

MODELAGEM HIDRODINÂMICA DE REATORES ANAERÓBIOS DE ESCOAMENTO ASCENDENTE E MANTA DE LODO (UASB)

Siegfried Hanisch Werner, Cleto Pires Eduardo*

Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) / Universidade de São Paulo (USP)
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - CEP: 13560-250 - São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil
E-mail: WHANISCH@BRUSPSCE.BITNET
ECPIRES@BRUSPSCE.BITNET

RESUMO: Um estudo hidrodinâmico é de fundamental importância para a otimização da geometria dos reatores biológicos. A modelagem matemática tem a finalidade de simular os fenômenos físicos envolvidos com o escoamento da fase líquida, tornando-se um ferramenta útil para o projeto e aumento de escala destes reatores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo matemático para descrever o comportamento de reatores UASB de bancada, através da resolução da integral de convolução. Os ensaios foram realizados através de simulações físicas, desenvolvidos por um programa de pesquisa do Laboratório de Processos Anaeróbios do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos. Os resultados obtidos foram bastante promissores, ajustando-se adequadamente aos dados experimentais, mas uma melhor análise qualitativa é necessária.

Palabras clave: hidrodinâmica de reatores, modelação matemática, processos anaeróbios

INTRODUÇÃO

A expansão do uso de tecnologias de alta performance para o tratamento de águas residuárias por biodigestão anaeróbia; o resultado de pesquisas recentes em sistemas como os filtros anaeróbios; os reatores de leito fluidizado, de leito expandido de filme fixo e os reatores de manta de lodo com fluxo ascendente (UASB); uma maior compreensão da microbiologia e bioquímica do processo e a crescente necessidade de se solucionar os problemas da poluição ambiental com um menor custo de energia, são indícios claros da afirmação definitiva dos processos anaeróbios. Uma alternativa comum para os processos anaeróbios para o tratamento de efluentes são os processos aeróbios. Os maiores fatores para comparações são os gastos reduzidos com energia elétrica e a baixa produção de lodo dos processos anaeróbios. Raramente a produção de metano pode ser suficiente para justificar a escolha de processo anaeróbio (ROCHA et al., 1987 e SPEECE, 1983).

Entre os sistemas disponíveis, o reator anaeróbio de escoamento ascendente e manta de lodo (UASB) revela-se de particular interesse para o Brasil, devido aos avanços alcançados na sua utilização para o tratamento da vinhaça gerada na produção do álcool etílico da cana-de-açúcar, no tratamento de efluentes das indústrias de papel, amido, laticínios, cerveja, além da viabilidade para o tratamento de esgotos municipais (ROCHA et al., 1987).

Com a crescente aplicação deste sistema, tornou-se necessária também um melhor entendimento dos aspectos hidrodinâmicos dos reatores utilizados, na medida em que a maioria dos trabalhos realizados abordam o problema sob o ponto de vista da eficiência de remoção de matéria orgânica, sólidos e outros parâmetros, pouco se conhecendo sobre as características hidrodinâmicas do sistema (PIRES & RIBEIRO, 1992).

O conhecimento dos mecanismos hidrodinâmicos é de fundamental importância na avaliação do desempenho dos reatores biológicos, principalmente para a otimização da sua geometria. Um estudo mais aprimorado neste sentido permite um maior conhecimento dos mecanismos hidráulicos e pode detectar problemas associados a falhas operacionais e de projeto, onde as mais comuns são as deficiências na

distribuição do afluente que podem formar caminhos preferenciais, regiões de volume morto e curtos-circuitos.

O comportamento hidrodinâmico pode ser analisado a partir de um estudo com traçadores. Este estudo consiste em obter informações sobre a distribuição do tempo de residência do fluido que está escoando. Esta informação pode ser determinada facilmente por um método de investigação amplamente usado: o teste de estímulo e resposta (BOLLE et al., 1985 e LEVENSPIEL, 1974).

ANDRADE & PIRES (1995) e MATSUMOTO (1994) desenvolveram metodologia para viabilizar estudos hidrodinâmicos em reatores UASB através de simulações físicas, que facilitavam a visualização e diminuíram o tempo necessário para a realização dos ensaios. Os autores utilizaram um gel acrílico para simular o comportamento da fase sólida e soluções de bicarbonato de sódio e ácido nítrico para simular a produção de gás pelos microrganismos anaeróbios.

A idéia básica deste trabalho é desenvolver um modelo matemático que se ajuste aos dados obtidos por MATSUMOTO (1994), já que os modelos existentes (LEVENSPIEL, 1974, HEERTJES & van der MEER, 1978 e BOLLE et al., 1985), ou são simples demais, não prevendo a complexidade do escoamento trifásico e da geometria dos reatores UASB, ou são complexos demais, necessitando de muitos parâmetros experimentais ou ajustáveis para se conseguir um bom ajuste. O objetivo principal da modelagem matemática dos reatores biológicos é simular, tanto mais perto da realidade quanto possível, o comportamento de um determinado fenômeno físico, com a finalidade de se tornar uma ferramenta útil para o projeto, melhorias e aumento de escala destes reatores (YOUNG, 1985).

METODOLOGIA

ANDRADE & PIRES (1995) desenvolveu metodologia para simulação física de reatores UASB, utilizando super-gel (nome comercial) para representar o comportamento da fase sólida do reator (lodo anaeróbio), álcool polivinílico para simulação do comportamento reológico do lodo e reação de bicarbonato de sódio e ácido nítrico para simular a produção de gás (CH_4 e CO_2 , principalmente) pelos microrganismos.

MATSUMOTO (1994) estudou, do ponto de vista hidrodinâmico, algumas variáveis importantes para o aumento de escala de reatores UASB, utilizando a metodologia proposta por ANDRADE & PIRES (1995). O autor fez testes de estímulo e resposta com o uso de rodamina, um traçador corante vermelho fluorescente. Os parâmetros estudados por MATSUMOTO (1994) foram: altura do reator, altura da manta de lodo e tempo de residência. A tabela 1 apresenta as principais dimensões dos reatores utilizados.

Para cada um destes reatores, designados pelas letras P, M e G, foram variados os parâmetros tempo de residência em 2hs, 4hs e 6hs e a altura da manta de lodo de 30%, 50% e 70% da altura total do reator. A reprodução da manta de lodo foi possível graças ao gel acrílico (super gel), que tratado adequadamente, conseguiu representá-la com bastante aproximação. Foram realizados ensaios com e sem produção de gás para todas estas variações.

Tabela 1: Dimensões dos reatores UASB

REATOR	VOLUME TOTAL(L)	ALTURA (cm)	DIÂMETRO(cm)
P	4,29	51,0	0,93
M	7,31	101,5	0,93
G	14,15	200,5	0,93

Fonte: MATSUMOTO (1994)

A produção de gás era conseguida pela reação do bicarbonato de sódio e ácido nítrico conforme a equação:

