



II-533 - AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO QUÍMICA DE FÓSFORO EM EFLUENTE DA SUINOCULTURA

Gabriela Wendler Fernandes⁽¹⁾

Química Industrial e Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente trabalha na empresa Importadora e Exportadora de Medidores Polimate LTDA como Especialista de Produtos – Analytik Jena e Anton Paar .

Airton Kunz⁽²⁾

Químico Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre e doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é pesquisador da Embrapa Suínos e Aves e professor do curso de Engenharia Ambiental da Fundação Universidade do Contestado.

Ricardo Luis Radis Steinmetz⁽³⁾

Químico Industrial e Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente ocupa o cargo de Analista A da Embrapa Suínos e Aves.

Valderi Luiz Dressler⁽⁴⁾

Químico Industrial e Mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Com pós-doutorado pelo Forschungszentrum Julich GmbH, Alemanha. Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Endereço⁽²⁾: Embrapa Suínos e Aves, BR 153 km 110 – Vila Tamanduá - Concórdia - SC - CEP: 89700-000 - Tel: (49) 34428555 - e-mail: airton@cnpa.embrapa.br

RESUMO

A suinocultura brasileira passou por transformações nas últimas décadas, tornando-se um sistema de produção de alta tecnologia, adotando um sistema intensivo de confinamento dos animais. Isto levou a um considerável aumento do volume de dejetos produzidos (com elevada carga de poluentes, por exemplo, o fósforo), causando problemas ambientais nas regiões produtoras, principalmente pela disposição direta desses dejetos no solo, geralmente em pequenas áreas. Sendo assim, verifica-se a necessidade de um manejo adequado dos dejetos de suínos e de sistemas de tratamento que reduzam seu poder poluente de forma rentável e ambientalmente sustentável. Este trabalho apresenta uma avaliação da metodologia de remoção química de fósforo de efluente de suínos através do emprego de cal hidratada $[Ca(OH)_2]$ como fonte de cálcio para a precipitação de fosfato de cálcio. Obteve-se taxas de remoção de fósforo total e solúvel superiores a 96%. O uso da cal hidratada proporcionou elevada redução da concentração de fósforo no efluente e, desta forma, levou a uma melhora na qualidade da água residuária proporcionando inclusive o seu reuso na própria estação de tratamento de dejetos de suínos.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente, remoção química de fósforo, suinocultura.

INTRODUÇÃO

Com o aumento das exportações, os produtores de suínos têm buscado novas tecnologias visando um aumento da produtividade com redução de custos, adotando principalmente um sistema de confinamento de animais. Desta forma, dejetos de suínos estão sendo gerados em volume cada vez maiores e com alta carga de poluentes. Na tabela 1 pode ser verificado que as concentrações dos principais constituintes do dejetos de suínos são maiores em comparação com esgoto sanitário.

**Tabela 1: Comparação entre propriedades físicas e químicas de efluente da suinocultura e esgoto sanitário**

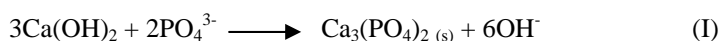
Parâmetros	Sanitário ¹	Suíno ²
DQO (mg L ⁻¹)	250 - 1000	11000 - 65000
DBO ₅ ²⁰ (mg L ⁻¹)	110 - 400	6000 - 34000
N _{NTK} (mg L ⁻¹)	20 - 85	1200 - 4500
P _{TOTAL} (mg L ⁻¹)	4 - 15	400 - 1600

Fonte: 1 - Metcalf, 2003; 2 – Kunz, 2005.

Segundo a classificação da OCDE (organização para cooperação e desenvolvimento econômico) a atividade produtora de suínos representa grande fonte para potencial poluição do solo, ar, água e biodiversidade. A alta concentração de fósforo presente nos dejetos representa risco direto ao solo e aos ecossistemas aquáticos, sendo um dos principais responsáveis pela eutrofização. Fontes de fósforo podem estimular a produção excessiva de algas e bactérias produtoras de toxinas.

Os processos para remoção de fósforo de efluentes consistem em extrair o fósforo e convertê-lo em um produto que possa ser utilizado posteriormente como, por exemplo, fertilizante. Em quase todos os processos, o fósforo removido é convertido em uma fração sólida, através de sedimentação, flotação ou filtração, podendo ser um sal insolúvel, ou uma massa microbiológica no lodo, uma biomassa em lagoas de tratamento ou também adsorvido em materiais sólidos que tenham alguma afinidade com os íons de fósforo. Uma das principais alternativas para realizar a remoção de fósforo em águas residuárias é a utilização da remoção química através do uso de óxido ou hidróxido de cálcio.

