

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS – CAIXAS DE GORDURA

Diani Fernanda da Silva¹; Luis Henrique Israel²; Jéferson Petry³; Camilo Freddy Mendonza Morejon⁴; Felipe Ramon Less⁵

Resumo - A NBR 8160/1999 define as caixas gorduras presentes nos domicílios urbanos, como dispositivos de retenção de óleos, gorduras e materiais graxos. Esses dispositivos têm como função reter os resíduos indesejáveis (óleo, gordura e material particulado) por meio do processo de flotação natural. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de retenção de óleo/gordura e material particulado em três caixas de gordura convencionais das marcas A, B e C disponíveis no mercado. Os resultados das três caixas mostraram um baixo desempenho, principalmente para a retenção de óleos e gorduras. Somente a caixa de gordura da marca A obteve 100% de eficiência na retenção de material particulado e as demais apresentaram uma baixa eficiência. Porém, quando não realizada a manutenção periódica (das caixas de gordura) a eficiência das mesmas cai para zero, operando como simples tanques de passagem. Assim foi constatada a existência de problemas/gargalos técnicos seja no dimensionamento dos elementos constitutivos e/ou no desenho industrial desses equipamentos.

Palavras-Chave: Caixas de gordura, efluentes domésticos, eficiência.

PERFORMANCE ANALYSIS OF CONVENTIONAL DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS – GREASE TRAPS

Abstract - The NBR 8160/1999 sets the grease traps present in urban residencies, as retention devices of oils, fats and fatty materials. These devices have the function to retain undesirable residues (oils, fats and particulate solids) through natural flotation process. The study aimed to evaluate the retention efficiency of oil/grease and particulate solids in three conventional grease traps of brands A, B e C commercially available. The three grease traps results showed a low performed, mainly for the retention of oils and fats. Only the grease trap of brand A obtained 100% efficiency in particulate solid retaining and the others showed a low efficiency. However, when the periodic maintenance is not performed (of grease traps) their efficiency falls to zero, functioning as a simple passing tank. Thus was verified the existence of technical problems/bottlenecks in the constituent elements dimensioning and/or in the equipment industrial design.

Keywords: Grease traps; domestic wastewater; efficiency.

¹ Engenheira Ambiental, Mestranda em Engenharia Química – Monitoramento e Controle Ambiental, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, diani.engambiental@gmail.com;

² Graduando em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, luishenriqueisrael@hotmail.com;

³ Graduando em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, jefe_pele@hotmail.com;

⁴ Docente do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, camilo@unioeste.br;

⁵ Engenheiro Ambiental, Especialista em Saúde, Segurança e Meio Ambiente, IEF/AP, felipeless@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) a presença de elevadas concentrações de óleos e gorduras encarecem em até 45%, os custos do tratamento. Isso, como consequência do aumento do tempo de retenção hidráulica dos efluentes (nas lagoas de estabilização), da redução da capacidade dos aeradores, da elevada demanda de produtos flocculantes, e da formação de lodos com diferentes características físicas que promovem a flotação da biomassa, ocasionando a redução da atividade hidrolítica (Omil *et al.* 2003; Mendes *et al.* 2005; Fernandes *et al.* 2008).

Diante disso, evidencia-se a necessidade da separação efetiva de óleos, gorduras, graxas e sólidos particulados do efluente doméstico ainda na fonte (nas residências). Para essa finalidade a NBR 8160/1999, normatiza a utilização das caixas de gordura nos domicílios urbanos, como dispositivos de retenção de óleos, gorduras, materiais graxos e sólidos particulados com base de processos de flotação/decantação natural, sendo que os resíduos retidos devem ser removidos de forma periódica.

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação das eficiências de retenção de óleos, gorduras e material particulado de três caixas de gorduras convencionais disponíveis no mercado.

MATERIAS E MÉTODOS

Para a realização das análises de eficiência na retenção de óleo/gordura (O/G) e sólidos particulados (SP) desenvolveu-se um módulo experimental composto por uma pia de cozinha, três caixas de gordura, tubulações, registros e tanque para coleta/armazenamento dos efluentes tratados. O esquema da Figura 1 ilustra a montagem do módulo experimental. As caixas de gordura empregadas no experimento foram os modelos convencionais de 20 L das marcas A, B e C disponíveis no mercado.

