



Avaliação da taxa de decaimento do teor de óleos e graxas de espuma proveniente de reatores UASB tratando esgotos domésticos
Bárbara Zanicotti Leite Ross¹, Fenanda Janaína Oliveira Gomes da Costa², Ana Carolina Sestito Guerra³, Ana Caroline de Paula⁴, Miguel Mansur Aisse⁵

¹Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (barbarazl@sanepar.com.br)

²Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (janainaogc@sanepar.com.br)

³Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (anacsg@sanepar.com.br)

⁴Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar (acpaula@sanepar.com.br)

⁵Universidade Federal do Paraná - UFPR (miguel.dhs@ufpr.br)

Resumo

Um problema operacional decorrente do trabalho de reatores anaeróbios UASB tratando esgotos domésticos está relacionado à formação de subprodutos sólidos como a espuma, que é um rejeito constituído de gorduras, óleos, ceras, sabões, cabelo, lodo e material particulado de forma geral. Em relação à composição da espuma, sabe-se que quanto maior o teor de óleos e graxas (O&G) mais difícil é sua biodegradabilidade e a forma de disposição final. Entretanto, mesmo apresentando malefícios, a espuma possui elevados teores de óleos e graxas e tal fato pode favorecer seu uso em aproveitamento energético. Neste contexto, objetiva-se avaliar a taxa de decaimento do teor de óleos e graxas da espuma em função do tempo e a variação na relação sólidos totais voláteis (STV) e sólidos totais (ST). Para isto foram realizadas atividades de coleta de espuma em uma estação de tratamento de esgotos (ETE) de médio porte localizada em Curitiba, Paraná, Brasil, e os resultados obtidos apontaram uma redução superior à 80 % nos teores de O&G desde rejeito após 5 semanas de observações, com redução semelhante nos dois locais de geração de espuma: interior do separador trifásico (IST) e área de decantação. Isto permitiu sugerir uma taxa de redução do teor de O&G de 1,17 g/kg.dia. Ao final do experimento também foi possível observar que a relação STV/ST apresentou uma tendência de constância representando uma estabilidade do material.

Palavras-chave: Espuma, óleos e graxas, esgotos domésticos.

Área Temática: Águas residuárias.

Assessing the content of the decay rate of oils and greases scum from UASB reactors treating domestic sewage

Abstract

An operational problem encountered in anaerobic reactor UASB treating domestic sewage is the formation of solid co-products such as scum. It's composing by fats, oils, greases, soaps, hair, sludge and particulate material in general. It is understood that in composition the higher is the content of oil and grease (O&G) harder is their biodegradability and the forms of disposal of such waste. However, even though operational harms, the scum have high levels of oil and greases and this fact may favor its use to energy generation. In this context, the aim of this study were evaluate the decay rate oil and greases in scum in function of time and the change in the relation ratio of total volatile solids (STV) and total solids (ST). For



this, sampling activities were carried out in a treatment station of sewage (ETE) located in Curitiba, Parana, Brazil, and the results showed a reduction higher than 80 % in the levels of O&G in the end of five weeks and the results from waste had a similar reduction in both locations scum generation: inside the three-phase separator (IST) and decanting area. This allowed suggest a reduction rate of the O&G content of 1.17 g/kg.day. Therefore in the end of the experiment the ratio of STV/ST showed a constant behavior representing a stable material.

Key words: Scum, oils and greases, domestic sewage.

Theme Area: Wastewater.

1 Introdução

No Brasil os principais tipos de tratamento de efluentes domésticos utilizados são os tanques sépticos, filtros anaeróbios, reatores anaeróbios de manta de lodo tipo UASB, lagoas anaeróbias, facultativas e aeradas e os sistemas de lodos ativados e suas variantes (VON SPERLING, 2004). Os UASBs são a terceira tecnologia mais utilizada em países da América Latina e Caribe (NOYOLA *et al.*, 2012) e, nos novos projetos de estações de tratamento no Brasil os UASBs aparecem como a alternativa mais empregada (CHERNICHARO, 2011). No Paraná, a tecnologia é utilizada desde 1979 e são mais de 300 reatores em operação só na companhia estadual de saneamento (JURGENSEN, 2005).

