



Ministério Da Educação  
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná  
Câmpus Francisco Beltrão  
Curso de Engenharia Ambiental

---



RENAN ELIÉZER HECKLER

## **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E TOXICIDADE DO EFLUENTE EM EMPRESAS DE REPARAÇÃO AUTOMOTIVA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2017

RENAN ELIÉZER HECKLER

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E TOXICIDADE DO  
EFLUENTE EM EMPRESAS DE REPARAÇÃO AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Professor Dr. Adir Silvério Cembranel.

FRANCISCO BELTRÃO

2017



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

### **Gerenciamento de Resíduos Líquidos e Toxicidade do Efluente em Empresas de Reparação Automotiva**

por

**Renan Eliézer Heckler**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 09 horas e 30 minutos, do dia 21 de novembro de 2017, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Andréia Szymczak**

Coordenadora do Curso de Engenharia  
Ambiental

---

**Prof. Dr. Adir Silvério Cembranel**

Professor Orientador

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Eugênia Castro**

**Bravo**  
Membro da Banca

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ticiane Sauer**

**Pokrywiecki**  
Membro da Banca

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Andréia Szymczak**

Professora do TCC2

"O Termo de Aprovação encontra-se assinado na coordenação do curso de Engenharia Ambiental".

Dedico aos meus pais, Vanderlei e Marli, e minha irmã Poliana, que sempre estiveram me apoiando nos momentos difíceis e celebrando as conquistas da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Neste momento tão especial e gratificante da minha vida, quero agradecer primeiramente à Deus pelo dom da vida.

Agradecer aos meus pais por todo o incentivo, apoio e auxílio que me ofereceram, principalmente nestes 5 anos de vida acadêmica, onde evolui não só como profissional, mas também como pessoa.

Aos profissionais nos quais pude me espelhar e ter orgulho de poder exercer esta profissão.

Aos professores que contribuíram enormemente com o meu conhecimento e criaram uma vasta base teórica.

Ao meu professor orientador pelo tempo dedicado, sempre me auxiliando, compartilhando experiência e conhecimento.

À banca examinadora pela atenção e contribuições dedicadas a este projeto.

Ao sindicato (SINDIREPA) pelo contato realizado com as empresas para participação das mesmas neste projeto.

Às empresas que aceitaram participar deste projeto, por todo o apoio prestado.

À Gracieli, Poliana e Maria Carolina pelo tempo dedicado me auxiliando no laboratório com os testes de toxicidade.

Aos amigos (as) do curso pela companhia, apoio e parceria sempre.

À minha namorada pelo auxílio com o “abstract” e tradução dos artigos em inglês. Agradecer também pelo carinho, amor e compreensão quando não pude dar a devida atenção.

“If money is your hope for independence you will never have it. The only real security that a man will have in this world is a reserve of knowledge, experience, and ability”.

Henry Ford!

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência”.

Henry Ford!

## RESUMO

HECKLER, Renan Eliézer. **Gerenciamento de Resíduos Líquidos e Toxicidade do Efluente em Empresas de Reparação Automotiva**. 2017. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso. Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.

O óleo lubrificante é o principal resíduo gerado no setor de reparação automotiva, considerado perigoso pois pode causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. O presente projeto teve como objetivo avaliar o sistema de gestão dos resíduos líquidos e a eficiência do sistema de tratamento de efluente, bem como determinar a toxicidade do efluente das empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão-PR. O estudo foi desenvolvido por meio de visita *in loco*, no qual foram avaliadas as metodologias de gestão dos resíduos líquidos e o sistema de tratamento dos efluentes, em relação às normas NBR's 9800/1987, 12235/1992 e CONAMA 357/2005 e 430/2011. Determinou-se a eficiência do separador de água e óleo por meio de análises dos parâmetros físico-químicos do efluente líquido, como a temperatura, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos totais e óleos e graxas. As temperaturas variaram entre 26,5 °C e 29,7 °C, encontrando-se de acordo com a legislação vigente. Os valores de pH alternaram entre 3,14 e 7,49. Sólidos totais variaram entre 330 mg/L e 3.306 mg/L. Para sólidos sedimentáveis, obteve-se valores inferiores a 0,5 mL/L até 30 mL/L. Para óleos e graxas, foram encontrados valores entre 22,0 mg/L e superiores a 500.000 mg/L. O teste de toxicidade foi realizado utilizando como bioindicador a *Artemia salina*, o resultado indicou que o efluente gerado pelas empresas é tóxico em 90% dos casos.

**Palavras-chave:** Gestão. Resíduos Líquidos. Separador de Água e Óleo. Toxicidade. Oficinas Mecânicas.

## ABSTRACT

HECKLER, Renan Eliézer. **Management of Liquid Waste and Effluent Toxicity in Automotive Repair Companies**. 2017. 46f. Final Paper Assignment. Coordination of the Environmental Engineering Course. Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2017.

Lubricating oil is the main waste generated in the automotive repair sector, considered dangerous because it can cause damage to the environment and public health. The present project aimed to evaluate the liquid waste management system and the efficiency of the effluent treatment system, as well as to determine the effluent toxicity of the automotive repair companies in the municipality of Francisco Beltrão-PR. The study was carried out by means of an on-site visit in which the liquid waste management methodologies and the effluent treatment system were evaluated, in relation to NBR's standards 9800/1987, 12235/1992 and CONAMA 357/2005 and 430/2011. The efficiency of the water and oil separator was determined by analyzing the physical-chemical parameters of the liquid effluent, such as temperature, pH, sedimentable solids, total solids and oils and greases. Temperatures ranged between 26,5 ° C and 29,7 ° C, and were in accordance with current legislation. The pH values ranged from 3,14 to 7,49. Total solids ranged from 330 mg/L to 3.306 mg/L. For sedimentable solids, values below 0,5 mL/L up to 30 mL/L were obtained. For oils and greases, values between 22,0 mg/L and greater than 500.000 mg/L were found. The toxicity test was performed using *Artemia salina* as a bioindicator, the result indicated that the effluent generated by the companies is toxic in 90% of the cases.

**Keywords:** Management. Liquid Waste. Water and Oil Separator. Toxicity. Mechanical Workshops.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esboço das separações de fase ocorridas em um separador de água e óleo .....	20
Figura 2 – Localização do Município de Francisco Beltrão na mesorregião e no Estado do Paraná.....	27
Figura 3 – Frequência da manutenção do separador de água e óleo .....	30
Figura 4 – Separador de água e óleo.....	31
Figura 5 – Destino dos efluentes do separador de água e óleo .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos .....	33
Tabela 2 – Análise estatística do teste de toxicidade.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
O&Gs	Óleos e Graxas
OL	Óleo Lubrificante
OLs	Óleos Lubrificantes
OLUC	Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado
OLUCs	Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados
OMS	Organização Mundial da Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SAO	Separador de Água e Óleo
SAOs	Separadores de Água e Óleo
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SINDIREPA	Sindicato das Indústrias de Reparação de Veículos e Acessórios de Francisco Beltrão-PR

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 ÓLEOS LUBRIFICANTES.....	16
3.2 RESÍDUOS LÍQUIDOS.....	17
3.3 REPARAÇÃO AUTOMOTIVA .....	18
3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	20
3.4.1 Óleos Lubrificantes.....	20
3.4.2 Resíduos Líquidos.....	22
3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS .....	24
3.6 TOXICIDADE .....	25
3.6.1 <i>Artemia salina</i> .....	26
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DELIMITAÇÃO DO PROJETO .....	27
4.2 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS .....	28
4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO.....	28
4.4 ÍNDICES DE TOXICIDADE .....	29
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
5.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS.....	30
5.2 EFICIÊNCIA DO SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO .....	32
5.2.1 Temperatura.....	33
5.2.2 pH.....	34
5.2.3 Sólidos totais .....	34

5.2.4 Sólidos sedimentáveis .....	35
5.2.5 Óleos e graxas .....	35
5.3 ÍNDICE DE TOXICIDADE .....	36
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor automobilístico brasileiro apresentou expressiva expansão, resultando na elevação da frota de automóveis em circulação no país, passando de 50 milhões de veículos a 91 milhões em 2015 (DENATRAN, 2015). Desta forma, a demanda por serviços no setor de reparação automotiva também aumentou significativamente.

