

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA QUÍMICA**

**QUÍMICA E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O REUSO
DA ÁGUA NA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM LAVA JATO DE CUITÉ / PB**

RAFAEL FERNANDES FREIRE

CUITÉ – PB

2019

RAFAEL FERNANDES FREIRE

**QUÍMICA E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O REUSO DA
ÁGUA NA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM LAVAJATO DE CUITÉ / PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para o grau de Licenciado.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos

CUITÉ – PB

2019

F866q Freire, Rafael Fernandes.

Química e sustentabilidade: um estudo de caso sobre o reuso da água na lavagem de veículos em lava jato de Cuité / PB . / Rafael Fernandes Freire. - Cuité, 2019.
54 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos".

Referências.

1. Água. 2. Separação de água e óleo. 3. Tratamento de efluentes. 4. Lava jato - tratamento de água. 5. Cuité - PB - tratamento de água. 6. Água - sustentabilidade - tratamento. I. Santos, José Carlos Oliveira. II. Título.

CDU 556(043)

RAFAEL FERNANDES FREIRE

**QUÍMICA E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O REUSO DA
ÁGUA NA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM LAVA JATO DE CUITÉ / PB**

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso submetida à banca examinadora como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Graduação em Licenciatura em Química.

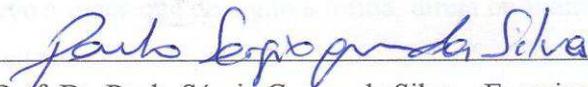
Aprovada em 19 / junho / 2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos – Orientador

UABQ/CES



Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva – Examinador

UABQ/CES



Prof. Dr. Gustavo Fabian Velardez – Examinador

UABQ/CES

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter guiado meu coração na solução de todos os problemas que enfrentei nessa jornada árdua que é a graduação.

As minhas tias Ana, Rita, Fatima e Cícera que sempre mim deram maior apoio nessa jornada e que quando pensei em desistir, elas mim deram forças para continuar.

Quero agradecer a mãe e ao meu pai, por ter sempre lutado para um dia estar aqui concluindo meu curso.

Quero agradecer também as amigas (os), Rafaele, Kiola, Moises e Pedro por estarem sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis do curso.

Quero agradecer ao meu avô José (Zé Velho) e a minha avó Celina, que lá do céu esta presente assistindo minha apresentação agora.

Quero agradecer a minha namorada Mikaline, que deu força para mim chegar até aqui agora.

Quero agradecer ao meu Orientador: Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos, pela força e pelos puxões de orelha e os bons conselhos.

Aos meus colegas de sala que vão ficar guardados para sempre no meu coração, com os quais nos momentos mais difíceis permanecemos juntos e unidos até o final vocês são os melhores colegas de curso.

Quero agradecer aos professores que concederam o conhecimento todos esses anos e que mim apoiaram.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente me ajudaram e apoiaram nessa empreitada.

Espelho dos pensamentos

"O mundo é como um espelho que devolve a cada pessoa o reflexo de seus próprios pensamentos. A maneira como você encara a vida é que faz toda diferença".

(Luís Fernando Veríssimo)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Química e sustentabilidade	12
2.2	Poluição causada pelos lava jatos	13
2.2.1	Efluentes líquidos gerados	13
2.2.2	Efluentes sólidos e partículas geradas	15
2.2.3	Produtos coadjuvantes	15
2.3.1	Limites de lançamentos de efluentes	17
2.3.2	Sistema separador de água e óleo	20
2.3.2.1	Características do separador de água e óleo	22
2.3.2.2	Operação do sistema SAO convencional	26
2.3.2.3	Operação do sistema SAO com placas coalescentes	26
2.3.3	Tecnologias complementares	27
2.4	Vantagens e desvantagens do tratamento	29
2.5	Parâmetros de qualidade	30
2.5.1	Turbidez	31
2.5.2	Potencial Hidrogeniônico (pH)	31
2.5.3	Cor	32
2.5.4	Alcalinidade	32
2.5.5	Dureza	32
3	METODOLOGIA	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.2	Tratamento da água	39
5	CONCLUSÃO	46
6	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE	50

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Classificação e distribuição dos sólidos em função do tamanho.....	21
Figura 2: Caixa de areia.....	23
Figura 3: Caixa separadora de óleo.....	23
Figura 4: Caixa coletora de óleo.....	24
Figura 5: Sistema com placas coalescentes.....	25
Figura 6: Esquema do separador (SAO).....	26
Figura 7 a 16: As imagens mostram como foi feita a coleta e a criação de um processo de tratamento da água do lava jato analisado.....	40
Figura 17 a 21: Imagens da construção do filtro.....	42
Figura 22: Imagens da água antes e após o processo de filtração.....	42
Figura 23: Imagens da determinação de pH após o processo de filtração.....	43
Figura 24: Mostra o aparelho turbidímetro.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de poluentes e suas origens.....	14
Tabela 2: Exemplos de produtos coadjuvantes.....	15
Tabela 3: Limites de lançamento de DQO para diferentes estados brasileiros.....	17
Tabela 4: Limites de lançamento de surfactantes para o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul...	18
Tabela 5: Padrões de lançamento de óleo em diferentes estados.	
Tabela 6: Limites de lançamento de sólidos em suspensão para Minas Gerais e Rio Grande do Sul.....	19
Tabela 7: Limites empregados em alguns estados.....	19
Tabela 8: mostra o dimensionamento para o sistema da figura 5.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Período em que empresa está aberta.....	36
Gráfico 2: Gestão ambiental.....	36
Gráfico 3: Problemas enfrentados pela crise hídrica.....	37
Gráfico 4: Planejamento para armazenamento de água.....	38
Gráfico 5: Destino final da água utilizada nas lavagens.....	38

LISTA DE ABREVIATURA E SÍMBOLOS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

DQA- Departamento de Qualidade do Arizona

DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO- Demanda Química de Oxigênio

ETE- Estação de Tratamento de Efluente

SEMAPE- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Projetos Especiais

SAO- Separador Água/Óleo

UDSA- Unidade Despoluidor do Solo e Água

NBR - Norma Brasileira Registrada

ONU - Organização das Nações Unidas

RESUMO

A demanda por serviços relacionados à manutenção e preservação dos automóveis tem crescido nos últimos anos. Em consequência disso, a procura por lava jatos tem aumentado bastante, nos quais a poluição ocorre por que grande parte desses empreendimentos, não faz nenhum tratamento para os seus efluentes gerados pelas suas atividades e não se preocupam com os danos causados pelos seus resíduos jogados no meio ambiente. Nas águas de lavagem de automóveis podem existir surfactantes de vários tipos, biodegradáveis ou não, restos de poeira, fuligem, graxa, gasolina e todo tipo de resíduo produzido pelos automotores. O presente trabalho apresenta uma técnica de projeto e definição de um sistema para o tratamento de efluente gerado em lava jatos, passando por um tratamento prévio até a separação total dos elementos. O sistema apresentou baixo custo de implantação e custo operacional, além de proporcionar uma elevada clarificação da água tratada, comparada com o efluente, o que possibilita a sua reutilização sem ocasionar problemas de desgaste ou entupimento dos dispositivos de lavagem. Outra vantagem deste sistema é a eliminação completa do efluente líquido da lavagem para a drenagem pluvial, proporcionando a emissão zero de agentes poluidores junto à lavagem de veículos. Chegando a conclusão de ser possível a reciclagem e o reuso de águas das empresas que lavam veículos onde o processo de tratamento reduz o consumo da água e contribui para preservação do meio ambiente.

Palavras-chaves: Separação de água e óleo, Sustentabilidade, Tratamento de efluente.

ABSTRACT

The demand for services related to the maintenance and preservation of automobiles has grown in recent years. As a result, the demand for washes has increased greatly, where pollution occurs because most of these developments do not treat their effluents generated by their activities and do not care about the damages caused by their waste thrown in the middle environment. In car wash waters, there may be surfactants of various types, biodegradable or not, residues of dust, soot, grease, gasoline and all types of waste produced by motor vehicles. The present work presents a technique of design and definition of a system for the treatment of effluent generated in washes, passing through a previous treatment until the total separation of the elements. The system presented low cost of implantation and operational cost, besides providing a high clarification of the treated water, compared to the effluent, which allows its reuse without causing problems of wear or clogging of the washing devices. Another advantage of this system is the complete elimination of the liquid effluent from the wash to the rainwater drainage, providing a zero emission of pollutants next to the washing of vehicles. The conclusion is that it is possible to recycle and reuse water from companies that wash vehicles where the treatment process reduces water consumption and contributes to the preservation of the environment.

Keywords: Water and Oil Separation, Sustainability, Effluent Treatment.

1. INTRODUÇÃO

A água de reuso é um efluente que foi tratado, sendo o resultado de todo um processo de purificação e tratamento especializado. Esta água deve seguir os parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira e pode ser utilizada para diversas finalidades, que não seja o consumo humano.

Hoje no Brasil, o governo federal já iniciou processos de gestão para estabelecer bases políticas, legais e institucionais para os reuso.

O reuso da água proveniente da lavagem de veículos, vem ganhado destaque em muitos países. Nos Estados Unidos, Japão e alguns países da Europa já existem legislação própria para o assunto, regulamentando a instalação dos sistemas de lavagem de veículos, obrigando a instalação de dispositivos de tratamento de efluentes provenientes destes processos e solicitando a implantação de equipamentos que promovam a recirculação da água utilizada (LEITÃO, 1999 apud MORELLI, 2005).

Segundo LEITÃO (1999), à Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), depõe de um projeto que permite a investigação de técnicas para reuso da água no Brasil, onde tem como objetivo de apresentar para os estabelecimentos a base de uma estrutura para tais atividades, como a lavagem de veículos, com fins para beneficiar tanto a sociedade, quanto ao meio ambiente.

Vale ressaltar que se deve considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

A necessidade de evidenciar a classificação do reuso de água é facilitar o conhecimento da forma de atuação de cada um deles e de como pode ser realizado. Brega Filho e Mancuso (2003) asseveram que “de maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não planejadas”.

Segundo os autores Brega Filho e Mancuso (2003, p.23), afirmam que são formas de reuso de água:

Reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à nascente, de forma diluída; **Reuso direto:** é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável; **Reciclagem interna:** é o reuso da água

internamente a instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição". (Brega Filho e Mancuso, 2003, p.23).

No Brasil, cerca de 65,8 milhões de veículos, provocando o aumento dos impactos ambientais provenientes dos processos lavagem de veículos, (Denatran, 2018).

Segundo Leite (2006), a frota de veículos aumentou em proporção maior que o aumento da população, conseqüentemente o crescimento por serviços relacionados à manutenção e preservação dos automóveis sendo um desses serviços às empresas de lavagens de veículos denominadas de lava a jatos.

A atividade de lavagem de veículos utiliza uma grande quantidade de água, cerca de 150 litros para se lavar um veículo de pequeno porte que normalmente não é reaproveitada, sendo simplesmente descartada na rede de drenagem municipal. Sendo que grande parte desses empreendimentos, não faz nenhum tipo de tratamento dos efluentes gerados pela natureza de suas atividades e não tem a menor preocupação com os danos ambientais advindos da destinação inadequada dos seus resíduos. O sistema Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2005), falam que as microempresas precisam se adequar à sustentabilidade ambiental, não desperdiçando água nem de matérias-primas, tratando seus efluentes e reutilizando a água residuária.

A legislação de muitos países já possui regulamentação da instalação dos sistemas de lavagem de veículos, obrigando a instalação de dispositivos de tratamento de efluentes provenientes destes processos e solicitando a implantação de equipamentos que promovam a recirculação da água utilizada (MORELLI, 2005).

No Brasil, a Lei 3.812/2006, sancionada em Brasília, Distrito Federal, que torna obrigatória a reutilização da água utilizada nos postos de gasolina e na lavagem de veículos (BRASÍLIA, 2006). A Lei 9.439/ 2010, sancionada no Espírito Santo, que dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos e empresas de ônibus, instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos (ESPÍRITO SANTO, 2010).

Na água de lavagem de automóveis podem existir restos de poeira, fuligem, graxa, surfactantes, biodegradáveis, gasolina e todo tipo de resíduo produzido pelos motores (ASEVEDO E JERÔNIMO, 2012).

A legislação federal Resolução nº 430/2011 do CONAMA, estabelece limite máximo de descarte de óleos em efluentes como 50 mg.L⁻¹ para óleos de origem vegetal e 20 mg.L⁻¹ para óleos minerais. A lavagem de veículos é uma atividade impactante, por isso requer licenciamento ambiental para instalação e funcionamento e devem estar em concordância com

as resoluções CONAMA 237/1997; CONAMA 273/2000; CONAMA 357/2005 e CONAMA Nº 430/2011.

Assim, esta proposta tem como principal objetivo o desenvolvimento de um processo de tratamento e reciclagem da água na lavagem de veículos, com baixo custo operacional.

O sistema de tratamento a ser implantado para viabilizar a utilização da água de lavagem de carros deve atender as seguintes premissas: Eliminar os riscos à saúde dos usuários e operadores; Minimizar a necessidade de diluição dos efluentes tratados; Evitar danos aos veículos; Minimizar, seu lançamento na rede de esgotos, em água superficial ou em fossas. Dentre as vantagens destacam-se a minimização da descarga nos corpos receptores; a diminuição da carga de poluentes tóxicos na rede de esgoto; a economia de água. Já entre as desvantagens do sistema a ser implementado tem-se: Área ocupada: sua instalação deve ser compacta, pois será instalado num local onde já funciona um equipamento de lavagem, sem previsão de espaço para inclusão do equipamento; Geração de odores: deve contemplar a necessidade de controle de odores pela proliferação de microrganismos na água armazenada para reciclagem; Geração de lodo: a maioria dos sistemas de tratamento de efluentes gera resíduos e estes deverão ter seu volume minimizado; Custo de implantação: deve ser menor possível, de forma que possa ser competitivo com o custo de água, recuperando-se o investimento em curto prazo; Operação e manutenção: um fator limitante na escolha da tecnologia deve ser a simplicidade, sistema complexo torna-se inviáveis.

Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo principal apresentar o desenvolvimento de um processo de tratamento e reciclagem da água na lavagem de veículos, com baixo custo operacional. Para isto, faz-se necessário os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar como as empresas de lava a jato lidam e conseguem driblar a crise e escassez de água.
- Observar quais soluções as empresas adotaram para poder continuar prestando seus serviços à população, de forma sustentável e ecológica.
- Avaliar os sistemas separadores água e óleo, utilizados em atividades automotivas, visando à consolidação de dados e procedimentos para auxiliar os estabelecimentos do ramo automotivo, os órgãos de meio ambiente, corporativos e normativos nos processos de normalização, avaliação, controle, gestão e licenciamento ambiental, no tocante aos aspectos de poluição hídrica, acarretados pelos efluentes líquidos produzidos nas atividades automotivas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Química e sustentabilidade

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), desenvolvimento sustentável é definido como “aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Embora a sustentabilidade seja um termo contemporâneo, utilizado em diversos setores da sociedade como o empresarial, o social e o educacional, gerando conceitos como crescimento e gerenciamento sustentável, ainda é sistêmico e abstrato, de difícil definição, pois depende do contexto que é utilizado. Muitas vezes é tratado como sinônimo de desenvolvimento sustentável. Carvalho (2015) define sustentabilidade como “o princípio constitucional, imediata e diretamente vinculante, que determina, [...] a eficácia dos direitos fundamentais de todas as dimensões, não somente os de terceira dimensão”. De acordo com Souza (2013) a sustentabilidade atinge diferentes dimensões, podemos ver a seguir as dimensões:

- Dimensão social: Processo baseado na distribuição de renda sejam eles igual ou desigual;
- Dimensão ecológica: Produz soluções ecológicas e economicamente viáveis, com o uso de tecnologia fontes de energia alternativas;
- Dimensão cultural: Modelo que valorize a continuidade e tradição dos povos;
- Dimensão econômica: Tem o intuito de promover mudanças estruturais, sem comprometer o meio ambiente natural.

De acordo com esses autores, a base de uma gestão sustentável dos recursos naturais abrange várias dimensões, incluindo social, política, científica, tecnológica, econômica, pesquisa, inovação e desenvolvimento e, a mais importante, educação e ensino, principalmente o ensino das Ciências da Natureza. Assim, o ensino das Ciências da Natureza, em particular o de química, é fundamental na educação para a sustentabilidade, uma vez que muitas substâncias, principalmente aquelas desenvolvidas pela indústria, estão diretamente relacionados a impactos ambientais.

O conhecimento de química por si só não é suficiente para encontrar soluções eficientes para as questões ambientais como, por exemplo, a produção, destino e tratamento de lixo ou o tratamento das águas. Mas, pode ser um aliado na solução de problemas que

envolvem essas e outras questões relacionadas ao tratamento da água e de resíduos, seja de origem química ou não.

Além disso, quando relacionamos o conhecimento químico com a produção industrial, devemos associá-lo aos materiais existentes no ambiente utilizado para essa produção, mencionando os impactos causados pela busca e utilização inadequada desses materiais.

2.2 Poluição causada pelos lava jatos

A poluição, no sentido mais amplo, pode ser entendida como qualquer modificação de características de um ambiente de modo que fique impróprio às formas de vida que ele normalmente abriga (BRANCO, 1972). A partir dos anos 50, quando a sociedade alcançou grandes progressos no campo industrial, apareceu o problema da poluição. Segundo Leite (2009), a frota de veículos vem aumentando em proporções maiores que o aumento da população. Em consequência disso, a demanda por serviços relacionados à manutenção e preservação dos automóveis também vem crescendo, um desses serviços são os lava jatos.

A poluição ocorre por que grande parte desses empreendimentos, não faz nenhum tratamento para os seus efluentes gerados pelas suas atividades e não se preocupam com os danos causados pelos seus resíduos jogados no meio ambiente.

A partir de esse despertar para a necessidade de um desenvolvimento mais sustentável, alguns órgãos públicos conduzem regulamentações cada vez mais exigentes, para que as microempresas de lava a jato tomem medidas para controlar a poluição ambiental.

Segundo Vieira (2009), a poluição da água contribui com a redução da oferta dos recursos hídricos vem aumentando cada vez mais, tendo em vista o meio que a população vem se utilizando através da poluição. Assim, a água que está à disposição para o uso racional e adequado vem diminuindo tanto em sua qualidade como em sua quantidade.

Nas águas de lavagem de automóveis podem existir surfactantes de vários tipos, biodegradáveis ou não, restos de poeira, fuligem, graxa, gasolina e todo tipo de resíduo produzido pelos automotores (ASEVEDO e JERÔNIMO, 2012). Nesse sentido, observa-se que tanto a matéria orgânica como a matéria inorgânica comprometem as propriedades naturais da água, pois ambas agridem a sua verdadeira composição.

2.2.1 Efluentes líquidos gerados

Segundo a SEMAPE (2004), as atividades automotivas no Brasil existem em grande número, despertando assim uma atenção especial, uma vez que são atividades potencialmente poluidoras, principalmente no que compete à utilização de água, e, por conseguinte, à geração de efluentes, assim os vazamentos e os descartes irregulares provocam danos ao meio ambiente.

Depois de utilizada a água passa a ser um resíduo, pois já está poluída e imprópria ao consumo de inúmeras coisas no sentido em que se a utiliza. Os principais poluentes envolvidos na lavagem automotiva são os óleos e graxas, partículas e sólidos e os produtos coadjuvantes, diretamente, sua origem nos veículos, esses são os mais tóxicos e potencialmente prejudiciais à vida aquática (SEMAPE, 2004). A seguir, na tabela 1 mostra os exemplos de poluentes e suas origens.

Tabela 1- Exemplos de poluentes e suas origens.

Poluente	Origens
Cobre	Embreagem e freio.
Cromo	Galvanizado, anéis, freio.
Chumbo	Óleo do motor, mancais.
Níquel	Freio
Zinco	Óleo do motor e pneus.
Fosforo	Aditivos para óleo do motor
Graxas	Combustível, óleo lubrificante, fluídos de sistemas hidráulicos.
Borrachas	Pneus

Fonte: MENEZES, 2004.

Os óleos são ameaças constantes ao meio ambiente, vista que grandes partes dos lava jatos possuem troca de óleo, e que as embalagens contêm restos de óleo dentro dos recipientes, esse óleo é mundialmente considerado como produto maléfico ao meio ambiente e a saúde pública, estando inserido na “Classe I dos Resíduos Perigosos”, por apresentar toxicidade, conforme a classificação da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, de 2004 através da Norma Brasileira Registrada – NBR, 10.004 e a Resolução 09 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de 1993.

Os efluentes também podem ser gerados através do carreamento dos poluentes, através da água da chuva, principalmente em áreas abertas de estacionamento, ou até mesmo da lavagem de pisos em áreas cobertas.

Quando a água poluída desce pelo ralo, ela deve ser conduzida até um sistema de tratamento adequado, se em residências estiver ligada à rede coletora de esgoto, os resíduos líquidos domésticos seguem para a Estação de Tratamento de Esgoto. No caso dos resíduos líquidos industriais, as próprias indústrias são responsáveis pelo tratamento em Estações de Tratamento de Efluentes (ETE).

2.2.2 Efluentes sólidos e partículas geradas

Segundo Giordano (2004), os sólidos e partículas presentes nos efluentes automotivos são compostos por substâncias dissolvidas e em suspensão, de composição orgânica e ou inorgânica. Segundo o Órgão Público SEMAPE (2004), esses sólidos podem ser classificados como sílicas, argilas, fuligem, poeiras em suspensão, metais, fragmentos, e outros que possam permanecer agregados à superfície veicular, sejam na carroceria, chassi, rodas ou pisos.

2.2.3 Produtos coadjuvantes

O termo produtos coadjuvantes compreende a gama de produtos não oleosos utilizados nas atividades automotivas, que contribuem, assim como os óleos e graxas, na formação e composição do efluente final gerado pelos estabelecimentos inseridos neste ramo. Dentre estes produtos, destacam-se os sabões, detergentes sintéticos e solventes com poderes desengordurantes, desengraxantes, solubilizantes, emulsificantes e polimento, além de combustíveis, corantes, essências e aditivos em geral, utilizados nas operações automotivas.

Os coadjuvantes possuem em sua constituição compostos orgânicos e refratários, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2- Exemplos de produtos coadjuvantes.

Tipo	Produto	Fabricante	Composição	Cor	Diluição	pH
Desengraxante tensoativo biodegradável	Lava seco	EASY CLEAN	Cera de carnaúba, Tensoativo aniônico, Controlador de pH, Conservante.	Branco	1:40	7,4

Desengraxante alcalino em pó	Soluclin 30	DAVIS produto sintético e serviços LTDA.	Sais alcalinos e surfactante.	Branco	1:20	13
Querosene solvente usado para limpar peças	Querosene 0,5 L	LIMPLUS IND. e COM. de produtos de limpeza LDTA.	Hidrocarbonetos, alifáticos e aromáticos	Incolor	½ para 2 litros de água.	

Fonte: Autoria própria (2019).

2.3 Instrumentos de licenciamento ambiental

Entre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, o licenciamento ambiental faz uso, em sua prática, de atos administrativos (licenças, autorizações, certidões, etc.), os quais, por sua vez, variam conforme a etapa do processo de licenciamento.

A Resolução CONAMA no 237/1997, que regulamentou os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente, prevê a expedição de sete tipos de licenças ambientais:

- **Licença Prévia (LP)** - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua instalação;
- **Licença de Instalação (LI)** - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes nos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- **Licença de Operação (LO)** - autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação.

- **Licença Simplificada (LS)** - Será concedida para localização, implantação e operação de empreendimentos ou atividades exclusivamente de porte micro. Prazo: seu prazo de validade ou renovação será no mínimo aquele estabelecido no cronograma operacional, e no máximo não superior a 02 anos.
- **Licença Prévia e de Instalação (LPI)** - ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental, em uma única fase, atesta a viabilidade ambiental e aprova a implantação de empreendimentos ou atividades. A LPI será concedida quando a análise de viabilidade ambiental da atividade ou empreendimento não depender da elaboração de estudos e relatórios de impacto ambiental nem de relatórios ambientais simplificados, podendo ocorrer simultaneamente à análise dos projetos a serem implantados.
- **Licença Ambiental de Recuperação (LAR)** – ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental aprova a remediação, recuperação, descontaminação ou eliminação de passivo ambiental existente, na medida do possível e de acordo com os padrões técnicos exigíveis, em especial aqueles em atividades ou empreendimentos fechados, desativados ou abandonados.
- **Licença de Operação e Recuperação (LOR)** – ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental autoriza a operação da atividade ou empreendimento concomitante à recuperação ambiental de passivo existente em sua área, caso não haja risco à saúde da população e dos trabalhadores.

2.3.1 Limites de lançamentos de efluentes

Os limites de lançamento de DQO no Brasil são estabelecidos pelos respectivos órgãos ambientais estaduais, cada um em sua esfera de atuação. A Resolução CONAMA n° 357/2005, não faz menções para este parâmetro.

Na Tabela 3, encontram-se exemplificados os limites de lançamento de DQO, adotados em diferentes estados brasileiros.

Tabela 3- Limites de lançamento de DQO para diferentes estados brasileiros.

ESTADO	VALOR DE LANÇAMENTO	REFERÊNCIA
Minas Gerais	Fixado em máximo de 90 mg/L independente da atividade	Deliberação Normativa n° 10/86

Rio de Janeiro	Varia em função da tipologia da atividade Mínimo de 150 mg/L para fabricação de bebidas, e máximo de 400 mg/L para curtumes e processamento de peles.	DZ – 205 R.5
Rio Grande do Sul	Varia em função da vazão do estabelecimento Para atividades já implantadas, o mínimo é de 160 mg/L para vazões superiores a 10.000 m ³ /dia, e máximo de 450 mg/L para vazões inferiores a 20 m ³ /dia.	Portaria 01/89 SSMA

Fonte: CONAMA, 2005

Para os surfactantes a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece um padrão de lançamento para surfactantes. Esta resolução apenas estabelece o limite máximo permissível de concentração em um corpo hídrico, em função de sua classe. O limite de lançamento de surfactantes é determinado para o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, através de seus órgãos de controle ambiental, representado na Tabela 4.

Tabela 4- Limites de lançamento de surfactantes para o Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

ESTADO	VALOR DE LANÇAMENTO	REFERÊNCIA
Rio de Janeiro	2,0 mg/L MBAS	NT – 202 R.10
Rio Grande do Sul	2,0 mg/L MBAS, com ausência de espuma	Portaria 01/89 SSMA

Fonte: CONAMA, 2005.

Os limites de lançamento para o óleo segundo A Resolução nº 357/2005 define em seu Artigo 34 o padrão de lançamento de 20 mg/L para óleos minerais, e 50 mg/L para óleos vegetais e gorduras animais. Na Tabela 5, encontram-se exemplificados os parâmetros adotados para óleos minerais, vegetais e animais em alguns estados do país.

Tabela 5- Padrões de lançamento de óleo em diferentes estados.

ESTADO	VALOR DE LANÇAMENTO	REFERÊNCIA
Rio de Janeiro	20 mg/L (óleo mineral), 30 mg/L (óleo vegetal, animal)	NT – 202 R.10

Minas Gerais	20 mg/L (óleo mineral), 50 mg/L (óleo vegetal, animal)	Deliberação normativa nº 10/86
Rio Grande do Sul	10 mg/L (óleo mineral), 30 mg/L (óleo vegetal, animal)	Portaria 01/89 SSMA

Fonte: CONAMA, 2005.

O limite de lançamento para sólidos em suspensão e material sedimentava estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 é de 1 mL/L. Este padrão é seguido nas legislações ambientais dos diferentes estados brasileiros. A Tabela 6 relaciona alguns limites de lançamento para Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Tabela 6- Limites de lançamento de sólidos em suspensão para Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

ESTADO	VALOR DE LANÇAMENTO	REFERÊNCIA
Minas Gerais	Concentração máxima diária até 100 mg/L, e concentração média aritmética mensal de 60 mg/L	Deliberação Normativa no 10/86
Rio Grande do Sul	Para atividades já implantadas, o limite mínimo é de 50 mg/L para vazões acima de 10.000 m ³ /dia, e 200 mg/L para vazões abaixo de 20 m ³ /dia.	Portaria 01/89 SSMA

Fonte: CONAMA, 2005.

Os limites de lançamento para o pH na Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece uma faixa de pH entre 5 e 9 para lançamento em qualquer corpo hídrico. Os demais estados brasileiros estabelecem limites de lançamento próprios. Em alguns casos, os limites determinados na Resolução CONAMA nº 357/2005 são repetidos. Na Tabela 7, são exemplificados os limites empregados em alguns estados.

Na Tabela 7- Limites empregados em alguns estados.

ESTADO	VALOR DE LANÇAMENTO	REFERÊNCIA
Minas Gerais	6,5 a 8,5	Deliberação Normativa nº 10/86

Rio de Janeiro	5 a 9	NT – 202 R.10
Rio Grande do Sul	6 a 8	Portaria 01/89 SSMA

Fonte: CONAMA, 2005.

2.3.2 Sistema separador de água e óleo

Nos processos de lavagem de veículo são executadas atividades de (lavagem de motor, lavagens de peças, etc.), com isso devem ser sempre abrigadas da chuva, pois as chamadas águas pluviais não podem ser contaminadas com óleo. Ao evitarmos a mistura de água pluvial e água oleosa, impedimos que a rede coletora sofra o impacto destas águas residuais. Quanto maior o volume de efluente a ser tratado, maior o custo do sistema de tratamento e menor a eficiência da separação do óleo que será enviado às caixas separadoras.

Os pisos das áreas de manutenção devem ser, segundo a legislação, impermeáveis, limpos, nivelados e com caimento adequado, de modo a permitir o escoamento de respingos, eventuais vazamentos e águas de lavagem de pisos e veículos para as canaletas ou galerias que conduzirão estes efluentes ao sistema de controle adequado.

As misturas que envolvem água-óleo podem ser classificadas como misturas heterogêneas, ou suspensões, são sistemas polifásicos, duas ou mais fases, onde é possível distinguir as porções misturadas. No caso das misturas água e óleo, as emulsões ocorrem frequentemente, sendo assim considerado um fenômeno importante. Segundo o Departamento de Qualidade do Arizona (DQA, 1996), este tipo de fenômeno é conhecido como coloidal, que consiste na dispersão de gotas de um líquido em outro líquido.

Segundo BROWN (1997), as partículas do disperso podem ser gasosas, líquidas ou sólidas. Quanto ao seu tamanho, são maiores que as partículas de soluto, em uma solução, mas em contrapartida, não são suficientemente grandes para serem separadas pela ação da gravidade, como no caso das suspensões. Na Figura 1 apresenta-se a distribuição dos sólidos em função do tamanho.

