

UTILIZAÇÃO DE MÉTODO MANOMÉTRICO PARA ESTIMATIVA DA MINERALIZAÇÃO ANAERÓBIA EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS: I - ASPECTOS METODOLÓGICOS.

R. M. Antonio^a, I. Bianchini Jr.^b, L. F. de Moura^c

^a P.P.G. Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Cx. P. 676, São Carlos, SP, Brasil, CEP 13565-905.

^b Depto. de Hidrobiologia e P.P.G. Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Cx. P. 676, São Carlos, SP, Brasil, CEP 13565-905. email: irineu@power.ufscar.br

^c Depto. de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, Cx. P. 676, São Carlos, SP, Brasil, CEP 13565-905.

Resumo

Esse trabalho tem por objetivo discutir aspectos metodológicos relativos a formação de gases decorrentes da mineralização anaeróbia de matéria orgânica em ecossistemas aquáticos. Visa também, verificar a reprodutibilidade do método manométrico para o acompanhamento temporal de tais processos. Para tanto foram montados, em laboratório, 6 frascos contendo soluções de glicose (1,0g/l). Tais soluções foram preparadas com amostras de água da represa do Monjolinho (situada do campus da UFSCar). Foram estimadas as taxas de formação de gases e as variações temporais da temperatura. De modo geral, os resultados obtidos indicaram que na adoção do método manométrico, para o levantamento cinético da formação de gases, é recomendável a utilização de mais de um reator e que os procedimentos experimentais devem ser cuidadosamente padronizados.

1. INTRODUÇÃO

Dependendo da composição química dos recursos orgânicos, das espécies de organismos presentes e das rotas pelas quais se desenvolvem os processos anaeróbios de ciclagem dos detritos, resulta a formação vários de gases tais como: o sulfídrico, o nitrogênio, o hidrogênio, os *mercaptans*, o metano, etc. Nos sistemas aquáticos, a quantidade de gases formados depende, de modo geral, das concentrações das substâncias orgânicas e de nutrientes dos sedimentos (1). Além de interferirem diretamente sobre a viabilidade da ocorrência de várias espécies, dependendo de suas concentrações, estes produtos podem gerar alterações na qualidade da água que restringem o potencial de utilização dos recursos hídricos. Neste sentido, a exploração de métodos que possam vir a instrumentalizar os inventários que visam o potencial de formação de gases torna-se necessária, uma vez que estes podem se constituir em ferramentas eficazes para a compreensão e gerenciamento dos sistemas aquáticos.

Neste contexto, este trabalho visa discutir aspectos relacionados com a utilização de método manométrico para a avaliação de parâmetros cinéticos de formação de gases, decorrentes da mineralização anaeróbia de matéria orgânica em ecossistemas aquáticos. Esse trabalho tem,

também, por objetivo, verificar a reprodutibilidade do método para o acompanhamento de tais cinéticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do experimento foram preparados 6 frascos (volume $\approx 4,1$ l) contendo 1000 mg de glicose por litro de água da represa do Monjolinho (22° 00' S e 47° 51' W). Antes do preparo da solução de glicose e da montagem do experimento a amostra de água foi filtrada em lã de vidro. Em 5 destes frascos foram instalados manômetros (buretas), o restante foi utilizado para o registro da variação temporal da temperatura. Os procedimentos de montagem e manutenção dos frascos seguiram as recomendações usualmente sugeridas para experimentos desta natureza (1). Diariamente registraram-se as evoluções dos volumes dos gases formados, a partir dos deslocamentos das colunas d'água das buretas; as temperaturas foram determinadas, através de um termômetro de mercúrio. Após os registros dos volumes de gases formados, estes foram corrigidos para as condições de 20 °C e 760 mm Hg.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados apresentados através da Figura 1 (A, B, C, D e E) é possível verificar que embora tenham ocorrido variações relativamente acentuadas durante os processos de formação de gases (principalmente nos Frascos 2 e 4), tais cinéticas constituíram-se de 3 etapas. Basicamente, supõe-se que a primeira corresponda a fase de adaptação dos organismos, na qual os processos de formação e consumo de gases sejam equivalentes, ou haja o predomínio dos processos de assimilação biológica ou solubilização dos gases. A segunda etapa caracterizou-se pelo predomínio dos processos de formação de gases, decorrentes da mineralização anaeróbia da glicose, sobre os processos de assimilação biológica ou solubilização dos mesmos (2). Na seqüência (a partir, aproximadamente, dos 138°, 56°, 141°, 189°, 187° dias para os Frascos 1 a 5, respectivamente) uma terceira etapa pode ser identificada, na qual verifica-se que as taxas consumo de gases (solubilização + assimilação biológica) excederam as de liberações, gerando decrementos sucessivos nos valores dos resultados referentes ao acúmulo de gases formados.