As atividades desenvolvidas pelo setor de reparação automotiva geram diversos tipos de resíduos, inclusive perigosos, como os Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (OLUCs), que devido a sua periculosidade, toxicidade e presença de metais pesados, são considerados extremamente prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana (SOHN, 2007).

Sendo assim, os OLUCs devem ser encaminhados a reciclagem ou tratamento específico, impedindo o seu descarte de forma direta ou indireta sobre o meio ambiente. O método mais seguro para o gerenciamento deste tipo de resíduo é o processo tecnológico industrial de reciclagem, conhecido como rerrefino (CANCHUMANI, 2013).

Os OLUCs gerados nas atividades de reparação automotiva podem ser encontrados nas operações de manutenção e reparo de peças, lavagem e lubrificação de peças, troca de óleo e lavagem de pisos em áreas cobertas (SECRON et al., 2010).

O principal método de tratamento dos efluentes contaminados por OLUCs utilizado pelas empresas de reparação automotiva, ocorre por meio da diferença de densidade entre o óleo e a água, empregando o sistema de Separador de Água e Óleo (SAO) (FEEMA et al., 2003).

Considerando o potencial impacto ambiental existente nas empresas de reparação automotiva é fundamental a existência de uma metodologia de gestão de resíduos líquidos e um sistema de tratamento de efluentes líquidos eficaz.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o sistema de gestão dos resíduos líquidos e a eficiência do sistema de tratamento de efluente, bem como determinar a toxicidade do efluente das empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão-PR.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o sistema de gestão dos resíduos líquidos e a eficiência do sistema de tratamento de efluente, bem como determinar a toxicidade do efluente das empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão-PR.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o sistema de gerenciamento dos resíduos líquidos nas empresas de reparação automotiva de Francisco Beltrão-PR, considerando as NBR's 9800/1987 e 12235/1992;
- Avaliar a eficiência do separador de água e óleo por meio de análises dos efluentes considerando os parâmetros temperatura, pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, em relação à NBR 9800/1987 e as Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011;
- Determinar os índices de toxicidade do efluente após o sistema de separação de água e óleo;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ÓLEOS LUBRIFICANTES

O óleo lubrificante (OL) é um produto que apresenta como principal função “reduzir o atrito e o desgaste entre partes móveis de um objeto”. O OL também possui a finalidade de refrigerar e higienizar as partes móveis, a transmissão de força mecânica, a vedação, o isolamento e a proteção do conjunto ou de componentes específicos (SOHN, 2007, p. 8).

O principal elemento de um lubrificante é o OL básico, que representa entre 80% e 90% da quantidade do produto acabado. Existem dois tipos de OLs básicos: os minerais, que são obtidos através do refino do petróleo e, os sintéticos, que são produzidos por meio de reações químicas, oriundas de produtos extraídos do petróleo (SOHN, 2007).

De acordo com o artigo 2º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 362/2005, o OL básico pode ser designado como principal componente do OL acabado, podendo conter aditivos. Já o OLUC, refere-se ao OL acabado que, em virtude do seu normal ou por motivo de contaminação, tenha se tornado desapropriado à sua função inicial (BRASIL, 2005).

Os aditivos são substâncias utilizadas para aprimorar determinadas características aos OLs básicos. O uso de aditivos é relevante para que os lubrificantes possam desempenhar um propósito específico de forma mais satisfatória. Dentre as funções dos aditivos destaca-se o desacelerador de oxidação, que neutraliza os ácidos que se formam durante a oxidação (SOHN, 2007).

Segundo Silva et al. (2014), a utilização de um fluido lubrificante de modo prolongado, leva à sua degradação parcialmente, resultando no desenvolvimento de compostos como ácidos orgânicos, resinas e compostos aromáticos com alto poder cancerígeno.

Uma alternativa para reduzir o impacto gerado pela disposição e destinação inadequada destas substâncias é o rerrefino, considerado o processo tecnológico-industrial ambientalmente mais seguro para a reciclagem do OLUC (CANCHUMANI, 2013).



Segundo a Resolução do CONAMA nº 362/2005, este processo é flexível, pois atende às diferentes composições do OLUC, ocorre a extração máxima possível do óleo básico atendendo as especificações estabelecidas pelo órgão regulamentador (BRASIL, 2005).

A resolução nº 17/2009 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que dispõe sobre os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de importação de OL acabado e a sua regulação, define o processo de rerrefino como sendo a “categoria de processos industriais de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos OLUCs, conferindo-lhes características de óleos lubrificantes básicos, conforme legislação específica” (ANP, 2009).

O processo de rerrefino está relacionado aos processos industriais, cujo objetivo é a “remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos óleos lubrificantes usados ou contaminados, conferindo aos mesmos características de óleos básicos” (BRASIL, 2005).

### 3.2 RESÍDUOS LÍQUIDOS

As atividades de reparação automotiva no Brasil caracterizam-se como potencialmente poluidoras, pois geram efluentes tóxicos (SECRON et al., 2010). De acordo com a resolução do CONAMA nº 430/2011, efluente “é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos” (BRASIL, 2011).

A resolução do CONAMA nº 430/2011, estabelece os padrões, parâmetros, requisitos e as diretrizes para o gerenciamento do lançamento de efluentes líquidos em cursos hídricos. Segundo a resolução, existem duas formas de lançamento dos resíduos nos corpos receptores, uma é o lançamento direto até o curso hídrico. A outra forma é o lançamento indireto, em que o resíduo, sujeito ou não a tratamento, é conduzido por meio da rede coletora, que recebe outras colaborações antes de avançar até o curso hídrico (BRASIL, 2011).

Os resíduos gerados das atividades de reparação automotiva podem ser encontrados nas operações de manutenção, reparo de peças, lavagem, lubrificação de peças e troca de fluido, ou ainda, através da lavagem de pisos em áreas cobertas (SECRON et al., 2010).

Os principais poluentes gerados nas operações realizadas nas atividades automotivas são os óleos e graxas (O&Gs), produtos coadjuvantes, as partículas e sólidos. Estes materiais quando não manuseados ou destinados de forma correta, podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública (SECRON et al., 2010).

De acordo com a NBR 14063/1998, O&Gs são “grupos de substâncias, de origem mineral, que incluem gorduras, graxas, ácidos, graxas livres, óleos minerais e outros materiais graxos, determinados em ensaios padronizados”, e geralmente, apresentam substâncias metálicas solúveis e insolúveis (ABNT, 1998).

Os O&Gs podem ser encontrados na água nas formas de óleo dissolvido, óleo livre, dispersões mecânicas, emulsões estabilizadas quimicamente e o óleo incorporado a partículas sólidas, conhecido como material sólido encharcado de óleo. Este material apresenta um nível de complexidade na separação de água e óleo, devido a sua distribuição granulométrica, além da presença de agentes surfactantes (ABNT, 1998).

Os produtos coadjuvantes, como os sabões, solubilizantes, emulsificantes, corantes, aditivos, detergentes sintéticos e solventes capazes de remover gorduras, compreendem um dos principais poluentes envolvidos nas atividades exercidas pelas reparações automotivas (SECRON et al., 2010).

Os sólidos constituem de substâncias dissolvidas e em suspensão, cuja composição pode ser orgânica ou inorgânica. Os sólidos dissolvidos constituem-se de partículas com diâmetros menores que 1,2  $\mu$ , e os sólidos em suspensão, com diâmetros maiores que 1,2  $\mu$  (GIORDANO, 2004).

### 3.3 REPARAÇÃO AUTOMOTIVA

O maior responsável pelos problemas nas redes de esgotos dos centros urbanos são os resíduos oriundos de derivados de petróleo, resultantes dos setores automotivos, como postos de combustíveis, lava-rápidos, recuperadoras de peças e oficinas mecânicas (ARCHELA et al., 2003).

As atividades desenvolvidas por oficinas mecânicas geram vários tipos de resíduos, inclusive perigosos, que necessitam de tratamento apropriado, com o intuito de que seu descarte não prejudique o meio ambiente e a saúde pública (NUNES E BARBOSA, 2012).

Segundo Archela et al. (2003, p. 523), as empresas de reparação costumam receber autorização de funcionamento por parte de órgãos ambientais sem que exista fiscalização e verificação da existência e eficiência das caixas separadoras de água e óleo, possibilitando o extravasamento deste poluente na rede pluvial, ou clandestinamente à rede coletora doméstica.