A precipitação química em efluentes envolve a adição de reagentes químicos para alterar o estado físico de sólidos dissolvidos e suspensos, para facilitar a sua remoção por precipitação/sedimentação. Os processos químicos somados a operações físicas têm sido frequentemente utilizados para complementar o tratamento secundário (após tratamento biológico) de efluentes, para remoção de compostos orgânicos, fósforo, entre outros. Com os processos químicos de remoção de fósforo, muitas partículas sólidas do efluente, micro poluentes e metais pesados também são removidos. Além disso, quando utilizado reagente alcalino na remoção de fósforo, alguns microorganismos podem ser inativados em pH superior a 9,0. No caso do uso de óxidos ou hidróxidos a elevação de pH é facilitada pela liberação de hidroxilas conforme demonstrado na equação I.



A reação do Ca^{2+} com o PO_4^{3-} pode levar a formação de diversos compostos, entre os quais se pode citar em ordem crescente de solubilidade, a hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$, fosfato tricálcico $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$, fosfato octacálcico $[\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$, fosfato dicálcico $[\text{CaHPO}_4]$ e hidrogeno fosfato de cálcio dihidratado $[\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$. Além da formação destes compostos com estrutura cristalina, um composto amorfo pode ser formado que é conhecido como fosfato de cálcio amorfo (de fórmula aproximada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$, similar ao fosfato tricálcico).

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de remoção de fósforo utilizando hidróxido de cálcio em efluente da suinocultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente utilizado para o estudo foi proveniente da Estação de Tratamento de Dejetos de Suínos (ETDS), localizada no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves da Embrapa em Concórdia, Santa Catarina. O afluente que é recebido na ETDS é oriundo de duas granjas de criação de suínos, que tem capacidade de alojamento de 3800 animais e geração diária de 36 m³ de dejetos.



Na ETDS o afluente passa por uma peneira rotatória para a separação de sólidos grosseiros, após é homogeneizado e segue para um flotodencantador onde recebe adição de agentes coagulantes e floculantes biodegradáveis para remoção de sólidos em suspensão. Posteriormente, o efluente recebe tratamento biológico através de um reator anaeróbio com manta de lodo de fluxo ascendente (UASB) e por um reator de lodos ativados (RBA) passando, por fim, a um decantador secundário (saída da ETDS). Neste ponto foram feitas as coletas do efluente usado neste trabalho.

Para a caracterização do efluente foram feitas determinações de pH, DQO, alcalinidade, nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+), nitrito (N-NO_2^-), nitrato (N-NO_3^-), segundo APHA (1995). A concentração de fósforo total e solúvel (após filtração $0,45 \mu\text{m}$) no efluente foi feita por espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES).

Os ensaios de precipitação de fósforo foram realizados utilizando volumes de 100 mL de amostra, com adição de alíquotas entre 0,5 e 5 mL de suspensão de Ca(OH)_2 a 2% (m/v) foram adicionadas separadamente à amostra *in natura* em intervalos de 1 min, sob agitação constante de aproximadamente 300 rpm. A influência do pH na remoção do fósforo foi avaliada na faixa de 8,5 a 10,5. Após atingir o pH desejado, a amostra tratada foi deixada em repouso por 30 min. Ao final, foi determinada a concentração de fósforo total e solúvel na fração líquida. Também foi feito um estudo de perda de água do lodo em função do tempo, para observar a viabilidade da secagem a temperatura ambiente, visando a aplicação na ETDS. Para isso, foram feitos três ensaios. No primeiro ensaio, após decantação e separação da fração líquida, o lodo foi secado e pesado. No segundo ensaio, o lodo decantado foi separado do sobrenadante, filtrado (filtro *Selecta*, *Carl Schleicher & Schüll*, Nr. 5893, Alemanha), secado e pesado. No terceiro procedimento, o lodo decantado foi separado do sobrenadante, centrifugado e posto para secar. Em todos os ensaios, o lodo foi colocado sob um vidro de relógio para secagem à temperatura ambiente. O material foi pesado diariamente, até peso constante.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Os resultados da caracterização do efluente estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que praticamente todo o fósforo (> 90%) encontra-se na forma solúvel (< $0,45 \mu\text{m}$). Para o processo de remoção química isso pode ser favorável, pois aumenta a probabilidade de maior parte do fósforo estar na forma de iônica (ortofosfato).

Tabela 2 – Características físico-químicas do efluente na saída do decantador secundário (n = 5).

