

Comparação entre os teores de óleos e graxas de espuma e lodo produzidos em estações de tratamento de esgoto da região metropolitana de Curitiba



Oil and grease comparison of scum and sludge produced in sewage treatment plants in Curitiba's metropolitan area




- **Data de entrada:**
19/09/2019
- **Data de aprovação:**
16/12/2019

Bárbara Zanicotti Leite Ross^{1*} | Fernanda Janaína Oliveira Gomes da Costa¹ |
Luana Maria Lotti Domingos² | André Luiz de Faria¹ | Eduardo Sabino Pegorini¹

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2021.029>

ORCID ID

Ross BZL  <https://orcid.org/0000-0003-1163-4001>
Costa FJOG  <https://orcid.org/0000-0002-2243-979X>

Domingos LML  <https://orcid.org/0000-0003-0390-8738>
Faria AL  <https://orcid.org/0000-0001-9224-3912>
Pegorini ES  <https://orcid.org/0000-0001-5368-5611>

Resumo

Os reatores UASBs são amplamente utilizados no Paraná para tratamento de esgotos domésticos e requerem gerenciamento adequado de lodo e espuma. A disposição da espuma em conjunto com lodo facilitaria a logística na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). A fim de avaliar a semelhança desses dois substratos, compararam-se os teores de óleos e graxas (O&G) de 135 amostras de espumas e lodos de 8 ETEs de Curitiba e Região Metropolitana. Constatou-se que o valor médio de O&G para o lodo de esgoto anaeróbico (0,43%) é ligeiramente superior ao valor médio da espuma (0,36%), porém essa diferença fica dentro do desvio padrão dos resultados. Ainda, o espaçamento diferenciado do gradeamento de cada ETE não interferiu na composição de O&G das espumas e lodos avaliados, enquanto o fato de operar muito acima da vazão de projeto pode contribuir com uma maior quantidade de O&G no lodo, assim como ETEs que operam em vazões abaixo das vazões de projeto possuem maior teor de O&G na espuma.

Palavras-chave: Reator UASB. Lodo. Espuma. Óleos e graxas.

Abstract

UASB reactors are largely used in Paraná in sewage treatment, the scum and the sludge formed require proper management. The scum disposal associated with the sludge would benefit Wastewater Treatment Plant (WWTP) practice operations. In order to evaluate how similar these two substrates of oil and grease (O&G) are, the content of 135 scum and sludge samples was compared in 8 WWTP from Curitiba and its metropolitan area. It was found that the O&G average value for sewage anaerobic sludge (0.43%) is slightly higher than the average scum value (0.36%), however the difference is within the standard results deviation. Moreover, the different spacing of the grid of each WWTP did not interfere in the O&G composition of the evaluated scum and sludge, whereas the fact of being operated well above the project flow may contribute to a larger amount of O&G in the sludge, as well as the WWTP being operated at flow rates below project flow have higher O&G content in the scum.

Keywords: UASB reactor. Sludge. Scum. Oil and grease.

¹ Companhia de Saneamento do Paraná - Curitiba - Paraná - Brasil.

² Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba - Paraná - Brasil.

* **Autora correspondente:** barbarazl@sanepar.com.br.

1 INTRODUÇÃO

Os reatores UASB são a terceira tecnologia mais utilizada em países da América Latina e Caribe, atendendo a 17% das plantas avaliadas, e em primeiro lugar encontram-se as lagoas de estabilização (43%) (NOYOLA et al., 2012). Nos novos projetos de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) no Brasil, os UASBs aparecem como a alternativa mais empregada (CHERNICHARO, 2011). No Paraná, a tecnologia é utilizada desde 1979; em 2005 a companhia estadual de saneamento já operava mais de 300 reatores (JURGENSEN, 2005), número que cresceu ao longo destes anos.

Apesar das vantagens de consumir pouca energia e ocupar uma pequena área para implantação, os UASBs apresentam não só limitações quanto ao atendimento dos padrões de lançamento como também um sério problema operacional relacionado à formação de espuma (ROSS, 2015). A espuma pode ser definida como uma camada de materiais flutuantes que se desenvolve na superfície de reatores e pode aparecer no tratamento de águas residuárias tanto domésticas como industriais (SOUZA; AQUINO; CHERNICHARO, 2006). Apesar da carência de informação sobre essa temática, os problemas operacionais decorrentes da formação e do acúmulo de espuma nos reatores instalados em ETEs do Estado do Paraná foram relatados em 1984 (GOMES; ALVES; SKIBA, 2007). Seu acúmulo pode prejudicar o desempenho do sistema em termos de qualidade do efluente, ocasionar perdas de biogás e até mesmo o rompimento do separador trifásico dos reatores (ROSS, 2015), além de apresentar operação trabalhosa e insalubre para remoção.

Por conta da busca de melhorias no processo de tratamento de esgoto envolvendo reatores UASB, a necessidade de facilitar a remoção e encontrar opções de destino final mais adequadas para a espuma são elementos fortemente considerados nos fóruns técnicos das companhias de saneamento brasileiras.