Apesar das vantagens de não consumir energia e ocupar pequena área para implantação, um reator anaeróbio de manta de lodo apresenta não só limitações quanto ao atendimento dos padrões de lançamento do efluente tratado, como também problemas operacionais relacionado à formação de subprodutos sólidos como a espuma. O acúmulo da espuma pode prejudicar não só o desempenho do sistema em termos de qualidade do efluente, mas também ocasionar perdas de biogás. Entretanto trata-se de um material biodegradável, que necessita de adequado tratamento e disposição final. Assim, a composição e quantidade de espuma gerada depende da composição do esgoto afluente, da hidrodinâmica no interior do reator UASB e do sistema preliminar de tratamento.

A espuma pode ser definida como uma camada de materiais flutuantes que se desenvolve na superfície de reatores e que pode aparecer no tratamento de águas residuárias tanto domésticas quanto industriais (SOUZA; AQUINO; CHERNICHARO, 2006). É composta por gorduras, óleos, ceras, sabões, cabelo, lodo e material particulado de forma geral e a composição e quantidade gerada de espuma irá depender da composição do esgoto afluente e do sistema preliminar de tratamento. A formação de espuma em reatores UASB pode ocorrer em duas regiões distintas (CHERNICHARO, 2009): na superfície dos decantadores, e no interior do separador trifásico (IST).

A desvantagem relativa à presença de O&G no esgoto sanitário está relacionado com a agregação de sólidos e partículas em suspensão, o que pode ocasionar o entupimento de redes, dutos e reservatórios (SEMIONATO *et al.*, 2005), por essa razão a investigação deste parâmetro é pertinente. Por sua vez, na espuma, de toda a demanda química de oxigênio (DQO) relacionada à degradação aproximadamente 36% está relacionada com a sua fração lipídica, o que comprova a grande quantidade de O&G neste material (CHERNICHARO, 2011).

Sabe-se que o lodo de esgoto apresenta potencial para se tornar fonte de energia após sua desidratação (ROSA; CHERNICHARO; LOBATO, 2013) e por esta razão acredita-se que a espuma também pode representar uma fonte de energia uma vez que apresenta elevado teor de óleos e graxas (SANTOS; CHERNICHARO; CASTRO, 2013). A sustentabilidade



energética é um dos principais pontos a serem desenvolvidos no futuro das ETEs, com destaque para a produção de energia a partir dos subprodutos do tratamento. Assim, destaca-se o paradigma da espuma para uma mudança na disposição final e avanço no sentido de explorar seu potencial energético ainda pouco estudado (ROSA *et al.*, 2015).

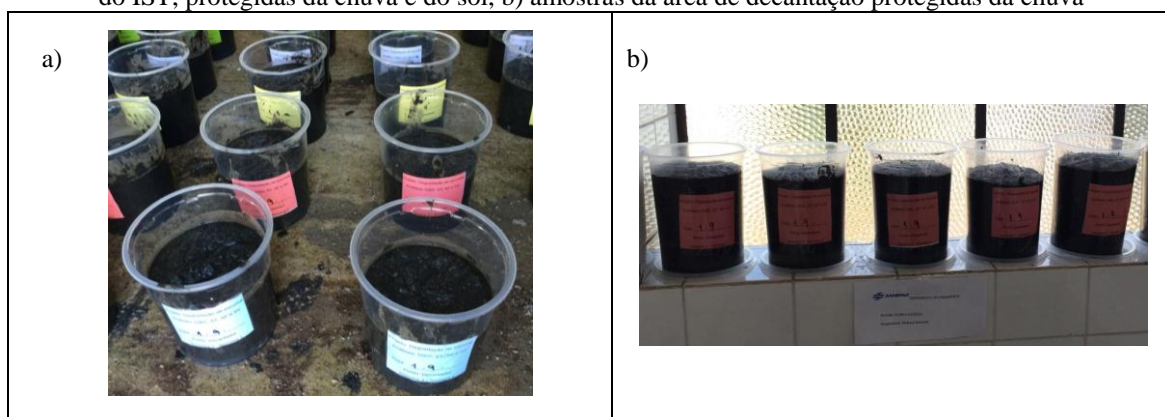
Neste contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a taxa de decaimento do teor de óleos e graxas (O&G) da espuma proveniente do tratamento anaeróbio de esgotos domésticos por reator UASB em função do tempo, além de avaliar nas amostras a variação na relação entre sólidos totais voláteis (STV) e sólidos totais (ST).

2 Metodologia

As atividades de coleta de espuma foram realizadas em uma estação de tratamento de esgotos (ETE) de médio porte tratando 420 L/s, localizada em Curitiba, Paraná, Brasil. Foram realizadas coletas para a quantificação de sólidos da espuma e avaliação do teor de óleos e graxas em função do tempo. No período de 25 a 29/08/2014 foi feita a retirada total de espuma dos reatores da ETE e a coleta das amostras para este experimento ocorreram logo após este procedimento, no dia 01/09.

Foram coletadas 5 amostras de espuma da câmara de decantação e 5 amostras do IST de um reator UASB, cada uma delas foi dividida em semana 1, 2, 3, 4 e 5. Sendo assim as amostras possuíam no máximo uma semana de acúmulo na superfície do reator antes de sua retirada. As amostras foram extraídas utilizando uma bacia e escumadeira, em seguida o montante recolhido foi homogeneizado, foram retirados lixo, partículas grosseiras e o excesso de cabelos e, em seguida 2 Kg da amostra foram acondicionadas em recipientes plásticos, nos quais foi marcado o volume inicial. As amostras referentes a espuma proveniente do gasômetro foram mantidas ao abrigo da luz e da chuva, as amostras provenientes da câmara de decantação foram mantidas apenas ao abrigo da chuva.

Figura 1 – Armazenamento de amostras de espuma para avaliação da degradação de óleos e graxas: a) amostras do IST, protegidas da chuva e do sol, b) amostras da área de decantação protegidas da chuva



Uma vez por semana foi feita a avaliação de óleos e graxas (O&G), sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV) em um lote de amostras, com o controle do volume ocupado no frasco. Desta forma, avaliou-se o grau de degradação de O&G na espuma devido à sua própria composição microbiana.

A preservação, transporte e armazenamento das amostras para a caracterização da espuma seguiu as especificações definidas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). As análises de sólidos totais, fixos e voláteis realizadas para a caracterização da espuma utilizavam a metodologia APHA (2012) de código 2540 e as análises de óleos e graxas utilizaram a metodologia APHA (2012) código 5520.



3 Resultados e discussões

Os resultados da avaliação da taxa de decaimento do teor de O&G estão apresentados na Tabela 2, nela encontram-se os teores médios das cinco amostras de ST, STV, STF e O&G para espuma proveniente da área da decantação e do IST em cada uma das semanas de avaliação. Estes resultados estão também representados na Figura 2.

