



REMOÇÃO DE FÓSFORO EM EFLUENTES DA SUINOCULTURA POR PRECIPITAÇÃO QUÍMICA COM ADIÇÃO DE COMPOSTOS DE CÁLCIO E SÓDIO

Lidimara Suzin^{1*}; Airton Kunz²; Marcelo Bortoli³; Fernando de Castro Tavernari²; Lucas
Antunes Scussiato⁴

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as cadeias produtivas das mais diversas áreas vêm sofrendo pressões quanto aos impactos ambientais que causam. Apesar do papel de destaque no agronegócio, sendo de extrema importância econômica e social, a suinocultura é apontada como uma das principais atividades da pecuária brasileira responsável pelo impacto ambiental das águas superficiais e subterrâneas (PRÁ *et al.*, 2011). Os problemas ambientais começaram a aparecer na medida em que foram adotados os Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs), modelo de produção que traz consigo alto volume de efluente gerado e alta concentração de nutrientes (principalmente o nitrogênio e fósforo) presentes nos mesmos (BORTOLI, 2010).

Isso acarreta desequilíbrios ecológicos em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, contaminação dos recursos naturais e difusão de patógenos. Em vista disso, antes de serem lançados ao ambiente os dejetos devem ter correto tratamento (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Com relação ao fósforo, o principal problema como contaminante reside na eutrofização de ambientes lênticos e lóticos que o mesmo causa quando, em conjunto com o nitrogênio, é disponibilizado para as plantas. Ambos estimulam o crescimento e a multiplicação de algas e de outros vegetais aquáticos ocasionando como principais consequências a diminuição do oxigênio e a mortalidade acentuada de peixes (RAST; THORNTON, 1996). Essas contaminações não ficam restritas apenas ao local onde são lançados, devido a mobilidade dos corpos hídricos. Além disso, podem também acarretar a intoxicação de plantas e animais devido ao excesso desses nutrientes adicionados ao solo (PEREIRA; SENNA; KUNZ, 2006).

Para minimizar os impactos causados pela falta de manejo e controle, os processos para remoção de fósforo têm sido amplamente estudados. Consistem em extrair o fósforo e convertê-lo em um produto que possa ser utilizado posteriormente como fertilizante (SHU *et al.*, 2006) ou, como vem sendo estudado na Embrapa Suínos e Aves, ingrediente na alimentação animal. Tais processos podem ser baseados em três tipos: físicos, biológicos ou químicos (HARRIS, 2005). A remoção de fósforo por precipitação química vem ganhando bastante atenção devido a algumas vantagens se comparado com outros tratamentos, tais como baixo custo, rapidez, facilidade e eficiência do processo, por clarificar o efluente e permitir reutilizá-lo nas granjas para limpeza, pela tolerância a compostos tóxicos e a mudanças de temperatura (FERNANDES, 2008).

Seguindo tais conceitos e características o objetivo do trabalho foi avaliar a sedimentação do fósforo em efluente nitrificante proveniente da produção suinícola, através da precipitação química com adição de compostos de cálcio e sódio, e comparar as eficiências alcançadas. Os principais parâmetros analisados foram o volume de solução estoque utilizado, volume de lodo gerado e concentração de $P_{\text{solúvel}}$ no efluente.



2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Experimentação e Análise Ambiental (LEAA) da Embrapa Suínos e Aves. Consistiu em testes de sedimentação do fósforo em efluente de um reator nitrificante alimentado com efluentes da suinocultura, através da precipitação química com adição de compostos de cálcio e sódio. O teste para obter a sedimentabilidade dos sólidos foi realizado segundo descrito por Schimidell *et al.* (2007), com diferença no tempo de coleta dos dados (24h) e de leitura de sólidos sedimentáveis.

Foram coletados 8L de efluente do Reator Biológico Aeróbio (RBA), localizado na Estação de Tratamento de Dejetos Suínos (ETDS) da Embrapa Suínos e Aves. Foram utilizados 4L para a sedimentação utilizando a solução estoque com Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)_2), sendo 3L para a realização do experimento e 1L para caracterização do efluente inicial. O mesmo aconteceu para sedimentação usando a solução estoque com Hidróxido de Sódio (NaOH).

