



ANÁLISE DO DESEMPENHO DE REATOR ANAERÓBIO UASB NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE PROCESSAMENTO DE PESCADO

ANALYSIS OF ANAEROBIC PERFORMANCE UASB IN TREATING FISH PROCESSING EFFLUENT

Joyce da Cruz Ferraz Dutra⁽¹⁾
Luciano dos Santos Rodrigues⁽²⁾
Stella Rubim de Sousa⁽³⁾
Renata Rodrigues Sampaio⁽⁴⁾
Israel José da Silva⁽⁵⁾

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do reator anaeróbico UASB em forma de Y no tratamento de efluentes advindos de uma indústria de processamento de pescado. O trabalho foi realizado no laboratório de saneamento da UFMG. A unidade experimental foi constituída por um reator UASB em Y em escala de bancada, operando em dois ensaios variando o TDH (ensaio 1 - 96 h e ensaio 2 - 72 h). Os valores de temperatura média dos efluentes do reator UASB em Y não variaram numa faixa desfavorável à digestão anaeróbia. O pH no ensaio 1 e 2 permaneceram próximos à faixa da neutralidade. Os valores médios das eficiências de remoção de DQO total nos ensaios 1 e 2 foram de 75 e 78%, respectivamente. Já os valores médios de remoção global de DQO filtrada nos ensaios 1 e 2 foram de 45 e 59%, respectivamente. O reator UASB no ensaio 1 apresentou comportamento melhor em relação aos parâmetros AVT e a relação Alcalinidade intermediária/Alcalinidade parcial, comparado ao ensaio 2. Verificou-se que o reator UASB apresentou alta eficiência para o tratamento de efluentes de processamento de pescado e os TDHs operados neste trabalho não influenciaram significativamente na remoção de matéria orgânica.

Palavras-chave: Agroindústria. Digestão anaeróbia. Impacto ambiental. Saneamento rural.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of UASB anaerobic Y-shaped in the treatment of effluents arising from a fish processing industry. The work was carried out in the sanitation laboratory UFMG. The experimental unit consisted of one UASB Y bench scale, operating in two trials which ranged up the TDH. The average temperature values of UASB reactor effluent Y did not change in an unfavorable track to anaerobic digestion. The

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola pela FEAGRI - UNICAMP. E-mail: joycedacruzerrazdutra@yahoo.com.br.

² Doutor. Docente da UFMG. E-mail: lsantosrodrigues@gmail.com.

³ Mestranda em Zootecnia pela UFMG. E-mail: stellarubim@yahoo.com.br

⁴ Mestranda em Zootecnia pela UFMG. E-mail: resesampaio@yahoo.com.br.

⁵ Doutor. Docente da UFMG. E-mail: israelvp@gmail.com.



pH test 1 and 2 remained near the neutral range. The average values of total COD removal efficiencies in the tests 1 and 2 were 75 and 78% respectively. Already the average values of overall COD removal filtered in trials 1 and 2 were 45 and 59% respectively. The UASB Y in trial 1 showed better behavior in relation to the production of AVT and AI ratio / AP compared to the trial 2. No production of gas signification in trials 1 and 2. It was found that the UASB Y is recommended for the treatment of fish processing effluents and the HDT not significantly influence the removal of organic matter.

Keywords: Agroindustry. Anaerobic digestion. Environmental impact. Rural sanitation.

1 Introdução

O cultivo de organismos aquáticos, comumente chamado de aquicultura, é o segmento da produção animal que mais tem crescido no cenário mundial atual, ultrapassando as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e suinocultura (ONO & KUBITZA, 2003). A produção alimentícia de peixes na aquicultura mundial em 2012 consistiu em 44,2 milhões de toneladas de pescado (66%), 15,2 milhões de toneladas de moluscos (23%), 6,4 milhões de toneladas de crustáceos (10%) e 0,9 milhões de toneladas animais de outras espécies aquáticas (1%) (FAO, 2014).

Segundo Freitas (2014), os dados de importação comprovam a tendência de mudança nos hábitos alimentares. No primeiro trimestre de 2014 as importações tiveram um aumento de 15% em relação ao mesmo período do ano anterior.

