

CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE REATORES ANAERÓBIOS DE FLUXO ASCENDENTE COM MANTA DE LODO (UASB), EM DOIS ESTÁGIOS, TRATANDO ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA

A.M.DE SANTANA¹, R.A DE OLIVEIRA²

1-Bióloga, Doutoranda em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV-UNESP, Jaboticabal, Depto. de Engenharia Rural; Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Cep. 14884-900 -Jaboticabal/SP, (016)3209 -2637, e-mail: adrimis@fcav.unesp.br

2-Engenheiro Agrônomo e Tecnólogo em Construção Civil, Prof. Assist. Doutor. Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP – Jaboticabal/SP; oliveira@fcav.unesp.br

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar o lodo de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios com volume de 908 L e 188 L, para o primeiro e segundo reatores, respectivamente, tratando águas residuárias de suinocultura, com concentrações médias de sólidos suspensos totais (SST) de 2216 mg L⁻¹ a 7131 mg L⁻¹ e submetidos a tempos de detenção hidráulica (TDH) de 62,3 e 31,1 h, no primeiro reator, e de 12,9 e 6,5 h, no segundo reator. No lodo dos reatores foi verificada a predominância de matéria orgânica, em torno de 71 a 91% de sólidos voláteis. As taxas de carregamento orgânico no lodo (TCL) variaram de 0,39 a 0,42 g DQO (g SV d)⁻¹ no reator 1 e de 0,04 a 0,28 g DQO (g SV d)⁻¹ no reator 2, e não foram limitantes para a formação de lodo com presença de grânulos e com boa atividade metanogênica, propiciando altas eficiências de remoção de DQO e produção de metano.

PALAVRAS-CHAVE: sólidos voláteis, resíduos de suínos, lodo anaeróbio.

SLUDGE CHARACTERIZATION TWO-STAGE UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTORS (UASB) TREATING SWINE WASTEWATER

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the sludge from upflow anaerobic sludge blanket reactors (UASB) in two stages with volumes of 908 L and 188 L, first and second reactors, respectively, treating swine wastewater with total suspended solids (TSS) ranging from 2216 first to 7131 mg L⁻¹ and submitted to hydraulic detention times (HDT) of 62.3 and 31.1 h, in the reactor and 12.9 and 6.5 h, in the second reactor. In the sludge from reactors was verified a predominance of organic matter around 71 to 91% of volatile solids. The organic loading rate in the sludge varied from 0.39 to 0.42 g COV (g VS d)⁻¹ in the first reactor and from 0.04 to 0.28 g CDO (g VS d)⁻¹ in the second reactor and were not limiting the of formation sludge with granules with these consitons was observed god metanogenic and high efficiencies of CDO removal and methane production.

KEYWORDS: volatile solids, swine waste, anaerobic sludge.

INTRODUÇÃO: O reator anaeróbio de manta de lodo é uma unidade de fluxo ascendente que possibilita o transporte das águas residuárias através de uma região com elevada concentração de microrganismos anaeróbios ativos que ficam retidos no fundo do reator por causa das condições hidrodinâmicas favoráveis. Dispositivos separadores de fases, gás/líquido/sólido, são incluídos na parte superior do reator de modo a permitir a efetiva separação do gás produzido e a sedimentação de sólidos, acarretando assim a retenção de lodo ativo (DUGBA e ZHANG, 1998). O reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), apresenta essas características e têm sido utilizado com

