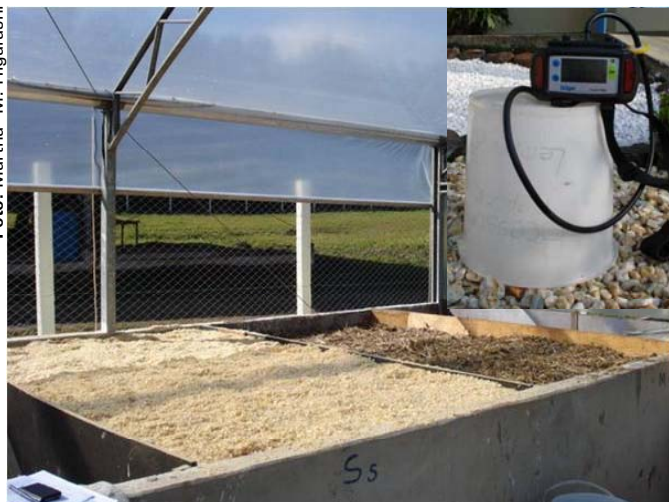


Foto: Martha M. Higarashi



Metodologia para Medir a Emissão de CH₄, CO₂ e H₂S em Compostagem de Dejetos de Suínos

Martha Mayumi Higarashi¹
Luana Goulart Sardá²
Susana Muller³
Paulo Armando Victória de Oliveira⁴
Rosemari Martini Mattei⁵
Jucinei José Comin⁶

Introdução

Os resíduos animais são responsáveis pela emissão de uma complexa gama de gases cujos impactos atmosféricos são bastante reconhecidos. Dentre esses poluentes podem ser destacados o NH₃, gases contribuintes para o efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O) e compostos orgânicos voláteis relacionados a odores ofensivos (ácidos graxos voláteis, aromáticos, sulfurados, amidas e álcoois).

As espécies emitidas podem variar quantitativa e qualitativamente, de acordo com os manejos adotados (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2003). Atualmente, muito tem sido discutido a respeito da necessidade do estabelecimento de boas práticas voltadas para a mitigação da poluição atmosférica relacionada às atividades agropecuárias utilizando diversas ferramentas, tais como nutrição, manejo da produção e dos resíduos.

Medidas diretas da evolução de gases de superfícies emissoras fornecem informações essenciais para o desenvolvimento de modelos precisos de dispersão

para prever o movimento da “pluma”, o qual é imprescindível para se determinar o grau e a extensão do impacto atmosférico de uma determinada instalação ou atividade (NANGIA et al., 2001).

Nas últimas décadas, inúmeras metodologias têm sido desenvolvidas visando quantificar a emissão de gases de sistemas de manejo e tratamento de dejetos. Estas metodologias variam em termos de complexidade, custo e precisão analítica, entretanto, ainda não existe um consenso quanto àquelas que atendem os requisitos necessários para serem adotadas como “métodos padrão”.

No Brasil, grande parte dos trabalhos sobre emissões de gases de efeito estufa se concentra nos estudos de emissão em solos agrícolas, nos quais se utilizam metodologias de coleta ou captura alcalina (CO₂) ou ácida (NH₃) dos gases de interesse no campo por meio de câmaras estáticas semi-abertas. A quantificação, nesse tipo de análise, é realizada posteriormente em laboratórios, através de métodos titulométrico, cromatográfico ou espectrométrico (COSTA et al., 2006). Tais técnicas se caracterizam

¹ Química, D.Sc em Química, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, martha@cnpsa.embrapa.br

² Engenheira Agrônoma, M.Sc em Agroecossistemas, acadêmica da UFSC, Florianópolis, SC, luanasarda@yahoo.com.br

³ Engenheira Ambiental, Universidade do Contestado, Concórdia, SC, susamuller@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrícola, Ph.D em Sciences de Environnement, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, paolive@cnpsa.embrapa.br

⁵ Bióloga, B.Sc em biologia, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, mmattei@cnpsa.embrapa.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, D.Sc em Biologia e Agronomia, professor da UFSC, Florianópolis, SC

pela sensibilidade, uma vez que permitem a pré-concentração das amostras por períodos prolongados. Entretanto, apresentam alta variabilidade e demandam um tempo muito longo para a obtenção das respostas. Isso torna o método inadequado como uma ferramenta para o diagnóstico de manejo e tomada de medidas corretivas em sistemas de tratamento.

