



A GESTÃO E A TOXICIDADE DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS EM EMPRESAS DE REPARAÇÃO AUTOMOTIVA

DOI: 10.19177/rgsa.v8e3201926-43

Adir Silvério Cembranel¹
Renan Eliézer Heckler²
Wagner de Aguiar³
Jairo Afonso Henkes⁴

RESUMO

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados (OLUC) são os principais resíduos gerados no setor de reparação automotiva, considerado perigoso por causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Esta pesquisa avaliou o sistema de gestão dos OLUC, a eficiência do sistema de tratamento de efluente, bem como a toxicidade do efluente tratado das empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão-PR. O estudo foi desenvolvido por meio de visitas *in loco*, nas quais foram avaliadas as metodologias de gestão dos OLUC e o sistema de tratamento dos efluentes, em relação às normas NBR's 9800/1987, 12235/1992 e CONAMA 357/2005 e 430/2011. A determinação da eficiência do separador de água e óleo ocorreu por meio de análises físico-químicas do efluente tratado, como a temperatura, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos totais e óleos e graxas. As temperaturas variaram entre 26,5 °C e 29,7 °C. O pH variou entre 3,14 e 7,49. Sólidos totais variaram entre 330 mg.L⁻¹ e 3.306 mg.L⁻¹. Sólidos sedimentáveis apresentaram valores inferiores a 0,5 mL.L⁻¹ até 30 mL.L⁻¹. Óleos e graxas, valores entre 22,0 mg.L⁻¹ e superiores a 500.000 mg.L⁻¹. O teste de toxicidade foi realizado utilizando bioindicador *Artemia salina*, o resultado indicou que o efluente é tóxico em 90% dos casos.

Palavras-chave: Separador de Água e Óleo. Oficinas Mecânicas. Óleo Lubrificante.

¹ Tecnólogo em Construção Civil (2003), Engenheiro Ambiental (2010), Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho (2006), Mestre em Geografia - Produção de Espaço e Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2012) e Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2017). Atualmente é professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: adircembranel@utfpr.edu.br

² Engenheiro Ambiental graduado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. E-mail: renan_gaitero@hotmail.com

³ Possui Graduação em Tecnologia em Química Industrial (2003), graduação em Engenharia Ambiental (2010), Mestrado em Geografia (2012) e Doutorado em Engenharia Agrícola (2017). É Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da UTFPR Campus Francisco Beltrão, atuando na área de Gestão e Conservação de Recursos Hídricos. E-mail: wagneraguiar@utfpr.edu.br

⁴ Doutorando em Geografia (UMinho, 2019). Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor dos Cursos de Ciências Aeronáuticas, Administração, Engenharia Ambiental, do CST em Gestão Ambiental e do Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental da Unisul. E-mail: jairohenkes333@gmail.com

THE MANAGEMENT AND TOXICITY OF LIQUID WASTE IN AUTOMOTIVE REPAIR COMPANIES

ABSTRACT

Used or contaminated lubricating oils (OLUC) are the main waste generated in the automotive repair sector, considered dangerous because it damages the environment and public health. This study evaluated the management system of the OLUC, the efficiency of the effluent treatment system, as well as the toxicity of the treated effluent from the automotive repair companies of the municipality of Francisco Beltrão-PR. The study was developed through on-site visits, in which the OLUC 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 determination of the efficiency of the water and oil separator occurred through physicochemical analyzes of the treated effluent, such as temperature, pH, settleable solids, total solids and oils and greases. Temperatures ranged between 26.5 ° C and 29.7 ° C. The pH varied between 3.14 and 7.49. Total solids ranged from 330 mg.L-1 to 3,306 mg.L-1. Sedimentable solids had values lower than 0.5 mL.L-1 up to 30 mL.L-1. Oils and greases, values between 22,0 mg.L-1 and above 500,000 mg.L-1. The toxicity test was performed using *Artemia* saline bioindicator, the result indicated that the effluent is toxic in 90% of the cases.

Keywords: Water and Oil Separator. Mechanical Workshops. Lubricant oil.

1 INTRODUÇÃO

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

As atividades desenvolvidas no setor de reparação automotiva geram diversos tipos de resíduos, inclusive perigosos, como graxas, 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; SECRON et al., 2010).

Grande parte dos efluentes líquidos é constituída de misturas relativamente complexas, cuja caracterização de seus componentes por meio de análises

quantitativas e qualitativas demandam de tempo e apresentam custo elevado (DEZOTTI, 2008).

Os OLUCs devem ser encaminhados à reciclagem ou tratamento específico, impedindo o descarte de forma direta ou indireta no meio ambiente. O método mais adequado no tratamento deste resíduo é o processo de reciclagem, conhecido como rerrefino (CANCHUMANI, 2013). Estas substâncias são geradas, principalmente, nas atividades de manutenção, reparo, lavagem e lubrificação de peças, troca de óleo e lavagem de pisos (SECRON et al., 2010).

Atualmente, a maioria das indústrias e organizações adotam novas tecnologias no tratamento dos efluentes gerados nos processos produtivos, com o intuito de reduzir o impacto sobre o ambiente. Todavia existe ainda outra parcela de empresas, quer por deficiência de recursos financeiros ou por negligência, descartam seus rejeitos em ambientes naturais, quais sejam rios, lagos e oceanos, comprometendo e impactando a qualidade ambiental destes ecossistemas (TONI; MAMURA; LIMA, 2014).

Tendo em vista a importância e a necessidade do uso da água nos processos naturais e antrópicos, ocorre a redução de sua qualidade. Desta forma, o seu uso deve estar associado a implantação de alternativas e meios eficazes de tratamento dos efluentes, com foco na minimização dos impactos do lançamento em corpos hídricos ou até mesmo para o reúso (MARTINS, 2014; SOUSA, 2014).

O principal método de tratamento de efluente contaminado por óleo lubrificante nas empresas de reparação é o sistema Separação de Água e Óleo (SAO), que ocorre por não serem miscíveis e por meio da diferença de densidade entre o óleo e a água (FEEMA et al., 2003).

Os principais impactos causados por óleos lubrificantes no meio ambiente ocorrem devido à presença dos metais pesados na sua composição, potencializando a contaminação do lençol freáticos e corpos d'água, tornando o meio ambiente tóxico a população (MUNIZ e BRAGA, 2015).

A toxicidade é a capacidade e o potencial do agente tóxico provocar impactos em organismos (RUPPENTHAL, 2013). No estudo da toxicidade, dose letal mediana (DL50 ou LD50) é a dose necessária de uma substância para matar 50% da população de indivíduos em teste (MEYER et al., 1982). Desta forma, os testes de toxicidade são importantes na avaliação dos efeitos causados por substâncias tóxicas nos sistemas biológicos (BAROSA et al., 2003).

De acordo com Trevisan et al. (2008, p. 2), a “[...] responsabilidade socioambiental deixou de ser uma opção para as organizações, ela é uma questão de visão, estratégia e, muitas vezes, de sobrevivência”.

Neste sentido, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 362/2005, em seu artigo 2º, inciso V, dispõe que toda pessoa, seja física ou jurídica, que em decorrência de sua atividade exercida venha a gerar o OLUC, terá a responsabilidade segundo o artigo 5º, de recolher e efetuar o armazenamento temporário dos mesmos, além de destinar às empresas coletoras e especializadas no rerrefino, devidamente autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo - ANP.

Considerando o potencial impacto ambiental existente nas empresas de reparação automotiva é fundamental a existência de metodologias de gestão de OLUCs e sistemas de tratamento de efluentes líquidos eficazes. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o sistema de gestão dos OLUCs e a eficiência do sistema de tratamento de efluentes, bem como determinar a toxicidade dos efluentes tratados das empresas de reparação automotiva do município de Francisco Beltrão-PR.



2 METODOLOGIA

2.1 Identificação da área de estudo e delimitação do projeto

Esta pesquisa foi desenvolvida em empresas de reparação automotiva no município de Francisco Beltrão, situado na região Sudoeste do Estado do Paraná. O município abrange uma área de 735,111 km² e uma população estimada em 87.491 habitantes (IBGE, 2017).

De acordo com Sindicato das Indústrias de Reparação de Veículos e Acessórios de Francisco Beltrão (SINDIREPA-FB), 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 (SINDIREPA, 2017; DETRAN, 2017).

A avaliação do sistema de gestão dos OLUCs e a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes foram realizadas em dez empresas filiadas ao sindicato, definidas de acordo com a receptividade e disponibilidade das empresas.

2.2 Análise do sistema de gerenciamento dos resíduos líquidos

A análise do sistema de gerenciamento dos resíduos líquidos envolveu a identificação das características do sistema de separação de água e óleo (SAO) e do processo de armazenamento de OLUcs, obtidas por meio de questionário (Apêndice A). Desta forma, os dados foram comparados às legislações pertinentes, a NBR 12235/1992 para o sistema armazenamento dos resíduos líquidos perigosos e a NBR 9800/1987 para o sistema de separação de água e óleo.