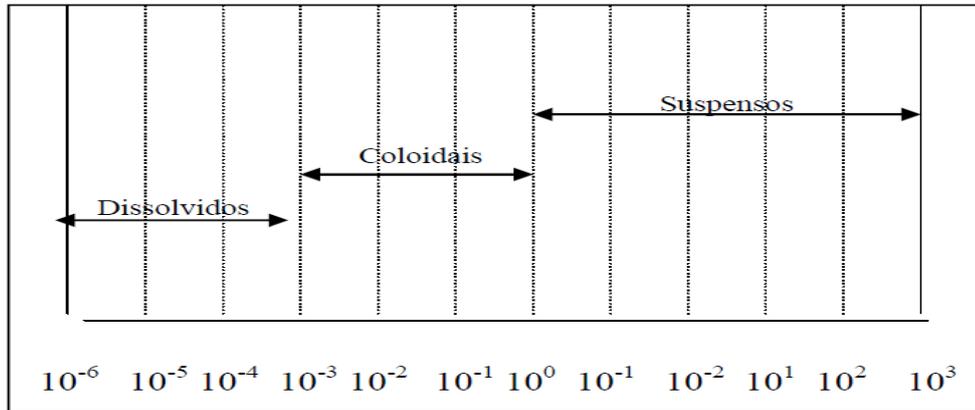


Figura 1. Classificação e distribuição dos sólidos em função do tamanho.

Fonte: Sperling, 1997.

As misturas água-óleo presentes nos efluentes oleosos se classificam em cinco formas:

- **Óleo livre** – Consiste em gotículas de óleo com diâmetro igual ou superior a 20 micrômetros. Estas gotículas possuem pouca ou nenhuma água associada, pois as gotículas possuem menor densidade que da água. Este estado pode ser facilmente separado por um método de separação gravitacional (SAWAMURA, 1999).
- **Óleo fisicamente emulsionado** - Consiste na emulsão formada por gotículas de óleo com diâmetro variando entre 5 a 20 micrômetros. Nesse caso, o óleo disperso na água se encontra sob uma forma estável. As emulsões mecânicas são formadas por ações de agitação causadas por bombeamento, operações de abertura e fechamento de válvula ou outras restrições ao fluxo. Também podem ser formadas por incidência direta de chuvas ou jateamento de água diretamente na câmara de separação do SAO. Estas emulsões instáveis podem ser quebradas, mecânica ou quimicamente e, então, separadas da fase oleosa. Entretanto, as emulsões estáveis requerem um tratamento mais sofisticado para atender à legislação ambiental vigente (SAWAMURA, 1999).
- **Óleo quimicamente emulsificado** – São emulsões formadas por gotículas de óleo com diâmetros inferiores a 5 micrômetros. Normalmente, são formadas através do uso de detergentes, desengraxantes, solventes e produtos afins (DQA, 1996).
- **Óleo dissolvido** - São as gotículas de óleo com diâmetros inferiores a 0,01 micrômetros, que se solubilizam na água (DQA, 1996).
- **Óleo adsorvido em partículas sólidas** – Consiste no óleo que adere ao material particulado e sedimenta devido à ação da força gravitacional. Nos sistemas separadores água e óleo, este tipo de óleo é removido como borra oleosa (DQA, 1996).

Devido a esta propriedade, a água e o óleo não são solúveis entre si, ocorrendo apenas em uma pequena fração, conforme discutido na apresentação das cinco categorias de mistura abordadas neste tópico. O resultado claro é a separação de fases observada entre as duas substâncias citadas (BROWN, 1997), cujo fenômeno deu origem à concepção de dispositivos físicos de tratamento de águas oleosas, denominados separadores água e óleo. Afirma Brown (1997).

"Outra consideração importante a ser feita para a mistura água e óleo consiste na polaridade das duas substâncias envolvidas, pois a água é uma substância polar e o óleo é uma substância apolar". (BROWN, 1997).

Segundo a Resolução nº 128/2006 do COSEMA, os padrões para o lançamentos de efluentes que contém óleos e substâncias oleosas é de 10 mg/L, padrão calculado pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

2.3.2.1 Características do separador de água e óleo

O separador água e óleo é um tipo de equipamento aplicável para a remoção de óleo em estado livre. O princípio de funcionamento é baseado na separação da fase oleosa e aquosa em virtude da diferença de densidade existente entre elas.

A concepção básica de um separador água e óleo é um tanque simples que reduz a velocidade do efluente oleoso, de forma a permitir que a gravidade separe o óleo da água, assim, como o óleo tem uma densidade menor que a da água, ele flutua naturalmente, para então se separar fisicamente (FEEMA/COPPETEC, 2003). Esta separação deve ocorrer em um regime hidráulico não turbulento para não acarretar o arraste do óleo ou destruição das emulsões coalescidas.

O tanque ou caixa separadora contém três repartições que funcionam da seguinte maneira:

- **Caixa retentora de areia** - Tem como objetivo a retenção do material mais pesado e grosseiro, arrastado pela água na lavagem de veículos e das instalações. Essa caixa deve ter dimensões que proporcionem velocidade baixa de fluxo e permitam a deposição de areia e outras partículas no fundo da caixa. A lama retida e acumulada nas caixas de areia deverá ser removida quando o volume de sólidos atingirem metade da

profundidade da caixa, devendo ser armazenada adequadamente para destino final apropriado em aterro sanitário. Na Figura 2, podemos ver a caixa de areia.

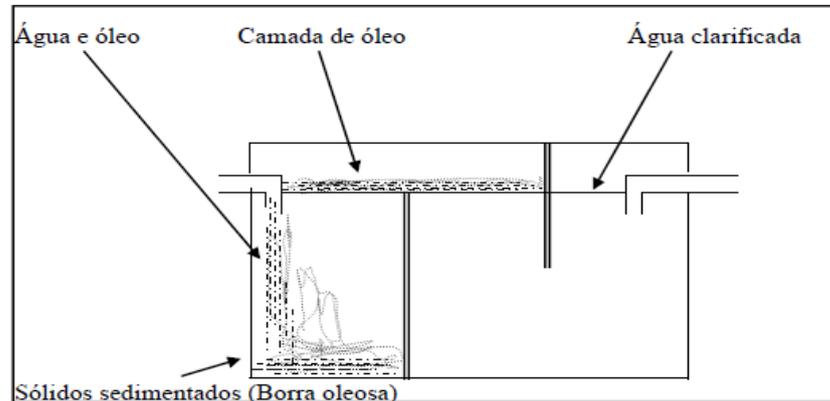


Figura 2. Caixa de areia.

Fonte: FEEMA/COPPETEC, 2003.

- **Caixa separadora de óleo** - Para que o óleo sobrenadante se separe novamente através do efeito da gravidade, onde ao meio se encontra um cano que conforme há o abastecimento do efluente, o cano fará a coleta deste óleo sobrenadante para um recipiente de coleta, este resíduo é enviado para uma empresa autorizada que dará o devido tratamento. Na Figura 3, mostra a caixa separadora de óleo.



Figura 3. Caixa separadora de óleo.

Fonte: www.inea.rj.gov.br.

Este é um sistema bastante simples, eficiente e de baixo custo de implantação, desde que construído e mantido em condições adequadas. Para definição do tamanho das caixas, deverá ser estimado o consumo de água nas atividades envolvidas. Pode ser instalado o sistema de caixas cilíndricas ou retangulares, utilizando-se, conforme o caso,

anéis de concreto ou paredes de alvenaria para a construção das caixas. As tampas, no entanto, deverão sempre ser de fácil remoção para possibilitar a manutenção e inspeção das caixas. As caixas separadoras devem sofrer limpezas periódicas para remoção de borras que normalmente depositam-se no fundo, comprometendo a eficiência da separação de água e óleo. Toda vez que a camada uniforme de óleo for removida, deve-se verificar o nível da borra depositada no fundo da caixa.

- **Caixa coletora de óleo** - a caixa coletora de óleo serve para receber o óleo que vem da caixa separadora. É um depósito que deve ser esvaziado periodicamente. O óleo deve ser então, encaminhado para a reciclagem. Na Figura 4 caixa coletora de óleo.

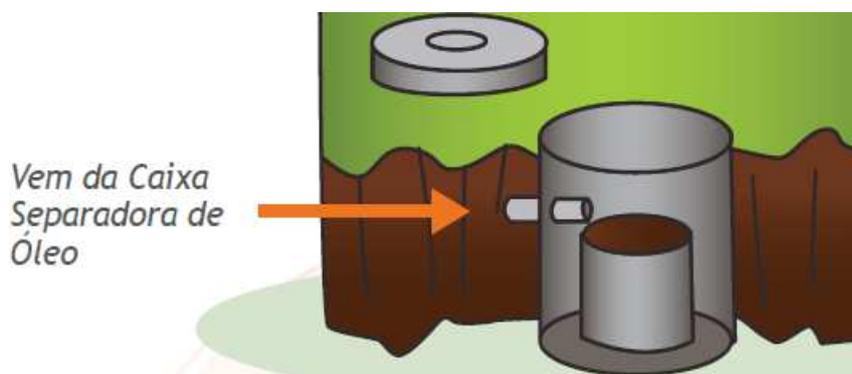


Figura 4. Caixa coletora de óleo.

Fonte: www.inea.rj.gov.br.

- **Caixa de inspeção** - Ainda, na segunda repartição, ao fundo dela, são colocados tijolos do tipo furado e pedras tipo brita que diminuem a velocidade na qual há a passagem do efluente para a terceira repartição. Essa passagem ocorre pelo fundo justamente por não haver camada de óleo superior na anterior. Podendo, ainda, haver passado algum óleo sobrenadante ao final, onde se encontra um Joelho que serve justamente para coletar o efluente mais a abaixo do nível.

No Brasil, a utilização dos separadores convencionais, em unidades feitas em concreto, ocorre com muito mais frequência em relação ao sistema de placas coalescentes e outros materiais empregados. Em muitos casos, esses separadores são projetados e construídos sem critérios técnicos adequados, de forma empírica, com utilização de mão de obra não qualificada (FEEMA/COPPETEC, 2003).

Sendo assim, a principal diferença do separador de placas coalescentes em relação ao convencional é a presença da placa coalescente. Esta técnica utiliza um meio coalescente liofílico, isto é, facilidade em reter o óleo ou aderir a ele. Alguns exemplos destes materiais são o teflon e o polipropileno. Geralmente o meio coalescente é colocado inclinado, aumentando o tempo de subida e, portanto, permitindo que mais gotas se juntem formando uma gota muito maior. Em contrapartida, os sólidos também sedimentam com maior facilidade, pois, quando se aumenta o tempo de retenção, estes se separam da água nas placas (FEEMA/COPPETEC, 2003). Na Figura 5: mostra detalhadamente o sistema com placas coalescentes.

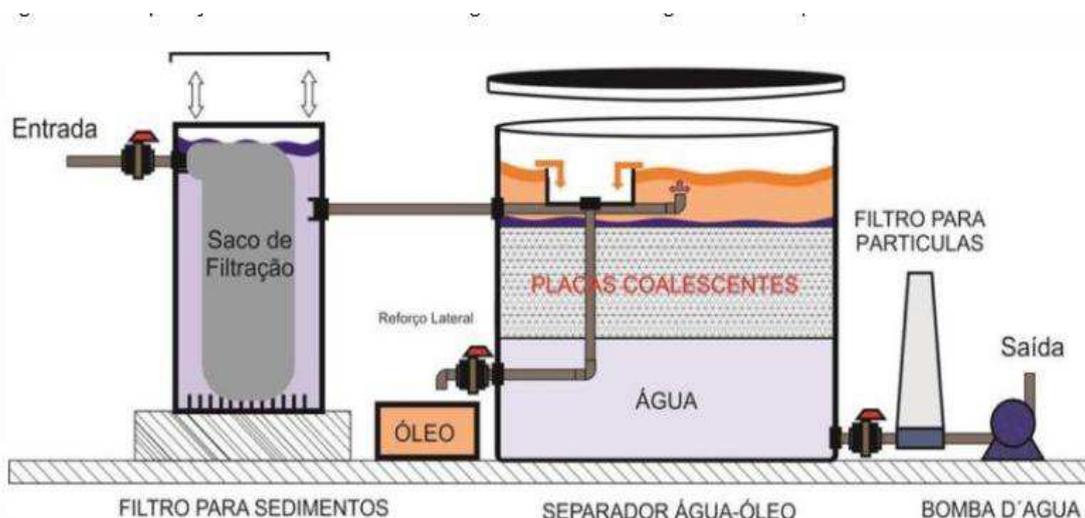


Figura 5. Sistema com placas coalescentes.

Fonte: <http://www.snatural.com.br/separador-agua-oleo-sao/>, acessado em 03/2/2019.

Na tabela 8- mostra o dimensionamento para o sistema da figura 5.

SAO Modelo	Vazão (m ³ /h)	Volume (m ³)	Dimensões (Diam. x Alt. mm)	Conexões (pol)
NATSAO 0,2	0,2	0,06	400x650	3/4
NATSAO 0,3	0,3	0,1	500x650	3/4
NATSAO 0,6	0,6	0,2	720x650	1
NATSAO 0,9	0,9	0,3	950x650	1 1/2
NATSAO 1,5	1,5	0,5	770x1300	1 1/2
NATSAO 2,25	2,2	0,7	950x1300	2
NATSAO 3,0	3,0	1,0	1100x1300	2
NATSAO 4,8	4,8	1,6	1055x1950	2
NATSAO 6,0	6,0	2,0	1275x1950	2 1/2
NATSAO 9,0	9,0	3,0	1520x1950	3
NATSAO 15,0	15,0	5,0	2010x1950	4
NATSAO 22,5	22,5	7,5	2460x1950	4

Fonte: <http://www.snatural.com.br/separador-agua-oleo-sao/>, acessado em 03/2/2019.

2.3.2.2 Operação do sistema SAO convencional

Após a construção da caixa separadora de água e óleo, recomenda-se o seu enchimento com água limpa para verificar possíveis rompimentos, vazamentos e, além disso, para garantir que, quando ocorrer à chegada da água oleosa, o óleo não seja carregado diretamente para a caixa de inspeção, certificando assim a eficiência da separação do óleo. As águas oleosas devem passar, primeiramente, pela caixa de areia gradeada, que tem por função reter os sólidos grosseiros e os pesados para, em seguida, escoá-los para a primeira caixa separadora de água e óleo (Caixa A).

Nessa caixa (Caixa A), grande parte do óleo separa-se fisicamente da água, formando uma camada superficial. Pode ocorrer sedimentação de sólidos no fundo da caixa. A água escoa pelo tubo de saída para a Caixa B, onde ocorre uma nova separação da água e do óleo eventualmente remanescente. A água passa por um anteparo, escoando, então, para a caixa de inspeção — onde a eficiência da remoção do óleo pode ser verificada — e seguindo, finalmente, para a rede de esgotos. Na Figura 6, podemos ver o esquema do separador de água/óleo (SAO).

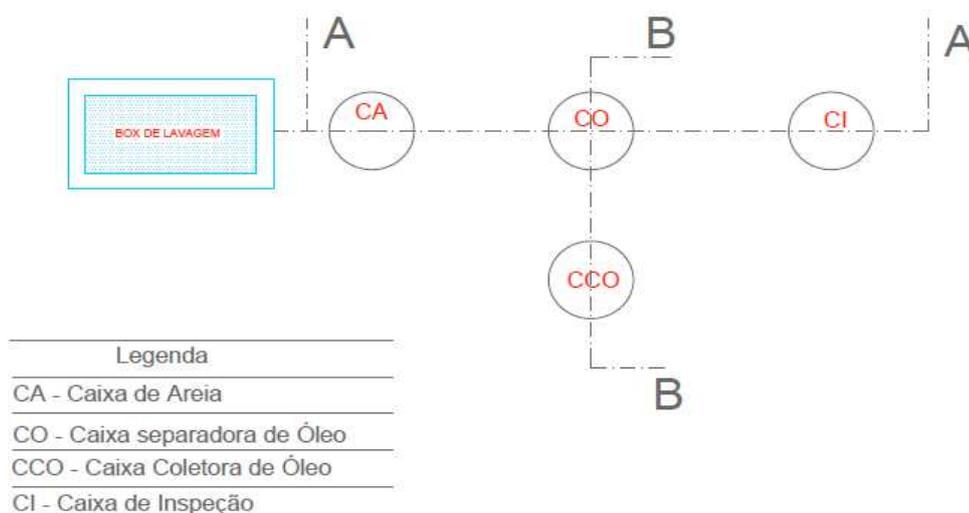


Figura 6. Esquema do separador (SAO).

Fonte: www.inea.rj.gov.br.

2.3.2.3 Operação do sistema SAO com placas coalescentes

A manutenção se inicia com o Módulo Separador de Sólidos (Gradeador), que retém areia, pedra, folhas e outros sólidos maiores. Neste equipamento basta remover a tampa, retirar o cesto de manutenção e descartar seu conteúdo em um tambor apropriado para posterior destinação, de acordo com as normas vigentes. Após a remoção, o cesto deve ser lavado dentro da área de canaletas coletoras, para que qualquer resíduo oleoso remanescente retorne para o Sistema Separador de Água e Óleo. Já na Caixa Separadora de Água e Óleo, devemos remover os elementos coalescentes e realizar a lavagem também dentro da área das canaletas. Antes de inserirmos os elementos coalescentes no interior do equipamento, devemos remover qualquer sólido remanescente no fundo da Caixa Separadora de Água e Óleo (FEEMA/COPPETEC, 2003).

O último módulo a ser observado é o Módulo de Coleta de Óleo. A manutenção deste também é muito simples, basta remover o óleo armazenado em seu interior e destinar em um reservatório específico para posterior descarte.

2.3.3 Tecnologias complementares

Existem no mercado, tecnologias desenvolvidas para complemento do tratamento do efluente automotivo e outras que poderiam ser adaptadas para tal, onde ambas são muito pouco aplicadas no Brasil. Essas tecnologias também poderiam ser adaptadas ou substituídas por sistemas de gestão ambiental apropriados, com uso adequado e racional de produtos químicos, nos processos de lavagem, abastecimento e manutenção de veículos automotores e autopeças.

Para cada tipologia de atividade automotiva é importante que se faça um estudo de caso de viabilidade, envolvendo avaliações de custo-benefício e meio ambiente. Nessa linha de aplicação, poderia criar estabelecimentos especializados que fossem licenciados especialmente para finalidades de lavagem de veículos e manutenção de peças e acessórios.

As atividades que não possuíssem recursos, de menor porte poderiam utilizar apenas água com controle de jateamento e produtos de limpeza muito específicos, com controle e monitoramento (GIORDANO, 2004).

No tocante às empresas que necessitassem realizar tratamento de efluente nas instalações próprias, no campo das tecnologias de tratamento complementares existentes, recomenda-se a aplicação das seguintes modalidades:

- **Os sistemas de filtros** têm a função de promover a separação dos sólidos e a água.

- **Os sistemas compactos** podem estar acoplados ao reaproveitamento da água, em circuito fechado, ou simplesmente tratar o efluente descartando-o dentro de padrões ambientais adequados, em circuito aberto. Principalmente, devido a questões ambientais e à minimização de custo de operação das empresas do ramo automotivo, a utilização de sistemas compactos têm tido grande frequência para o reaproveitamento da água nas empresas.
- **O sistema UDSA** (Unidade Despoluidora do Solo e Água). Um sistema semelhante, desenvolvido pela UFRGS e com o apoio do utiliza técnicas de floculação e flotação, podendo ser usado para remoção de óleos, sólidos e tensoativos. A sua aplicação é destinada ao reuso da água, reaproveitando 80% desta, e assim, gerando economia no consumo de água (CNPq, 2005).
- **Tratamentos utilizando biotecnologia**, estes utilizam um composto nas águas recuperadas após a filtração, com a capacidade de geração de enzimas, que em conjunto com microrganismos especializados, atua de forma a biodegradável consideráveis volumes de materiais orgânicos, especialmente os hidrocarbonetos presentes. Como o sistema trabalha em ciclo fechado, através da recuperação e filtragem das águas, este sistema elimina a geração de efluentes, produzindo significativa economia no custo com água e descarte de resíduos.
- **Os biorreatores** são um sistema compacto aplicado às atividades automotivas e propõe-se a remover, além dos sólidos e do óleo livre, em sua fase preliminar, os hidrocarbonetos emulsionados e produtos químicos orgânicos que produzem DBO e DQO em valores consideráveis.
- **Sistema de leito de areia com carvão ativado** é composto por um cilindro de aço constituído de camadas internas de areia de quartzo que efetua a absorção das impurezas mais grosseiras e filtração da água, em um primeiro estágio, e outro cilindro de aço constituído de camadas internas de carvão ativado para remoção de agentes tensoativos, em um segundo estágio. Apresenta um painel elétrico de comando, sistema de bombas e retro lavagem automática. Este sistema pode apresentar um caráter reciclador, acoplado a um hidro ciclone (espécie de centrífuga que separa a sujeira da água), que purifica até 85% da água usada na lavagem de veículos, tendo aplicação em lavadores automáticos de carro em postos de serviço, lava jatos ou garagem de ônibus (Di Bernardo e Dantas, 2005).

