

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

**Otimização da produção de biogás restrita por equações de transferência de calor e massa**Felipe Teles<sup>1</sup>Helenice de Oliveira Florentino<sup>2</sup>

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

**1 Introdução**

Dos diversos combustíveis, o biogás é um dos que mais se destaca na atualidade no conceito de sustentabilidade. Para a sua produção podem ser utilizados vários tipos de substratos, entre eles os resíduos domésticos e rurais, como restos alimentares, excretas e fezes de animais, além de dejetos industriais. O produto final é uma mistura de compostos, como o metano, o butano, o hidrogênio e o dióxido de carbono, devido à complexidade química dos reagentes e aos mecanismos bioquímicos do consórcio de microorganismos fermentadores [2].

Segundo a lei de Henry [1], a solubilidade de gases diminui à medida que a temperatura do meio se eleva, sugerindo que haja controle processual neste parâmetro [4]. Conforme [2], além da temperatura, o inóculo sofre a ação da pressão no reator, das vazões volumétrica e mássica, da composição química do mosto e da interação entre as espécies do consórcio. Objetiva-se com este trabalho propor um modelo de otimização para maximização da produção de biogás, restrito às equações fenomenológicas de transporte de energia e matéria.

**2 Modelo de Otimização**

Neste trabalho é proposto o modelo (1) a seguir, visando determinar as condições ótimas de calor ( $Q$ ) e massa de substrato ( $m$ ), que maximize a produção de biogás ( $y$ ) em um biodigestor em batelada com um tempo de retenção  $t = \theta$ , sujeito às variações mássica (Equação 2) e de calor ( $Q$ ) (Equação 3) [3, 4]. Considera-se também que as propriedades dos fluidos sejam constantes [4] e o volume do reator seja fixo. Assim:

$$\max \int_0^{\theta} y(m, Q, t) dt, \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>felipe.teles@ibb.unesp.br<sup>2</sup>helenice@ibb.unesp.br

2

sujeito a:

$$\frac{dm}{dt} = m_0 - m + m_g - m_c, \quad (2)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -kS_{cond}\nabla T + hS_{conv}\nabla T. \quad (3)$$

A Equação 2 também é conhecida como Equação do Balanço Geral de Massa [3], onde  $m_0$  indica a massa inicial que alimenta o sistema,  $m$  a massa ao final do processo,  $m_g$  a matéria gerada e  $m_c$  a consumida. Como no reator há mais de uma substância, o balanço é feito para cada componente. A variação do calor em relação ao tempo é dada pela taxa de condução (em que  $k$  é a condutividade da parede do reator e  $S$  é a área de troca térmica entre a parede e o fluido) combinada com a taxa de convecção (em que  $h$  é o coeficiente de convecção e  $S$  é a área de troca térmica entre os fluidos), ambas associadas à variação espacial de temperatura  $\nabla T$ .

### 3 Agradecimentos

Os autores agradecem as fundações CAPES, CNPq (302454/2016-0), PROPE e PROPG (Pró-Reitorias da UNESP), FUNDUNESP e FAPESP (2014/01604 – 0 e 2014/04353 – 8) pelo apoio financeiro.

### 4 Conclusão

As implementações computacionais estão em fase de desenvolvimento e serão apresentadas e discutidas no evento.

### Referências

- [1] P. Atkins; L. Jones. *Princípios de Química*, Bookman, 2001.
- [2] W. Borzani et al. *Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica*, v. 2, Edgar Blücher Ltda, São Paulo, 2001.
- [3] F. P. Incropera et al. *Fundamentos da Transferência de Calor e Massa*, 7 ed., LTC, Rio de Janeiro, 2015.
- [4] J. R. Welty et al. *Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer*, 5 ed., John Wiley and Sons, Inc., Estados Unidos da América, 2007.