

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

EDUARDO FREITAS
GUSTAVO LUIS MULLER
RAMON BISPO LIMA

**EFICIÊNCIA DE CAIXAS SEPARADORAS DE GORDURA UTILIZANDO
EFLUENTES INDUSTRIAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CURITIBA
2014**

EDUARDO FREITAS
GUSTAVO LUIS MULLER
RAMON BISPO LIMA

**EFICIÊNCIA DE CAIXAS SEPARADORAS DE GORDURA UTILIZANDO
EFLUENTES INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do Curso Superior de Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, câmpus Curitiba, como requisito parcial de obtenção de nota.

Orientadora: Profa. Dra. Karina Querne de Carvalho Passig

Co-orientador: Prof. Dr. Flavio Bentes Freire

CURITIBA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba

Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil
Engenharia de Produção Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

EFICIÊNCIA DE CAIXAS SEPARADORAS DE GORDURA UTILIZANDO EFLUENTES INDUSTRIAIS

por

**EDUARDO FREITAS
GUSTAVO LUIS MULLER
RAMON BISPO LIMA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em de Julho de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção Civil. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.

Karina Querne de Carvalho Passig
Profa. Orientadora

Flavio Bentes Freire
Prof. Co-Orientador

Fernando Hermes Passig
Membro titular

Ellen Caroline Baettker
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Agradecemos aos nossos familiares, que sempre nos incentivaram a continuar estudando e nos deram o suporte necessário para a realização deste curso.

Aos professores que contribuíram para o nosso conhecimento e criaram uma ampla base teórica.

Aos profissionais nos quais podemos nos espelhar e ter orgulho de exercer a nossa profissão.

Aos funcionários e colegas que mesmo nas pequenas ações diárias foram determinantes para nossa formação e a quem também devemos muito.

Aos amigos, que sempre estiveram presentes sendo nosso alicerce e jamais hesitaram em nos motivar.

Aos colegas e companheiros de laboratório pela paciência e por jamais nos negarem auxílio.

“Innovation and progress are achieved by those who venture beyond standard operating procedure” (ABRASHOFF, D. Michael, 2006).

“Inovação e progresso são alcançados somente por aqueles que se aventuram além do procedimento operacional padrão” (ABRASHOFF, D. Michael, 2006).

RESUMO

FREITAS, Eduardo; MULLER, Gustavo L.; LIMA, Ramon B. **Eficiência de caixas separadoras de gordura utilizando efluentes industriais**. 2014, 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

O presente trabalho consiste na análise de desempenho de duas caixas de gordura. As dimensões prescritas na norma NBR-8160, resultam em um TDH entre 3 e 60 s, enquanto o recomendado é de aproximadamente 3 min, o que demonstra a baixa eficiência destes dispositivos. Analisou-se os parâmetros de DQO, pH, Temperatura, O&G e Sólidos Sedimentáveis em duas caixas de gordura, que foram submetidas a três tipos de efluentes de naturezas distintas e provenientes de postos de combustível, oficina mecânica e um local de lavagem de veículos. As duas caixas escolhidas para a realização do estudo foram: uma caixa de gordura pré-fabricada de 19 L, e popularmente usada, do tipo pequena; e outra caixa com maiores dimensões e volume de aproximadamente 54 L, visando um aumento da área superficial. Realizaram-se, no total, treze ensaios em batelada. As coletas para caracterização foram feitas a partir do efluente bruto bem como após uma e duas horas de permanência nas caixas. As eficiências médias na remoção de DQO na caixa proposta variaram entre 1,45% (para o efluente de posto de combustíveis) e 26,20% (efluente de oficina mecânica), enquanto para a caixa pré-fabricada esta faixa foi de 7,34% (posto de combustíveis) a 13,57% (oficina mecânica). Para óleos e graxas, as eficiências foram de 73,7% e 74,4%, para a caixa de gordura proposta e para a caixa de gordura pré-fabricada, respectivamente, no tratamento do efluente de oficina mecânica. Foi feita uma análise estatística através do método inferencial “anova” e teste post-hoc de Tukey os quais determinaram não haver diferença significativa no decorrer do tratamento em ambas as caixas, mas acusaram haver disparidade entre os efluentes quando olhados sob o aspecto dos diferentes dias de tratamento.

Palavras-chave: Caixas de gordura; Estudo de eficiência; Óleos e Graxas; DQO; Postos de combustível; Oficinas mecânicas; Lavagem de veículos;. Águas residuárias; Tratamento;

ABSTRACT

FREITAS, Eduardo; MULLER, Gustavo L.; LIMA, Ramon B. **Efficiency of Grease traps using industrial wastewater**. 2014, 67 p. Completion of course work, Federal Technological University of Paraná UTFPR, Curitiba 2014.

This study presents the analysis of performance of two grease traps. Observing the dimensions specified in NBR - 8160, which the minimum volume results in a low hydraulic retention time (HRT), between 3 and 60 s, whereas the recommended time is about 3 minutes. Was analyzed the parameters of COD, pH, Temperature, O&G and Settleable Solids in two grease traps, which were subjected to three types of effluents, and also from distinct nature: from a gas station, from an auto repair shop and from a place to wash vehicles. The two boxes chosen for the study were: a small type of pre-made grease trap popularly used with 19 L of volume, and another one proposed with a larger design, with 54 L, seeking an increase in surface area. Were carried out a total of thirteen test batch. The samples for characterization were made from the raw effluent and after one and two hours inside the boxes. The average efficiencies of COD reduction in proposed box ranged from 1.45% (for the effluent from a gas station) and 26.20% (effluent from automotive work-shop), while for the prefabricated box this group was 7.34% (gas station) to 13.57% (machine shop). For oils and greases, efficiencies were 73,7% and 74.4%, respectively, for the box designed and box prefab. There was no significant difference between the efficiencies of the two boxes according to the tests of Anova and Tukey.

Keywords: Grease traps; Study efficiency; Oils and Grease ; COD; Gas stations; Machine shops; Washing vehicles; Wastewater; Treatment;

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
ABS	Copolímero de Acrilonitrila, Butadieno e Estireno
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
C1	Caixa 1 – Caixa de Gordura Pré-fabricada
C2	Caixa 2 – Caixa de Gordura Proposta
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)
DQO	Demanda Química de Oxigênio (mg/L)
DN	Diâmetro Nominal
EB	Efluente Bruto
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
O&G	Óleos e Graxas (mg/L)
PH	Potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloreto de vinila
Q	Vazão (L/s)
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Ssed	Sólidos Sedimentáveis (mg/L)
TDH	Tempo de Detenção Hidráulica (h)
Temp	Temperatura (°C)
TRS	Tempo de Retenção de Sólidos
P1	Valor Correspondente À Caixa De Gordura Pré-Fabricada (C1) Após Uma Hora de Tratamento
P2	Valor Correspondente À Caixa De Gordura Pré-Fabricada (C1) Após Duas Horas de Tratamento
P3	Valor Correspondente À Caixa De Gordura Proposta (C2) Após Uma Hora de Tratamento
P4	Valor Correspondente À Caixa De Gordura Proposta (C2) Após Duas Horas de Tratamento
Méd	Média Aritmética
Máx	Maior Valor
Mín	Menor Valor
DP	Desvio Padrão
DS	Diferenças Significativas Determinadas Pelo Método de Tukey

LISTA DE SÍMBOLOS

E	Eficiência
\bar{E}	Eficiência Média
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
\bar{U}	Média
Σ	Desvio Padrão
N	Número de Amostras

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA GERAL DE TRIGLICEROL.	17
FIGURA 2 – RETIRADA DE ÓLEO DA LAGOA DE TRATAMENTO DA ETE DE SARANDI-PR	23
FIGURA 3 – LIMPEZA DE UMA CAIXA DE GORDURA MOLDADA IN LOCO	25
FIGURA 4 – TANQUE AERADO COM AR DISSOLVIDO	25
FIGURA 5 – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM SEPARADOR TIPO API	26
FIGURA 6 – CAIXA DE GORDURA CILÍNDRICA C1: a) FOTO; b) PLANTA E CORTES ESQUEMÁTICOS	27
FIGURA 7 – DIMENSÕES DA CAIXA C2: a) PLANTA; b) CORTE	29
FIGURA 8 – CAIXA C2.....	30
FIGURA 9 – CAIXA SEPARADORA LOCALIZADA DO POSTO DE MAIOR PORTE (A); POSTO LOCALIZADO NA AV. BATEL (B); POSTO LOCALIZADO NO CONTORNO SUL (C).	31
FIGURA 10 – CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO UTILIZADA NA OFICINA MECÂNICA.....	32
FIGURA 11 – ASPECTO DO EFLUENTE: A) COMPARTIMENTO 3 E B) COMPARTIMENTO 1.....	33
FIGURA 12 – CAIXAS UTILIZADAS NO TRATAMENTO DO EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	34
FIGURA 13 – ASPECTO DO EFLUENTE: A) CAIXA 2 E B) CAIXA 1.....	34
FIGURA 14 – FRASCO PARA ARMAZENAMENTO DA AMOSTRA (A); ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS (B).....	36

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C1 PARA EFLUENTE DO POSTO DE COMBUSTÍVEL.....	44
GRÁFICO 2 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C2 PARA EFLUENTE DO POSTO DE COMBUSTÍVEL.....	45
GRÁFICO 3 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C1 PARA EFLUENTE DE OFICINA MECÂNICA.....	47
GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C2 PARA EFLUENTE DE OFICINA MECÂNICA.....	47
GRÁFICO 5 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C1 PARA EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULOS.....	49
GRÁFICO 6 – VARIAÇÃO DA DQO NA CAIXA C2 PARA EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULOS.....	49
GRÁFICO 7 – VALORES DE PH DISPOSTOS CONFORME O DIA DE ANÁLISE DO EFLUENTE.....	56
GRÁFICO 8 – VALORES DE TEMPERATURA DISPOSTOS CONFORME O DIA DE ANÁLISE DO EFLUENTE.....	56
GRÁFICO 9 – VALORES DE DQO DE TODOS OS EFLUENTES DISPOSTOS CONFORME O DIA DE ANÁLISE.....	57
GRÁFICO 10 – VALORES DE DQO DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL E DE LAVAGEM DE VEÍCULOS DISPOSTOS CONFORME O DIA DE ANÁLISE DO EFLUENTE.....	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESULTADOS OBTIDOS NO EFLUENTE BRUTO E TRATADO EM DOIS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA-SC.	19
TABELA 2 – RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS CONTAMINADAS COM ÓLEOS DE OFICINAS MECÂNICAS DE IBADAN, NIGÉRIA.	21
TABELA 3 – RESULTADOS MÉDIOS FÍSICO-QUÍMICOS DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS CONTENDO ÓLEOS PROVENIENTES DE OFICINAS MECÂNICAS EM KOTA BHARU, MALÁSIA.	22
TABELA 4 – DIMENSÕES DA CAIXA DE GORDURA CILÍNDRICA (C1)	29
TABELA 5 – PARÂMETROS ANALISADOS, MÉTODOS E REFERÊNCIAS	35
TABELA 6 – RESULTADOS OBTIDOS DO EFLUENTE BRUTO E TRATADO NAS CAIXAS C1 E C2.	39
TABELA 7 – RESULTADOS MÉDIOS DE TEMPERATURA POR DATA E POR LOCAL DE COLETA.	40
TABELA 8 – RESULTADOS DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS.	42
TABELA 9 – RESULTADOS MÉDIOS DE DQO POR DATA E POR LOCAL DE COLETA	42
TABELA 10 – VALORES DE DQO OBTIDOS NOS ENSAIOS COM EFLUENTES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL.	44
TABELA 11 – EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DA DQO DA ÁGUA PROVENIENTE DE OFICINA MECÂNICA.	46
TABELA 12 – EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DA DQO DO EFLUENTE PROVENIENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	48
TABELA 13 – MEDIÇÕES DE ÓLEOS E GRAXAS DO EB, C1 E C2 DOS TRÊS EFLUENTES.	50
TABELA 14 – RESULTADOS DA ANOVA QUANDO COMPARADOS OS TIPOS DE TRATAMENTO	52
TABELA 15 – RESULTADOS DA ANOVA QUANDO COMPARADOS OS DIAS DE ANÁLISE	53
TABELA 16 – RESULTADOS DA ANOVA QUANDO COMPARADOS OS DIAS DE ANÁLISE	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 ÓLEOS E GRAXAS.....	17
3.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....	18
3.2.1 Postos de Combustível	18
3.2.2 Oficinas Mecânicas	20
3.2.3 Lavagem de Veículos	22
3.3 PROBLEMAS CAUSADOS PELO ACÚMULO DE ÓLEOS E GRAXAS	23
3.4 OPERAÇÕES E PROCESSOS PARA SEPARAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS EM EFLUENTES.....	24
3.5 DIMENSÕES MÍNIMAS DAS CAIXAS DE GORDURA SEGUNDO A NORMA NBR-8160	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1 CAIXAS RETENTORAS.....	28
4.1.1 Caixa Retentora de Gordura Pré-Fabricada (C1).....	28
4.1.2 Caixa Retentora de Gordura Proposta (C2)	29
4.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....	30
4.2.1 Efluente de Posto de Combustível	31
4.2.2 Efluente de Oficina Mecânica	32
4.2.3 Efluente de Lavagem de Veículos.....	33
4.3 ENSAIOS EM BATELADA	35
4.4 ANOVA E TUKEY.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1 TEMPERATURA E PH.....	40

5.2 SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	41
5.3 DQO	42
5.3.2 Eficiência na Remoção da DQO.....	43
5.4 ÓLEOS E GRAXAS.....	50
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
6 CONCLUSÃO.....	59
7 RECOMENDAÇÕES	61
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A.....	67

1. INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados ao crescente aumento e intensificação das atividades industriais tem ganhado destaque em diversos setores da sociedade por conta dos riscos à saúde e danos ao ambiente ocasionados pelo lançamento de despejos de diversas atividades, conforme destaca Silva (2005, p.1). O lançamento irregular destes despejos, diretamente no ambiente, justifica o estudo para aprimorar as técnicas comumente utilizadas no tratamento de efluentes, aumentando sua eficiência e aplicabilidade, com menores custos.

Rocha et al. (2005, p.1) destacam que há de se dar atenção ao tratamento prévio para remoção de óleos e graxas em esgotos sanitários. Estes compostos afetam o desempenho dos processos biológicos, dentre eles os reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB), comprometendo a qualidade do efluente gerado. Os sistemas de tratamento atuais não possuem unidade específica para remoção destes resíduos, com exceção das caixas de gordura implantadas em edificações.

Na maioria dos casos as caixas de gordura apresentam eficiência de retenção de gordura inferior ao desejado. Gnipper (2008) afirma que “As caixas de gordura pequena, simples e duplas, na maioria das vezes, acabam operando como simples caixas sifonadas” e demonstrou que as caixas de gordura prescritas na norma NBR-8160:1999 (ABNT, 1999) apresentam tempo de detenção hidráulica de 3 a 60 s, mesmo com a recomendação do tempo de 3 minutos feita por Jordão e Pessôa (1982).

Poli e Cartana (2010) verificaram a eficiência na retenção de óleos variando de 8,2 a 9,4% em caixas retentoras de gordura dimensionadas de acordo com a NBR-8160:1999 (ABNT, 1999), tratando efluente sintético composto por água e óleo de soja.

Esta deficiência aliada à falta de utilização das caixas retentoras de gordura em edificações, bem como o descaso com a sua manutenção e limpeza periódica, tem causado problemas frequentes de operação tais como entupimento de tubulações e canais, formação da espuma, dentre outros. Em Curitiba, são registrados mensalmente, em média, 1730 casos de rede de esgoto obstruída por

gordura, ao custo de R\$ 230,20 para cada desobstrução, totalizando um gasto de 4,8 milhões de reais ao ano. (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ – 2013).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi comparar a eficiência de um protótipo de caixa retentora de gordura à da caixa de gordura indicada por norma baseada na determinação de parâmetros físico-químicos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso foi avaliar a eficiência de um protótipo de caixa retentora de gordura comparando-a a caixa retentora de gordura indicada por norma.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumprimento do objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar perfis de amostragem temporal caracterizando efluente proveniente de posto de combustível, oficina mecânica e de lavagem de veículos com determinação dos parâmetros físico-químicos pH, temperatura, DQO, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas nas caixas retentoras de óleos e graxas;
- Comparar a eficiência de duas caixas retentoras na remoção de matéria orgânica (em termos de DQO) e óleos e graxas;
- Realizar estudo comparativo dos resultados experimentais obtidos por métodos estatísticos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. ÓLEOS E GRAXAS

Os óleos, gorduras e graxas são os lipídios mais comuns encontrados em águas residuárias. Estes são constituídos de triacilgliceróis (conhecidos popularmente por triglicerídeos), formados a partir de álcool glicerol e ácido esteárico, insolúveis em água e podem ser de origem animal ou vegetal. Este parâmetro consiste na quantificação de matéria insolúvel, em mg/L, contida em um determinado volume de água (REDA e CARNEIRO, 2007).

Na Figura 1 é apresentado um desenho esquemático da estrutura molecular de óleos e graxas, sendo que R1, R2 e R3 representam grupos alquil saturados ou insaturados que podem ou não ser iguais entre si.

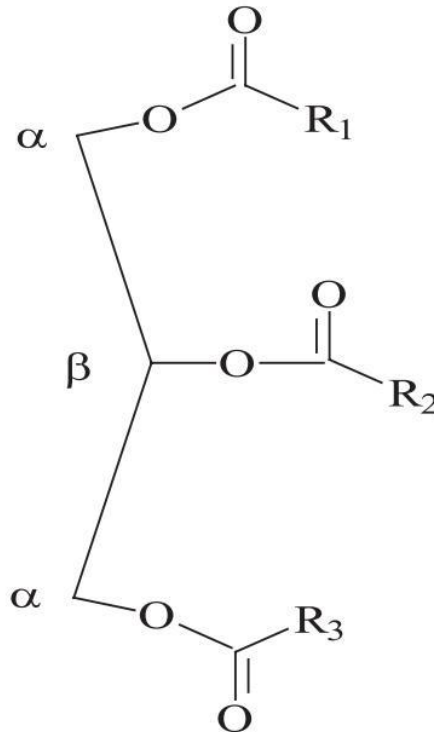


Figura 1 - Estrutura geral de um triacilglicerol
Fonte: Reda e Carneiro (2007, p.2)

O padrão de lançamento de efluentes contendo óleos e graxas de origem mineral é limitado à concentração de 20 mg/L em corpos hídricos de acordo com o disposto na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) complementada pela Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011). A norma NBR 9800 (ABNT, 1987) estabelece o valor limite de 100 mg/L para lançamento destes resíduos em redes coletoras de esgotos sanitários.

3.2. ÁGUAS RESIDUÁRIAS

3.2.1. Postos de Combustível

Segundo Rocha et al. (2005, p.1), os derivados do petróleo originários primordialmente de postos de combustíveis estão entre os prováveis contaminantes tóxicos que afetam a qualidade dos efluentes gerados e provocam distúrbios no sistema de tratamento de esgotos sanitários.

Os postos de combustível são responsáveis por gerar efluentes líquidos de naturezas distintas, da lavagem de veículos, limpeza do próprio posto, águas de drenagem do pátio e esgotos sanitários gerados pelos usuários. As águas de drenagem do pátio apesar de receberem a contribuição de águas pluviais também podem ser encaminhadas às caixas separadoras, pois, segundo Resolução 273/2000 do CONAMA (BRASIL, 2000), as águas oriundas de áreas onde podem ocorrer possíveis vazamentos de derivados de petróleo também precisam de tratamento. Segundo a Resolução 021/2011 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (PARANÁ, 2011), quando os efluentes forem lançados diretamente na rede de águas pluviais, deverá ser anexada ao procedimento de licenciamento, anuência do Executivo Municipal.

Segundo Alexandre e Nosse (1995), a composição destes efluentes engloba sólidos sedimentáveis (em suspensão ou não), óleos, graxas e detergentes. Crema (2003) destacou que tais efluentes, antes de serem despejados na rede coletora de esgotos sanitários, são frequentemente encaminhados para caixas separadoras de

água e óleo, caixa de areia e filtro de areia (sendo os dois últimos adotados somente em alguns casos) em postos de combustível.

Crema (2003) caracterizou os efluentes de dois postos de combustível quanto ao pH, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, conforme se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos no efluente bruto e tratado em dois postos de combustíveis analisados no município de Criciúma - SC.

Efluente	Posto 1		Posto 2	
	Bruto	Final	Bruto	Final
pH	6,3	6,7	6,1	6,4
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	0,9	1,0	0,5	0,6
Óleos e Graxas (mg/L)	48	3	583	<1
Eficiência de Remoção de óleos e graxas (%)		94%		100%

Fonte: adaptado de Crema (2003)

O autor notou variação de pH na faixa de 6,1 a 6,7, que está de acordo com os padrões de lançamento de efluentes de 6,0 a 10,0 dispostos na NBR-9800 (ABNT, 1987); concentrações de sólidos sedimentáveis variando na faixa de 0,6 a 1,0 mL/L de acordo com o disposto na referida norma, na qual é limitado até 20 mL/L em teste de uma hora em cone Imhoff. Já no que diz respeito à temperatura, Ferreira e Ferreira (2006) obtiveram valores variando entre 25 e 28 °C.

Crema (2003) obteve eficiências de remoção de óleos e graxas de 94% e 100%, respectivamente para os postos 1 e 2. As eficiências de remoção indicaram que os efluentes atendem ao padrão de lançamento disposto na NBR-9800 (ABNT, 1987) de 100 mg/L para óleos e graxas.

Machado et al. (2005) caracterizaram os efluentes bruto e tratado em caixas retentoras de óleos e graxas de um posto de combustível localizado na região do Vale do Rio Pardo, estado do Rio Grande do Sul, quanto à DQO e obtiveram um valor de 1494,66 mg/L para o efluente bruto e 1161,66 mg/L para o efluente tratado.

3.2.2. Oficinas Mecânicas

Os produtos insolúveis mais utilizados nas oficinas mecânicas são o óleo de motor e a graxa, porém também é verificada presença de gasolina, diesel, solvente, aditivos antioxidantes, antiespumantes, dentre outros (NUNES, 2012).

Graxa pode ser definida como material sólido ou semissólido produzido pela dispersão de um agente espessante em um líquido lubrificante. A composição típica é de 5 a 20% de espessante ou “base”; 0 a 15% de aditivos para acentuar alguma característica desejável e de 75 a 95% de óleo lubrificante (NAILEN, 2002).

Os óleos são classificados em duas categorias base, minerais ou sintéticos. Os óleos utilizados em motores são uma mistura destas categorias, formando os denominados parciais ou semissintéticos. Os óleos lubrificantes não se dissolvem na água, não são biodegradáveis, formam películas impermeáveis que impedem a passagem do oxigênio na água e no solo, e espalham substâncias tóxicas que podem ser ingeridas pelos seres humanos de forma direta ou indireta (SENAI, 2006).

Os óleos lubrificantes usados e contaminados recebem o código F-130 na norma NBR-10004 (ABNT, 2004) na qual são classificados os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao ambiente e à saúde pública. Dias (2006) cita que o uso e o desgaste dos óleos podem gerar resíduos, tais como: Compostos oxigenados como ácidos orgânicos e cetonas; Compostos aromáticos polinucleares (HPAs); Metais de desgaste dos motores e das máquinas lubrificadas (chumbo, cromo, bário e cádmio) e contaminantes diversos, como água, combustível não queimado, poeira e outras impurezas.

A destinação do óleo é realizada por oficinas por meio da comercialização deste resíduo para empresas especializadas no re-refino. No entanto, ainda há estabelecimentos que descartam este resíduo na rede coletora de esgotos sanitários, mesmo sem prévio tratamento em caixas separadoras de água e óleo (NUNES, 2012) e (SENAI, 2006). Segundo dados do Sindirrefino (Sindicato Nacional a Indústria do Rerrefino de Óleos Minerais), em 2010 foram consumidos 675.296.120 litros de óleo lubrificante e 43,16% desse total foram coletados e reciclados.

Secron (2010) em seu estudo, Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas, avaliou treze diferentes atividades automotivas na região metropolitana do Rio de Janeiro através de um protocolo de monitoramento proposto, envolvendo os parâmetros estudados no presente trabalho dentre outros. Este estudo apresentou apenas os valores máximos encontrados para cada parâmetro e obteve 3,97 e 11,00 para pH, 14mL/L para Sólidos Sedimentáveis, 3984 mg/L para DQO, 341mg/L para O&G.

No Brasil há poucos estudos com resultados de análises físico-químicas, sendo que na maioria são relatados os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de óleos. No entanto, é possível observar resultados destes parâmetros em alguns estudos internacionais.

Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos por Adewoyin, Hassan e Aladesida (2013), que determinaram as características físico-químicas pH, temperatura, DQO e óleos e graxas de amostras de solo e águas subterrâneas contaminadas com óleos e graxas provenientes de oficinas mecânicas na região de Ibadan, na Nigéria.

Tabela 2 – Resultados físico-químicos de águas contaminadas com óleos de oficinas mecânicas de Ibadan, Nigéria.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
pH	5,63	7,33
Temperatura (° C)	23	29
DQO (mg/L)	14,7	205,86
O&G (mg/L)	0	55,6

Fonte: Adaptado de Adewoyin, Hassan, e Aladesida (2013).

Bujang, Ibrahim e Rak (2012) realizaram estudo sobre o aumento da poluição da água devido ao aumento no número de oficinas mecânicas em uma determinada área na cidade de Kota Bharu – Malásia. Os resultados médios de amostras de três postos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados médios físico-químicos de águas residuárias contendo óleos provenientes de oficinas mecânicas em Kota Bharu, Malásia.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
pH	4,24	7,57
Temperatura (° C)	27,2	29,8
DQO (mg/L)	137	9881
O&G (mg/L)	14,2	90500

Fonte: Adaptado de Bujang, Ibrahim, e Rak (2012).

3.2.3. Lavagem de Veículos

Nos serviços de lavagem de automóveis, os principais agentes contaminantes da água são óleos, graxas, sabões e material argiloso em suspensão (VASCONCELOS e GOMES, 2009).

Portanto há potencial de dano desta atividade ao ambiente se o efluente não for devidamente tratado antes do lançamento no corpo hídrico ou na rede coletora de esgotos sanitários. O tratamento preliminar exigido no estado do Paraná, para águas residuárias da lavagem de automóveis é constituído de caixa separadora de material sedimentável, caixa separadora de óleos e graxas industrial com placas coalescentes, para posterior lançamento na rede coletora de esgotos (Instituto Ambiental do Paraná, 2005).

Ao caracterizar efluentes de lavagem de veículos em Campina Grande - PB, Rosa et al. (2011) verificaram concentração de matéria orgânica variável de 600 a 1300 mg/L em termos de DQO e de 110 a 275 mg/L de óleos e graxas. Machado et al. (2005) obtiveram concentração de matéria orgânica variável de 1114 a 1780 mg/L em termos de DQO e de 18 mg/L de óleos e graxas, estudando o tratamento de efluentes de lavagem de veículos na região do Vale do Rio Pardo – RS.

Quanto ao pH, Morelli (2005), em São Paulo - SP e Klautau e Gonçalves (2007), em Belém – PA, obtiveram a faixa de valores de 5,7 a 7,16. Dorigon e Tessaro (2010) apresentaram pH médio de 9,21 à temperatura de 19,84°C, ao caracterizarem a água residuária proveniente da lavagem de veículos.

3.3. PROBLEMAS CAUSADOS PELO ACÚMULO DE ÓLEOS E GRAXAS

Por apresentarem baixa densidade e solubilidade, os óleos e graxas, quando lançados em corpos de água, formam um filme que impede a transferência do ar para a água e a passagem de luz, impedindo a ação das algas na realização da fotossíntese e decorrente liberação de oxigênio, o que acarreta condições anaeróbias e liberação de gases indesejáveis tais como H_2S , CH_4 , dentre outros (SPERLING, 1996).

Na Figura 2 é apresentada a retirada de óleos e graxas de uma lagoa de tratamento componente da estação de tratamento de esgotos sanitários (ETE) do município de Sarandi, estado do Paraná.



Figura 2 - Retirada de óleo da lagoa de tratamento da ETE de Sarandi-PR
Fonte: Carvalho (2010).

No processo de decomposição de óleos e graxas, ocorre redução dos níveis de oxigênio dissolvido acarretado pela elevação da DQO e da DBO. A elevação dos níveis desses parâmetros causa danos ao ecossistema aquático. Segundo Karacan et al. (1999) *apud* Lima et al. (2009), a decomposição de óleos e graxas ocorre por oxidação e decomposição térmica, sendo que a oxidação é via mecanismo radical livre e a decomposição térmica através da cisão das ligações entre moléculas de carbono.

Segundo Jordão e Pessoa (2009), estes poluentes causam uma série de problemas às redes coletoras de esgotos sanitários, pois obstruem os coletores, são aderidos às peças especiais da rede, acumulam-se nas unidades de tratamento, provocando odores desagradáveis e perturbações no funcionamento dos dispositivos de tratamento, além de aspecto desagradável nos corpos hídricos receptores.

De acordo com Chernicharo (1997) *apud* Souza (2006), a formação da espuma, material flutuante de composição orgânica, ocorre devido ao acúmulo de gordura e de outros materiais de difícil degradação nos esgotos sanitários. A composição da espuma é heterogênea em função da procedência dos esgotos sanitários, e pode conter óleos, graxas, gorduras, ceras, saponáceos, restos de comida, fios de cabelo, papel, algodão, pontas de cigarro, plásticos, partículas de areia, dentre outros materiais.

Metcalf e Eddy (2003) destacam que a densidade relativa da espuma varia de 0,95 a 1,0.

A espuma é um problema nas estações de tratamento de esgotos com reatores anaeróbios, pois pode obstruir a saída do biogás gerado no processo, ou escapar com o efluente final, prejudicando sua qualidade (SOUZA, 2006, p.4).

3.4. OPERAÇÕES E PROCESSOS PARA SEPARAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS EM EFLUENTES

Segundo Jordão e Pessoa (2009), a característica de uma unidade de remoção de gordura é função da localização deste dispositivo no sistema de tratamento, sendo que esta recebe nomes específicos de acordo com o tipo de matéria flutuante a ser removida.

Seis tipos básicos de unidade para tratamento de óleos e graxas são definidos, sendo:

- Caixa de Gordura Domiciliar;
- Caixa de Gordura Coletiva;
- Dispositivo de remoção de gordura em decantadores;
- Tanques aerados por ar-comprimido;

- Separadores de óleo e;
- Tanques de flotação por ar dissolvido.

Gasperi (2012, p.41) cita os processos físico-químicos de eletrocoagulação e tratamentos enzimáticos para remoção destes resíduos.

Nas Figuras 3, 4 e 5 são apresentados dispositivos para remoção de óleos e graxas.



Figura 3 – Limpeza de uma caixa de gordura moldada in loco.
Fonte: Gasperi (2012)



Figura 4 – Sistema de flotação por ar dissolvido.

Fonte: <http://www.acquaeng.com.br/> (2014)

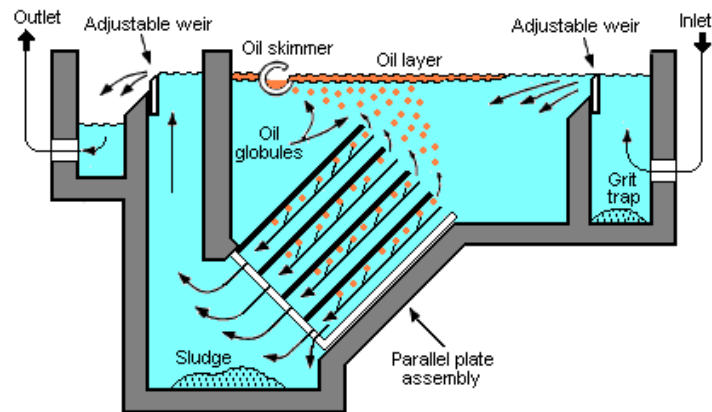


Figura 5 – Princípio de funcionamento de um separador tipo API.

Fonte: envirotechsystems.com (2014)

De acordo com Jordão e Pessoa (2009), as caixas de gordura são os dispositivos mais usuais (Figura 3). Os autores destacam que os tanques aerados com ar-comprimido servem para aumentar a eficiência quando em maior presença de óleo; os tanques aerados com ar dissolvido (DAF) têm aplicações específicas para os lançamentos subaquáticos, na indústria de petróleo e petroquímica (Figura 4); e os separadores de óleo mais conhecidos são do tipo *American Petroleum Institute* (API), usados quando há presença de despejos industriais (Figura 5).

3.5. DIMENSÕES MÍNIMAS DAS CAIXAS DE GORDURA SEGUNDO A NORMA NBR-8160

Na norma NBR-8160:1999 (ABNT, 1999) são estabelecidos os seguintes critérios mínimos a serem adotados para as caixas de gordura:

- diâmetro interno: 0,30 m;
- parte submersa do septo: 0,20 m;
- capacidade de retenção: 18 L;
- diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 75.

Estas dimensões são referentes a caixa de gordura pequena CGP, que segundo a referida norma é recomendada para a coleta de águas residuárias de apenas uma cozinha.

No entanto, Gniper (2008) concluiu que sob o prisma da flotação natural, o regime laminar no fluxo ascendente das partículas de gordura, em que é válida a Equação de Stokes, não se verifica para esta caixa e que, para a contribuição de uma cozinha é necessária no mínimo uma caixa de gordura do tipo simples, com diâmetro de 0,40 m e volume de 31 L.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CAIXAS RETENTORAS

Foram utilizados dois protótipos de caixas de gordura, sendo uma caixa retentora de gordura cilíndrica pré-fabricada da marca Tigre, denominada de C1 e uma caixa retentora de gordura retangular em PVC, denominada de C2.

4.1.1. Caixa Retentora de Gordura Pré-Fabricada - C1

Na Figura 6 é apresentada a caixa de gordura pré-fabricada, sua planta e corte. Na Tabela 4 são demonstradas as dimensões da caixa.

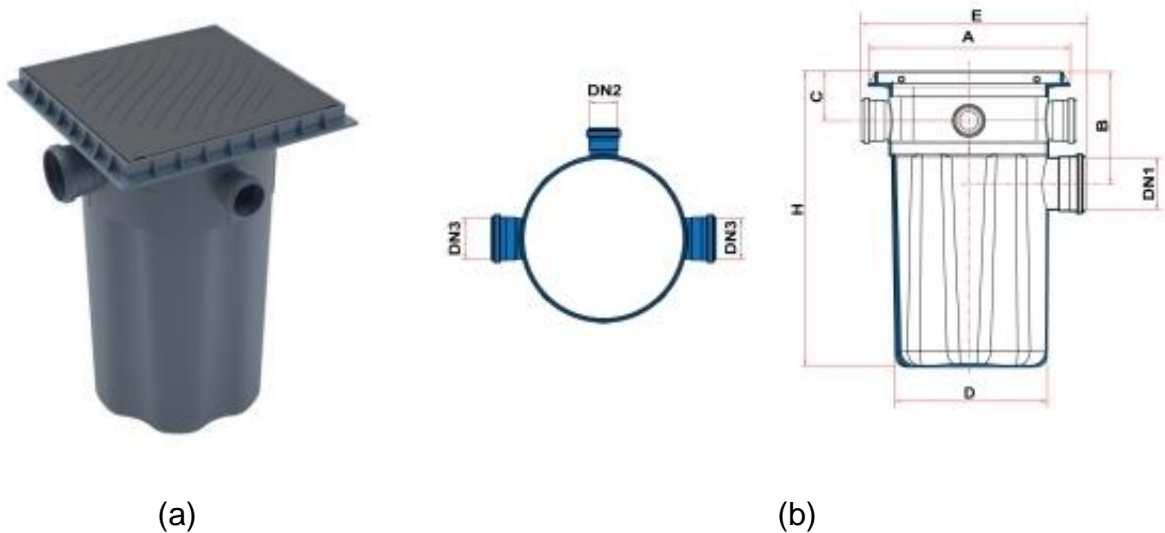


Figura 6 - Caixa de gordura cilíndrica C1: a) foto; b) planta e corte esquemáticos.
Fonte: www.tigre.com.br (2013)

Tabela 4 – Dimensões da caixa de gordura cilíndrica (C1)

Cotas	Dimensões (mm)
A	388
B	217
C	96
D	300
DN1	100
DN2	50
DN3	75
E	415
H	567

Fonte: Adaptado de www.tigre.com.br (2013)

A caixa retentora de gordura pré-fabricada, denominada C1, corresponde a uma caixa retentora cilíndrica (DN 100) com capacidade de 19 L, constituída por uma coluna cilíndrica de PVC com diâmetro de 0,30 m e altura de 0,567 m, com tampa reforçada em ABS.

4.1.2. Caixa Retentora de Gordura Proposta – C2

Na Figura 7 apresentam-se as dimensões da caixa C2 em planta e corte e na Figura 8 é mostrada a caixa C2.

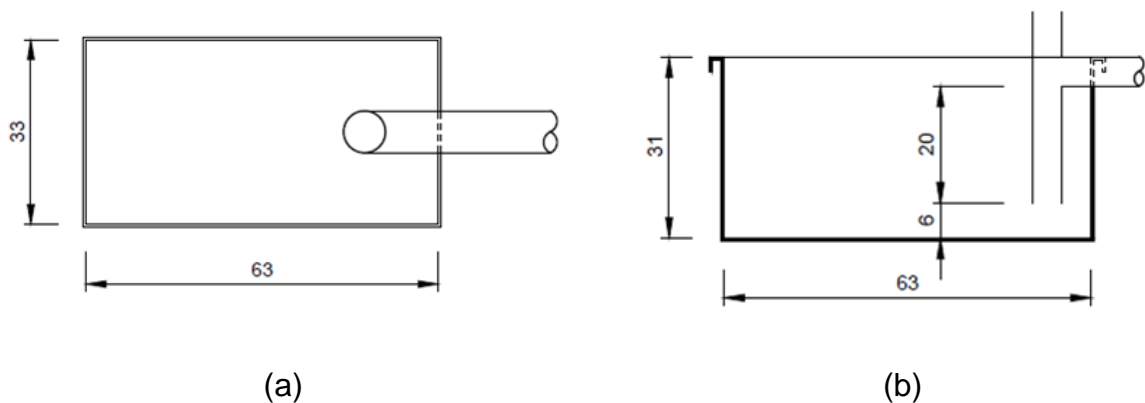


Figura 7 – Dimensões da caixa C2: a) Planta e b) Corte.
Fonte: Autoria própria



Figura 8 – Caixa C2.
Fonte: Autoria própria

A caixa C2 foi confeccionada a partir de uma caixa plástica com dimensões 33 x 63 x 31 cm, totalizando volume de 54. Na C2 foi acoplada tubulação de 75 mm de diâmetro de PVC para entrada do efluente, sobreposta à borda da caixa. A tubulação de saída de 100 mm de diâmetro foi afixada a 26 cm de altura do fundo da caixa, com o septo a 6 cm do fundo da C2.

O aumento do comprimento da caixa de gordura proposta tem o propósito de aumentar a sua área superficial e proporcionar tempo maior para que as partículas de gordura se aglomerem e o processo de flotação ocorra. Conforme explicado por Sperling (1996, p.154) a eficiência da sedimentação flocculenta aumenta com o aumento da profundidade H e do tempo t. Portanto, o ideal seria realizar os ensaios da caixa C2 com seu volume completo. Mas para efeitos comparativos foi utilizado aproximadamente 19 L de efluente, correspondente ao volume da caixa C1 cheia.

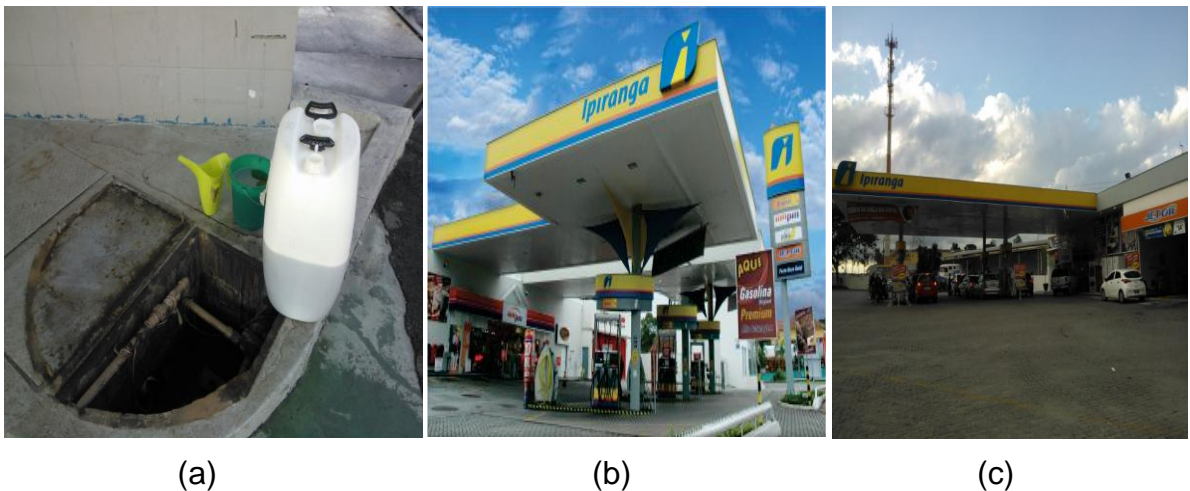
4.2. ÁGUAS RESIDUÁRIAS

As águas residuárias usadas na alimentação das caixas retentoras foram coletadas em um posto de combustível, uma oficina mecânica e uma garagem de ônibus de acordo com procedimentos descritos no Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras da Agência Nacional das Águas (2011, p. 215).

Para realização das coletas das amostras foi utilizado recipiente plástico com capacidade de 100L. Para cada água residuária foram realizadas ao menos três coletas em dias diferentes em estabelecimentos do município de Curitiba-PR.

4.2.1. Efluente de Posto de Combustível

Na Figura 9 são demonstrados os pontos de coleta dos postos de combustíveis.



**Figura 9 - Caixa separadora localizada no posto do Contorno Sul (a); Posto localizado na Av. Batel (b); Posto localizado no Contorno Sul (c).
Fonte: Autoria própria**

As coletas dos efluentes de posto de combustível foram realizadas nos dias 13/02/2014 e 28/02/2014 de uma caixa separadora que recebe contribuição da lavagem de veículos de um posto de grande porte situado no Contorno Sul, bairro CIC.

A coleta do dia 19/02/2014 foi realizada em uma caixa separadora localizada no espaço de troca de óleos de um posto de menor porte situado no bairro do Batel.

Em ambos os casos, a coleta foi efetuada com auxílio de um recipiente plástico de 10 L o qual era imerso na caixa separadora e, em seguida, utilizado para despejo do efluente no recipiente de 100 L (preenchimento de 60% de sua capacidade).

4.2.2. Efluente de Oficina Mecânica

O efluente de oficina mecânica foi coletado de uma oficina de médio porte, localizada no Bairro Alto – Curitiba - PR.

Nesta oficina é utilizada uma caixa separadora de água-óleo, apresentada nas Figuras 10 e 11.



Figura 10 - Caixa separadora de água e óleo utilizada na oficina mecânica.

Fonte: Autoria própria

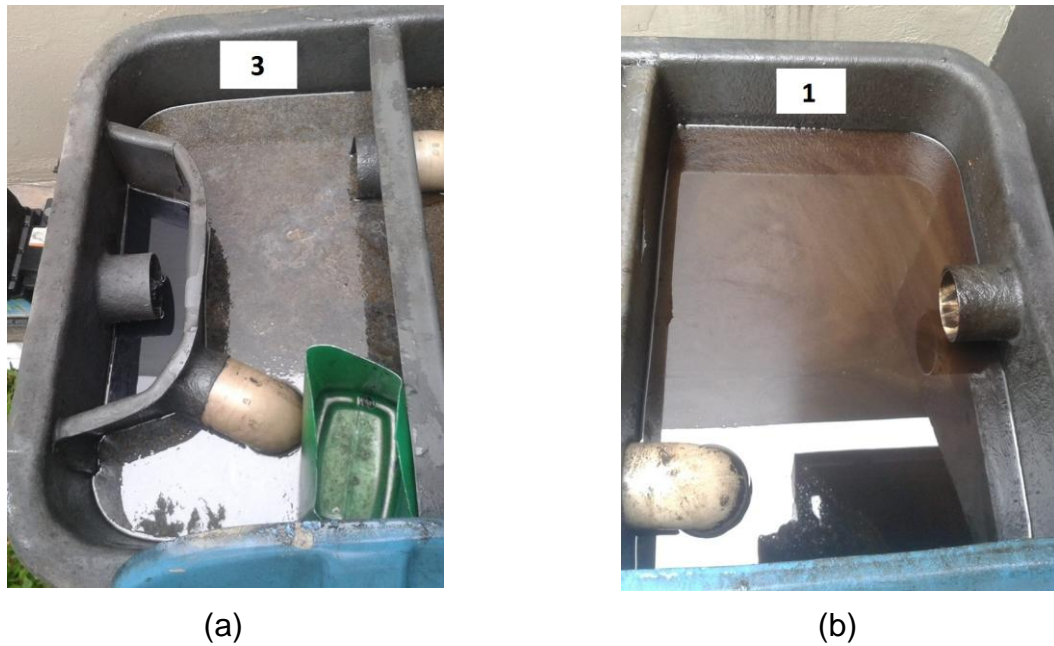


Figura 11 – Aspecto do efluente: a) Compartimento 3 e b) Compartimento 1.
Fonte: Autoria própria

A caixa separadora é constituída de três compartimentos, que possibilita a separação em etapas gerando efluente final clarificado. A coleta da primeira amostra foi uma mistura do terceiro compartimento, que precede a saída da água, e do compartimento do meio. Contudo esta amostra já apresentava indícios de formação de micro-organismos, o que prejudicou as análises do primeiro ensaio. Sendo assim, as demais amostras foram coletadas apenas do primeiro compartimento, onde o efluente apresentava características similares a do efluente bruto.

As coletas foram realizadas nos dias 17, 24 e 25 de fevereiro de 2014 e 01 e 04 de abril de 2014.

4.2.3. Efluente de Lavagem de Veículos

Os efluentes provenientes de lavagem de veículos foram coletados em uma garagem de ônibus com prestação de serviço de lavagem de aproximadamente 100 veículos por dia, entre ônibus, micro-ônibus e vans. A empresa conta com

tratamento para reuso da água residuária da lavagem externa dos veículos, para fins de utilização na lavagem das rodas.

As Figuras 12 e 13 mostram as caixas do sistema de reuso, de onde foram coletadas as amostras.



Figura 12 – Caixas utilizadas no tratamento do efluente de lavagem de veículos.
Fonte: Autoria própria



(a)



(b)

Figura 13 – Aspecto do efluente: a) Caixa 2 e b) Caixa 1.
Fonte: Autoria própria

As amostras do efluente foram coletadas de uma caixa de armazenamento a jusante de uma caixa de passagem (Figura 12 e Figura 13a).

As coletas foram realizadas nos dias 14, 18 e 24 de fevereiro e 27 de março de 2014, sendo realizadas análises de óleos e graxas apenas para a última coleta.

4.3. ENSAIOS EM BATELADA

A eficiência de tratamento dos efluentes analisados foi avaliada pela determinação dos parâmetros físico-químicos temperatura do líquido, pH, concentração de matéria orgânica (em termos de DQO), sólidos sedimentáveis e óleos e graxas em amostras do afluente (efluente bruto) e do efluente de cada caixa retentora. Os parâmetros, métodos de análise e referências são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros analisados, métodos e referências.

Parâmetros	Método de Análise	Método N°
Temperatura do efluente (°C)	-	2550 B
pH	Potenciométrico	4500 H ⁺
DQO (mg/L)	Espectrofotométrico	5220 D
Óleos e graxas (mg/L)	Gravimétrico	5520 B
Ssed (mL/L)	Volumétrico	2540 F

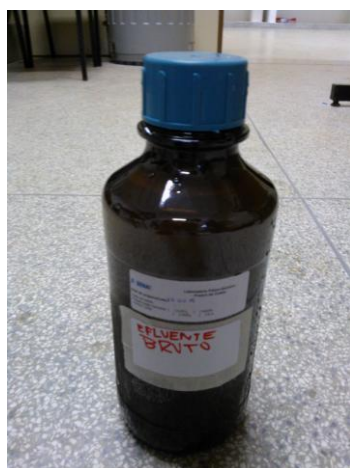
Fonte: Eaton et al. (2005)

As análises de temperatura do efluente, pH, DQO e sólidos sedimentáveis foram feitas no Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba, sede Ecoville.

As análises de óleos e graxas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do SENAI. Cada coleta das amostras para realização da análise de óleos e graxas foi feita utilizando frasco de vidro de boca larga no qual foram

adicionados 2,0 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) para cada 1,0 L de amostra para promover a quebra de emulsão e facilitar a separação do óleo.

Na Figura 14 apresenta-se o acondicionamento das amostras para encaminhamento ao laboratório. Isto foi feito em recipiente de isopor contendo gelo para manter a temperatura próxima a 4 °C e promover conservação da amostra.



(a)



(b)

Figura 14 – Frasco para armazenamento da amostra (a); Acondicionamento das amostras (b)

Fonte: Autoria própria

Os equipamentos utilizados nas determinações físico-químicas foram pHmetro da marca PHTEK para temperatura e pH; digestor da marca MARCONI, modelo MA4004 e espectrofotômetro DR 5000 uv-vis para DQO; conjunto de cones Imhoff de acrílico de 2 L para sólidos sedimentáveis.

Os ensaios em batelada foram realizados com enchimento das caixas retentoras C1 e C2 com amostras das águas residuárias, separadamente, e coleta das amostras em intervalo de uma hora para determinação dos parâmetros temperatura, pH e DQO e SSed no tempo total de duas horas.

Os ensaios em batelada foram repetidos 4 vezes para o efluente do posto de combustível e da lavagem de veículos e 5 vezes para o efluente da oficina mecânica, totalizando 13 ensaios.

As coletas das amostras para determinação de pH, temperatura e DQO, foram realizadas com pipetas graduadas, posicionadas próximas ao septo e o mais próximo do fundo da caixa possível. Algumas incoerências nos resultados podem

ser devido ao momento de imersão da pipeta, que pode ter perturbado o meio ou aderido material oleoso em sua ponta.

A coleta das amostras para determinação de óleos e graxas, para o efluente de posto de combustível, foi feita por meio da imersão de um béquer nas caixas de gordura, o que pode ter gerado perturbações no meio e interferido no resultado final. Para os demais efluentes foi utilizada uma seringa de 50 mL, o que proporcionou uma coleta de fundo, sem perturbações no meio.

4.4. ANOVA E TUKEY

Com o objetivo de avaliar estatisticamente a eficiência das caixas retentoras de gordura, foi utilizado o método de inferência estatística “anova” que se baseia na comparação de medidas de tendência central e dispersão, e um nível de significância de 5%. A hipótese H_0 assumida para análise foi primeiramente a igualdade entre os tratamentos em cada uma das caixas, comparando-se também o tempo do tratamento em questão (após uma e duas horas do início). Em seguida foi adotada como hipótese H_0 a igualdade entre os efluentes dos diferentes dias de análise, comparando efluentes de mesma origem e origem distintas.

Em caso de rejeição da hipótese H_0 para a “anova”, foi utilizado o teste post-hoc de Tukey a fim de comparar as médias uma a uma e apontar onde há diferença significativa. Para a análise em questão foi utilizado o software “Biostat” no qual foram realizados ambos os métodos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises de todas as amostras coletadas estão apresentados no Apêndice A.

Na Tabela 6 é expresso um resumo dos resultados obtidos da caracterização físico-química dos efluentes brutos (EB) e tratados nas caixas C1 e C2.

Tabela 6 - Resultados obtidos do efluente bruto e tratado nas caixas C1 e C2.

	Legenda ^(a)	Efluente	Temp (°C)	pH	DQO (mg/L)	O&G (mg/L)	Ssed (mL/L)
Posto de Combustível	N		4	4	4	1	4
	ū	EB	23,0	7,32	223	26	0,16
		C1	22,3	7,47	206	35	-
	σ	C2	22,4	7,52	220	28	-
		EB	1,71	0,66	65	-	0,13
	Máx	C1	1,96	0,28	64	-	-
		C2	2,51	0,26	71	-	-
	Mín	EB	24,3	7,50	381	-	0,35
		C1	25,6	7,87	375	-	-
		C2	25,2	7,89	425	-	-
		EB	20,7	6,07	268	-	0,10
		C1	19,6	7,05	255	-	-
	C2	19,8	7,14	251	-	-	
Oficina Mecânica	N		3	3	6	1	3
	ū	EB	23,8	10,18	26667	17020	0,09
		C1	23,9	10,04	22000	4480	-
	σ	C2	24,0	10,08	17433	4352	-
		EB	1,31	0,25	4510	-	0,07
	Máx	C1	1,34	0,25	6095	-	-
		C2	1,61	0,15	1407	-	-
	Mín	EB	24,7	10,18	29500	-	0,20
		C1	25,0	10,15	31167	-	-
		C2	25,5	10,08	22000	-	-
		EB	22,3	9,74	18667	-	0,02
		C1	21,4	9,68	17000	-	-
	C2	22,3	9,83	15000	-	-	
Lavagem de Veículos	N		3	3	6	1	3
	ū	EB	23,5	7,1	188	<5	0,23
		C1	23,1	7,5	173	<5	-
	σ	C2	23,0	7,5	172	<5	-
		EB	0,93	1,20	32	-	0,15
	Máx	C1	0,97	0,46	34	-	-
		C2	1,18	0,51	44	-	-
	Mín	EB	24,5	8,0	218	-	0,40
		C1	23,8	7,9	216	-	-
		C2	23,9	8,1	228	-	-
		EB	22,2	5,7	128	-	0,10
		C1	22,0	7,0	135	-	-
	C2	22,0	7,0	111	-	-	

(a) N = Número de amostras; \bar{u} = Média aritmética; σ = desvio padrão; Máx = valor máximo; Mín = valor mínimo

Fonte: Autoria própria

Analisando os valores apresentados na tabela 6, nota-se que os efluentes de postos de combustíveis e lavagem de veículos apresentam um comportamento similar, enquanto que para o efluente de oficina mecânica os dados revelam

claramente um efluente com maior concentração de matéria orgânica e de óleos e graxas.

5.1. TEMPERATURA E pH

Na Tabela 7 são apresentados os resultados médios da temperatura das amostras coletadas no posto de combustível, oficina mecânica e lavagem de veículos.

Tabela 7 – Resultados médios de temperatura por data e por local de coleta.

Data	Temp. (°C) Posto de Combustível	Data	Temp. (°C) Oficina Mecânica	Data	Temp. (°C) Lavagem de Veículos
13/02/2014	25,2	17/02/2014	22,1	14/02/2014	24,0
19/02/2014	22,3	24/02/2014	24,3	24/02/2014	23,9
28/02/2014	22,6	25/02/2014	25,0	27/03/2014	22,1
24/04/2014	19,9	01/04/2014	23,4	-	-
-	-	04/04/2014	22,3	-	-

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 7 é possível observar que a temperatura variou na faixa de 19,9 °C a 25,2 °C nos ensaios realizados. Segundo Ashton e Geary (2006), a variação do pH devido a baixas variações de temperatura são bem sutis, os autores compararam as medidas do pH das soluções tampão nas temperaturas de 20 °C e 25 °C e obtiveram valores de 7,02 e 7,00, respectivamente. Quanto a DQO, Santos (2010) observou um decréscimo da remoção de DQO total com a redução da temperatura, de 95,7% para 91,0% com variação de temperatura de 35 °C para 30 °C.

Neste trabalho, as temperaturas variaram de 19,9 °C a 25,2 °C nas amostras coletadas no posto de combustível enquanto Ferreira e Ferreira (2006) encontraram temperaturas para efluentes desta natureza oscilando entre 25 °C e 28 °C. Para o efluente de oficina mecânica as temperaturas variaram de 22,1 °C a 25,0 °C, enquanto Bujang, Ibrahim e Rak (2012) apresentaram resultados na faixa de 27,2 °C

a 29,8 °C. O efluente de lavagem de veículos apresentou temperaturas de 22,1 °C a 24,0 °C; enquanto Dorigon e Tessaro (2010) encontraram temperatura média de 19,84 °C. Todas as temperaturas encontraram-se abaixo da temperatura máxima de 40 °C, prescrita pela norma NBR 9800:1987 (ABNT, 1987) e pela Resolução do Conama 430/2011 para o lançamento na rede coletora de esgoto e em corpos hídricos, respectivamente.

Com relação ao pH, o efluente proveniente do posto de combustível resultou em uma variação de 7,05 a 7,89, apresentou-se superior aos valores encontrados por Crema (2003) de 6,1 a 6,7.

O pH do efluente da lavagem de veículos variou entre 5,7 e 8,1, enquanto os ensaios realizados por Morelli (2005) e Klautau e Gonçalves (2007) resultaram na faixa de valores de 5,7 a 7,16 e Dorigon e Tessaro (2010) apresentaram o valor médio de 9,21. O efluente de oficina mecânica apresentou uma variação dos valores do pH de 9,68 a 10,18, mantendo-se dentro da faixa de 3,97 a 11,0, apresentada por Secron et al. (2010) ao estudar os efluentes provenientes de atividades automotivas na região metropolitana do Rio de Janeiro.

A prescrição da norma NBR 9800:1987 (ABNT, 1987) estipula que o pH deve estar entre 6,0 e 10,0 para que o lançamento do efluente nas redes coletoras. Apenas os efluentes provenientes dos postos de combustível apresentaram valores máximos e mínimos dentro desta faixa, os demais efluentes, principalmente aqueles provenientes de oficinas mecânicas, necessitariam de correção do pH para serem descartados.

A faixa de valores de pH prescritos pela Resolução do Conama 430/2011 é de 6,0 a 9,0; o que demonstra a necessidade de correção do pH para o efluente da lavagem de veículos e oficina mecânica em caso da necessidade de despejo em corpos d'água.

5.2. SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS

Na Tabela 8 são apresentados os resultados dos efluentes brutos obtidos para este parâmetro, que foi obtido após duas horas de permanência do efluente no cone imhoff.

Tabela 8 – Resultados dos sólidos sedimentáveis em mL/L do EB.

Data	Ssed (mL/L) Posto de Combustível	Data	Ssed (mL/L) Oficina Mecânica	Data	Ssed (mL/L) Lavagem de Veículos
13/02/2014	0,10	17/02/2014	0,2	14/02/2014	0,3
19/02/2014	0,10	24/02/2014	0,1	18/02/2014	0,1
28/02/2014	0,10	25/02/2014	0,015	24/02/2014	0,1
24/04/2014	0,35			27/03/2014	0,40

Fonte: Autoria própria

Percebe-se um baixo teor de sólidos sedimentáveis nestes efluentes, abaixo inclusive do que é estabelecido pelo CONAMA 430, de 1mL/L para o lançamento em corpos receptores.

Estão abaixo também se comparados aos valores obtidos por outras pesquisas como, Crema (2003), que observou uma variação de 0,6 a 1,0mL/L para postos de combustíveis, Secron (2010), que observou 14mL/L para oficinas mecânicas e Bohn (2014), que observou 11,3 para lavagem de veículos.

5.3. DQO

Na Tabela 9, estão apresentados os valores médios de DQO organizados por data e separados por tipo de efluente originário.

Tabela 9 - Resultados médios de DQO por data e por local de coleta.

Data	DQO Postos de Combustível (mg/L)	Data	DQO Oficina Mecânica (mg/L)	Data	DQO Lavagem de Veículos (mg/L)
13/02/2014	281	24/02/2014	26028	14/02/2014	195
24/04/2014	386	25/02/2014	21653	24/02/2014	158
-	-	01/04/2014	27668	27/03/2014	188
-	-	04/04/2014	15694	-	-

Fonte: Autoria própria

Comparando-se os valores de DQO obtidos para os resíduos da lavagem de veículos e para a caixa separadora do posto de combustível que também recebe contribuição de lavagem de veículos, os valores são relativamente baixos. Rosa et al. (2011) encontraram valores médios de DQO para efluentes deste tipo variando em torno de 500 mg/L e 1400 mg/L (dentre os diversos pontos analisados). Já Machado et al. (2005) ao analisarem as concentrações de DQO em unidades de lavagem e manutenção de mecânica pesada de ônibus, obtiveram concentrações oscilando entre 1114 mg/L e 1780 mg/L, ainda muito acima dos valores obtidos no presente trabalho onde as amostras de postos de combustível e de lavagem de veículos apresentaram concentrações inferiores a 400 mg/L.

Na Resolução 038/2009 (SEMA, 2009), consta que o padrão de lançamento das águas residuárias de postos de combustíveis provenientes dos setores de lavagem de veículos e das áreas de serviço deve ser inferior a 300 mg/L. Ao comparar-se os valores médios com tal padrão, verifica-se que o efluente da lavagem de veículos variando de 157,7 a 194,9 mg/L atende perfeitamente a norma estadual, enquanto que o efluente de posto de combustível excede a legislação com o valor médio obtido no dia 24/04/2014.

O efluente de oficina mecânica apresentou índices de óleos e graxas variando de 4352 a 17020 mg/L, o que tornou o aspecto das amostras muito escuro e impediu a realização da leitura de DQO para a primeira coleta. Para as demais análises foi realizada diluição de 1/250 em balão volumétrico de 250 mL.

Embora os valores de DQO encontrados estejam acima do valor máximo registrado por Bujang, Ibrahim e Rak (2012) de 9881 mg/L, pode-se observar que há uma certa regularidade entre os mesmos.

5.3.1. Eficiência na Remoção da DQO

As eficiências das caixas na redução da DQO foram calculadas levando em consideração as médias das medições em duplicata.

Os valores de DQO e as eficiências das caixas de gordura no tratamento do efluente de postos de combustível estão contidos na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de DQO obtidos nos ensaios com efluentes de postos de combustível

DATA	EB	C1		e1	EB	C2		e2
		01h00	02h00			01h00	02h00	
13/02/2014	288	281	265	8,10%	288	286	280	2,89%
24/04/2014	380	365	355	6,58%	380	455	380	0,00%
\bar{E}		...		7,34%		...		1,45%
\bar{u}	334	323	310		334	371	330	

Legenda: \bar{E} – eficiência média; \bar{u} – valores médios da demanda química de oxigênio; EB – demanda química de oxigênio do efluente bruto (mg/L); C1 c demanda química de oxigênio da caixa de gordura pré-fabricada (C1); C2 – demanda química de oxigênio da caixa de gordura proposta (C2); e1 – eficiência de C1; e2 – eficiência de C2.

Fonte: A autoria própria

A eficiência da C1 para remoção de DQO resultou em aproximadamente 7,34%, enquanto que na C2 foi de 1,45%. Nos Gráficos 1 e 2 são apresentadas as variações de DQO no decorrer do ensaio em batelada.

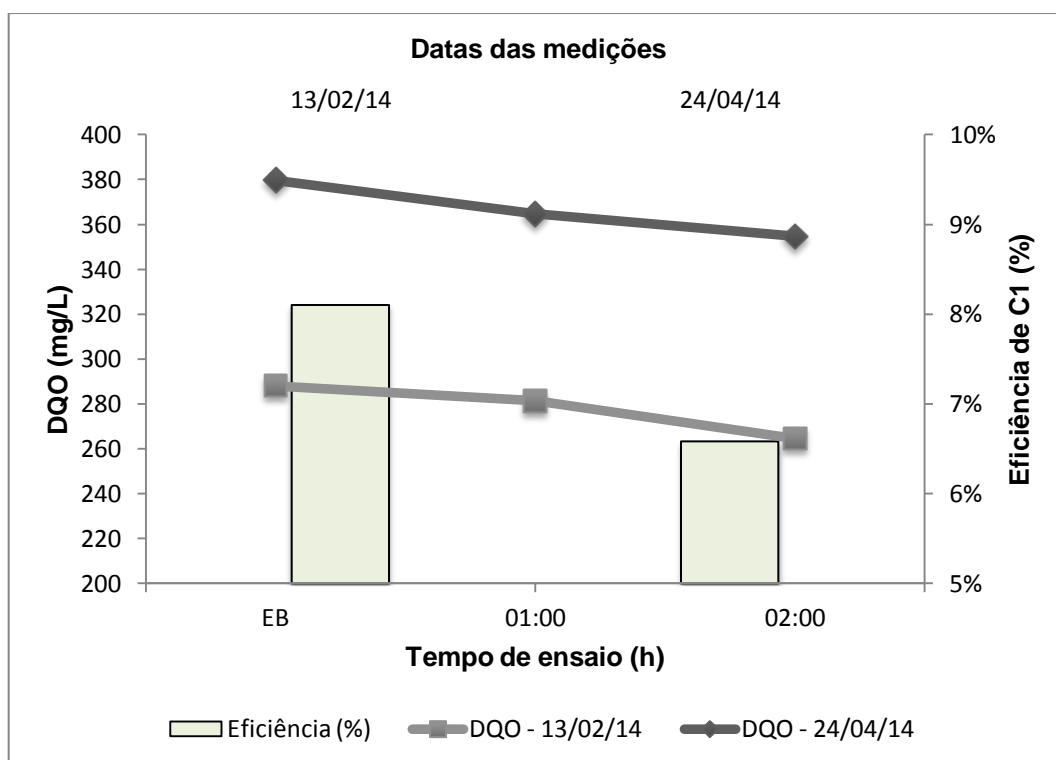


Gráfico 1 – Variação da DQO na Caixa C1 para efluente do posto de combustível

Fonte: A autoria própria

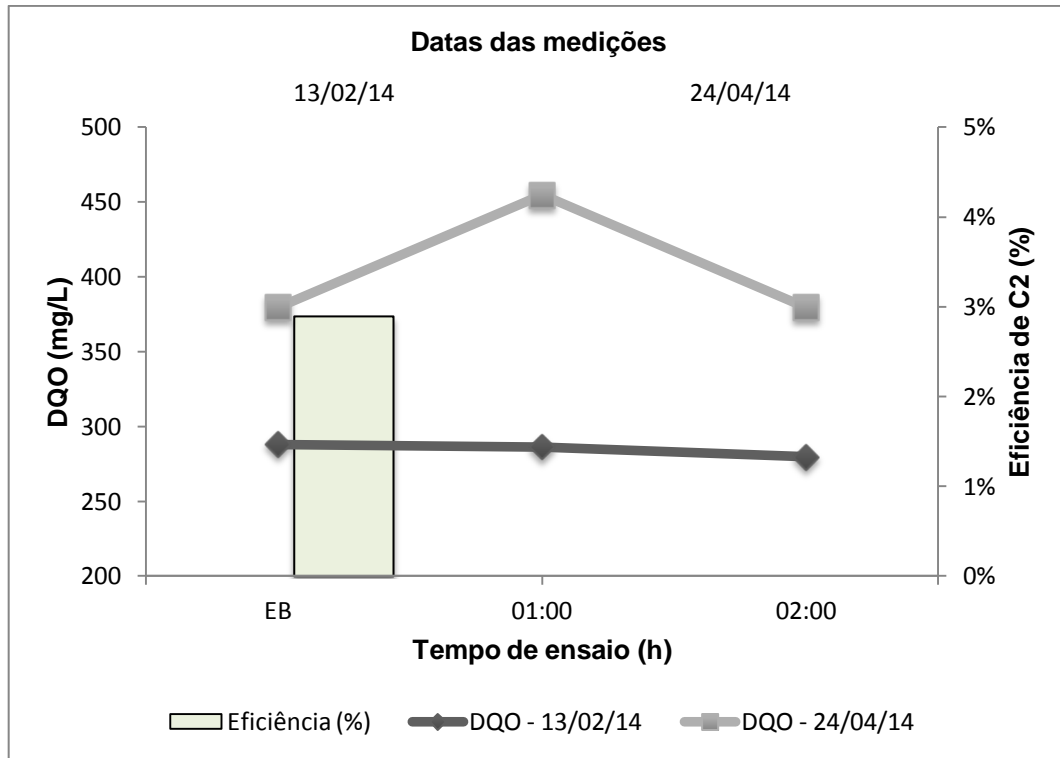


Gráfico 2 – Variação da DQO na Caixa C2 para efluente do posto de combustível
Fonte: Autoria própria

O aumento do valor de DQO que ocorreu do efluente bruto para o tratamento da C2 após uma hora, embora inesperado, pode ser justificado em virtude de oscilações que ocorreram na caixa que estava sendo ensaiada. Fato que promoveu a mistura do material orgânico e decorrente aumento do valor da amostra coletada junto ao septo.

Não houve portanto a necessidade de se retratar com histograma a eficiência do dia 24/04/2014, dia em que a mesma foi nula.

Na Tabela 11 são apresentados os valores das eficiências das caixas de gordura na remoção de DQO para o efluente de oficina mecânica.

Tabela 11 – Eficiência na remoção da DQO da água proveniente de oficina mecânica.

Data	EB	C1		e1	C2		e2
		1h00	2h00		1h00	2h00	
24/02/2014	28667	30750	28250	1,45%	21583	18250	36,34%
25/02/2014	28667	18667	17417	39,24%	18667	17833	37,79%
04/04/2014	18667	20333	18667	0,00%	17833	s.l.	4,46%
\bar{E}	-	-	-	13,57%	-	-	26,20%
\bar{U}	25334	23250	21445	-	19338	18042	

Legenda: \bar{E} – eficiência média; \bar{U} – valores médios da demanda química de oxigênio; EB – demanda química de oxigênio do efluente bruto (mg/L); C1 c demanda química de oxigênio da caixa de gordura pré-fabricada (C1); C2 – demanda química de oxigênio da caixa de gordura proposta (C2); e1 – eficiência de C1; e2 – eficiência de C2; s.l. – sem leitura.

Fonte: Autoria própria

A C2 foi mais eficiente na remoção da DQO, com eficiência média (\bar{E}) de 26,2%, enquanto que a C1 apresentou 13,57%.

Devido à diluição do efluente em 250 mL, observa-se que no ensaio do dia 04/04/2014 após duas horas de tratamento com a caixa de gordura C2, o efluente apresentou um valor muito baixo de absorvância, o que impossibilitou a leitura deste dado. Sendo assim, para o cálculo da eficiência média da C2 utilizou-se o valor do tratamento de uma hora, considerando que este valor ainda estaria acima do valor atingido em duas horas.

Nos Gráficos 3 e 4 é possível notar a melhor capacidade na redução da DQO na C2 com curvas nitidamente mais acentuadas.

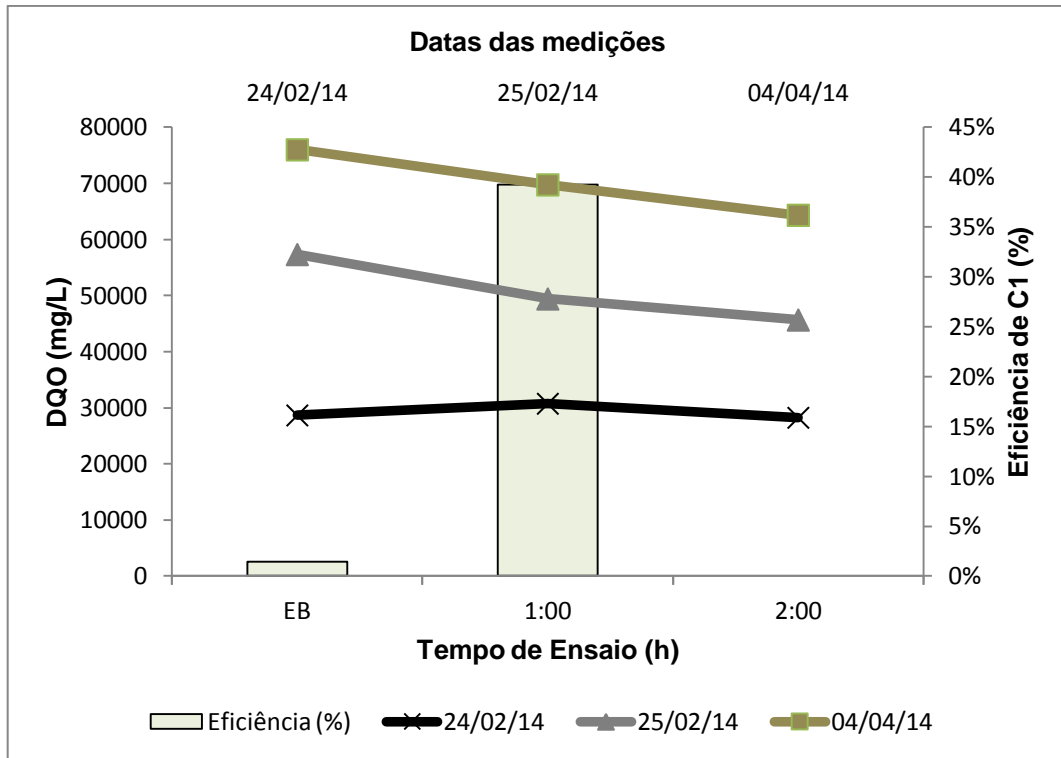


Gráfico 3 – Variação da DQO na Caixa C1 para efluente da oficina mecânica
 Fonte: Autoria própria

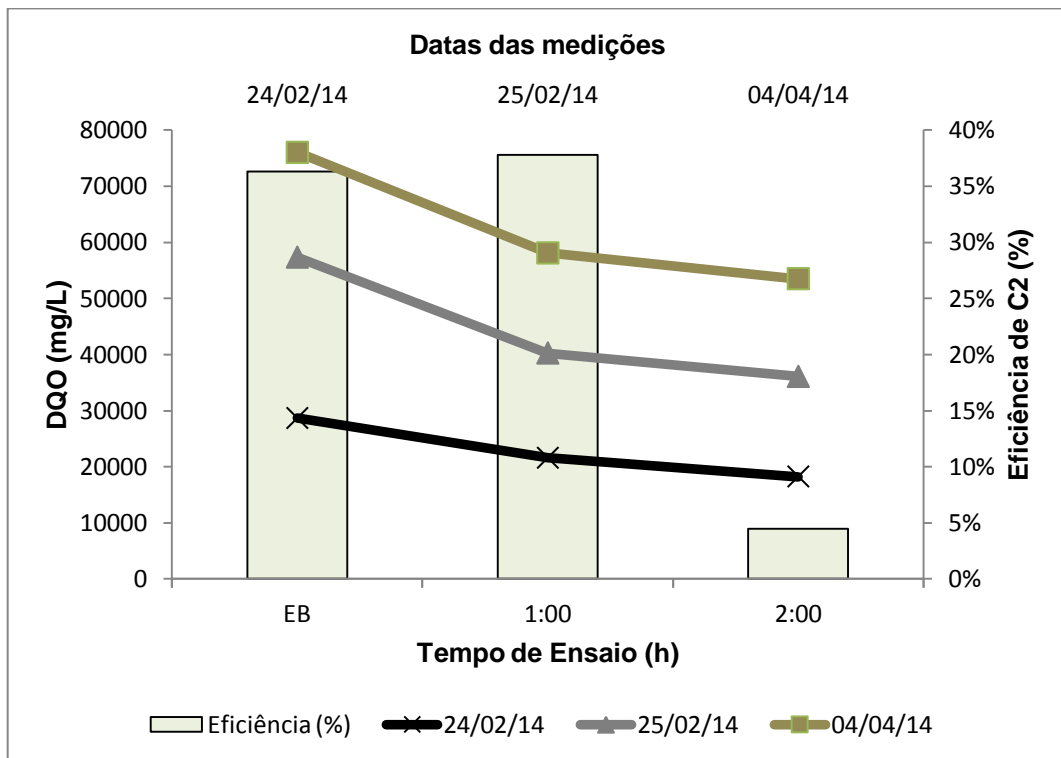


Gráfico 4 – Variação da DQO na Caixa C2 para efluente da oficina mecânica
 Fonte: Autoria própria

Observa-se através dos gráficos que as curvas apresentam-se mais acentuadas para os valores do tratamento correspondente à caixa C2, significando uma maior eficiência obtida pela mesma.

São apresentados na Tabela 12 os valores de DQO e as eficiências de C1 e C2 na remoção de DQO no tratamento do efluente de lavagem de veículos.

Tabela 12 – Eficiência na remoção da DQO do efluente proveniente de lavagem de veículos.

DATA	EB	C1		e1	EB	C2		e2
		1h00	2h00			1h00	2h00	
14/02/2014	186	180	191	0,00%	186	191	193	0,00%
24/02/2014	173	160	136	21,19%	173	156	126	26,97%
27/03/2014	203	198	191	6,18%	203	195	198	2,75%
Ê	-	-	-	8,23%	-	-	-	8,71%
ū	187	179	173	-	187	181	172	-

Legenda: Ê – eficiência média; ū – valores médios da demanda química de oxigênio; EB – demanda química de oxigênio do efluente bruto (mg/L); C1 c demanda química de oxigênio da caixa de gordura pré-fabricada (C1); C2 – demanda química de oxigênio da caixa de gordura proposta (C2); e1 – eficiência de C1; e2 – eficiência de C2.

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 12 percebe-se remoção de aproximadamente 8% de DQO tanto para C1 quanto C2. Devido ao local de coleta do efluente bruto a DQO, cuja média situou-se em 187 mg/L, se apresentou satisfatória em comparação ao exigido pela Resolução 038/2009 (SEMA, 2009) de 300 mg/L, fato que apesar de notável não justifica a obtenção de eficiências menores do que as obtidas no ensaio com efluente de oficina mecânica.

Os valores para o efluente bruto variando de 173 a 203 mg/L resultaram inferiores a 600 e 1780 mg/L obtidos por Rosa et al. (2011) e Machado et al. (2005), respectivamente.

Isso pode ser explicado pela natureza do efluente, pois nesta pesquisa foi utilizado somente efluente proveniente da lavagem externa dos ônibus e para os outros trabalhos foram utilizados efluentes de todas as etapas da lavagem.

Estão retratados nos Gráficos 5 e 6 o comportamento das caixas C1 e C2 na remoção da DQO.

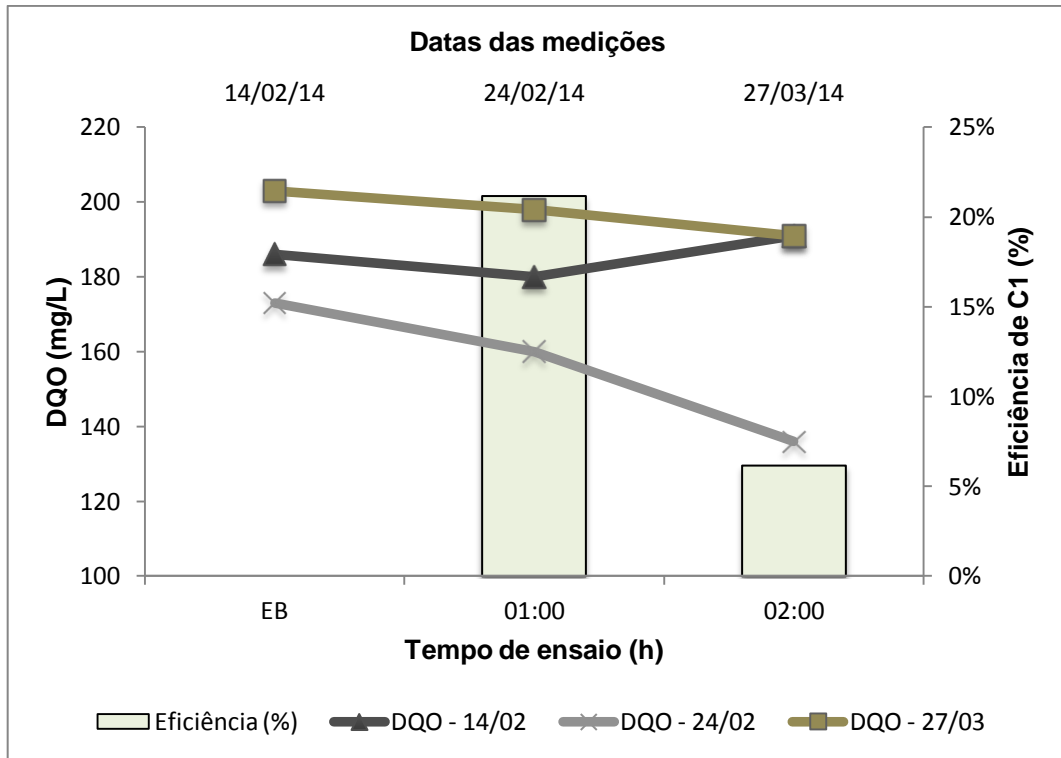


Gráfico 5 – Variação da DQO na Caixa 1 para efluente da Lavagem de Veículos
 Fonte: Autoria própria

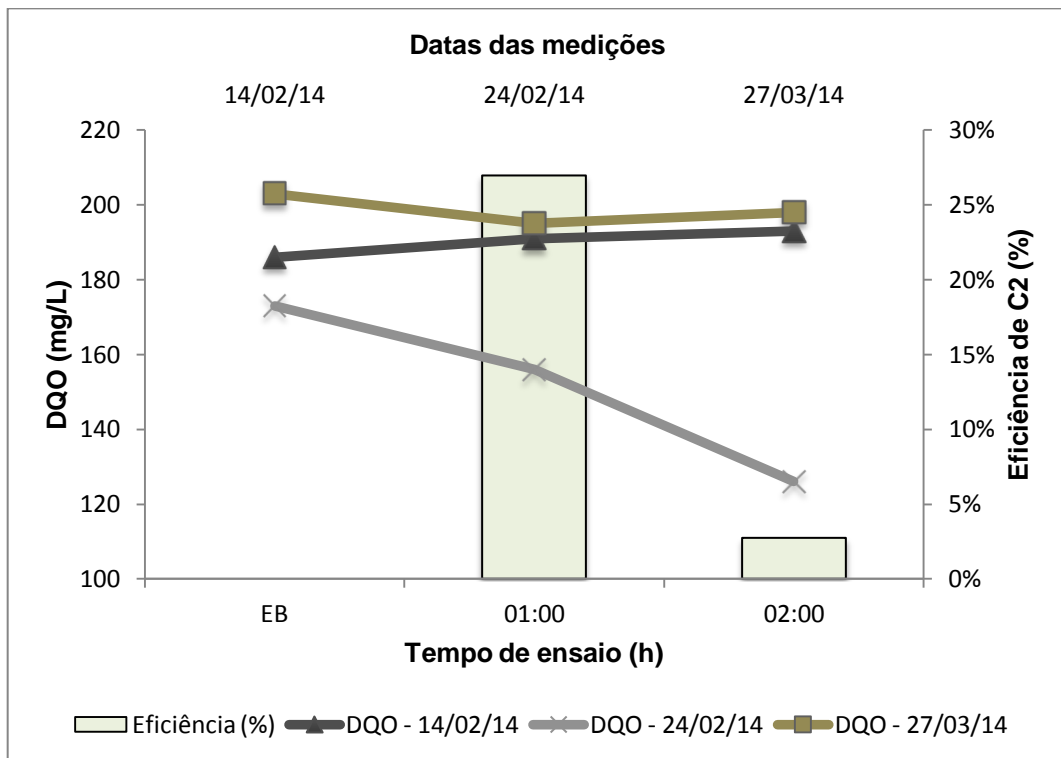


Gráfico 6 – Variação da DQO na Caixa 2 para efluente da Lavagem de Veículos
 Fonte: Autoria própria

Nota-se pelos gráficos que no dia 14/02/2014 não foi observada eficiência em nenhuma das caixas e que no dia 24/02/2014 a queda nos valores de DQO apresentou-se mais acentuada que nos demais.

5.4. ÓLEOS E GRAXAS

Os resultados de O&G de todos os efluentes estudados estão dispostos na Tabela 13.

Tabela 13 – Medições de óleos e graxas do EB, C1 e C2 dos três efluentes.

Efluente	Data	O&G (mg/L)		
		EB	C1	C2
Posto de combustíveis	28/02/2014	26	35	28
Lavagem de veículos	27/03/2014	<5	<5	<5
Oficina mecânica	04/04/2014	17020	4480	4352

Fonte: Autoria própria

A SANEPAR baseia-se na norma NBR 9800:1987 (ABNT,1987) para definir os limites máximos admissíveis para o lançamento de efluentes nas redes. Para óleos e graxas, é estabelecido o valor máximo permitido de 100 mg/L.

Os valores obtidos para o efluente de posto de combustíveis são satisfatórios por estarem abaixo desse limite. Porém, ao contrário do apresentado por Crema (2003) e Machado et al. (2005) que conseguiram observar uma redução de 100% e 22% respectivamente, não observou-se redução da DQO nas caixas.

O efluente da oficina mecânica representa um tipo de efluente industrial, com valores que extrapolam os limites normativos de óleos e graxas. O que também foi constatado em outros artigos. Bujang, Ibrahim e Rak (2012) encontraram valores de até 90.500 mg/L para este tipo de efluente. Considerando que a passagem por estas caixas não seria o tipo de tratamento mais adequado para este tipo de efluente, o qual exigiria no mínimo uma caixa separadora de água e óleo como o utilizado na oficina mecânica, as caixas de gordura obtiveram resultados

satisfatórios com redução de 73,7% na C1 e 74,4% na C2. No entanto, segundo Braile e Cavalcanti (1993), alguns separadores por gravidade podem reduzir em até 99% o teor de óleo presente nestas águas. Estes resultados demonstram que a C2 foi mais eficiente, apesar de apresentar pequena diferença, o que pode ser melhorado com as recomendações propostas no final deste trabalho.

Para o efluente de lavagem de veículos, os valores ficaram abaixo do limite mínimo exigido pela metodologia aplicada no SENAI para que sejam ensaiadas as amostras. Tanto para o efluente bruto quanto para o tratado nas caixas de gordura resultaram menores que 5 mg/L. Os valores também ficaram abaixo dos valores encontrados por Rosa et al. (2011) de 110 a 275 mg/L, e por Machado et al. (2005) de 18 mg/L.

Neste contexto, para este parâmetro, apenas o efluente de oficinas mecânicas estaria em desacordo com as normas de padrão de lançamento em corpos receptores, CONAMA-430, e, portanto, necessitariam de um tratamento mais avançado.

5.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a aplicação dos métodos estatísticos ANOVA e Tukey, os dados foram organizados conforme parâmetro, tempo de tratamento (uma ou duas horas), tipo de tratamento (C1 ou C2) e dispostos de acordo com as tabelas 14, 15 e 16 apresentadas abaixo.

Tabela 14 - Resultados da ANOVA quando comparados os tipos de tratamento.

Pontos		pH	Temperatura (°C)	Ssed (mL/L)	DQO	O&G
P1	Méd	7,77	22,98	0,16	10611	-
	Máx	10,17	25,6	0,4	41764	-
	Mín	4,39	19,6	0,015	126	-
	DP	1,56	1,42	0,12	12737	-
	DS	n.s	n.s	n.s	n.s	-
P2	Méd	7,84	22,88	0,14	8928	-
	Máx	10,15	25,6	0,35	28250	-
	Mín	4,74	19,6	0,015	136	-
	DP	1,45	1,65	0,11	10922	-
	DS	n.s	n.s	n.s	n.s	-
P3	Méd	7,82	22,92	-	10849	1506,67
	Máx	10,1	25,2	-	38273	4480
	Mín	4,67	19,9	-	156	5
	DP	1,56	1,61	-	13867	2575,03
	DS	n.s	n.s	-	n.s	n.s
P4	Méd	7,85	22,87	-	10716	1461,67
	Máx	10,09	25,5	-	41764	4352
	Mín	4,44	19,8	-	126	5
	DP	1,51	1,61	-	14429	2503,13
	DS	n.s	n.s	-	n.s	n.s

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento; Méd – média aritmética dos valores de cada parâmetro; Máx – maior valor dentre os valores de cada parâmetro; Mín – menor valor dentre os valores de cada parâmetro; DP – desvio padrão dos valores de cada parâmetro, DS – diferença significativas entre os resultados médios analisados, sendo $a_1 < a_2 < \dots < a_{n-1} < a_n$; n.s – nenhuma significância.

Fonte: Autoria própria

Tabela 15 - Resultados da ANOVA quando comparados os dias de análise

Parâmetros		13/02/14	14/02/14	17/02/14	18/02/14	19/02/14	24/02/14	24/02/14	25/02/14	28/02/14	27/03/14	01/04/14	04/04/14	24/04/14
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pH	P1	7,32	7,49	6,65	7,67	7,89	10,15	7,92	10,17	7,05	7,07	4,39	9,72	7,58
	P2	7,45	7,51	7,01	7,79	7,87	10,04	7,93	10,15	7,19	7,02	4,74	9,68	7,48
	P3	7,33	7,44	8,82	7,63	6,09	10,1	7,96	10,06	7,14	7,12	4,67	9,72	7,53
	P4	7,53	7,44	7,1	7,8	7,89	10,08	8,05	10,09	7,27	7,03	4,44	9,83	7,51
	Méd	7,41	7,47	7,40	7,72	7,44	10,09	7,97	10,12	7,16	7,06	4,56	9,74	7,53
	Máx	7,53	7,51	8,82	7,8	7,89	10,15	8,05	10,17	7,27	7,12	4,74	9,83	7,58
	Mín	7,32	7,44	6,65	7,63	6,09	10,04	7,92	10,06	7,05	7,02	4,39	9,68	7,48
	DP	0,10	0,04	0,97	0,09	0,90	0,05	0,06	0,05	0,09	0,05	0,17	0,06	0,04
	DS	a2	a2	a2	a2	a2	a3	a2	a3	a2	a2	a1	a3	a2
Temperatura (°C)	P1	24,8	24,3	22,2	21,6	22,3	24,3	23,9	25	22,3	22,2	22,9	22,9	20,1
	P2	25,6	23,3	21,5	21,6	21,6	24,3	23,8	25	22,9	22	23,8	22,4	19,6
	P3	25,2	24,4	22,1	21,3	22,6	24,4	24,1	25	22,4	22,2	22,9	21,4	19,9
	P4	25,2	23,3	21,9	21,6	21,5	24,3	23,9	25,5	22,6	22	23,4	22,3	19,8
	Méd	25,2	23,8	21,9	21,5	22,0	24,3	23,9	25,1	22,6	22,1	23,3	22,3	19,9
	Máx	25,6	24,4	22,2	21,6	22,6	24,4	24,1	25,5	22,9	22,2	23,8	22,9	20,1
	Mín	24,8	23,3	21,5	21,3	21,5	24,3	23,8	25	22,3	22	22,9	21,4	19,6
	DP	0,33	0,61	0,31	0,15	0,54	0,05	0,13	0,25	0,26	0,12	0,44	0,62	0,21
	DS	a7	a5 a6	a2 a3	a2	a2 a3	a6 a7	a5 a6	a7	a3 a4	a2 a3	a4 a5	a2 a3	a1
Ssed (mL/L)	P1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,015	0,1	0,4	-	-	0,3
	P2	0,1	-	0,2	-	0,1	0,1	-	0,015	0,1	-	-	-	0,35
	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Méd	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	-	-	0,3
	Máx	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,015	0,1	0,4	-	-	0,35
	Mín	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,015	0,1	0,4	-	-	0,3
	DP	0,00	-	0,07	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-	-	0,04
	DS	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	-	-	a1

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento; Méd – média aritmética de P1, P2, P3 e P4; Máx – maior valor entre P1, P2, P3 e P4; Mín – menor valor entre P1, P2, P3 e P4; DP – desvio padrão de P1, P2, P3 e P4; DS – diferença significativas entre os resultados médios analisados, sendo $a_1 < a_2 < \dots < a_{n-1} < a_n$.

Tabela 16 - Resultados da ANOVA quando comparados os dias de análise

Parâmetros		13/02/14	14/02/14	17/02/14	18/02/14	19/02/14	24/02/14	24/02/14	25/02/14	28/02/14	27/03/14	01/04/14	04/04/14	24/04/14
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DQO (mg/L)	P1	281	180	-	-	-	160	30750	18667	-	198	24562	20333	365
	P2	265	191	-	-	-	136	28250	17417	-	191	14885	18667	355
	P3	286	191	-	-	-	156	21583	18667	-	195	38273	17833	455
	P4	280	193	-	-	-	126	18250	17833	-	198	41764	17417	380
	Méd	278	189	-	-	-	145	24708	18146	-	195	29871	18563	388
	Máx	286	193	-	-	-	160	30750	18667	-	198	41764	20333	455
	Mín	265	180	-	-	-	126	18250	17417	-	191	14885	17417	355
	DP	9.33	6.16	-	-	-	15.99	5788.52	625.00	-	3.30	12447.35	1289.77	45.35
	DS	a1	a1	-	-	-	a1	a2 a3	a2	-	a1	a3	a2 a3	a1
O&G (mg/L)	P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	35	5	-	4480	-
	P4	-	-	-	-	-	-	-	-	28	5	-	4352	-
	Méd	-	-	-	-	-	-	-	-	32	5	-	4416	-
	Máx	-	-	-	-	-	-	-	-	35	5	-	4480	-
	Mín	-	-	-	-	-	-	-	-	28	5	-	4352	-
	DP	-	-	-	-	-	-	-	-	4.95	0.00	-	90.51	-
	DS	-	-	-	-	-	-	-	-	n.s	n.s	-	n.s	-

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento; Méd – média aritmética de P1, P2, P3 e P4; Máx – maior valor entre P1, P2, P3 e P4; Mín – menor valor entre P1, P2, P3 e P4; DP – desvio padrão de P1, P2, P3 e P4; DS – diferença significativas entre os resultados médios analisados, sendo $a_1 < a_2 < \dots < a_{n-1} < a_n$.

Fonte: Autoria própria

Após terem sido realizadas as análises de dados através do teste paramétrico “anova”, constatou-se que não há diferença significativa entre os valores médios de pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, DQO e óleos e graxas no decorrer do tratamento, ou seja, após a passagem dos efluentes pelo tratamento prévio através das caixas C1 e C2, tendo sido feitas as análises tanto para uma hora quanto para duas horas de tratamento. Tal resultado permite inferir que o tratamento não obteve eficiência relevante, a um nível de significância de 95%, na remoção destes parâmetros.

A realização do teste “anova” assumindo para a hipótese H_0 a igualdade entre as médias no decorrer do tratamento resultou para pH (p-valor 0,9631), temperatura (p-valor 0,8497), sólidos sedimentáveis (p-valor 0,1996) e DQO (p-valor 0,8101), significando que a hipótese nula foi aceita para todos os parâmetros previamente citados.

No entanto quando a hipótese H_0 assumida tratava-se da igualdade entre as médias ao longo dos diferentes dias de análise (com diferentes tipos de efluentes, portanto), o teste “anova” e o teste post-hoc de Tukey revelaram diferenças significativas entre as amostras, conforme o esperado, por se tratarem de efluentes de origens e características distintas entre si, pois como nota-se no gráfico 9, adotando o DQO como exemplo, o efluente de oficina mecânica apresenta valores que chegam a ser 19.000% superiores aos de lavagem de veículos.

No caso de óleos e graxas, H_0 foi aceita em ambas as formas de comparação, resultando em (p-valor 0,6419) quando considerada a igualdade dos tipos de tratamento e em (p-valor 0,0724) quando a hipótese tratava como iguais as médias dos diferentes dias de realização do tratamento.

Estão apresentados abaixo os gráficos que representam os valores de pH (gráfico 7), temperatura (gráfico 8), e DQO (gráfico 9 e 10) e suas variações no decorrer dos dias de análise.

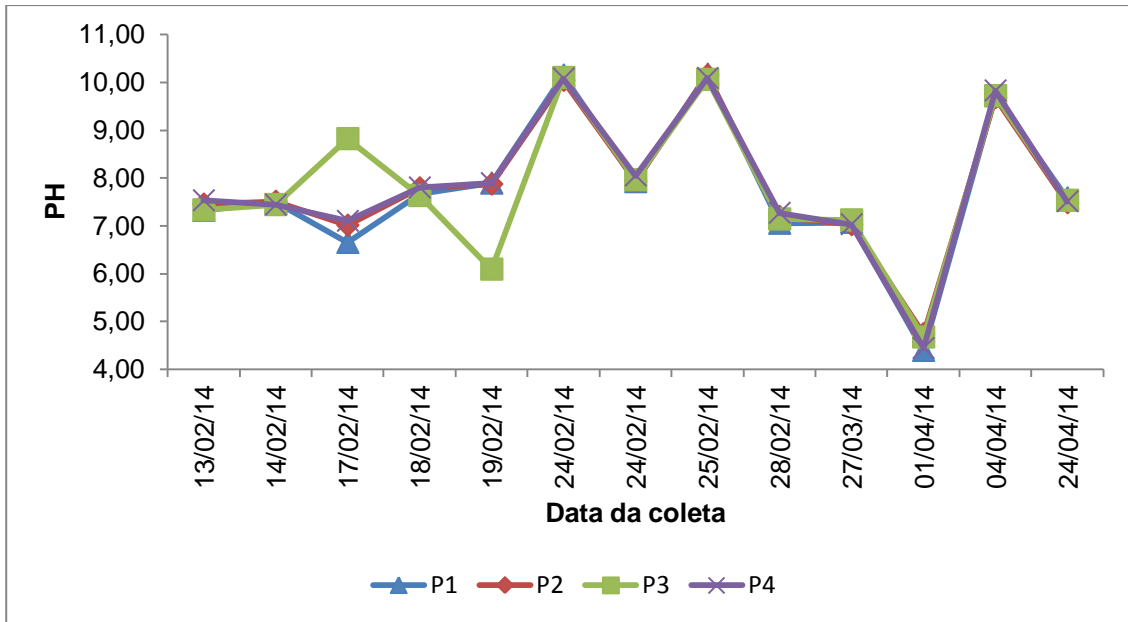


Gráfico 7 - Valores de pH dispostos conforme o dia de análise do efluente

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento.

Fonte: Autoria própria

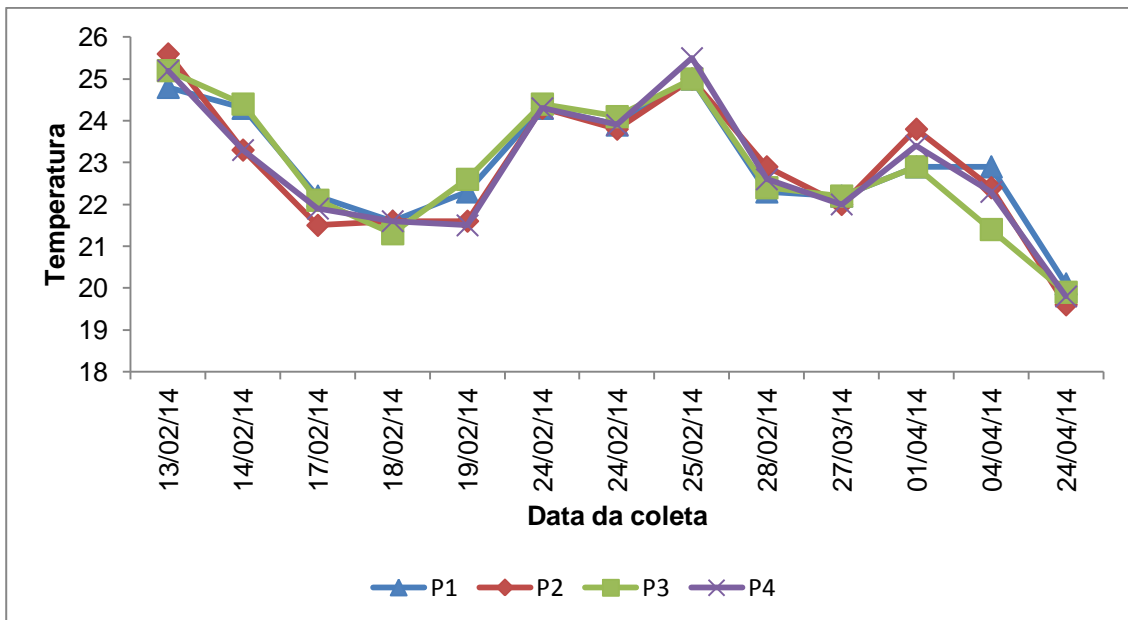


Gráfico 8 - Valores de temperatura dispostos conforme o dia de análise do efluente

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento.

Fonte: Autoria própria

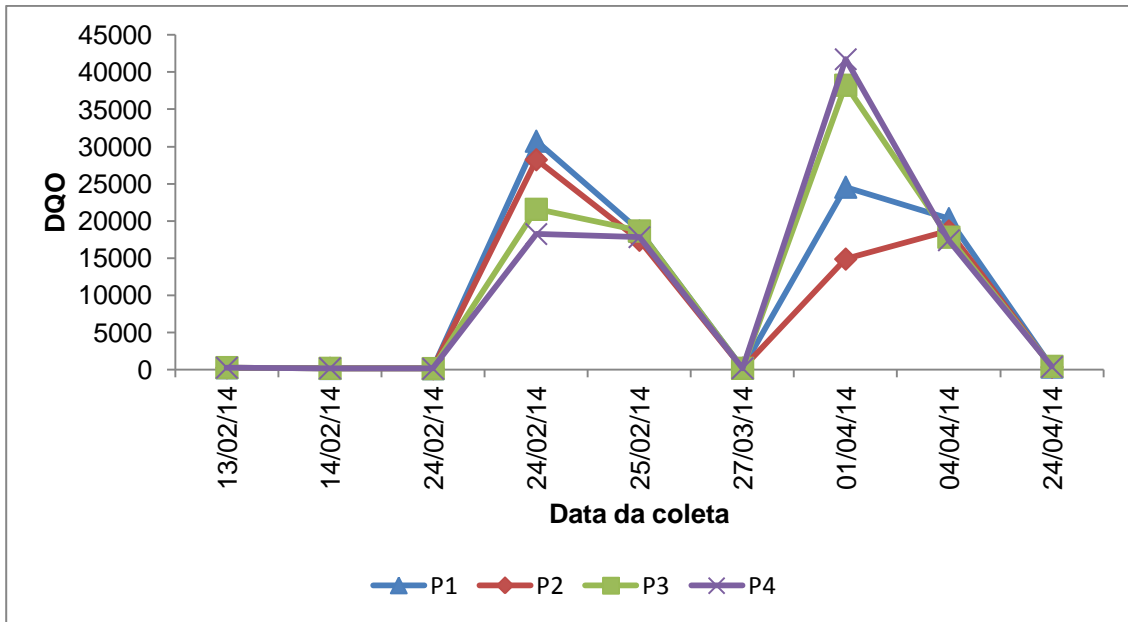


Gráfico 9 - Valores de DQO de todos os efluentes dispostos conforme o dia de análise

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento.

Fonte: Autoria própria

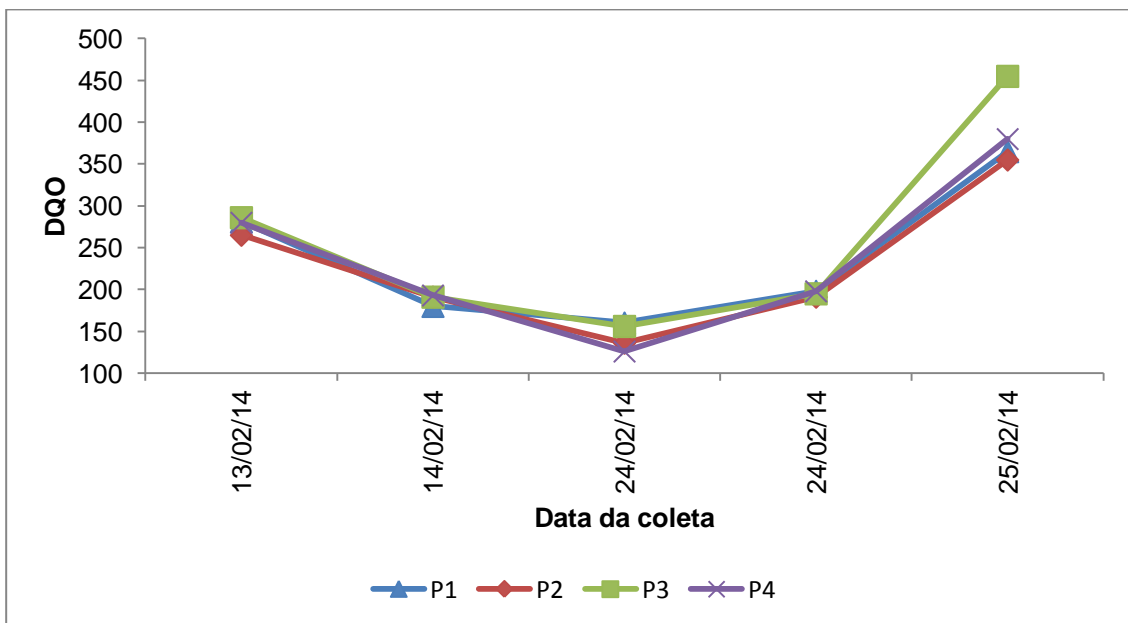


Gráfico 10 – Valores de DQO de postos de combustível e de lavagem de veículos dispostos conforme o dia de análise do efluente

Legenda: P1 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após uma hora de tratamento; P2 – valor correspondente à caixa de gordura pré-fabricada (C1) após duas horas de tratamento; P3 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após uma hora de tratamento; P4 – valor correspondente à caixa de gordura proposta (C2) após duas horas de tratamento.

Fonte: Autoria própria

É notável nos gráficos 7 e 8 que os valores de pH e temperatura apresentam maiores variações quando comparado um dia de análise a outro e variação pouco significativa quando a análise é realizada sob perspectiva de um único dia comparando-se os diferentes tipos de tratamento , ou seja, P1, P2, P3 e P4 no gráfico.

Já no gráfico 9 é ressaltada a grande discrepância que há entre os valores de DQO dos efluentes de postos de combustível e de lavagem de veículos para os efluentes de oficina mecânica, reforçando ainda mais a necessidade de um tratamento prévio mais detalhado e rigoroso para este tipo de efluente a fim de atender aos requisitos impostos pela Resolução 038/2009 (SEMA, 2009) que determina um limite de 300 mg/L para tais efluentes industriais.

6. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso foi possível concluir que:

- Com a realização dos perfis de amostragem temporal, o efluente do posto de combustível apresentou valores médios de pH de 7,44, temperatura de 22,57 °C, DQO de 216,3 mg/L, sólidos sedimentáveis de 0,16 mL/L e óleos e graxas de 29,67 mg/L;
- O efluente da oficina mecânica apresentou valores médios de pH de 10,10, temperatura de 23,91 °C, DQO de 22033,4 mg/L, sólidos sedimentáveis de 0,09 mL/L e óleos e graxas de 8617 mg/L;
- O efluente da lavagem de carros apresentou valores médios de pH de 7,35, temperatura de 23,2 °C, DQO de 177,6 mg/L, sólidos sedimentáveis de 0,23 mL/L e óleos e graxas menor que 5 mg/L;
- Os efluentes apresentaram baixas variações de temperatura entre si e permaneceram dentro dos valores máximos e mínimos estipulados pelas normas ambientais de lançamento.
- Quanto ao pH, o único efluente que não atendeu ao exigido pelas normas ambientais de lançamento foi o proveniente de oficinas mecânicas, com valores de até 10,18. Para este efluente obteve-se uma redução de 1,4% para a C1 e 1,0% para a C2.
- Observou-se baixíssimas concentrações de sólidos sedimentáveis nestes efluentes, com resultados variando de 0,1 a 0,4 mL/L.
- Com a realização dos ensaios em batelada foi possível observar eficiências de remoção média de DQO de 8,71% para C1 e 14,77% para C2 e de óleos e graxas de 73,7% para C1 e 74,4% para C2;
- Com o estudo estatístico foi possível concluir que as caixas não apresentaram eficiência significativa no tratamento com relação a todos os parâmetros analisados
- Ao se comparar os diferentes tipos de efluentes ou os mesmos tipos de efluentes coletados em diferentes dias, pode-se afirmar pela “anova” que os resultados podem ser considerados significativamente

diferentes um do outro, assim, pode-se afirmar que mesmo dentre os efluentes industriais com relevante presença de óleos e graxas, há considerável diferença entre os mesmos.

- Mesmo que os resultados não tenham apresentado grandes diferenças com relação à eficiência, pôde-se observar que o aumento na área superficial das caixas de gordura, contribuiu para o aumento da eficiência no tratamento de águas residuárias.

7. RECOMENDAÇÕES

Como recomendações, sugere-se que novas pesquisas sejam feitas em prol do mesmo propósito, com mais investigações sobre os seguintes aspectos:

- Realizar mais ensaios de óleos e graxas para comprovar a veracidade das afirmações deste trabalho quanto ao aumento da eficiência das caixas atrelado ao aumento de sua área superficial;

- Realizar ensaios com efluentes de cozinha para uma maior aproximação da operação real destas caixas e por haver mais dados para se realizar estudos comparativos.

- Se possível, realizar o ensaio com fluxo contínuo ou intermitente, para simular o escoamento real do efluente. No caso de não ser possível e se realizar ensaios em batelada, utilizar protótipos com saídas de fundo a fim de evitar a coleta de material flotante e propiciar amostras mais clarificadas.

REFERÊNCIAS

ADEWOYIN, O. A; HASSAN, A. and ALADESIDA, A. **The impacts of auto-mechanic workshops on soil and groundwater in Ibadan metropolis.** Artigo. Department of Zoology, University of Ilorin, Kwara State, Nigeria. 8 p. 2013.

ALEXANDRE, Nadja Zim; NOSSE, Eduardo Oliveira. **Fontes de poluição no município de Criciúma SC.** CPRM – Porto Alegre, 1995. 55 p.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=78474&tit=Lei-obriga-a-instalacao-da-caixa-de-gordura-para-evitar-problemas-na-rede-de-esgoto>> Acesso em: 26/05/2014.

ASHTON, John J. B. Colin; GEARY Leo. The effects of temperature on pH measurement. 57th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry. . Edinburgh, 2006.

SILVA, Mauro M. de L. Crimes da era digital. **NET**, Rio de Janeiro, nov.1998. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <<http://www.brazilnet.com.br/contexts/brasilrevistas.htm>>. Acesso em: 28 nov. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-8160** – Sistemas prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-9800** – Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10004** – Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BOHN, Fernando Pudell. **Tratamento do efluente gerado na lavagem de veículos.** 2014. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi, 2014.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** CETESB – São Paulo, 1993.

BRASIL. Agência Nacional das Águas et al. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília, 2011.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 17 de março de 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 16 de maio de 2011.

BUJANG, Marina; IBRAHIM, Noor Azlina; RAK, Aweng Eh. **Physicochemical Quality of Oily Wastewater from Automotive Workshop in Kota Bharu, Kelantan Malaysia**. Artigo. Faculty of Agro Based Industry and Faculty of Earth Science University Malaysia Kelantan, Kelantan, Malasia. 5 p. 2012.

CARVALHO, Luiz de. Lagoas receberão vigilância após derrame clandestino de óleo. **O Diário**, Maringá, Nov. 2010. Disponível em: <[http://maringa.odiario.com/parana/noticia/365867/oleo-e-jogado-em-lagoa-limpeza-custara-cerca-de-r\\$-25-mil/](http://maringa.odiario.com/parana/noticia/365867/oleo-e-jogado-em-lagoa-limpeza-custara-cerca-de-r$-25-mil/)> Acesso em: 12/08/2014.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Reatores anaeróbios**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Belo Horizonte, 1ª ed., 1997. 246p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro - RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. Único.

CREMA, Daniel Barp. **Diagnóstico dos postos de combustíveis no município de Criciúma – SC**. 2003. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2003.

DIAS, João Bosco Costa. Procedimentos para fiscalização de óleos lubrificantes usados ou contaminados (“olucs”). IBAMA. 11/2006.

DORIGON, Elisangela Bini; TESSARO, Patricia. **Caracterização dos efluentes de lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense**. 2010. 9f. Artigo. Universidade do Oeste de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

EATON, Andrew. D; CLESCERI, Lenore. S; RICE, Eugeni. W.; GREENBERG, Arnold. E. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Pollution Control Federation, 2005.

ENGENHARIA, Acqua. **Imagens**. Disponível em <<http://www.acquaeng.com.br/a-acqua/imagens/>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, p. 1-6.

FERREIRA, Ana Paula Ramos; FERREIRA, Osmar M. **Tratamento de Efluentes de Uma Base de Armazenamento de Combustíveis: Estudo de Eficiência**. Artigo. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2006.

GASPERI, Renata de Lima. **Caracterização de Resíduos de Caixas de Gordura e Avaliação de Flotação Como Alternativa Para o Pré-Tratamento**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

GNIPER, Sérgio Frederico. Avaliação da eficiência das caixas de gordura prescritas pela NBR-8160:1999 como tanques de flotação natural. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.8, n. 2, p. 119-132, abr./jun. 2008.

JORDÃO, Eduardo P; PESSOA, C. Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Rio de Janeiro, 2ª ed., 1982.

JORDÃO, Eduardo P; PESSOA, C. Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Rio de Janeiro, 5ª ed., 2009.

KARACAN, Ö.; KÖK, M. V.; KARAASLAN, U. Dependence of thermal stability of an engine lubricating oil on usage period. In: JOURNAL OF THERMAL ANALYSIS AND CALORIMETRY, Vol. 55, 1999, p. 109-114.

KLAUTAU, Judith von Paumgarten; GONÇALVES, Mariane Furtado. **Reúso de água: um projeto e sua viabilidade aplicada a lava-jatos**. Artigo. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

MACHADO, Ênio L.; HOEHNE, Lucélia; FERREIRA, Leônidas P.; FILHO, Wolmar A. S.; KIST, Lourdes T. Tratamento de efluentes com óleos e graxas, fenóis e surfactantes através de POA's ferro-catalisados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METCALF, Leonard; EDDY, Harrison. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4. ed. International edition. McGraw-Hill. 2003.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reúso de água na lavagem de veículos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

NAILEN, R.L. Grease, what it is; how it works – electrical apparatus, ABI/INFORM Global, 27:100. 2002.

NUNES, Gedson Bezerra; BARBOSA, Andrea Francisca Fernandes. Gestão dos resíduos sólidos provenientes dos derivados de petróleo em oficinas mecânicas da cidade de natal/rn. ENECT. 2012.

POLI, Nardila Dourado; CARTANA, Deise. Avaliação quantitativa da eficiência de equipamento alternativo à tradicional caixa de gordura para fins de homologação. 2010. Relatório. CIENTEC, Fundação de ciência e tecnologia – Porto Alegre – RS.

REDA, Seme Youssef; CARNEIRO, Paulo I. Borba. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, São Paulo, v. 27, n. 7, fev, mar. 2007. Disponível em: <http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/27/art07.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2014.

ROCHA, Veridiani J. R. et al. **Impacto de cargas pontuais em derivados de petróleo em reatores UASB, com operação em batelada, tratando esgoto sanitário**. 2005, 7f. Artigo – UFES, Vitória, 2005.

ROSA, Luciene Gonçalves et al. **Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem e impactos ambientais**. Artigo. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2011.

SANTOS, Matheus Portella dos. **Influência da temperatura na eficiência de tratamento de efluentes em reatores UASB**. Artigo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução SEMA nº 021/11**. Disponível em: < www.iap.pr.gov.br > Acesso em: 05/06/2014.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS.
Resolução SEMA nº 038/09. Disponível em: < www.iap.pr.gov.br> Acesso em:
05/06/2014.

SECRON, Marcelo B.; GIORDANO, Gandhi; FILHO, Olavo Barbosa. **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas.** CETEM/MCT, Rio de Janeiro – RJ, 2010.

SENAI. Gestão de óleo lubrificante automotivo usado em oficinas automotivas. PE. 2006.

SEPARADORES oleo/água. São Paulo. Disponível em:
<<http://www.naturaltec.com.br/PDF/Separador-Agua-Oleo.pdf>> Acesso em:
18/11/2013

SILVA, Fernando. J. A.; BEZERRA, Maria E. E. CONTRIBUIÇÃO À
CARACTERIZAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS EM FORTALEZA. In: 23o
Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande.

SOUZA, Claudio L. de. **Estudo quantitativo e qualitativo de espuma acumulada em reatores UASB tratando esgotos domésticos.** 2006. 130f. Dissertação (Mestrado em Saneamento) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e Ao Tratamento de Esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG – Belo Horizonte, 2ª ed., 1996.

SYSTEMS, Envirotech. **Products.** Disponível em
< <http://envirotechsystems.com/produced-water-equipment/#api>>. Acesso em: 22
ago. 2014.

TIGRE. **Produtos.** Disponível em
<http://www.tigre.com.br/pt/produtos_linha.php?rcr_id=5&cpr_id=10&cpr_id_pai=4&nh_id=240>. Acesso em: 22 ago. 2014.

VASCONCELOS, Daniela; GOMES, Anderson. **Tratamento de efluentes de postos de combustíveis para o reuso usando processos oxidativos avançados.** 2009. 12 f. Artigo. Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2009.

APÊNDICE A

Resultados obtidos do efluente bruto proveniente de posto de combustível e tratado nas caixas C1 e C2.

Data	Parâmetro	C1				C2				EB	
		1		2		1		2			
13/02/2014	pH	7,32		7,45		7,33		7,53		7,39	
	T (°C)	24,8		25,6		25,2		25,2		24,3	
	DQO (mg/L)	318	245	255	275	275	298	251	315	268	308
	Ssed (mL/L)					...				0,1	0,1
19/02/2014	pH	7,89		7,87		6,09		7,89		6,07	
	T (°C)	22,3		21,6		22,6		21,5		22,6	
	DQO (mg/L)	4668	3881	6961	...	3258	3235	4225	3828	4051	3155
	Ssed (mL/L)					...				0,1	0,1
28/02/2014	pH	7,05		7,19		7,14		7,27		7,24	
	T (°C)	22,3		22,9		22,4		22,6		24,3	
	DQO (mg/L)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ssed (mL/L)					...				0,1	0,1
	O & G (mg/L)	35				28				26	
24/04/2014	pH	7,58		7,48		7,53		7,51		7,5	
	T (°C)	20,1		19,6		19,9		19,8		20,7	
	DQO (mg/L)	388	341	375	335	741	485	425	358	378	381
	Ssed (mL/L)					...				0,3	0,35

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE A

Resultados obtidos do efluente bruto proveniente de oficina mecânica e tratado nas caixas C1 e C2.

Data	Parâmetro	C1				C2				EB	
		1		2		1		2			
17/02/2014	pH	6,65		7,01		8,82		7,1		9,29	
	T (°C)	22,2		21,5		22,1		21,9		22,5	
	DQO (mg/L)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ssed (mL/L)					...				0,1	0,2
	O & G (mg/L)										
24/02/2014	pH	10,15		10,04		10,1		10,08		10,18	
	T (°C)	24,3		24,3		24,4		24,3		24,4	
	DQO (mg/L)	27833	33667	25333	31167	21167	22000	17833	18667	28667	28667
	Ssed (mL/L)					...				0,1	0,1
	O & G (mg/L)										
25/02/2014	pH	10,17		10,15		10,06		10,09		10,18	
	T (°C)	25		25		25		25,5		24,7	
	DQO (mg/L)	19500	17833	17833	17000	18667	18667	17833	17833	29500	27833
	Ssed (mL/L)					...				0,015	0,015
	O & G (mg/L)										
01/04/2014	pH	4,39		4,74		4,67		4,44		7,92	
	T (°C)	22,9		23,8		22,9		23,4		24,2	
	DQO (mg/L)	21107	28019	14187	15583	28150	48397	42113	41415	21168	25357
	Ssed (mL/L)										
	O & G (mg/L)										
04/04/2014	pH	9,72		9,68		9,72		9,83		9,74	
	T (°C)	22,9		22,4		21,4		22,3		22,3	
	DQO (mg/L)	...	20333	18667	...	17833	...	...	...	...	18667
	Ssed (mL/L)					...					
	O & G (mg/L)				4480				4352		17020

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE A

Resultados obtidos do efluente bruto proveniente de lavagem de veículos e tratado nas caixas C1 e C2.

Data	Parâmetro	C1				C2				EB	
		1		2		1		2			
14/02/2014	pH	7,49		7,51		7,44		7,44		7,51	
	T (°C)	24,3		23,3		24,4		23,3		24,5	
	DQO (mg/L)	185	175	178	205	195	188	158	228	188	185
	Ssed (mL/L)					-				0,3	
	O&G (mg/L)					-					
18/02/2014	pH	7,67		7,79		7,63		7,8		7,23	
	T (°C)	21,6		21,6		21,3		21,6		22,6	
	DQO (mg/L)	165	165	338	341	191	181	171	195	101	78
	Ssed (mL/L)					-				0,1	
	O&G (mg/L)					-					
24/02/2014	pH	7,92		7,93		7,96		8,05		7,98	
	T (°C)	23,9		23,8		24,1		23,9		23,8	
	DQO (mg/L)	188	131	138	135	198	115	141	111	218	128
	Ssed (mL/L)					-				0,1	
	O&G (mg/L)					-					
27/03/2014	pH	7,07		7,02		7,12		7,03		5,7	
	T (°C)	22,2		22		22,2		22		22,2	
	DQO (mg/L)	219	177	166	216	210	180	213	182	194	213
	Ssed (mL/L)					-				0,4	
	O&G (mg/L)			<5				<5		<5	

Fonte: Aatoria própria