

**ROSANA NOGUEIRA FERNANDES DE QUEIROZ**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE  
EMPREENDIMIENTOS DA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM MOSSORÓ/RN**

**MOSSORÓ-RN**

**2014**

**ROSANA NOGUEIRA FERNANDES DE QUEIROZ**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE  
EMPREENDIMENTOS DA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM MOSSORÓ/RN**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Orientadora: Prof. D. Sc. Jeane Cruz Portela

**MOSSORÓ-RN**

**2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)**  
**Setor de Informação e Referência**

Q3d Queiroz, Rosana Nogueira Fernandes de

Diagnóstico ambiental de águas residuárias de empreendimentos da lavagem de veículos em Mossoró/RN / Rosana Nogueira Fernandes de Queiroz -- Mossoró, 2014. 71f.: il.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Jeane Cruz Portela

Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

1. Águas residuárias. 2. Contaminação. 2. Efluente. 3. Lava jato. 4. Licenciamento ambiental. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/870-14

CDD: 628.35

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba  
CRB-15/452

**ROSANA NOGUEIRA FERNANDES DE QUEIROZ**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE  
EMPREENDIMIENTOS DA LAVAGEM DE VEÍCULOS EM MOSSORÓ/RN**

Dissertação apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

APROVADA EM: 28/08/2014



---

Profª. Dra. Jeane Cruz Portela - UFERSA

Orientador



---

Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista - UFERSA

Conselheiro



---

Dr. Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira – Técnico em Química Analítica da UERN

Conselheiro

A Dignidade Humana é também prejudicada com a má distribuição dos recursos naturais básicos para sobrevivência da população.

Rosana Nogueira

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus que ama, perdoa, salva, sustenta, inspira e conduz minha vida nos caminhos que sigo. E a Maria Santíssima que me ampara e me assiste com sua intercessão junto a Deus.

Àqueles que são a base de minha vida! Meu marido Alexandre Magno Fernandes de Queiroz e meus filhos (Pedro, Luiz, Maria e Flávia). E minha sogra Maria Salete.

A toda família de Cachoeiro de Itapemirim que mesmo distante se fazem presentes, incentivando e rezando para que tudo dê certo em minha vida. Em especial agradeço a minha mãe Maria Lúcia Nogueira e meu pai José da Salete Silva (*in Memoriam*).

Ao D.Sc. Prof. Nildo da Silva Dias, pela confiança, amizade e incentivo.

Ao Prof. D.Sc. Rafael Oliveira Batista por acolher minhas ideias e motivar essa pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Jeane Cruz Portela, pela qual palavras não podem suportar ou transmitir a tamanha gratidão que tenho, por sua disponibilidade, dedicação, sinceridade e profissionalismo.

À Prof<sup>a</sup>. D. Vânia Porto por me acolher, incentivar e apoiar sempre.

Por toda ajuda de Luiz Leonardo Ferreira, na realização das análises estatísticas.

Aos amigos, ESAM, Alessandro Nunes e Juci.

À Prof<sup>a</sup>. D. Kelânia Freire Martins Mesquita pelo incentivo.

Às Professoras D. Janete Jane Fernandes Alves e D. Suely Souza Leal de Castro que autorizaram a realização das análises no Laboratório de Eletroquímica e Química Analítica (LEQA), da UERN. As quais me acolheram como aluna da própria instituição.

Ao D. Thiago Mielle Brito Ferreira de Oliveira pelo acolhimento e compromisso na realização das análises que são a base dessa pesquisa.

Às alunas e alunos, que realizam pesquisas no Laboratório (LEQA), da UERN, por todo acolhimento, apoio e momentos de descontração. Em especial meu agradecimento a: Jefferson Bezerra, Mateus Medeiros, Anderson, Adriano, Patrícia M. Bezerril, Larissa M. da S. Frota, Lyliane de F. Trigueiro, Cris Souza e Ruilianne Patrícia A. dos Santos.

À D.Sc. Valesca Luz por toda ajuda fornecida!

A todos os meus fraternos amigos que sempre estão presentes, rezando, sustentando e alegrando a minha vida! Andréa Brasil, Patrícia Gastão, Breno Valério, Roberta Britto, Adrialison Antônio, Rafaela Britto, Paulo Gastão, Ângela Cruz, Sóstenes Viana, Olga Kariny, Geisa Maria e Paulo.