Os resíduos gerados na indústria processadora de pescado são constituídos principalmente de água, escamas, gordura, sangue, fluidos viscerais e pequenos descartes do peixe causando problemas ambientais advindos da grande variedade de resíduos da indústria de pescado, com grande potencial poluidor. Seu efluente é considerado dez vezes mais concentrado organicamente que o esgoto doméstico, o que faz com que sejam tomadas medidas especiais em relação à destinação final desses resíduos (MAUDIN e AZABO, 1974; CHOWDHURY; VIRARAGHAVAN; SRINIVASAN, 2010).

A dificuldade de se estabelecer métodos de tratamento de efluentes para esse ramo industrial se deve justamente ao alto volume de efluente gerado e à falta de uniformidade em sua composição, a qual está diretamente relacionada com a espécie a ser processada.

Dessa maneira, a tendência atual no tratamento de efluentes é o desenvolvimento de tecnologias que resultem em um efluente que atenda a legislação vigente.

O interesse pelo tratamento anaeróbio, de resíduos líquidos e sólidos provenientes da agropecuária e da agroindústria, tem aumentado nos últimos anos, por apresentar vantagens



significativas quando comparado aos processos comumente utilizados de tratamento aeróbio de águas residuárias, ou aos processos convencionais de compostagem aeróbia de resíduos orgânicos sólidos (MORAES e PAULA JÚNIOR, 2005).

O desenvolvimento do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) combinou vantagens, as quais possibilitaram a sua utilização para uma grande variedade de águas residuárias e, conseqüentemente, adoção em larga escala. Esse tipo de reator pode ser construído e operado de forma a minimizar os custos do tratamento com baixa produção de sólidos.

Os processos anaeróbios são interessantes por suas características peculiares como a baixa produção de sólidos, baixo consumo de energia, baixos custos de implantação e operação, tolerância a elevadas cargas orgânicas, que conferem aos reatores anaeróbios um grande potencial de aplicabilidade no tratamento de águas residuárias concentradas e/ou diluídas.

Contudo, como outras configurações de reatores anaeróbios, o reator UASB também está sujeito a limitações relacionadas à concentração de sólidos suspensos totais (SST) do afluente, o que tem prejudicado a sua indicação para tratamento de águas residuárias agropecuárias, como as de suinocultura (CAMPOS et al., 2006; OLIVEIRA e FORESTI, 2004).

Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que outros sistemas convencionais e boa adaptação às condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos (BELLI FILHO et al., 2001). Este reator utiliza um processo biológico de tratamento com biomassa dispersa, no qual os compostos orgânicos são biodegradados e digeridos por meio de uma transformação anaeróbia, resultando na produção de biogás e na manutenção de um consórcio de microrganismos (PEREIRA-RAMIREZ et al., 2004).

O reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) representa um grande avanço na aplicação da tecnologia anaeróbia para o tratamento direto de águas residuárias, sejam de natureza simples ou complexa, de baixa ou de alta concentração, solúveis ou com material particulado (KATO et al. 1999).

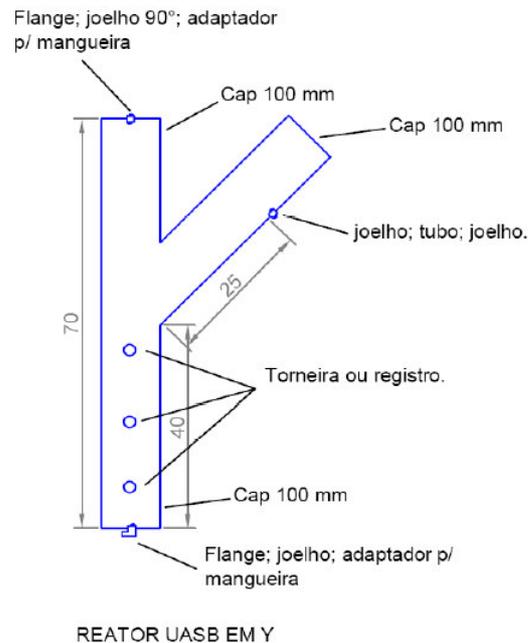
Em razão da demanda de um sistema que atenda às especificações fiscalizadoras ambientais e sustentáveis, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do reator anaeróbio UASB em forma de Y tratando efluentes de processamento de pescado.

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado, no Laboratório Saneamento Ambiental da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, localizada no município de Belo Horizonte. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é Cwa (tropical com estação úmida, seco no inverno e quente e chuvoso no verão), com altitude de 858 metros acima do nível do mar, apresentando temperaturas médias acima de 19°C no mês mais frio e acima de 24°C no mês mais quente.

A unidade experimental foi constituída por um tanque para armazenamento do afluente de 20L de capacidade, uma bomba peristáltica e um reator UASB em Y em escala de bancada, com área de 0,0078 m², 0,85m de altura e volume de 6,7L construídos com tubos de PVC com diâmetros 100 mm e separador de fases não convencional e ramificações na lateral em forma de Y, com ângulo de 45° em relação à vertical (figura 1), conforme proposto por van Haandel et al. (1999).

FIGURA 1- Esquema do reator UASB em Y.



Para o preparo do afluente utilizado para a alimentação contínua do reator UASB em Y foi utilizada água residuária bruta proveniente de uma indústria de processamento de pescado.



O experimento foi dividido em dois ensaios, variando-se o tempo de detenção hidráulica (TDH), sendo 96 h no ensaio 1 e 72 h no ensaio 2. O afluente foi conduzido em fluxo ascendente para o reator UASB em Y com a utilização de uma bomba peristáltica. O ensaio 1 e 2 do experimento tiveram duração de 41 e 73 dias, respectivamente, totalizando 114 dias de operação.

Para a partida foi usado como inóculo, o lodo proveniente de reator UASB advindo de um abatedouro de frango. Adicionou-se ao reator UASB em Y lodo suficiente para preencher 30% do volume do reator, ou seja, 2 litros. O sistema na partida operou com vazão de 1,44 L d⁻¹.

A amostra do reator UASB em Y foi coletada através de registro de amostragem. O afluente foi coletado diretamente do tanque de armazenamento. Foram coletados aproximadamente 300 ml de amostra do afluente e do reator UASB em Y.

O monitoramento do reator UASB foi realizado por meio das seguintes análises físico-químicas: temperatura, pH, alcalinidade total (AT), parcial (AP) e intermediária (AI), ácidos voláteis totais (AVT), sólidos suspensos totais (SST) e voláteis (SSV), demanda química de oxigênio total (DQOT), filtrada (DQOf) e particulada (DQOp) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com frequência de duas vezes por semana.

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012), com exceção das alcalinidades, que foram efetuadas segundo a metodologia descrita por Jenkins *et al.* (1983) e Ripley *et al.* (1986), e os ácidos voláteis totais que foram realizadas conforme descrito por Dilallo e Albertson (1961).

3 Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentadas as condições operacionais impostas ao sistema de tratamento com reator UASB em Y nos ensaios 1 e 2, no qual se observa que com a variação do TDH no reator UASB em Y de 92 e 72 horas, os valores médios das cargas orgânicas volumétricas (COV) aplicadas foram de, respectivamente 0,31 e 0,39 Kg DQO (m³ d⁻¹) e a maior COV ocorreu com o menor TDH.

TABELA 1- Condições operacionais impostas ao sistema de tratamento com reator anaeróbio UASB em Y nos ensaios 1, e 2.

Reator UASB



Ensaio	Duração Dias	TDH (h)	COV Kg.(m ⁻³ d ⁻¹)	CHV (h ⁻¹)	v (m.h ⁻¹)
E1	41	96	0,31	0,286	3,7
E2	73	72	0,39	0,429	3,7

TDH = tempo de detenção hidráulica; COV = carga orgânica volumétrica; CHV = carga hidráulica volumétrica; v = velocidade ascensional.

No ensaio 1, os valores de pH médios foram próximos da faixa ótima de crescimento dos microrganismos produtores de metano, de 7,00 a 7,40 de acordo com Chernicharo (2000) e Nascimento (2001). No ensaio 2 o pH apresentou valores mais baixos, não afetando o desempenho do reator (Tabela 2).

Os microrganismos metanogênicos tem crescimento ótimo na faixa de pH entre 6,6 e 7,4, podendo haver estabilidade na formação de metano em uma faixa mais ampla, entre 6,0 e 8,0 (CHERNICHARO, 2000). Desta forma os valores de pH observados nos ensaios 1 e 2 não foram limitantes para a metanogênese no reator UASB em Y.

O equilíbrio dos AVT é importante no estudo dos reatores anaeróbios. Altas concentrações de AVT podem afetar o processo bioquímico e, eventualmente, causar distúrbios no processo de digestão anaeróbia, podendo levar o reator até mesmo ao colapso. A geração de grandes concentrações de ácidos graxos voláteis acelera a atuação de bactérias acetogênicas, porém é inibitória aos microrganismos metanogênicos, uma vez que não consomem os ácidos resultantes da acetogênese com a mesma rapidez com que são produzidos. Os valores de AVT recomendados por Gerardi (2003) variam de 50 a 500 mg L⁻¹, para que o processo anaeróbio se mantenha estável.

TABELA 2 -Valores médios das concentrações afluente e efluente do pH, relação Alcalinidade Intermediária/Alcalinidade Parcial (AI/AP), ácidos voláteis totais (AVT), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio total (DQOt), Demanda Química de Oxigênio particulada (DQOp), Demanda Química de Oxigênio filtrada (DQOf), Sólidos Suspensos Totais (SST) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) no reator UASB em Y nos ensaios 1 e 2.

Parâmetro	Unidade de tratamento	Ensaio	
		1	2
pH	Afluente (EB)	6,88	6,25
	UASB em Y	6,81	6,37
Relação AI/AP	Afluente (EB)	0,8	4,2
	UASB em Y	0,42	2,1



AVT	Afluente (EB)	76	84
	UASB em Y	78	47
DBO (mg L^{-1})	Afluente (EB)	351	2173
	UASB em Y	89	472
DQOt (mg L^{-1})	Afluente	1089	3589
	UASB em Y	320	911
DQOp (mg L^{-1})	Afluente	964	3298
	UASB em Y	265	796
DQOf (mg L^{-1})	Afluente	126	280
	UASB em Y	69	115
SST (mg L^{-1})	Afluente	553	2560
	UASB em Y	238	480
SSV (mg L^{-1})	Afluente	497	2160
	UASB em Y	212	427

As concentrações médias de ácidos voláteis totais (AVT) no afluente e efluente do reator UASB em Y no ensaio 1 foram de 76 e 78 mg L^{-1} , respectivamente, permanecendo esse valor no reator UASB em Y dentro da faixa recomendada por Gerardi (2003). No ensaio 2 as concentrações médias de AVT no afluente e efluente do reator UASB em Y foram de 84 e 47 mg L^{-1} .

De acordo com Piveli (1990) o acúmulo de ácidos voláteis (AVT) podem inibir, além das arqueias metanogênicas, as próprias bactérias acidogênicas. Porém, estas últimas podem suportar concentrações de até 40.000 mg L^{-1} de ácidos orgânicos voláteis.

Observou-se uma redução significativa de AVT nos ensaios 1 e 2, mostrando o consumo dos AVT pelas arqueas metanogênicas, caracterizando uma condição de estabilidade do reator UASB em Y.

Observou-se que a média dos valores de AT no ensaio 1 e 2 no efluente do reator UASB Y foi maior em relação ao afluente, indicando que houve geração de alcalinidade proporcionando capacidade tampão no reator UASB em Y. Os valores médios da alcalinidade total do afluente foram de 235 e 123 mg L^{-1} no ensaio 1 e 2 respectivamente. Para o efluente do reator UASB em Y no ensaio 1 e 2 foram 256 e 123 mg L^{-1} , respectivamente. No ensaio 2 ocorreram as menores concentrações de AT no efluente do reator UASB em Y comparado ao ensaio 1, o que pode ser explicado devido ao menor TDH no ensaio 2.



Valores de alcalinidade de 2500 a 5000 mg L⁻¹ de CaCO₃ são desejáveis, pois conferem um bom tamponamento ao meio em digestão (Jenkins et al., 1983). Anderson e Yang (1992), citaram valores de 1000 a 1500 mg L⁻¹ de CaCO₃ como desejáveis para reatores anaeróbios. Neste trabalho os valores de alcalinidade foram bem inferiores aos recomendados na literatura, no entanto o sistema operou com eficiência na remoção de matéria orgânica nos ensaios 1 e 2.

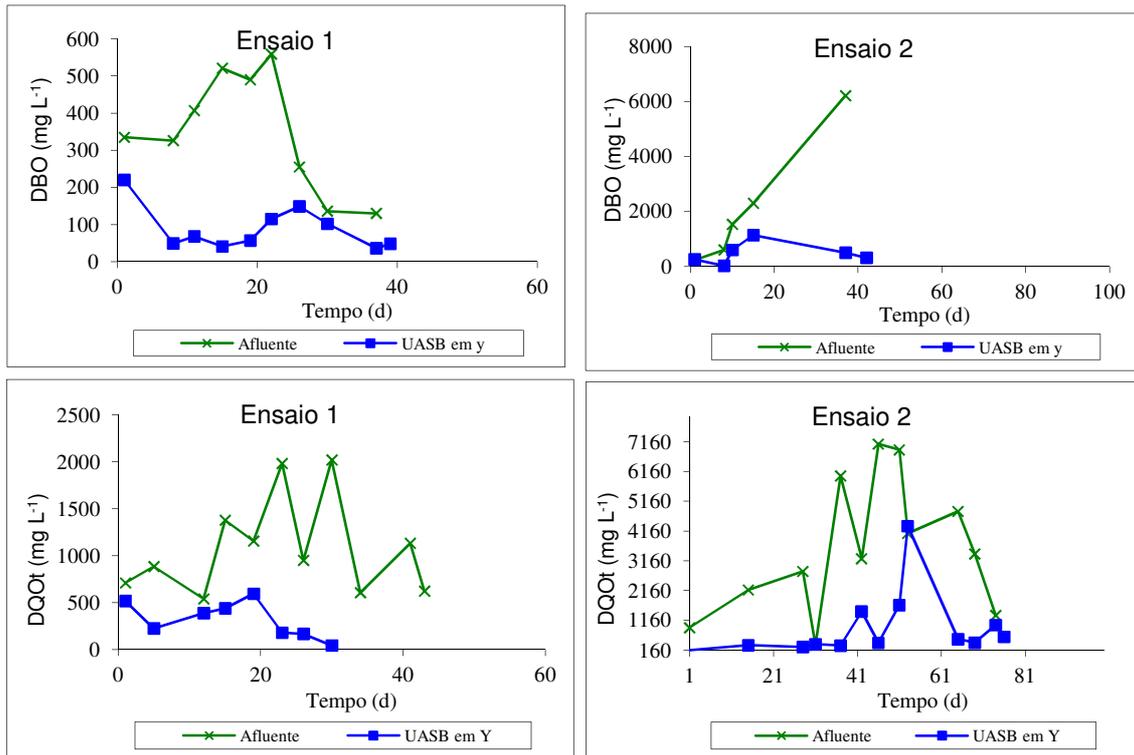
Os valores médios da relação AI/AP no reator UASB em Y foram de 0,42 e 2,1 no ensaio 1 e 2 respectivamente. Ripley et al. (1986), afirmaram que valores da relação AI/AP superiores a 0,3 indicam a ocorrência de distúrbios no processo de digestão anaeróbia. De acordo com Foresti (1994) é possível ocorrer estabilidade no processo com valores diferentes de 0,3.

Neste trabalho a relação AI/AP nos ensaios 1 e 2 foram superiores ao recomendado por Ripley et al. (1986), no entanto no ensaio 2 com essa relação bem maior comparada ao ensaio 1 teve um desempenho similar.

Fernandes e Oliveira (2004), tratando águas residuárias de suinocultura com reatores ABR e UASB em dois estágios, obteve valores de pH no efluente do reator ABR na faixa de 6,5 a 8,0 e no efluente do reator UASB na faixa de 6,9 a 8,1 e observou que os valores de AT, AP e AI decresceram com a diminuição do TDH de 56 para 18 horas no reator 1 e de 16 para 4 h no reator 2, sendo esse fato também evidenciado nesse estudo, em que no menor TDH houve menores valores de AT.

Os resultados das concentrações de DBO do afluente e do reator UASB em Y observadas ao longo da fase experimental é mostrado na Figura 2.

FIGURA 2- Variações de DBO e DQOt do afluente e efluente do reator UASB em Y nos ensaios 1 e 2 ao longo do período experimental.



ensaio 1 observaram-se variações na DBO do afluente de 130 a 559 mg L⁻¹ e efluente do reator UASB em Y de 36 a 220 mg L⁻¹. No ensaio 2 os valores afluentes variaram de 229 a 6210 mg L⁻¹ e no reator UASB em Y variando de 21 a 1140 mg L⁻¹.

