

Uso de zeólitas naturais em compostagem de dejetos líquidos de suínos para mitigar a volatilização de amônia⁽¹⁾.

Diego Antonio Giacomini⁽²⁾; Alexandre Doneda⁽³⁾; Maicon Sérgio Nascimento dos Santos⁽⁴⁾; Carlos Augusto Posser Silveira⁽⁵⁾; Magda Bergmann⁽⁶⁾; Celso Aita⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Capes e CNPq.

⁽²⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; agrogiacomini@gmail.com; ⁽³⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Acadêmico do curso de Agronomia; Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Clima Temperado; ⁽⁶⁾ Geóloga, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM – Serviço Geológico do Brasil; ⁽⁷⁾ Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: A compostagem converte os dejetos líquidos de suínos (DLS) em uma matriz sólida, diminuindo o passivo ambiental da suinocultura. Contudo, a volatilização de amônia (NH₃) é ainda um problema nessa forma de tratamento dos DLS. Uma alternativa para reduzir essa perda de nitrogênio (N) é a adição de zeólitas naturais aos DLS. O objetivo foi avaliar a eficiência de duas zeólitas naturais em reduzir as perdas de N por volatilização de NH₃ durante a compostagem dos DLS. O trabalho foi conduzido durante 15 dias em vasos. Foram testados cinco tratamentos, T1: DLS; T2: DLS + clinoptilolita 2,5 % (massa/massa); T3: DLS + estilbita 2,5 %; T4: DLS + clinoptilolita 5 %; e T5: DLS + estilbita 5 %. A avaliação da NH₃ foi realizada em câmaras. A adição de 5 % de clinoptilolita aos DLS reduziu em 56 % a volatilização de NH₃ em comparação com o tratamento sem uso de zeólita. O uso de zeólitas junto aos DLS reduziu as perdas de N por volatilização de NH₃, tornando o composto concentrado nesse nutriente.

Termos de indexação: perdas de nitrogênio, composto orgânico, poluição atmosférica.

INTRODUÇÃO

A suinocultura na Região Sul do Brasil representa 48 % do rebanho nacional (IBGE, 2010). Essa atividade gera um grande volume de dejetos na forma líquida (DLS), que são, normalmente, armazenados temporariamente em esterqueiras anaeróbicas para após serem utilizados em áreas agrícolas como fertilizante.

Entretanto, a dificuldade em transportar os DLS, juntamente com os extravasamentos das esterqueiras e sucessivas aplicações na mesma área, constitui um problema econômico e ambiental. Por isso, é necessário buscar novas alternativas tecnológicas de manejo para os DLS a fim de mitigar seu efeito poluidor e viabilizar a expansão sustentável da suinocultura.

Uma alternativa, introduzida recentemente no Brasil, é a compostagem de DLS, juntamente com

materiais de elevada relação C/N, como serragem e maravalha (Oliveira & Higarashi, 2006). Com esse manejo, busca-se a conversão dos DLS em uma matriz sólida, rica em nutrientes, resultando em um produto final com alto valor agrônomo. Com isso, o transporte interno e externo à propriedade se torna viável.

No entanto, um problema ligado ao processo de compostagem é a perda de nitrogênio (N) por volatilização de amônia (NH₃), implicando na redução do potencial fertilizante do composto e contaminação do ar. Muitos são os fatores que favorecem a volatilização nessa forma de manejo, com destaque para a alta concentração de N amoniacal do DLS e o revolvimento das leiras de compostagem (Jiang et al., 2013).

Algumas estratégias para reduzir a volatilização de NH₃ estão sendo estudadas em diversos países, como por exemplo, o uso de zeólitas naturais. As zeólitas são aluminossilicatos cristalinos hidratados de metais alcalinos ou alcalino-terrosos, estruturados em redes cristalinas tridimensionais rígidas encontrados em rochas sedimentares, formadas por tetraedros de AlO₄ e SiO₄, cujos anéis, ao se unirem, compõem um sistema de canais e cavidades (Bernardi & Monte, 2009). Esses aluminossilicatos possuem propriedades importantes, incluindo elevada capacidade de troca catiônica (CTC), propriedades catalíticas e alto grau de hidratação (Jha & Hayashi, 2009).

As zeólitas podem reduzir as perdas por volatilização de NH₃ quando adicionadas aos DLS, controlando a retenção e liberação do cátion NH₄⁺. O princípio da ação das zeólitas na conservação do amônio é a diminuição da concentração do elemento na solução pela troca de cátions. As zeólitas também possuem a capacidade de sorver o gás amônia em sua estrutura. Isso se deve a sua estrutura tridimensional na forma de canais e de cavidades interconectadas. O potencial de adsorção de NH₄⁺ em relação a NH₃ é dez vezes maior, conforme Witter & Kirchmann (1989).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de zeólitas naturais em DLS, visando seu uso

em compostagem, visando reduzir as perdas de N por volatilização de NH_3 .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento realizado em escala piloto foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, durante 15 dias.

Foram construídos vasos a partir de tubos cilíndricos de PVC, com 0,24 m de diâmetro, e 0,20 m de altura. O fundo do vaso foi fechado com uma tampa de mesmo diâmetro.

O material orgânico utilizado como substrato foi uma mistura de maravalha (0,3 kg) de eucalipto e serragem (0,7 kg) de madeiras diversas, totalizando 1 kg de substrato em cada vaso. Ambos os substratos foram obtidos em madeiras da região de Santa Maria, RS.

Foram testadas dois tipos de zeólitas naturais: a clinoptilolita e a estilbita. A clinoptilolita era proveniente da empresa Celta Brasil Ltda, e possuía granulometria menor que 0,0105 mm. Já a estilbita, com granulometria menor que 0,3 mm era proveniente de minério extraído da Pedreira Ouro Preto de Santa Cruz do Sul-RS e faz parte da pesquisa em andamento do projeto Agromineriais da CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Superintendência de Porto Alegre, juntamente com a Embrapa Clima Temperado. Na Pedreira Ouro Preto as zeólitas ocorrem em brecha de topo de derrame basáltico capeado por um provável domo de natureza ácida (domo riolítico), que se constitui na rocha lavrada para brita. A brecha é formada por clastos decimétricos de basalto vítreo com cavidades do tipo amígdalas e vesículas preenchidas por zeólita heulandita e cimentados por crostas de 2-3 cm de espessura à zeólita estilbita, em cristais centimétricos. A zeólita empregada no presente experimento foi obtida por catação manual, correspondendo a estilbita pura ou quase pura.

Os tratamentos utilizados foram: T1: DLS; T2: DLS + clinoptilolita 2,5 % (massa/massa); T3: DLS + estilbita 2,5 %; T4: DLS + clinoptilolita 5 % e T5: DLS + estilbita 5 %. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. As quantidades de zeólitas utilizadas em percentual refere-se ao somatório das massas da serragem + maravalha + dejetos, sendo 0,3; 0,7; e 1,0 kg vaso⁻¹, respectivamente.

Os DLS utilizados no processo de compostagem foram obtidos em um produtor da região de Santa Maria - RS, de animais em regime de terminação. A aplicação dos DLS era feita manualmente com simultânea incorporação ao substrato.

Para os tratamentos com adição de zeólitas,

essas eram misturadas aos DLS antecedendo cada aplicação. Na **tabela 1** são apresentados os dias e a taxa de aplicação de DLS por vaso, além das concentrações de matéria seca, N amoniacal e pH dos DLS.

Tabela 1 - Características dos DLS utilizados na compostagem, período e taxa de aplicação.

Aplicação	Taxa	MS ¹	NA ²	pH
	L dejetos kg ⁻¹ substrato	--%--	--kg m ⁻³ --	
Início	1,00	3,08	3,73	6,95
5º dia	1,00	4,39	3,42	6,85
9º dia	1,00	4,08	2,86	6,87

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

No 2º, 7º e 12º dias de experimento foram realizados revolvimentos manuais no composto, em todos os vasos, para sua aeração e facilitar a perda de umidade.

As avaliações das perdas de N por volatilização de NH_3 em cada tratamento foram realizadas de acordo com metodologia proposta por Nömmik (1973). Para tal foram construídas câmaras a partir de tubos cilíndricos de PVC, medindo 0,240 m de diâmetro e 0,205 m de altura. Cada câmara foi encaixada sobre os vasos contendo composto. Internamente, as câmaras possuíam duas espumas com densidade 28 e espessura de 0,02 m e com o mesmo formato das câmaras. A espuma inferior, colocada a uma altura de 0,10 m, captava a NH_3 volatilizada da massa de compostagem, enquanto a superior colocada 0,15 m acima servia para impedir a entrada de NH_3 externa à câmara. Antes de sua colocação, as espumas eram embebidas com 140 mL de solução contendo a mistura de 50 mL L⁻¹ de ácido fosfórico (H_3PO_4) e 40 mL L⁻¹ de glicerina, sendo que o excesso de H_3PO_4 nas espumas era retirado manualmente pressionando as esponjas antes de sua colocação no interior das câmaras. Sobre cada câmara havia uma tampa protetora, também de PVC, para impedir a entrada de raios solares.

Após a retirada da espuma inferior em cada coleta, a mesma era lavada, no laboratório, 5 vezes com solução de KCl 1 M, completando-se o volume para 1000 mL, em balão volumétrico. Dessa solução era retirada uma alíquota de 20 mL para determinação do teor de N amoniacal em destilador de arraste de vapor semimicro Kjeldahl, conforme Tedesco et al. (1995).

