

## **Avaliação do desempenho ambiental do processo de compostagem para tratamento dos dejetos suínos através da emissão de gases de Efeito Estufa.**

Oliveira, Paulo Armando V. de<sup>1</sup>; Angnes, Graciele<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Eng. Agrícola, Dr. Pesq. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, [Paulo.Armando@embrapa.br](mailto:Paulo.Armando@embrapa.br)

<sup>(2)</sup>Eng<sup>a</sup>. Ambiental, Ms.C., Prof<sup>a</sup>. Universidade do Contestado - UnC, Concórdia, [graciele@unc.br](mailto:graciele@unc.br)

### **Resumo**

O manejo dos dejetos suínos, armazenamento em esterqueiras e posterior aplicação no solo, comumente adotado pelos produtores no oeste de Santa Catarina gerou impactos ambientais significativos nas regiões com grande concentração de animais. A compostagem é apontada como um processo de degradação da matéria orgânica que proporciona menor impacto nos recursos hídricos, solo e atmosfera. Nesse sentido buscou-se avaliar o processo de compostagem para tratamento dos dejetos suínos através da determinação do fluxo dos gases emitidos e do balanço de massa do processo. Foram montadas 3 leiras de compostagem (3 m<sup>3</sup>, massa inicial 2.935 kg) com leito de maravalha e alimentadas com dejetos suínos no interior de túneis de PVC, com ventilação controlada. Foram avaliadas temperaturas e umidades do ar no interior e exterior dos túneis, análise físico-química do composto e dejetos, e a emissão de gases a cada 4 min. (Espectrofotômetro, INNOVA 1412). Os resultados encontrados apontaram para uma perda na forma de gás (N-NH<sub>3</sub> + N-N<sub>2</sub>O) de 1,21 kg, o que representa 10,4% do nitrogênio total (11,63 kg) aplicado em cada leira de compostagem, sendo que N- NH<sub>3</sub> representa 78% deste total. O Nt retido no composto foi 6,93 kg, sendo de 4,70 kg a diferença entre o Nt aplicado e o Nt retido no composto. Desta diferença perdida na forma de gás, a soma de N-NH<sub>3</sub> + N-N<sub>2</sub>O representam 25,7% do total de gás emitido na compostagem, sendo que o restante pode-se atribuir principalmente a emissão de N<sub>2</sub>, de acordo com resultados apresentados por outros pesquisadores. O total de C emitido como C-CO<sub>2</sub> e C-CH<sub>4</sub> foi 80,96 kg, o que representa 40,2% do carbono (201,28 kg) que entrou no sistema via dejetos e maravalha. As emissões de C-CO<sub>2</sub> representaram 97% das perdas totais C. Esses resultados indicaram que a compostagem favoreceu o processo aeróbio, pois as emissões de CO<sub>2</sub> prevaleceram, por outro lado as emissões de N<sub>2</sub>O devem ser melhor investigadas afim de quantificar melhor estas emissões até a estabilização total do composto. O erro encontrado no balanço de H<sub>2</sub>O, entre a quantidade de massa de água que entrou no sistema, a que ficou retida no composto e a evaporada foi de 5,62%. Foi possível medir com precisão as emissões dos gases na compostagem e comprovar com o balanço de massa o erro observado.

**Palavras-chave:** dejetos suínos, Gás de efeito estufa, amônia, dióxido de carbono e óxido nitroso.

### **Introdução**

O manejo dos dejetos suínos, armazenamento em esterqueiras e posterior aplicação no solo, comumente adotado pelos produtores no oeste de Santa Catarina gerou impactos ambientais significativos nas regiões com grande concentração de animais. Os resíduos provenientes destes sistemas têm sido apontados como responsáveis por emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE) e pela contaminação das águas e acúmulo de nutrientes no solo. A compostagem é apontada como um processo de degradação da matéria orgânica que proporciona menor impacto nos recursos hídricos, solo e atmosfera. Os sistemas de produção animal têm uma participação relativamente grande nas emissões de amônia