O separador de água e óleo (SAO) é o sistema mais utilizado para o tratamento do efluente líquido automotivo (SECRON et al., 2010). “O processo de separação é um processo físico que ocorre por diferença de densidade, sendo normalmente as frações oleosas mais leves recolhidas na superfície” (GIORDANO, 2004, p. 25). No entanto, o SAO não remove óleo emulsionado (GIORDANO, 2004).

O óleo na fase física, consiste na emulsão originada através de gotas de óleo cujo diâmetro varia entre 5 e 20  $\mu$  e, quando disperso na água, encontra-se na forma estável. Já na fase química, a emulsão é composta de gotas de óleo com diâmetros menores que 5  $\mu$  (SECRON et al., 2010).

O SAO consiste em uma câmara de sedimentação no qual a borra oleosa fica retida (Figura 1). Ademais, existe uma ou mais sucessivas câmaras aparelhadas com instrumentos que regulam o fluxo, cujo objetivo é sustentar o controle do escoamento, além de dispositivos que coletam o óleo retido. A separação e remoção do óleo despreendido e dos sólidos sedimentáveis na fase líquida, ocorre por meio do efluente líquido que escoam através das câmaras (FEEMA et al., 2003).

No processo de separação de água e óleo, as gotículas de óleo unem-se formando gotas maiores que atingem a superfície, no mesmo momento em que os sólidos e o óleo fixado solidificam e se consignam no fundo (FEEMA et al., 2003).

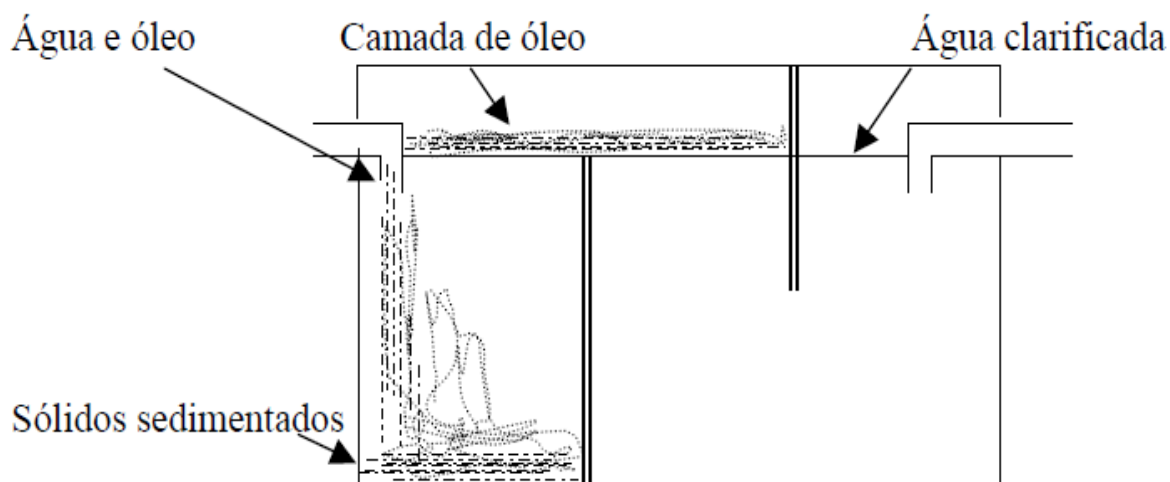


Figura 1 – Esboço das separações de fase ocorridas em um separador de água e óleo.

Fonte: FEEMA et al. (2003).

A noção primordial de um SAO se baseia em um reservatório simples que diminui a velocidade do efluente líquido, cuja finalidade é separar o óleo da água pela ação da gravidade. Isto acontece porque o óleo apresenta uma densidade menor que a água, e, desta forma, o óleo sobrenada a superfície do recipiente, separando-se fisicamente (FEEMA et al., 2003).

### 3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

#### 3.4.1 Óleos Lubrificantes

A ANP é responsável por diversas leis e resoluções que envolvem a rede de produção e importação dos OLs. Por conseguinte, considerando o seu potencial poluidor pós-uso, aplicam-se regulamentos e normativas específicas, cujo objetivo é sua destinação final ambientalmente correta (CANCHUMANI, 2013).

Segundo a NBR 10004/2004, consideram-se resíduos perigosos (Classe I) aqueles que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade, possam vir causar riscos à saúde pública (ABNT, 2004).

De acordo com a NBR 10004/2004, os resíduos sólidos são considerados aqueles que, nas condições sólido e semi-sólido, originam-se de atividades domésticas, industriais, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Além do mais, a norma classifica como resíduo sólido os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, bem como determinados líquidos, com características inviáveis a sua projeção na rede pública coletora de esgotos ou nos cursos hídricos (ABNT, 2004).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 362/2005, todo OLUC deve ser coletado e destinado, de forma que não prejudique o meio ambiente e proporcione a suprema regeneração dos componentes presentes nele. Estes procedimentos são necessários, visto que o descarte desse resíduo no solo ou na água causa graves danos ao meio ambiente. Além disso, a combustão dos OL usados, gera gases nocivos à saúde pública e ao meio ambiente. Desta forma, necessitam ser remetidos à reciclagem mediante o processo de rerrefino. E ainda, existe a responsabilidade compartilhada sobre os OLUC, em que o produtor, o importador e o revendedor de óleo lubrificante acabado, bem como o gerador de OLUC são encarregados pelo recolhimento do fluido (BRASIL, 2005).

Com base na resolução do CONAMA nº 362/2005, os OLUC não rerrefináveis, como por exemplo, emulsões oleosas e os óleos biodegradáveis, devem ser recolhidos e eventualmente coletados separadamente, impedindo a sua mistura com óleos usados ou contaminados rerrefináveis. Este procedimento é relevante pois quando misturados, são considerados integralmente como resíduo perigoso e não biodegradável, carecendo de disposição final adequada (BRASIL, 2005).

Segundo o artigo 12º da Resolução do CONAMA nº 362/05, “Ficam proibidos quaisquer descartes de óleos usados ou contaminados em solos, subsolos, nas águas interiores, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e nos sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais” (BRASIL, 2005).

As embalagens plásticas de OL usados coletados no estado do Paraná, conforme a resolução da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA) nº 28/2010, deverão ser recicladas por entidades devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente. De acordo com a resolução, é proibido o descarte dessas embalagens em solos, corpos d’água, na extensão financeira reservada e nos sistemas de coleta de esgoto (SEMA, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei 12.305/2010 – retrata acerca da logística reversa dos OLs, seus resíduos e embalagens, estabelecendo que os produtores, importadores, distribuidores e comerciantes dos OLs devem elaborar e executar estratégias de logística reversa, por meio do retorno dos produtos posteriormente utilizados pelo consumidor (BRASIL, 2010).

A NBR 12235/1992 apresenta as condições de armazenamento de resíduos perigosos, com o objetivo da proteção sobre o meio ambiente e a saúde pública, que podem ser dispostos a intenção da reciclagem, recuperação, tratamento e/ou disposição final desses resíduos, o acondicionamento dos mesmos pode ser efetuado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel (ABNT, 1992).

O tambor é um “recipiente portátil, cilíndrico, feito de chapa metálica ou material plástico, com capacidade máxima de 250 L” (ABNT, 1992). De acordo com a NBR 12235/1992, o armazenamento dos tambores deve ser em áreas cobertas com ventilação e em base de concreto ou outro material que evite a lixiviação e filtração de compostos no solo e/ou águas subterrâneas. Deve ser devidamente rotulado de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados (ABNT, 1992).

A NBR 12235/1992 exige que na área de armazenamento para os resíduos perigosos tenha a existência de um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados, para que estes sejam posteriormente devidamente tratados. Além disso, a norma estabelece que este local possua um sistema de isolamento, com a sinalização de segurança, evitando o acesso de pessoas estranhas (ABNT, 1992).

### 3.4.2 Resíduos Líquidos

A NBR nº 9800/1987, caracteriza o resíduo líquido industrial como o “despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo efluentes de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico” (ABNT, 1987).

Segundo a NBR nº 9800/1987, fica vedado o lançamento no sistema coletor público de esgoto sanitário, substâncias capazes de causar incêndio ou explosão, ou que sejam nocivas na operação e manutenção dos sistemas de esgotos, tais como óleos, solventes e tintas e, além disso, substâncias tóxicas que possam causar danos ao corpo receptor, e materiais que causem obstrução na rede coletora como, por exemplo, metais, pano e estopa (ABNT, 1987).

Conforme o artigo 11º da resolução do CONAMA nº 430/2011, é proibido o lançamento de efluentes líquidos, mesmo que tratados, nas águas de classe I especial. As águas doces de classe especial, segundo a resolução do CONAMA nº 357/2005, são destinadas ao abastecimento do consumo humano. Além disso, as águas doces, salinas e salobras, também da classe especial, são destinadas à preservação do equilíbrio natural de ambientes aquáticos (BRASIL, 2011).

A resolução do CONAMA nº 430/2011, estabelece que o lançamento de efluentes líquidos em corpos de água, com restrição daqueles inseridos na classe especial, não deve extrapolar as condições e os princípios de qualidade de água referente as respectivas classes, nas circunstâncias da vazão de referência ou capacidade acessível (BRASIL, 2011).

Entre outras condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos previstos na resolução do CONAMA nº 430/2011, é exigido que os parâmetros de óleos minerais não ultrapassem 20 mg/L, e óleos vegetais e gorduras animais, 50 mg/L. Além disso, é necessário que a temperatura seja inferior a 40 °C, o pH se encontre numa faixa entre 5 e 9, e os materiais sedimentáveis representem no máximo 1 mL/L (BRASIL, 2011). Para sólidos totais, a resolução do CONAMA nº 357/2005, estabelece um limite de 500 mg/L (BRASIL, 2005).

As determinações dos parâmetros físico-químicos básicos dos efluentes líquidos industriais, de acordo com a NBR nº 9800/1987, devem ser efetuadas conforme estabelecido pelo órgão controlador ou pela última edição do *Standard Methods*, com publicação de APHA (ABNT, 1987).

De acordo com Ross et al. (2011, p.7), a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), utiliza a NBR 9800/1987 como critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário.

A NBR nº 9800/1987 exige que os efluentes líquidos industriais sejam submetidos a tratamento específico, em que os valores obtidos nesses tratamentos, cumpram os valores exigidos por ela. A norma estabelece um limite máximo admissível de 100 mg/L para os parâmetros de O&Gs e 20 mg/L de sólidos sedimentáveis. Além desses parâmetros, a norma determina uma faixa de variação do pH entre 6 e 10, e uma temperatura inferior a 40 °C (ABNT, 1987).

### 3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

Os OLUCs apresentam riscos elevados para a o meio ambiente e a saúde pública, quando sofrem degradação, “geram compostos mais perigosos para a saúde e o ambiente, tais como dioxinas, ácidos orgânicos, cetonas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos”, esses infectantes geralmente, são bioacumulativos, ou seja, permanecem no organismo (SOHN, 2007, p.15).

Os principais impactos causados pelos OLUCs no meio ambiente ocorrem pela presença de metais pesados em suas fórmulas, tendo potencial para contaminar os lençóis freáticos e corpos d’água, ou ainda flutuarem nos lagos e mares, dificultando a oxigenação dos seres vivos e o acesso dos raios solares (MUNIZ e BRAGA, 2015).

Apesar de proibida no Brasil, a queima indiscriminada do OL usado, sem tratamento prévio de recuperação de metais, gera emissões significativas de óxidos metálicos, além de outros gases tóxicos, como a dioxina e óxidos de enxofre (INEA, 2014).

Muitas empresas de reparação automotiva vendem ou doam OLUC a seus clientes, que utilizam o produto para lubrificar a corrente de motosserra. No entanto, o OLUC não apresenta capacidade de aderência à corrente, sendo aspergido quando o dispositivo é ligado, podendo intoxicar o operário e contaminar o meio ambiente (SOHN, 2007).

Quando lançado na rede de esgoto, o OLUC reduz o rendimento do tratamento dos efluentes líquidos, aumentando a porção de poluentes lançada nos corpos receptores, considerando que apenas 1 litro de OLUC pode contaminar 1 milhão de litros de água. O OLUC é mais denso que a água, um litro de óleo gera em poucos dias uma camada fina sobre uma área de 1.000 m<sup>2</sup>, obstruindo a passagem de luz e ar, o que complica as trocas de oxigênio com o ambiente, impedindo, desta forma, a respiração e a fotossíntese, sendo capaz de ocasionar mortes na fauna e flora (GOMES et al., 2008).



O descarte de OLUC no meio ambiente, bem como a utilização na indústria, em caldeiras e fornos de olaria, “são altamente danosos em razão da formação de contaminantes organoclorados”. Quando descartado diretamente no solo o OLUC apresenta capacidade para ser conduzido até o lençol freático e, subsequente para os aquíferos. Esta situação acaba causando a degradação desses recursos, podendo impedir o uso dos poços no entorno (INEA, 2014).

### 3.6 TOXICIDADE

Conforme a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 10004/2004, os óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUCs) são classificados como resíduos perigosos em virtude de sua toxicidade. Esta particularidade contém propriedades potenciais que podem causar efeitos adversos, em decorrência de sua interação com o organismo (ABNT, 2004).

A toxicidade é a capacidade característica e potencial do agente tóxico de provocar impactos em organismos. O efeito tóxico é proporcional à concentração do agente tóxico conforme o grau do sítio de ação, sendo considerada a maneira em que um agente tóxico desempenha sua função sobre as estruturas teciduais (RUPPENTHAL, 2013).

Os testes de toxicidade são importantes pois determinam os efeitos causados por substâncias tóxicas nos sistemas biológicos. Além disso, verificam o efeito tóxico das substâncias essenciais para avaliar o ambiente (BAROSA et al., 2003).

Os ensaios de toxicidade apresentam uma grande influência no lançamento de efluentes líquidos em cursos hídricos, pois exclusivamente as análises de parâmetros físico-químicos, não possuem a eficiência de caracterizar substâncias que possam influenciar nos processos de tratamentos biológicos e os corpos receptores (PIRES e CHAPARRO, 2010).

No estudo da toxicidade, dose letal mediana (DL50 ou LD50, do inglês Lethal Dose) é a dose precisa de uma certa substância para matar 50% de uma população de indivíduos em teste (MEYER et al., 1982).

### 3.6.1 *Artemia salina*

A *Artemia salina* é uma espécie de microcrustáceo da ordem Anostraca, encontrado em águas salgadas (CARVALHO et al., 2009). É bastante usada como bioindicador em testes de toxicidade em virtude da sua simplicidade de manuseio e baixo custo econômico (CALOW, 1993).

A utilização destes microcrustáceos é satisfatória pela disponibilidade comercial dos cistos, podendo ser dispostos em laboratório por um longo tempo, os testes de toxicidade são rápidos e simples, e precisam de baixos volumes de amostra (RIZZO, 2011).

A *Artemia salina* é utilizada na avaliação de componentes bioativos, de produtos químicos e naturais, bem como no meio ambiente e análises de procedimentos bioquímicos abrangendo toxicidade aguda (RIZZO, 2011). Apresenta uma importância ambiental significativa, visto que retrata uma função primordial no fluxo de energia da cadeia alimentar, sendo um dos elementos fundamentais na ecologia em água salina e marinha (PARRA et al., 2001; RIZZO, 2011).

Este microcrustáceo é empregado como alimento para peixes e camarões, devido seu alto valor nutritivo, sendo capaz de apresentar diversas colorações, dependendo da alimentação ingerida. Apresentam a característica de estarem sempre em movimento, necessário para respirar e se alimentar (ASEM, 2008).

A alimentação da *Artemia salina* é de forma filtradora e provém de bactérias e algas unicelulares, além de detritos dissolvidos no meio e de pequenos protozoários, onde a filtração do alimento acontece nos toracópodos, responsáveis por coordenar as partículas no sentido do trato digestivo. (SOUTO, 1991).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DELIMITAÇÃO DO PROJETO

O projeto foi desenvolvido em empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão, situado no sudoeste do Estado do Paraná (Figura 2). O município abrange uma área total de 735,111 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 87.491 habitantes (IBGE, 2016).