Acreditava-se que o alto teor de óleos e graxas (O&G) na espuma fosse o item de maior preocupação e também um empecilho na destinação final do material. Entretanto, por conta de diversos estudos atuais sobre o assunto, reconhece-se a grande parcela de lodo presente em sua composição. Por essa razão, a espuma produzida em diversos reatores UASB apresenta composição semelhante à do lodo de esgoto anaeróbico. De acordo com estudo realizado em três ETEs do Estado do Paraná, o teor de O&G variou de 28 a 126 g/kg de ST; essa variação pode ser decorrente de diferentes concentrações de O&G no esgoto afluente a cada uma das ETEs e o tempo de acúmulo da espuma antes da coleta para avaliação, uma vez que a espuma de uma das ETEs é acumulada por no máximo cinco dias, antes do descarte, enquanto nas outras duas o período de acúmulo pode atingir um mês. No presente estudo, o lodo apresentou teor de O&G médio de 91 g/Kg de ST, encontrando-se dentro da faixa de variação das espumas avaliadas. O número de amostras avaliadas variou entre 4 e 5 para cada uma das ETEs (ROSS, 2015).

2 OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo comparar os teores de O&G de espumas e lodos de diversas ETEs da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), produzidos em reatores UASB tratando esgoto doméstico.

3 METODOLOGIA

As amostras foram coletadas em 8 ETEs, sendo 3 em Curitiba e 5 em sua Região Metropolitana, e as coletas ocorreram entre os meses de janeiro e maio de 2018. As ETEs foram codificadas com as letras de A a H para proteger a identidade original do local. A Tabela 1 possui características operacionais de cada ETE.

Tabela 1- Características gerais das ETEs avaliadas.

ETE	Localização	Modelo de reator UASB	Número de Reatores	Vazão de projeto (Qp)	Vazão atual (Qa)	Taxa (Qa/Qp)	Espessura do Gradeamento
A	Curitiba	Retangular modificado	6	420 L/s	450 L/s	107,14	6 mm
B	Curitiba	Retangular modificado	7	490 L/s	650 L/s	132,65	6 mm
C	Curitiba	Retangular modificado	6	420 L/s	500 L/s	119,05	6 mm
D	Araucária	Retangular tradicional	2	140 L/s	90 L/s	64,29	25 mm
E	Araucária	Retangular tradicional	1	60 L/s	40 L/s	66,67	20 mm
F	Contenda	Retangular tradicional	1	30 L/s	10 L/s	33,33	20 mm
G	Fazenda Rio Grande	Retangular modificado	3	210 L/s	150 L/s	71,43	10 mm
H	Lapa	Tronco Cônico	3	180 L/s	50 L/s	27,78	20 mm

A fim de analisar os teores de O&G no lodo bruto e na espuma produzidos em reatores UASB, foram coletadas de maneira pontual 135 amostras, diferindo a forma para cada ETE de acor-

do com as particularidades do local conforme exposto na Tabela 2, paralelamente foi realizada a determinação do teor de sólidos totais (ST) das amostras.

Tabela 2 - Forma de coleta de espuma e de lodo de esgoto anaeróbio nas ETEs avaliadas.

ETE	Forma de coleta de espuma	Forma de coleta do lodo de esgoto
A	A ETE não possui acesso ao interior do gasômetro, sendo a espuma coletada apenas na área de decantação dos UASBs	Tubulações de coleta de amostra diretamente de dentro do reator
B	A ETE não possui acesso ao interior do gasômetro, sendo a espuma coletada apenas na área de decantação dos UASBs	Tubulações de coleta de amostra diretamente de dentro do reator.
C	A ETE não possui acesso ao interior do gasômetro, sendo a espuma coletada apenas na área de decantação dos UASBs	Canaleta de descarte do lodo para o adensador
D	A não possui cortina defletora de espuma, sendo possível coletar a mesma gerada apenas no interior do gasômetro	Tubulações de coleta de amostra diretamente de dentro do reator
E	A geração de espuma na área de decantação era inexpressiva ou inexistente, sendo a espuma coletada apenas no interior do gasômetro	Tubulações de coleta de amostra diretamente de dentro do reator
F	A geração de espuma na área de decantação era inexpressiva ou inexistente, sendo a espuma coletada apenas no interior do gasômetro	Canaleta de descarte do lodo para o leito de secagem
G	A ETE não possui acesso ao interior do gasômetro, sendo a espuma coletada apenas na área de decantação dos UASBs	Tubulações de coleta de amostra diretamente de dentro do reator
H	A ETE possui acesso ao interior do gasômetro e possui cortina defletora de espuma, sendo a espuma coletada nesses dois locais	Por não existir acesso ao lodo antes do desaguamento, o mesmo foi coletado nos leitos de secagem

As amostras foram armazenadas e analisadas de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) utilizando-se o método 2540 para o teor de ST e o método 5520 para o teor de O&G.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma característica importante a ser destacada é o formato dos reatores UASBs de cada ETE. Entende-se que o formato construtivo influencia diretamente os fluxos hidráulicos do esgoto no interior do reator e assim interfere na formação

de zonas mortas, mistura do lodo e formação de espuma. De acordo com a Tabela 1, apresentada anteriormente, tem-se as ETEs D, E e F com reatores denominados “modelo tradicional”, as ETEs A, B, C e G com reatores denominados “modelo modificado” e a ETE H com um modelo tronco cônico (Fig. 1).