Tabela 2 – Teores médios de ST, STV, STF e O&G em espuma armazenada

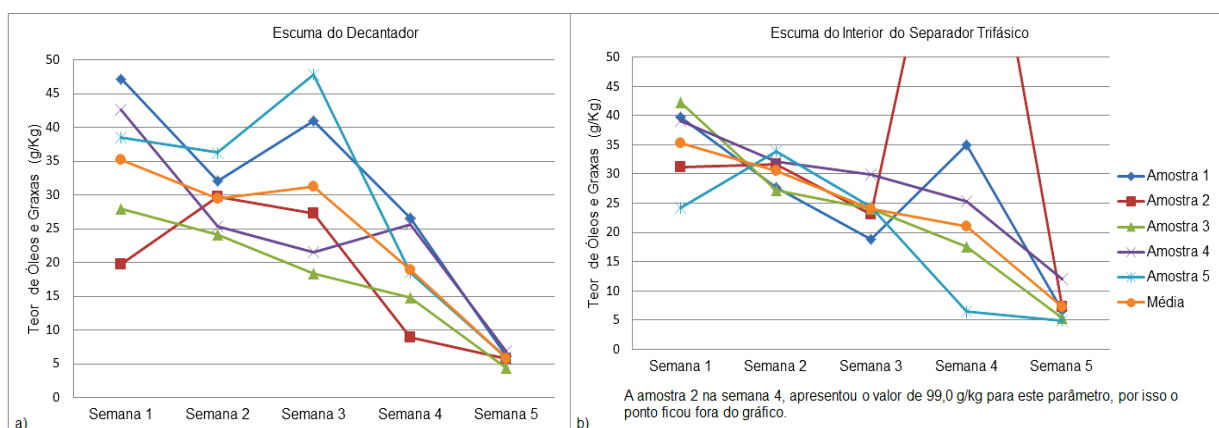
Análise	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Escuma decantador					
ST (%)	30,36 ($\pm 4,77$)	19,24 ($\pm 5,27$)	44,18 ($\pm 8,64$)	65,4 ($\pm 4,22$)	55,36 ($\pm 11,25$)
STV (%)	26,22 ($\pm 4,77$)	15,10 ($\pm 4,86$)	36,72 ($\pm 7,35$)	51,94 ($\pm 3,42$)	44,32 ($\pm 8,86$)
STF (%)	4,14 ($\pm 0,23$)	4,14 ($\pm 0,46$)	7,46 ($\pm 2,57$)	13,46 ($\pm 6,74$)	11,04 ($\pm 4,73$)
STV/ST	0,86 ($\pm 0,02$)	0,78 ($\pm 0,04$)	0,83 ($\pm 0,04$)	0,8 ($\pm 0,08$)	0,8 ($\pm 0,06$)
O&G (g/Kg)	35,22 ($\pm 11,16$)	29,49 ($\pm 4,93$)	31,21 ($\pm 12,71$)	18,89 ($\pm 7,44$)	5,83 ($\pm 0,91$)
Escuma IST					
ST (%)	34,36 ($\pm 6,20$)	12,64 ($\pm 1,88$)	47,56 ($\pm 8,22$)	61,56 ($\pm 3,59$)	47,44 ($\pm 8,68$)
STV (%)	30,70 ($\pm 5,81$)	9,74 ($\pm 1,48$)	43,02 ($\pm 8,03$)	55,92 ($\pm 2,78$)	41,98 ($\pm 8,04$)
STF (%)	3,66 ($\pm 0,56$)	2,90 ($\pm 0,43$)	4,54 ($\pm 0,50$)	5,64 ($\pm 1,47$)	5,46 ($\pm 0,96$)
STV/ST	0,89 ($\pm 0,01$)	0,77 ($\pm 0,01$)	0,90 ($\pm 0,02$)	0,91 ($\pm 0,02$)	0,88 ($\pm 0,01$)
O&G (g/Kg)	35,27 ($\pm 7,44$)	30,48 ($\pm 2,90$)	24,05 ($\pm 3,96$)	37,81 ($\pm 35,27$)	6,12 ($\pm 0,97$)

O teor de O&G apresentou uma redução semelhante nos dois locais de geração de espuma, partindo de 35,22 g/kg ($\pm 11,16$) na câmara de decantação e de 35,27 g/kg ($\pm 7,44$) no IST, chegando a 5,83 g/kg ($\pm 0,91$) e 6,12 g/kg ($\pm 0,97$), respectivamente, o que representa uma redução superior a 80 %.

Um resultado de 99,0 g/kg foi obtido na análise de O&G para a amostra 2 da espuma do interior do separador na semana 4, tal valor foi superior aos demais resultados encontrados, por esta razão, fez-se uma avaliação de sua influência na média dos demais valores, substituindo-o pelo valor médio desta semana (37,80). Neste caso a média da semana caiu para 25,6 g/kg, produzindo uma curva mais suave no gráfico, e o desvio padrão das amostras passou de 35,3 para 11,0. Porém para a avaliação geral dos resultados de O&G foi considerado o valor obtido pelas análises laboratoriais, desconsiderando esta observação (Figura 2) o que permite sugerir uma taxa de redução do teor de O&G de 1,17 g/kg.dia.