- **O emprego de argilo minerais** constitui uma forma de tratamento de efluentes, pois promove o encapsulamento dos poluentes, através de fenômenos de complexação pelo material argiloso. Segundo Neder (1999), inicialmente, esse encapsulamento era uma alternativa de tratamento para poluentes iônicos, como, por exemplo, os metais pesados. Recentemente, também tem sido empregado para poluentes não iônicos, como os óleos e graxas. Uma desvantagem do sistema é o resíduo sólido final formado, que corresponde ao material argiloso mais o poluente complexado. Este material deve ser destinado de acordo com as técnicas de resíduos sólidos empregadas.
- **A eletrocoagulação** ocorre quando o anodo sofre oxidação liberando íons metálicos e no catodo ocorre a redução, ocorrendo à formação de íons hidroxilas e hidrogênio, através da hidrólise da água. Os íons metálicos decorrentes da dissolução do anodo se combinam com os íons hidroxila, formando os hidróxidos metálicos, que favorecem a formação de flocos por desestabilização dos contaminantes ou partículas suspensas. Os flocos formados podem ser separados do líquido por sedimentação ou flotação dependendo da densidade dos mesmos (CHAKCHOUK et al., 2017).
- **O lodo** é formado nas etapas preliminares com gradeamento e caixas de areia visam à remoção de sólidos grosseiros e sedimentáveis. O sistema de placas coalescentes é projetado na intenção de remover o óleo em estado livre. Já a etapa de flotação, com adição de produtos químicos (coagulantes, floculantes e polieletrólitos), atua como elemento físico-químico que permite a remoção da fase emulsionada do óleo, através da ação do ar dissolvido e dos químicos aplicados na massa líquida. O lodo gerado deverá ser destinado como um resíduo classe 1, com secagem prévia (GIORDANO, 2004).

2.4 Vantagens e desvantagens do tratamento

O sistema de tratamento a ser implantado para viabilizar a reutilização da água de lavagem de carros deve atender às seguintes pontas:

- Minimização da descarga nos corpos receptores;
- Diminuição da carga de poluentes tóxicos na rede de esgotos;
- Economia de água.

Para a reciclagem de água de lavagem de veículos Teixeira (2009), fala que os principais problemas enfrentados são:

- **Área ocupada:** sua concepção deve ser compacta, pois, provavelmente, será instalado num local onde já funciona um equipamento de lavagem, sem previsão de espaço para a inclusão do equipamento;
- **Geração de odores:** deve contemplar a necessidade de controle de odores gerados pela proliferação de microrganismos nas águas armazenadas para a reciclagem;
- **Geração de lodo:** a maioria dos sistemas de tratamento de efluentes gera resíduos e estes deverão ter seu volume minimizado e disposição final adequada;
- **Custo de implantação:** deve ser o menor possível, de forma que possa ser competitivo com o custo da água, recuperando-se o investimento em curto prazo;
- **Operação e manutenção:** a simplicidade, neste aspecto, é um fator limitante na escolha da tecnologia. Sistemas mais complexos tornam-se inviáveis tanto economicamente, como operacionalmente para os proprietários de postos de combustíveis ou lava-rápidos;
- **Concentração de sólidos dissolvidos:** à medida que a água recircula pelo sistema de lavagem, alguns poluentes podem se concentrar, por não serem totalmente removidos no tratamento;
- **Necessidade de diluição:** como há aumento na concentração de certos poluentes, a diluição torna-se necessária para manter a qualidade necessária da água a ser reciclada. Pode ser realizada com água potável ou água da chuva.

2.5 Parâmetros de qualidade

Para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, que são indicadores da qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem.

A qualidade requerida está bem definida nas concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias, conforme especificado nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os principais indicadores da qualidade da água são separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

Os parâmetros de qualidade de interesse no tratamento de efluentes são os relacionados aos requisitos legais, às necessidades de projeto, operação e avaliação de desempenho das estações de tratamento de efluentes (JORDÃO; PESSOA, 2005).

2.5.1 Turbidez

Segundo JORDÃO E PESSOA (2005), a ocorrência da turbidez nas águas se deve à presença de partículas em suspensão, podendo ser causada por uma grande variedade de materiais, como partículas finas de areia, argila, colóides e micro-organismos. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa. Além de reduzir a penetração da luz solar na água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, a turbidez pode aumentar a temperatura da camada superficial da água, devido às partículas em suspensão localizadas próximo à superfície, que podem absorver calor adicional da luz solar.

A turbidez é pode ser reduzida por sedimentação. A turbidez é determinada em turbidímetros que usam o princípio da refração da luz causada pelos sólidos em suspensão.

2.5.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos.

As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto que valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações (BOYLE et.al; 1972).

Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se, geralmente, na faixa de 6 a 9. A resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece uma faixa de pH entre 5 e 9 para lançamento em qualquer corpo hídrico.

2.5.3 Cor

A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferior a 1 μm – denominadas coloides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês). Corpos d'água de cores naturalmente escuras são encontrados em regiões ricas em vegetação, em decorrência da maior produção de ácidos húmicos.

2.5.4 Alcalinidade

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Constitui-se, portanto, em uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo, assim, para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH. Ambientes aquáticos com altos valores de alcalinidade podem, assim, manter aproximadamente os mesmos teores de pH, mesmo com o recebimento de contribuições fortemente ácidas ou alcalinas. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Outros ânions, como cloretos, nitratos e sulfatos, não contribuem para a alcalinidade.

A distribuição entre as três formas de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos) é função do seu pH:

- pH > 9,4 (hidróxidos e carbonatos);
- pH entre 8,3 e 9,4 (carbonatos e bicarbonatos);
- pH entre 4,4 e 8,3 (apenas bicarbonatos).

Verifica-se, assim, que na maior parte dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água.

2.5.5 Dureza

Águas de elevada dureza reduzem a formação de espuma, o que implica em um maior consumo de sabões e xampus, além de provocar incrustações nas tubulações de água quente,

caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos cátions em altas temperaturas. A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca^{+2} , Mg^{+2}) e, em menor escala, ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}) e alumínio (Al^{+3}). A dureza pode ser classificada como dureza carbonato ou dureza não carbonato, dependendo do ânion com o qual ela está associada. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando, portanto em condições de indicar a capacidade de tamponamento de uma amostra de água (Silva & Carvalho, 2007).

3 METODOLOGIA

Para o estudo de caso em questão, se dividiu a pesquisa em seis etapas.

Primeira etapa: Amostragem.

Para caracterizar a qualidade da água que está sendo usada e que será reutilizada, foram feitas coletas de cinco amostras para cada ponto de coleta.

Segunda etapa: Questionário.

Foi aplicado o questionário aos donos da empresa, com intuito de coletar dados para ver de que forma, os donos do estabelecimento buscam a minimizar a escassez da água.

Terceira etapa: Análises.

Para caracterizar a qualidade da água para o uso que estava sendo empregado pelo empreendimento, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, cor aparente, alcalinidade e dureza .

Quarta etapa: Teste de bancada.

Após a coleta do efluente do empreendimento, foram feitos testes de bancadas para determinar o processo de separação da água/óleo e tipo de meio filtrante a ser utilizado.

Quinta etapa: Dimensionamento do sistema de tratamento proposto.

Nesta etapa foram mostrados todos os itens constantes do sistema de tratamento com os seus devidos desenhos e detalhes, compondo o dimensionamento do sistema, sendo que todas as partes integrantes foram dimensionadas de acordo com as ABNT's e legislações vigentes.

Após a construção da caixa separadora de água e óleo, recomenda-se o seu enchimento com água limpa para verificar possíveis rompimentos, vazamentos e, além disso, para garantir que, quando ocorrer à chegada da água oleosa, o óleo não seja carregado diretamente para a caixa de inspeção, certificando assim a eficiência da separação do óleo. As águas oleosas devem passar, primeiramente, pela caixa de areia gradeada, que tem por função reter os sólidos grosseiros e os pesados para, em seguida, escoá-los para a primeira caixa separadora de água e óleo. Nessa caixa, grande parte do óleo separa-se fisicamente da água, formando

uma camada superficial. Pode ocorrer sedimentação de sólidos no fundo da caixa. A água escoar pelo tubo de saída para a Caixa B, onde ocorre uma nova separação da água e do óleo eventualmente remanescente. A água passa por um anteparo, escoando, então, para a caixa de inspeção — onde a eficiência da remoção do óleo pode ser verificada — e seguindo, finalmente, para a rede de esgotos.

Sexta etapa: Viabilidade econômica de implantação e operação do sistema de tratamento proposto.

Esta etapa teve o objetivo de avaliar o sistema e o processo desenvolvido em termos de capacidade, eficiência e custo de instalação e operação, visando sua inserção no setor de postos de lavagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

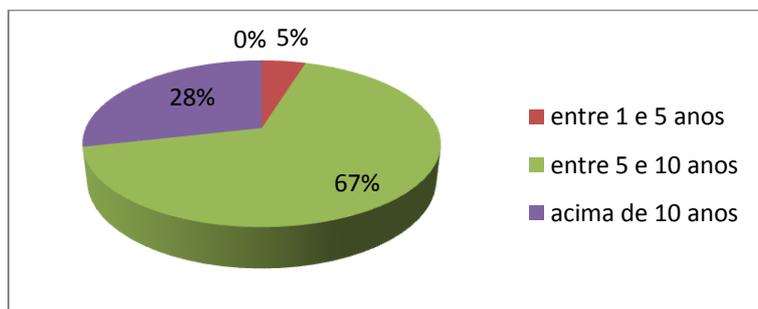
4.1 Análise dos questionários aplicados nos lava jatos

Na expectativa de obter maior conhecimento sobre o funcionamento dos lava jatos no município de Cuité – PB foi feito a aplicação de um questionário com os gestores das empresas de lava jato, sendo os dados coletados transformados em tópicos com gráficos para melhor entendimento, a fim de permitir uma interpretação legítima dos resultados atingidos. Foram aplicados cinco questionários com dez perguntas fechadas e abertas para cada empresa.

Foram aplicados questionários para os 5 lava jatos presente apenas da cidade de Cuité com 7 perguntas para saber sobre o assunto do reuso da água feita no local e para ver o modo de descarte desses efluentes.

O gráfico a seguir mostra o período em que a empresa está aberta.