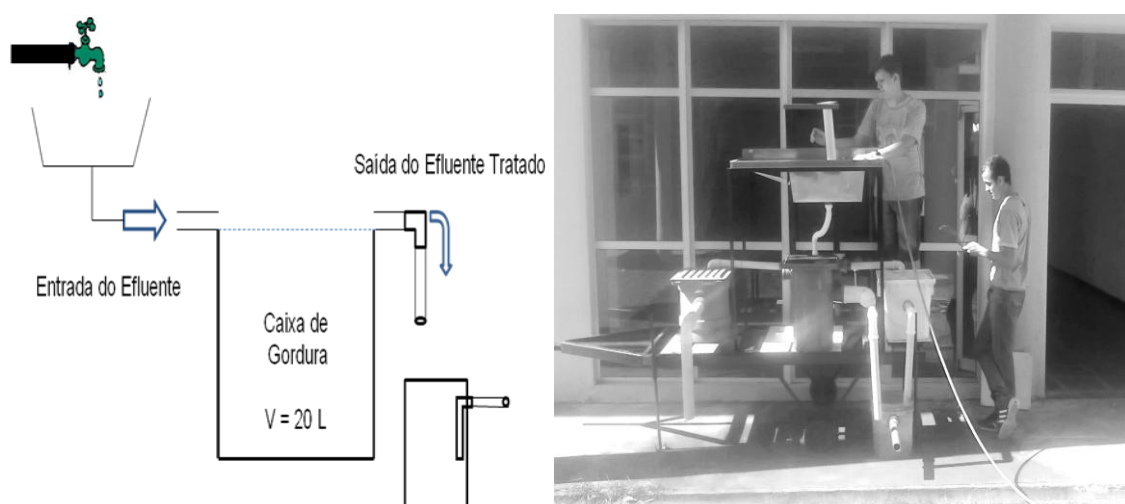


Figura 1 - Esquema operacional do experimento para avaliação das eficiências das caixas de gordura.

No estudo da eficiência das caixas foram consideradas três velocidades, no escoamento do efluente, sendo elas $1,25 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$, (valor baixo), $7,14 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$ (valor intermediário) e $4,3 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$ (valor máximo). A altura manométrica entre a pia e as caixas de gordura A, B e C foi 1,10 m

para efeitos de comparação, as condições operacionais das caixas de gordura foram as mesmas, com coletas de amostras depois de cada tratamento do efluente, simulando a situação real das residências.

Na preparação da carga (efluente) foram consideradas duas situações: uma constituída de óleo e água e outra constituída de sólidos particulados (restos de alimentos) e água. Em cada caso foi utilizado três composições, o primeiro com 0,025; 0,050 e 0,100 L de óleo e gordura (O/G_E) despejado na pia e o segundo com 0,020; 0,080 e 0,150 kg de sólidos particulados (SP_E) também despejados na pia e arrastados pela água alimentada pela torneira, nas vazões anteriormente especificadas. Os experimentos foram realizados separadamente, em cada uma das três caixas de gordura e totalizaram 54 ensaios.

O cálculo da eficiência de retenção de sólidos particulados (η_1) e eficiência de óleos/gorduras (η_2), foi realizado com base das equações 1 e 2 respectivamente. Em cada caso $Q_{(SP)E}$ é quantidade de sólidos particulados que entra na caixa de gordura (kg), $Q_{(SP)S}$ é a quantidade de sólidos particulados que sai da caixa de gordura (kg), $Q_{(O/G)E}$ é a quantidade de óleo/gordura que entra na caixa de gordura (L) e $Q_{(O/G)S}$ é a quantidade de óleo/gordura que sai da caixa de gordura (L).

$$\eta_1 = \frac{Q_{(MP)E} - Q_{(MP)S}}{Q_{(MP)E}} \times 100 \quad (1)$$

$$\eta_2 = \frac{Q_{(O/G)E} - Q_{(O/G)S}}{Q_{(O/G)E}} \times 100 \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da eficiência de retenção de sólidos particulados (η_1) correspondente às três caixas de gordura analisadas no experimento.

Tabela 1 - Resultados de retenção de material particulado (SP) nas caixas de gordura analisadas no experimento.