2.3 Avaliação da eficiência do sistema de separação de água e óleo

Na avaliação da eficiência do SAO foram coletadas amostras de um litro de efluente tratado, na saída do separador, em cada uma das dez empresas. As coletas foram realizadas nos dias 30 e 31 de agosto de 2017. As amostras foram acondicionadas em garrafa pet, vedadas, identificadas e encaminhadas para análises no Laboratório de Qualidade Agroindustrial (LAQUA), no município de Pato Branco-PR.

A caracterização dos efluentes tratados ocorreu por meio dos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas. A escolha dos parâmetros ocorreu considerando as pesquisas de Freitas et al., (2014) e Secron et al., (2010) realizadas no efluente de empresas de reparação automotiva. As metodologias utilizadas nas análises foram as descritas no Standard Methods (APHA, 2005), conforme exigências da legislação vigente.

As análises e discussão dos resultados ocorreram com base na NBR 9800/1987, utilizada pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) no lançamento de efluente tratado em rede coletora de esgoto (ROSS et al., 2011). E por meio das Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e 430/2011, utilizadas como base nos parâmetros de qualidade para lançamento de efluentes em corpos hídricos.

2.4 Análise e índices de toxicidade do efluente tratado

Os ensaios de toxicidade das amostras do efluente tratado foram desenvolvidos no laboratório de águas e efluentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão-PR.

A metodologia utilizada nos ensaios de toxicidade foi à proposta por Guerra (2001), utilizando como bioindicador a *Artemia salina* em solução de sal marinho para eclosão durante 48 horas. Após a eclosão foi realizada a diluição dos efluentes tratados em solução de sal marinho (40 g.L⁻¹) e água destilada (2L), em seis concentrações diferentes (100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,2%, 3,1%) e inseridos 10 (dez) indivíduos do bioindicador em cada tubo de ensaio. Após 24 horas foram realizadas contagens de indivíduos mortos, considerando os exemplares mortos os imóveis durante 20 segundos de observação.

Na obtenção dos índices de toxicidade, os dados obtidos nos ensaios de toxicidade foram submetidos à análise estatística descritiva, apresentando a porcentagem de mortalidade média, desvio padrão, variância e porcentagem de mortalidade máxima e mínima em cada concentração e empresa. Além disso, realizou-se análise estatística por meio da ANOVA, seguindo com comparações múltiplas de médias por meio do teste Tukey, a 5% de significância em triplicatas, a fim de verificar a existência de diferenças estatísticas entre as concentrações em relação aos efeitos tóxicos dos efluentes tratados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sistema de gerenciamento de resíduos líquidos

Na análise do sistema de gerenciamento dos resíduos ocorreu a aplicação *in loco* do questionário (Apêndice A). Identificou-se que 80% das empresas dispõem de sistema de drenagem dos resíduos gerados na área lavagem de peças, 30% possuem canaletas conduzindo a água de lavagem de piso ao SAO, conforme determina a NBR 12235/1992.

Todas as empresas possuem sistema de tratamento de efluentes por meio de separador de água e óleo, destas 20% realizam a manutenção e limpeza do separador uma vez por semana, 40% realizam uma vez ao mês, 20% uma vez a cada seis meses e em 20% a manutenção e limpeza ocorre uma vez ao ano. No entanto, de acordo

com a NBR 15594-3/2008, a manutenção completa do SAO deve ser realizada uma vez a cada dois meses (ABNT, 2008). Desta forma, 60% das empresas realizam a manutenção do separador em acordo com o definido pela legislação.

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

O armazenamento dos óleos usados ou contaminados é realizado em tambores metálicos de 250 L em 100% das empresas, entretanto em 30% dos estabelecimentos os óleos derivados do SAO são retirados diretamente das caixas de separação por empresas especializadas. De acordo com a NBR 12235/1992, o armazenamento dos tambores deve ser em área coberta, bem ventilada e sobre uma base de concreto (ABNT, 1992). Verificou-se que 60% das empresas atendem este requisito. A norma indica ainda, que os tambores estejam devidamente rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados, neste requisito 90% das empresas estão adequadas.

