

XII-042 – MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DOS PERFIS DE CONCENTRAÇÃO DE BIOMASSA, SUBSTRATO E PRODUTO EM REATORES CONTÍNUOS COM E SEM RECÍCLO DE BIOMASSA

Edson Cássio Araujo Gomes⁽¹⁾

Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Bolsista de iniciação Científica CNPq-UEPB.

Pablo Luiz Fernandes Guimarães

Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Aluno de Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Igor Souza Ogata

Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Aluno de Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Bolsista de iniciação Científica CNPq-UEPB.

Abílio José Procópio Queiroz

Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Aluno de Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Herculys Pessoa e Castro

Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Arruda Câmara, 104 Apt 201 – Santo Antonio – Campina Grande - PB - CEP: 58406-020 - Brasil - Tel: (83) 8809-7319 - e-mail: engenheiro_cassio@igatu.net

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma simulação dos perfis de concentração de biomassa, substrato e produto de reatores biológicos, um com reciclo de biomassa e o outro sem reciclo de biomassa, pelo modelo cinético de Moser de modelagem matemática com a utilização de softwares computacionais. Por ser um estudo teórico utilizou-se dados aleatórios para as constantes cinéticas (K_1 e K_2), concentrações iniciais e de fluxo da biomassa, do substrato e do produto, tempo, velocidade específica máxima (μ_{max}), volume do reator, vazão de alimentação, taxa de recirculação e fator de concentração para o caso do reator com reciclo de biomassa e observou-se as variações no gráfico das concentrações com o aumento e a diminuição de parâmetros no decorrer do estudo. Os modelos matemáticos cinéticos são ótimas soluções para a busca da otimização de sistemas biológicos e os softwares computacionais são excelentes ferramentas para a utilização dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Reatores Biológicos, Modelagem Matemática e Modelo de Moser.

INTRODUÇÃO

Os modelos matemáticos são ferramentas que facilitam o estudo de processos biológicos, por meio desses modelos é possível prever, por exemplo, o comportamento de parâmetros durante o processo (produção ou remoção), que permitem a determinação de condições operacionais que possam otimizar o sistema e, possivelmente, torna-lo economicamente mais viável.

A modelagem matemática de processos biológicos pode ser definida como a tentativa de representar, através de equações matemáticas, os balanços de massa para cada componente no biorreator, associados às complexas transformações bioquímicas que ocorrem no processo e às velocidades com que essas transformações se processam (Rodrigues *et. al.*, 2006).

O objetivo principal da modelagem matemática e simulação, como ferramenta do desenvolvimento tecnológico de processos biológicos, é prever o comportamento dinâmico e estacionário do processo, inclusive em condições não testadas empiricamente, possibilitando a determinação das condições operacionais economicamente ótimas do sistema, auxiliando no projeto de algoritmos de controle, no qual o modelo matemático formulado passa a ser parte integrante do processo (Rodrigues *et. al.*, 2006).

Neste trabalho objetivou-se avaliar as variações temporais nos perfis do balanço de biomassa, substrato e produto em dois reatores operando de forma contínua, um com reciclo de biomassa e o outro com reciclo de biomassa, verificando-se as variações nos gráficos das concentrações com o aumento e a diminuição de determinados parâmetros.

FUNDAMENTAÇÃO

A modelagem matemática pode ser entendida como uma abordagem de um problema não matemático por meio de fórmulas onde as características pertinentes de um objeto são extraídas com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras e representações em termos matemáticos são determinadas. No entanto, a modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem oferece contribuições que vão além da possibilidade de interação da matemática com a realidade (Almeida e Brito, 2003).

MODELO CINÉTICO DE MOSER

O modelo de Moser é o modelo cinético que é calculado pela seguinte fórmula:

$$\mu = \mu_{\max} (1 + k_1 C_s - k_2)^{-1} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

μ = velocidade específica de consumo de substrato;

μ_{\max} = velocidade específica máxima de consumo de substrato;

K_1 = constante de saturação pelo substrato;

C_s = concentração de substrato;

K_2 = constante de inibição pelo substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

A modelagem e os perfis de concentrações foram feitas com a utilização do Scilab 5.2 para gerar os gráficos. Na modelagem utilizou-se como parâmetros iniciais para os dois tipos de reatores $k_1=0,25$, $k_2=0,25$, $V=50L$, $F=25L/h$, $C_{xf}=1,5g/L$, $C_{sf}=20g/L$, $C_{pf}=1g/L$, para o reator sem reciclo de biomassa adotou-se valores de $a=1$ e $g=0$ e para o reator com reciclo de biomassa adotou-se valores de $a=0,3$ e $g=2$. Esses parâmetros foram sendo alterados para verificar as variações nos perfis de concentração.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 1 observa-se o gráfico dos perfis de concentração de biomassa, substrato e produto com os valores iniciais dos parâmetros iniciais propostos neste estudo teórico dos dois modelos de reatores biológicos propostos neste trabalho.

