



Universidade de São Paulo – USP
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Uso da Espectrometria de Infravermelho nas aferições de
gases de efeito estufa na suinocultura**

Disciplina: Métodos Instrumentais de
análise física do ambiente

Aluna: Maria Luísa Appendino Nunes
Professor: Sergio Oliveira Moraes

Piracicaba, Julho de 2009.

1. Introdução

As preocupações com o aumento da temperatura média global têm trazido a tona a necessidade de minimizar os impactos ambientais das atividades humanas. Neste contexto, a agropecuária demonstra ser uma das principais emissoras de gases de efeito estufa, com destaque à produção de ruminantes, uma vez que o Brasil é considerado o país de maior rebanho bovino do mundo, com fins comerciais.

Apesar do grande destaque da produção de ruminantes, a suinocultura também tem sido apontada como atividade significativamente impactante nesta problemática.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas, os gases de efeito estufa são referenciados em “CO₂ equivalente”, sendo citados os seguintes gases como passíveis de negociação pelo Protocolo de Kioto: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆).

Dos gases de efeito estufa (GEE), o CH₄ e o N₂O são considerados relevantes em termos de atividade suinícola, necessitando que iniciativas sejam realizadas para que o real impacto destas emissões seja mensurado, bem como medidas de mitigação sejam adotadas. De acordo com o IPCC (1997), o CH₄ e o N₂O, principais gases estufa emitidos pela suinocultura apresentam impacto 21 e 310 vezes maior que o CO₂, respectivamente.

A emissão de gases nos sistemas de produção animal pode ser influenciada pelo estágio de criação, genética, tipo de dieta, plano nutricional, tipo de instalação, manejo de dejetos e condições climáticas (DONG et al., 2007). Em função da emissão de gases ser afetado por muitas variáveis do meio, sistemas menos impactantes devem ser delineados em termos de emissão, a partir de resultados de pesquisa que avaliem diferentes sistemas produtivos.

Os valores de emissão de gases devem ser relacionados com o tipo de sistema utilizado na produção de suínos, para que estes parâmetros sejam utilizados como indicadores de sustentabilidade e, assim, seja realizada uma adequada caracterização ambiental da atividade. Assim, adequadas técnicas de

mensuração das emissões devem ser adotadas com a finalidade de caracterizar os sistemas produtivos de forma correta.

2. Quantificação das emissões

Antes de serem realizadas as quantificações de gases de interesse, neste caso CH₄ e N₂O, devem ser estabelecidas as fronteiras do sistema em questão. Neste sentido, a avaliação ambiental da emissão de gases de efeito estufa (GEE) deve estar orientada ao produto, ou seja, deve ser quantificada a emissão de GEE por quilograma de carne suína produzida (Halberg *et al.*, 2005).

Para tanto, Amon *et al.* (2007) citam a espectroscopia de infravermelho (*FTIR spectrometry*) como técnica de mensurar os principais gases de efeito estufa na suinocultura. Neste sentido, citam que a técnica apresenta-se interessante uma vez que permite a detecção contínua, é possível de ser realizada a campo, além de ser relativamente de baixo custo operacional.

Com o objetivo de quantificar as emissões oriundas de uma instalação de produção de suínos, os autores adotaram a amostragem dos ambientes de entrada (exterior do galpão) e de saída (por meio de exaustores). A quantificação foi realizada utilizando-se da seguinte equação:

$$(\text{Concentração saída} - \text{Concentração entrada}) * \text{Taxa ventilação}$$

3. Princípio físico – Espectrometria de Infravermelho

A espectroscopia de infravermelho (espectroscopia IV) é um tipo de espectroscopia de absorção a qual usa a região do infravermelho do espectro eletromagnético. Esta técnica pode ser usada para identificar um composto, sendo portanto adequada para a investigação da composição do ar de ambientes de produção.

O princípio físico baseia-se no fato de que as ligações químicas das substâncias possuem frequências de vibração específicas, as quais correspondem a níveis de energia da molécula (frequências). Estas

frequências dependem da forma da superfície de energia potencial da molécula, da geometria molecular, das massas dos átomos e eventualmente do acoplamento vibrônico.

Se a molécula receber radiação eletromagnética com exatamente a mesma energia de uma dessas vibrações, então a luz será absorvida desde que sejam atendidos a determinadas condições. Para que uma vibração apareça no espectro IV, a molécula precisa sofrer uma variação no seu momento dipolar durante essa vibração.