2.1 PREPARO DA SOLUÇÃO ESTOQUE

Para realizar os testes de sedimentação do fósforo foram usados dois tipos de solução estoque, a 10 % (m.v⁻¹). Para a solução usando Ca(OH)_2 foram pesados 10g de Ca(OH)_2 e posteriormente, com auxílio de um agitador magnético, dissolvidos em 100mL de água destilada utilizando béquer de vidro de 250mL. Para a solução usando NaOH , foram pesados 5g de NaOH e, em seguida, com auxílio de um agitador magnético, dissolvidos em 50mL de água destilada utilizando béquer de polipropileno de 100mL.

2.2 CORREÇÃO DO FÓSFORO SOLÚVEL (P-PO_4^{3-})

Em cada precipitação houve correção de P-PO_4^{3-} à $\approx 100\text{mg L}^{-1}$ no efluente, através do uso de H_2KPO_4 . Primeiramente, foi realizada a análise de P_{tot} no efluente, logo, calculado a quantidade necessária de P-PO_4^{3-} para deixá-lo à $\approx 100\text{mg L}^{-1}$, depois pesada tal quantidade. Na sequência, com auxílio de um agitador magnético, foi dissolvido o P-PO_4^{3-} em 4L de efluente.

2.3 TESTE DE SEDIMENTAÇÃO DO FÓSFORO

Após a adição de P-PO_4^{3-} , o efluente foi distribuído em 3 béquer de 1L e colocados em um agitador mecânico da Marca Millan sob agitação de 210 rpm. A solução foi mantida em agitação constante e com auxílio de uma pipeta de 1mL foi acrescentado a solução estoque até se elevar o pH a 9,0. Na sequência, o efluente foi transferido para um cone de Imhoff de 1L, graduado, e iniciado o cronômetro. Os experimentos foram realizados em triplicata em uma sala climatizada com a temperatura mantida constante a 22°C.

2.4 COLETA DE DADOS E AMOSTRAGEM DO SOBRENADANTE

As coletas de dados de volume de sólidos sedimentáveis gerado em cada cone foram realizados a cada 15 minutos nas três primeiras horas, e a cada 30 minutos nas horas seguintes até completar 8 horas de experimento e a última coleta em 24 horas.

Para análise de $\text{P}_{\text{solúvel}}$, foram coletados 6mL do efluente inicial e final. Posteriormente foram dispostos em 3 tubos eppendorf de 2mL e centrifugados em uma centrífuga modelo D3024R, da marca SGILOGEX, a 15000 G por 1 minuto. Logo após,



foram coletados 1,7mL de cada tubo e dispostos em frasco de vidro de 10mL. A amostra foi acidificada com 200 μ L de HCL 5 mol L⁻¹ a fim de encerrar a reação química.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Segundo Fernandes (2008), o volume de lodo gerado após o tratamento é importante para se avaliar a sua posterior disposição para secagem. Se este possuir muita água o transporte fica prejudicado, principalmente, pelo fato de perdas na transferência e custos elevados. Acarreta também um tempo maior para a secagem do lodo.

Nos ensaios de sedimentação do fósforo com Ca(OH)₂ foram utilizados, na médias das três réplicas, 4,6 mL de solução estoque por litro de amostra *in natura* para atingir pH 9,0, conseqüentemente, foram gerados, em média, 83 \pm 1 mL de lodo por litro de amostra. Em estudo semelhante, também em efluente nitrificante proveniente da produção de suínos, Fernandes (2008) utilizou 33 \pm 1 mL L⁻¹ de Ca(OH)₂, com concentração a 2 % (m.v⁻¹), para elevar o pH a 9,0, gerando 196 \pm 5 L m⁻³ de amostra.

Na (Figura 01) são apresentados os dados referentes aos ensaios de formação e sedimentabilidade de lodo em efluente nitrificante utilizando Ca(OH)₂, com concentração a 10% (m.v⁻¹), durante 24h.