<i>Quant. SPE (kg)</i>	<i>Velocidade da água (m s⁻¹)</i>	<i>η_{1A} Eficiência de Retenção de SP Caixa A (%)</i>	<i>η_{1B} Eficiência de Retenção de SP Caixa B (%)</i>	<i>η_{1C} Eficiência de Retenção de SP Caixa C (%)</i>
0,020	V ₁	0,0046	0	0
0,080		0,0046	0	0
0,150		0,0046	0	0
0,020	V ₂	0,00714	100%	0
0,080		0,00714	100%	0
0,150		0,00714	100%	0
0,020	V ₃	0,0172	100%	10
0,080		0,0172	100%	20
0,150		0,0172	100%	30

Na Figura 2 se apresenta os resultados da eficiência das caixas de gordura A, B e C correspondente a velocidade máxima de $0,0172 \text{ m s}^{-1}$, para as três quantidades de SP (0,02 kg; 0,08 kg e 0,15 kg) na entrada do dispositivo.

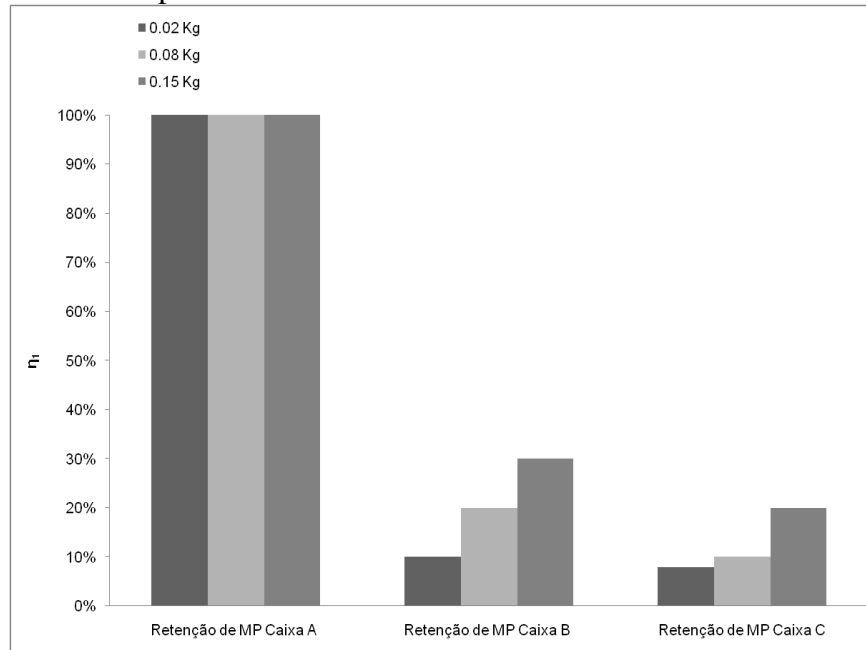


Figura 2 - Valores de retenção (%) de sólidos particulados pelas caixas de gordura A, B e C empregando a velocidade $3 (0,0172 \text{ m s}^{-1})$.

Conforme apresentado na Tabela 1, na velocidade $v_1 (0,0046 \text{ m s}^{-1})$ nas caixas de gordura A, B e C ocorreu uma estagnação dos sólidos particulados na tubulação impossibilitando a avaliação da remoção pelo equipamento.

Segundo a Tabela 1, para a $v_2 (0,00714 \text{ m s}^{-1})$, a caixa de gordura A apresentou resultados satisfatórios, promovendo a retenção de 100% do material particulado. Tal desempenho deve-se a disposição dos orifícios da caixa de gordura, que estão localizados na lateral do equipamento. Apenas os particulados com densidade menor que a da água, suspensos na parte superior da caixa, foram arrastados para fora da mesma. Considerando a caixa de gordura B, observa-se que não ocorreu à retenção do material particulado pelo dispositivo, devido à disposição e tamanho dos orifícios da peneira ser maior que o diâmetro dos sólidos particulados, e maior também que os orifícios do ralo da pia da cozinha, conseqüentemente promovendo o arraste dos sólidos particulados pela corrente do efluente. O princípio de operação da caixa de gordura C foi semelhante ao da caixa B no que se refere à retenção dos SP utilizando a v_2 , e por conseqüência dos mesmos gargalos técnicos, não ocorreu à retenção dos sólidos particulados pelo dispositivo.

