

## OTIMIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ESTIMAR A EMISSÃO DE AMÔNIA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE DEJETOS DE SUÍNOS

<sup>1</sup>Lourenço, K. S\*; <sup>2</sup>Corrêa, J. C; <sup>2</sup>Higarishi, M; <sup>3</sup>Chini, A; <sup>3</sup>Conceição, V;

<sup>1</sup> Acadêmico de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Lages – SC, estagiária da Embrapa Suínos e Aves- CNPSA, Concórdia, e-mail: [skesia@yahoo.com.br](mailto:skesia@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Pesquisadores da CNPSA, e-mail: [juliano@cnpesa.embrapa.br](mailto:juliano@cnpesa.embrapa.br); <sup>3</sup> Acadêmico de Engenharia Ambiental da UnC - Universidade do Contestado.

**RESUMO:** O Processo de compostagem com aplicação de dejetos de suínos e leito de maravalha é utilizado no sistema de produção suínola, contudo a volatilização de amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) está entre as principais formas de perdas de nitrogênio nesse sistema. Este estudo teve como finalidade verificar o método a ser aplicado para a quantificação da emissão de  $\text{NH}_3^+$  durante o processo de compostagem, bem como o tempo ideal de permanência do coletor com espuma sobre a leira. O Experimento foi desenvolvido na cidade de Seara/SC, numa unidade de produção de leitões. As medidas das emissões de  $\text{NH}_3^+$  foram realizadas diretamente sobre a superfície das leiras utilizando absorvedores de espuma e fita de politetrafluoroetileno colocado 1 cm acima do nível da compostagem, embebidas em ácido fosfórico. Foram realizadas diversas medidas testando os seguintes tempos de coleta, 5, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, a fim de se escolher o mais apropriado. Foram ainda aferidas as emissões antes e após o revolvimento. Posteriormente o N- $\text{NH}_3$  foi determinado pelo método micro-Kjeldahl e eletrodo de íon seletivo. O coletor constituído de espuma mostrou-se efetivo em mensurar as perdas por volatilização. Em baixa emissão de  $\text{NH}_3^+$  foi possível preconizar o tempo de 60 minutos para coleta, condição que não subestima os resultados encontrados. Ambos os métodos de quantificação de emissão de amônia, microkjeldahl e eletrodo de íons seletivo, mostraram-se eficientes, e podem ser utilizados.

**Palavras-Chave:** amônia, fertilizante orgânico, resíduo, volatilização

## ISSUANCE OF GASES IN THE PROCESS OF COMPOSTING WITH PIG MANURE

**ABSTRACT:** The composting process with the application of swine waste and wood-shavings bedding has been employed recently in the swine production system, although ammonia ( $\text{NH}_3^+$ ) volatilization is among the most important forms of nitrogen losses in this system. This study aimed to investigate the best method to be applied in the quantification of  $\text{NH}_3^+$  emissions during the composting process, and determine the ideal time for the collector containing foam soaked in phosphoric acid to remain on the composting windrow. The experiment was conducted in the city of Seara/SC, in a shoat production unit containing 200 sows, a condition that provided 20,000 L of waste/day.  $\text{NH}_3^+$  emission measurements were taken directly on the surface of the windrows using foam and polytetrafluoroethylene absorbers placed 1 cm above the composting level, soaked in phosphoric acid. Several measurements were made, using the following collection times: 5, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, and 120 minutes, in order to select the most suitable time. In addition, emissions were determined before and after turning. N- $\text{NH}_3^+$  was later determined by the micro-Kjeldahl/ion-selective electrode method. The foam collector was effective to measure losses by volatilization. Under low  $\text{NH}_3^+$  emission conditions the 60-minute period was suitable for collection and did not underestimate the results found. The micro-Kjeldahl methodology can be recommended for both conditions.

**Keywords:** ammonia, organic fertilizer, residue, volatilization

## INTRODUÇÃO

Até a década de 70, os dejetos provenientes da produção de suínos não eram considerados um fator preocupante, pois os solos das propriedades tinham condição para absorvê-los. Com a intensificação do processo agroindustrial houve o aumento na

densidade de suínos, fator que gerou o incremento na produção de dejetos, causando preocupações quanto a sua deposição no solo sem haver a contaminação dos recursos naturais (Oliveira, 2002; Oliveira, 2004).