A Fig. 1 apresenta um esquema comparativo entre os reatores de modelo tradicional e modificado encontrados no presente estudo. Dentre as principais diferenças, que podem influenciar a formação e composição da espuma, tem-se a existência de uma passagem entre o interior do

separador trifásico, ou gasômetro, e a área de decantação, ocorrendo comunicação entre essas duas áreas nos reatores modificados. Essa comunicação permitiu a coleta de espuma apenas na área de decantação nas ETEs que possuem reatores modificados, uma vez que a espuma

da área de decantação é a mesma que a espuma presente no interior do gasômetro, e a coleta de espuma apenas no gasômetro nas ETEs que possuem reatores tradicionais. Na mesma Fig. 1 tem-se o modelo de reator UASB equivalente ao existente na ETE H.

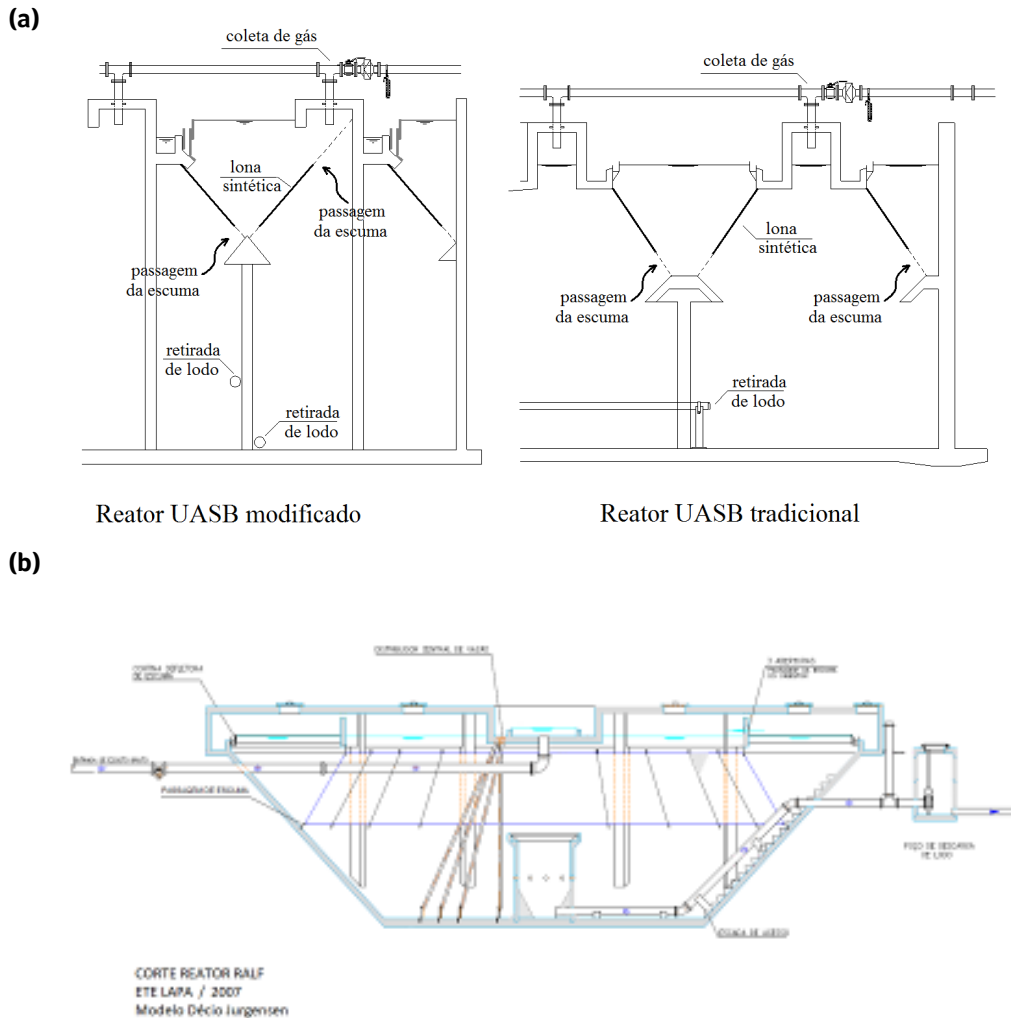


Figura 1 - Esquema comparativo entre os modelos de reatores UASBs: modificado (a), tradicional e tronco cônico (b).

A ETE D não possui cortina defletora na área de decantação, o que permite o livre escoamento da espuma acumulada nessa região; sendo assim, a mesma foi coletada apenas no interior do gasômetro. Não foram coletadas amostras no reator

antigo, pois o mesmo está sendo reformado. O teor de sólidos nessa ETE variou de 2,72 % a 50,4 % para a espuma e de 0,43 % até 27,5% no lodo. O lodo foi coletado diretamente na tubulação de descarte (Fig. 2).

