



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE CAIXA DE GORDURA EMPREGADO EM SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO

Diandra Alves de Ávila Soares⁽¹⁾

Engenheira Química formada pela Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), pós-graduada em Engenharia da Qualidade pela faculdade FAVENI e mestranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ).

Maria Fernanda Cavalcante Machado⁽²⁾

Graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Bolsista de iniciação tecnológica IT/CNPq.

Ana Clara Alves de Macedo⁽³⁾

Técnica em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IFET). Graduanda em Engenharia Química em formação pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

Jackson de Oliveira Pereira⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ).

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de São João Del-Rei - Campus Alto Paraopeba (CAP). Rod. MG 443, km 07- Fazenda do Cadete - Ouro Branco MG - Cep: 36495 000 - Brasil - Tel: +55 (31) 98326-1290 - e-mail: diandravila@hotmail.com

RESUMO

As caixas retentoras de gorduras domiciliares têm por finalidade principal a redução dos teores de óleos e graxas lançados diretamente nos sistemas de esgotamento sanitário. O equipamento é dividido em duas câmaras separadas por um septo, uma câmara receptora e outra vertedora. O princípio de funcionamento é a flotação natural das gorduras que se separam do efluente líquido por diferença de densidade. Entretanto, estudos indicam que a eficiência deste dispositivo é bastante limitada, em razão dos critérios empíricos que são adotados no seu dimensionamento. Assim, este trabalho avaliou a eficiência de um protótipo de caixa de gordura, que vem sendo desenvolvido pelo grupo pesquisas, comparativamente a dois sistemas de retenção de gorduras já existentes no mercado: Amanco e Tigre Para tanto, foram realizados experimentos de quantificação da remoção de óleos e graxas em cada sistema de separação, além de avaliar as condições de operação. Utilizando o Protótipo foi possível obter uma eficiência de separação de óleos e graxas de 9,7% e de DQO de 27,9%. Em contrapartida, as caixas Tigre e Amanco obtiveram eficiência de remoção de óleos e graxas de 12% e 9,3% e de DQO de 23,7% e 27,1% respectivamente. As diferenças de eficiências podem ser atribuídas o volume de retenção, *design* e o formato das caixas. Entretanto, os baixos valores do protótipo devem-se ao fato do mesmo ter sido projetado com mesmo volume de retenção das caixas comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência; sistemas de retenção; tratamento de esgotos; óleos e graxas.

INTRODUÇÃO

As caixas retentoras de gordura são dispositivos que têm a finalidade de realizar a separação dos compostos gordurosos, presentes nos efluentes provenientes de cozinhas, áreas de churrasqueira, restaurantes, cozinhas industriais, entre outros.

O uso das caixas de gordura é de extrema relevância por evitarem uma série de problemas nos sistemas de esgotos, tais como: i) entupimentos de redes coletoras; ii) a flotação de sólidos suspensos em poços de sucção de estações elevatórias de esgoto, e a aderência de detritos em superfícies de equipamentos e instrumentos (grades, cestos, bombas); iii) a redução do desempenho dos processos biológicos de tratamento, que ocorre



devido redução da transferência de massa provocada pela formação de um filme de gordura sobre as células bacterianas; iv) o manuseio e o desaguamento do lodo biológico residual gerado nas estações de tratamento de esgotos; v) e no caso do despejo em corpos hídricos, os óleos e graxas (OG) formam filmes sobre a superfície das águas, que limitam as trocas gasosas com o ar atmosférico e comprometem a sobrevivência das espécies aquáticas (JORDÃO & PESSÔA, 2009; GASPERI, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014; VON SPERLING, 2014; CHERNICHARO *et al.*, 2015).

O problema da utilização das caixas de gordura é que o dimensionamento destas unidades não leva em consideração critérios físicos teóricos de flotação, sendo puramente empírico. O método se baseia apenas no número de cozinhas atendidas pela caixa, ou o número de refeições servidas, e foi herdado no antigo Decreto n.º 2.886, de 10 de junho de 1969, do antigo Estado da Guanabara (SANO, 1982 *apud* GNIPPER, 2008), tendo permanecido na edição atualmente em vigor da norma técnica, NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução (ABNT, 1999). Essa talvez seja a possível razão para referida norma facultar a utilização das caixas, ficando a obrigatoriedade do seu emprego a cargo de leis municipais e/ou por exigência das concessionárias de saneamento.

