

AVALIAÇÃO DA HIDRODINÂMICA DE REATORES ANAERÓBIOS HORIZONTAIS EM SÉRIE TRATANDO ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA

HORIZONTAL ANAEROBIC REACTOR HYDRODYNAMICS IN TREATING WATER SERIES PIG WASTE

Antônio Sergio Torres de Souza¹

Rose Maria Duda²

Roberto A. Oliveira³

Resumo

É de extrema importância o conhecimento da hidrodinâmica para o monitoramento de reatores anaeróbios, pois permite estabelecer os regimes de escoamento e detectar falhas no sistema operacional que possam afetar sua eficiência. Neste trabalho foi estudado o comportamento hidrodinâmico de um reator anaeróbio horizontal com manta de lodo (RAHML – R1) e três reatores anaeróbios horizontais com leito fixo, utilizando anéis de eletroduto corrugado (RAHLF – R2, R3 e R4) instalados em série, utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Os reatores anaeróbios horizontais, R1, R2, R3 e R4, foram operados com tempo de detenção hidráulico (TDH) de 24,0; 13,5; 7,5 e 3,4 horas, respectivamente. Foram realizados ensaios hidrodinâmicos através de testes estímulo-resposta tipo pulso, utilizando como traçador o cloreto de sódio, com acompanhamento da condutividade elétrica do efluente. Verificou-se que os reatores anaeróbios horizontais R2, R3 e R4 possuem regime de escoamento com características de reatores de mistura completa e o R1 com características de escoamento pistonado.

Palavras-chave: Reatores anaeróbios de alta taxa. Biogás. Metano.

Abstract

In this work the hydrodynamic behavior of a horizontal anaerobic sludge blanket (RAHML - R1) and three horizontal anaerobic reactors with fixed bed using rings of corrugated conduit (HAIB - R2, R3 and R4) installed in series used in treatment of swine wastewater. It is extremely important knowledge of hydrodynamics for the monitoring of anaerobic reactors, it allows establishing the flow regimes and detecting flaws in the operating system that might affect its efficiency. The horizontal anaerobic reactors, R1, R2, R3 and R4, are operated with hydraulic retention time (HRT) of 24.0; 13.5; 7.5 and 3.4 hours, respectively. Hydrodynamic tests were performed using a stimulus pulse-response testing using tracer as sodium chloride, with accompanying electrical conductivity of the effluent. It was found that horizontal anaerobic reactors R2, R3 and R4 are flow regime with characteristics of complete mixing reactor and R1 with slug flow characteristics.

Keywords: Anaerobic high rate. Biogas. Methane.

¹Graduando em Tecnologia em Biocombustíveis pela Faculdade de Tecnologia Nilo De Stefani. Endereço eletrônico: antonio Sergio.com@gmail.com.

² Eng^a Química, Prof. Doutor^a, Faculdade de Tecnologia, FATEC, Jaboticabal – SP. roseduda@zipmail.com.br.

³ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP. oliveira@fcav.unesp.br.

1 Introdução

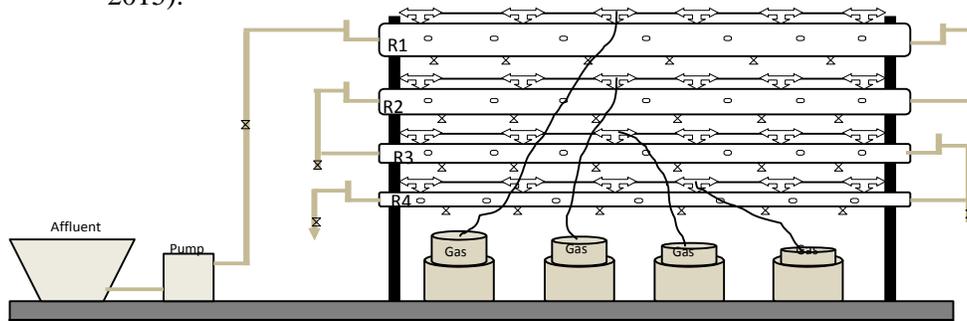
As diversas transformações globais e o exponencial crescimento populacional nas últimas décadas têm gerado uma real preocupação quanto à disponibilidade de recursos que serão necessários para suprir as necessidades atuais e futuras. Preocupação que não se limita à água e aos alimentos, mas que engloba um terceiro item, não menos importante - O setor energético. O biogás surge assim como uma incrível alternativa de energia eficiente e sustentável. A digestão anaeróbia é uma alternativa atraente para o tratamento de águas residuárias de suinocultura, principalmente em virtude da produção de biogás que pode ser utilizado como uma fonte de energia e de efluente final com poder poluente reduzido.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento hidrodinâmico de um reator anaeróbio horizontal com manta de lodo (RAH – R1), e três reatores anaeróbios horizontais com leito fixo, utilizando anéis de eletroduto corrugado (RAHLF – R2, R3 e R4) instalados em série, tratando águas residuárias de suinocultura.

