



DINÂMICA DE O₂, CO₂ E CH₄ EM LEIRAS ESTÁTICAS DE COMPOSTAGEM DURANTE A FASE TERMOFÍLICA

Caio de Teves Inácio¹; Aline Sarmento Procópio²; Camilo Teixeira³; Paul Richard Momsen Miller⁴

¹Pesquisador da EMBRAPA SOLOS, M.Sc Eng. de Produção e Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: caio@cnps.embrapa.br; ²Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química; Doutora em Meteorologia; ³Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Catarina; ⁴Professor Associado da Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Rural; Doutor em Ecologia Aplicada

INTRODUÇÃO

Por ser um processo aeróbio, a compostagem gera baixas quantidades de metano por tonelada de resíduo orgânico em comparação com outras formas de tratamento e disposição de resíduos orgânicos (Amlinger et al., 2008), apesar de que certas condições inadequadas de operação podem levar a emissões mais altas de metano e óxido nitroso (Thompson et al. 2003).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica de O₂, CO₂ e CH₄ e temperatura em uma leira estática com aeração passiva (método UFSC), um método de compostagem de baixo custo empregado por municípios, universidades e empresas públicas no Brasil (Inácio & Miller, 2009).



MATERIAL E MÉTODOS

A leira de compostagem foi montada com 16,0 m de comprimento, altura entre 0,8 e 0,9 m e largura de 1,2 m, com paredes laterais retas. Os resíduos utilizados foram restos de comida (de restaurantes), cama de cavalo (esterco), e aparas de grama, com relação aproximada de 1:1:1 em volume. No método empregado não há revolvimentos frequentes ou aeração forçada. Esta leira estática com aeração passiva recebe uma nova carga de resíduos semanalmente durante a fase termofílica.

O monitoramento de gases (CO_2 , O_2 e CH_4) e temperatura ocorreu no período de 4 de fevereiro a 19 de maio de 2009 (104 dias), com 9 dias de amostragem divididos em 3 campanhas. As medições foram efetuadas com um analisador de gases portátil para 3 gases simultâneos, O_2 , CO_2 e CH_4 , com resolução de 0,1% e faixa de 0 a 100% (*Columbus Instruments*, Ohio, EUA) e um termopar tipo K digital (0,1°C). As emissões na superfície da leira foram medidas com auxílio de um tubo (\square 150mm por 200mm) ligado à mangueira do medidor, com sucção de 1LPM, formando uma câmara dinâmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura

O processo de compostagem encontrava-se na fase termofílica durante o monitoramento (média de 53,29°C, $s = \pm 7,54^\circ\text{C}$ e intervalo de confiança de 95% entre 52,30°C e 54,28°C). A Figura 1, gráfico a, mostra que os pontos mais próximos à parede lateral (distância da parede lateral (DLP) = 10cm) da leira sofrem a influência do meio externo apresentando temperaturas mais baixas que os pontos mais internos (DPL = 30 ou 60cm).



Oxigênio (O₂), Dióxido de carbono (CO₂) e Metano (CH₄)

As concentrações de O₂, CO₂ e CH₄ são regidas pela atividade biológica e pelo fluxo de ar. A atividade microbiana consome O₂ e libera CO₂, reduzindo a concentração de O₂ no meio. Quando o O₂ é reduzido a menos de 10% predomina a atividade microbiana anaeróbia com geração de CO₂ e produção de CH₄ por microrganismos metanogênicos. O CH₄ é consumido por microrganismo metanotróficos em presença de O₂ (Nazaroff & Alvarez-Cohen 2001; Cardoso et al., 1992). Nas leiras estáticas, a concentração de O₂ depende da intensidade do consumo pelos microrganismos e da reposição via aeração passiva, que sofre influência da porosidade da leira, do excesso de conteúdo de água nos micro e macroporos e influência do calor interno sobre o fluxo de ar (Randle & Flegg, 1978).

Para O₂, os valores de média (14,15%, s = 5,65) e mediana (15,60%), bem como os intervalos de confiança (95%) obtidos, para média de 13,19% a 14,90% e para mediana de 14,30% a 16,79%, demonstram que a leira estática monitorada é predominantemente aeróbia em sua fase termofílica, porém com um centro anaeróbio como demonstrado pelos dados quando separados em diferentes profundidades (Figura 1, gráficos b,c,d).