Apesar do interesse das concessionárias na instalação das caixas de gordura domiciliares, a limpeza fica sob a responsabilidade do usuário. Em geral, as concessionárias recomendam uma frequência de limpeza mensal porém a manutenção destas caixas é quase sempre feita apenas quando há vazamentos e obstruções. Além disso, quando estas caixas funcionam saturadas, acabam perdendo sua função e, conseqüentemente, acabam permitindo que o material graxo alcance a rede coletora de esgotos em altas concentrações.

De acordo com GNIPPER (2008) as caixas de gordura pequenas, simples e duplas, na maioria das vezes, acabam operando como simples caixas sifonadas. E, via de regra, as caixas de gordura pré-fabricada encontradas no mercado nacional possuem a mesma concepção, com uma câmara receptora, um septo na saída e um cesto para facilitar a limpeza, e com tamanhos disponíveis que seguem as prescrições da NBR 8160.

Apesar de já existirem alguns protótipos de caixa de gordura, pouco se sabe sobre a eficiência e aplicabilidade das mesmas. Neste sentido, o projeto propõe o desenvolvimento de um modelo otimizado de caixa de gordura projetado com uma câmara de entrada própria, afastada da câmara separadora, e dimensionada com base em critérios físicos, como tempo de detenção hidráulico (TDH) (minutos), velocidade do fluxo (m/s), carga de óleos e graxas (g/dia) e vazão aplicadas (L/s), visando à melhora da eficiência e a maior retenção destes resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aparato experimental

As etapas experimentais de desenvolvimento foram realizadas no Laboratório de Hidráulica do Campus Alto Paraopeba da Universidade Federal de São João del-Rei (CAP/UFSJ). Na Figura 1 são apresentados detalhes do aparato experimental que foi empregado no projeto, composto por duas caixas de gordura comercializadas no mercado, das marcas Tigre e Amanco, que possuem volumes de retenção de 18 L e 21 L, respectivamente; caixa Protótipo que possui volume de 18L (Figura 2); reservatório de armazenamento, sistema de alimentação dos efluentes gordurosos, dispositivos de controle e medição de vazão aplicada.

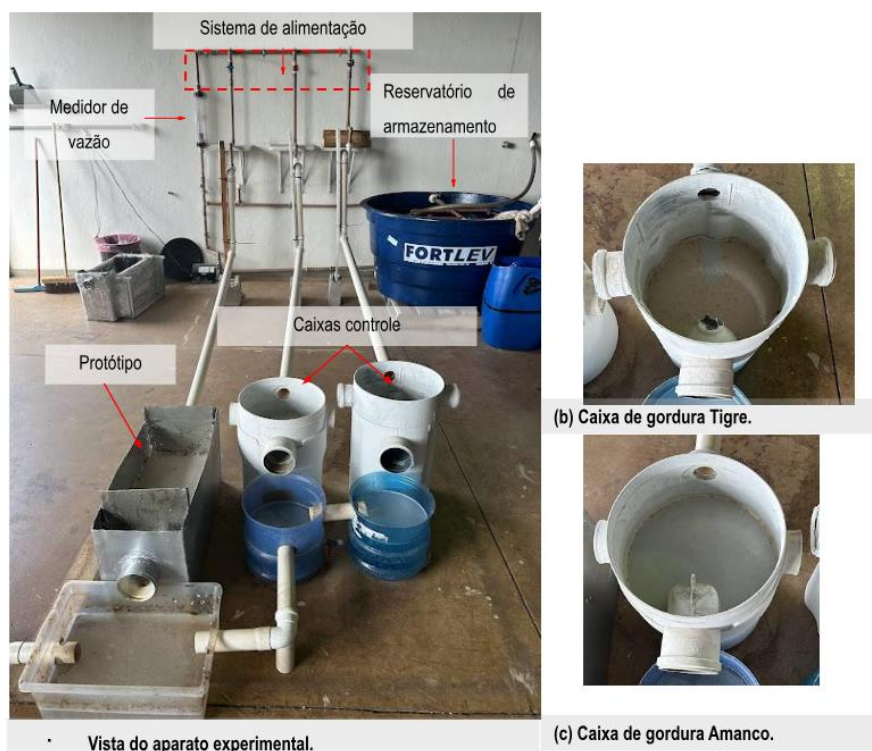


Figura 1: a) Vista do aparato experimental instalado no Laboratório de Hidráulica e Saneamento; b) Caixa de gordura Tigre; c) Caixa de gordura Amanco.



Figura 2: Caixa de gordura Protótipo.

O protótipo testado foi projetado em formato prismático, possuindo uma câmara de entrada do afluente, uma câmara de retenção de gorduras e uma câmara de saída do efluente final. A câmara retentora de gordura possuía o mesmo volume das câmaras retentoras das caixas controle, de forma a garantir o mesmo tempo de separação (Tabela 1).

Foram realizados estudos experimentais de avaliação de desempenho do protótipo proposto (dimensões de 66x25x35,3 cm e capacidade de 18L), comparativamente a dois modelos de caixas de gordura pré-fabricadas



existentes no mercado das marcas Tigre (dimensões de 38.5x38.5x44.7 cm e capacidade de 18L) e Amanco (dimensões de 50x40x40 cm e capacidade de 21 L).

Tabela 1. Características das caixas experimentais.

Caixa retentora	Formato	Volume da câmara de retenção (L)	TDH* (segundos)
Tigre	Cilíndrico	18,0	72s
Amanco	Cilíndrico	21,0	84s
Protótipo	Prismático	18,0	72s

*tempo efetivo de permanência do efluente na câmara de retenção.

Condições operacionais

O tempo de operação foi de 30 dias, com concentração de óleo de 0,8g/L e uma vazão de 0,25L/s. Foram aplicadas nas caixas de gordura o volume fixo de 100 L, correspondente a um dia de uso de uma pia de cozinha de uma residência com 5 habitantes, conforme medido por Pizzato (2012). O efluente usado foi uma mistura de água e óleo de soja que foi aplicado durante um tempo de 6,7 minutos, que é o tempo equivalente a um dia de uso de pia de cozinha.

Monitoramento

Foram coletadas alíquotas dos efluentes que deixaram a caixa de gordura no intervalo estipulado de acordo com o tempo equivalente a um dia de uso da pia, e a amostra que foi encaminhada para análise foi obtida da composição das alíquotas coletadas. A aplicação foi realizada duas vezes por semana.

Os principais parâmetros de monitoramento foram óleos e graxas (OG) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), de acordo com o *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHA/WEF, 2017). As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Básico do CAP/UFSJ.

RESULTADOS

Parâmetros de controle operacional

Os dados dos gráficos abaixo (Figuras 3 e 4) apresentam os resultados dos parâmetros de controle, pH e Temperatura, no afluente e nos efluentes das caixas. A temperatura mediana no afluente foi próxima ao valor de 26,0°C, e o pH de 7,19. Já no caso das caixas, os valores foram também similares aos do afluente sintético, sendo de 25,0°C para o protótipo e para a caixa Tigre e 26°C para a caixa Amanco. Já os valores de pH foram de 7,18; 7,08 e 7,13 para o protótipo, caixas Amanco e Tigre respectivamente, mostrando, novamente, que os valores de pH foram moderadamente neutros ($p \approx 7,0$).

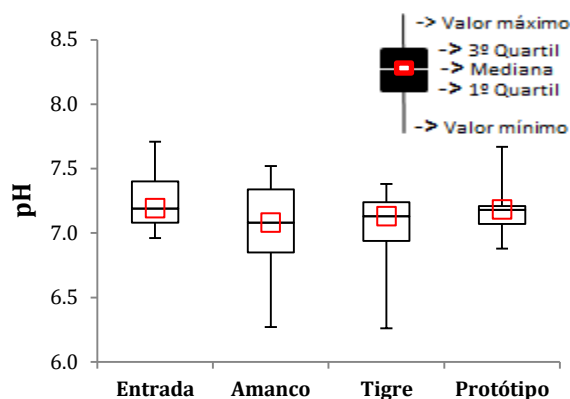


Figura 3: Boxplot dos valores de pH afluente (Entrada) e efluente das caixas de gordura avaliadas.

De acordo com Gallimore *et al.* (2011), temperaturas mais altas aumentam as forças de emulsão das águas residenciais, diminuindo a viscosidade da água, levando a uma redução na coalescência das gotículas de óleo, tendo como resultado partículas de óleo menores e mais difíceis de serem removidas das caixas de gorduras.

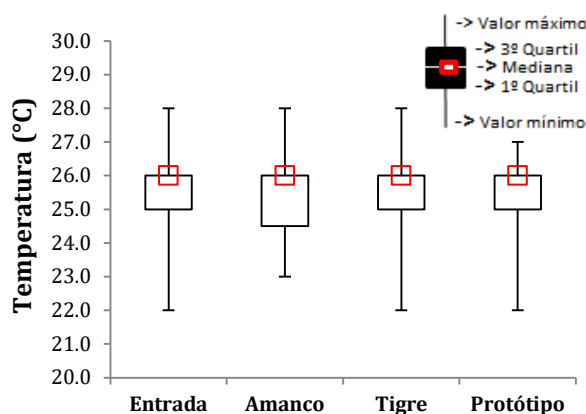


Figura 4: Boxplot dos valores de temperatura afluente (Entrada) e efluente das caixas de gordura avaliadas.

Remoção de Óleos e Graxas

Os dados do gráfico da Figura 5 apresentam os resultados das concentrações afluente e efluentes de OG para as caixas de gordura utilizadas. A concentração mediana no afluente foi de 808mg/L, estando coerente com o valor do efluente sintético que foi preparado com concentração de utilizado de 0,8g/L. Já nas caixas, os valores foram de 712mg/L, 730mg/L e 733mg/L, para as caixas Tigre, Protótipo e Amanco, correspondendo à eficiências de 12%, 9,7% e 9,3% respectivamente. Estes valores da caixa indicam que o tempo de detenção hidráulica (TDH), da ordem de 70s, não permite a adequada separação dos óleos e gorduras. Tal fato corrobora o que foi apontado por Gnipper (2008), com base em simulações de tanques de flotação, de que os modelos de caixa de gordura utilizadas no Brasil, não são efetivos na separação das gorduras.

Gallimore *et al.* (2011) encontrou eficiências dessa mesma ordem de grandeza (17%) em uma caixa interceptora de óleo e graxa baseado em fluxo passivo, operado com TDH de 35s e vazão de 0,63 L/s. Sultana *et al.* (2022) apresenta resultados de trabalhos que só atingiram eficiências elevadas, superiores a 80%, para TDH de 60 minutos (Aziz *et al.*, 2011).

Com base nestas comparações, foi possível constatar que os resultados foram limitados devido ao curto valor do TDH. Considerando que o tempo de retenção na câmara separadora é um parâmetro importante



na eficiência da caixa, e considerando ainda que o protótipo foi projetado com o mesmo tempo de separação das caixas controle, era de se esperar um desempenho limitado no protótipo.

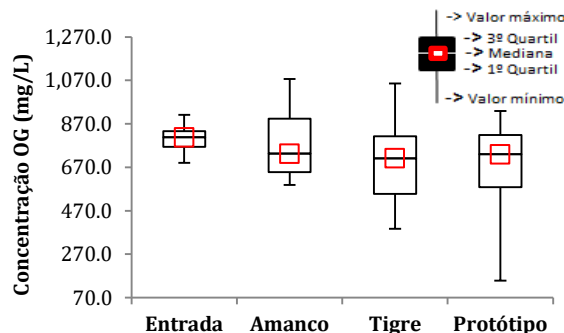


Figura 5: Boxplot das concentrações de OG afluyente (Entrada) e efluente das caixas de gordura avaliadas.

Remoção de DQO

A Figura 6 apresenta os resultados das concentrações afluyente e efluentes de DQO para as caixas de gordura utilizadas. A concentração mediana no afluyente foi de 1253mg/L, estando próximo ao valor utilizado de 1240mg/L. Já nas caixas, os valores foram de 903mg/L, 913mg/L e 956mg/L para o Protótipo, caixas Amanco e Tigre, mostrando eficiências de 27,9%, 27,1% e 23,7%, respectivamente. Estes resultados, a exemplo dos resultados de óleos e graxas, indicam baixas eficiências das caixas retentoras de gordura, para as condições operacionais em que foram realizados os testes (Q de 0,25 L/ e THD da ordem de 70s). Tal fato, novamente, está associado aos baixos valores do tempo de detenção hidráulica. A título de comparação, Hendrasaire *et al.* (2021), operando uma caixa com três câmaras, sendo uma delas preenchida com moringa oleifera como adsorvente alternativo de matéria orgânica, com vazão de 0,017 L/s e TDH de 1h, conseguiram eficiências pouco superiores, de 40%.