a obtenções de bons resultados para o tratamento de águas residuárias (CHERNICHARO, 1997). A manutenção de altas populações de microrganismos no sistema tem sido relatada como um fator crítico para o desempenho estável (JAWED & TARE, 1999). Portanto, a avaliação quantitativa e qualitativa do lodo em reatores anaeróbios é importante para auxiliar na operação e controle de reatores anaeróbios. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o lodo de reatores UASB em dois estágios, tratando águas residuárias de suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram determinadas as concentrações de sólidos totais e voláteis no lodo, proveniente de dois reatores UASB, instalados em série, com volumes de 908L e 188L para o primeiro e segundo reatores, respectivamente. O sistema (Figura 1) foi instalado na área experimental de Digestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, e foi constituído por dois reatores UASB, caixas para preparação dos dejetos de suínos, caixa para armazenamento do afluente e bomba helicoidal para alimentação dos reatores UASB. O sistema foi operado por cerca de 200 dias, com tempos de detenção hidráulica (TDH) de 62,3 e 31,1 h para o primeiro reator e de 12,9 e 6,5 h para o segundo reator, e alimentados com águas residuárias de suinocultura com concentração de sólidos suspensos totais (SST) em torno de 2216 mg L⁻¹ a 7131 mg L⁻¹. As amostras de lodo foram coletadas quinzenalmente durante os ensaios e em pontos de amostragem equidistantes, distribuídos ao longo da altura dos reatores, numerados de 1 a 5, a partir da região superior da manta de lodo. Os teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) do lodo foram realizados de acordo com APHA, AWWA, WPCF (1985) e OLIVEIRA (1997).

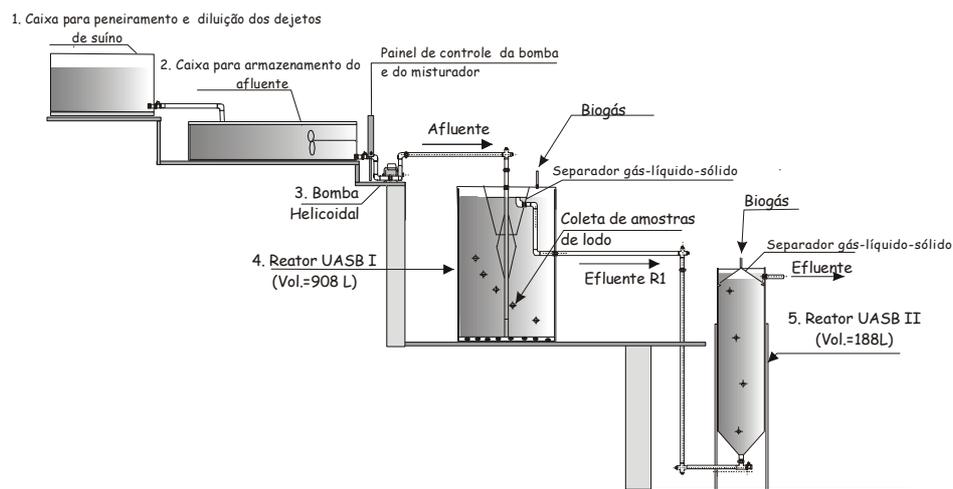


FIGURA 1. Corte longitudinal esquemático do sistema de tratamento anaeróbio em dois estágios, com reator UASB de 908 L, e reator UASB de 188 L.

RESULTADOS E DISCUSSÃO. No primeiro reator observou-se, nos ensaios 1 e 2 (Tabela 1), que os valores médios de ST do lodo na região superior e intermediária da manta (pontos 1, 2 e 3) aumentaram com a diminuição do TDH de 62,3 h para 31,1 h, respectivamente, de 6140 para 9149; 6981 para 9301; 31796 para a 36694 mg L⁻¹. Os valores de SV apresentaram o mesmo comportamento. No ensaio 3, com TDH de 62,3 h, observou-se aumento acentuado dos valores médios de ST para 19921, 25035, 43204, 82864 e 83996 mg L⁻¹, e SV para 14626, 18577, 26611 e 66630 e 62288 mg L⁻¹ no lodo da manta do primeiro reator nos pontos 1 a 5, respectivamente. No ensaio 4, no primeiro reator observaram-se menores valores de ST em relação ao ensaio 3, de 10343, 14002, 13480, 85192 e 79665 mg L⁻¹, respectivamente, nos pontos 1 a 5. OLIVEIRA (1997) observou maiores concentrações de SSV na parte intermediária e inferior da manta de lodo de reatores UASB em um estágio tratando águas residuárias de suinocultura e associou à presenças de lodo granulado mais denso, de maior diâmetro e em maior quantidade, refletindo-se, geralmente, na maior taxa de remoção bioquímica nestas regiões. No segundo reator, nos ensaios 1 e 2, os valores médios de ST nos pontos 1, 2, 3 e 4 aumentaram de 8910 para 23397 mg L⁻¹, 5864 para 37037 mg L⁻¹, 16251 para 52481 mg L⁻¹ e 42958

