

II-273 – COMPARAÇÃO ENTRE OS TEORES DE ÓLEOS E GRAXAS DE ESCUMA E LODO PRODUZIDOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Bárbara Zanicotti Leite Ross⁽¹⁾

Pesquisadora da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Engenheira de Alimentos pela PUC – PR, mestre em Tecnologia Química pela UFPR e doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela UFPR (2015).

Fernanda Janaína Oliveira Gomes da Costa

Pesquisadora da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Engenheira de Alimentos pela UEPG – PR, Engenheira Química pela PUC-PR, mestre em Ciência e Tecnologia em Alimentos pela UEPG – PR e doutora em Engenharia de Alimentos pela UFPR.

Luana Maria Lotti Domingos

Graduanda em Engenharia Química pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, estagiária na Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná.

André Luiz de Faria Funcionário da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR desde 1978. Licenciado em Química, Física e Matemática pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Arapongas, atua como químico na Gerência de Pesquisa e Inovação da SANEPAR.

Eduardo Sabino Pegorini Assessor Técnico do Programa de Paraná Bem Tratado da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Engenheiro Agrônomo pela UFPR. Mestre em Ciências do solo pela UFPR

Endereço⁽¹⁾: Rua Engenheiro Antônio Batista Ribas, nº151 – Tarumã - Curitiba - PR - CEP: 82800-130 - Brasil - Tel: +55 (41) 3777 7261 - e-mail: barbarazl@sanepar.com.br

RESUMO

Os reatores UASBs são amplamente utilizados no estado do Paraná para o tratamento de esgotos domésticos, no entanto, uma das dificuldades encontradas na sua operação é o gerenciamento de subprodutos, tais como o lodo e a espuma. A realização da disposição final da espuma em conjunto com o lodo de esgoto facilitaria a logística na ETE. A fim de avaliar a semelhança desses dois substratos, o que permitiria sua mistura, comparou-se os teores de óleos e graxas de 135 amostras de espumas e lodos de 8 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de Curitiba e de sua Região Metropolitana. As coletas foram pontuais e a escolha do ponto de amostragem respeitou as particularidades de cada local. Foi realizada a determinação do teor de óleos e graxas (O&G) e de sólidos totais (ST) e os resultados foram comparados entre si. De modo geral, constatou-se que o valor médio de O&G 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. Os gráficos de barras de erro para os resultados de O&G das amostras de lodo e de espuma indicam a semelhança entre as amostras. A semelhança entre resultados se repetiu com as amostras que foram avaliadas quanto ao ST, tendo-se a média de 16,75% para espuma e 13,04% para o lodo e um desvio padrão médio de 10,81%. Observou-se ainda que o espaçamento diferenciado do gradeamento de cada ETE não interferiu na composição de O&G das espumas e lodos avaliados, enquanto que 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. Destaca-se que em uma das ETEs avaliadas, observou-se grande diferença visual entre as espumas geradas no interior do separador trifásico e na área de decantação. Essa diferença motivou a realização de coletas em separado de cada uma das espumas e compara-las com o lodo da mesma ETE. Os resultados da ETE H demonstraram que, mesmo com o aspecto visual bastante diferenciado, não existe diferença significativa no teor de O&G das espumas 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 reduzido (0,07%). Com base nos resultados obtidos, entende-se que o lodo e espuma coletados em 8 ETEs de Curitiba e Região Metropolitana não apresentam teores diferenciados de O&G.

PALAVRAS-CHAVE: Reator UASB, lodo, espuma, óleos e graxas.

INTRODUÇÃO

Os reatores UASB são a terceira tecnologia mais utilizada em países da América Latina e Caribe, atendendo a 17% das plantas avaliadas, 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 quanto industriais (SOUZA; AQUINO; CHERNICHARO, 2006). Apesar da carência de informação sobre esta temática, os problemas operacionais decorrentes da formação e 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 adequado 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 era 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 a do lodo de esgoto anaeróbio. 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, esta 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 que 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).

OBJETIVO

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

MATERIAIS E MÉTODOS

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 a 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.

<i>ETE</i>	<i>Localização</i>	<i>Modelo de reator UASB</i>	<i>Número de Reatores</i>	<i>Vazão de projeto (Qp)</i>	<i>Vazão atual (Qa)</i>	<i>Taxa (Qa/Qp)</i>	<i>Espessura do Gradeamento</i>
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 acordo 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 e de lodo de esgoto anaeróbico nas ETEs avaliadas.

<i>ETE</i>	<i>Forma de coleta de espuma</i>	<i>Forma de coleta do lodo de esgoto</i>
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. A Figura 1 apresenta uma imagem de satélite de cada uma das ETEs participantes da pesquisa.

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 nos 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 (Figura 2).

A Figura 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 Figura 1 tem-se o modelo de reator UASB equivalente ao existente na ETE H.

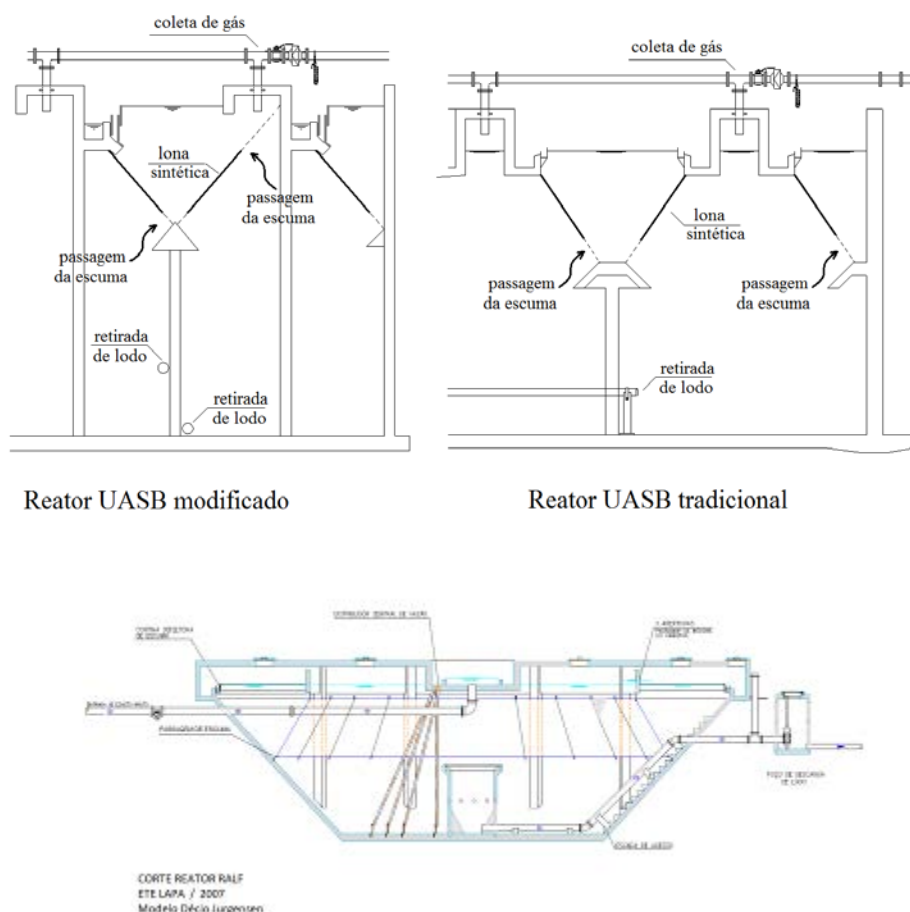


Figura 1: Esquema comparativo entre os modelos de reatores UASBs: modificado, tradicional e tronco cônico.

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 (Figura 2).



(a)



(b)

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, 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% (Figura 3). Os altos teores de ST na espuma da referida ETE comprovam o grande acúmulo observado visualmente de material.



(a)



(b)

Figura 3: Espuma espessa acumulada no decantador anaeróbico (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 decantação (Figura 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, 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%.

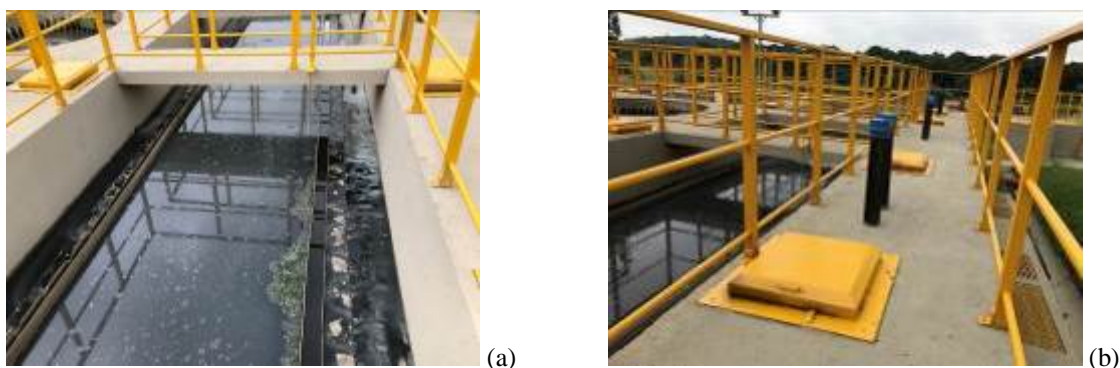


Figura 4: Área de decantação (a) e gasômetros com tampa (b) na ETE F.