À Maria Elenita e todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa conquista.

## Resumo

Estima-se, que está sendo produzida mensalmente na cidade em Mossoró, 6.096,55 m<sup>3</sup> de residuárias de lavagem de veículos, possivelmente contaminada. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral realizar um diagnóstico ambiental das águas residuárias de empreendimentos de lavagem de veículos em Mossoró, RN. Para tanto, foi dividido em duas fases: na primeira, foi realizado o levantamento das empresas de lavagem de veículos da cidade, e identificou-se 34 empresas sob a consultoria SEBRAE, dentro deste campo amostral foram selecionados, aleatoriamente, 13 empreendimentos, empregou-se um questionário dirigido aos proprietários com perguntas referentes ao processo produtivo, a origem e o destino da água usada; na segunda etapa foi realizada a caracterização físico-química das águas residuárias de três das 13 empresas pesquisadas na etapa anterior. Os parâmetros analisados na caracterização foram: óleos e graxas, DBO, DQO, OD, ST, SST, turbidez, Nitrogênio total, P-total, Temperatura, Turbidez e pH. Os resultados demonstram que as águas residuárias de lavagem de veículos apresentam altas concentrações de matéria orgânica, óleos e graxas, turbidez e sólidos, que estão em discordância com a legislação ambiental específica. A avaliação demonstrou que embora as empresas realizem um tratamento primário com Separadores de Água e Óleo (SAO), os efluentes não estão aptos para serem lançados em corpos hídricos; Constatou-se que a adequação legal das empresas Lava Jato quanto ao tratamento dos efluentes gerados ocorre apenas estruturalmente. Os proprietários não estão apropriados de métodos de controles dos padrões estabelecidos na legislação vigente para lançamento de efluentes.

**Palavras chaves:** Efluente, Lava Jato, Contaminação, Licenciamento Ambiental.

## Abstract

It is estimated, that is being produced every month in the city of Mossoró, 6096.55 m<sup>3</sup> of wastewater from vehicle washing possibly contaminated. In this context, this study aimed to conduct an environmental diagnosis of the wastewater of washing enterprises for vehicles in Mossoró, RN. It was divided into two phases: the first, was conducted the survey city is of the car wash , and identified 34 businesses under the consultancy SEBRAE, within this field sampling were selected, at random, 13 enterprises, applied a questionnaire directed to owners with questions pertaining to the productive process, the source and destination of the water used; in the second stage was held the physico-chemical characterization of wastewater from three of the 13 companies surveyed in the previous step. The parameters analyzed in characterization were: oils and grease, BOD, COD, OD, ST, TSS, turbidity, total Nitrogen, P-total, temperature, Turbidity and pH. The results demonstrate that the wastewater from washing vehicles feature high concentrations of organic matter, oils and greases, turbidity and solid, which are in disagreement with specific environmental legislation. The evaluation demonstrated that although companies performed a primary treatment Water Separators and Oil (SAO), the effluent are not fit to be released into water bodies; It was found that the legal adequacy of companies Lava Jato regarding the treatment of effluents occurs only structurally. The owners are not appropriate of methods and of control standards established by current legislation for effluent discharge.

**Key words:** Effluent, Car Wash , Contamination, Environmental Licensing.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Atividades ou empreendimentos para fins de enquadramento genérico segundo o porte e o potencial poluidor/degradador.....	<b>8</b>
<b>Tabela 2</b> - Estimativa da eficiência esperada nos diversos níveis de tratamento incorporados numa ETE.....	<b>11</b>
<b>Tabela 3</b> - Resultados de análises de águas residuárias de veículos – Efluente Bruto.....	<b>19</b>
<b>Tabela 4</b> - Resultados de análises de águas residuárias de veículos – Efluente Tratado.....	<b>20</b>
<b>Tabela 5</b> - Variáveis de qualidade de água de reúso, para lavagem de veículos.....	<b>21</b>
<b>Tabela 6</b> - Características e métodos utilizados.....	<b>26</b>
<b>Tabela 7</b> - Fator de correção do tempo de incubação para DBO <sub>5</sub> .....	<b>28</b>
<b>Tabela 8</b> - Procedência da água utilizada nos lava jatos.....	<b>41</b>
<b>Tabela 9</b> - Volume água utilizada nos lava jatos.....	<b>43</b>
<b>Tabela 10</b> - Consumo médio de água em função do método de lavagem de veículos nos Estados Unidos (TEIXEIRA, 2003).....	<b>43</b>
<b>Tabela 11</b> - Número de veículos lavados por semana nos lava jatos.....	<b>44</b>
<b>Tabela 12</b> - Quantidade de shampoo automotivo utilizado nos lava jatos por mês.....	<b>45</b>
<b>Tabela 13</b> - Quantidade de shampoo automotivo utilizado nos lava jatos por veículos.....	<b>45</b>
<b>Tabela 14</b> - Outros produtos utilizados nos lava jato.....	<b>46</b>
<b>Tabela 15</b> - Tempo de atuação na atividade de lava jatos.....	<b>47</b>
<b>Tabela 16</b> - Opinião quanto o potencial poluidor da atividade.....	<b>49</b>
<b>Tabela 17</b> - Análise estatística, quanto ao dias de coletas e parâmetros Físico-químicos na água bruta e na água tratada.....	<b>50</b>
<b>Tabela 18</b> - Análise estatística, quanto ao pH, dias de coletas e as empresas .....	<b>50</b>
<b>Tabela 19</b> - Análise estatística, quanto a Turbidez, dias de coletas e as empresas.....	<b>51</b>
<b>Tabela 20</b> - Análise estatística, quanto a Temperatura, dias de coletas e as empresas...	<b>51</b>
<b>Tabela 21</b> - Análise estatística, quanto aos dias de coletas, empresas e parâmetros estudados.....	<b>52</b>

<b>Tabela 22</b> - Análise estatística, quanto as empresas estudadas e parâmetros físico-químicos.....	<b>52</b>
<b>Tabela 23</b> - Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 1.....	<b>55</b>
<b>Tabela 24</b> - Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 2.....	<b>56</b>
<b>Tabela 25</b> - Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 3.....	<b>57</b>
<b>Tabela 26</b> - Eficiência na remoção do DBO (%).....	<b>58</b>
<b>Tabela 27</b> - Análise da relação DQO/DBO de águas residuárias de empresas de lavagem de veículos, Mossoró RN, 2014.....	<b>59</b>
<b>Tabela 28</b> - pH em análises de águas residuárias de veículos – Efluente bruto.....	<b>63</b>
<b>Tabela 29</b> - Classificação da disponibilidade Hídrica na Bacia Nordeste Oriental.....	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Local onde foram realizadas as coletas, no <i>box</i> de lavagem dos veículos.....	25
<b>Figura 2</b> - Coletas realizadas em baldes, transferidas para recipientes apropriados e transportadas para o laboratório em isopor com gelo.....	25
<b>Figura 3</b> - Local onde foram realizadas as coletas a água tratada, tanques de tratamento.....	25
<b>Figura 4</b> - Turbidímetro para leitura da turbidez.....	27
<b>Figura 5</b> - Sistema para análise de pH e OD.....	27
<b>Figura 6</b> - Análise de DBO.....	28
<b>Figura 7</b> - Coletas realizadas em baldes, transferidas para recipientes apropriados e transportadas para o laboratório em isopor com gelo.....	29
<b>Figura 8</b> - Extração por solventes, fase orgânica da fase aquosa, utilizando n-hexano..	30
<b>Figura 9</b> - Espectrofotômetro com comprimento de onda de 220nm e 275nm.....	31
<b>Figura 10</b> - Desenvolvimento da cor azul, Espectrômetro de absorção atômica.....	31
<b>Figura 11</b> - Sistema de filtração à vácuo.....	33
<b>Figura 12</b> - Crescimento da frota de veículos do município de Mossoró RN, no período de 2004 a junho de 2014.....	34
<b>Figura 13</b> - Resultado da consultoria SEBRAE às empresas Lava jatos no município de Mossoró RN/2014.....	36
<b>Figura 14</b> - Denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró RN entre 2011 e julho de 2014.....	37
<b>Figura 15</b> - Tipos de denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró .....	38
<b>Figura 16</b> - Bairros e denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró RN .....	39
<b>Figura 17</b> - Trabalhadores quanto ao gênero nas empresas lava jato no município de Mossoró RN .....	40
<b>Figura 18</b> - Águas dos efluentes gerados em Lava Jatos, para verificação de Turbidez, no município de Mossoró RN .....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas  
APP - áreas de preservação permanente  
CE - Condutividade Elétrica  
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB  
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CONEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente  
COT - Carbono Orgânico Total  
CVQ - Coeficiente de Variação de Vazão  
CT - Coliformes Totais  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente  
pH - Potencial Hidrogeniônico  
MS - Ministério da Saúde  
NR – Norma Regulamentadora  
N- Nitrogênio  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - Nitrato  
P<sub>total</sub> - Fósforo Total  
PNQA - Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas  
RENAVAN – Registro Nacional de Veículos Automotores  
SAO - Sistema de Separação de Água e Óleo  
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SEMURB - Gerência Executiva de Fiscalização Ambiental e Urbanística da Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo  
SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente  
SNIRH - Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos  
SD - Sólidos Dissolvidos  
SS - Sólidos Suspensos  
SST - Sólidos Suspensos Totais  
ST - Sólidos Totais  
TB - Turbidez

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 - HISTORICO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL</b> .....	<b>3</b>
2.1.1 - Idade Moderna.....	3
2.1.2 - Idade Contemporânea.....	3
<b>2.2 - EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS PELA LAVAGEM DE VEÍCULOS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 - EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 - TRATAMENTOS</b> .....	<b>9</b>
2.4.1 - Tipos de Tratamentos.....	10
2.4.2 - Premissas e benefícios do tratamento de efluentes de lavagem de veículos.....	11
<b>2.5 - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA AVALIAÇÃO DE ÁGUA</b> .....	<b>11</b>
2.5.1 - Análises Físicas.....	12
2.5.2 - Análises Químicas.....	13
2.5.3 - Análises Biológicas.....	17
<b>2.6 - ANÁLISE DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS</b> .....	<b>17</b>
2.6.1 - Resultados das análises de águas residuárias de veículos.....	17
2.6.2 - Parâmetros para água de reúso, para lavagem de veículos.....	21
<b>3 - HIPÓTESES</b> .....	<b>22</b>
<b>4 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
4.2 - ENTREVISTAS.....	23
4.3 - AVALIAÇÃO DOS PARAMÊTROS.....	24
4.3.1 - Análises Físicas- Químicas.....	27
<b>5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
5.1 - FROTA DE VEÍCULOS DE MOSSORÓ RN E O CONSUMO DE ÁGUA.....	34
5.1.1 - Levantamento da frota de veículos de Mossoró RN.....	34

<b>5.1.2 - Consumo de água potável para manutenção da frota de veículos de Mossoró RN.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2.1 - Consultoria SEBRAE.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2.2 - Empresas licenciadas e denúncias ambientais.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3 - ENTREVISTAS.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3.1 - Recursos Humanos.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3.2 - Recursos Naturais e Materiais.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3.3 - Visão do Proprietário.....</b>	<b>47</b>
<b>5.4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS RESÍDUÁRIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>5.4.1 - Estatística Paramétrica.....</b>	<b>49</b>
<b>5.4.2 - Estatística Descritiva.....</b>	<b>53</b>
<b>5.5 - ÁGUA PARA REÚSO.....</b>	<b>64</b>
<b>6 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>66</b>
<b>7 - LITERATURA CITADA.....</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água potável limpa, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para o funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias. Mas a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global (ONU, 2010).

Estudos realizados em diferentes partes do mundo vêm demonstrando o potencial poluidor das águas residuárias oriundas dos serviços de lavagem de veículos, por conterem surfactantes, óleos e graxas, alta concentração de matéria orgânica, metais pesados e sólidos totais suspensos (Brown, 2000).