Parâmetro	Valor
pH	$6,70 \pm 0,01$
DQO (mg L^{-1})	389 ± 12
Alcalinidade ($\text{mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$)	569 ± 6
P_{tot} (mg L^{-1})	129 ± 2
P_{sol} (mg L^{-1})	119 ± 1
N-NH_4^+ (mg L^{-1})	133 ± 3
N-NO_3^- (mg L^{-1})	$7,4 \pm 0,2$
N-NO_2^- (mg L^{-1})	259 ± 6

Foi então avaliada a eficiência de remoção de fósforo em função da faixa de pH. Na Figura 1 (a) é apresentado o gráfico com os percentuais de remoção de fósforo do efluente em função do pH de separação. Pode-se observar que para todas as faixas de pH a remoção dos teores de fósforo total e solúvel foi superior a 90%, sendo que para valores de pH superiores a 9,0 a remoção foi superior a 96%. Os valores residuais de fósforo total na fração líquida foram inferiores a 4,2 mg/L.

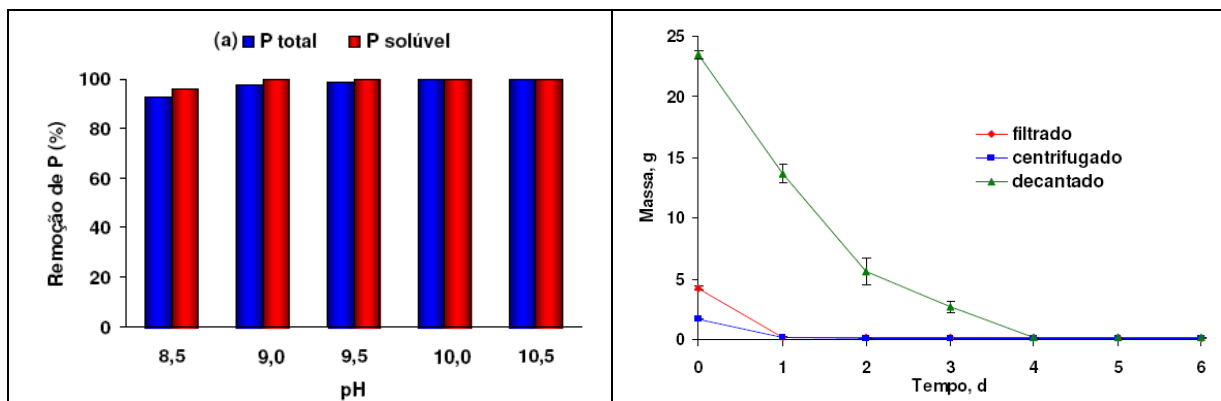


Figura 1. (a) Eficiência de remoção química de P_{tot} e P_{sol} em função do pH para tratamento com Ca(OH)₂; (b) massa de água residual no lodo após a separação.

Na Figura 1 (b) observa-se que em menos de um dia de secagem a temperatura ambiente o lodo filtrado ou centrifugado perdem praticamente toda a umidade. Para o lodo separado por simples decantação o tempo necessário é superior a 3 dias.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A separação química do fósforo no efluente da suinocultura através da adição de Ca(OH)₂ demonstrou-se eficiente, principalmente para remoção com pH superior a 9,0. Acredita-se que a eficiência deve-se a forma em que as espécies de fósforo se encontram no efluente.

Por fim, a separação química do fósforo demonstrou-se uma alternativa eficiente para a redução do impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. Paralelamente o lodo formado pode representar uma fonte de fósforo como fertilizante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA & WEF; **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 19th ed. USA (1995).
2. KUNZ, A.; **Tratamento de dejetos de suínos: desafios associados a complexidade da matriz**. In: Kunz, A.; Soares, H.M.; Spiller, V.R.. (Org.). Tecnologias para remoção de nutrientes de dejetos de origem animal. Brasil (2005) p. 07-11.
3. KUNZ, A.; HIGARASHI, M.M.; OLIVEIRA, P.A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, v.22, n.1, p.651-665, 2005.
4. KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R.L.R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. *Bioresource Technology*, USA, 2008. (doi:10.1016/j.biortech.2008.10.039).
5. METCALF & EDDY; **Wastewater engineering: Treatment and reuse**. 4th ed. New York: McGraw Hill. USA (2003) 1819 p.
6. VANOTTI, M. B.; SZÖGI, A. A.; HUNT, P. G.; **Extraction of soluble phosphorus from swine wastewater**. *Transactions of the ASAE* 46 (6) (2003) p. 1665-1674.
7. VANOTTI, M.B.; SZOGI, A.A. New systems for treatment of manure from confined animal production. In: I Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais, Florianópolis/SC. Anais do I Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais, 2009. p. 44-49. Disponível em <http://www.sbera.org.br>. Acesso em 05 de abr. de 2009.
8. ZANOTELLI, C.T.; COSTA, R.H.R.; PERDOMO, C.C. Evaluation of sludge from pond system for treatment of piggery wastes. *Water Science and Technology*, London, v. 51, n.12, p.235-238, 2005.