para 66034 mg L⁻¹, respectivamente. Os valores de SV tiveram a mesma tendência de aumento apresentando valores de 8190 para 18627 mg L⁻¹, 4107 para 28403 mg L⁻¹, 12270 para 39795 mg L⁻¹, 33194 para 48447 mg L⁻¹, respectivamente. Na região inferior da manta (ponto 5) os valores de ST e SV diminuíram com a diminuição do TDH, sendo de 99087 para 85763 mg L⁻¹ e 61156 para 54537 mg L⁻¹, respectivamente. Para o ensaio 3, no segundo reator, as concentrações médias de ST foram 24129; 35833; 45179; 68648 e 103646 mg L⁻¹, e os SV de 19169; 26770; 34544; 51102 e 52654 mg L⁻¹, respectivamente, do primeiro ao quinto ponto de amostragem. No ensaio 4 os valores ST e SV diminuiriam, verificando-se valores médios de 19616; 17306; 18918; 59945 e 58533 mg L⁻¹, para os ST e de 16154; 12901; 14063; 45705 e 45910 mg L⁻¹ para os SV, respectivamente, do ponto 1 ao 5. As porcentagens médias de SV do lodo da manta, no reator 1, durante o ensaio 1, do primeiro ao quinto ponto de amostragem, foram de 71,6, 73,5, 78,1, 79,5, 79,4%, dos ST, respectivamente. Para o ensaio 2, as porcentagens de SV do lodo foram de 74,1; 64,5; 75,5; 89,8; 77,0% e no ensaio 3 de 73,3; 74,4; 73,5; 79,2; 73,9%. No reator 2 foi de 90,0; 71,5; 77,1; 78,1; 66,9% (ensaio 1), 91,2; 76,8; 73,9; 77,5; 66,4% (ensaio 2) e 68,3; 76,9; 74,7; 74,5; 57,1% (ensaio 3). Conforme também foi observado por OLIVEIRA (1997) e LEITE (1999), estes valores evidenciam a predominância de matéria orgânica no lodo e, conseqüentemente, com alta participação de microrganismos, que resultaram em valor máximo de atividade metanogênica específica de 0,237 mmol CH₄ (g SV h)⁻¹ e crescimento equilibrado entre as populações hidrolíticas, acidogênicas, acetogênicas e metanogênicas frentes a diversos substratos utilizados no lodo, conforme citado por DUDA et al. (2005).

TABELA 1. Valores médios de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) e taxa de carregamento orgânico no lodo (TCL), obtidos na manta do primeiro reator (R1) durante a operação do sistema de tratamento anaeróbio em dois estágios nos ensaios 1, 2, 3 e 4.

Ensaio	TDH	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		TCL
		ST	SV									
(h)												
R1												
mg L ⁻¹												
1	62,3	6140	4375	6981	5095	31796	24883	54285	42770	63647	50475	0,39
2	31,1	9149	5513	9301	7646	36694	28709	63335	41391	68398	52482	0,40
3	62,3	19521	14626	25035	18577	43204	26611	82864	66630	83996	62288	0,42
4	31,1	10343	9495	14002	10281	13480	10699	85192	60804	79665	61687	0,42

(a) Unidade TCL: gDQO (g SV d)⁻¹

TABELA 2. Valores médios de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) e taxa de carregamento orgânico no lodo (TCL), obtidos no lodo da manta do segundo reator (R2) durante a operação do sistema de tratamento anaeróbio em dois estágios nos ensaios 1, 2, 3 e 4.