Pela interpretação do espectro de absorção de infravermelho, as ligações químicas podem ser determinadas uma vez que as ligações vibram em várias frequências dependendo do elemento e do tipo de ligação. As formas de vibração correspondem a dois estados elementares: Estado fundamental (*ground state*) e estado excitado, sendo neste último registradas as maiores frequências. Uma forma de causar o aumento da frequência de vibração molecular é a absorção de energia luminosa. Assim, a diferença nos estados de energia é igual a energia de absorção da luz, o que corresponde a:

$$E_1 - E_0 = hc/\lambda$$

Onde:

h = Constante de Planck, c = Velocidade da luz e λ = Comprimento de onda da luz

A energia correspondente a esta transição entre estados vibracionais moleculares é de 1-10 kcal/mol, o que corresponde a porção infravermelha do espectro eletromagnético.

Uma ilustração do sistema de Espectroscopia de infravermelho pode ser visualizada no esquema abaixo (Figura 1).

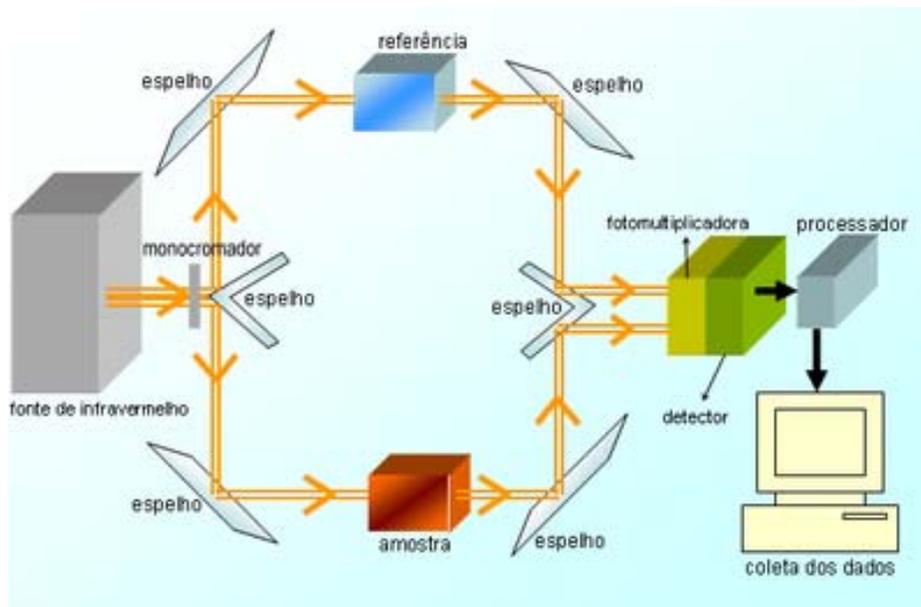


Figura 1. Esquema ilustrativo da espectroscopia de IV

4. Considerações Finais

Uma completa análise física do ambiente deve contemplar avaliações dos gases presentes no meio. No entanto, até um passado recente a análise dos gases em sistemas pecuários era focada na garantia do bem-estar de animais e trabalhadores rurais. Hoje, a perspectiva ambiental obriga uma análise voltada aos gases impactantes, em especial aos gases de efeito estufa. Assim, a espectrometria de infravermelho mostra-se uma técnica interessante, necessitando de adaptações ao sistema em questão e ao objetivo a ser atingido.

5. Bibliografia utilizada

Amon, B., Kryvoruchko, V., Fröhlich, M., Amon, T., Pöllinger, A., Mösenbacher, I., Hausleitner, A. Ammonia and greenhouse gas emissions from a strawflow system for fattening pigs: housing and manure storage. *Livest. Sci.* 112 (3), 199–207. 2007.

Halberg et al. Werf, Hayo M.G., Basset-Mens, C., Dalgaard, R. Boer, I.J.M. Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems. *Livestock Production Science* 96. 33–50. 2005.

Vergé, X.P.C., Dyer, J.A., Desjardins, R.L., Worth, D. Greenhouse gas emissions from the Canadian pork industry. *Livestock Science* 121 (2009) 92–101.

WCASLAB. Disponível em <http://www.wcaslab.com/TECH/tbftir.htm>