A atividade suinícola é capaz principalmente de modificar a qualidade do ar, em razão da emissão de gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e os gases nitrogenados ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) (Kermarrec, 1999). Estas emissões representam grande preocupação devido aos efeitos prejudiciais à qualidade ambiental e no desconforto e saúde humana (Zahn et al., 2001). Muitos desses gases, além de serem tóxicos e/ou causadores de efeito estufa, geram odor desagradável sendo sentido, muitas vezes, a distâncias razoáveis, além dos limites da área da propriedade emissora.

Entre as alternativas consideradas promissoras no tratamento de dejetos suínos vale destaque para a compostagem, que vem sendo empregada em regiões cujas águas estão fortemente poluídas por nitrato e, por determinação da legislação, torna-se impossível a ampliação de novas criações. Outra possibilidade é para regiões onde não há área agricultável suficiente para deposição de dejetos de suínos no solo, pois permite transferir os resíduos na forma de composto para outras regiões que demandam este tipo de fertilizante orgânico (Paillat et al., 2005).

O Processo de compostagem com aplicação de dejetos de suínos e leite de maravalha é uma alternativa promissora para utilização dos resíduos provenientes do sistema de produção pecuário, trazendo como, a contribuição pelo reaproveitamento de parte dos nutrientes para produção de fertilizante orgânico. Entretanto, são poucos os trabalhos que mostram a eficiência científica deste processo, sendo que em nível nacional não existe muitos trabalhos que demonstrem e quantifiquem a emissão do gás amônia ( $\text{NH}_3$ ) durante a realização do processo, e os trabalhos existentes tem dado ênfase a emissão dos gases, como gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) (Higarashi e Oliveira, 2009). Resultados da literatura têm demonstrado que a emissão de gases em sistema de tratamento dos dejetos de suínos via compostagem do total inicial de nitrogênio 60% é perdido, sendo 10% sob a forma de  $\text{NH}_3$ , 6% sob a forma de  $\text{N}_2\text{O}$  e 44% sob a forma de  $\text{N}_2$  (Paillat et al., 2005).

Com a finalidade de verificar o método a ser aplicado para a quantificação da emissão de amônia no processo de compostagem, bem como o tempo ideal de permanência do coletor com espuma embebida em ácido fosfórico o presente trabalho teve como objetivo avaliar métodos para quantificação da emissão e verificar o ponto de saturação do ácido fosfórico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O Experimento foi desenvolvido na cidade de Seara/SC, num leito de compostagem com dimensões de 40 m de comprimento por 4 m de largura e 1 m de altura, com um volume de 160  $\text{m}^3$ , sendo o sistema operacionalizado mecanicamente com máquina automotriz comercial.

O método para determinar a volatilização de  $\text{NH}_3^+$  foi descrito por (Oliveira et al., 2008), o qual denota pouca interferência nos processos de volatilização, para quantificar a amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) além de ser de baixo custo. As espumas tinham dimensão de 8 x 8 cm e densidade de 20  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Para a retenção do  $\text{NH}_3$ , foram embebidas em 11 mL de ácido fosfórico (0,5 mol/L). Em seguida, foram colocadas sobre placas de PVC de 10,0 x 10,0 x 0,2 cm e envolvidas por uma camada de fita de politetrafluoroetileno (fita veda-rosca), que é permeável à amônia e impermeável à água. Os absorvedores foram armazenados em sacos plásticos até o momento da sua colocação sobre a leira de compostagem, para evitar contaminação com a  $\text{NH}_3$  presente no ambiente.

Os tratamentos consistiram de diferentes tempos de coleta preconizados com 5, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, com cinco repetições, com a finalidade de determinar o ponto de saturação do ácido em razão da emissão da amônia. Como existe diferença de emissão de amônia durante o processo de operacionalização da leira de compostagem, optou-se por fazer a avaliação no período de maior emissão, ou seja, após o revolvimento e outra avaliação no leito sem revolvimento.

Para quantificar a volatilização da amônia, foram testadas duas metodologias a micro-Kjeldahl e o eletrodo íon seletivo para amônia. Para o método micro-Kjeldahl, utilizou-se alíquota de 20 mL, a qual foi transferida para tubos de destilação e foram adicionados 20 mL NaOH (10 mol/L), e colocadas no aparelho de destilação semi-micro Kjeldahl, liberando o  $\text{NH}_3^+$  que é arrastado por vapor e recolhida em Erlenmeyer com 10 mL de solução de ácido bórico e, posteriormente, titulado com ácido sulfúrico 0,005 mol/L. Para o eletrodo íon seletivo foi utilizado 25 mL da alíquota adicionando-se 5 gotas de NaOH (10 mol/L) para elevar o pH acima de 11, para leitura utilizou-se membrana hidrofóbica permeável a gás, o qual permite interface entre a amostra e a solução interna do eletrodo contendo cloreto de amônio.