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado nas instalações experimentais do laboratório de Saneamento Ambiental do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal. A unidade experimental do tratamento das águas residuárias de suinocultura foi composto por um reator anaeróbio horizontal com manta de lodo RAHML - (R1) e três reatores anaeróbios horizontais de leito fixo (RAHLF) - (R2, R3 e R4) em série, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Representação esquemática das instalações experimentais. (Fonte: Duda et al., 2015).



O R1 foi alimentado utilizando-se uma bomba helicoidal, a qual foi instalada com o intuito de propiciar a regularização das vazões do afluente e consequentemente no R2, R3 e

R4, para os quais a condução foi por gravidade. Foram acopladas sete saídas de biogás equidistantes na parte superior dos reatores horizontais, e a monitorização da produção foi realizada com gasômetros de fibra de vidro, conforme descrito por FERNANDES e OLIVEIRA (2006). Os reatores anaeróbios horizontais possuíam sete registros laterais ao longo do comprimento de cada reator, distribuídos uniformemente a cada 0,75 cm, para a coleta de amostras de efluentes para a realização do perfil espacial.

Para o preparo da solução de NaCl comercial com concentração de 320 g L^{-1} (concentração de entrada do traçador), dissolveram-se 292, 188, 105 e 47 g de NaCl comercial em água destilada até o volume de 0,91, 0,59, 0,33 e 0,146 L, respectivamente, para utilização nos reatores anaeróbios horizontais. Pelo cálculo das diluições, esperou-se uma solução de concentração média de traçador de 1 g L^{-1} nos efluentes.

O ensaio de hidrodinâmica foi realizado separadamente para cada reator horizontal. Antes do início do ensaio foi realizada a medida de condutividade elétrica dos efluentes dos reatores anaeróbios horizontais de manta de lodo e de leito fixo, com coleta de amostras a cada 15 minutos. A solução do traçador (NaCl) foi injetada instantaneamente na tubulação de entrada do reator horizontal. Logo após a injeção do traçador iniciaram-se as coletas de efluente e a determinação da condutividade elétrica. A finalização do ensaio ocorreu quando a condutividade elétrica do efluente se igualou às condições iniciais do ensaio.

3 Resultados e Discussão

As variações da condutividade elétrica do efluente após a introdução do traçador nos reatores anaeróbios horizontais, R1 R2, R3 e R4, estão apresentadas nas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Figura 2 – Curva de resposta da entrada do pulso do traçador (condutividade elétrica no efluente em função do tempo), no reator anaeróbio horizontal (R2), durante o ensaio de hidrodinâmica realizado ao final do ensaio.

Figura 3 - Curva de resposta à entrada em pulso do traçador (condutividade elétrica no efluente em função do tempo), no reator anaeróbio horizontal (R3), durante o ensaio de hidrodinâmica realizado ao final do ensaio.

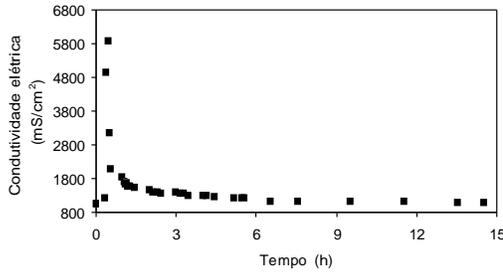


Figura 4 - Curva de resposta à entrada em pulso do traçador (condutividade elétrica no efluente em função do tempo), no reator anaeróbio horizontal (R1), durante o ensaio de hidrodinâmica realizado ao final do ensaio.