Caso deseje-se realizar um aproveitamento energético da espuma deve-se levar em consideração os teores de O&G no material, principalmente em espumas que possuam um teor mais elevado, uma vez que um teor de O&G elevado sugere um potencial calorífico também maior (ROSA *et al.*, 2014).

Figura 2 – Avaliação no decaimento do teor de óleos e graxas para espuma, a) do decantador e b) do IST

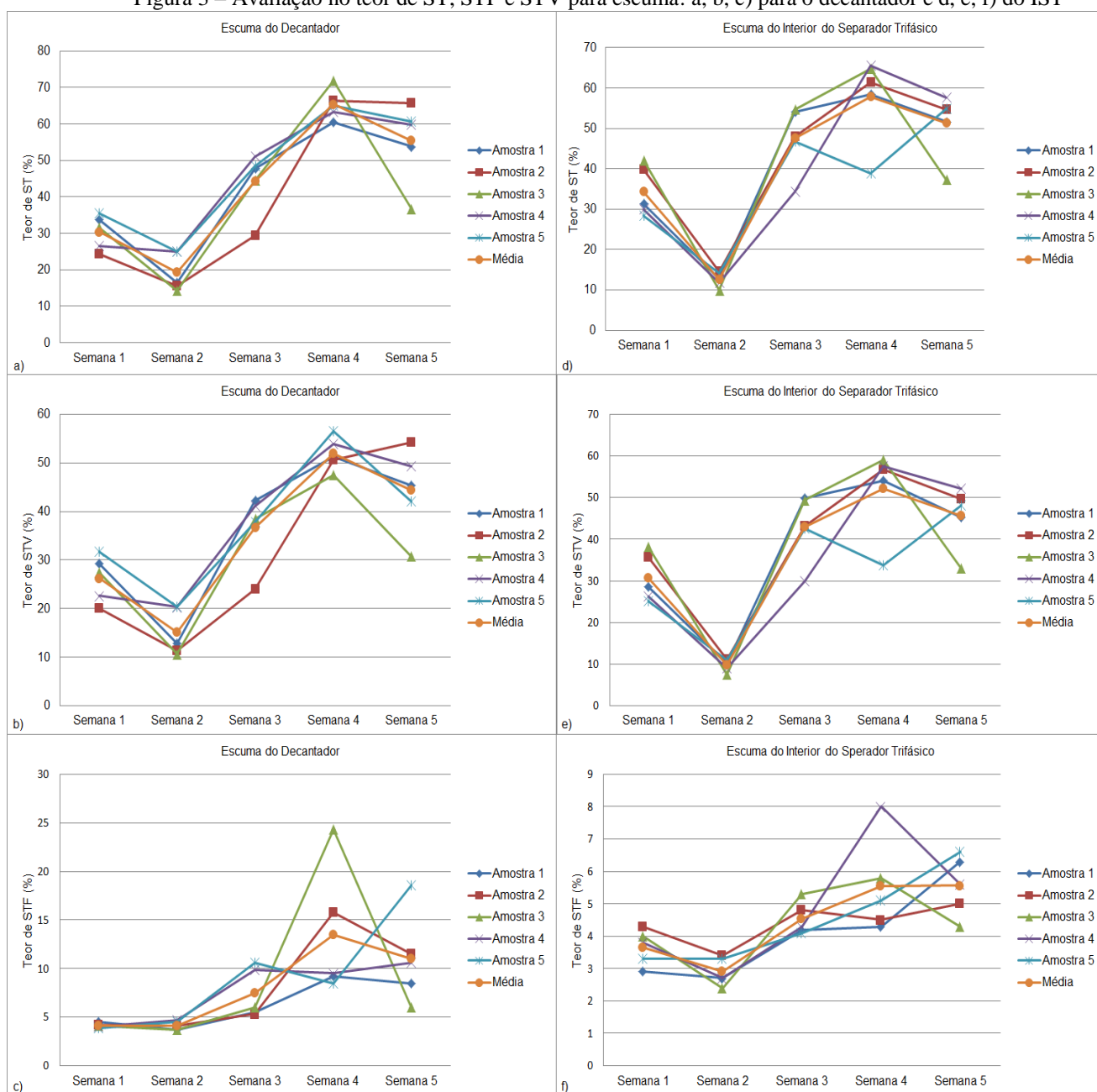




Na Figura 3, a relação entre STV e ST apresentou uma queda na segunda semana, provavelmente influenciada pela redução dos teores de ST das amostras, ao final do experimento a relação STV/ST apresentou uma tendência de estabilidade, e esta tendência é observada com maior clareza nas amostras provenientes do IST do que nas amostras do decantador.

De modo geral, as amostras de espuma podem ser consideradas estabilizadas uma vez que a relação entre sólidos totais voláteis e totais em todas as amostras apresenta valores inferiores a 0,6. Na ausência de uma lei que regulamente especificamente a questão da espuma, utilizou-se a legislação regulamentadora para lodo de esgoto, resolução do CONAMA 375/2006, que salienta que se a relação entre STV/ST for inferior a 0,7 o lodo será considerado estabilizado.

Figura 3 – Avaliação no teor de ST, STF e STV para espuma: a, b, c) para o decantador e d, e, f) do IST



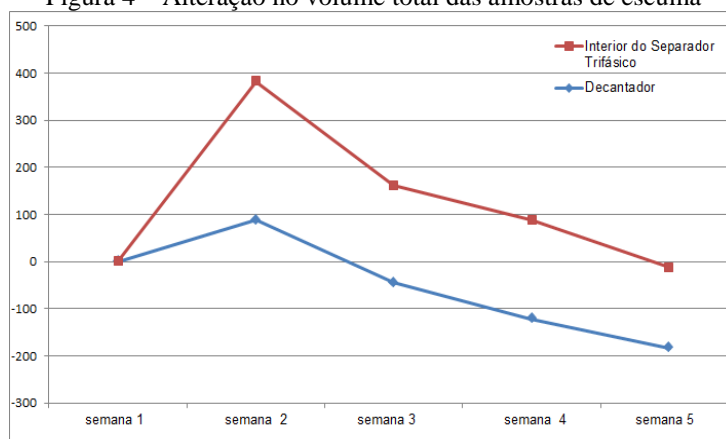