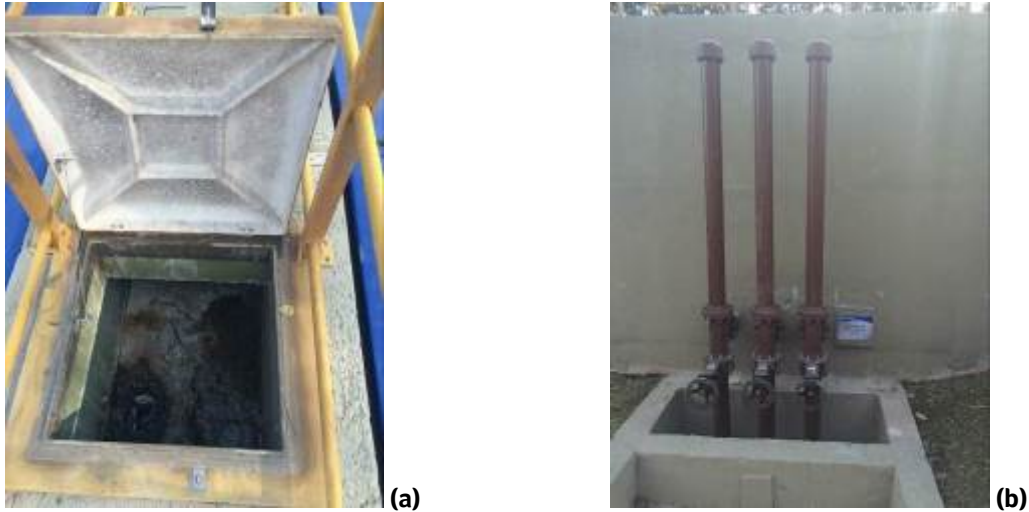


Figura 2 - Tampa e interior do gasômetro (a) e amostradores de lodo (b) da ETE D.

Na ETE B, por não haver abertura nos gasômetros, a espuma foi coletada apenas da área de decantação, e o lodo foi coletado nas tubulações de amostragem do mesmo. Os teores de ST encontrados variaram de 15,3% a 21,8% para a espuma e de 0,13 a 28,1% para o lodo.

O mesmo ocorreu com a ETE G, tendo a variação dos teores de ST da espuma de 0,44 a 22,7% e de 0,14 a 36,7 para o lodo, e na ETE C, na qual

os teores de sólidos totais variaram de 3,27% a 34,5% para a espuma e de 0,37 % 35,3% para o lodo. Na ETE A, a situação é similar às três ETes previamente citadas, reatores modificados, sem acesso ao gasômetro. A espuma apresentou teores de ST entre 15,8% a 45,1% e o lodo de 0,3% a 25,5% (Fig. 3). Os altos teores de ST na espuma da referida ETE comprovam o grande acúmulo observado visualmente de material.

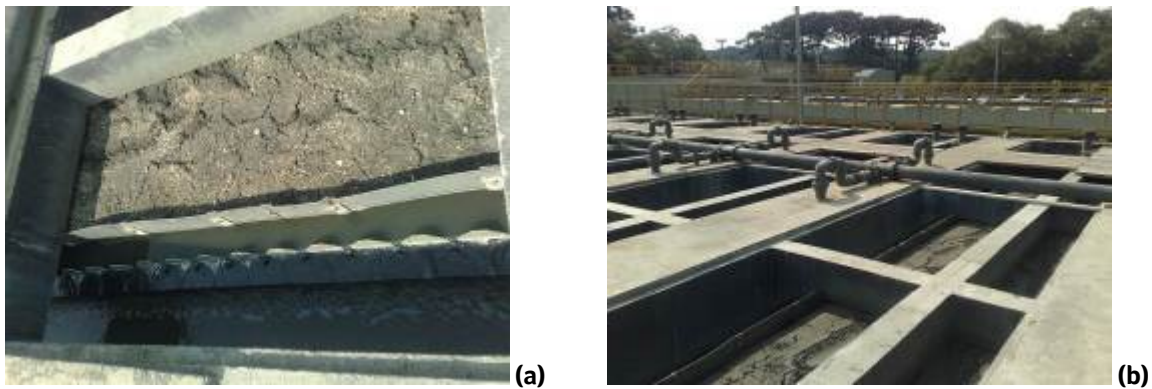


Figura 3 - Espuma espessa acumulada no decantador anaeróbio (a) e gasômetros fechados (b) na ETE A.

A ETE F possui apenas um reator UASB de modelo tradicional. Acredita-se que por essa razão não houve muita formação de espuma na área de de-

cantação (Fig. 4); sendo assim, a espuma foi coletada apenas nos gasômetros. O lodo foi coletado diretamente na tubulação de descarte que o encaminha

para o leito de secagem. Os valores de ST encontrados variaram de 3,31 % a 38,2% para a espuma e de 2,17 a 26% para o lodo. O projeto do reator da ETE E é semelhante ao da ETE F, por essa razão não houve

coleta de espuma na área de decantação, e o lodo foi coletado na tubulação de amostragem do mesmo. A espuma atingiu valores de ST entre 12,3% a 20%, e o lodo variou de 0,32% a 39%.



(a)



(b)

Figura 4 - Área de decantação (a) e gasômetros com tampa (b) na ETE F.

A ETE H, diferentemente das demais, possui reator de formato tronco cônico, com acessos para coleta de espuma na área de decantação e no gasômetro (Fig. 5), porém o lodo só pode ser coletado no leito

de secagem. Os teores de sólidos da espuma variaram de 10,7% a 23,5%, já os teores de ST do lodo, ficaram entre 16,8% e 60,3%, valores esses adequados para lodo em processo de desagumamento.



Figura 5 - Vista do reator da ETE H.

As Tabelas 3 e 4 resumiram os resultados apresentados anteriormente, obtidos para a avalia-

ção dos teores de O&G e ST de espuma e lodo das ETEs avaliadas.