Nos recentes debates promovidos por fóruns científicos sobre metodologias analíticas para emissões gasosas, existe um consenso de que um método ideal deveria permitir a automatização das análises, com as medidas sendo tomadas de forma contínua *in situ*. Essa última condição é imprescindível para o melhor entendimento das complexas interações ambiente/manejo/emissões, o que é fundamental para se prever mecanismos de emissão, transporte e destino (modelagem).

As amostragens, nesse caso, são normalmente obtidas através de sistemas denominados dinâmicos, nos quais se realiza o acompanhamento temporal da taxa de emissão dos gases, sendo possível medir a influência de fatores como hora do dia, temperatura, umidade e do tipo de manejo aplicado, entre outros. Os sistemas dinâmicos apresentam como principais vantagens a minimização de interferências causadas pela alta concentração e pressão, característico de ambientes de *headspace*, onde o acúmulo de gases é mantido por períodos muito prolongados. A principal desvantagem desses sistemas são os altos custos, tanto dele em si quanto pelo fato de que, por não apresentarem um mecanismo de pré-concentração amostral, tais sistemas demandam equipamentos de detecção em tempo real de alta sensibilidade, tais como detector fotoacústico ou de espectroscopia de absorção por laser de diodo sintonizável. Os sistemas dinâmicos mais empregados atualmente são o túnel de vento e a câmara dinâmica.

Assim sendo, apesar de suas limitações, as câmaras estáticas ainda são amplamente utilizadas para medidas de emissão em campo, por exemplo, de CO₂ e CH₄ de aterros sanitários e solos agrícolas, em virtude do seu custo relativamente baixo, fácil instalação e fácil operação. No entanto, de acordo com estudos recentes (ISHIMORI et al., 2009), o tempo de coleta ou acúmulo dos gases na câmara deve ser minimizado, quando o método é empregado sobre superfícies que apresentam alta emissão de gases, tais como aterros e leiras de compostagem,

uma vez que o erro relativo aumenta conforme aumenta a duração da medida.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma metodologia com equipamento de menor custo que permita realizar *in situ* medidas simultâneas da emissão dos gases de efeito estufa - metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) - e do gás causador de mau odor - gás sulfídrico (H₂S), em superfícies de compostagem de dejetos de suínos.

A técnica permite realizar um rápido diagnóstico do andamento do processo de compostagem, através do monitoramento da respiração microbológica (aeróbia - CO₂ e anaeróbia - CH₄) na biomassa, possibilitando realizar medidas corretivas como revolvimentos, aplicação ou suspensão de novas aplicações, etc. Além de permitir identificar o momento em que a estabilização do composto foi atingida (BERNAL et al., 2009).

Materiais e Métodos

As medidas das emissões de gases foram realizadas diretamente sobre a superfície das leiras de compostagem utilizando uma câmara estática cilíndrica de PEAD ($r = 0,123$ m e $h = 0,240$ m) para a captação e concentração dos gases emitidos pela área coberta pela câmara, a qual correspondia a 0,048 m². Os gases acumulados no *headspace* eram aspirados a uma vazão de 0,5 L/min pelo monitor portátil de gases modelo X-AM 7000 da Draeger, equipado com sensores infravermelhos para a medição dos gases metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), e um sensor eletroquímico para medição de gás sulfídrico (H₂S).

A função da câmara foi pré-concentrar os gases de tal forma que se pudesse atingir o limite de detecção do equipamento, tomando-se o cuidado de não selecionar períodos de concentração muito prolongados, a fim de minimizar problemas com interferentes, tais como vapor d'água e outros gases. Foram realizadas diversas medidas testando diferentes tempos de coleta, a fim de se escolher o mais apropriado para os gases avaliados e as condições experimentais. A escolha do tempo ideal considerou critérios analíticos clássicos para análise/amostragem de gases, tais como ponto de inflexão na curva de calibração (gráfico $t \times C$), saturação na atmosfera do *headspace* da câmara estática, interferentes, entre outros (MANAHAM,

1999; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2003). O tempo selecionado para o presente estudo foi de 3 minutos.

De acordo com a literatura (ISHIMORI et al., 2009), o metodologia de câmara estática empregada em superfícies com fluxo de emissão de CH₄ dentro das

faixas encontradas na compostagem e com tempo de acúmulo de 3 minutos, resultam em erros relativos inferiores a 10%.

A Figura 1 ilustra o sistema empregado para a realização das medidas de emissão nas leiras de compostagem.

