

REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA SUINOCULTURA UTILIZANDO-SE REÚSO DE EFLUENTES

Bortoli, M.^{*1}; Kunz, A.^{2,3}; Cunha, A.Jr.²; De Prá, M.C.⁴; Maroneze, M.M.⁵; Soares, H.M.⁶

*UTFPR-Francisco Beltrão-SC-Brasil^{*1}*

Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC-Brasil²

PGEAGRI/CCET-Unioeste- Cascavel-PR-Brazil³

PPGENQ-UFSC, Florianópolis-SC-Brasil³

Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC-Brasil⁴

PPGCTA-UFSM, Santa Maria-RS-Brasil⁵

UFSC-Florianópolis-SC-Brasil⁶

e-mail: marcelobortoli@utfpr.edu.br

RESUMO: Os Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs) têm sofrido fortes pressões, relacionadas aos impactos ambientais causados pela geração de grandes quantidades de efluentes e o consumo elevado de água. Buscando alternativas para a diminuição desses impactos, o tratamento e o reúso dos efluentes tratados surgem como alternativas para viabilizar, ambientalmente, os SPACs. Os processos para remoção de nitrogênio conhecidos, ainda geram efluentes com nitrato (NO_3^-) residual, e o reúso desses efluentes tratados, na limpeza das instalações suinícolas, propicia condições para que ocorra a redução do NO_3^- a N_2 por micro-organismos desnitrificantes. Todavia, pouco se sabe sobre os reais ganhos e impactos que a prática do reúso desses efluentes pode causar, principalmente com relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE). Com o exposto, buscou-se com esse trabalho responder, principalmente, o efeito do aporte de NO_3^- em dejetos de suínos sobre as emissões de GEE provenientes dessa prática. Foram avaliadas as influências da temperatura e da relação carbono orgânico solúvel (COS)/nitrogênio ($\text{N-NO}_x = \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$) na emissão de gases de efeito estufa durante a simulação do reúso em escala de laboratório. Os resultados obtidos demonstram que ao realizar a inserção de NO_3^- nos dejetos de suínos obteve-se ganho ambiental com a diminuição da emissão de GEE. Ao promover a desnitrificação heterotrófica, com o possível reúso de efluentes nas instalações suinícolas, reduziu-se acima de 90% a emissão de GEE durante a estocagem dos dejetos.

PALAVRAS-CHAVE: desnitrificação heterotrófica, nitrato, óxido nitroso.

REDUCING OF GREENHOUSE GASES EMISSION IN SWINE FARMING BY WASTEWATER REUSE

ABSTRACT: Concentrated Animal Feeding Operations (CAFOs) have a can generate a strong environmental pressure caused by the large generation of effluents and the high water consumption. Searching for alternatives to reduce these impacts, treatment and reuse of swine wastewater emerge as viable alternatives to the CAFOs. The current processes for nitrogen removal still generate effluents with residual nitrate, and the reuse of these effluents in cleaning facilities provides conditions for nitrate reduction to nitrogen gas by denitrifying bacteria. However, there are few information about the real benefits and impacts that the reuse practice can cause on emissions of greenhouse gases (GHG). In this way, the aim of this study was to evaluate the nitrate effect in swine manure on GHG emissions from reuse. The influences of temperature and soluble organic carbon/nitrogen ($\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NO}_2^- \text{-N}$) ratio were evaluated in the emission of greenhouse gases during reuse simulation in laboratory scale. The results show that with the nitrate addition in swine manure it is possible to decrease GHG emissions. The heterotrophic denitrification, with the possible reuse of wastewater on swine facilities, GHG are reduced over 90% during storage manure.

Key Words: heterotrophic denitrification, nitrate, nitrous oxide.

INTRODUÇÃO

A tecnificação da cadeia produtiva de suínos trouxe consigo a concentração e o aumento de escala dos Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs). Essa expansão da produção incrementou ainda mais a pressão sobre os recursos naturais, principalmente recursos hídricos.

Com relação aos dejetos, existem diversos sistemas de alta eficiência de remoção de matéria orgânica para o tratamento desses efluentes, porém, a maioria desses sistemas tem baixa eficiência para remoção de nitrogênio. Dentre as técnicas para remoção de nitrogênio, as mais utilizadas são baseadas no processo de nitrificação-desnitrificação. Esses processos são eficientes para remoção de nitrogênio, porém, ainda geram um efluente rico em nitrogênio na forma de nitrato, atingindo concentrações de até $250 \text{ mgN-NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ (BORTOLI, 2010).