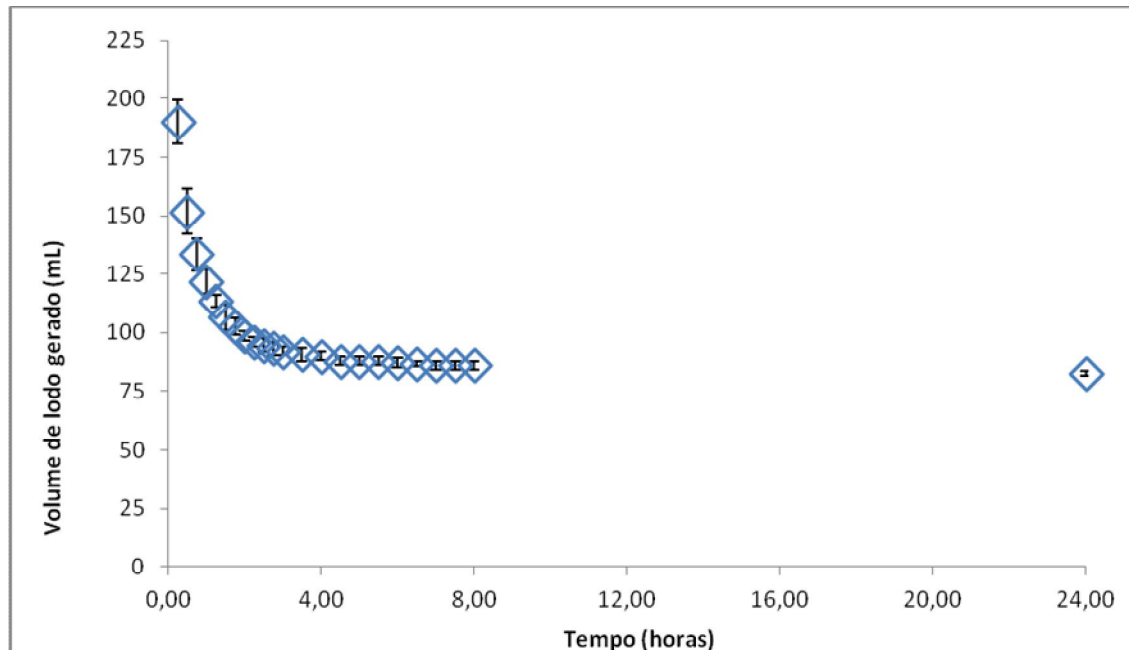


Figura 01 - Sedimentação do Fósforo em efluente nitrificante utilizando Ca(OH)₂. Valores médios com intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$; n = 3).

Com o objetivo de comparar diferentes soluções estoque em um mesmo efluente e identificar a quantidade de lodo gerada, foi realizados testes de sedimentação do fósforo com NaOH com concentração a 10 % (m.v⁻¹). Neste caso, foram utilizados, em média, 2,2 mL de solução estoque por litro de amostra *in natura* para elevar o pH a 9,0, sendo gerado, em média, 60 \pm 1 mL de lodo por litro de amostra.

Na (Figura 02) está ilustrado o ensaio de sedimentabilidade do fósforo em efluente nitrificante utilizando Na(OH) durante 24h.