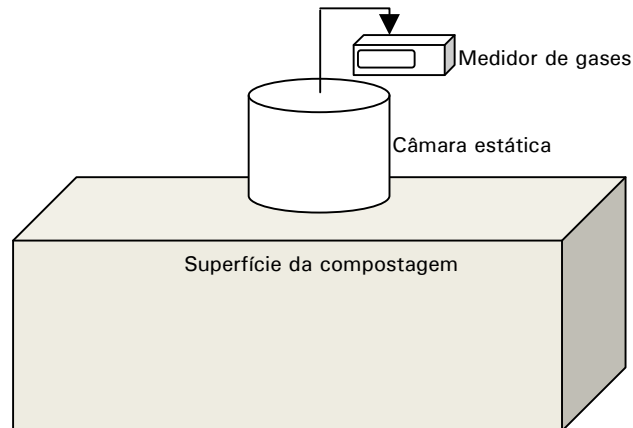


Figura 1. Desenho esquemático do método de medida de emissão de gases pela superfície de compostagem de dejetos de suínos.

Em cada unidade experimental (leito de compostagem) foram efetuadas leituras das emissões de gases em três pontos de coleta. Após cada leitura, a câmara era retirada e arejada até “zerar” a leitura dos gases de interesse, o que

correspondia à aproximadamente 1 minuto de intervalo.

Abaixo, é mostrado um exemplo do perfil dos dados registrados pela leitura do equipamento empregado para medir as emissões.

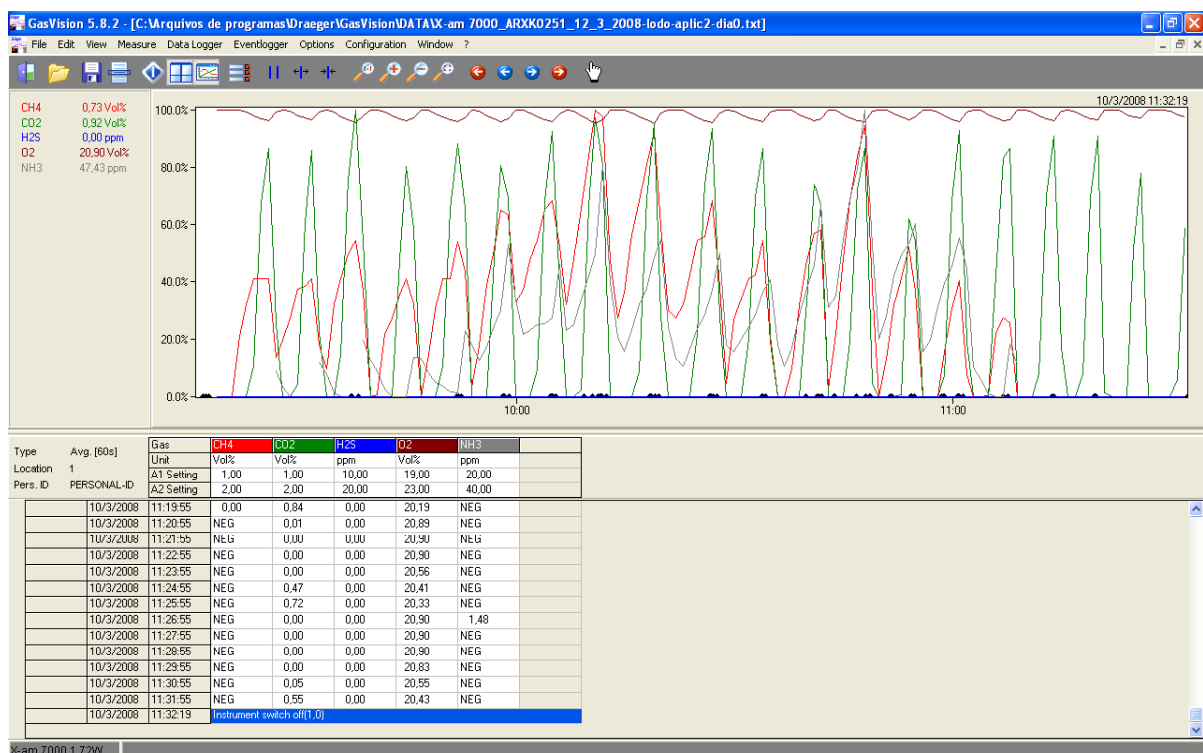


Figura 2. Registro das medidas de emissão de gases de superfícies de leiras de compostagem utilizando câmaras estáticas com coletas de 3 minutos/ponto.