Tabela 3 - Teores de óleos e graxas (%) de lodo e espuma de ETEs da RMC.

Valor	Amostras de lodo e espuma (N=131)	Só amostras de Espuma (N=68)	Só amostras de Lodo (N=63)
Média	0,39	0,36	0,43
Máximo	7,90	6,10	7,90
Mínimo	0,05	0,05	0,05
Desvio padrão	0,96	0,79	1,12

Obs.: N= número de amostras.

Tabela 4 - Teores de sólidos totais (%) de lodo e espuma de ETEs da RMC.

Valor	Amostras de lodo e espuma (N=135)	Só amostras de Espuma (N=70)	Só amostras de Lodo (N=65)
Média	14,96	16,75	13,04
Máximo	60,3	50,4	60,3
Mínimo	0,13	0,44	0,13
Desvio padrão	10,81	7,85	13,07

Obs.: N= número de amostras.

Com relação aos teores de O&G, observa-se que o valor médio encontrado para o lodo de esgoto anaeróbio (0,43%) é ligeiramente superior ao valor médio da espuma (0,36 %), porém essa diferença fica dentro do desvio padrão dos resultados. Além disso, a grande maioria dos resultados ficou abaixo de 1% de O&G.

A semelhança entre resultados se repetiu com as amostras que foram avaliadas quanto ao teor de ST, tendo-se a média de 16,75% para espuma e 13,04% para o lodo e um desvio padrão médio de 10,81%.

A Fig. 6 (a) representa o gráfico de barras de erro para os resultados dos teores de O&G das amostras de lodo e de espuma. Pode-se observar que os valores médios encontrados para espuma ficam englobados pelas barras de erro dos valores encontrados para o lodo, indicando a semelhança entre as amostras. Já a Fig. 6 (b) representa o gráfico de barras de erro para os resultados dos teores de ST das amostras de lodo e de espuma. Pode-se observar uma concentração um pouco superior para os resultados das espumas; salienta-se que esse parâmetro é fortemente dependente da forma de realização da coleta. Portanto, por meio dos dados obtidos foi possível verificar que não há diferença significativa entre os tratamentos, uma vez que os parâmetros avaliados de ST e O&G apresentaram médias semelhantes e ainda estão dentro, ou pelo menos muito próximos, da banda de confiança de 95% construída para todos os tratamentos em avaliação.

Com relação aos teores de O&G, observa-se que o valor médio encontrado para o lodo de esgoto anaeróbio (0,43%) é ligeiramente superior ao valor médio da espuma (0,36 %), porém essa diferença fica dentro do desvio padrão dos resultados. Além disso, a grande maioria dos resultados ficou abaixo de 1% de O&G.

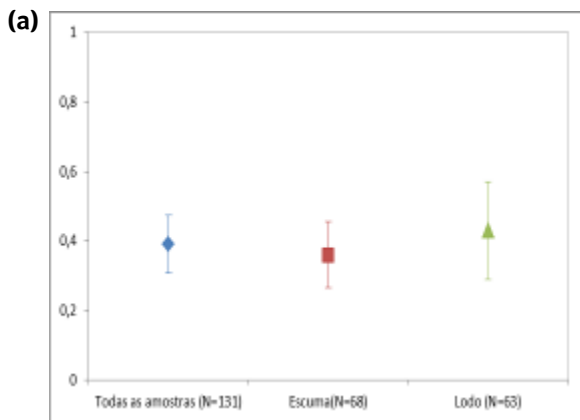
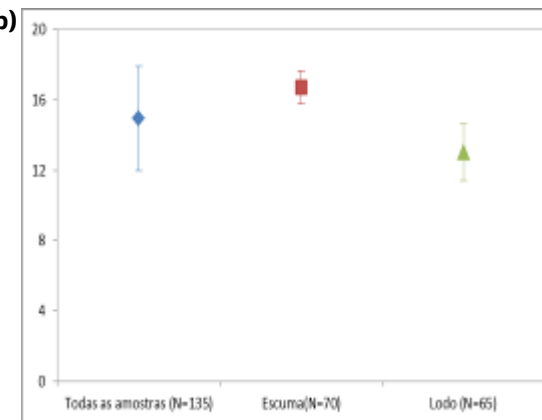


Figura 6 - Avaliação dos teores de O&G (a) e ST (b) das amostras de lodo e de espuma de diversas ETEs da RMC (N = número de amostras).

As Fig. 7 e 8 apresentam o aspecto visual de algumas amostras, enquanto a Fig. 9 (a a h) contém os

resultados dos teores de O&G por ETE, considerando amostras de lodo e de espuma separadamente.

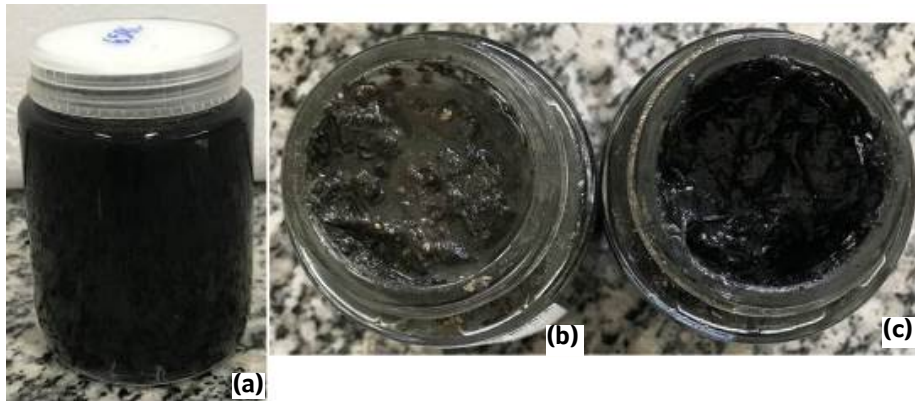


Figura 7 - Amostra de lodo da ETE D (a) e de espuma das ETES A (b) e G (c).