O gráfico “a” da Figura 2, mostra a correlação (inversa) obtida entre concentração de O₂ e CH₄, R² = 0,9447, resultando numa equação exponencial que reflete a produção acentuada de CH₄ a O₂ ≤ 10%, conforme esperado para a atividade microbiana (Miller, 1993).

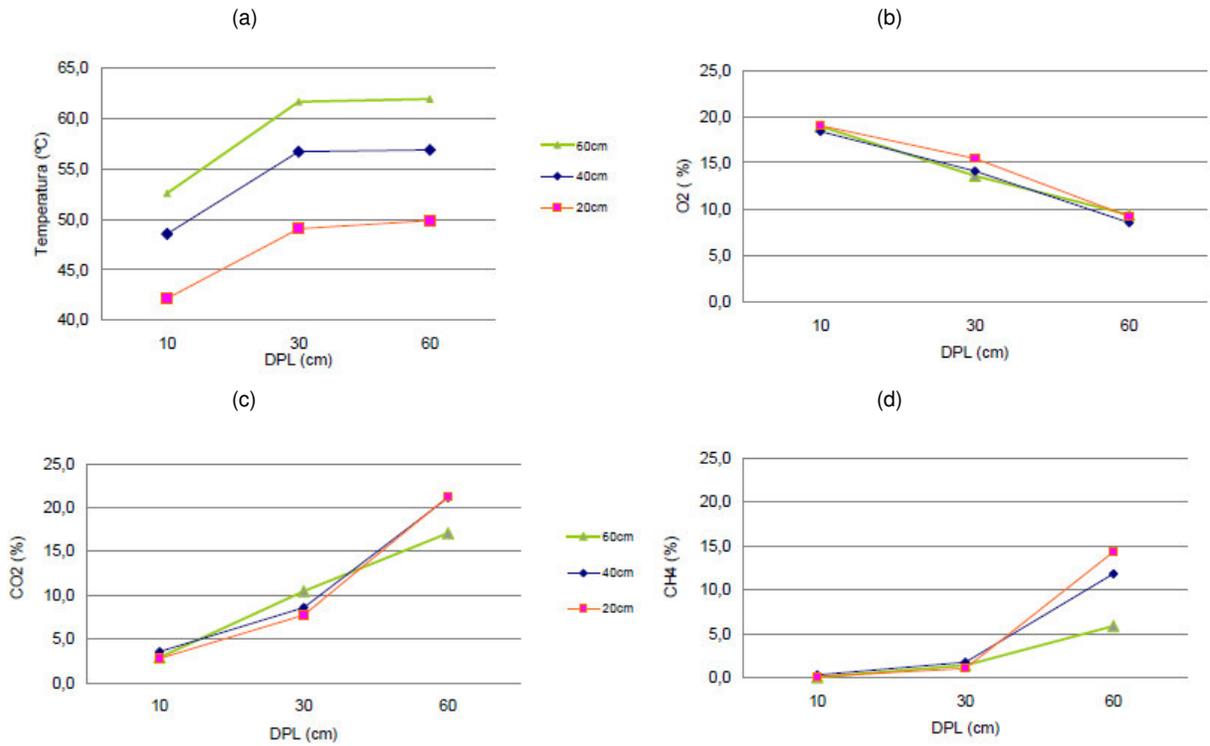


Figura 1- Gráficos das médias de temperatura (a) e concentração O₂ (b), CO₂ (c) e CH₄ (d) em três diferentes alturas e distâncias da parede lateral (DLP) dentro de leiras estáticas de compostagem em fase termofílica.