A partir da comparação entre estes resultados verifica-se que as maiores variações decorreram dos volumes de gases formados (74,1; 30,3; 87,4; 140,0 e 67,2 ml, Frascos 1 a 5, respectivamente). As fases iniciais de intensa assimilação de gases perduraram, em todos os frascos, do início ao 7º dia do experimento. Os volumes de gases assimilados variaram entre 0,76 (Frasco 1)

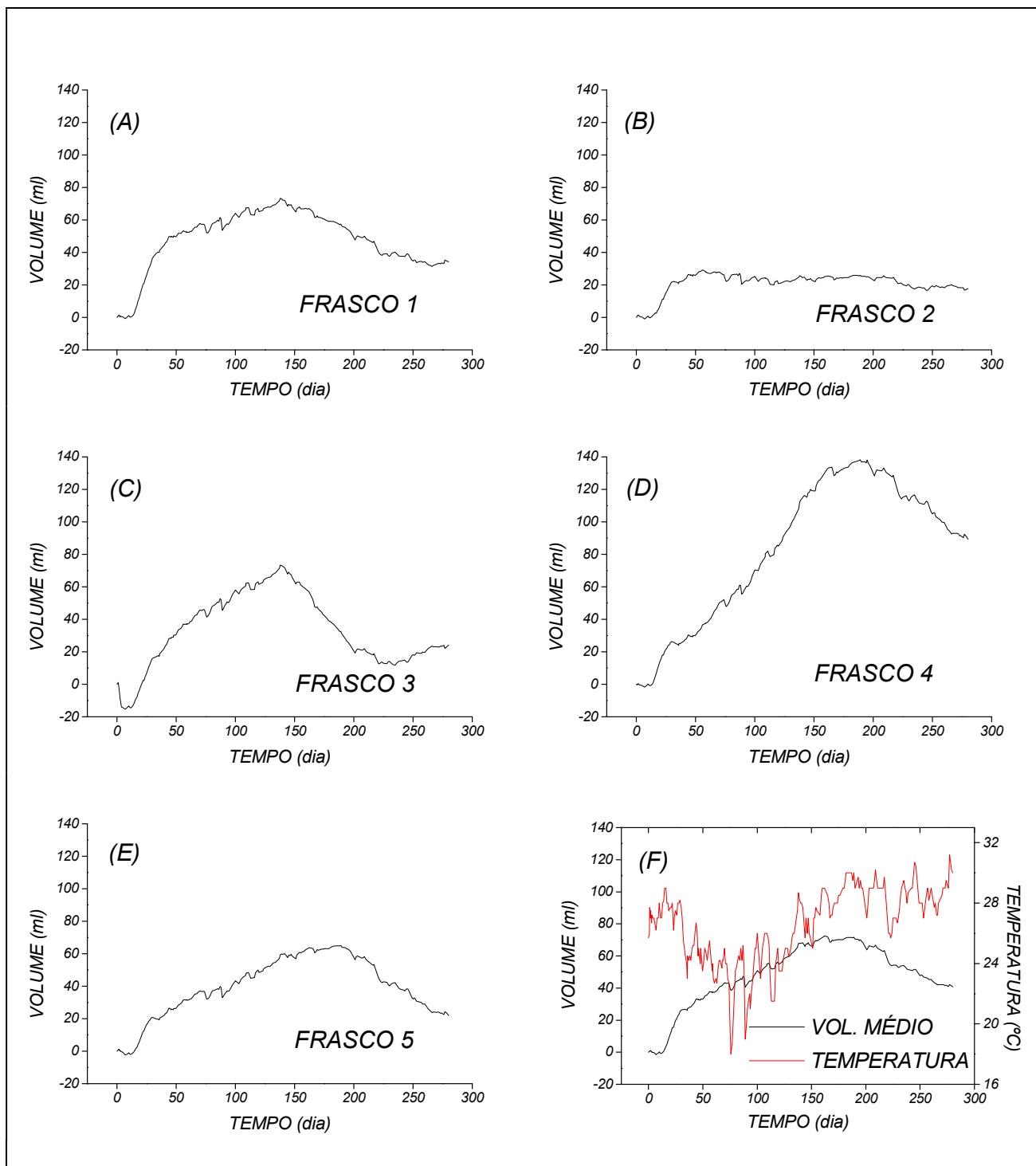


Figura 1 - Variações temporais dos volumes de gases formados e da temperatura, durante os processos de mineralização da glicose (concentração inicial = 1,0 g/l).

a 2,37 ml (Frasco 5), no entanto, no Frasco 4 houve uma maior assimilação 15,3 ml. Por se tratar de experimento no qual foram utilizadas amostras de água sem tratamento prévio que restringisse o desenvolvimento dos microrganismos, de modo geral, supõe-se que as variabilidades observadas decorram do desenvolvimento diferenciado destes organismos, ou seja, a seleção das comunidades. Neste sentido, estes resultados apontam para a necessidade de intensa homogeneização e de cuidados na manipulação das amostras para evitar contaminações e/ou procedimentos/situações que venham privilegiar o desenvolvimento diferenciado entre as repetições. Por outro lado, mesmo observado os cuidados anteriormente mencionados o desenvolvimento diferencial das comunidades é um processo que pode ocorrer naturalmente em experimentos que utilizam amostras não tratadas, sendo assim, na adoção do método manométrico para a comparação de parâmetros relativos a mineralização, sugere-se que seja utilizada pelo menos, duas garrafas para o acompanhamento da formação de gases, a partir da mineralização de uma determinada amostra. Ainda com relação as formações de gases diferenciadas (a partir principalmente do 35º dia), é possível que reflitam a substituição de espécies r-estrategistas por K-estrategistas ao longo dos processos de sucessão dos microrganismos.