Figura 2 – Localização do Município de Francisco Beltrão na mesorregião e no Estado do Paraná.

Fonte: Daleffe (2014).

Conforme o Sindicato das Indústrias de Reparação de Veículos e Acessórios de Francisco Beltrão (SINDIREPA, 2016), o município possui 28 empresas filiadas ao sindicato, que prestam serviços de reparação em veículos leves e pesados, aos 57.758 veículos existentes no município (DETRAN, 2017).

A avaliação do sistema de gestão dos resíduos líquidos e a eficiência do sistema de tratamento de efluentes foi realizada em dez empresas filiadas ao sindicato, definidas de acordo com a receptividade/disponibilidade das mesmas.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS

A avaliação do sistema de gerenciamento dos resíduos líquidos envolveu a identificação das características do SAO e do processo de armazenamento de resíduos líquidos perigosos. Desta forma, ocorreu a comparação e a discussão das condições existentes por meio de gráficos, imagens e dos requisitos levantados no Apêndice A, com as indicações apresentadas nas legislações pertinentes.

Na avaliação das características do SAO foi aplicada a NBR 9800/1987, por meio do questionário (Apêndice A) e registros fotográficos.

Quanto ao armazenamento dos resíduos líquidos perigosos, empregou-se a normativa NBR 12235/1992, por meio do questionário (Apêndice A) e registros fotográficos.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO

Na avaliação da eficiência do separador de água e óleo (SAO), foi coletada uma amostra de um litro de efluente líquido na saída do SAO em cada uma das dez empresas selecionadas. As coletas foram realizadas nos dias 30 e 31 de agosto. O efluente foi acondicionado em garrafa pet, vedado, identificado e encaminhado para análises no Laboratório de Qualidade Agroindustrial (LAQUA), no município de Pato Branco-PR.

A caracterização dos efluentes foi realizada por meio de parâmetros físico-químicos, como: temperatura, pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, em que estes índices foram avaliados em virtude da relevância apresentada por Freitas et al., (2014), Secron et al., (2010) e Machado (2013).

As metodologias utilizadas nas análises foram as descritas no *Standard Methods* (APHA, 2005), conforme às exigências da legislação vigente.

As análises dos resultados dos índices físico-químicos apresentados acima ocorreram diante a verificação e discussão do atendimento ou não atendimento a NBR 9800/1987, utilizada pela SANEPAR no lançamento de efluente em rede coletora de esgoto (ROSS et al., 2011), e Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e 430/2011, utilizado para lançamento de efluente em corpo hídrico.

#### 4.4 ÍNDICES DE TOXICIDADE

A determinação dos índices de toxicidade dos efluentes líquidos foram desenvolvidos no laboratório de águas e efluentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Francisco Beltrão-PR.

A metodologia utilizada na determinação dos índices de toxicidade foi a proposta por Guerra (2001), utilizou-se o bioindicador *Artemia salina* em solução de sal marinho para sua eclosão durante 48 horas.

Após a eclosão, foi realizada a diluição dos efluentes líquidos em solução de sal marinho ( $40 \text{ g.L}^{-1}$ ) e água destilada (2L), em seis concentrações diferentes (100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,2%, 3,1%), e inseridos 10 indivíduos do bioindicador em cada tubo de ensaio. Após 24 horas foi feita a contagem do número de indivíduos mortos, consideradas como tal aqueles que permaneceram imóveis durante 20 segundos de observação.

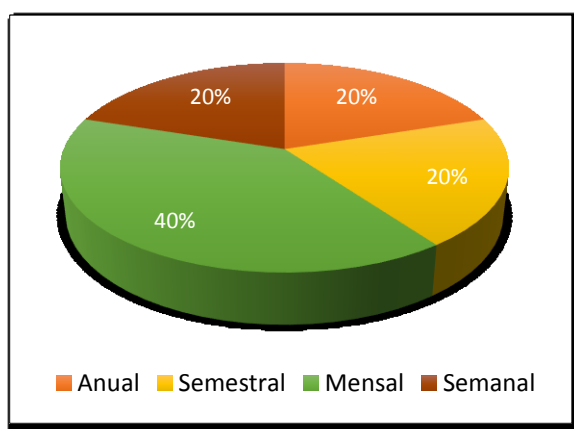
Realizou-se análise estatística por meio do teste Tukey, ao nível de significância de 5% e em triplicata, a fim de verificar a diferença estatística entre as concentrações em relação ao efeito tóxico dos efluentes. Além disso, para cada concentração foi realizada análise estatística descritiva apresentando a média, desvio padrão, variância e concentrações máxima e mínima de cada concentração/empresa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS

Com base nas visitas *in loco* e mediante aplicação do questionário (Apêndice A), identificou-se que 80% das empresas dispõem um sistema de drenagem para os resíduos líquidos contaminados, utilizado na lavagem de peças, e 30% possuem canaletas conduzindo a água de lavagem de piso, que seguem até o separador de água e óleo (SAO). Este sistema é exigido pela NBR 12235/1992, para que estes resíduos sejam devidamente tratados (ABNT, 1992).

Em relação ao sistema de tratamento de efluentes, verificou-se que todas as empresas possuem um SAO, destas 20% realizam a manutenção do SAO uma vez por semana, 40% uma vez ao mês, 20% uma vez a cada seis meses, e 20% uma vez ao ano (Figura 3).



**Figura 3 – Frequência da manutenção do separador de água e óleo.**

**Fonte: Autoria própria (2017).**

De acordo com a NBR 15594-3/2008, a manutenção completa no SAO deve ser realizada uma vez a cada dois meses (ABNT, 2008). Desta forma, 60% das empresas realizam a manutenção adequada conforme as exigências da legislação.

Constatou-se que 100% das empresas destinam os resíduos líquidos ao processo de reciclagem, realizado por empresas especializadas. No processo de reciclagem ocorre a destituição dos contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUCs), cedendo-lhes propriedades de óleos básicos (BRASIL, 2005).

Em relação ao sistema de armazenamento dos resíduos retidos na parte superior do SAO, verificou-se que 70% das empresas utilizam tambores de 250 L para armazenamento destes resíduos contaminados, as demais não utilizam este tipo de recipiente, uma vez que a limpeza é realizada por empresas especializadas na manutenção do SAO.

De acordo com a NBR 12235/1992, o armazenamento dos tambores deve ser em área coberta, bem ventilada e sobre uma base de concreto, averiguou-se que 60% das empresas estão de acordo. A norma indica também que os tambores estejam devidamente rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados, neste requisito 90% das empresas estão adequadas (ABNT, 1992).

O SAO das empresas é um tipo de tanque ou caixa, com volume correspondente a quantidade de rejeito gerado (Figura 4). Cerca de 40% das empresas apresentam o tanque abaixo do nível do piso de referência, 20% semienterrado, e 40% sobre a superfície. Conforme a NBR 12235/1992, a disposição de um tanque enterrado ou semienterrado não é recomendável em razão da eventualidade de escoamento e propagação nas águas subterrâneas (ABNT, 1992).

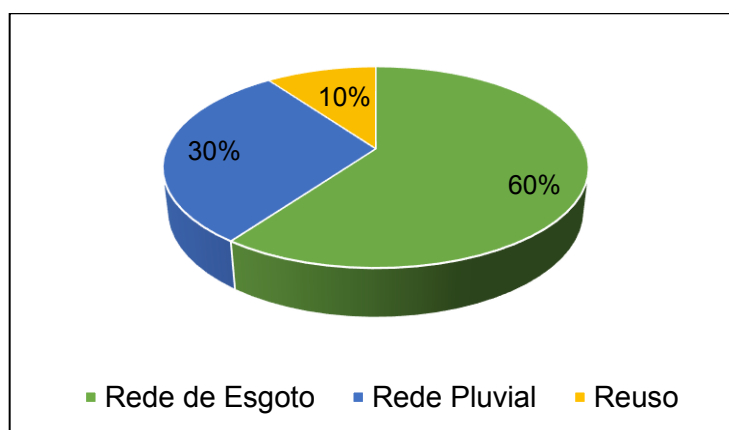


**Figura 4 – Separador de água e óleo.**

**Fonte: Autoria própria (2017).**

Conforme pode-se notar na Figura 4, a disposição do SAO em piso permeável propicia a contaminação do meio ambiente através de vazamentos e derramamentos deste resíduo perigoso, além de contribuir o carreamento de substâncias nocivas para o solo e provável degradação do lençol freático (DUTRA et al., 2017). Constatou-se que 20% das empresas apontaram rachaduras no SAO, apresentando riscos de contaminação do solo e águas subterrâneas.