Ensaio	TDH	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		TCL
		ST	SV									
(h)												
R2												
mg L ⁻¹												
1	12,9	8910	8190	5864	4107	16251	12270	42958	33194	99087	61156	0,07
2	6,5	23397	18627	37037	28403	52481	39795	66034	48447	85763	54537	0,04
3	12,9	24129	19169	35833	26770	45179	34544	68648	51102	103646	52654	0,06
4	6,5	19616	16154	17306	12901	18918	14063	59945	45705	58533	45910	0,28

(a) Unidade: TCL: gDQO (g SV d)⁻¹

A taxa de carregamento orgânico no lodo (TCL) do primeiro reator apresentou valores médios de 0,39; 0,40; 0,42 e 0,53 g DQO (g SV d)⁻¹ durante os ensaios 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Para o reator 2 os valores médios foram 0,07; 0,04; 0,06 e 0,28 g DQO (g SV d)⁻¹, durante os ensaios 1, 2, 3 e 4, respectivamente. VAN HAANDEL & LETTINGA (1994) citaram TCL variando de 0,03 a 0,77 g DQO (g SSV d)⁻¹ aplicadas em reatores UASB tratando esgoto doméstico e concluíram que estas taxas são relativamente baixas quando comparadas com as taxas aplicadas em processos aeróbios, os quais

são operados, normalmente, com taxas na faixa de 0,5 a 10 g DQO (g SST d)⁻¹ CHERNICHARO (1997) citou a recomendação de que a TCL durante a partida de um reator anaeróbio deve ser da ordem de 0,05 a 0,15 g DQO (g SVT d)⁻¹, dependendo do tipo de efluente a ser tratado. Os valores médios da TCL aplicados ao reator 1 podem ser considerados compatíveis com as recomendações para a partida e operação de reatores UASB. Assim, os valores médios de TCL aplicados nos reatores 1 e 2 não foram limitantes para obtenção de eficiências de remoção de DQO e sólidos acima de 85% e produção volumétrica de metano acima de 0,754 (m³CH₄ m³ reator d⁻¹), conforme apresentado por SANTANA (2004).

CONCLUSÕES: A partir da caracterização do lodo em reatores UASB em dois estágios, pôde-se evidenciar a predominância de matéria orgânica no lodo (71 a 91% de SV) e, conseqüentemente, alta participação de microrganismos. Por meio da avaliação das amostras de lodo coletadas em diferentes níveis do reator, observou-se que na parte inferior ocorreram as maiores concentrações de sólidos totais e voláteis. Os valores médios das taxas de carregamento orgânico no lodo (TCL) aplicadas nos reatores UASB, não foram limitantes para a formação de lodo com presença de grânulos e com alta atividade metanogênica, propiciando eficiências de remoção de DQO e sólidos acima de 85% e produção de metano acima de 0,754 (m³CH₄ m³ reator d⁻¹).

AGRADECIMENTOS: à FAPESP e a TIGRE S.A. Tubos e conexões, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

APHA, AWWA, WPCF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 15 th edition, Washington D.C, American Public Health Association, 1268 p,1985.

CHERNICHARO, C. A. L. de. *Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Belo Horizonte: Polytécnica LTDA, 246p, 1997.

DUGBA, P. N.; ZHANG, R. Treatment of dairy wastewater with two-stag anaerobic sequencing batch reactor systems thermophilic versus mesophilic operations. *Biores. Technol.*, Barking, v. 68, p. 225-233, 1998.

DUDA, R.M; SANTANA. AM.de; OLIVEIRA, R.A.de. Atividade metanogênica específica (AME) de lodo proveniente de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), em dois estágios, tratando águas residuárias de suinocultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, CONBEA, 2005. Canoas-RS.

JAWED, M.; TARE, V. Microbial composition assessment of anaerobic biomass through methanogenic activity tests. *Water SA*, v. 25, n. 3, p. 345-50, 1999.

LEITE, M. A. S. *Desempenho e características do lodo de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) tratando águas residuárias de suinocultura*. 1999. 225f. Monografia (Trabalho de Graduação) -Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

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. 359f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

SANTANA, A.M. de *Atividade da microbiota e desempenho de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios tratando águas residuárias de suinocultura* 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G. *Anaerobic sewage treatment. A practical guide for regions with a hot climate*. Chichester, John Wiley and Sons Ltd, 1994.