O fluxo de N- NH_3 ($F_{N-\text{NH}_3}$) para a atmosfera em cada intervalo de coleta foi calculado a partir da seguinte equação:

$$F_{N-\text{NH}_3} = \frac{QC}{t}$$

Sendo: F_{N-NH_3} o fluxo de N-NH₃ em miligramas m⁻² h⁻¹ no intervalo de tempo t e QC a quantidade de N-NH₃ (mg) captada pela espuma inferior no intervalo de tempo t .

Para obter a quantidade de N-NH₃ emitida entre duas coletas, multiplicou-se o F_{N-NH_3} pelo tempo em horas decorrido entre essas coletas. Os valores cumulativos de N-NH₃, em cada tratamento, representam a soma das quantidades de N-NH₃ de cada coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte das perdas de N em processos de compostagem ocorre devido à volatilização de NH₃ (Jiang et al., 2013). Os maiores fluxos de amônia aconteceram logo após a aplicação de DLS (**Figura 1**). Essas emissões elevadas são devido à adição dos DLS com uma concentração elevada de N amoniacal (**Tabela 1**). A cada intervalo de aplicação de DLS e revolvimento os fluxos diminuíam, devido à maior parte do N amoniacal dos DLS ter sido perdida logo após a aplicação.

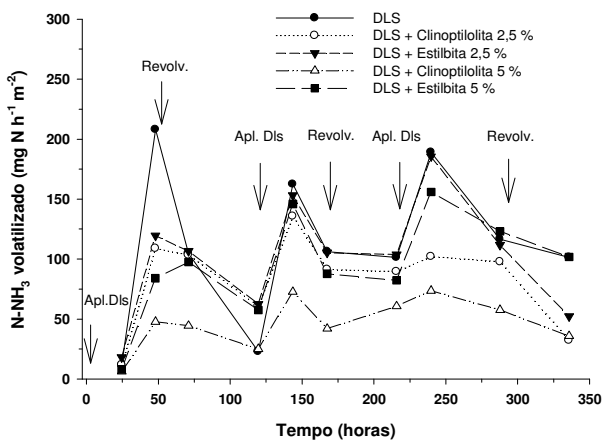


Figura 1: Fluxos de N-NH₃ nos tratamentos durante a compostagem de dejetos líquidos de suínos (DLS), com adição de zeólitas naturais, nas doses de 2,5 e 5 % (massa/massa).

As zeólitas naturais possuem alta afinidade por cátions NH₄⁺ e CTC elevada. Quando adicionadas aos DLS sua capacidade de adsorção de cátions é aumentada (Vargová et al., 2002). Na **figura 1** é evidenciado o efeito das zeólitas. Nota-se que o tratamento com a adição de 5 % de clinoptilolita aos DLS proporcionou fluxos de NH₃ menores que os demais tratamentos. Isso se deve, possivelmente, pela maior pureza dessa zeólita, aumentando sua eficiência na adsorção do NH₄⁺, diminuindo a volatilização de NH₃. A clinoptilolita é a zeólita mais utilizada em tratamentos de efluentes e sua

eficiência é conhecida na remoção de cátions em águas residuárias.

Os tratamentos com a zeólita estilbita apresentaram uma eficiência menor em relação à clinoptilolita. Isso pode ser explicado pelo fato de que a estilbita apresenta menor afinidade por cátions, como NH₄⁺ e, ao mesmo tempo, por não ser totalmente pura, possuindo também elementos nutrientes presentes na matriz do basalto. Essas duas características podem explicar a menor eficiência dos tratamentos com a estilbita. Além disso, a diferença de granulometria entre as duas zeólitas também interferem na capacidade de retenção de amônio (Malekian et al, 2011). Para a estilbita a granulometria utilizada foi 100 % menor que 0,3 mm, enquanto que a da clinoptilolita foi 100 % menor que 0,105 mm.

Com o uso de DLS apenas, a emissão acumulada de NH₃, foi de 35,0 mg m⁻² (**Figura 2**), o que corresponde a 12,1 % do N amoniacal aplicado com os DLS (**Figura 3**). Esse valor é aproximadamente 126,8 % maior que o encontrado no tratamento DLS + 5 % clinoptilolita, que foi de 15,4 mg m⁻² (5,3 % do N amoniacal aplicado). Para o tratamento 5 % estilbita a emissão acumulada de NH₃, foi de 31,3 mg m⁻², que representa 11,3 % do N amoniacal aplicado com o DLS e uma redução de 10,6 %, em relação ao tratamento com DLS.