(NH<sub>3</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>) na atmosfera, segundo IPCC (1995) e OENEMA et al. (2001), seja durante o armazenamento dos dejetos animais ou pela aplicação de biofertilizante em solos agrícolas. Por outro lado a degradação da matéria orgânica, na compostagem, gera GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), NH<sub>3</sub> e vapor d'água. A razão para estas emissões não foi completamente estudada, principalmente no Brasil, onde o processo de compostagem desenvolvido por OLIVEIRA e HIGARASHI (2006) está sendo bastante difundido para o tratamento dos dejetos suínos. Alguns trabalhos sobre o assunto desenvolvidos na França e em outros países por PAILLAT et al., (2005) e FUKUMOTO et al., (2003), identificaram que as perdas gasosas decorrem de uma complexa interação entre fatores físicos, químicos e biológicos que ocorrem durante o processo de compostagem. Grande parte da pesquisa sobre compostagem tem se concentrado sobre as variações nos parâmetros físico-químicos para melhorar a eficiência do processo e encontrar um indicador simples e confiável de maturidade do composto. No entanto muito pouco se sabe sobre as emissões gasosas.

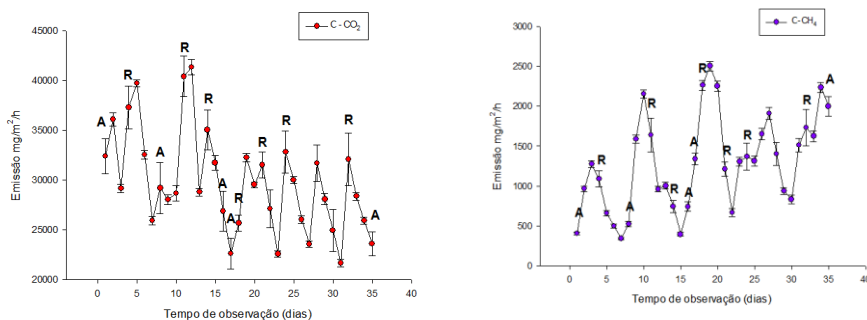
Nesse trabalho avaliou-se o processo de compostagem para tratamento dos dejetos suínos através da determinação do fluxo dos gases emitidos e do balanço de massa do processo.

### **Material e métodos**

No processo de compostagem dos dejetos de suínos foi utilizado como substrato a maravalha. Foram construídos 3 túneis de PVC com volume de 12 m<sup>3</sup>, com ventilação controlada, dentro dos quais foram colocadas leiras com volume de 3 m<sup>3</sup> e área 3,19 m<sup>2</sup> de superfície exposta. Na compostagem foi estudada a fase de absorção, sendo considerada como o período de alta relação carbono/nitrogênio (C/N) e alta emissão de gases (PAILLAT et al., (2005). Foram realizadas as aplicações e incorporações dos dejetos suínos a maravalha, semanalmente, sendo realizados revolvimentos da biomassa a cada 3 dias. A fase em estudo teve duração de 35 dias e recebeu em média 2.600 litros de dejetos suínos, divididos em 7 aplicações, para um total de 300 kg de maravalha, em cada leira. Nas aplicações foi respeitada a taxa de incorporação diária de no máximo 3 litros para cada quilograma de maravalha (OLIVEIRA e HIGARASHI, 2006), objetivando evitar a percolação dos dejetos no leito de compostagem. No cálculo das emissões, o fluxo de ar no tubo (PVC 300 mm) de saída dos gases foi determinado usando um anemômetro de fio quente modelo Testo 435. As emissões dos gases foi determinada a partir da concentração dos gases (ppm) medidos na entrada e saída dos túneis, a cada 4 min., pelo analisador de gases INNOVA 1412 (Espectrofotômetro Fotoacústico), e calculada usando-se as equações propostas por ROBIN et al. (2006). Foram avaliadas as temperaturas e umidade do ar no interior e exterior dos túneis, assim como a temperatura da biomassa, diariamente. Semanalmente foi realizada a análise físico-química do composto. Os parâmetros observados nas análises físico químicas foram pH, MS, Nt, Corg e P, determinados segundo metodologias propostas pela AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995). O balanço de massa foi calculado a partir das concentrações dos elementos C e N que ingressaram no sistema e a concentração obtida na biomassa ao final da fase de absorção, as diferenças entre as concentrações foram consideradas como perdas e foram comparadas as emissões gasosas desses elementos. O balanço de fósforo e a concentração de água, por serem elementos estáveis, foram usados na aferição dos erros da metodologia utilizada.