O SAO utilizado pelas empresas é um tipo de tanque ou caixa com volume correspondente a quantidade de resíduo gerado (Figura 1). Conforme NBR 12235/1992, o tanque utilizado na separação não deve ser enterrado ou semienterrado, em razão da eventualidade de escoamento e propagação nas águas subterrâneas (ABNT, 1992). No entanto, 40% das empresas apresentam o tanque de separação abaixo do nível do piso de referência, 20% semienterrado e 40% sobre a superfície. Além disso, 20% dos SAO apresentaram rachaduras, gerando riscos de contaminação do solo e águas.

Figura 1. Separador de água e óleo semienterrado



Fonte: Dos autores (2017).

O efluente líquido tratado é lançado na rede pública de esgoto por 60% das empresas, 30% realizam o lançamento na rede pluvial e 10% reutilizam o efluente na lavagem de peças. Apesar da reutilização ser o procedimento ambientalmente adequado é aplicada em menor escala, devido à necessidade de tratamento especial para que o efluente possa retornar com a qualidade apropriada (SILVA et al., 2017).

O SAO é o sistema mais utilizado no tratamento de efluente líquido do setor de reparação automotiva. A separação da água e do óleo nos tanques ocorre por processo físico, por não serem miscíveis são separados por diferença de densidade, normalmente as frações oleosas mais leves se sobrepõem às aquosas. No entanto, o separador não remove óleo emulsionado (SECRON et al., 2010). Desta forma, os maiores responsáveis 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).

Os efluentes tratados lançados na rede de drenagem de águas pluviais atingem o Rio Lonqueador, situado na região central da cidade, classificado como Classe II pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, ou seja, adequado ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.

3.2 Eficiência do separador de água e óleo

Na avaliação da eficiência do SAO foi realizada a caracterização dos efluentes tratados por meio dos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos das amostras de efluente tratado

Empresa	T (°C)	pH	ST (mg.L ⁻¹)	SS (mL.L ⁻¹)	O&Gs (mg.L ⁻¹)	Destino
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	1 mL.L ⁻¹	20 mg.L ⁻¹	Pluvial
ABNT**	< 40 °C	6 e 10	-	20 mL.L ⁻¹	100 mg.L ⁻¹	Esgoto

T – Temperatura; pH – Potencial Hidrogeniônico; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Sedimentáveis; O&Gs – Óleos e Graxas; Destino – Destino do efluente líquido.

* Resoluções do CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011; ** ABNT NBR 9800/1987.

Fonte: Dos autores (2017).

3.2.1 Temperatura e pH

As temperaturas das amostras dos efluentes variaram entre 26,5°C a 29,7°C (Tabela 1), abaixo da temperatura máxima de 40°C estabelecida pela Resolução do CONAMA nº 430/2011 e pela NBR 9800/1987, para lançamento na rede pluvial e rede coletora de esgoto, respectivamente.

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 estudos realizado em oficinas mecânicas na cidade de Kota Bharu, na Malásia.

Neste estudo, pH apresentou variação entre 3,14 e 7,49, próximo da faixa de 3,97 a 11,0 obtido na pesquisa realizada por Secron et al. (2010) no efluente de empresas de reparação da região metropolitana do Rio de Janeiro-RJ. No entanto, a pesquisa de Freitas et al. (2014), detectou valores do pH maiores, variando entre 9,68 e 10,18 em Curitiba-PR.

Somente as amostras de efluente das empresas A1 e B2 apontaram valores de pH em desacordo com a Resolução do CONAMA nº 430/2011, com valores de 3,14 e 3,80, respectivamente (Tabela 1), uma vez que a resolução estabelece limite entre 5 e 9 para lançamento no corpo receptor. A NBR 9800/1987 determina pH entre 6 e 10 no lançamento de efluente na rede de esgoto, assim, apenas as 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.

Uma vez que 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; FREITAS et al., 2014). Além disso, a elevação de pH e de temperatura tendem a deslocar o equilíbrio intercambiável das formas de amônia presentes no corpo hídrico, para a não ionizada (NH_3), ou seja, a forma mais tóxica (REIS; MENDONÇA, 2009).

3.2.2 Sólidos totais

Os valores de sólidos totais das amostras variaram entre 330 mg.L^{-1} e 3.306 mg.L^{-1} . 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^{-1} (Tabela 1), estabelecido para lançamento em corpo hídrico. As demais amostras de efluente das empresas apresentaram valores de sólidos totais acima do limite máximo. Considerando ainda, que não foi possível obter um resultado específico de sólidos totais para a empresa B2 devido à alta concentração de óleos e graxas no efluente.