O reator UASB em Y apresentou eficiência de remoção de DBO no ensaio 1 e 2 obtendo de 75 e 78%, respectivamente (Tabela 3).

As variações de DQOt no afluente, e efluente do reator UASB em Y no ensaio 1 foram de 540 a 2020 mg L⁻¹ e 44 a 594 mg L⁻¹, respectivamente. No ensaio 2 as variações da DQOt no afluente e efluente do reator UASB em Y foram 334 a 7082 mg L⁻¹ e 157 a 4328 mg L⁻¹, respectivamente.

Cosmann et al. (2009) verificando o desempenho da lagoa anaeróbia no tratamento de efluentes de industrialização de pescado, encontrou valores médios de concentração de DQOt para o afluente de 1475 mg L⁻¹, com eficiência de remoção variando de 33,5 a 74,3%. Nesse trabalho no ensaio 1 encontraram-se valores de concentração afluente de 1089 mg L⁻¹, com eficiência de remoção que variou de 41,5 a 92,9%.

Aisse et al. (2000), estudando reatores anaeróbios piloto tratando efluentes de esgoto sanitário, mostraram eficiências de DQOt de 70% de eficiência, valor inferior ao encontrado nesse trabalho nos ensaios 1 e 2 com 71 e 75% respectivamente.



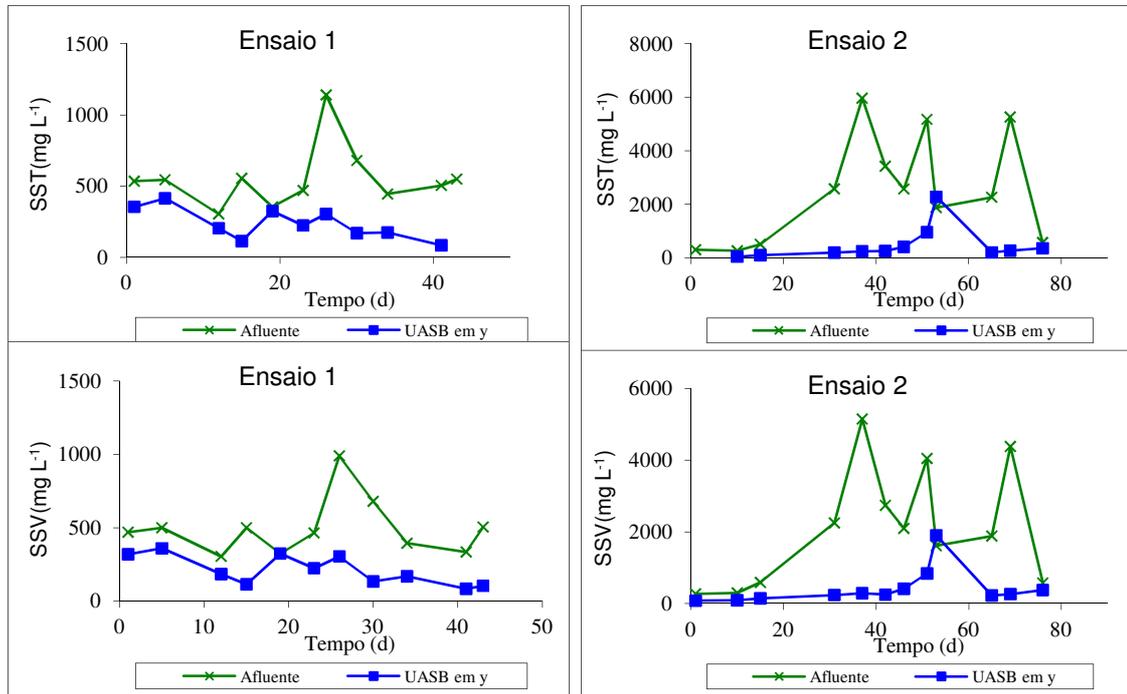
TABELA 3- Valores médios de eficiência de remoção (%) de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio total (DQOt), Demanda Química de Oxigênio particulada (DQOp), Demanda Química de Oxigênio filtrada (DQOf), Sólidos Suspensos Totais (SST) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) no reator UASB em Y nos ensaios 1 e 2.