Com relação ao destino dos efluentes líquidos após a saída do SAO, 60% das empresas em questão lançam seus efluentes na rede coletora de esgoto, 30% lançam na rede pluvial e 10% das empresas reutilizam os efluentes líquidos gerados no SAO na lavagem de peças (Figura 5).



**Figura 5 – Destino dos efluentes do separador de água e óleo.**

**Fonte: Autoria própria (2017).**

Os efluentes líquidos lançados na rede pluvial atingem o Rio Lonqueador, situado na região central da cidade. De acordo com Belon (2014), este rio pode ser classificado como classe II da Resolução do CONAMA nº 357/2005.

## 5.2 EFICIÊNCIA DO SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO

Na avaliação da eficiência do separador de água e óleo (SAO) foi realizada a caracterização dos efluentes por meio de parâmetros físico-químicos, como a temperatura, pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, conforme dispostos na Tabela 1, discutidos individualmente na sequência.



Tabela 1 – Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos.

Empresa	T (°C)	pH	ST (mg/L)	SS (mL/L)	O&Gs (mg/L)	Lançamento
A1	27,2	3,14	1.660,00	<0,5	72,00	Reuso
B2	29,7	3,80	-	-	>500.000,00	Pluvial
C3	27,1	5,65	330,00	<0,5	281,00	Esgoto
D4	28,2	5,61	516,00	<0,5	22,00	Esgoto
E5	29,4	7,49	2.433,00	<0,5	261.970,00	Pluvial
F6	28,0	6,54	3.306,00	2,5	309,00	Esgoto
G7	26,5	5,68	1.621,00	<0,5	142,00	Pluvial
H8	28,2	6,64	1.758,00	30,00	910,00	Esgoto
I9	28,8	5,39	747,00	<0,5	167.420,00	Esgoto
J10	27,0	6,16	804,00	<0,5	46,00	Esgoto
CONAMA*	< 40 °C	5 e 9	500 mg/L	1 mL/L	20 mg/L	Pluvial
ABNT**	< 40 °C	6 e 10	-	20 mL/L	100 mg/L	Esgoto

T – Temperatura; pH – Potencial Hidrogeniônico; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Sedimentáveis; O&Gs – Óleos e Graxas; Lançamento – Lançamento do efluente líquido na rede de esgoto ou pluvial.

\* Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011.

\*\* ABNT NBR 9800/1987.

Fonte: Autoria própria (2017).

### 5.2.1 Temperatura

As temperaturas das amostras variaram de 26,5 °C a 29,7 °C, na pesquisa realizada por Freitas et al. (2014), em empresas de reparação automotiva na região de Curitiba-PR, os resultados variaram entre 22,1 °C a 25 °C, Bujang et al. (2012), obtiveram valores entre 27,2 °C e 29,8 °C ao realizar um estudo sobre o acréscimo da poluição da água em virtude do aumento do número de oficinas mecânicas na cidade de Kota Bharu, na Malásia.

As temperaturas de todas as empresas ficaram abaixo da temperatura máxima de 40 °C (Tabela 1), estabelecida pela Resolução do CONAMA nº 430/2011 e pela NBR 9800/1987, para lançamento na rede pluvial e rede coletora de esgoto, respectivamente.

### 5.2.2 pH

O pH apresentou variação entre 3,14 e 7,49, mantendo-se próximos da faixa de 3,97 a 11,0, obtidos por Secron et al. (2010) na análise do efluente de empresas de reparação automotiva da região metropolitana do Rio de Janeiro. No entanto, Freitas et al. (2014), retratou valores do pH maiores variando entre 9,68 e 10,18 em Curitiba-PR.

Em relação à Resolução do CONAMA nº 430/2011, somente as empresas A1 e B2 apontaram valores de pH em desacordo com a legislação, 3,14 e 3,80, respectivamente (Tabela 1), visto que a resolução exige uma faixa limite entre 5 e 9 para lançamento no corpo receptor.

Com base na NBR 9800/1987, a exigência é entre 6 e 10 para lançamento na rede de esgoto, nesta configuração apenas 4 empresas (E5, F6, H8 e J10) apresentaram conformidade com a NBR (Tabela 1). Desta forma, destaca-se a necessidade de correção do pH para as demais empresas (FREITAS et al., 2014).

Ao ser lançado no meio ambiente, o pH influencia na solubilização de componentes químicos, até mesmo os metais pesados, uma vez que este episódio transcorre preferivelmente em conformidade com algumas faixas de pH, conforme o composto compreendido. A alternância brusca, inclusive a alteração do seu valor normal, ocasiona deteriorações à vida microscópica e macroscópica de um determinado curso hídrico (SAWYER, 1994).

### 5.2.3 Sólidos totais

Os valores de sólidos totais das amostras variaram entre 330 mg/L e 3.306 mg/L. Apenas a empresa C3 atendeu a Resolução do CONAMA nº 430/2011, com um valor de 330 mg/L, abaixo do limite máximo de 500 mg/L (Tabela 1).

Vale salientar que não foi possível obter um resultado específico de sólidos totais para a empresa B2 devido à alta concentração de óleos e graxas (O&Gs) no efluente líquido da mesma.

#### 5.2.4 Sólidos sedimentáveis

Em relação à NBR 9800/1987, para sólidos sedimentáveis, somente a empresa H8 não se encontra de acordo com a NBR, apresentando valor de 30 mL/L, enquanto a norma exige um limite máximo de 20 mL/L. Secron et al. (2010), obtiveram 14 mL/L no máximo, no Rio de Janeiro, Freitas et al. (2014), encontraram uma variação entre 0,015 e 0,2 mL/L na região de Curitiba-PR.

Com base na Resolução do CONAMA nº 430/2011, somente as empresas F6 e H8 não se encontram de acordo com a legislação, com 2,5 mL/L e 30 mL/L, respectivamente, uma vez que a resolução exige um valor máximo de 1 mL/L.

Em virtude da alta concentração de óleos e graxas (O&Gs) no efluente da empresa B2, não foi possível obter-se um resultado específico para este parâmetro.

A presença de sólidos sedimentáveis num determinado corpo hídrico causa danos ao ambiente aquático, onde estes podem aparecer relacionados entre outros poluentes, como por exemplo, os metais pesados, acarretando danos às comunidades bentônicas (SAWYER, 1994).

#### 5.2.5 Óleos e graxas

Os valores de óleos e graxas das amostras variaram entre 22,0 mg/L e superiores a 500.000 mg/L. De acordo com a Resolução do CONAMA nº 430/2011, o limite deste parâmetro para lançamento em corpo hídrico é de 20 mg/L. Constatou-se que todas as empresas estão em desacordo com a resolução, apenas a empresa D4 se aproxima do limite estipulado pela legislação, com 22,0 mg/L (Tabela 1).

No entanto, com base na NBR 9800/1987, cujo limite é 100 mg/L, três empresas (A1, D4 e J10) encontram-se em concordância com a legislação, com 72,0 mg/L, 22,0 mg/L e 46,0 mg/L, respectivamente (Tabela 1).

Na pesquisa realizada por Freitas et al. (2014), os valores de O&Gs variaram entre 4.352 mg/L e 17.020 mg/L. Segundo os autores, os efluentes líquidos gerados nas oficinas mecânicas apresentam característica de efluente industrial, cujos valores podem ultrapassar os limites legais de O&Gs. Esta tendência também foi identificada na pesquisa realizada por Bujang et al. (2012) que identificaram valores de até 90.500 mg/L.

Desta forma, as empresas que se encontram em desacordo com os parâmetros exigidos pelas legislações necessitam de um tratamento avançado dos efluentes, considerando que estes compostos podem causar problemas às redes coletoras de esgoto sanitário, como a obstrução dos coletores, permanecem acumulados nas partes especiais da rede coletora, bem como nas unidades de tratamento, ocasionando distúrbios no funcionamento do sistema de tratamento, além de gerarem odores ofensivos e aparência desagradável no curso hídrico (JORDÃO E PESSOA, 2009).