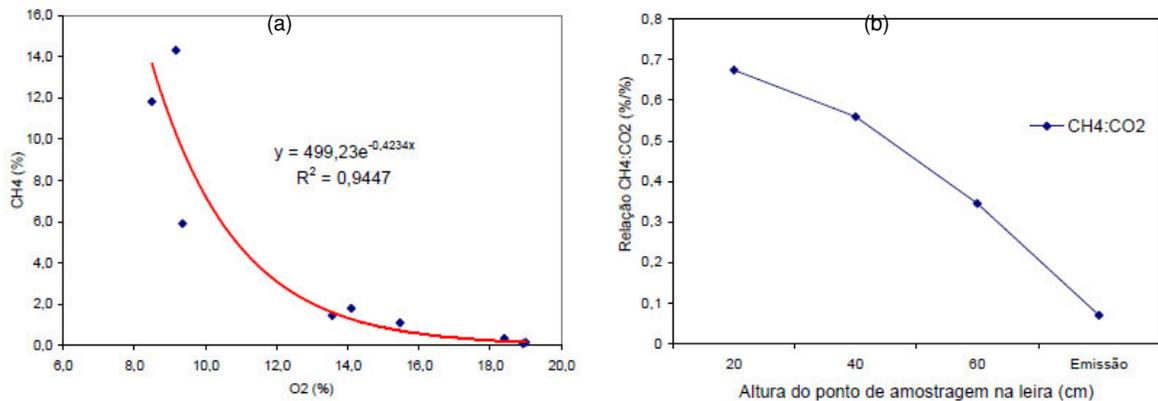


Figura 2- Gráficos das médias de temperatura e concentração de gases (O₂, CO₂ e CH₄) em três diferentes alturas e distâncias da parede lateral (DLP) dentro de leiras estáticas de compostagem em fase termofílica.



As altas correlações ($>0,9$) obtidas entre os diferentes gases neste monitoramento apontam para a adequação da metodologia utilizada. As médias das concentrações dos gases dentro da leira e nas emissões apontam para uma tendência de maiores emissões de CH_4 e CO_2 à DPL 60cm. A queda acentuada da concentração de CH_4 nas amostras quando do aumento de O_2 sugere que há significativa atividade de microrganismos metanotróficos. A diluição com o fluxo de ar atmosférico que entra na leira também é um fator de influência, porém, a análise da proporção entre $\text{CH}_4:\text{CO}_2$ (%:%) nas diferentes camadas da leiras, da base até o topo (emissão), mostra que essa proporção cai acentuadamente, de 0,7 até menos de 0,1, respectivamente, sugerindo que apesar dos dois efeitos influenciarem nos baixos valores de CH_4 , a atividade metanotrófica predomina na camada mais superficial (20cm) rica em O_2 ($>18\%$).

CONCLUSÕES

O estudo da dinâmica de O_2 , CO_2 e CH_4 comprovou a capacidade da aeração passiva suportar o processo de compostagem de uma leira estática preparada com resíduos de comida, cama de cavalo e aparas de grama, mantendo-a predominantemente aeróbia (mais de 3/2 do volume entre 10% e 15% de O_2) em sua fase termofílica, porém com um pequeno centro anaeróbio ($< 10\%$). Pode-se afirmar, com os dados obtidos, que de 89 a 98% do CH_4 gerado nas zonas anaeróbicas da leira estática são consumidos pela atividade metanotrófica da microbiota nas zonas aeróbias superficiais, o que mantém as emissões de CH_4 baixas. Uma melhoria na qualidade dos dados poderá ser obtida com o uso de analisadores de gases com resolução em 0,01% ou melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Meio Ambiente da INFRAERO por ter cedido a área para os trabalhos. Este estudo recebeu recursos da FINEP e da FAPERJ.



REFERÊNCIAS

AMLINGER, F.; Peyr, S. & C. Curls Green house gas emissions from composting and mechanical biological treatment. 26: 47-60. **Waste Management & Research**. 2008

CARDOSO, E. J. B .N; Tsai, S. M.; Neves, P. C. M. **Microbiologia do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1992

INÁCIO, C.T & Miller, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática aplicadas a gestão de resíduos**. EMBRAPA, 2009 (in press)

MILLER, F. C. Composting as a Process Base on the Control of Ecologically Selective Factors. In: **Soil Microbial Ecology: application in agricultural and environmental management**. F.B. Metting Jr. Ed. 1993. p.515-541.

NAZAROFF, W. W.; Alvarez-Cohen; L. **Environmental Engineering Science**. Wiley, 2001.

RANDLE, J; & FLEGG, M. Oxygen measurements in a Mushroom Compost Stack. **Scientia horticulæ**. 8 315-323 1978

THOMPSON, A.G; Wagner-Riddle, C., Fleming, R. Emissions of N₂O and CH₄ during the composting of liquid swine manure. **Environmental Monitoring and Assesment**, 91: 87-104,2004.