Parâmetro	Unidade de tratamento	Ensaio	
		1	2
DBO	UASB em Y	73	90
DOOt	UASB em Y	68	69
DQOp	UASB em Y	69	61
DQOf	UASB em Y	40	57
SST	UASB em Y	62	66
SSV	UASB em Y	60	62

De acordo com Lettinga e Hulshoff Pol (1991), são recomendados nos afluentes faixa de 10 a 30% da DQOt proveniente dos SST, para a aplicação do tratamento anaeróbio com reatores UASB. Os valores médios da DQOp foram de 88%, excedendo os valores indicados pelos autores. No entanto estes valores não foram limitantes ao reator UASB em Y, que apresentou boas eficiências tanto para a DQOt como para a DQOp.

As eficiências médias de remoção no ensaio 1 de DQOf e DQOp foram de 45% e 73%. No ensaio 2 as eficiências médias de remoção de DQOf e DQOp foram de 59% e 75%. A maior remoção de DQOf ocorreu no ensaio 2, com o TDH menor e maior COV, podendo aferir que o afluente no ensaio 2 teria maior biodegradabilidade, enquanto que no ensaio 1 o afluente poderia ter maior quantidade de material inerte. Nos ensaios 1 e 2 (Figura 3) os valores de SST e SSV no afluente apresentaram grande variabilidade durante o período experimental (figura 2), com amortecimento destas concentrações no reator UASB em Y. Os valores médios das concentrações de SST e SSV no afluente foram de 553 e 497 mg L⁻¹ e 2560 e 2120 mg L⁻¹ nos ensaios 1 e 2 respectivamente. Os valores médios das relações SSV/SST do afluente nos ensaios 1 e 2 foram de 90 e 84% respectivamente, indicando a predominância de material orgânico, o que pode aumentar sua atividade biológica por unidade de volume do reator UASB em Y. Apesar do ensaio 2 operar com um TDH menor que no ensaio 1, houve maior eficiência de remoção no ensaio 2.

FIGURA 3. Variações de SST e SSV no afluente e reator UASB em Y nos ensaios 1 e 2 ao longo do período experimental.



Silva e Campos (2005), operando reator UASB com TDH de 69 h e COV de 0,59 kg DQO m³ d⁻¹, tratando águas residuárias de despolpamento de café obteve eficiência de remoção de SST de 22%. Tendo esse efluente o perfil de sólidos semelhantes aos efluentes de indústrias de processamento de pescado. Luiz et al. (2004), tratando águas residuárias de despolpamento de café com concentração de SST e SSV de 1599 e 1248 mg L⁻¹, respectivamente, em reator UASB com volume de 11,7 L e COV de 1,12 kg DQO (m⁻³ d⁻¹) e TDH de 69 h, seguido de lagoa aerada facultativa, obteve remoções de SST de 58% no reator UASB e eficiência de remoção de SSV de 69%. Neste trabalho encontraram-se valores semelhantes aos desses autores sendo a eficiência do reator UASB em Y para SST e SSV de 62 e 66% nos ensaios 1 e 2 respectivamente.

4. CONCLUSÃO

O sistema de tratamento avaliado apresentou altas eficiências de remoção de DBOt e DQOt. Em termos de remoção de sólidos suspensos o sistema não foi muito eficiente devido



à alta vazão do efluente lançado no sistema, ocorrendo um possível arraste de lodo do reator UASB em Y.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

AISSE, M.M.; LOBATO, M.B.; BONA, A.; GARBOSSA, L.H.P. Estudo comparativo do reator UASB e do reator anaeróbico compartimentado sequencial no tratamento de esgoto sanitário In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. 2000, Porto Alegre. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2000. CD-ROM.

ANDERSON, G.K.; YANG, G. Determination of bicarbonate and total volatile acid concentration in anaerobic digesters using a simple titration. **Water Environment Research**, v.64, n.1, p.53-59, 1992.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 22th ed.; 2012.

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

CAMPOS, C. M. M.; CARMO, F. R.; BOTELHO, C. G.; COSTA, C. C. Desenvolvimento e operação de reator anaeróbico de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.140-147, 2006.

CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios**. v. 5, Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2000.