Os índices dos parâmetros físico-químicos apresentados nas amostras ocorrem, possivelmente, devido a inexistência ou ineficiência de sistemas preliminares de tratamento para retenção de sólidos, como caixas de areia.

Também devemos considerar a manutenção inadequada dos SAOs conforme descrito no item 5.1. Além disso, os sólidos, especialmente os gerados na lavagem de peças, não são removidos adequadamente pelos SAOs, tornando-se necessário um processo complementar.

### 5.3 ÍNDICE DE TOXICIDADE

Na determinação dos índices de toxicidade foi realizada análise estatística descritiva apresentando a média, desvio padrão, variância e concentrações máxima e mínima de cada concentração/empresa (Tabela 2), a fim de determinar o efeito letal sobre o efluente de cada empresa.

**Tabela 2 – Análise estatística do teste de toxicidade.**

Conc	A1					B2					C3					D4					E5				
	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx
100 %	80,0	10,0	100	70	90	100	0,0	0,0	100	100	46,7	5,8	33,3	40	50	93,3	5,8	33,3	90	100	100	0,0	0,0	100	100
50%	83,3	11,5	133,3	70	90	100	0,0	0,0	100	100	40,0	10,0	100	30	50	80,0	0,0	0,0	80	80	96,7	5,8	33,3	90	100
25%	63,3	5,8	33,3	60	70	93,3	5,8	33,3	90	100	26,7	5,8	33,3	20	30	76,7	5,8	33,3	70	80	86,7	5,8	33,3	80	90
12,5%	56,7	5,8	33,3	50	60	86,7	5,8	33,3	80	90	20,0	10,0	100	10	30	60,0	10,0	100	50	70	83,3	5,8	33,3	80	90
6,2%	36,7	5,8	33,3	30	40	33,3	5,8	33,3	30	40	16,7	5,8	33,3	10	20	36,7	5,8	33,3	30	40	73,3	5,8	33,3	70	80
3,1%	30,0	10,0	100	20	40	16,7	5,8	33,3	10	20	3,33	5,8	33,3	0	10	23,3	5,8	33,3	20	30	66,7	5,8	33,3	60	70
Conc	F6					G7					H8					I9					J10				
	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx	$\bar{X}$	DP	Var	Mín	Máx
100 %	86,7	5,8	33,3	80	90	93,3	5,8	33,3	90	100	90,0	10,0	100	80	100	100	0,0	0,0	100	100	90,0	10,0	100	80	100
50%	73,3	5,8	33,3	70	80	86,7	5,8	33,3	80	90	80,0	10,0	100	70	90	96,7	5,8	33,3	90	10	73,3	5,8	33,3	70	80
25%	70,0	10,0	100	60	80	66,7	5,8	33,3	60	70	60,0	10,0	100	50	70	86,7	5,8	33,3	80	90	53,3	5,8	33,3	50	60
12,5%	66,7	5,8	33,3	60	70	56,7	5,8	33,3	50	60	36,7	5,8	33,3	30	40	80,0	10,0	100	70	90	36,7	5,8	33,3	30	40
6,2%	56,7	5,8	33,3	50	60	20,0	10,0	100	10	30	23,3	5,8	33,3	20	30	73,3	5,8	33,3	70	80	6,7	5,8	33,3	0	10
3,1%	46,7	5,8	33,3	40	50	13,3	5,8	33,3	10	20	3,33	5,8	33,3	0	10	60,0	10,0	100	50	70	6,7	5,8	33,3	0	10

Conc – Concentração;  $\bar{X}$  – Média da concentração; DP – Desvio Padrão; Var – Variância; Mín – Concentração Mínima; Máx – Concentração Máxima; A1-J10 – Empresas.

Fonte: Autoria própria (2017).

A análise estatística descritiva dos índices de toxicidade (Tabela 2), indicou que nas concentrações 100%, 50% e 25%, efluentes de nove empresas apresentaram taxa média da mortalidade superior a 50%. Somente a empresa C3 apresentou taxa de mortalidade média menor. Para a concentração de 12,5% o efluente de sete empresas foi considerado tóxico, apenas as empresas C3, H8 e J10 não demonstraram toxicidade nesta concentração.

Apenas 3 empresas (E5, F6 e I9) indicaram toxicidade na concentração de 6,2%. Na concentração em 3,1%, somente as empresas E5 e I9 apresentaram toxicidade, tornando-se as únicas empresas com efluente tóxico em todas as concentrações.

O teste de Tukey indicou que não existem diferenças estatísticas nas taxas de mortalidade média entre as concentrações 100% e 50% de diluição do efluente em nove empresas. Desta forma, nas concentrações indicadas, 90% das empresas são consideradas tóxicas. Somente a empresa C3 apresentou taxa de mortalidade média menor que 50% em todas as concentrações.

Nas empresas A1, B2, C3, D4, E5, F6 e I9 não foi encontrado diferenças estatísticas para as concentrações de 100%, 50% e 25%, o que indica que nestas concentrações, as sete empresas foram consideradas tóxicas a população exposta.

Considerando as concentrações 100%, 50%, 25% e 12,5%, as empresas A1, B2, E5, F6 e I9, obtiveram taxas de mortalidade médias estatisticamente iguais, ou seja, em qualquer uma dessas concentrações, o efluente destas empresas é considerado tóxico.

Apenas as empresas E5 e I9 apresentaram taxas de mortalidade média estatisticamente igual em todas as concentrações, ou seja, tóxicas em qualquer das situações analisadas.

## **6 CONCLUSÕES**

A maioria das empresas dispõe de estrutura compatível a legislação para o gerenciamento dos resíduos líquidos, não entanto, a operação dos processos é, normalmente, inadequada. O sistema de tratamento de efluentes por meio do separador de água e óleo é ineficiente na quase totalidade das empresas avaliadas, resultando no lançamento de efluentes em desacordo com a legislação, principalmente nos índices de sólidos totais e óleos e graxas. Além disso, o teste de toxicidade indicou que o efluente gerado pelas empresas é tóxico em 90% dos casos.

## REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association; American Water Works Public Association; Water environmental Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Ed. Washington, DC, 2005.

ARCHELA, Edison; CARRARO, Adalberto; FERNANDES, Fernando; BARROS, Omar Neto Fernandes; ARCHELA, Rosely Sampaio. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos**. Geografia: Revista do Departamento de Geociências. Londrina - PR, v. 12, n. 1, p.517-526, 2003.

ASEM, A. **Historical record on brine shrimp *Artemia* more than one thousand years ago from Urmia Lake, Iran**. Journal of Biological Research-Thessaloniki. 2008. p. 113-114.

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.

\_\_\_\_\_. **NBR-10004** – Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR-12235** – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR-14063** – Óleos e graxas – Processos de tratamento em efluentes de mineração. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR-15594-3** – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Posto revendedor de combustível veicular (serviços). Parte 3: Procedimento de manutenção. Rio de Janeiro, 2008.

BAROSA, J., FERREIRA, A., FONSECA, B. e SOUZA, I. **Teste de toxicidade de cobre para *Artemia salina*** – Poluição e ecotoxicologia marinha, nov. 2003.

BELON, Karine. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Lonqueador na região central do município de Francisco Beltrão-PR**. 2014. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR. Disponível em: <  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1993/1/PB\\_COECI\\_2013\\_2\\_17.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1993/1/PB_COECI_2013_2_17.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2017.



BRASIL. **Resolução ANP nº 17**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Brasília, 18 de junho de 2009.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 362**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 23 de junho de 2005.

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

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 430**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 13 de maio de 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.305**. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília, 2 de agosto de 2010.

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.

CALOW, P. **Marine and estuarine invertebrate toxicity tests**. In: HOFFMAN, D. et al. Handbook in cytotoxicology. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1993. v. 1. p. 1-5.

CANCHUMANI, Giancarlo Alfonso Lovón. **Óleos Lubrificantes Usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil**. 2013.157 p. Tese de Doutorado – UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, C. A. de. et al. **Cipó-cravo (*Tynnanthus fasciculatus miers-Bignoniaceae*): Estudo fitoquímico e toxicológico envolvendo Artemis salina**. Revista Eletrônica de Farmácia Vol. 6(1), 51-58, 2009. Disponível em: < <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/5861/4561> >. Acesso em: 15 set. 2017.

