



OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM BIODIGESTORES EM BATELADA

Helenice de Oliveira Florentino

UNESP Botucatu

Departamento de Bioestatística IB UNESP, Botucatu SP, CEP 18618-689

helenice@ibb.unesp.br

Leandro Willian Marcucci

UNESP Botucatu

Departamento de Bioestatística IB UNESP, Botucatu SP, CEP 18618-689

marcucci@ibb.unesp.br

RESUMO

Biodigestor é um equipamento composto por duas câmaras, o qual é usado para a conversão de matéria orgânica em Biogás. Em uma câmara é armazenado o resíduo a ser digerido por bactérias anaeróbicas e na outra o biogás. A biodigestão é importante por promover geração de energia e descontaminação do meio ambiente. O material remanescente da biodigestão pode ser usado como biofertilizante. Para que haja um melhor aproveitamento desta digestão, necessita-se do controle de fatores como temperatura, tipo de resíduo a ser usado, tempo de retenção do resíduo no biodigestor, controle do PH, etc. Para controlar simultaneamente estes fatores, de forma ótima, é necessário o auxílio de técnicas matemática de otimização. Este trabalho propõe um modelo de otimização, visando a determinação de valores otimizados para os parâmetros do processo de biodigestão que proporcionem o menor tempo possível de retenção e simultaneamente ocorra a máxima conversão de orgânicos em biogás.

PALAVRAS CHAVE. Biodigestão, VNS, Batelada.

AG&MA – PO na Agricultura e Meio Ambiente ópicos, **EN – PO na Área de Energia**, **MH – Metaheurísticas**.

1. Introdução

O processo de biodigestão é importante pois promove a geração do biogás, que é uma fonte de energia limpa, pois este é rico em metano e dióxido de carbono, e a descontaminação do meio ambiente através da decomposição da matéria orgânica. O material remanescente da biodigestão pode ser usado como biofertilizante [Neto 2004, Deganuti 2002].

De acordo com [Biscaro e Florentino 2008], a conversão de materiais orgânicos para metano e dióxido de carbono em biodigestores consiste de reações consecutivas, paralelas e independentes, que envolvem diferentes tipos de bactérias. Este processo pode se dar em seis estágios: 1) hidrólise de polímeros, 2) fermentação de aminoácidos e açúcares, 3) oxidação dos produtos gerados na fase anterior, 4) oxidação de produtos intermediários (ácidos voláteis), 5) conversão de acetato para metano e 6) conversão de hidrogênio para metano. Baseado nisso é possível prever a variação da biomassa, a produção de biogás e a composição deste. Este trabalho apresenta um modelo matemático para o processo de conversão usando as técnicas de Monod e para prever a eficiência de conversão de materiais orgânicos para metano e dióxido de carbono, em relação ao tempo de retenção. Por facilidade de modelagem, a biodigestão foi dividida em duas fases (acidogênica e metanogênica).

2. Modelo Matemático

O objetivo deste trabalho é propor um modelo matemático de otimização visando determinar parâmetros otimizados que proporcione o menor tempo de retenção do resíduo no biodigestor em batelada, mas ao mesmo tempo ocorra a máxima conversão de orgânicos em biogás, realizando todo o processo com a máxima eficiência possível.



O modelo é restrito a cinética de fermentação em duas fases [Khan *et al.* 2013].: 1) acidogênese e 2) metanogênese, em que as variáveis de estado são as concentrações do substrato nas duas fases (S_1 e S_2) e as concentrações dos dois tipos de bactérias (acidogênica X_1 e metanogênica X_2), e as variáveis do modelo: tempo de retenção hidráulica (θ) e temperatura (T). Dessa forma segue o modelo:

$$\max_{\theta} \int_0^{\theta} \frac{0.5 \mu_2 X_2 (1 - Y_2)}{Y_2} \quad (1)$$

$$\min(\theta) \quad (2)$$

Sujeito a

$$\frac{dS_1}{dt} = \frac{S_{10} - S_1}{\theta} - \frac{\mu_1 X_1}{Y_1} \quad (3)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = \frac{S_{20} - S_2}{\theta} - \frac{\mu_2 X_2}{Y_2} + \frac{\mu_1 X_1 (1 - Y_1)}{Y_1} \quad (4)$$

$$\frac{dX_1}{dt} = \left(\frac{0.0103T - 0.2077}{1 + \frac{k_{i1}}{S_1} + \frac{S_2}{k_{i1}}} - k_1 - \frac{1}{\theta} \right) X_1 \quad (5)$$

$$\frac{dX_2}{dt} = \left(\frac{0.0103T - 0.2077}{1 + \frac{k_{i2}}{S_2} + \frac{S_1}{k_{i2}}} - k_2 - \frac{1}{\theta} \right) X_2 \quad (6)$$

$$T \geq 0, \theta \geq 0 \quad (7)$$

Em que: t - tempo; S_1 - concentração de sólidos voláteis biodegradáveis no digestor; S_{10} - concentração inicial de sólidos voláteis biodegradáveis no digestor; S_2 - concentração de ácidos graxos voláteis no digestor; S_{20} - concentração inicial de ácidos graxos voláteis no digestor; X_1 - concentração de bactérias acidogênicas no digestor; X_{10} - concentração inicial de bactérias acidogênicas no digestor; X_2 - concentração de bactérias metanogênicas no digestor; X_{20} - concentração inicial de bactérias metanogênicas no digestor; k_1 - taxa de mortalidade das bactérias acidogênicas; k_2 - taxa de mortalidade das bactérias metanogênicas; k_{i1} - coeficiente de inibição das bactérias acidogênicas; k_{i2} - coeficiente de inibição das bactérias metanogênicas; Y_1 - coeficiente de rendimento das bactérias acidogênicas; Y_2 - coeficiente de rendimento das bactérias metanogênicas; μ_1 e μ_2 - são as taxas de crescimento das bactérias.

A função objetivo (1) refere-se produção de metano; a função objetivo (2) refere-se ao tempo de retenção do resíduo. O sistema descrito pelas equações (3)-(6) descrevem a cinética de fermentação nas duas fases da biodigestão (acidogênese e metanogênese).

Para resolver o modelo (1)-(7) propõe-se um Algoritmo de Busca em Vizinhança Variável (VNS-Variable neighborhood search). Os resultados serão apresentados no evento.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos órgãos: FAPESP (2016/50434-5 e 2014/01604 -0), FUNDUNESP/PROPE/UNESP, CNPq (302454/2016-0), CAPES e PROPG UNESP pelo apoio financeiro.

Referências

- Biscaro, A. F. V. ; Florentino, H. O. (2008). Modelagem matemática para determinação da eficiência da redução de ST e SV na biodigestão anaeróbia. *Energia na Agricultura*, 23: 1-15.
- Deganuti, R. (2002). *Biodigestores Rurais: modelo Indiano, Chines e Batelada 2002*.
- Hansen, P., Mladenović, N., Perez, J.A.M (2008). Variable neighbourhood search: methods and applications. *4OR*. 6: 319–360
- Khan, A. A., Stacey, A. J., Shepherd, J. J. (2013). Optimization of Methane Output for an Anaerobic Waste Digester. *ANZIAM J*, 54:C523–C539.
- Netto, J. C. (2004). *Gas Natural Liberalização do Sector na União Europeia e em Portugal*. Rio de Janeiro. ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos.