

USO DE CAIXA DE GORDURA (CG) UTILIZANDO O PROCESSO GRAVITACIONAL E FLOTAÇÃO FORÇADA NA REMOÇÃO DE O&G DE EFLUENTE DE COZINHA INDUSTRIAL

WAINA BELLA DE CASTRO JUNQUEIRA¹, HEDERSON KELISON FERREIRA², RAQUEL COSTA³, ANA AUGUSTA DAMASCENO⁴, CLÁUDIO MILTON MONTENEGRO CAMPOS⁵

¹ Doutora em Recursos Hídricos pela UFLA, Universidade Federal de Lavras, waina.junqueira@yahoo.com.br

² Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, hferreira@engagricola.ufla.br

³ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, raquelscosta@engambiental.ufla.br

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, afaria@engambiental.ufla.br

⁵ Professor titular do departamento de Engenharia da UFLA, Universidade Federal de Lavras, cmmcampos@deg.ufla.br

Apresentado no XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho de uma Caixa de Gordura (CG) em escala real, na remoção de óleos e graxas (O&G) provenientes de água residuária da cozinha industrial do restaurante universitário da Universidade Federal de Lavras (RU/UFLA). A CG funcionou em condições operacionais distintas, operando por flotação gravitacional (primeira etapa); e posteriormente utilizando flotação forçada auxiliada por meio de difusores de ar (segunda etapa). O efluente do RU sofria variações diárias em função do cardápio. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LADEG) da UFLA. A CG trabalhou com vazões médias de 0,9 e 0,79 L s⁻¹, mínimas de 0,63 e 0,49 L s⁻¹ e máximas de 1,19 e 1,22 L s⁻¹, na primeira e segunda etapas, respectivamente. As eficiências na remoção de O&G foram de 57 e 52%, na primeira e segunda etapas, respectivamente. Em termos estatísticos não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Na primeira etapa observou-se que as temperaturas mais baixas auxiliaram na remoção física da gordura, incrementando assim as condições de flotação. Na segunda etapa, devido a flotação forçada, a oxidação dos O&G foi bastante efetiva auxiliando sua remoção.

PALAVRAS-CHAVE: óleos e graxas, água residuárias, caixa de gordura.

USE OF FAT TRAPPER (FT) USING THE GRAVITATION PROCESS AND FORCED FLOTATION IN REMOTION OF OIL AND GREASE FROM INDUSTRIAL KITCHEN EFFLUENT

ABSTRACT: This research aimed at evaluating a fat trapper device (FT) in full scale, applied to remove oils and greases (O&G) of industrial kitchen effluent originated from the university restaurant at the Federal University of Lavras (UR/UFLA). The FT operates with different operational conditions, working by gravitational flotation (first stage); and using forced flotation assisted by air diffusers (second stage). The effluent changed frequently, because of the specific menu of the day. The physical-chemical analysis were performed in the Water Analysis Laboratory of the Engineering Department of (WALED) of UFLA. The FT worked with average flow rates of 0.9 L and 0.79 s⁻¹, a minimum of 0.63 and 0.49 L s⁻¹ and maximum of 1.19 and 1.22 L s⁻¹, in the first and second stages respectively, in which the removal efficiencies were 57 and 52% for O-&-G, for the first and second stage, respectively. Statistically analysis demonstrated no significant difference ($p > 0.05$) between treatments. In the first step, the low temperature helped the physical removal of the fat, therefore increasing flotation conditions. In the second stage, due to the oxidation of O&G caused by, the forced flotation, also aided its removal.

KEYWORDS: oils and greases, wastewater, fat trapper.

INTRODUÇÃO

As gorduras e óleos possuem as mais diversas origens, especialmente em cozinhas e restaurantes cujas águas residuárias se caracterizam pelo seu elevado teor. Torna-se fundamental uma etapa preliminar de tratamento dessas águas para evitar transtornos aos processos de tratamento subseqüentes (DAMASCENO et al., 2012; YANG et al., 2012). A Caixa de Gordura (CG), unidade preliminar de tratamento, visa remover os sólidos em suspensão, principalmente gorduras, óleos e graxas e materiais flutuantes, antes de seu lançamento na ETE instalada no campus universitário da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O objetivo deste trabalho portanto, foi a avaliação da eficiência da CG na remoção de óleos e graxas (O&G) presentes no efluente da cozinha e do Restaurante Universitário (RU) da UFLA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na CG implantada anexa ao RU da UFLA, projetada e construída como unidade plena de tratamento preliminar. O experimento foi conduzido em duas etapas de operação: funcionamento convencional, por flotação gravitacional, sem acionar o sistema de aeração por ar difuso (1ª etapa); e por flotação forçada, auxiliada pelos difusores de ar, acionados por soprador (2ª etapa).

A CG possui volume útil de 5,24 m³ (comprimento e largura de 3,55m e 0,85m, respectivamente), com o fundo variando ao longo do comprimento, iniciando com profundidade útil de 1,57m até atingir 1,90m. Essa diferença de nível foi adotada para permitir o escoamento e retirada do lodo decantado.

Os parâmetros aplicados à CG, na 1ª etapa, foram: $TRH_{teórico}=523 \text{ min}=0,36 \text{ d}$, $TRH_{real}=4755 \text{ min}=3,11 \text{ d}$, vazão afluente=14,42 m³ d⁻¹ nesta etapa a média de refeições servidas diariamente foi de =2092. Na segunda etapa foram: $TRH_{teórico}=462 \text{ min}=0,32 \text{ d}$, $TRH_{real}=2957 \text{ min}= 2,05 \text{ d}$, vazão afluente = 16,30 m³ d⁻¹ e média de refeições servidas diariamente foi de =2426. É importante esclarecer que o período equivalente a 1 dia, está relacionado ao período de funcionamento da cozinha industrial do RU, equivalente a 6h30min.

Conforme exposto anteriormente o monitoramento ocorreu durante o turno de preparo e produção das refeições (almoço), incluindo higienizações (6h30min diárias): a 1ª etapa, entre abril e maio de 2012 e em outubro do mesmo ano (36 dias e 29 dias consecutivos, respectivamente); a 2ª etapa, entre novembro e dezembro de 2012 e entre janeiro e março de 2013(22 dias e 59 dias consecutivos, respectivamente).

As amostragens foram compostas por amostras simples (150 mL) no afluente e efluente, simultaneamente em intervalos de 30 minutos e integralizadas em vasilhames maiores, distintos e identificados. A vazão efluente era medida 3 vezes na semana (intervalos de 30 minutos); a temperatura ambiente, obtida na estação climatológica principal de Lavras na UFLA; e a temperatura da água residuária, medida no próprio local da coleta, com um termômetro de mercúrio marca Incoterm 71029/08 5111, 260° C.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia – LAADeg/UFLA. Os O&G foram analisados seguindo a metodologia de extração Soxhlet, com n-hexano como reagente extrator e sílica diatomácea como meio filtrante, descrita pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA 2005).

Para análise estatística utilizou-se o software Statistical Analysis System- SAS INSTITUTE (1999), considerando um modelo linear misto com os tratamentos de efeito fixo e os cardápios de efeito aleatório. As análises de variância foram realizadas para avaliação das diferenças significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos e considerou-se sua interação com os cardápios e com as covariáveis (pH, temperatura ambiente e temperatura média, mínima e máxima afluente, no interior da CG e efluente) que foram selecionadas por meio do teste F. A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estatísticos são representados na Tabela 1 e das concentrações e cargas médias de O&G relativos às duas etapas operacionais podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 1 Análise de variância para a eficiência de remoção de O&G com respectivas fontes de variação (FV), quadrados médios (QM), coeficiente de variação (CV) e eficiência média nos tratamentos da primeira e segunda etapas em função das variáveis aleatórias

FV	OM
	O&G
Tratamento	4,028
Erro	8,3753
Cardápio	9,2663
Erro	6,1195
Tempmedcx	92,5256**
Trat*Card	6,3068
Erro	12,5678
CV %	55,4
Eficiência Média % (1ª etapa)	57
Eficiência Média % (2ª etapa)	52

** Significativo a 0,01

Tabela 2: Valores médios da concentração e carga, afluente (Aflu.) e efluente (Eflu.), eficiência (Efic.) da CG e carga mássica volumétrica (CMV) de O&G na primeira e segunda etapas

Etapa	Nº de dados	Concentração (mg L ⁻¹)		Carga (kg h ⁻¹)		Efic (%)	CMV (kg m ⁻³ h ⁻¹)	CMV* (kg m ⁻³ d ⁻¹)
		Aflu.	Eflu.	Aflu.	Eflu.			
1ª	27	539	139	1,78	0,43	57	0,34	2,21
2ª	32	400	143	1,15	0,40	52	0,22	1,43

*1 dia corresponde à 6h30min

Observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre tratamentos, ocorrendo apenas efeito da temperatura média no interior da CG ($p < 0,01$). O cardápio não influenciou na eficiência dos processos. O CV ficou acima de 20%, podendo ser atribuído ao seu alto valor a variabilidade dos dados, justificada pela maior ou menor decomposição da gordura advinda dos diferentes cardápios diários. Com relação à temperatura foi observado que, quanto mais baixa melhores as condições de flotação, enquanto as temperaturas elevadas levam à formação de emulsão (ZAWADZKI, 2011), consequentemente dificultando a remoção dos O&G.

Durante a 1ª etapa a carga retida por dia foi de 1,35 kg h⁻¹ produzindo 237 kg de O&G no período analisado. Em função da elevada variação da vazão, houve uma elevada flutuação da carga aplicada, com mínimo de 0,15 e o máximo de 9,89 kg h⁻¹. Observou-se uma redução na concentração média de O&G efluente, com concentração máxima de 623 mg L⁻¹, podendo ser atribuída à varredura dos O&G acumulados na parte superior, tanto pela variação brusca da vazão afluente, como pela formação de biogás, devido ao processo anaeróbio que ocorria na parte inferior da unidade. Foi observado acúmulo de lodo decantado com formação de biogás, que de maneira intermitente era desprendido (PEREIRA et al., 2011; VALENTE, 2010). Cabe citar que em processos anaeróbios os O&G podem agir na formação de caminhos preferenciais no leito de lodo, o que pode ter ocorrido na CG levando a curtos-circuitos. Os diferentes graus de insaturação desses compostos provocam uma degradação biológica com velocidades diferentes (ROSA, 2008), e a sua grande quantidade acumulada, necessariamente, pode provocar flotação da biomassa e até mesmo falência do processo, dependendo da carga de O&G aplicada (JEGANATHAN; NAKHLA; BASSI, 2006).

Na 2ª etapa foi retido 0,75 kg h⁻¹ e produzida, teoricamente, em torno de 156kg de gordura durante o período analisado. Entretanto, a quebra dos O&G devido à turbulência do ar difuso e à oxidação foram

bastante efetivas. Mesmo com insatisfatória remoção física (flotação) a eficiência da CG não foi prejudicada, haja vista que não houve diferença significativa entre tratamentos. Houve flutuação do valor da carga aplicada, com mínimo de 0,13 e o máximo de 6,48 kg h⁻¹. Também houve redução na concentração média efluente, porém a concentração máxima chegou a 953 mg L⁻¹, podendo ser atribuída ao carregamento dos O&G com o efluente, tanto pela variação brusca da vazão afluente, quanto pela turbulência do ar difuso.

Mesmo com resultados indicando que a eficiência de remoção de poluentes foi a mesma para as duas etapas, na segunda etapa o processo de aeração da CG não se mostrou tão promissor, uma vez que o processo de degradação da gordura sobrenadante e do lodo consumiram bastante oxigênio no processo de oxidação. Assim, a CG na primeira etapa, além de menor custo de implantação, promoveu economia de energia. Todavia, quanto a questão de minimização de maus odores e remoção por oxidação dos O&G a segunda etapa se mostrou mais promissora.

CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou que tanto a CG funcionando gravitacionalmente (1ª etapa), sem auxílio dos aeradores, como com o sistema de flotação forçada (2ª etapa), com os aeradores ligados, não se obteve em termos estatísticos diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Na primeira etapa as temperaturas mais baixas auxiliaram na remoção física das gorduras, incrementando as condições de flotação. Na 2ª etapa a oxidação dos O&G foi bastante efetiva na sua remoção. No entanto a espuma gordurosa e o lodo acumulados interferiram na eficiência em que maiores patamares poderiam ser alcançados, caso tivessem sido descartados com maior frequência.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION/AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION/WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, 2005.
- DAMASCENO F. R.; CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. The combined use of a biosurfactant and an enzyme preparation to treat an effluent with a high fat content. *Colloids Surf B Biointerfaces*. v. 15, n. 95, p. 241-246, 2012.
- YANG, B.; CHEN G.; CHEN, G. Submerged membrane bioreactor in treatment of simulated restaurant wastewater. *Separation and Purification Technology*, v. 88, n.22, p. 184-190, 2012.
- JEGANATHAN, J.; NAKHLA, G.; BASSI, A. Novel hybrid PBR-UASB system for the treatment of high strength pet food wastewater. In: WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION ANNUAL CONFERENCE, 1., 2006, Dallas. **Proceedings...** Dallas: [s. n.], 2006. 1 CD ROM.
- JUNQUEIRA, W. B. de C. Desempenho de caixa de gordura empregada no tratamento preliminar dos efluentes de restaurante universitário. 2014. 219 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- PEREIRA, E. L. et al. Processos físicos e biológicos na remoção de óleos e graxas de efluentes de suinocultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 40., 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: CONBEA, 2011.
- ROSA, D. R. **Avaliação da dinâmica populacional e desempenho de sistemas de tratamento anaeróbio de efluentes com alto teor de gordura submetidos a pré-tratamento enzimático em biorreatores de biomassa suspensa, granular e imobilizada**. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- VALENTE, A. M. et al. Pré-hidrólise enzimática da gordura de efluente da indústria de pescado objetivando o aumento da produção de metano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, p.483-488, 2010.
- ZAWADZKI, R. A. F. O. **Desenvolvimento de processo contínuo de pré-hidrólise enzimática de efluente com elevado teor lipídico**. 2011. 79 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.