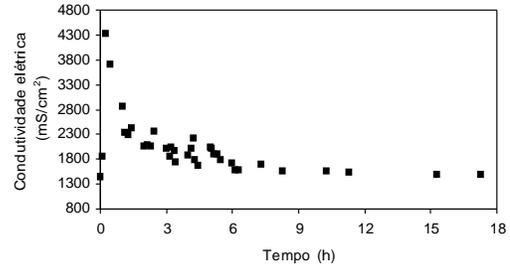
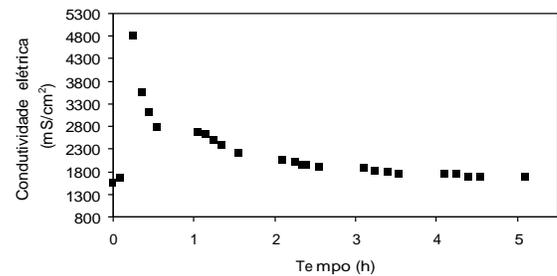
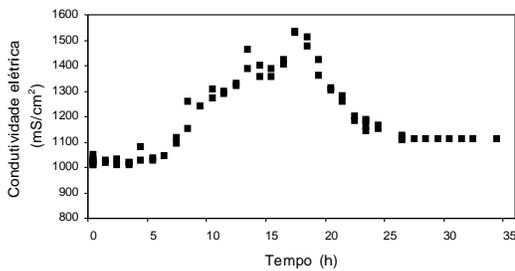


Figura 5 - Curva de resposta à entrada em pulso do traçador (condutividade elétrica no efluente em função do tempo), no reator anaeróbio horizontal (R4), durante o ensaio de hidrodinâmica realizado ao final do ensaio.



As curvas de resposta à entrada em pulso do traçador (condutividade elétrica no efluente em função do tempo), no R1, R2, R3 e R4, possuem forma não simétrica, verificando-se uma cauda acentuada (Figuras 2, 3, 4 e 5). A presença da cauda nas curvas de resposta à entrada de pulso também foi verificada por CAMARGO (2000), que atribuíram a presença de zonas mortas ou de adsorção do traçador no meio suporte.

Tabela 1 - Valores dos parâmetros de ajuste dos modelos de tanques em série, às curvas experimentais, utilizando o NaCl como traçador, nos reatores anaeróbios horizontais, R1, R2, R3 e R4.

| | t (h) | N |
|----|-------|------|
| R1 | 19,7 | 41 |
| R2 | 3,6 | 0,92 |
| R3 | 3,9 | 0,94 |
| R4 | 1,5 | 1,4 |

t- tempo de detenção hidráulico médio, obtido a partir das curvas experimentais, N- número de tanques em série;

4 Conclusões

Com a realização da hidrodinâmica, após cinco anos de operação dos reatores anaeróbios horizontais R1, R2, R3 e R4, verificou-se que o modelo de tanques em (N=40 e 42) com ($r= 0,55$ e $0,63$), foram mais adequados para descrever o escoamento do reator R1. No R2, R3 e R4 foi observado o número de tanques (N) inferior a 1. Foram observados TDH menores que os impostos aos reatores através da vazão do afluente, indicando possivelmente a ocorrência de caminhos preferências, principalmente no R2, R3 e R4.

5 Agradecimentos

Ao Laboratório de Saneamento Ambiental do Departamento de Engenharia Rural da Unesp de Jaboticabal.

Referências

CONTRERA, R. C.; ZAIAT, M.; Schalch, V. Tratamento biológico de lixiviados de aterros sanitários utilizando reator anaeróbio horizontal de leito fixo (RAHLF). *Minerva*, v.2, n.1, p. 65-74, 2007.

DANTAS, A. R.; MELO, H. N. S. de; NETO, C. O. A. de. Aplicação de traçadores em filtros anaeróbios para avaliação das características hidrodinâmicas. In.: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 1999, Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 1-12.

DUDA, R. M.; VANTINI, J. S.; Martins, L. S.; VARANI, A. M.; LEMOS, M. V. F.; TIRABOSCHI, M. I.; OLIVEIRA, R. A. 2015 A balanced microbiota efficiently produces methane in a novel high-rate horizontal anaerobic reactor for the treatment of swine wastewater. *Bioresource Technology*, 197, 152 -160.

FERNANDES, G.F.R.; OLIVEIRA, R.A. DE. Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.26, n.1, p.243- 256, 2006.

OLIVEIRA, R. A. de; Efeito da concentração de sólidos suspensos do afluente no desempenho e características do lodo de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo tratando águas residuárias de suinocultura. 1997. 359 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.