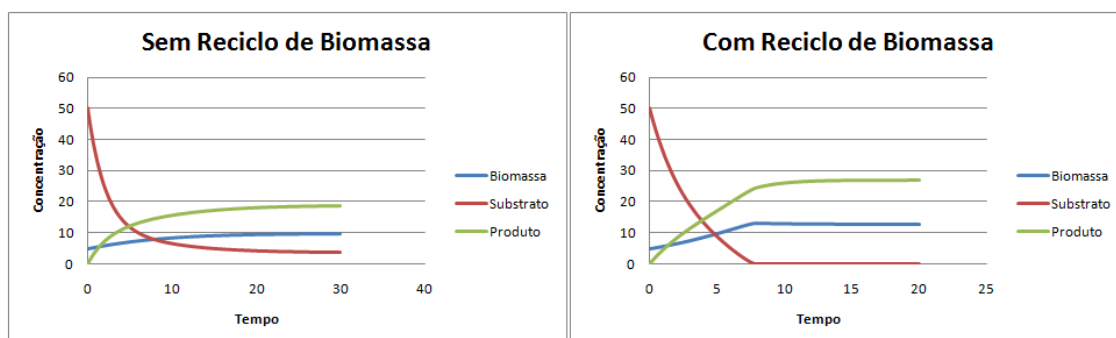


Figura 1: Perfil das concentrações iniciais dos reatores biológicos com e sem reciclo de biomassa.

Analisando o gráfico da figura 1 observa-se que no reator biológico com o reciclo de biomassa houve uma maior produção de biomassa e produto e também que apenas no reator biológico com o reciclo de biomassa é que ocorre o total consumo de substrato.

Na figura 2 observa-se o gráfico dos perfis de concentrações de biomassa substrato e produto no reator biológico operando de forma contínua e sem reciclo de biomassa, variando-se para mais e para menos o valor inicial da vazão de alimentação.

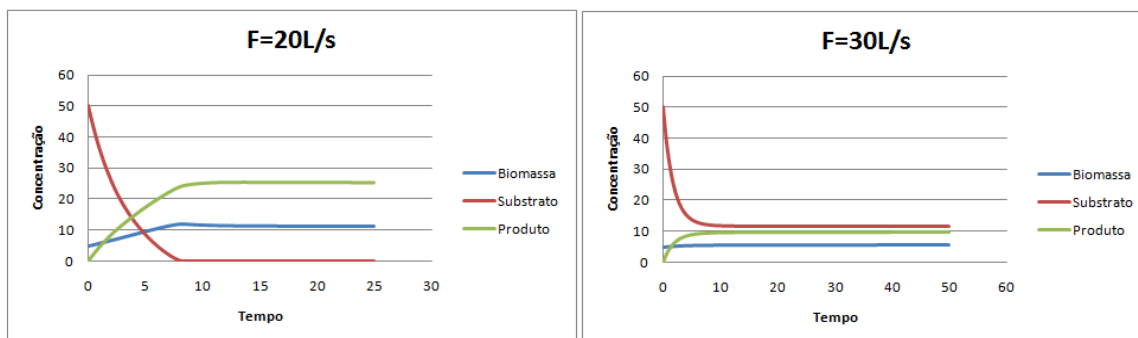


Figura 2: Variação da vazão de alimentação no reator biológico sem reciclo de biomassa.

Analisando o gráfico da figura 2 observa-se que a uma baixa vazão e com um maior tempo de detenção o reator se comporta de uma forma mais eficiente com o consumo total do substrato apresentando significativa formação de biomassa e produto e com uma alta vazão observa-se que o baixo tempo de detenção hidráulica não foi suficiente para que houvesse o total consumo do substrato diminuindo também a formação de biomassa e produto no sistema.

Na figura 3 observa-se o gráfico da variação das concentrações de biomassa substrato e produto no reator biológico operando de forma contínua e sem reciclo de biomassa variando-se para mais e para menos os valores da concentração de biomassa no fluxo.

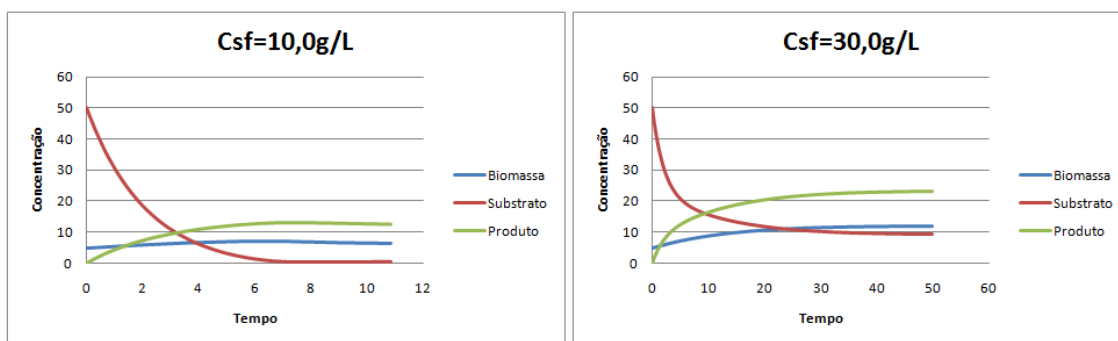


Figura 3: Variação da concentração de substrato no fluxo no reator biológico operando de forma contínua sem reciclo de Biomassa.

Analisando os gráficos da figura 3 observa-se que com uma menor concentração de substrato no fluxo houve o consumo total do mesmo enquanto que numa maior concentração de substrato no fluxo o mesmo não foi consumido completamente, o que ocasiona numa menor formação de biomassa e de produto, ambos os casos com o mesmo tempo de detenção hidráulica.

Na figura 4 observam-se os gráficos da variação das concentrações de biomassa, substrato e produto e um reator biológico operando de forma contínua sem reciclo de biomassa variando-se para mais e para menos a concentração de biomassa inicial no fluxo.

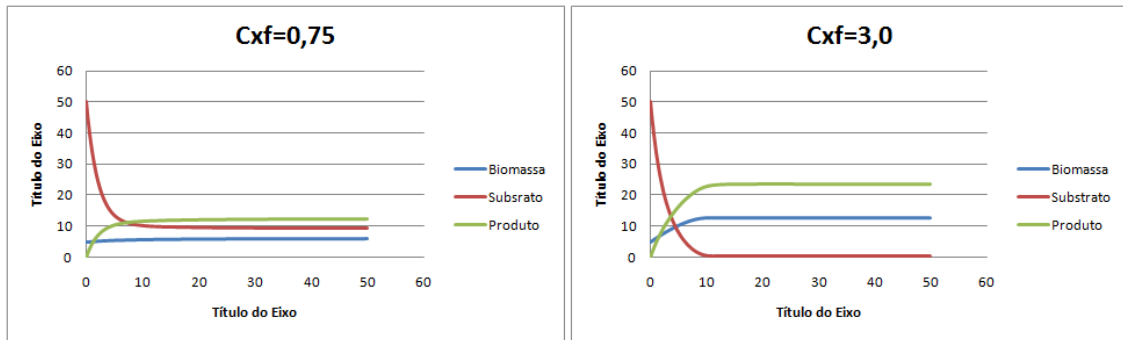


Figura 4: Variação da concentração de biomassa no fluxo no reator biológico operando em batelada e sem reciclo de Biomassa.

Analisando o gráfico da figura 4 observa-se que com uma concentração maior de substrato ocorreu o consumo total de substrato com significativa formação de biomassa e produto, já com uma menor concentração de biomassa não houve o consumo total de substrato do sistema, não havendo também com isso grandes formações de substrato e produto no sistema.

Na figura 5 observa-se o gráfico da variação das concentrações de biomassa, substrato e produto no reator biológico operando de forma contínua e com reciclo de biomassa com a variação para mais e para menos da taxa de recirculação.