Os dados medidos foram transformados conforme Sommer e Moller (2000), empregando as equações:

$$F = (V/A) (\Delta C/\Delta t)$$

Onde V (m³) é o volume da câmara, A (m²) é a área de emissão coberta pela câmara e $\Delta C/\Delta t$ (mg/m³ min) é a taxa de aumento da concentração dos gases no *headsapce* da câmara ao longo do tempo (considerando t=0 o momento em que a câmara é colocada sobre a superfície de compostagem).

Como o equipamento empregado realizou as leituras em termos de % (v), foi necessário se fazer a conversão da unidade para massa (mg). Considerando uma aproximação com o comportamento ideal, foi utilizada a equação de estado de gases ideais:

$$PV = nRT$$

Onde P (atm) corresponde à pressão ambiente, V (L) ao volume dos gases de interesse emitidos no intervalo de leitura (3 minutos), n (mol) do número de moles dos gases emitidos, R (0,082 atm L mol⁻¹ K⁻¹) à constante dos gases perfeitos e T (K) à temperatura ambiente absoluta.

A massa é obtida através da relação:

$$n = m/M$$

Onde m (g) é correspondente à massa de gás de interesse e M (g/mol) é ao peso molecular do mesmo (Ex: CO₂ = 44 g/mol e CH₄ = 16 g/mol).

O gráfico [F (mg/min.m²) x t (min)] obtido permite estimar a emissão dos gases poluentes por uma determinada área de superfície em um determinado intervalo de tempo, através da simples integração dos dados.

Considerações finais

É importante ressaltar que para cada sistema emissor, faz-se necessário avaliar a aplicabilidade da metodologia e se otimizar o tempo de pré-concentração na câmara, levando em consideração os princípios analíticos pertinentes.

O desenvolvimento de metodologias de menor custo e expeditas para estimar a emissão de gases

poluentes constitui-se em importante ferramenta para:

1. Avaliar o andamento dos processos de tratamento, viabilizando as tomadas de decisão para medidas corretivas e preventivas a fim de assegurar os resultados esperados.
2. Comparar como diferentes formas de manejo de resíduos (HIGARASHI et al., 2009), nutrição ou uso de aditivos podem contribuir na mitigação da poluição atmosférica, através de testes comparativos, objetivando definir as tecnologias mais efetivas, as quais poderão vir a subsidiar as bases de um protocolo de boas práticas da produção que considere também a redução do impacto atmosférico.

Referência Bibliográfica

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Air Emissions from Animal Feeding Operations**. Washington DC: The National Academic Press, 2003. 264 p.
- NANGIA, V.; JANNI, K. A.; JACOBSON, J. D. **Assessing feedlot odor impacts with OFFSET and GIS**. ASAE Paper N°014044. St. Joseph, Mich.: ASAE, 2001. 19 p.
- COSTA, F. S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases de efeito estufa no sistema solo-atmosfera. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 693-700, 2006.
- ISHIMORI, H.; ENDO, K.; YAMADA, M. Reliability evaluation for static chamber method at landfill sites. In: COMSOL CONFERENCE 2009, Boston. **Proceedings**. Boston: [s.n.], 2009.
- BERNAL, M. P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for composting maturity assessment: a review. **Bioresource Technology**, v.100, p. 5444-5453, 2009.
- MANAHAM, S. E., 1999. **Environmental Chemistry**. 7 ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 912 p.
- SOMMER, S. G.; MOLLER, H. B. Emissions of greenhouse during composting of deep litter from pig productions – effect of straw content. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 134, p.327-335, 2000.

HIGARASHI, M. M.; SARDÁ, L. G.; OLIVEIRA, P. A. V.; MULLER, S.; COMIN, J. J. Comparação da emissão de metano e gás sulfídrico entre duas formas de manejo de dejetos suínos – esterqueira e compostagem. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL Y II DEL MERCOSUR, 5, 2009, Rosário. Actas. Rosario: UNR Editora, 2009.

Comunicado Técnico, 479

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,
89700-000, Concórdia, SC

Fone: 49 34410400

Fax: 49 34410497

E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

1ª edição

Versão Eletrônica: (2010)

Comitê de Publicações

Presidente: *Gilberto Silber Schmidt*

Membros: *Gerson N. Scheuermann, Jean C.P.V.B. Souza, Helenice Mazzuco, Nelson Morés e Rejane Schaefer*.

Suplentes: *Mônica C. Ledur e Antônio L. Guidoni*

Revisores Técnicos

Airton Kunz e Juliano C. Corrêa

Expediente

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Normalização bibliográfica: *Claudia A. Arrieche*

Revisão gramatical: *Jean C.P.V.B. Souza*