Dentro desse contexto, a suinocultura também é consumidora de grandes volumes de água, tendo seus valores variados de acordo com a fase produtiva (PALHARES, 2011). Na fase de crescimento e terminação o consumo de água pode chegar a $10,4 \text{ L animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (TAVARES, 2012), já para unidades produtoras de leitões em granjas comerciais pode chegar a $20 \text{ L matriz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (WARD; McKAGUE, 2007). Isto aponta para a necessidade de ações para racionalizar a utilização da água nos sistemas produtivos de suínos.

Dessa forma, uma alternativa para o uso racional da água na suinocultura é o reúso no sistema produtivo dos efluentes tratados. Caso esses efluentes sejam tratados por um sistema baseado no processo de nitrificação-desnitrificação, teriam baixa concentração de carbono orgânico, porém, elevada concentração de nitrogênio na forma NO_3^- . Uma vez retornado para dentro da instalação, o efluente rico em NO_3^- entraria em contato com os dejetos frescos de suínos, onde iniciaria um novo processo de desnitrificação utilizando a fonte de carbono ali contida (KUNZ *et al.*, 2012).

No entanto, existe uma lacuna de conhecimento sobre os reais impactos da reutilização desses efluentes tratados, ricos em NO_3^- , dentro das instalações, em se tratando das emissões atmosféricas, tanto de óxido nitroso (N_2O) como metano (CH_4), provenientes dessa prática.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os possíveis impactos do reúso de efluentes suínocolas ricos em nitrato (NO_3^-), na unidade de produção de suínos, observando as emissões de gases de efeito estufa (GEE), utilizando ensaios em escala laboratorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Para observar o efeito da reutilização dos efluentes na higienização das instalações, foram executados ensaios cinéticos de consumo de NO_3^- em batelada em dejetos frescos de suínos. Os ensaios foram realizados com temperatura controlada em banho termostático, em frascos de forma retangular com 2 L de volume útil e volume de *headspace* de 0,45 L. Os ensaios tiveram duração de 48 horas. Para avaliar o efeito de sazonalidade, foram estudadas temperaturas de 10°C , 18°C e 25°C , e para as relações carbono orgânico solúvel (COS)/nitrogênio ($\text{N-NO}_x = \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$) foram estudadas relações 2, 3, 5, 10 e 20, para cada temperatura. Foi utilizado KNO_3 como fonte de N-NO_3^- nos experimentos.

Os dejetos foram coletados e armazenados por um período de sete dias, simulando o período de estocagem dentro das instalações, esse período de sete dias foi baseado no período recomendado como máximo ideal para estocagem de dejetos de suínos proposto por Kunz *et al* (2009). Após esse período de estocagem foi adicionada solução de KNO_3 como fonte de nitrato de acordo com a necessidade para estabelecer as relações COS/N-NO_x desejadas. Durante o período de estocagem foi monitorada a emissão de CH_4 , e a partir desse monitoramento foi estimada a emissão de CH_4 para o período de 48 horas, ou seja, estimativa da emissão correspondente ao oitavo e nono dias de estocagem.

Foram monitoradas as concentrações de CH_4 e N_2O no *headspace* dos reatores. As amostras eram coletadas de cada experimento em seringas de plástico de volume de 120 mL

com válvulas. Posteriormente, as amostras foram analisadas utilizando-se um analisador de gases por infravermelho fotoacústico (INNOVA 1412, Lumasense Technologies, Denmark).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, observou-se que durante os experimentos de desnitrificação em dejetos ocorreu diminuição considerável na emissão de CH_4 , como pode ser visto na Tabela 1. Ao se fazer o balanço de massa em CO_2 equivalente, utilizando como base equivalências sugeridas pelo IPCC (2006), observa-se (Tabela 1) que na temperatura de 25 °C e relação COS/N-NOx igual ou superior a 3 existe uma expressiva redução na emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Na temperatura de 18 °C observou-se que as maiores relações COS/N-NOx apresentaram redução na emissão de GEE de 31,2, 86,6 e 96,4%, para as relações COS/N-NOx de 5, 10 e 20, respectivamente. Para a relação COS/N-NOx de 3, observou-se balanço negativo, porém, baixo, sendo este de -4,9%. Já para a relação COS/N-NOx de 2, observou-se que o balanço se apresentou negativo, porém, mais de sete vezes maior que na temperatura de 25 °C, emitindo 141,5% mais CO_2 equivalente do que simplesmente a estocagem dos dejetos.