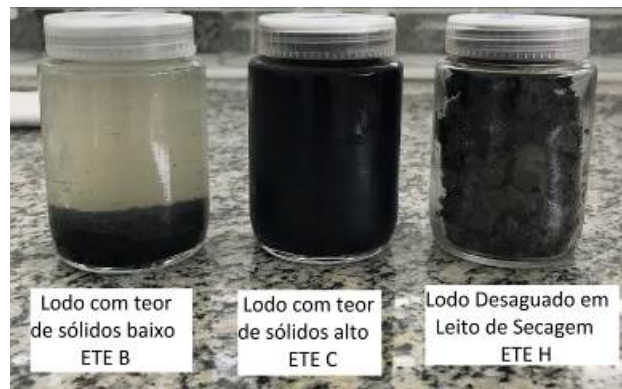


Figura 8 - Amostras de lodo nas ETES B, C e H.

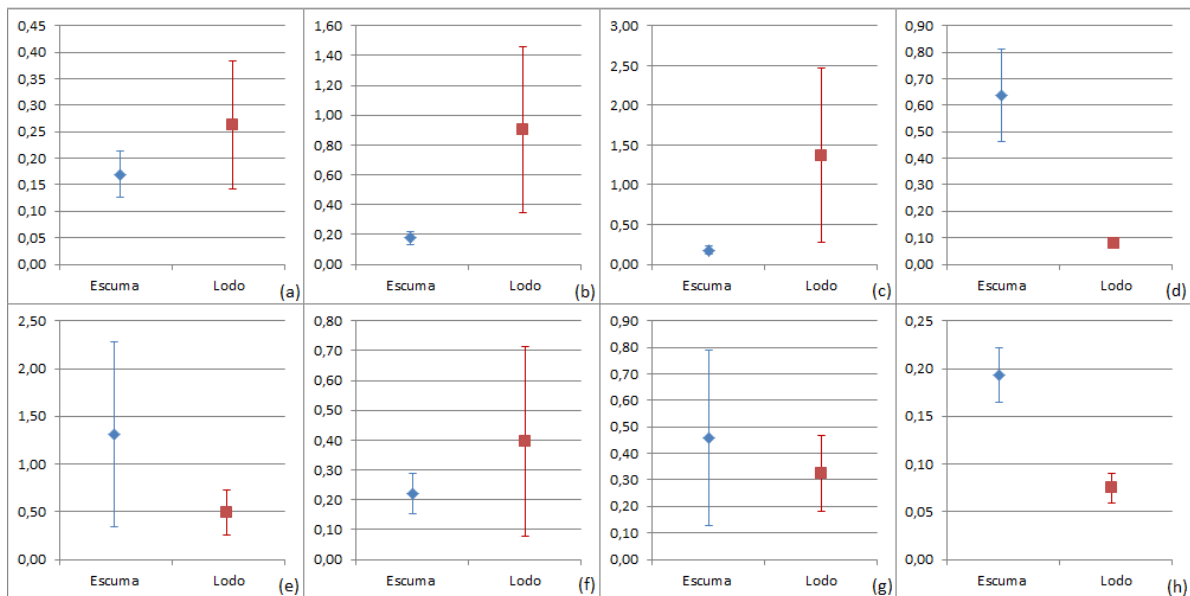


Figura 9 - Avaliação dos teores de O&G das amostras de lodo e de espuma das ETES A (a), B (b), C (c), D (d), E (e), F (f), G (g) e H (h) de Curitiba e Região Metropolitana.

As ETEs D e H possuem lodo e espuma com teores diferenciados de O&G, sendo os valores encontrados para a espuma levemente superiores aos valores encontrados para o lodo, mas em ambos os casos os teores são inferiores a 1%. Na ETE D o reator é do modelo tradicional e na ETE H é o tronco cônico e ambas estão operando bem abaixo da vazão de projeto, sendo 64% e 27% da capacidade, respectivamente, e também ambas possuem gradeamento mais grosseiro: 25 e 20 mm. Em um estudo realizado na ETE Vassoural, da cidade de Guarapuava, Ross (2015) observou que, quando operado abaixo da vazão de projeto, ocorre uma transferência dos O&G do meio líquido para a espuma, situação semelhante à observada nos reatores das ETEs D e H.

As ETEs B e C possuem os teores de O&G na espuma ligeiramente inferiores aos teores encontrados no lodo.

A ETE B está com a vazão 32% acima da capacidade regular, e a ETE C trata 20% a mais; am-

bas possuem o reator modificado e gradeamento fino, 6 mm. Mostrando-se na situação inversa à dos reatores das ETEs D e H, na situação em que a vazão de operação está acima da vazão de projeto, favorece-se a permanência dos óleos de graxas no meio líquido e no lodo, não havendo tempo para a transferência dos compostos do esgoto para a espuma.