Como pode ser visualizado na Figura 2 e Tabela 1, para $v_3 (0,0172 \text{ m s}^{-1})$, a caixa de gordura A apresentou resultados satisfatórios alcançando uma retenção de 100% do material particulado. Tal desempenho deve-se a disposição dos seus orifícios, que estão localizados na lateral do equipamento. Apenas os particulados com densidade menor que a da água, suspensos na parte superior da caixa, foram arrastados para fora da mesma. Analisando a caixa de gordura B, foi constatado que nas condições de maior concentração de sólidos particulados (0,150 kg), prevaleceu a precipitação dos mesmos no fundo da caixa (30%), porém não foi possível a sua retirada pelo dispositivo de manutenção (balde dotado de orifícios na base disposto no interior do equipamento) e, conseqüentemente esses SP retidos no fundo da caixa, foram posteriormente carreados pela

corrente de efluente. Numa situação real o acúmulo dos sólidos particulados, dentro da caixa, deve comprometer o volume útil de operação até a saturação. Na caixa de gordura C, o dispositivo de manutenção possuía um diâmetro dos orifícios maior do que as demais caixas e também maior que a abertura dos orifícios do ralo da pia da cozinha, implicando numa baixa eficiência ou até mesmo a inexistência da capacidade de retenção do material particulado. Nessas condições, de forma temporária, a caixa conseguiu reter apenas 20% dos 0,150 kg de SP, pois os mesmos eram arrastados e/ou acumulados dentro da caixa até a saturação do volume do equipamento.

Na Tabela 2 apresenta-se os resultados das eficiências de retenção de óleo e gordura (η_2) pelas caixas de gordura A, B, e C.

Tabela 2 - Resultados de retenção de óleo e gordura pelas caixas de gordura analisadas no experimento.

Quant. de O/G _E (L)	Velocidade da água (m s ⁻¹)	η_{2A} Eficiência de Retenção de O/G Caixa A (%)		η_{2B} Eficiência de Retenção de O/G Caixa B (%)		η_{2C} Eficiência de Retenção de O/G Caixa C (%)		
		t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	
		(2 min)	(8min)	(2min)	(8 min)	(2 min)	(8min)	
0,025	v ₁	0,0046	70	20	80	30	55	25
0,050		0,0046	80	25	85	50	60	20
0,100		0,0046	80	30	90	80	70	35
0,025	v ₂	0,00714	65	0	75	20	30	5
0,050		0,00714	70	5	80	30	35	10
0,100		0,00714	75	10	85	35	40	15
0,025	v ₃	0,0172	40	2	60	2	20	0,5
0,050		0,0172	45	5	65	8	25	1
0,100		0,0172	50	5	70	10	30	2

Na Figura 3 se apresenta os resultados da eficiência de retenção de óleo e gordura das caixas de gordura A, B e C, correspondente a velocidade mínima de 0,0046 m s⁻¹, para as três quantidades de O/G (0,025, 0,050 e 0,100 L) na entrada do dispositivo, nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