A coleta dos dados foi realizada no mês de julho com condições de temperatura média de 4,7°C, umidade do ar de 60,5% e velocidade do vento média de 0,75 m/s. A temperatura da leira de compostagem estava em 49°C.

A cada tempo determinado os absorvedores foram retirados, colocados em sacos plásticos e em seguida armazenados em geladeira até a análise no dia seguinte. Para a determinação do N- $\text{NH}_3$  no absorvedor de espuma, as espumas foram lavadas com volume conhecido de água, aproximadamente 300 mL, em funil de Buchner com placa porosa ligado a uma bomba de vácuo. Para realização das análises foi retirada uma alíquota de 100 mL, a qual foi analisada pelo método de microkjeldahl (20 mL) e eletrodo de íon seletivo (25 mL).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para emissões com baixa concentração de  $\text{NH}_3^+$  a metodologia por micro-Kjeldahl demonstrou ponto de inflexão com 79,5 minutos (Figura 1), permitindo inferir que tempos superiores a este não estariam coletando esta molécula, fator que subestimaria os resultados da volatilização do gás. Já a metodologia por eletrodo de íon seletivo apresentou valores de emissão de  $\text{NH}_3^+$  menores comparados ao micro-Kjeldahl, com comportamento crescente até o tempo máximo preconizado em condições onde há baixa emissão deste gás no processo de compostagem. É importante encontrar o ponto de saturação em razão da possibilidade da formação de uma barreira de  $\text{NH}_4$ , em função das reações ocorridas entre o ácido fosfórico e o  $\text{NH}_3^+$ , formando essa molécula, na superfície inferior da espuma, fator que dificultaria a entrada do  $\text{NH}_3^+$ , o que condiciona resultados subestimados.

Com base nestas informações foi possível preconizar o tempo de 60 minutos para coleta quando há baixa emissão de  $\text{NH}_3^+$  no processo de compostagem, condição que não subestima os resultados encontrados. Com o tempo de 60 minutos foi possível estabelecer a emissão 175,9 mg  $\text{m}^2$  de amônia para o método micro-Kjeldahl, já para o eletrodo este valor foi de 57,4 mg  $\text{m}^2$ . Com base nos valores micro-Kjeldahl é possível estimar que exista uma emissão de 675 kg de  $\text{NH}_3^+$  durante 100 dias de compostagem para a leira de 160  $\text{m}^2$ .

Quando há alta emissão de  $\text{NH}_3^+$  após o revolvimento da leira durante o processo de compostagem a metodologia preconizada por micro-Kjeldahl apresentou menor dispersão entre as repetições no mesmo tratamento, porém seus valores apresentaram-se menores que os apresentados pelo eletrodo de íons seletivo. Vale ressaltar que na condição de revolvimento da leira a emissão de  $\text{NH}_3^+$  é, aproximadamente 3 vezes superior quando não há o revolvimento, porém este tempo de emissão é relativamente curto e acontece quando a temperatura da leira chega a valores superiores a 60°C ou na data preconizada para impregnação do dejetos de suíno, sendo que esta pode ocorrer uma vez por semana. O tempo estabelecido para medir a emissão de  $\text{NH}_3^+$  quando há o processo de revolvimento da compostagem, pode ser estabelecido em 60 minutos, pois ainda não existe o ponto de saturação do ácido fosfórico, o que possibilita resultados confiáveis.

Os coletores com circulação de ar (Oliveira et al., 2008), como é o caso, são mais eficientes em captar a amônia volatilizada do que o dispositivo semi-aberto estático, o qual permanece isolado da ação do vento durante o período de avaliação e, por isso, pode subestimar a perda real de N por volatilização de amônia. Esse método é um dos que menos influenciam na coleta do gás em questão pelo fato de não causar grandes alterações no microclima da compostagem, como ocorre nos coletores semi-aberto, onde pode-se saturar o coletor com os gases emitidos, além da evaporação e condensação da água nas

laterais, constituindo um problema porque a amônia é solúvel em água podendo voltar para a leira de compostagem.