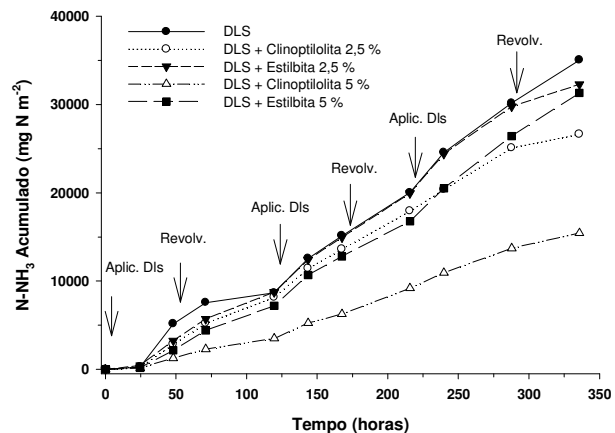


Figura 2: Volatilização acumulada de NH₃ nos tratamentos durante a compostagem de dejetos líquidos de suínos (DLS), com adição de zeólitas naturais, nas doses de 2,5 e 5 % (massa/massa).

A emissão de N-NH₃ do tratamento DLS é menor que aquela encontrada por Jiang et al. (2013), de 20 a 39 % do N aplicado e maior do que aquela encontrada por Szanto et al. (2007), de 2,5 a 3,9 % do N inicial.

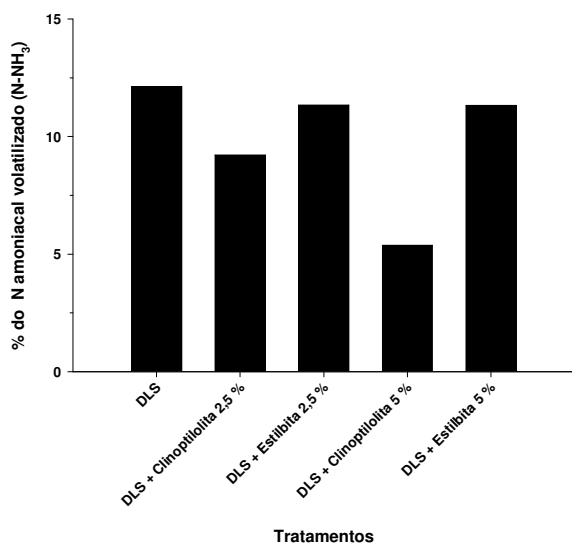


Figura 3: Perda percentual do N-NH₃ em relação ao N amoniacal aplicado com os dejetos líquidos de suínos (DLS) em compostagem, com adição de zeólitas naturais, nas doses de 2,5 e 5 % (massa/massa).

CONCLUSÕES

A zeólita clinoptilolita tem maior eficiência na mitigação da volatilização da amônia durante a fase inicial de compostagem de dejetos líquidos de suínos do que a zeólita estilbita.

A adição de zeólitas aos DLS em compostagem é uma estratégia promissora, pois, além de diminuir a poluição ambiental, reduz as perdas de N por volatilização de NH₃, o que torna o composto orgânico resultante mais concentrado nesse nutriente.

É necessária a condução de outros trabalhos testando maiores doses de zeólitas e granulometrias mais grosseiras do que as testadas neste experimento.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio do Departamento de Solos – UFSM, LABCEN, CNPq, CAPES, Fapergs, Embrapa Clima Temperado e CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Superintendência de Porto Alegre.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

BERNARDI, A.C. de C. & MONTE, M.B. de M. Uso de Zeólitas na Agricultura In: LAPIDOLOUREIRO, F.E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. Fertilizantes

Agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM, P. 493-508. 2009.

JHA, V.K. & HAYASHI, S. Modification on natural clinoptilolite zeolite for its NH₄⁺ retention capacity. Journal of Hazardous Materials. 169, 29–35. 2009.

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.

MALEKIAN, R., ABEDI-KOUPAI J., ESLAMIAN S, S. et al. Ion-exchange process for ammonium removal and release using natural Iranian zeolite. Applied Clay Science, 51, 323–329. 2011.

NÖMMIK, 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.

VARGOVÁ, M., ONDRASOVICOVÁ, O., ONDRASOVICÁ, M., et al. Decomposition processes in stored pig slurry solids treated with different doses of natural zeolite. Folia Veterinaria 46 (2), Supplementum S43–S44. 2002.

WITTER, E. & KIRCHMANN, H.F. Peat, zeolite and basalt as adsorbents of ammoniacal nitrogen during manure decomposition. Plant Soil 115, 43–52. 1989.

b. Livro:

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).

c. Internet:

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. Produção da pecuária municipal 2010. Disponível em www.ibge.gov.br, acesso em 10 de março de 2013.