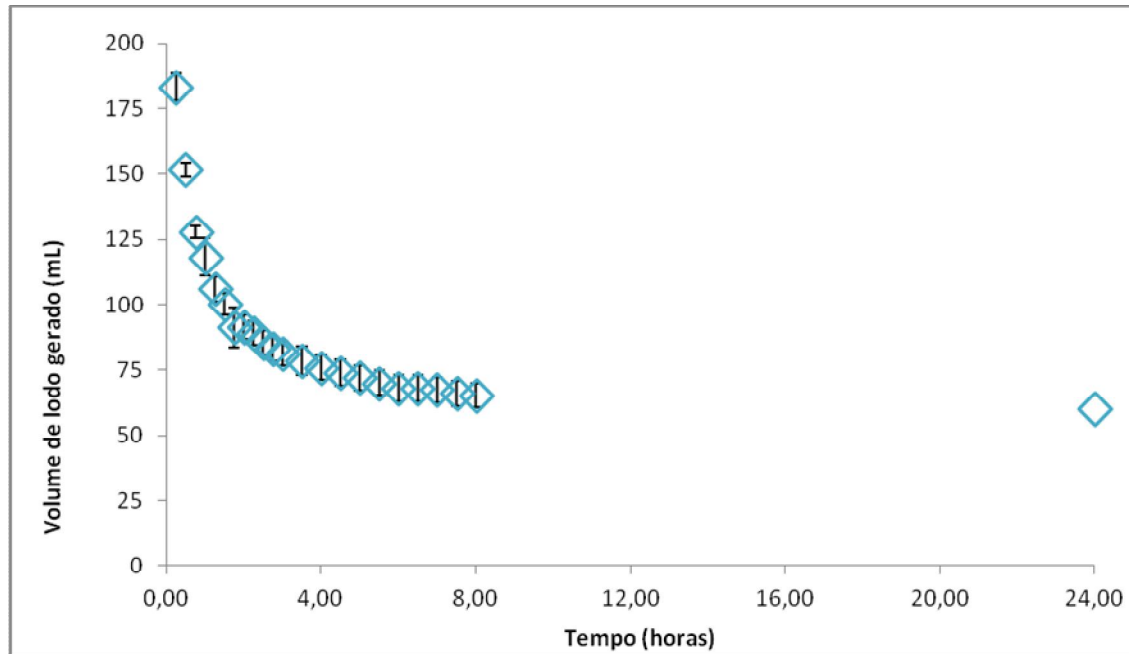


Figura 02 - Sedimentação do Fósforo em efluente nitrificante utilizando Na(OH). Valores médios com intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$; $n = 3$).

Nos ensaios utilizando NaOH foi necessário menor volume de solução estoque, gerando também menor volume de lodo.

Em relação ao $P_{\text{solúvel}}$, na sedimentação utilizando Ca(OH)_2 a concentração inicial era de $99,84 \text{ mg L}^{-1}$ e após 24 h foi de $6,64 \text{ mg L}^{-1}$, resultando em uma eficiência de 93 % de remoção de fósforo. Fernandes (2008) também encontrou eficiência de remoção de $P_{\text{solúvel}}$ maior que 96 %. Já nos ensaios de sedimentabilidade utilizando NaOH, o efluente inicial apresentava uma concentração de $96,79 \text{ mg L}^{-1}$ de $P_{\text{solúvel}}$ e o efluente final $15,72 \text{ mg L}^{-1}$, resultando em 84 % de remoção de fósforo, mostrando-se menos eficiente que a sedimentação com Ca(OH)_2 .

Esses resultados já eram previstos, e uma das possíveis causas, para que o NaOH tenha apresentado menor eficiência que Ca(OH)_2 , na remoção de fósforo solúvel do efluente, tenha sido a limitação do íon Cálcio, quando utilizado NaOH. O Íon Cálcio é fundamental para que a precipitação seja eficiente e provavelmente o efluente não tivesse Cálcio disponível na quantidade necessária para que o processo fosse mais eficiente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTOLI, M. Partida, operação e otimização de um sistema de nitrificação/desnitrificação visando à remoção de nitrogênio de efluente da suinocultura pelo processo Ludzack-Ettinger modificado. 2010. f. 155. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C.C.; Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Embrapa. Boletim Informativo 2002.

HARRIS, D.; Análise Química Quantitativa. 6ª ed., Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005, 545-606 p.



FERNANDES, G. W. Avaliação de processos para remoção química de fósforo de efluente de suinocultura. 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

PEREIRA, L. S. F.; SENNA, A. J. T.; KUNZ, A. Análise do desempenho de um sistema de aeração por difusor poroso de bolha fina instalado no reator biológico aeróbio (RBA) da estação de tratamento de dejetos suínos (ETDS) da Embrapa. 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Bauru. Anais... Bauru: IBEAS, 2010.

PRÁ, M. C. De *et al.* 2012. Simultaneous removal of TOC and TSS in swine wastewater using the partial nitrification process. Journal Chemical technology biotechnology. DOI: 10.1002/jctb.3803.

RAST, W.; THORNTON, J. A.; Trends in eutrophication research and control. Hydrol. Process. 10(1996).

SCHMIDELL, W. *et al.* Tratamento biológico de águas residuárias. Florianópolis: Gráfica PaperPrint, 2007.