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 (Figura 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 desaguamento.



Figura 5: Vista do reator da ETE H.

As Tabelas 3 e 4 resumizam os resultados apresentados anteriormente, obtidos para a avaliação 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 de que 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 Figura 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 Figura 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.

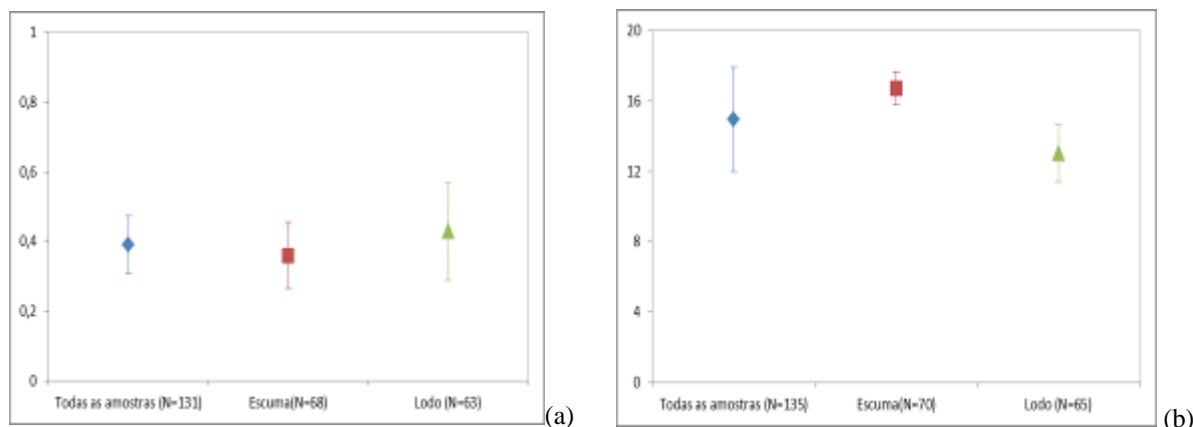


Figura 6: Avaliação dos teores de O&G (a) e ST (b) das amostras de lodo e de espuma de diversas ETEs da RMC (N = número de amostras).

As Figuras 7 e 8 apresentam o aspecto visual de algumas amostras, enquanto que a Figura 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.