Tomando por base os resultados médios (Figura 1F), verifica-se que a quantidade máxima acumulada de gases (72,4 ml) é coerente com a prevista pela relação entre volume máximo de gases formados e teor inicial de sacarose (2), indicando a sensibilidade deste parâmetro para comparação de processos de mineralização. A ocorrência de descontinuidades durante o processo de acúmulo de gases sugere que, em termos cinéticos, houve uma sucessão na formação dos gases, predominando, portanto, as cinéticas de reações simultâneas e consecutivas, em detrimento das de reações paralelas. Neste sentido, durante o processo de decomposição da matéria orgânica, verifica-se a formação de vários gases liberados pelos organismos que atuam no processo de degradação. Em condições anaeróbias, os principais gases formados são: o dióxido de carbono, decorrentes dos processos de desnitrificação e de redução de sulfatos; o metano formado através da metanogênese e o nitrogênio, decorrente da desnitrificação (3). Ensaio de degradação anaeróbia da matéria orgânica de amostras de sedimentos, desenvolvidos em laboratório, indicam a seguinte composição aproximada dos gases formados: $\text{CH}_4 = 85,2\%$, $\text{N}_2 = 7,5\%$ e $\text{CO}_2 = 7,1\%$ (1).

Embora tenham sido identificadas diferenças entre as evoluções temporais de acúmulo de gases (Figura 1), ressalta-se que: 1º nos 35 primeiros dias houve grande equivalência nos resultados obtidos, sendo possível o ajuste destes ao modelo cinético sigmóide. Os parâmetros obtidos (taxas de formação e volumes finais) foram similares sugerindo que este método também pode ser aplicado em incubações relativamente rápidas; 2º as velocidades médias $(\text{VOL}_{\text{MAX}} - \text{VOL}_{\text{MIN}}) / (\text{T}_{\text{MAX}} - \text{T}_{\text{MIN}})$ de formação de gases foram próximas (0,57; 0,62; 0,54; 0,76; 0,36 e 0,45 ml/dia para os

Frascos 1 a 5, respectivamente), indicando a possibilidade de utilização deste parâmetro quando da aplicação deste método.