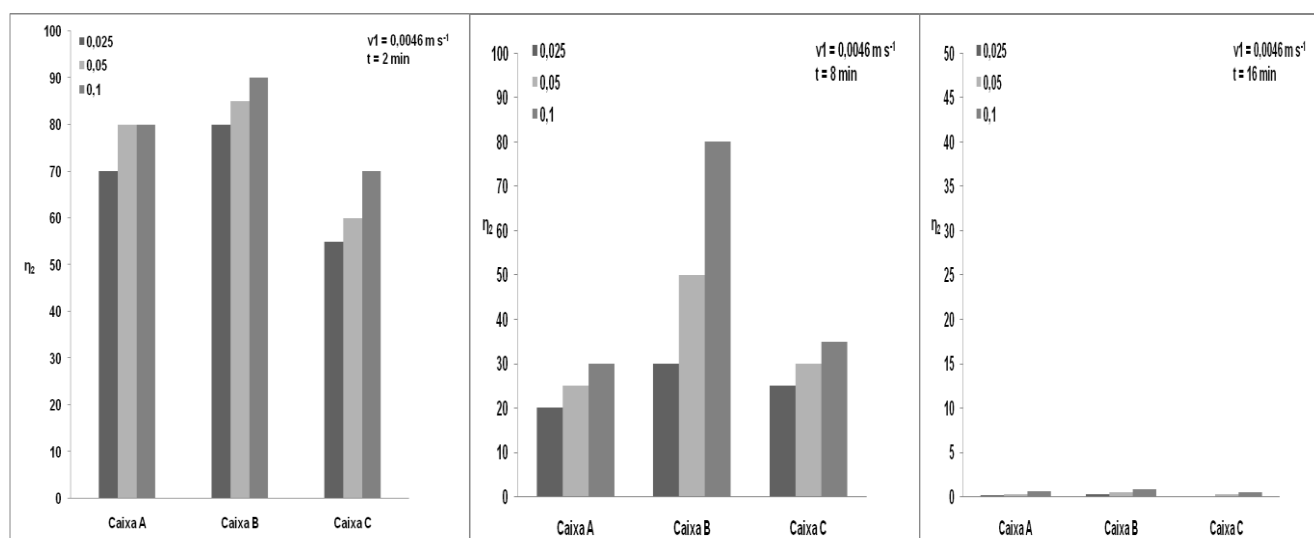


Figura 3 - Valores de retenção (%) de óleo/gordura pelas caixas de gordura A, B e C empregando a velocidade 1 (0,0046 m s⁻¹), nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

Conforme apresentado pela Tabela 2 e Figura 3, utilizando v_1 ($0,0046 \text{ m s}^{-1}$), a caixa de gordura A apresentou resultados ineficientes na retenção de óleo e gorduras, alcançando 80% de retenção durante as condições operacionais de menor velocidade ($0,0046 \text{ m s}^{-1}$) e quantidade de óleo e gorduras de 0,050 e 0,100 L no período de 2 minutos. Verifica-se que no decorrer do tempo (8 e 16 minutos) a eficiência do equipamento reduz drasticamente até não ocorrer mais a retenção de O/G. A ineficiência do dispositivo deve-se a localização inadequada do cano para coleta do efluente tratado, pois o mesmo se encontra próximo ao nível do óleo sobrenadante o que facilita a passagem do efluente sem tratamento pelos orifícios laterais juntamente com o efluente tratado.

A caixa de gordura B apresentou retenção de 90% de óleo/gordura em condições de baixa velocidade e elevada quantidade inicial do poluente (0,100L), no período de 2 minutos (Figura 3). O resultado apresentado justifica-se pelo fato do equipamento não possibilitar a passagem do efluente com óleo e gordura pelos orifícios laterais, quando é empregada uma velocidade baixa de escoamento da água, porém, no decorrer do tempo e em condições de velocidade elevada o equipamento demonstra a mesma limitação presente na caixa anterior no que refere à disposição do cano de recolhimento do efluente tratado.

O mesmo ocorre na caixa de gordura C, que apresentou os resultados mais insatisfatórios do estudo, com a eficiência de retenção de O/G de 70% em condições de baixa velocidade e elevada quantidade inicial do poluente (0,100L), no período de 2 minutos, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

Na Figura 4 se apresenta os resultados da eficiência de retenção de óleo e gordura das caixas de gordura A, B e C, correspondente a velocidade intermediária de $0,00714 \text{ m s}^{-1}$, para as três quantidades de O/G (0,025, 0,050 e 0,100 L) na entrada do dispositivo, nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

