

Efeito da ventilação em câmaras estáticas semiabertas sobre a detecção de amônia emitida durante compostagem de dejetos suínos⁽¹⁾

Stefen Barbosa Pujol⁽²⁾; Diego Antonio Giacomini⁽³⁾; Rafael Ricardo Cantú⁽⁴⁾; Régis Lanza⁽⁵⁾; Adônis Vicente Blasi⁽⁵⁾; Celso Aita⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de CAPES, CNPq e FAPERGS.

⁽²⁾ Pós-Doutorando, Bolsista CAPES/PNPD-Institucional 2011, atuando no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS); Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Santa Maria, RS; Email: pujolstefen@gmail.com;

⁽³⁾ Mestrando no PPGCS; UFSM; ⁽⁴⁾ Doutorando no PPGCS; UFSM; ⁽⁵⁾ Bolsista no Setor de Microbiologia do Solo, Departamento de Solos, UFSM; ⁽⁶⁾ Professor Associado 4 no Departamento de Solos, UFSM; Bolsista PQ 1-D no CNPq.

RESUMO: O tratamento de dejetos líquidos de suínos (DLS) é necessário para reduzir o poder poluente dos mesmos, sendo a compostagem uma alternativa viável por unir um resíduo rico em nitrogênio com outros resíduos de elevada C/N, maravalha e serragem. Porém, logo após a aplicação dos dejetos e durante o revolvimento das leiras de compostagem há emissão de amônia (NH₃). Essa quantidade de N que é perdida por volatilização pode ser subestimada quando coletada em câmaras estáticas semiabertas, devido ao aumento na umidade e da baixa troca gasosa na câmara. Para evitar esse aspecto avaliou-se neste estudo a inserção de um ventilador no interior da câmara, buscando detectar o teor real de NH₃ perdida para atmosfera. O estudo foi conduzido na UFSM em um sistema de câmaras para simular a compostagem automatizada dos dejetos de suínos, contendo dois tratamentos: com e sem ventilação. O sistema de ventilação empregado foi proveniente da adaptação de coolers às câmaras de captura de NH₃. O uso de cooler para ventilar as câmaras permite captar aproximadamente 3 vezes mais NH₃ do que quando não é usado um sistema de ventilação nas câmaras estáticas semiabertas utilizadas durante compostagem de dejetos suínos.

Termos de indexação: NH₃, DLS, Perdas de N.

INTRODUÇÃO

A utilização de dejetos líquidos de suínos (DLS), ricos em N amoniacal, na agricultura é interessante pelo seu poder fertilizante, porém preocupante pela capacidade de poluir o ar, solo e a água.

Uma forma de reduzir esses riscos ao ambiente é a compostagem dos DLS com substratos de elevada C/N, como a maravalha. A partir disso, ainda assim, ocorrem perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH₃) durante a compostagem desses resíduos (Jiang et al., 2013). No entanto, o real valor de N que é perdido por esse processo deve ser corretamente avaliado, de forma a não ter seu teor subestimado em câmaras estáticas semiabertas.

As câmaras estáticas reduzem o potencial de emissão de amônia devido à concentração de umidade e a consequente condensação do gás NH₃. Para retirar esse efeito das câmaras estáticas semiabertas pode-se fazer uso de ventiladores (coolers) que permitam a circulação do ar por toda a câmara e a emissão de amônia seja estimada similar ao que ocorreria em um sistema aberto (Graf et al., 2013) de compostagem.

O presente trabalho buscou detectar o efeito da ventilação no interior das câmaras estáticas semiabertas sobre a emissão e detecção de amônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no interior de uma casa de vegetação, no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), de forma que permitisse as avaliações de amônia livre da influência de precipitação. Este estudo faz parte do trabalho de Mestrado desenvolvido pelo coautor Diego Giacomini, no PPGCS da UFSM.

As avaliações da emissão de amônia em câmaras estáticas semiabertas foram realizadas durante 15 dias consecutivos em dois tratamentos específicos, com e sem a presença de ventilação. O delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, foi empregado para avaliar o efeito da ventilação nas câmaras sobre a volatilização de amônia oriunda dos dejetos líquidos de suínos aplicados.