Quando se observa a temperatura de 10 °C nota-se que nessa condição somente a relação COS/N-NOx 20 teve um balanço positivo na emissão de GEE, quando comparado com a emissão durante o período de estocagem, sendo que para essa condição observou-se um ganho de 43,2% de redução da emissão de GEE. Nas relações COS/N-NOx restantes para temperatura de 10 °C, todas apresentaram balanço negativo na redução de emissão de GEE, emitindo na desnitrificação, até quinze vezes mais GEE que na estocagem dos dejetos sob a mesma temperatura.

Kunz *et al.* (2012) estudaram a inserção de efluente tratado com residual de NO_3^- nos dejetos, simulando uma hipotética situação de reúso, testando diversas proporções de efluente tratado e dejetos, e observaram relações C/N-NOx acima de 80. Por isso, acredita-se que relações COS/N-NOx inferiores a 10 dificilmente sejam atingidas em condições de reúso de água nas instalações suinícolas, uma vez que a prática já foi relatada na literatura com relações COS/N-NOx consideravelmente acima das estudadas.

Por fim, essa redução na emissão de GEE em CO_2 equivalente chegando a 98,3% com relação COS/N-NOx 20 e temperatura de 25 °C se mostrou extremamente positivas e significativas, além de apontarem para o importante ganho ambiental trazido com o reúso da água tratada na limpeza das instalações, que vai além da economia de água potável para uso pouco nobre.

CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram que com a relação COS/N-NOx 20 o balanço de emissão de CO_2 -Eq foi positivo para as três temperaturas estudadas. As reduções da emissão de GEE foram mais significativas para as temperaturas de 18 e 25 °C.

Com isso, observa-se que o reúso de efluentes tratados pode ser facilmente incorporado à cadeia produtiva de suínos, uma vez sendo atendidos níveis mínimos de tratamento sem maiores custos para o sistema produtivo, além de beneficiar o meio ambiente com a diminuição da captação de água de boa qualidade para usos pouco nobres.

Por fim, conclui-se que a prática de reúso com efluentes ricos em NO_3^- , além do já conhecido ganho ambiental proporcionado pela economia do recurso hídrico, se praticada da forma correta, garantindo relação COS/N-NOx acima de 20, pode reduzir consideravelmente a emissão de GEE e conseqüentemente os impactos ambientais da produção de suínos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLI, M. **Partida, operação e otimização de um sistema de nitrificação/desnitrificação visando à remoção de nitrogênio de efluente da suinocultura.** 2010. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- IPCC. The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report. **In: Second Assessment Report: Climate Change 1995**, p. 22, 1995.
- KUNZ, A., et al. Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 1815-1818, 2009.
- KUNZ, A., et al. Nitrogen removal from swine wastewater by combining treated effluent with raw manure. **Sci. Agric.** v. 69, p. 352-356, 2012.
- WARD, D.; McKAGUE, K. Water requirements of livestock. **FactsSheet**. v. 5, p. 07-023, 2007.
- PALHARES, J. C. P. O manejo hídrico na produção de suínos. 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905188/1/Aguasuinios.pdf> Acesso em 05 de Novembro de 2014.
- TAVARES, J. M. R. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura.** 2012. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Tabela 1. Emissões de CH₄ e N₂O durante o processo de desnitrificação em dejetos.

Relação COS/N-NOx	Temp. (°C)	CH ₄ estimado a ser emitido na estocagem (mgCH ₄)*	CH ₄ emitido na desnitrificação em dejetos (mgCH ₄)*	N ₂ O emitido na desnitrificação (mgCO ₂)*	Redução na emissão de GEE (% CO ₂ Eq.)*
2,03	25	156,5	1,23	3879	-18,8
3,10	25	156,5	1,87	1851	42,5
4,94	25	156,5	1,92	853,0	72,8
9,87	25	156,5	1,66	165,0	93,9
19,16	25	156,5	0,60	20,9	98,3
2,07	18	43,43	0,86	2185	-141,5
2,94	18	43,43	0,92	937,0	-4,89
5,10	18	43,43	0,72	613,0	31,2
9,86	18	43,43	0,75	106,7	86,6
20,77	18	43,43	0,61	19,8	96,4
2,07	10	0,661	0,04	227,0	-1538
3,00	10	0,661	0,17	146,3	-979,6
5,14	10	0,661	0,09	101,2	-642,6
10,40	10	0,661	0,04	27,5	-104,1
20,59	10	0,661	0,01	7,70	43,2

*Para efeito de cálculo foram utilizadas equivalências sugeridas pelo IPCC (1995) onde 1 gCH₄ = 21 gCO₂ equivalente e 1 gN₂O = 310 gCO₂ equivalente.