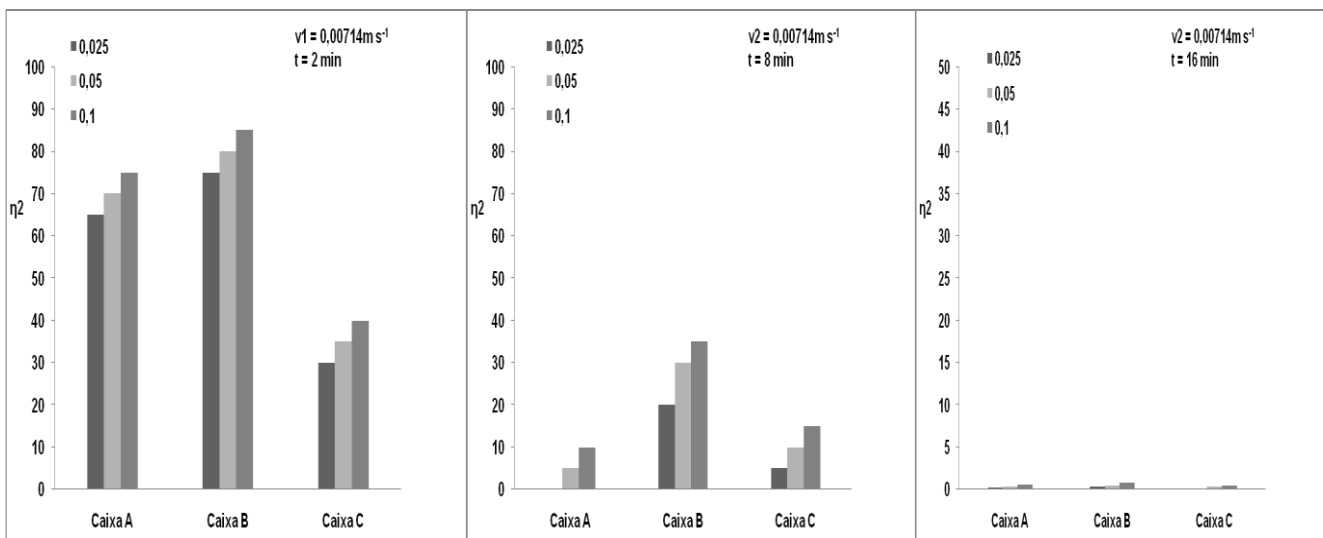


Figura 4 - Valores de retenção (%) de óleo/gordura pelas caixas de gordura A, B e C empregando a velocidade 2 ($0,00714 \text{ m s}^{-1}$), nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

Observa-se na Figura 4, que as caixas de gordura A, B e C obtiveram resultados insatisfatórios de retenção (75%, 85% e 40% respectivamente) para a quantidade de O/G_E de 0,100 L no período de 2 minutos, as limitações e gargalos técnicos abordados anteriormente para v_1 , comprometeram e até mesmo impossibilitam a retenção dos poluentes. Novamente foi constatado que no decorrer do tempo a eficiência dos dispositivos se reduz a 0%.

Na Figura 5 se apresenta os resultados da eficiência na retenção de óleo e gordura das caixas de gordura A, B e C, correspondente a velocidade máxima de $0,0172 \text{ m s}^{-1}$, para as três quantidades de O/G (0,025, 0,050 e 0,100 L) na entrada do dispositivo, nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

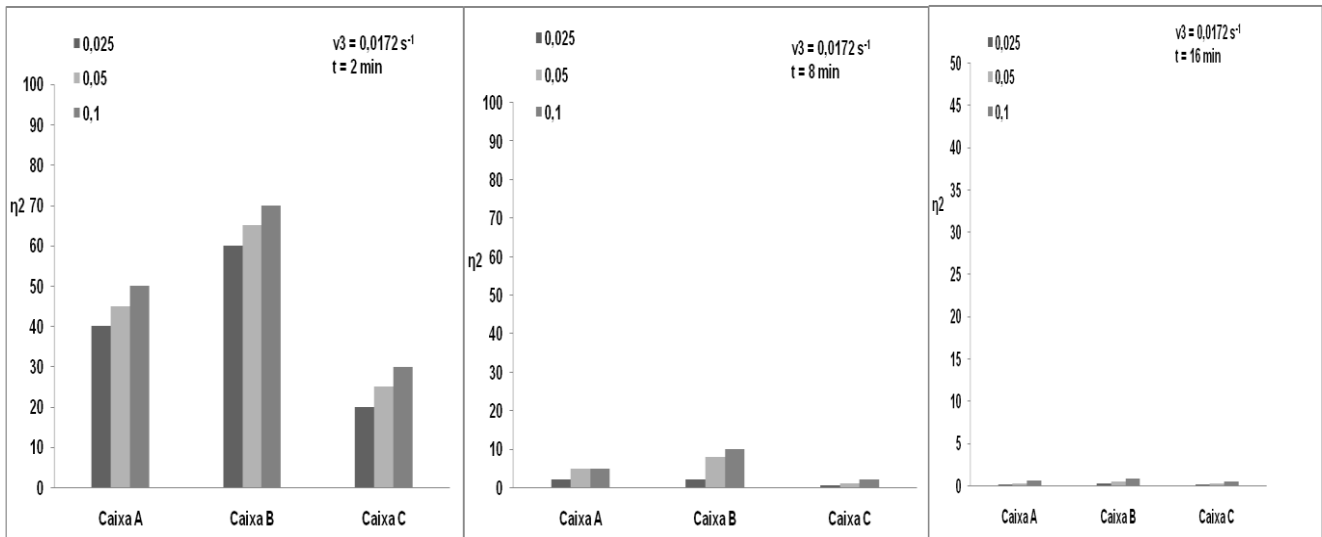


Figura 5 - Valores de retenção (%) de óleo/gordura pelas caixas de gordura A, B e C empregando a velocidade $3 (0,0172 \text{ m s}^{-1})$, nos períodos de 2, 8 e 16 minutos.