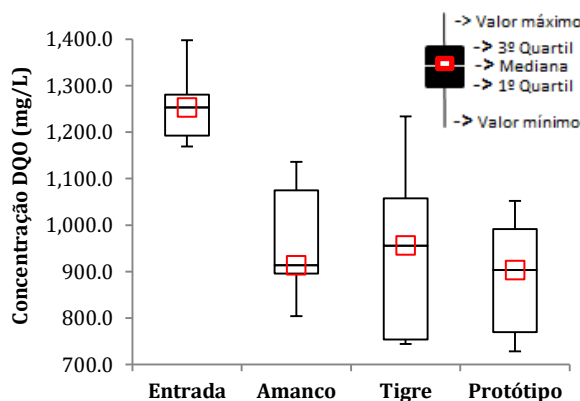


Figura 6: Boxplot das concentrações de DQO afluyente (Entrada) e efluente das caixas de gordura avaliadas.

Finalmente, é importante destacar ainda a necessidade de padronização dos testes de desempenho das caixas retentoras, que é um fator que também pode explicar as diferenças observadas nos estudos realizados.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados, as três caixas apresentaram valores de eficiências muito próximas, mostrando que o tempo de detenção hidráulica empregados nestas caixas não é suficiente para garantir uma adequada remoção dos compostos gordurosos. Isso confirmou que as dimensões das caixas de



gordura, sugeridas na NBR8160, não garantem um tempo adequado de separação dos óleos e graxas, e que possivelmente os projetos devem prever caixas de maiores dimensões.

Isso demonstra a necessidade de estudos físicos de flotação e de modelagem fluidodinâmicas para adequar o projeto destas unidades e melhorar a eficiência. E, é neste sentido que o grupo de pesquisa vem trabalhando no momento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte concedido pela FAPEMIG, pelo financiamento da pesquisa, pelo CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação tecnológica e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 8160:1999. Sistemas Prediais De Esgoto Sanitário – Projeto E Execução. Rio De Janeiro, 1999.
2. AWWA/APHA/WEF. *Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater*. 23.Ed.Washington. 2017.
3. CHERNICHARO, C. A. L., VAN LIER, J. B., NOYOLA, A., & BRESSANI RIBEIRO, T. *Anaerobic Sewage Treatment: State Of The Art, Constraints And Challenges. Reviews In Environmental Science And Bio/Technology*, V. 14, P. 649-679, 2015.
4. GALLIMORE, E., AZIZ, T. N., MOVAHED, Z., & DUCOSTE, J. *Assessment Of Internal And External Grease Interceptor Performance For Removal Of Food Based, Water Environment Federation*. N.83, 2011.
5. GASPERI, R. L. P. Caracterização De Resíduos De Caixas De Gordura E Avaliação Da Flotação Como Alternativa Para O Tratamento. 2012. 71p. Tese (Mestrado Em Ciências, Escola De Engenharia De São Carlos) – Universidade De São Paulo, São Carlos, 2012.
6. GNIPPER, S. F. Avaliação Da Eficiência Das Caixas Retentoras De Gordura Prescritas Pela Nbr 8160:1999 Como Tanques De Flotação Natural. Associação Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, V.8, P. 119-132, 2008.
7. HENDRASARIE, N; MARIA, S. H. *Combining Grease Trap And Moringa Oleifera As Adsorbent To Treat Wastewater Restaurant. South African Journal Of Chemical Engineering*, N. 37 P.196-205, 2021.
8. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento De Esgotos Domésticos. 6ª Edição. Abes, Rio De Janeiro, 969 P, 2009.
9. OLIVEIRA, B. R.; RUIZ, S. M.; GABRIEL, L. D. S. M.; & STRUFFALDI, A. Sustentabilidade Ambiental E Logística Reversa: Análise Das Redes De Reciclagem De Óleo De Cozinha Na Região Metropolitana De São Paulo. Revista Adm. Made, Rio De Janeiro, Ano 14, V.18, N.2, P.115-132, Maio/Agosto, 2014.
10. PIZZATTO, G. Tecnologia Alternativa Para Tratamento Seletivo De Efluentes Domésticos. 2012. 95p. Tese (Mestrado Em Engenharia Química)- Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná -Unioeste, 2012.
11. VON SPERLING, MARCOS. Introdução À Qualidade Das Águas E Ao Tratamento De Esgotos. 4ª Edição. Editora Ufmg. Belo Horizonte-Mg, 2014.