O perfil de sólidos mostrou uma variação bastante interessante: analisando-se o teor de ST, observa-se uma queda média de 30,36 % ($\pm 4,77$) para 19,24 % ($\pm 5,27$) na câmara de decantação e de 34,36 % ($\pm 6,2$) para 12,64 % ($\pm 1,88$) no IST, ressalta-se que todas as amostras avaliadas tiveram este comportamento e o mesmo se repetiu para os resultados de STV. Este aumento de umidade das amostras é indicativo de uma volatilização de compostos, uma vez que a absorção da umidade atmosférica não seria tão intensa, com posterior ressecamento das amostras percebido após a segunda semana. Já o teor de STF não apresentou uma variação tão grande (Figura 3). A fim de compreender melhor este fenômeno sugere-se a título de investigações futuras uma repetição deste experimento.

O volume ocupado no frasco pelas amostras também foi avaliado através da medição da altura da amostra no início do experimento e na data de sua análise. Observou-se que houve um aumento no volume das amostras, devido à produção de gás no interior das mesmas na primeira semana de armazenamento, seguido de um decréscimo, relacionado à liberação de gases e ressecamento das amostras.

A variação volumétrica foi mais intensa nas amostras provenientes do IST, nas quais houve um aumento no volume ocupado no frasco pelas amostras e ao final do mês de avaliação o volume retornou ao seu tamanho inicial. Enquanto que nas amostras provenientes da área de decantação, houve o aumento volumétrico, porém na terceira semana de avaliação este volume já era inferior ao volume inicial (Figura 4).