CHERNICHARO, C. A. L., NASCIMENTO, M. C. P. Feasibility of a pilot scale UASB/trickling filter system for domestic sewage treatment. **Water Science and Technology**, v. 44, n.4, p. 221-228, 2001.

CHOWDHURY, P., VIRARAGHAVAN, T., SRINIVASAN, A. Biological treatment processes for fish processing wastewater – A review. **Bioresource Technology**. Regina, v.101, n.2, p.439-449, 2010.

COSMANN, N.J.; GOMES, S.D.; ANDRADE, L.; KUMMER, A.C.B. Caracterização do efluente de processamento de pescado e desempenho da lagoa anaeróbia. In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais Tratamento de Dejetos de Animais, 1. 2009, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: SBERA, 2009. 1 CD-ROM.

DILALLO, R.; ALBERTSON, O. E. Volatile acids by direct titration. **Journal Water Pollution Control Federation**, Alexandria, v. 33, n. 4, p. 356-365, 1961.



FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations. doi:92-5-105177-1

FERNANDES, G.F.R. & OLIVEIRA, R.A. de. Desempenho de processo anaeróbico 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.

FORESTI, E. Fundamentos do processo de digestão anaeróbia. IN: Taller y SEMINÁRIO LATINOAMERICANO, 3. 1994, Montevideo, **Anais...** Montevideo: ICA, 1994. p.96-109.

GERARDI, M.H. **The microbiology of anaerobic digesters**. Jon Wiley & Sons, 2003. 130 p.

HWANG, S. e HANSEN, C.L. Formation of organic acids and ammonia during acidogenesis of trout precessing wasterwater. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng**, Logan, v.41, n.1, p.151-156, 1998.

JENKINS, S. R.; MORGAN, J. M.; SAWYER, C. L. Measuring anaerobic sludge digestion and growth by a simple alkalimetric titration . **Journal Water Pollution Control Federal**, Alexandria, v. 55, n. 5, p. 448-453, 1983.

KATO, M.T.; ANDRADE NETO, C.O.; CHERNICHARO, C.A.L et al. Configurações de reatores anaeróbios. In: CAMPOS, J.R. **Tratamento de esgotos sanitário por processos anaeróbios e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro, ABES, 1999. Cap. 3. p. 53-99. (Projeto PROSAB).

LETTINGA, G.; HULSHOFF-POL, L.W. UASB: process design for various types of wastewaters. **Water Science and Technology**, Kidlington, v.24, n.8, p.87-107, 1991.

LUIZ, F. A. R.; CAMPOS, C. M. M.; CARMO, A. C. Partida de um reator UASB em escala laboratorial tratando efluente líquido proveniente do despolpamento do café. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33. 2004, São Pedro, **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2004. CD-ROM.

MAUDIN, A.; SZABO, A.J. **Shrimp canning waste treatment study**. Washington: EPA, 1974. Project Officer for EPA.

MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.445-454, 2004.

OLIVEIRA, R. A. DE.; FORESTI, E. Balanço de massa de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) tratando águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.807-820, 2004.

Ono, E.A.; Kubitza, F. 2003. Growing of fish in cages. = *Cultivo de peixes em tanques-rede*. Jundiaí, SP, Brazil (in Portuguese).

PEREIRA-RAMIRES, O.; QUADRO, M. S.; ANTUNES, R. M.; KOETZ, P. R. Influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.10, n.1, p.103-110, 2004.

RIPLEY, L.E.; BOYLE, W.C.; CONVERSE, J.C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal Water Pollution Control Federation**, v.58, n.5, p.406-411, 1986.

SILVA, B. A.; CAMPOS, C.M.M. Tratamento anaeróbico de efluentes líquidos gerados no beneficiamento úmido do café. IN: XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34. 2005, Canoas, **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2005. CD-ROM.



*I CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA AGROPECUÁRIA,
AGRÍCOLA E AMBIENTAL (CBMAAA)*

09 a 12 de maio de 2016 - Centro de Convenções da UNESP,

Câmpus de Jaboticabal, SP



van HAANDEL, A.C., CAVALCANTI, P.F.F., SOUSA, F.P. (1999-A) Efeito da Proporção Área/Profundidade sobre o Desempenho de um Reator UASB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, Rio de Janeiro, **Anais...**, Rio de Janeiro: ABES, 2005. p. 939-948.