As unidades experimentais foram montadas a partir de tubos cilíndricos de PVC, com diâmetro interno de 0,24 m e 0,20 m de altura. A parte inferior da unidade foi fechada com uma tampa de plástico de mesmo diâmetro.

No interior das unidades experimentais foi alocada uma mistura de maravalha (0,3 kg) com serragem (0,7 kg), servindo de substrato para o tratamento dos dejetos líquidos de suínos na simulação de um sistema de compostagem aeróbica automatizada. A maravalha era composta exclusivamente por nacos de madeira de eucalipto, enquanto a serragem foi oriunda de misturas de

diversas espécies madeireiras de árvores. Ambas foram obtidas em madeireiras da região de Santa Maria, RS.

Os dejetos de suínos utilizados para simular a compostagem desse resíduo junto com o substrato vegetal foram obtidos em uma propriedade rural do município de Nova Palma. Nessa propriedade os suínos em fase de terminação são criados em confinamento. As características dos DLS são mostradas na tabela 1. Nas três aplicações de dejetos realizadas a taxa foi a mesma, um litro de dejetos por cada quilo de substrato, totalizando uma proporção dejetos/substrato de 1/1.

O experimento teve início quando da 1ª aplicação dos dejetos de suínos sobre o substrato orgânico. Essa aplicação foi realizada manual e gradualmente, com simultânea incorporação dos DLS ao substrato. Além dessa, foram realizadas ainda mais duas aplicações de dejetos (Tabela 1), visando simular o processo de compostagem aeróbica com várias aplicações de resíduos líquidos e o efeito desse manejo sobre a emissão de NH₃.

Tabela 1 – Datas de aplicação e características principais dos dejetos líquidos de suínos utilizados na avaliação da emissão de amônia durante a compostagem dos dejetos.

Aplicação	Caracterização		
	MS ¹	NA ²	pH
	-- % --	-- kg m ⁻³ --	
Início	3,08	3,73	6,95
5º dia	4,39	3,42	6,85
9º dia	4,08	2,86	6,87

¹MS = matéria seca; ²NA = nitrogênio amoniacal.

A compostagem era mantida em aerobiose devido ao revolvimento realizado junto das aplicações de dejetos e de outros revolvimentos feitos aos 2, 7 e 12 dias após o início do experimento. Além de manter o sistema oxigenado, o revolvimento favorecia a perda de umidade do composto orgânico. Esse revolvimento foi conduzido com o auxílio de um bastão de vidro de forma lenta e homogênea no interior da unidade experimental, tentando simular o que seria um revolvimento automatizado no processo de compostagem dos dejetos.

Sobre cada unidade experimental foi colocada uma câmara para captação da amônia volatilizada logo após aplicação dos dejetos e durante os 15 dias do experimento. Essa câmara foi construída, também, a partir de um cano de PVC com mesmos diâmetro e altura das unidades experimentais. Cada câmara era encaixada sobre a unidade experimental contendo a mistura de dejetos, maravalha e

serragem, por meio de uma canaleta de plástico colada sobre a unidade experimental.

No interior das câmaras de captação de amônia havia duas espumas cilíndricas de mesmo diâmetro da câmara: uma inferior, colocada a 0,10 m de altura, para captar o gás NH₃ volatilizado da massa de compostagem e outra superior, posicionada a 0,15 m de altura, para impedir a entrada de amônia externa à câmara e, com isso, evitar a contaminação entre tratamentos.

As espumas, com densidade 28 e espessura 0,02 m, eram previamente embebidas em 140 mL de solução contendo ácido fosfórico (5 %) e glicerina (4 %), e trocadas em cada momento de avaliação. Para cada momento de avaliação da emissão de amônia do composto orgânico à atmosfera a espuma inferior era retirada da câmara e levada até o Laboratório de Pesquisa em Biotransformações de Carbono e Nitrogênio (LABCEN) para extrair a NH₃ volatilizada.

A extração de NH₃ ocorria por meio da lavagem da espuma com solução de KCl 1 mol L⁻¹. Essa lavagem era realizada por cinco vezes consecutivas, completando o volume final do extrato a 1.000 mL, em balão volumétrico. Desse extrato eram retirados 20 mL para determinar a concentração de N amoniacal da amostra, em destilador de arraste de vapor semi-micro Kjeldahl.