Figura 4 – Alteração no volume total das amostras de espuma



4 Conclusões

Como resultado da avaliação de decaimento do teor de O&G em função do tempo de armazenamento é possível concluir que há uma redução semelhante nos dois locais de geração de espuma, com teores de decaimento representando uma redução superior a 80 % ao final de 5 semanas de observação. Assim, os resultados permitem sugerir uma taxa de redução do teor de O&G de 1,17 g/kg.dia. Ao final do experimento a relação STV/ST apresentou uma tendência de constância representando a estabilidade do material. Somadas, as análises de todos estes fatores permitem concluir que o gerenciamento e disposição final da espuma em ETEs pode ser melhor avaliado uma vez que apresenta características que lhe permitem aproveitar seu potencial biodegradável e energético.

5 Agradecimentos

À Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar).



Referências

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION), AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION), WEF (WATER ENVIRONMENT FEDERATION) **Standard methods for examination of water and wastewater**, 22. ed. Washington: Publication Office American Public Health Association, 2012.

BRASIL. Resolução n. 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e dá outras providências. Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2011. 380p.

CHERNICHARO, C.A.L.; ALEMIDA, P.G.S.; LOBATO, L.C.S.; COUTO, T.C.; BORGES, J.M. Experience with the design and start up of two full-scale UASB plants in Brazil: enhancements and drawbacks. **Water Science and Technology**, 60 (2) 507-515, 2009.

JURGENSEN, D.. A experiência no tratamento de esgotos na Sanepar. **In: SEMINÁRIO SOBRE TRATAMENTO DE ESGOTO**. Curitiba: SANEPAR, 2005.

NOYOLA, A.; PADILLA-RIVERA, A.; MORGAN-SAGASTUME, J.M.; GÜERECA, L.P.; HERNÁNDEZ-PADILLA, F. Typology of municipal wastewater treatment technologies in Latin America. **Clean-Soil, Air Water**. V. 40 (9), p. 926 – 932, 2012.

ROSA, A.P.; CHERNICHARO, C.A.L.; LOBATO, L.C.S.. Desenvolvimento de modelo matemático para a estimativa do potencial energético dos subprodutos biogás e lodo em ETes operando com reatores UASB. **IN: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 15 a 19 de setembro de 2013, Goiânia - Brasil. Anais... ABES: 2013.

ROSA, A.P.; PADILHA, R.F.; BORGES, J.M.; MELO, G.C.B.; CHERNICHARO, C.A.L. Potencial energético dos subprodutos sólidos (lodo excedente e espuma) de reatores UASB: estudo de caso da ETE Laboreaux – Itabira/MG. **IN: 28º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 4 a 8 de outubro de 2015, Rio de Janeiro - Brasil. Anais... ABES: 2015. CD-ROM.

SANTOS, A.V. **Remoção, tratamento e valoração de espuma proveniente de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto doméstico**. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.



SANTOS, A.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; CASTRO, L.. Efeito da hidrólise enzimática de lipídeos e biodegradabilidade anaeróbia da espuma proveniente de reatores UASB tratando esgoto doméstico. **IN: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 15 a 19 de setembro de 2013, Goiânia - Brasil. Anais... ABES: 2013.

SEMIONATO, S.; CUNHA, A.C.; CARDOSO, M.C.M.C.; GONÇALVES, R.F.; CASSINI, S.T.A. Isolamento e caracterização de bactérias lipolíticas em sistema de pré-tratamento de esgoto doméstico. **IN: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 18 a 23 de setembro de 2005, Campo Grande - Brasil. Anais... ABES: 2005. CD-ROM.

SILVA, S.Q.; ZERBINI, A.M.; GODINHO, V.M.; CHERNICHARO, C.A.L. Caracterização morfológica de micro-organismos presentes em espuma de reatores UASB tratando esgotos domésticos. **IN: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 18 a 23 de setembro de 2005, Campo Grande - Brasil. Anais... ABES: 2005. CD-ROM.

SOUZA, C.L.; AQUINO, S.F.; CHERNICHARO, C.A.L. Production and characterization of scum and its role in odour control in UASB reactors treating domestic wastewater. **Water Science & Technology**, v. 54, p. 201-208, 2006.