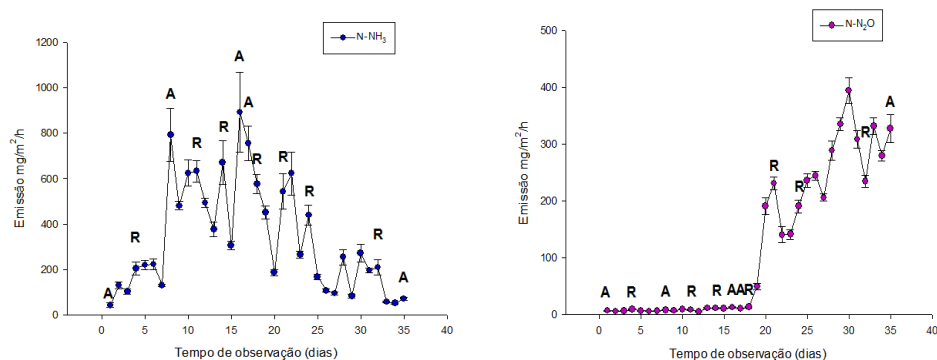
### **Resultados e discussão**

Na Figura 1, apresentam-se fluxos das emissões de C-CO<sub>2</sub> e C-CH<sub>4</sub> durante a fase de absorção do processo de compostagem, dos dejetos de suínos, identificando os momentos em que foram realizados revolvimentos (R) e aplicações (A) de dejetos suínos.



**FIGURA 1.** Fluxos de C-CO<sub>2</sub> e C-CH<sub>4</sub> durante a fase de absorção na compostagem.

As emissões de C-CH<sub>4</sub> e C-CO<sub>2</sub> (Figura 1) demonstram que os revolvimentos (entrada de oxigênio via aeração) provocaram redução nas emissões e as aplicações de dejetos causaram aumentos. Esse aspecto reforça a existência de momentos de elevada redução na concentração de oxigênio da leira já que a produção de CH<sub>4</sub> ocorre em condições anaeróbias e o CO<sub>2</sub> predominantemente em condições aeróbias.



**FIGURA 2.** Fluxos de NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>O durante a fase de absorção na compostagem.

As emissões de N-NH<sub>3</sub> e N-N<sub>2</sub>O podem ser observadas na Figura 2. Onde é possível constatar que o N<sub>2</sub>O só aumentou quando houve uma diminuição na concentração de NH<sub>3</sub>. O aumento na concentração de nitrato na biomassa indicou o início da nitrificação na superfície da pilha, onde a concentração de oxigênio é mais elevada e as temperaturas são inferiores ao centro da pilha. Sendo observada, neste período, temperaturas na biomassa variando entre 40°C e 45°C. Segundo FUKUMOTO et al. (2003) e observando o perfil das emissões, acredita-se que no início da compostagem os microrganismos utilizaram o oxigênio como fonte de energia para oxidação de compostos de carbono, limitando a produção de nitrato. Com o esgotamento das fontes de carbono de fácil biodegradabilidade o nitrato passou a ser produzido na superfície da leira. Os revolvimentos deslocaram o nitrato para as camadas inferiores da leira, onde em locais anaeróbios foi desnitrificado, produzindo N<sub>2</sub>O. Assim o N<sub>2</sub>O produzido nas camadas inferiores foi liberado de forma mais intensa durante cada novo revolvimento. Pelo balanço de massa (Tabela 2) foi possível determinar a quantidade de nitrogênio e carbono perdida durante o processo, sendo 4,70 kg N e 59,96 kg C, respectivamente.