As perdas de nitrogênio para atmosfera por volatilização de amônia tiveram o fluxo calculado pelas perdas de N em cada intervalo de tempo, enquanto a perda cumulativa foi obtida pela soma de cada um desses pontos.

A avaliação de amônia volatilizada e captada nas câmaras seguiu metodologia proposta por Nõmmik (1973) e a determinação do N amoniacal foi baseada em Tedesco et al. (1995).

Sobre a câmara de captação de amônia foram colocadas tampas para proteger da entrada de raios solares, o que poderia ressecar as espumas. Essas tampas foram posicionadas de forma a manter um espaço entre a câmara e a tampa de 0,05 m, permitindo o fluxo de ar e a troca gasosa entre o ambiente interno e externo à câmara.

A ventilação empregada em um dos tratamentos avaliados foi obtida pela colocação de um cooler quadrado pequeno (0,06 m de lado) no interior da câmara de captação de NH₃, à 0,05 m de altura da câmara, sendo o cooler abastecido por uma fonte de computador ligado à luz sob corrente de 12 Volts. O cooler permitia a ventilação da atmosfera sobre a massa de compostagem, tendo sido posicionado com inclinação de forma a proporcionar circulação de ar em toda a superfície do composto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ventilação colocada na câmara de captação de amônia influenciou o fluxo de emissão desse gás para atmosfera (Figura 1). Desde a primeira avaliação realizada, aproximadamente 24 horas após o início do experimento, percebe-se que há diferença entre os valores de NH_3 emitidos sem e com ventilação. Nesse momento, a taxa de volatilização de amônia varia em mais de $50 \text{ mg de N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Além disso, em todo o período analisado percebeu-se que a emissão de amônia foi maior quando foi utilizado o cooler como um sistema de ventilação.

Cada aplicação de DLS realizada provocou o aumento nas emissões de amônia, tanto com quanto sem o sistema de ventilação, mas foi sempre mais acentuado no tratamento que dispunha de ventilação interna (DIs + Coolers).

Quanto a emissão de amônia após o manejo único de revolvimento da massa de compostagem, sem a simultânea aplicação de dejetos, foi possível observar elevação na volatilização do gás somente dois dias após o início do experimento. Nos demais revolvimentos realizados no sistema de compostagem dos dejetos de suínos a taxa de emissão de amônia foi inferior.

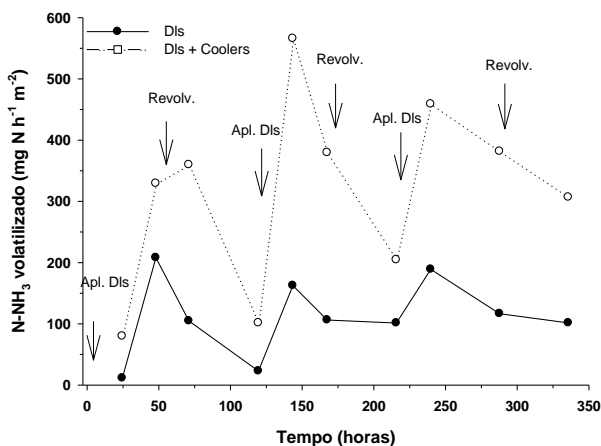


Figura 1 – Fluxo de emissão de amônia (NH_3) após aplicação (Apl.) de dejetos líquidos de suínos (DIs) e revolvimento (Revolv.) da massa de compostagem, sem e com ventilação (Coolers).

O aumento na emissão de NH_3 após aplicação de DLS é esperado, pois os dejetos possuem elevada concentração de N amoniacal e os dejetos do presente estudo possuíam pH próximo a neutralidade. Como o pK_a da amônia é 9,0, quanto mais próximo desse valor estiver o pH do ambiente maior será a concentração de NH_3 e

consequentemente mais elevada a volatilização desse gás (Szanto et al., 2007). Embora o pH dos dejetos utilizados fora sempre próximo a neutralidade, o fato de parte do amônio dos dejetos poder ser convertido em amônia e ainda reações microbianas que pudessem elevar o pH, como a mineralização do carbono dos próprios dejetos, seriam facilitadores para que a amônia ficasse disponível à volatilização. Também, como o sistema é semiaberto, entendeu-se que ocorram trocas gasosas com o ambiente externo à câmara, porém com menor efeito do que em ambiente aberto devido ao impedimento das paredes da câmara e ao aumento de umidade no interior da câmara (Graf et al., 2013).