Gráfico 01 – Período em que empresa está aberta



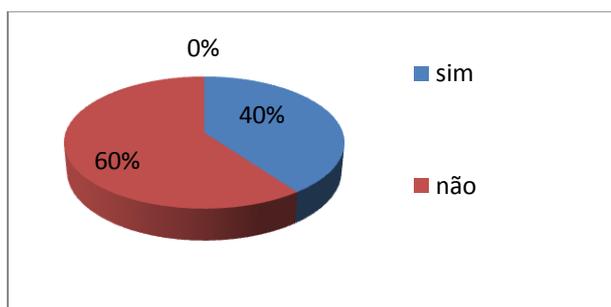
Fonte: Elaboração própria

Observa-se que não houve nenhuma empresa aberta no período de 0 e 1 anos. Entre 1 e 5 anos, 5% de empresas aberta. Podemos perceber que entre 5 e 10 anos 67 % de empresas aberta. A cima de 10 anos pode ver 28% empresa aberta.

De certa forma a maioria das empresas já funciona a muito tempo de forma incorreta, pois funcionam a muito tempo sem um meio correto de descarte dos efluentes gerados e sem nenhum tipo de fiscalização de algum órgão responsável.

Em relação à gestão ambiental foi questionado se os gestores tinham conhecimento sobre essa temática, que é tão importante nas empresas e que, a cada dia mais, está sendo mais comentada; se já tinham algum conhecimento, se não tinham ou se nunca tinham ouvido falar sobre esse tema. A seguir no gráfico 2:

Gráfico 02 – Gestão ambiental



Fonte: Elaboração própria

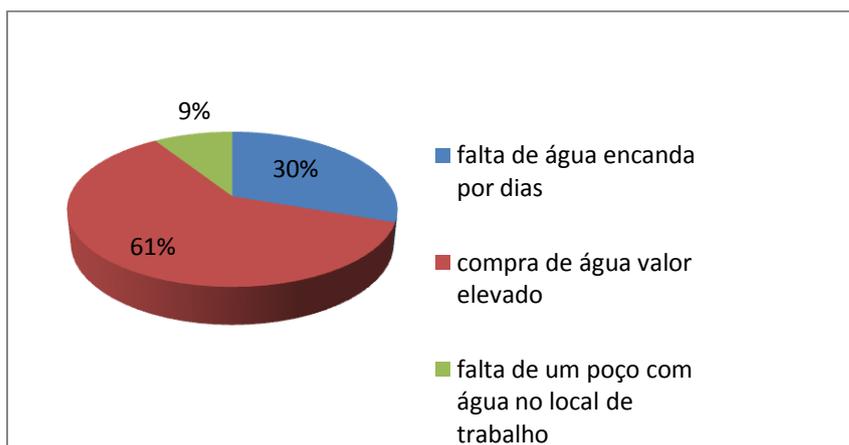
Podemos ver que 60% dos entrevistados não sabem o que é gestão ambiental e cerca de 40% sabem o que é gestão ambiental, mais não fazem em sua empresa nenhum tipo de amenizar os impactos gerados em suas empresas. No entanto percebe-se que falta interesse por parte dos gestores em se aprofundarem sobre esse conhecimento o que de certa forma melhoraria o seu ambiente de trabalho.

Como essas empresas trabalham com um grande volume de água, é de suma importância haver perguntas sobre como estava à economia desse insumo nos seus estabelecimentos de trabalho e o que eles fazem para poder economizar a água ou reaproveitá-la.

Neste gráfico podemos ver que as empresas não fazem nenhum tipo de reaproveitamento de suas águas, com isso a um enorme desperdício de água.

Pela falta de chuvas na cidade de Cuité-PB, a crise de água afetou o principal açude da região e com isso a falta de água nas torneiras ficou frequente durante todos esses anos, com isso foi listado 3 problemas que as empresas de lava a jato enfrentaram durante esse período, com vistas a identificar qual deles foi o mais relevante. No gráfico 3 demonstra os problemas enfrentados pela crise hídrica.

Gráfico 03 – Problemas enfrentados pela crise hídrica.

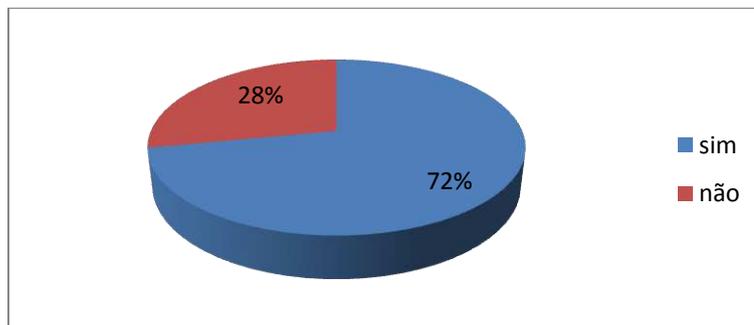


Fonte: Elaboração própria

Observa-se que cerca de 61% dos donos reclamam do preço elevado da água. A escassez fez 30% dos entrevistados dizer que usavam água encanada para fins de lavagem de veículos. E 9% falou que o maior problema seria a falta de um poço no local.

O gráfico 4 a seguir mostra se os donos fez algum planejamento para armazenamento de água.

Gráfico 04 – Planejamento para armazenamento de água.



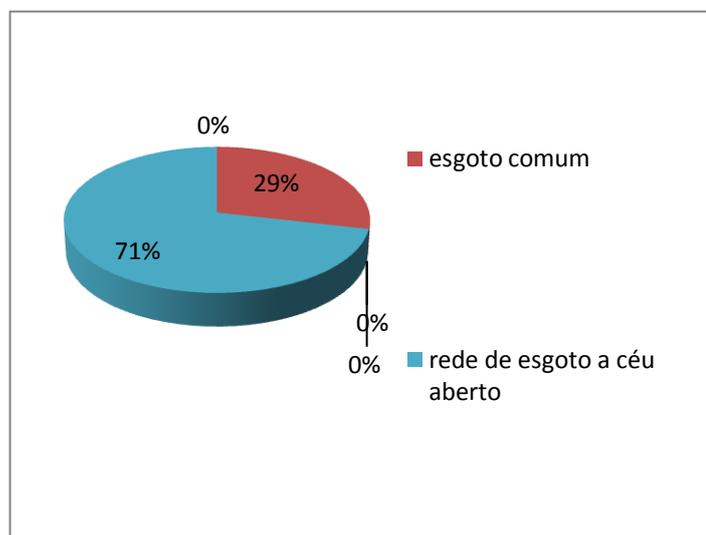
Fonte: Elaboração própria

Nesse ponto foi perguntado se os gestores tinham feito algum planejamento para armazenamento de água durante a sua escassez. Visualiza-se que 28% das empresas não se planejaram. Já o restante que forma 72% do total de empresas fizeram um planejamento para armazenar a água num período crítico. Então foi perguntado a eles como se programaram.

Todos responderam que criaram uma cisterna para o armazenamento da água para poderem utilizá-la nos períodos críticos.

O gráfico 5 a seguir mostra o destino final da água utilizada nas lavagens.

Gráfico 05 – Destino final da água utilizada nas lavagens.



Fonte: Elaboração própria

Os donos de lava a jatos precisam tomar cuidado com o destino final dos efluentes gerados, pois causam danos catastróficos no meio ambiente. No questionário, 71% do efluente são jogados na rede de esgoto a céu aberto e 29% jogam diretamente no esgoto comum.

Dos entrevistados nenhum faz reuso de seus efluentes.

Na ultima pergunta que foi feita os estabelecimentos todos apresentavam CNPJ de funcionamento.

4.2 Tratamento da água

Ao coletar água em certo lava jato da cidade de Cuité, foi criado um sistema de tratamento a onde foi feito a separação do óleo da água, pelo método de separação por densidade. A seguir imagens 7 até a 16, foram tiradas para demonstrar à coleta e o sistema criado.



(9)

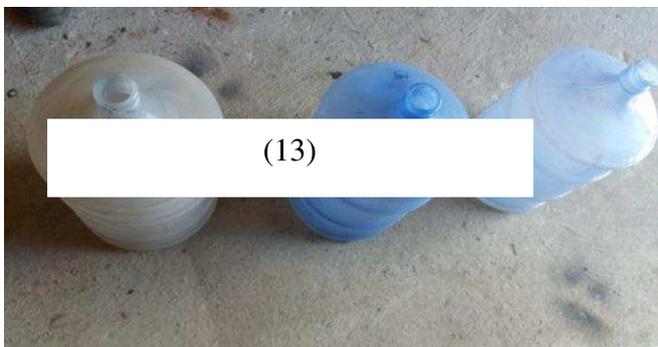
(7)

(8)



(10)

(11)



(12)





(16)

Figuras (8 a 16). As imagens mostram como foi feita a coleta e a criação de um processo de tratamento da água do lava jato analisado.

(Fonte: Dados da pesquisa, 2019).

As figuras 8 a 11 mostram a coleta de água no lava jato. A figura 7 mostra o destino final dessa água coletada, uma imagem que demonstra claramente o descaso ambiental. As figuras 12 a 16 mostram o sistema sendo construído aonde foram utilizados garrafas PETs, garrafas de água mineral e cano, obteve o experimento um bom resultado, pois o óleo foi coletado com sucesso, como mostra a imagem 16.

Na metodologia usada podemos utilizar outras tecnologias para se obter melhores resultados, assim foi criado um sistema de filtro para o processo também da separação de impurezas na água, em seguida mostra-se a construção e resultados do filtro.



(17)

(18)

(19)

(20)

(21)

Figura (17 à 21) . Imagens da construção do filtro.

(Fonte: Dados da pesquisa, 2019)

Descrevendo os materiais usados: água coletada no lava jato, garrafas pet, pHmetro, carvão, areia, esponja, cascalho. Ao filtrar a água observamos mudanças, tanto na turbidez quanto no pH. A imagem a seguir mostra o antes e depois do processo de filtragem da água (Figura 22).



Figura 22. Imagens da água antes e após o processo de filtragem.

(Fonte: Dados da pesquisa, 2019)

O pH foi determinado a partir da média da somatória de todas as medidas de pH, aonde a somatória de 6,2. Após o processo de filtragem vemos o aumento do pH cada vez

mais básico, logo na imagem a seguir mostra que teve um aumento de 6,2 para 7,1 como mostra figura a seguir.



Figura 23. Imagens da determinação de pH após o processo de filtragem.

(Fonte: Dados da pesquisa, 2019).

O aparelho usado no cálculo da turbidez foi o modelo Turbidímetro de bancada 0 a 1000 NTU (TECNOPON TB-1000). Segue abaixo a imagem do equipamento utilizado para medição.