**TABELA 1.** Balanço médio de Massa (kg), MS (kg), MO (kg), Água (L), Corg (kg), Nt (kg) e P (kg), observado durante o processo de compostagem.

	Massa	MS	MM	MO	Água	Corg	Nt	P
<i>Entrada Leira (1)</i>	2935,97	450,80	43,90	406,90	2485,16	201,28	11,63	3,11
<i>Saída Leira (2)</i>	1448,26	324,32	35,59	288,73	1123,94	141,32	6,93	3,02
<i>Emissão Gases (3)</i>					1221,55	80,96	1,21	
<i>Saída total (4) (2+3)</i>	1448,26	324,32	35,59	288,73	2345,49	222,28	8,14	3,02
<i>Diferença (5) (1-4)</i>	1487,71	126,48	8,31	118,16	139,67	-20,99	3,49	0,09
<i>Porcentagem (5/1)</i>	50,67	28,06	18,95	29,04	5,62	-10,43	30,00	2,98

As emissões de N na forma de N-NH<sub>3</sub> e N-N<sub>2</sub>O totalizaram 1,21 kg de 11,63 kg que ingressaram no sistema, sendo que na compostagem predomina as emissões de N<sub>2</sub> segundo trabalhos de PAILLAT et al. (2005) e ROBIN et al. (2006). Assim 40,4 % do nitrogênio total que entrou no sistema foi perdido na forma gasosa. Considerando a quantidade de nitrogênio perdida como N-NH<sub>3</sub> e N-N<sub>2</sub>O (1,21 kg, 25,74%), a quantidade de N<sub>2</sub> representaria 74,25 % (3,49 kg) do nitrogênio perdido na forma gasosa. Isso significa que do N perdido, na forma de gás, durante a compostagem o N<sub>2</sub> é predominante o que concorda com o observado por PAILLAT et al. (2005). As emissões totais de C foram 80,96 kg (C-CO<sub>2</sub> + C-CH<sub>4</sub>) do total de 201,28 kg de carbono total aplicado, sendo que o CO<sub>2</sub> representa 97 % destas emissões.

### Conclusões

Neste trabalho foi possível medir com precisão as emissões dos gases e comprovar com balanço de massa. Além disso, podemos concluir que o processo de compostagem quando manejado de forma a garantir as condições aeróbias gera quantidades insignificantes de emissões de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, prevalecendo às emissões de gases como N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> que apresentam baixo potencial de aquecimento global.

### Referencias bibliográficas

FUKUMOTO, Y., OSADA, T., HANAJIMA, D., HAGA, K., 2003. Patterns and quantities of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions during swine manure composting without forced aeration – effect of compost pile scale. **Bioresource Technol.** 89, 109–114.

OENEMA O.; BANNINK A.; SOMMER S.G.; VELTHOF G.L. 2001. Gaseous nitrogen emissions from animal production systems. In: **Follett R.F. and Hatfield J.L. (eds), Nitrogen in the Environment: Sources, Problems, and Management.** Elsevier Sci, Amsterdam, The Netherlands, pp. 255–289.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.; **Unidade de Compostagem para o tratamento dos dejetos de Suínos.** Série Documentos DOC-114, Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. 2006.

PAILLAT, J.-M.; ROBIN, P.; HASSOUNA, M.; LETERME, P., 2005. Predicting ammonia and carbon dioxide emissions from carbon & nitrogen biodegradability during animal waste composting. **Atmos. Environ.** 39, 6833–6842.

ROBIN, PAUL; HASSOUNA, M.; LELEU, C.; RAMONET, Y.; PAILLAT, J.-M. 2006 **Protocole de mesure simplifiée des émissions gazeuses en élevage.** UMR Sol Agronomie Spatialisation/INRA/Rennes. Disponível: <http://www.rennes.inra.fr/umrsas/cnouvl.htm>