Os Sólidos Totais (SD) é o parâmetro de qualidade que mais limita a reutilização do efluente tratado, devido à dificuldade de remoção no processo de tratamento. Além disso, a concentração de SD aumenta à medida que o efluente é

reutilizado, com incorporação de outros compostos e pela evaporação da água (POHL; LENZ, 2017).

3.2.3 Sólidos sedimentáveis

Somente o efluente da empresa H8 apresentou índice de sólidos sedimentáveis em desacordo com a NBR 9800/1987, com valor de 30 mL.L⁻¹ (Tabela 1), acima dos 20 mL.L⁻¹, valor máximo estabelecidos pela norma. No estudo realizado por Secron et al. (2010), no município do Rio de Janeiro-RJ, o valor máximo foi de 14 mL.L⁻¹. Na pesquisa de Freitas et al. (2014), realizada na região de Curitiba-PR, os valores variaram entre 0,015 e 0,2 mL.L⁻¹.

Considerando a Resolução do CONAMA nº 430/2011, que estabelece parâmetros no lançamento de efluente na rede pluvial, somente as empresas F6 e H8 encontram-se em desacordo com a legislação, com 2,5 mL.L⁻¹ e 30 mL.L⁻¹, respectivamente, uma vez que a resolução determina o limite máximo de 1 mL.L⁻¹. Devido à alta concentração de óleos e graxas no efluente da empresa B2, não foi possível obter o resultado deste parâmetro.

A presença de sólidos sedimentáveis em determinado corpo hídrico, causa danos ao ambiente aquático, habitualmente está relacionado aos metais pesados, acarretando danos às comunidades bentônicas (SAWYER, 1994).

3.2.4 Óleos e graxas

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

De acordo com a NBR 9800/1987, o limite para lançamento de efluente na rede pluvial é 100 mg.L⁻¹, desta forma as empresas A1, D4 e J10 se encontram adequadas a legislação, com 72,0 mg.L⁻¹, 22,0 mg.L⁻¹ e 46,0 mg.L⁻¹, respectivamente (Tabela 1).

Os índices inadequados dos parâmetros analisados, especialmente sólidos totais e óleos e graxas ocorreram, possivelmente, devido à inexistência de sistemas preliminares de tratamento na retenção de sólidos grosseiro e ao processo de manutenção e limpeza dos SAO inadequados, observados *in loco*. A baixa eficiência do sistema pode estar relacionada ainda, a perturbação hídrica ocasionada pelo elevado grau de turbulência em determinados momentos na entrada do efluente no separador, aumentando a dispersão das partículas e dificultando sua separação (JUNQUEIRA et al., 2017).

Desta forma, as empresas que se encontram em desacordo com os parâmetros exigidos nas legislações necessitam de tratamento avançado dos efluentes. Uma vez que estes compostos podem causar problemas na rede coletora de esgoto, coma obstrução dos coletores, bem como nas unidades de tratamento, ocasionando distúrbios no funcionamento do sistema, além de gerarem odores indesejados e aparência desagradável no curso hídrico (JORDÃO e PESSOA, 2009).

Na pesquisa realizada por Freitas et al. (2014), os valores de óleos e graxas variaram entre 4.352 mg.L⁻¹ e 17.020 mg.L⁻¹. Segundo os autores, os efluentes líquidos gerados nas oficinas mecânicas apresentam característica de efluente industrial, cujos valores podem ultrapassar os limites legais de óleos e graxas. Esta tendência também foi identificada na pesquisa realizada por Bujang et al. (2012) que identificaram valores de até 90.500 mg.L⁻¹.

Os óleos e graxas 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).

3.3 Índices de toxicidade

Os índices obtidos nos ensaios de toxicidade foram submetidos à análise estatística descritiva, a fim de determinar o efeito letal do efluente em cada concentração e amostra (Tabela 02). No estudo da toxicidade, efeito letal ou dose letal mediana (DL50 ou LD50) é a dose necessária de certa substância para matar 50% de uma população de indivíduos em teste (MEYER et al., 1982).

A análise estatística da toxicidade indicou que nas concentrações 100%, 50% e 25% o efluente de nove empresas apresentaram taxa média da mortalidade superior a 50%, ou seja, tóxico. Somente a empresa C3 apresentou taxa de mortalidade média inferior a 50% nas três maiores concentrações, ou seja, não tóxico. O teste de Tukey, a 5% de significância indicou que não existem diferenças estatisticamente significativas nas taxas de mortalidade média entre as concentrações 100% e 50% do efluente em nove empresas. Somente a empresa C3 apresentou taxa de mortalidade média menor que 50% em todas as concentrações.