Outra característica que deve ser mencionada refere-se a 3ª fase do processo, na qual as taxas de consumo passaram a predominar, gerando decaimentos sucessivos nos volumes de gases formados. Uma vez que tais processos derivam da imobilização biológica dos gases (assimilação) e solubilização, sugere-se, para minimização de tais processos, que em incubações desta natureza sejam utilizados manômetros de baixa pressão, a partir de um tubo em “U”, de modo que após cada leitura haja a despressurização do frasco. No caso do emprego de manômetros preparados a partir de uma única coluna d’água (como os utilizados neste experimento), sugere-se que se inclua no reator uma válvula que permita a despressurização periódica dos gases formados.

De acordo com a variação temporal da temperatura (Figura 1F) verifica-se que o experimento desenvolveu-se sob uma temperatura média de 26,3 °C, com uma variação de 2,5 °C (desvio padrão). A temperatura mínima observada foi de 18,0 °C e a amplitude de variação situou-se em 13,2 °C. Por se tratar de um experimento de longa duração (280 dias) não se observou uma tendência definida, de longo prazo, de resfriamento ou aquecimento dos frascos. As variações de temperatura ocorreram dentro de um intervalo (18,0 a 31,2 °C) similar ao usualmente registrado nos sistemas aquáticos, desse modo supõe-se que esta variável não tenha se constituído em fator limitante no desenvolvimento dos processos. No entanto, devido a interação entre temperatura e taxas metabólicas (4, 5, 6), o controle da temperatura se constitui em outro fator a ser apontado no sentido de minimizar a dispersão dos resultados, devido ao possível favorecimento ou inibição do desenvolvimento de determinadas espécies.

Visto que as evoluções de formação de gases envolvem vários processos metabólicos, variabilidade biológica dos inóculos e química dos recursos orgânicos disponíveis, supõe-se que o atendimento das observações discutidas (preparo do experimento em condições assépticas, homogeneização das amostras, aumento do número de garrafas, controle de temperatura e despressurização periódica dos reatores) seja suficiente para a comparação da atividade microbiológica e para a obtenção de parâmetros cinéticos representativos dos sistemas aquáticos nos quais este método for utilizado.

4. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais adotadas os resultados obtidos permitem concluir que: 1º) A reprodutibilidade dos resultados foi obtida em períodos experimentais de aproximadamente 40 dias, após este período, os resultados registraram a possibilidade de seleção das comunidades e 2º) A

comparação de atividade microbiológica e de formação de gases entre ecossistemas aquáticos é possível a partir do emprego do método manométrico, será otimizada caso sejam observados os seguintes procedimentos experimentais: preparo do experimento em condições assépticas, homogeneização das amostras, aumento do número de garrafas, controle de temperatura e despressurização periódica dos reatores.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de estudo e à FAPESP pelo financiamento deste estudo (processo 91/1303-3).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) SOROKIN, Y. I. & KADOTA, H. **Techniques for the assessment of microbial production and decomposition in fresh water**. IBP nº 23. Oxford: Blackwell, 1972. 112 p.
- (2) BIANCHINI Jr., I., ANTONIO, R. M. & de MOURA L. F. Utilização de método manométrico para estimativa da mineralização anaeróbia em ecossistemas aquáticos: II - Aspectos cinéticos. Anais do XI SINAFERM. São Carlos: UFSCar, (no prelo).
- (3) BALLESTER, M. V. R. **Dinâmica de gases biogênicos (CH₄, O₂ e CO₂) em ecossistemas aquáticos da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, São Paulo)**. São Carlos: UFSCar, 1994. 169 p. (Tese de doutorado)
- (4) GAUDY, A. F. Jr., GAUDY, E. T. **Microbiology for environmental scientistis and engineers**. New York: McGraw Hill, 1980. 736p.
- (5) WETZEL, R. G. **Limnology**. Philadelphia: Saunders, 1983. 767p.
- (6) GALE, P.M.; REDDY, K.R. & GRAETZ, D.A. Mineralization of sediment organic matter under anoxic conditions. **J. Environ. Qual.**, 21: 394-400, 1992.