Para as demais ETEs, A, E, F e G, pode-se dizer que não existe diferença significativa entre os teores de O&G do lodo e espuma. Nos casos das ETEs A e G o reator é do modelo modificado; já as ETEs E e F são reatores tradicionais, e as quatro estações estão operando ou abaixo ou próximo à capacidade de projeto, sendo 7% acima da vazão projetada no caso da ETE A, 67 %, 33% e 71% da capacidade para as ETEs E, F e G respectivamente. Desse grupo, a ETE A é a única que possui gradeamento fino, 6 mm.

Os resultados acima comentados e expostos na Fig. 9 encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Avaliação dos teores de O&G e ST das amostras de lodo e de espuma das ETEs de Curitiba e Região Metropolitana.

ETE	O&G (%)				ST (%)			
	Escuma		Lodo		Escuma		Lodo	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
A	0,17	0,11	0,26	0,32	22,23	11,29	7,52	8,5
B	0,18	0,11	0,90	1,36	18,30	3,75	6,25	10,76
C	0,18	0,14	1,37	2,90	16,22	9,21	10,45	12,03
D	0,64	0,46	0,08	0,05	19,99	15,28	10,52	11,20
E	1,31	2,36	0,49	0,62	15,44	3,06	10,53	14,12
F	0,22	0,16	0,39	0,84	17,38	10,72	8,32	8,31
G	0,46	0,81	0,32	0,38	15,17	7,73	9,03	13,20
H	0,19	0,14	0,07	0,06	14,78	2,89	26,32	11,32

Com base no acima exposto, pode-se concluir que o gradeamento não interferiu na composição de O&G das espumas e lodos avaliados, enquanto o fato de operar muito acima da vazão de projeto pode contribuir com uma maior quantidade de O&G no lodo, assim como ETEs que operam em vazões abaixo das vazões de projeto possuem maior teor de O&G na espuma.

Ressalta-se que nesta pesquisa não foi avaliada a concentração de O&G no esgoto bruto, uma vez que o objetivo era apenas a comparação entre os teores encontrados na espuma e no lodo. Sendo assim, não é possível explicar o motivo pelo qual a espuma da ETE D possui mais O&G do que a espuma da ETE E, já que ambas operam na faixa de 60% de sua capacidade. Possivelmente a

concentração de O&G afluyente à ETE justificaria essa diferença entre as ETEs.

4.1 Diferenciação de espuma do gasômetro e da área de decantação

No caso da ETE H (Fig. 10), observou-se grande diferença visual entre as escumas geradas no interior do separador trifásico e na área de decantação. Essa diferença motivou a realização de coletas em separado de cada uma das escumas para compará-las com o lodo da mesma ETE (Fig. 11).



Figura 10 - Diferença do aspecto visual da espuma formada no interior do separador trifásico e na área de decantação da ETE H.

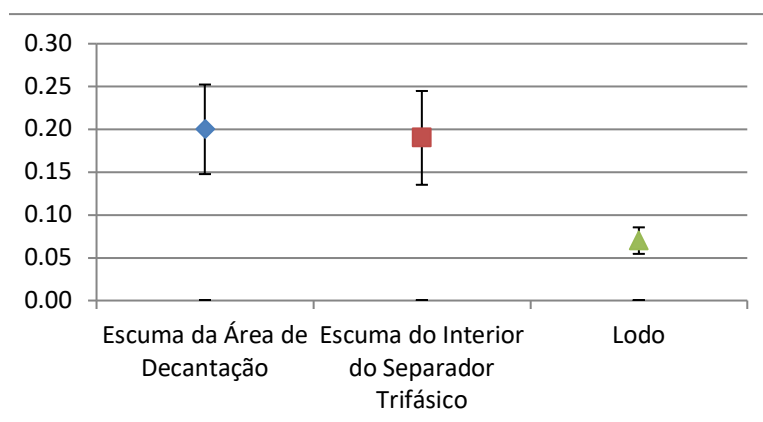


Figura 11 - Avaliação dos teores de O&G (%) das amostras de lodo e de espuma da área de decantação e do interior do separador trifásico da ETE H.

Conforme apresentado na Fig. 11, não existe diferença significativa entre os valores médios das escumas produzidas no interior do separador trifásico (0,19%) e na área de decantação (0,20), porém o lodo produzido nessa ETE possui teores médios um pouco mais reduzidos (0,07%). Quando observados os valores da Tabela 6, percebe-se que o valor máximo encontrado para o lodo, 0,23% é muito próximo das médias encontradas para as escumas e que os valores máximos desse último substrato não ultrapassam 1% do total da amostra.

O teor de O&G das escumas geradas no gasômetro e na área de decantação dos reatores da ETE H são bastante próximos e reduzidos, tendo-se 0,19% para a espuma gerada no gasômetro e 0,20% para a espuma gerada na área de decantação. Com relação ao teor de ST, encontraram-se os valores médios de 15,18% para a espuma do gasômetro e 13,93% para a espuma da área de decantação. Esses valores podem acarretar dificuldade no escoamento do material no momento da sua retirada. Na ETE H, a espuma é retirada por meio da sucção com mangotes de caminhão tipo "limpa-fossa".