Na concentração de 12,5%, os efluentes de sete empresas foram considerados tóxicos, apenas o efluente das empresas C3, H8 e J10 não demonstraram toxicidade nesta concentração.

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

Os efluentes das empresas A1, B2, C3, D4, E5, F6 e I9 não apresentaram diferença estatisticamente significativa nas concentrações 100%, 50% e 25%, consideradas tóxicas a população exposta.

Nas 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.

Tabela 2 - Índices de toxicidade do efluente das empresas nas diferentes concentrações

Conc	A1					B2					C3					D4					E5				
	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	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	3,3	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				
	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	DP	Var	Mín	Máx	□	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	100	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	3,3	5,8	33,3	0	10	60,0	10,0	100	50	70	6,7	5,8	33,3	0	10

Conc – Concentração do efluente; □ – Média de mortalidade em %; DP – Desvio Padrão; Var – Variância; Mín – mortalidade Mínima em %; Máx – mortalidade Máxima em porcentagem; A1-J10 – Empresas. Fonte: Dos autores (2017).

4 CONCLUSÕES

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

REFERÊNCIAS

ABNT - 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-12235** – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

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

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, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R. S. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos**. *Geografia: Revista do Departamento de Geociências*, v. 12, n. 1, p.517-526, 2003.

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

BRASIL. **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.

_____. Resolução CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resoluções nº 362/2005 e nº 450/2012.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 15 de jul. 2019.

BUJANG, M.; IBRAHIM, N. A.; RAK, A. E. **Physicochemical Quality of Oily Wastewater from Automotive Workshop in Kota Bharu, Kelantan Malaysia.** Faculty of Agro Based Industry and Faculty of Earth Science University Malaysia Kelantan, Kelantan, Malasia. 5 p. 2012.

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.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de automóveis no Brasil.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php?lang=&codmun=0&search=||infigr%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>. Acesso em: 4 abr. 2017.

DEZOTTI, M. **Processos e Técnicas para o Controle Ambiental de Efluentes Líquidos.** v. 5. E-papers, Rio de Janeiro, 2008.

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

FREITAS, E.; MULLER, G. L.; LIMA, R. B. **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.

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=||infigr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.11, n.1, 2006.

JUNQUEIRA, W. B. C.; CAMPOS, C. M. M.; FIA, R.; FIA, F. R. L.; AMORIM, F. **Estudos hidrodinâmicos do escoamento em caixa de gordura empregada no tratamento preliminar dos efluentes de cozinha industrial**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 911–919, 2017.

MARTINS, H. C. **Estudo Sobre os Processos de Coagulação, Floculação e Decantação em Efluentes Oriundos de Usina Canavieira**. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. B.; JACOBSEN, L; B.; NICHOLS, D. E; MCLAUGHLIN, J. L. **A convenient general bioassay for active plant constituents**. *Journal of Medicinal Plant Research*, v. 45, p.31-34, 1982.

MUNIZ, I. C; BRAGA, R. M. Q. L. **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*, v.10, p. 442-457, 2015.

POHL, S. C.; LENZ, D. M. **Utilização de efluente tratado em complexo industrial automotivo**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 551–562, 2017.

REIS, J. A. T. DOS; MENDONÇA, A. S. F. **Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água**. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 14, n. 27, p. 353–362, 2009.

ROSS, B, Z, L.; LAGO, F. M.; BARÉA, L. C.; LUZ, S. R. **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>. Acesso em: 10 abr. 2017.

RUPPENTHAL, J. E. **Toxicologia**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/sexta_etapa/toxicologia.pdf>. Acesso em: 21 set. 2017.

SAWYER, C. N. **Chemistry for Environmental Engineering**. 4 ed. *Singapura, McGraw-Hill*, 1994.

SECRON, Marcelo Bernardes. **Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

SILVA, A. A. R. DA et al. **Otimização dos parâmetros operacionais de eletrocoagulação aplicada à recuperação de efluentes de lavagem de veículos.** *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 1, p. 179–186, 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.

TONI, J. C. V.; IMAMURA, K. B.; LIMA, T. H. S. **Caracterização física e química dos efluentes líquidos gerados na indústria alimentícia da região de Marília, SP.** *Revista Analytica*, n. 69, p. 58 - 66. 2014.

TREVISAN, M. et al. **Uma ação de responsabilidade socioambiental no rodeio internacional.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 28., 2008. Rio de Janeiro. Anais.