O uso de cooler como sistema de ventilação poderia ser considerado um procedimento capaz de representar a emissão de amônia de forma mais próxima da realidade, pois os coolers reduziram o efeito de acúmulo de umidade no interior das câmaras já que a ventilação é constante. Isto pode ser verificado no estudo conduzido e é melhor visualizado quando consideramos as perdas totais de amônia para atmosfera.

A perda total de amônia no sistema avaliado é mostrada na figura 2. Nesta, pode-se perceber que a ventilação influenciou diretamente na quantidade de N que foi perdido para atmosfera. Comparando o tratamento que tinha ventilação (DLS + Coolers) com o tratamento sem ventilação (DLS) percebe-se que a emissão foi 2,8 vezes maior quando os coolers foram utilizados.

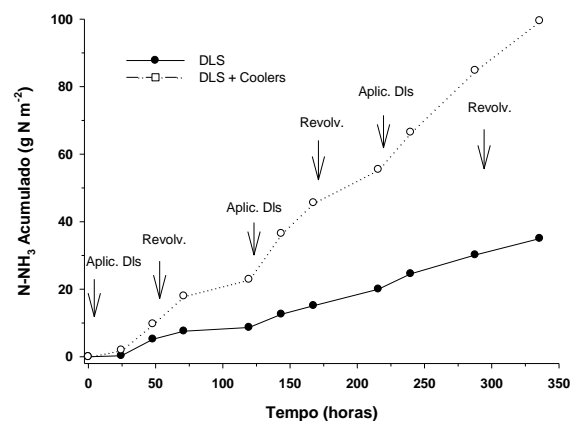


Figura 2 – Perda acumulada de amônia (NH_3) após aplicação (Apl.) de dejetos líquidos de suínos (DLS) e revolvimento (Revolv.) da massa de compostagem, sem e com ventilação (Coolers).

A perda total de N devido a volatilização de amônia obteve aumento especialmente após o 5º dia de avaliação, após a 2ª aplicação de dejetos à



massa de compostagem. No sexto dia de avaliação (aproximadamente 144 horas) 41 % do total de N-NH₃ volatilizado já haviam saído do sistema no tratamento com ventilação.

Ao fim do período de avaliação a perda cumulativa total de N-NH₃ foi de 37 g de N m⁻² no tratamento em que não havia sistema de ventilação das câmaras de captação do gás amônia; enquanto no tratamento com ventilação o total de N perdido foi próximo a 100 g de N m⁻².

CONCLUSÕES

O sistema de ventilação empregado nas câmaras estáticas semiabertas permite captar o gás amônia com maior representatividade do que a câmara sem ventilação.

A ventilação eleva a troca gasosa entre a massa de compostagem e a atmosfera e conseqüentemente a emissão de amônia.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio dos Professores e Bolsistas que atuam no Laboratório de Pesquisa em Biotransformações de C e N (LABCEN).

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

GRAF, A.; WERNER, J.; LANGENSIEPEN, M.; et al. Validation of a minimum microclimate disturbance chambre for net ecosystem flux measurements. **Agricultural and Forest Meteorology**. 174-175, 1-14, 2013.

JIANG, T., SCHUCHARDT, F., LI, G. X. et al. Gaseous emission during the composting of pig feces from Chinese Ganqinfen system. **Chemosphere**, 90, 1545–1551. 2013.

NÔMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest. **Plant and Soil**, 39:309-318, 1973.

SZANTO, G.L., HAMELERS, H.M., RULKENS, W.H., et al. NH₃, N₂O and CH₄ emissions during passively aerated composting of straw-rich pig manure. **Bioresource. Technology**. 98, 2659–2670, 2007.

b. Livros:

OLIVEIRA, P.A.V. & HIGARASHI, M. M. Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 39p. (Documentos,114, Embrapa Suínos e Aves).

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).