DALEFFE, Ediane. **Avaliação da Estabilidade das Encostas dos Bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão da cidade de Francisco Beltrão – PR, por Meio de Geoprocessamento**. 2014. 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de automóveis no Brasil**. Disponível em: <  
<http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php?lang=&codmun=0&search=||infogr%E1ficos:-frota-municipal-de-ve%EDculos%27> >. Acesso em: 14 mai. 2017.

DETRAN-PR. Departamento de Trânsito do Paraná. **Frota de veículos cadastrados no estado do Paraná**. Disponível em: <  
[http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/FROTA\\_FEVEREIRO\\_2017.pdf](http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/FROTA_FEVEREIRO_2017.pdf) >. Acesso em: 4 abr. 2017.

DUTRA, Andressa Moraes; PRIES, Rejane Terezinha Afonso; AMARAL, Karen Juliana; MENZEL, Uwe Bernd. **Diagnóstico da Destinação de Resíduos Sólidos de Oficinas Automotivas De Araucária/PR**. 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Curitiba-PR. 12 a 14 de junho de 2017. 8p. Disponível em: <  
<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/370/272> >. Acesso em 24 set. 2017.

FEEMA/SEMADS/COPPETEC. **Programa de Capacitação Técnica e Gerencial de Órgãos Ambientais Fase II**. Módulo 8: Controle de Efluentes Líquidos em Atividades Potencialmente Poluidoras de Pequeno Porte. Rio de Janeiro, 2003.

FREITAS, Eduardo; MULLER, Gustavo Luis; LIMA, Ramon Bispo. **Eficiência de caixas separadoras de gordura utilizando efluentes industriais**. 2014. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curso de Engenharia de Produção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. Disponível em:  
<[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3148/1/CT\\_EPC\\_2014\\_1\\_01.PDF](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3148/1/CT_EPC_2014_1_01.PDF) >. Acesso em: 29 set. 2017.

GIORDANO, Gandhi. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Apostila de Curso. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente/UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

GOMES, Priscila Luggeri; OLIVEIRA, Vinícius Balthazar Pereira; NASCIMENTO, Elson Antonio. **Aspectos e impactos no descarte de óleos lubrificantes: o caso das oficinas**. Niterói, RJ. 2008. 15 p.

GUERRA, R. **Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents**. Chemosphere, v. 44, n. 8, p. 1737-1747, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográfico de Francisco Beltrão**. Disponível em: <

<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410840&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> >. Acesso em: 4 abr. 2017.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Oficinas mecânicas e lava a jato: orientações para o controle ambiental**. Rio de Janeiro: INEA, 2014. 2.ed.

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

MACHADO, Flávio Pereira. **Caracterização físico-química dos efluentes líquidos oriundos de uma oficina automotiva: estudo de caso**. Monografia de especialização. Medianeira, 2013, 46p.

MEYER, B.N. et al. **A convenient general bioassay for active plant constituents**. Planta Médica, v.45, p.31-34, 1982.

MUNIZ, Isalena Cavalcante; BRAGA, Risete Maria Queiroz Leão. **O gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados e suas embalagens: estudo de caso de uma empresa de logística na Região Norte do Brasil**. Revista Eletrônica Sistemas e Gestão. Vol.10. Núm. 3, 2015, pp. 442-457.

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.

PARRA, A. L.; YHEBRA, R.S.; SARDIÑAS, I. G.; BUELA, L. I. **Comparative study of the assay of Artemia salina L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts**. Phytomedicine, v. 8(5), p. 395–400, 2001.

PIRES, E. C., CHAPARRO, T. R. **Toxicity evaluation as a tool to assess the performance of an anaerobic immobilized biomass reactor**. Dyna rev.fac.nac.minas, Medellín, v.77, n.164, p.284-391, Oct./Dec. 2010.

RIZZO, L. **Bioassays as a tool for evaluating advanced oxidation processes in water and wastewater treatment**. Water Reserch, n. 45, p.4311-4340, 2011.

ROSS, Bárbara Zanicotti Leite; LAGO, Flávia Marcela; BARÉA, Luis César; LUZ, Sandro Rafael. **Prescrições para elaboração de projetos de sistemas de esgotamento sanitário**. 48 p. 2011. Disponível em: < [https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mps-manual-de-projetos-de-saneamento/Modulo\\_2\\_-\\_Prescricao\\_ETP\\_-\\_SES.pdf](https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mps-manual-de-projetos-de-saneamento/Modulo_2_-_Prescricao_ETP_-_SES.pdf) >. Acesso em: 10 abr. 2017.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Toxicologia**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: < [http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos\\_seguranca/sexta\\_etapa/toxicologia.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/sexta_etapa/toxicologia.pdf) >. Acesso em: 21 set. 2017.

SAWYER, Clair N. **Chemistry for Environmental Engineering**. 4 ed. Singapura, Mc Graw-Hill, 1994.

SECRON, Marcelo Bernardes. **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas** / Marcelo Bernardes Secron, Gandhi Giordano, Olavo Barbosa Filho. \_\_\_\_ Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

SEMA. **Resolução SEMA nº 28**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. Curitiba, 18 de junho de 2010.

SILVA, Michel Almeida D. et al. **Avaliação do gerenciamento de resíduos de óleos lubrificantes e suas embalagens em oficinas mecânicas da cidade de Pombal – PB, Brasil**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Pombal – PB, v. 9, n. 4, p. 53-58, out-dez, 2014. Disponível em: < <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3004/2513> >. Acesso em: 18 mar. 2017.

SINDIREPA. Sindicato das Indústrias de Reparação de Veículos e Acessórios de Francisco Beltrão. **Número de empresas de reparação automotiva filiadas ao sindicato**. Disponível em: < <http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindirepafb/sindirepa-francisco-beltrao-1-5471-161926.shtml> >. Acesso em: 4 abr. 2017.

SOHN, Hassan. **Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados**. São Paulo: SENAI, 2007. 64 p.

SOUTO, F. J. B. **Influências de parâmetros ambientais sobre Artemia sp (Branchiopoda: Artemiidae) em uma salina artesanal do estado do Rio Grande do Norte**. Curso de Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia, Universidade Federal da Paraíba, 19 p. Notas de aula. 1991.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO**

1. Dispõe separador de água e óleo? **Sim**  **Não** .
2. Realiza manutenção do separador de água e óleo? **Sim**  **Não** .
3. A manutenção do separador de água e óleo é realizada: **Semanalmente** , **mensalmente** , **a cada 3 meses** , **a cada 6 meses** , **anualmente** .
4. Dispõe sistema de drenagem na lavagem de peças? **Sim**  **Não** .
5. Dispõe sistema de drenagem na lavagem de pisos? **Sim**  **Não** .
6. Recipiente utilizado para armazenamento de resíduos líquidos contaminados (borra oleosa):
- \* Tambor: - Portátil, cilíndrico, feito de chapa metálica ou material plástico, com capacidade máxima de 250 L? **Sim**  **Não** .
- Armazenado em área coberta? **Sim**  **Não** .
  - Área bem ventilada? **Sim**  **Não** .
  - Colocado sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas? **Sim**  **Não** .
  - Devidamente rotulado de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados? **Sim**  **Não** .
7. Recipiente utilizado para o separador de água e óleo:
- \* Tanque: - Capacidade superior a 250 L? **Sim**  **Não** .
- Disposição: **Enterrado** , **Semienterrado** , **Superfície** .
  - Apresenta rachaduras? **Sim**  **Não** .
8. Os efluentes líquidos do separador de água e óleo são destinados à rede coletora de esgoto? **Sim**  **Não** .

9. O lançamento dos efluentes do separador de água e óleo são destinados à rede coletora de esgoto: **Diariamente**  **semanalmente**  **mensalmente** .

10. Os efluentes líquidos são destinados à rede pluvial? **Sim**  **Não** .

11. O lançamento dos efluentes do separador de água e óleo são destinados à rede pluvial: **Diariamente**  **semanalmente**  **mensalmente** .

12. Os resíduos líquidos contaminados são destinados à reciclagem? **Sim**   
**Não** .