## CONCLUSÕES

O coletor de amônia constituído de espuma e de fita de politetrafluoroetileno colocado 1cm acima do nível da compostagem mostrou-se efetivo em mensurar as perdas de amônia por volatilização. Em baixa emissão de  $\text{NH}_3^+$  foi possível preconizar o tempo de 60 minutos para coleta, condição que não subestima os resultados encontrados. Ambos os métodos de quantificação de emissão de amônia, microkjeldahl e eletrodo de íons seletivo, mostraram-se eficientes, e podem ser utilizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KERMARREC, C.; ROBIN, P.; BERNET, N.; TROLARD, F.; OLIVEIRA, P. A.V.; LAPLANCHE, A.; SOULOUMIAC, D. Influence du mode de ventilation des litières sur les émissions gazeuses d'azote  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  et sur le bilan d'azote en engraissement porcin. **Agronomie - Agriculture and Environment**, v.18, n.7, p.473-488, 1998.

OLIVEIRA, P. A. V. de, CASTILHO JUNIOR, A. B., NUNES, M. L. A., HIGARASHI, M. M., Compostagem usada para o tratamento dos dejetos de suínos. In: Congresso Latino Americano de suinocultura, 2.; Congresso de suinocultura do mercosul, 4., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campinas: Editora Animal/World, 2004. p.522-523.

PAILLAT, J.M.; ROBIN, P; HASSOUNA, M; LETERME, P. Effet du compostage de fluents porcins sur les émissions gazeuses et les teneurs en éléments polluants. Rennes : INRA, **Centre de Recherches de Rennes**, 2005. 106 p.

ZAHN, J. A.; HATTFIELD, J. L.; LAIRD, D. A.; HART, T. T.; DO, Y. S.; DISPIRITO, A. A. Functional classification of swine manure management systems based on effluent and gas emission characteristics. **Journal Environment Quality**, v.30, p.635-647, 2001.

## ANEXOS

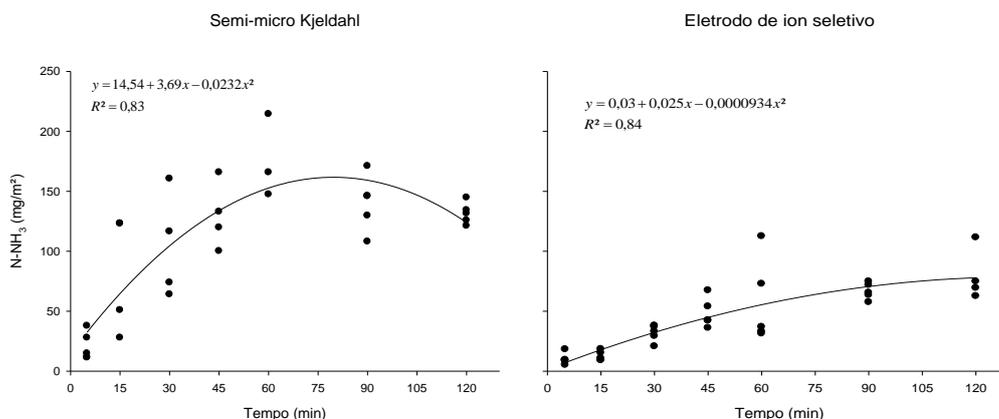


Figura 1. Emissão de Amônia na leira de compostagem ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) sem revolvimento com máquina automotriz, para a determinação do ponto de saturação do ácido fosfórico.

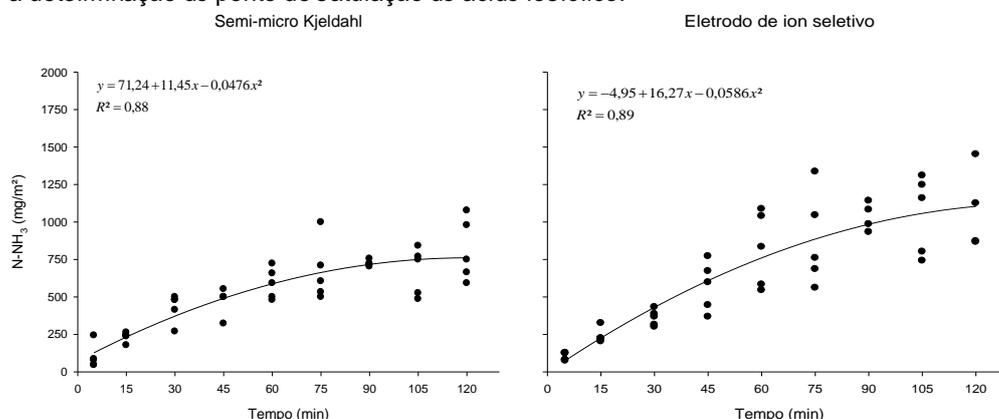


Figura 2. Emissão de Amônia na leira de compostagem ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ) após revolvimento com máquina automotriz, marca Bergamini, para a determinação do ponto de saturação do ácido fosfórico.