolidada que coloca o país como quarto maior produtor mundial de carne suína (1). Como consequência da expansão desse setor, tem-se a geração de águas residuárias provenientes dos sistemas de criação, que apresentam grandes quantidades de nitrogênio, fósforo, sólidos suspensos e outros poluentes. Sabendo-se dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado dessas águas, é de fundamental importância a utilização de processos de remoção desses poluentes antes de sua disposição final. Convencionalmente são utilizados métodos biológicos para o tratamento desse tipo de efluente, como a digestão anaeróbica para redução da carga de matéria orgânica e processos de nitrificação-desnitrificação para remoção do nitrogênio. Entretanto, esses sistemas de tratamento são pouco eficazes para remoção do fósforo (P) presente em grandes quantidades no efluente suinícola (2). Neste contexto, faz-se necessário a utilização de processos auxiliares para incrementar a remoção de P como o uso de processos eletroquímicos. A eletrocoagulação consiste na aplicação de placas metálicas, geralmente de alumínio (Al) ou ferro (Fe) para gerar a coagulação *in situ* das espécies de fósforo, possibilitando assim o seu reúso como material fertilizante (3). Dessa forma, o presente trabalho avaliou a viabilidade de aplicar em escala piloto a tecnologia de eletrocoagulação para recuperação do fósforo presente no efluente de um reator de nitrificação, a fim de diminuir a carga poluente e reaproveitar o fósforo presente no efluente da suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de eletrocoagulação em escala piloto foram realizados na Estação de Tratamento de Dejetos Suínos da Embrapa Suínos e Aves – Concórdia/SC. O efluente proveniente de um reator de nitrificação foi submetido ao tratamento via eletrocoagulação em diferentes regimes de operação, contínuo ou batelada, ambos com mesmo volume reacional e em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH: 15, 20 e 30 min), sendo utilizado para todos os tratamentos um conjunto de catodo e anodo de Fe (4 pares com 8 placas de 25x40 cm) a uma densidade de corrente de 8,25 mA cm⁻². A corrente era fornecida por uma fonte Spark, Modelo H Bridge K 100A/48V, com inversor de polaridade das placas automático de 5 em 5 min. O jarro reacional foi construído de polipropileno e seu volume foi de 50 L e não houve ajuste de pH (7,35). As condições operacionais foram previamente determinadas por meio de planejamento experimental em bancada (dados não mostrados). A determinação analítica do P após o tratamento foi feita por espectrometria na região UV-Vis baseada no método do ácido ascórbico descrito pela APHA 4500-P (4). Considerando que durante o processo existe perda de massa de ferro por oxidação, o consumo de Fe foi calculado de acordo com a Lei de Faraday (Equação 1), possibilitando estimar o gasto econômico com ferro (considerando que 1 g de ferro custa aproximadamente R\$0,0008). O consumo energético também foi avaliado, utilizando da relação entre corrente e voltagem.

$$m_{el} = \frac{i \cdot t_{EC} \cdot M}{Z \cdot F} \quad (1)$$

Em que m_{el} é a massa (g) de metal oxidado ou reduzido, i é a corrente (A), t_{EC} é tempo operacional (s), Z é o número de elétrons envolvidos na reação de oxidação/redução (Fe = 2), M é o peso molecular (g.mol⁻¹) e F é a constante de Faraday (9,65*10⁴ C mol⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Tabela 1) mostram que a maior eficiência de remoção de fósforo foi de 56,17%, obtida no regime em batelada com TRH de 30 min. Os demais resultados apresentaram eficácia inferior a 50%, indicando que as condições utilizadas não foram as ideais para que se obtenha o máximo de remoção. A baixa eficiência alcançada pode ser justificada pelo sistema hidráulico utilizado, onde a ausência de um sistema de mistura promove a criação de zonas mortas, dificultando a interação entre as placas e as partículas de P. Realizando testes de bancada, diferentes autores como Mores (2013); Ceni et al. (2015); Ewerling e Domingues (2014), utilizaram sistemas com agitação constante para promover o melhor contato do efluente com as placas, o que não foi possível obter no sistema testado neste trabalho. Além disso, foi

possível observar que as placas de Fe foram passivadas rapidamente, conduzindo à perda de eficiência e se fazendo necessária a limpeza da superfície constantemente dos mesmos, tornado a técnica dispendiosa. Somada ao gasto com substituição das placas de Fe, tem-se também o alto consumo de energia elétrica necessário para aplicação da técnica, visto que para o ensaio de melhor remoção considerando o valor do kWh a R\$ 0,60 tem-se o gasto de R\$ 0,99 por metro cúbico tratado, o que faz com que a eletrocoagulação se torne menos interessante em regiões onde se tem altas tarifas sob a energia elétrica (5).

CONCLUSÕES

A aplicação de eletrocoagulação para remoção do fósforo presente em águas residuárias da suinocultura apresentou baixa eficiência de remoção nas condições estudadas. Entretanto, este sistema deve ser avaliado como alternativa em cenários onde técnicas convencionas de remoção de P não sejam viáveis economicamente, operacionalmente e ambientalmente. Dessa forma, se faz necessário otimizar as condições de tratamento em escala piloto para possibilitar que a tecnologia seja aplicada em escala plena.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto Sistrates e ao CNPq pelo fomento e apoio recebido para realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2020. ABPA, 2020.
2. CRUZ, K. D. et al. Electrocoagulation treatment of swine slaughterhouse wastewater: effect of electrode material. Web of Conferences, 2019.
3. MORES, R. **Eletrofloculação no tratamento de água residuária da suinocultura submetida a pré-digestão anaeróbia**. 2013. Universidade Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI, 2013.
4. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 22nd ed. 2012. Phosphorus. Ascorbic acid method (APHA 4500-P E), 4-155.
5. BEHLING, L. Eletrofloculação aplicada no tratamento de efluente lácteo: delineamento experimental e otimização de múltiplas respostas. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018.
6. CENI, G. et al. Eletrofloculação empregando eletrodos de ferro para o tratamento de efluentes líquidos de laticínios. XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Campinas, 2015.
7. EWERLING, A.; DOMINGUÊS, M. D. A. Eficiência do processo de eletrofloculação no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

Tabela 1. Resultados obtidos para eletrocoagulação.

Ensaio	Regime	TRH (min)	Remoção de P (%)	kWh m ⁻³	g de Fe/ g de P removido
1	Batelada	15	17,57	0,8	171,74
2	Batelada	20	41,78	1,1	72,22
3	Batelada	30	56,17	1,7	53,72
4	Contínuo	15	21,17	0,8	143,33
5	Contínuo	30	32,60	1,7	92,28
6	Contínuo	30	33,63	1,7	89,73