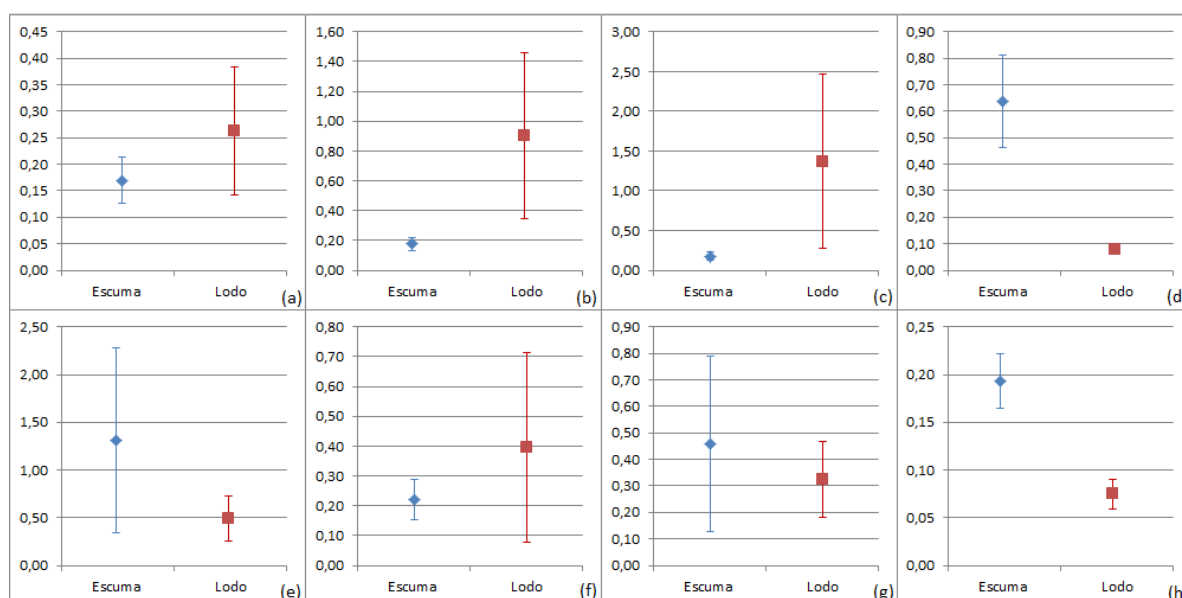


Figura 9: Avaliação dos teores de O&G das amostras de lodo e de espuma das ETEs A (a), B (b), C (c), D (d), E (e), F (f), G (g) e H (h) de Curitiba e Região Metropolitana.

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 a 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, ambas possuem o reator modificado e gradeamento fino, 6 mm. Mostrando-se na situação inversa a 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, 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 Figura 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 escumas e lodos avaliados, enquanto que 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 nessa 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 afluente à ETE justificaria essa diferença entre as ETEs.

Diferenciação de espuma do gasômetro e da área de decantação

No caso da ETE H (Figura 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 e compara-las com o lodo da mesma ETE (Figura 11).



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

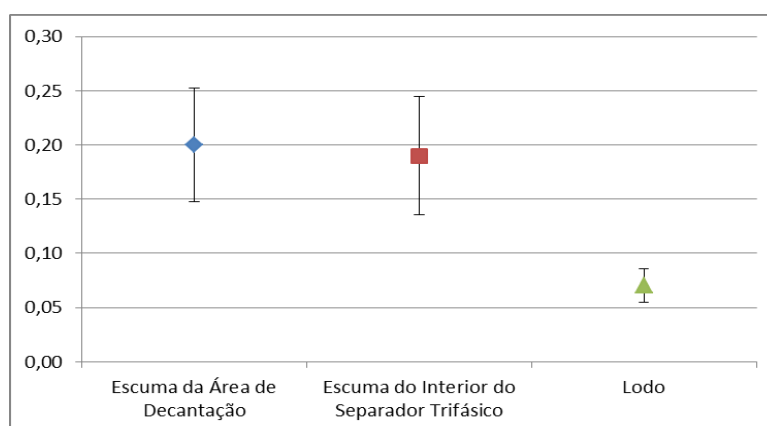


Figura 11: Avaliação dos teores de O&G (%) das amostras de lodo e de espuma da área de decantação e do interior do separador trifásico da ETE H.

Conforme apresentado na Figura 13 não existe diferença significativa entre os valores médios das espumas 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 espumas e que os valores máximos desse último substrato não ultrapassa 1 % do total da amostra.

O teor de O&G das espumas 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, encontrou-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 das amostras terem sido obtidas em leitos de secagem. Já as escumas não apresentaram muita variação no teor de sólidos, tendo o desvio padrão inferior a 4% nos dois casos.

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 anaeróbio (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 quanto 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 que 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 reduzido (0,07%).

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

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda equipe da GPIN e da GTEsg pela colaboração na execução do presente estudo, em especial aos técnicos, operadores e vigias das ETEs Cachoeira, CIC Xisto, Contenda, Fazenda Rio Grande, Lapa, Padilha Sul, Passaúna e Santa Quitéria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUCÁRIA, Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Esgotamento Sanitário. Disponível em < http://araucaria.pr.gov.br/grp/uploads/publicação/DECRETO_30.064_-16_compressed_Parte7_1502192842.pdf>
2. 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.
3. CHERNICHARO, C.A.L. Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2011. 380p.
4. CURITIBA, Prefeitura Municipal Plano Municipal de Esgotamento Sanitário. Novembro, 2017, 113p. Disponível em < <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2017/00211736.pdf>> .
5. FAZENDA RIO GRANDE, Prefeitura Municipal Plano Municipal de Esgotamento Sanitário, 2013, 48p. Disponível em < <http://www.fazendariogrande.pr.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/PMSB.pdf>>
6. 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, Belo Horizonte, 2007. Anais. ABES: 2007.
7. JURGENSEN, D.. A experiência no tratamento de esgotos na Sanepar. In: SEMINÁRIO SOBRE TRATAMENTO DE ESGOTO. Curitiba: SANEPAR, 2005.
8. 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.
9. ROSS, B.Z.L. Escuma de reatores anaeróbios tratando esgotos domésticos em escala real: produção, caracterização e proposição de parâmetros para seu gerenciamento. Tese de Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, UFPR, Curitiba, 2015, 163p.
10. 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.