Tabela 6 - Teores de óleos e graxas e de sólidos totais (%) de lodo e espuma da área de decantação e do interior do separador trifásico da ETE H.

Valor	Óleos e Graxas (%)			Sólidos Totais (%)		
	Lodo (N = 15)	EG (N=9)	ED (N=9)	Lodo (N = 15)	EG (N=9)	ED (N=9)
Média	0,07	0,19	0,20	26,32	15,18	13,93
Máximo	0,23	0,53	0,45	60,30	17,20	23,50
Mínimo	0,05	0,05	0,05	16,80	12,40	10,70
Desvio padrão	0,06	0,16	0,16	11,32	1,39	3,78

Obs.: N= número de amostras, EG = espuma do gasômetro e ED = espuma do decantador.

Com relação ao teor de sólidos totais (Tabela 6), percebe-se a baixa umidade, média de 26,32% de ST, e desvio padrão mais significativo de 11,32%, nas amostras de lodo, fato que pode ser explicado devido ao fato de as amostras terem sido obtidas em leitos de secagem. Já as escumas não apresentaram muita variação no teor de sólidos, sendo o desvio padrão inferior a 4% nos dois casos.

5 CONCLUSÕES

Foram coletadas, em dias diferenciados, 135 amostras de lodo e de espuma em 8 ETEs de Curitiba e Região Metropolitana. As amostras tiveram o teor de O&G e de ST avaliados.

O formato construtivo do reator UASB influencia diretamente nos fluxos hidráulicos do esgoto no interior do reator, e dessa forma interfere na formação de zonas mortas, mistura do lodo e formação de espuma. Dos reatores avaliados, 4 possuem o modelo tradicional de UASB, 3 são UASBs modificados e um é tronco cônico.

Com relação aos teores de O&G, observa-se que o valor médio encontrado para o lodo de esgoto anaeróbico (0,43%) é ligeiramente superior ao valor médio da espuma (0,36 %), porém essa diferença fica dentro do desvio padrão dos resultados.

A grande maioria dos resultados de O&G ficou abaixo de 1%, tanto para espuma como para o lodo.

A semelhança entre resultados se repetiu com as amostras que foram avaliadas quanto ao teor de ST, tendo-se a média de 16,75% para espuma e 13,04% para o lodo e um desvio padrão médio de 10,81%.

O gráfico de barras de erro elaborado para os resultados de O&G indica que os valores médios encontrados para espuma ficam englobados pelas barras de erro dos valores médios encontrados para o lodo, comprovando a semelhança entre as amostras.

Já para o teor de ST, o gráfico de barras de erro evidencia uma concentração um pouco superior para os resultados das escumas, porém sem diferença significativa entre os tratamentos, muito próximos da banda de confiança de 95% construída para todos os tratamentos em avaliação.

A diferença de espaçamento no gradeamento das ETEs avaliadas não interferiu na composição de O&G das escumas e lodos, enquanto o fato de operar muito acima da vazão de projeto pode contribuir com uma maior quantidade de O&G no lodo, assim como ETEs que operam em vazões abaixo das vazões de projeto possuem maior teor de O&G na espuma.

A diferença visual entre as escumas geradas no interior do separador trifásico e na área de decantação de uma das ETEs não resultou em diferença significativa no teor de O&G das escumas produzidas no interior do separador trifásico

(0,19%) e na área de decantação (0,20%), porém o lodo produzido nessa ETE possui teores um pouco mais reduzidos (0,07%).

Com base nos resultados obtidos, entende-se que o lodo e a espuma coletados em 8 ETEs de Curitiba e Região Metropolitana não apresentam teores diferenciados de O&G.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à toda equipe da Sanepar, em especial aos técnicos da Gerência de Tratamento de Esgoto (GTESG) e Gerência de Pesquisa e Inovação (GPIN) pelo apoio e contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

7 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Ross BZL, Costa FJOG, Pegorini ES; **Metodologia:** Ross BZL, Domingos LML, Faria AL; **Investigação:** Ross BZL, Domingos LML, Faria AL; **Redação Primeira Versão:** Ross BZL, Costa FJOG, Domingos LML, Pegorini ES; **Redação, Revisão & Edição:** Ross BZL, Costa FJOG.

8 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.

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

GOMES, C.S.; ALVES, H.B.; SQUIBA, L.M. Escumas como pesadelos dos tratamentos RALF e UASB para esgotos sanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** ABES, 2007. 1 CD-ROM.

JURGENSEN, D. A experiência no tratamento de esgotos na Sanepar. In: SEMINÁRIO SOBRE TRATAMENTO DE ESGOTO, 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SANEPAR, 2005. 1 CD-ROM.

NOYOLA, A.R.; PADILLA-RIVERA, A.; MORGAN-SAGASTUME, J.M.; GÜERCA, 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. <https://doi.org/10.1002/clen.201100707>

ROSS, B.Z.L. **Escuma de reatores anaeróbios tratando esgotos domésticos em escala real: produção, caracterização e proposição de parâmetros para seu gerenciamento**. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental), UFPR, Curitiba, 2015, 163p.

SOUZA, C.L.; AQUINO, S.F.; CHERNICHARO, C.A.L. Production and characterization of scum and its role in odor control in UASB reactors treating domestic wastewater. **Water Science & Technology**, v. 54, p. 201-208, 2006. <https://doi.org/10.2166/wst.2006.745>