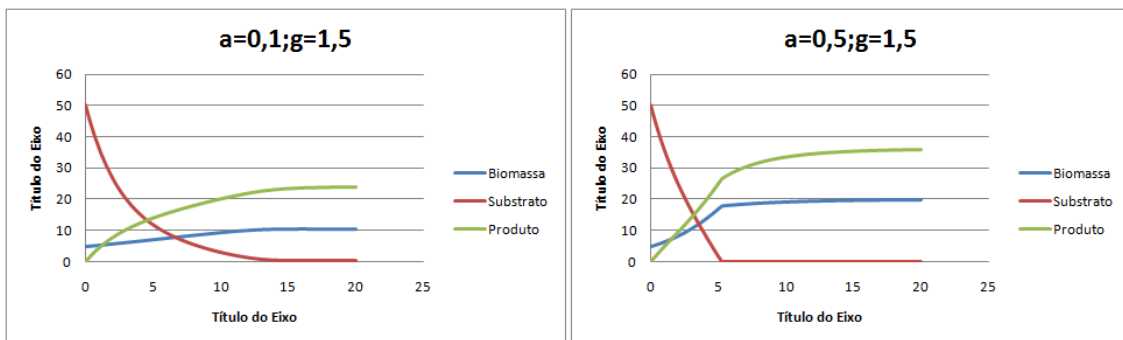


Figura 5: Variação da taxa de recirculação no reator biológico operando de forma contínua e com reciclo de Biomassa.

Analisando o gráfico da figura 5 observa-se que em ambos os casos houve o consumo total do substrato mais no caso de maior taxa de recirculação houve uma maior geração de biomassa e produto no sistema.

Na figura 6 observa-se o gráfico da variação de biomassa, substrato e produto no reator biológico operando de forma contínua e com reciclo de biomassa com a variação para mais e para menos da fração de concentração.

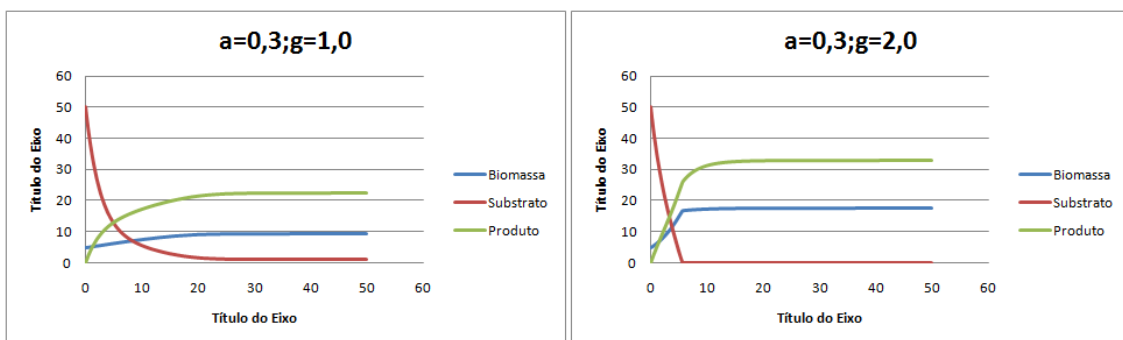


Figura 6: variação da fração de concentração no reator biológico operando de forma contínua e com reciclo de Biomassa.

Analisando o gráfico da figura 6 observa-se que nos dois casos houve o total consumo de substrato com uma maior eficiência na formação de biomassa e produto no caso com maior fração de concentração.

CONCLUSÕES

A modelagem matemática é uma importante ferramenta na busca da otimização de sistemas biológicos, pôde-se observar nos gráficos das simulações que a variação de um único parâmetro operacional pode modificar significativamente os perfis de concentrações em um reator biológico. Com isso conclui-se que a modelagem matemática por intermédio de softwares computacionais tende a facilitar cada vez mais os profissionais da área de saneamento a conseguirem de maneira simples e pratica obtenção de resultados, mesmo teóricos, para que possa ajuda-los no dimensionamento dos seus sistemas biológicos de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, L. M. W e BRITO, D.S. Modelagem matemática na sala de aula: algumas implicações para o ens. e aprendizagem da mat. Anais do XI CIAEM, Blumenal, Rs, 2003.
2. Rodrigues, J. A. F. Ratusznei, S. M. Damasceno, L. H. S. Analises de processos biológicos. Texto de apoio didático. São Carlos, 2006.
3. VIEIRA, Fernando Fernandes. Modelagem Matemática em Sistemas Ambientais – Modelagem de Processos Biológicos. Notas de Aula Fernando Fernandes Vieira. Paraíba: Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental, 2010.