Figura 24: Mostra o aparelho turbidímetro.

Fonte: Autoria própria.

Para se calcular a turbidez usamos o turbidímetro, e limpamos as soluções padrões de ajuste de < 0,1 /0,8 / 8, /80 e 1000 NTU. Após a calibragem a turbidez medida foi de 1068NTU. Em laboratório foi utilizado como coagulante o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), para flocular as partículas de óleo para não se misturar a água e ser coletado o óleo pela caneleta e ir para o compartimento de coleta de óleo. Em seguida utilizamos o alcalinizante

hidróxido de cálcio (cuja fórmula é $\text{Ca}(\text{OH})_2$), que foi utilizado para controlar o pH da água. Porém os íons cálcio atuam também como agentes de neutralização das cargas elétricas superficiais, funcionando como um coagulante inorgânico. O pH após esse processo saiu de 6,05 para 7,37 e está dentro dos padrões aceitáveis para o uso nas lavagens de veículos pois seu pH já está básico.

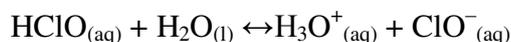
A turbidez diminuiu de 1068 NTU para 658 NTU, após os processos utilizando o hidróxido de cálcio, pois as partículas ao descer ao fundo do recipiente aumentou a claridade da água.

A coagulação remove impurezas responsáveis pela cor, turbidez, bactérias e entre outros elementos considerados indesejáveis. Os fatores que influenciaram o controle da coagulação e da alcalinidade da água são:

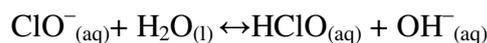
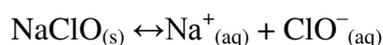
- A espécie de coagulante/ quantidade de coagulante.
- O tempo da mistura se é rápido ou lento.
- Temperatura.

Para a última etapa é a adição do cloro na água, podem ser esperadas duas ações principais: **Ação 1:** Ele age destruindo ou anulando a atividade de micro-organismos patogênicos, algas e bactérias. O cloro líquido ou os outros compostos mencionados ionizam o ânion hipoclorito ($\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$), que é desinfetante e bactericida. Além disso, eles também reagem com a água formando o ácido hipocloroso ($\text{HClO}_{(\text{aq})}$), que é 80 vezes mais eficiente que o ânion hipoclorito. Veja as reações que ocorrem em cada tipo de adição:

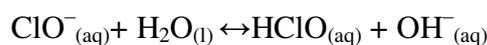
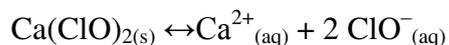
Adição de cloro gasoso:



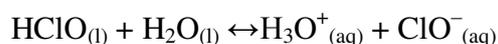
Adição de “cloro ativo” ou “cloro líquido” (hipoclorito de sódio):



Adição de “cloro granulado” (hipoclorito de cálcio):



Resumindo, sempre vai se estabelecer o seguinte equilíbrio:



Ação 2: ele age como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes na água. Se houver matéria orgânica natural na água, haverá a formação de trihalometanos (compostos formados por um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de halogênio, sendo que os principais são: o clorofórmio (CHCl_3), o diclorobromometano (CHBrCl_2), o dibromoclorometano (CHBr_2Cl) e o bromofórmio (CHBr_3)) e de outros subprodutos da desinfecção.

Alguns desses trihalometanos são cancerígenos e, por isso, no Brasil, a concentração máxima permitida desses compostos na água é de $100 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Para retirá-los da água, usam-se algumas técnicas, tais como aeração e o carvão ativo em pó.

A finalidade da adição de hipoclorito é a primeira, isto é, manter a água limpa e desinfetada. No entanto, a concentração dos ânions hipocloritos da água deve estar entre 1,0 e 3,0 ppm, pois abaixo de 1,0 ppm, há o perigo da água ainda estar contaminada e, acima de 3,0 ppm, pode trazer riscos para a saúde dos usuários.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como finalidade analisar como as empresas de lava a jato da cidade de Cuité se comportam em relação à gestão ambiental, e a forma da utilização da água se de forma racional e econômica. Para tanto foi aplicado um questionário para os gestores de algumas empresas para obtenção de dados. Podemos perceber que os resultados foram satisfatórios, mais precisamos de uma análise mais profunda para se reutilizar a água, pois ainda a outros riscos na água tais como, contaminação de microbactérias ou odores gerados.

No Brasil, o distrito federal elaborou-se uma lei em 2006, obrigando a recuperação de águas residuais de lavagens de carros em postos e lava jatos. No entanto, a ausência do apoio técnico e político a lei não foi regulamentada. Espera-se com esse trabalho modifiquem os critérios, através da conscientização o cenário no Brasil e em outros países do mundo.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Projeto de estações de tratamento de esgotos**. Rio de Janeiro. 2004.

ASEVEDO, K. C. S.; JERÔNIMO, C. E. M. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN. 2012. <http://www.scienciaplena.org.br/ojs/index.php/sp/article/view/1126/654>>. Acesso em: 14 de Maio de 2018.

BRANCO, Samuel M. Poluição. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1972. 157p.

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução nº 128, de 07 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre fixação de padrões de emissão de efluentes líquidos para emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/> acessado em 03/02/2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237/1997. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>>. Acesso em 02/2/2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>>. Acesso em 03/2/2019.

Boyle, R.; Works, vol. 2; London, 1744, p. 53 apud Bishop, E., ed.; Indicators; Pergamon Press: Oxford, 1972, p. 2.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. Reuso da água. Barueri, SP: Manole, 2003. p. 21-36.

BROWN, T. C.; LE MAY, H. E. J.; BURSTEN, B. E. Química Ciência Central. Tradução Horácio Macedo. 7 ed. Rio de Janeiro, LTC, 1997. 702 p.

CARVALHO, S.A. **A definição ampliada e integrada de sustentabilidade**. 2015. Disponível em: <http://emporioidireito.com.br/a-definicao-ampliada-e-integrada-desustentabilidade-por-sonia-aparecida-de-carvalho/>. Acesso: 28/04/2018.

CHAKCHOUK, I. et al., “A Combined Electrocoagulation-Electrooxidation Treatment for Dairy Wastewater”, Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 34, n. 1, p. 109-117, 2017.

CONDE.I.P; GIUSTO.R.C; TERESA.M.C; LUIZ.J.P. Oficina mecânicas e lava jato orientações para gestão ambiental. Disponível em: <[http:// www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br) acessado em 03/ 02 / 2019.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 430 de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** de 16/05/2011. Poder Executivo, Brasília, DF, 2011, Seção 1, p.89.

DENATRAN-PB. 2018. Disponível: <http://detran.pb.gov.br/>. Acessado em 03/01/2019.

Di BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. Métodos e técnicas de tratamento de água. São Carlos: Rima, 2005. 1566 p.

DQA. DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL DO ARIZONA. Badct Documento de orientação para pré-tratamento com separadores de óleo / água Projecto, EUA, 1996. 34p.

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.

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

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

LEITÃO, S. A. M. **Bases para estruturação das atividades de reuso de água no Brasil:** estágio atual. Artigo apresentado no II Encontro das Águas, Montevideú, 1999.

LEITE. J. O Brasil, cada vez mais motorizado. (2009). Disponível: http://www.webmotors.com.br/wmpublicador/Colunista2_Conteudo.vxlpub?hmid=36334. Acesso em: 17 de Maio. 2018.

MENEZES, F. L. **Avaliação da qualidade de águas de drenagem urbana correlacionada aos poluentes originados pelo tráfego de veículos automotores**. 2004.

MORELLI, E. B. Reuso de água na lavagem de veículos. 2005. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

NEDER, L. T. C.; OLIVEIRA, W. E.; ROCHA, A. A.; SZAJNBOK, M. Tratamento de resíduos industriais oleosos: Tecnologia de encapsulamento por complexos argilo minerais-CAMs. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.4, pp.133-141,1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE DE CAXIAS. SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PROJETOS ESPECIAIS (SEMAPE). Cadastro Municipal de atividades potencialmente poluidoras. Ano base 2004.

Resolução CONAMA nº 357(2005). Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em: Maio de 2019.

SAWAMURA, M. Y; MORITA, D. M. Mecanismos de desemulsificação de águas residuárias de indústrias de refino de óleo lubrificante pelo processo ácido-argila com cloreto férrico. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 4, p. 76-83, 1999.

SEBRAE (2005). Boletim estatístico de micro e pequenas empresas. Observatório Sebrae 1º semestre de 2005. Brasília.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PROJETOS ESPECIAIS (SEMAPE). Cadastro Municipal de atividades potencialmente poluidoras. Ano base 2004.

SILVA, D.O.; Carvalho, A. O R. P. Soluções em Engenharia de Tratamento de Água 2007. Disponível em: http://www.kurita.com.br/adm/download/Tratamento_de_agua_de_Resfriamento. Acesso em 02/03/2019.

SOUZA, I. B. B. Práticas de Sustentabilidade: um convite à reflexão, conscientização e preservação ambiental. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.2 n.2, p. 72-82, 2013.

VIEIRA, A. C.; BARCELLOS, I. C. Água: bem ambiental de uso comum da humanidade. *Direito Ambiental: conservação e degradação do meio ambiente*. Título 2. Jan. – mar./2009. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

Von SPERLING, M. **Lodos ativados**. v. 4. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

WHITE,G.C.H andbook of chlorination for potable Water: Wastewater Cooling Water, industrial processes, and swimming pools, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1972.

APÊNDICE

Questionário a ser aplicado

1. Há quanto tempo a sua empresa está aberta?
 de 0 até 1 ano de 1 até 5 anos de 5 até 10 anos acima de 10 anos
2. Gestão Ambiental é o que a empresa faz para minimizar ou eliminar os efeitos negativos provocados no ambiente por suas atividades. Você já ouviu falar sobre essa temática?
 Sim Não já ouvi falar mas não sei o que é.
3. Na sua empresa existe algum tipo de reaproveitamento de água?
 Sim Não
Se marcar a opção sim especificar qual o tipo: _____
4. Assinale abaixo os principais problemas enfrentados pela crise da água
 falta de água encanada por vários dias
 compra de água com valor elevado
 falta de um poço com água no local de trabalho
5. Foi feito algum planejamento para poder armazenar água durante a escassez?
 sim não
Se marcar a opção sim explique o que planejou: _____
6. Qual o destino final da água utilizada nas lavagens?
 esgoto comum rede de esgoto a céu aberto reservatório específico
 reaproveitamento outros : _____
7. O estabelecimento tem CNPJ para funcionamento da atividade de lavar veículos?
 não sim