Na Figura 5, observa-se que os dispositivos demonstraram as mesmas limitações técnicas citadas acima, sendo que utilizando uma velocidade elevada ($0,0172 \text{ m s}^{-1}$) no período de 2 minutos, as caixas de gordura A, B e C reduziram suas eficiências de retenção de O/G para 50, 70 e 30% respectivamente, em condições de elevada quantidade de entrada de O/G (0,100L).

De acordo com a Tabela 2 e as Figuras 3, 4 e 5 evidencia-se que após decorridos 16 minutos, todo o óleo e gordura presente nas caixas foram carregados para o seu exterior devido à inexistência de um coletor do poluente. Percebe-se que a separação por densidade trata-se apenas de uma solução instantânea, para realmente ocorrer à retenção de óleos e gorduras nos dispositivos, eles devem ser totalmente separados do restante do efluente e deslocados para outro compartimento, evitando que um efluente com altas concentrações de óleos e gorduras venha a comprometer as tubulações, o fluxo e o posterior tratamento destes efluentes nas ETEs .

Sendo assim, comprova-se que as caixas de gordura pequenas, simples e duplas, na maioria das vezes, acabam operando como simples caixas sifonadas de passagem e não como dispositivos de tratamento preliminar como proposto. De acordo com Gnipper (2008) e os resultados obtidos no presente estudo, os critérios normativos empíricos de dimensionamento das caixas de gordura em vigor resultam em caixas retentoras de gordura com desempenho acentuadamente baixo, operando com períodos de detenção e elementos técnicos muito inferiores aos requeridos para a remoção eficiente das partículas de óleos e gordura.

CONCLUSÃO

Tendo em vista que a remoção preliminar de óleos e gorduras presentes nos efluentes domésticos é de fundamental importância para a garantia do fluxo adequado dos efluentes até as

ETEs, preservação das tubulações evitando os possíveis entupimentos e obstruções com também para a redução nos custos do tratamento, a eficiência das caixas de gordura domésticas é imprescindível nesta função. No entanto, conforme constatado no estudo, as residências não possuem um dispositivo eficiente na retenção de tais componentes, mas sim apenas um tanque de passagem entre a pia da cozinha e a tubulação coletora de esgoto doméstico.

A função de retenção de sólidos particulados foi validade apenas na caixa de gordura A, devido à disposição adequada dos orifícios nas paredes laterais do dispositivo, 100% dos sólidos particulados ficaram retidos no dispositivo de manutenção.

Diante disso, evidencia-se a necessidade do desenvolvimento de tecnologias realmente eficazes na retenção de óleos e gorduras presentes nos efluentes domésticos, dotadas de elementos técnicos que promovam a separação das substâncias indesejáveis do meio líquido, resultando em um efluente adequado posteriormente destinado a ETE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1999). *NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução*. Rio de Janeiro.

FERNANDES, R. K. M., PINTO, J. M. B., MEDEIROS, O. M., PEREIRA, C. A. (2008). Biodiesel a partir de óleo residual de fritura: alternativa energética e desenvolvimento sócio-ambiental. In: *Anais do 28 Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, ABEPRO.

GNIPPER, S. F. (2008). Avaliação da eficiência das caixas retentoras de gordura prescritas pela NBR 8160:1999 como tanques de flotação natural. *Revista Ambiente Construído*, v. 8, n.2, p. 119-132.

MENDES, A. A., CASTRO, H. F., PEREIRA, H. B., FURIGO JÚNIOR, A. (2005). Aplicação de lípases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. *Revista Química Nova*, v. 28, n.2, p. 296-305.

OMIL, F., GARRIDO, J. M., ARROJO, B., MÉNDEZ, R. (2003). Anaerobic filter reactor performance for the treatment of complex dairy wastewater at industrial scale. *Water Research*, v. 37, n. 17, p. 4099-4108.