Os detergentes (surfactantes), embora, atualmente, com versões biodegradáveis, são importantes causadores de poluição na água, pois, além de conterem fosfato, que influi na propagação de algas e outros organismos aquáticos, dificultam as trocas gasosas entre a superfície da água e a atmosfera. Assim, quando o detergente é encontrado na superfície da água, o gás carbônico não é liberado da água, e por sua vez impede nova oxigenação, podendo levar à morte organismos aquáticos. Esses fatores acabam promovendo a proliferação de bactérias anaeróbicas nesse ambiente perturbado (Rohrer, 1975).

O óleo lubrificante usado ou contaminado, além da carga original de perigo, ao sofrerem degradação, geram compostos mais perigosos para a saúde e o ambiente (como dioxinas, ácidos orgânicos, cetonas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos). Contêm, também, diversos elementos tóxicos (cromo, cádmio, chumbo e arsênio), esses contaminantes são em sua maioria bioacumulativos e causam diversos problemas graves de saúde (Sohn, 2012).

Conforme Soares (2003), quanto maior for a concentração de matéria orgânica no meio aquático, maior será a proliferação de bactérias, maior a atividade total de respiração e maior, por conseguinte, a demanda de oxigênio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, pode ocorrer a morte de diversos seres aquáticos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbicas, com a geração de maus odores.

Rosa et al. (2011) observaram que os postos lavam indiscriminadamente os veículos e o óleo lubrificante escoam diretamente para o sistema de saneamento público, quando este existe. Podendo também ser lançados em valas a céu aberto. Outro aspecto a ser

considerado refere-se ao elevado volume de água de qualidade utilizada para lavagem desses veículos.

A fonte de abastecimento de água para estes estabelecimentos, na maioria das vezes, é a própria agência fornecedora de água municipal. Tem-se uma estimativa do uso de 50-380 litros por veículo dependendo do sistema operacional, demonstrando assim um desperdício considerável (Rosa et al., 2011). Por ser uma atividade impactante ao meio ambiente, a instalação e funcionamento desse tipo de empreendimento requer um licenciamento ambiental (Rio Grande do Norte, 2011).

Os dados do DENATRAN (2014) mostram que o Município de Mossoró possui uma frota de 121.931 veículos, e o processo de manutenção dos veículos, incluindo a lavagem dos mesmos, provocam impactos socioambientais negativos (Rio Grande do Norte, 2011).

Conforme as proporções citadas por Rosa et al.(2011), o consumo de água potável para manutenção da frota mossoroense chega a um mínimo de 6.096.550 litros.mês<sup>-1</sup>, considerando-se apenas uma lavagem mensal para cada veículo. Portanto, são 6.096,55 m<sup>3</sup> de água potável transformados em água residuária, possivelmente contaminada, que está sendo produzida mensalmente na cidade de Mossoró. Este volume de água é o suficiente para suprir as necessidades de 67 famílias (com um módulo médio de 5 pessoas/família) por um ano, considerando o consumo de 50 L por pessoa, conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2003; Howard & Bartram, 2003).

Como a demanda de água e as necessidades ambientais tendem a crescer, a recuperação e reutilização da água vai desempenhar um papel mais importante na oferta global de água. Ao trabalhar em conjunto para superar os obstáculos, a reciclagem da água, recuperação e reutilização, podem ajudar a conservar e gerir os recursos hídricos eficientemente (Al-Odami et al., 2007).

Diante do exposto o objetivo desta pesquisa é realizar um diagnóstico ambiental das águas residuárias de empreendimentos de lavagem de veículos em Mossoró, RN. E de forma específica, avaliar a qualidade das águas residuárias em postos de lavagem de veículos, com base em parâmetros físico-químicos que auxiliam na adoção de medidas de manejo e controle das fontes poluidoras; verificar se as águas residuárias das empresas pesquisadas estão de acordo com a legislação pertinente; verificar se os proprietários estão apropriados de métodos e controles, dos padrões estabelecidos na legislação vigente, para lançamento de efluentes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTORICO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

#### 2.1.1 Idade Moderna

As Ordenações Afonsinas foram as primeiras leis da era moderna, promulgadas durante o reinado de Dom Afonso V, e que vigorava em Portugal quando o Brasil foi descoberto, onde foi possível identificar algumas referências à preocupação com o meio ambiente, a exemplo do dispositivo que tipificava como crime de injúria ao rei a realização de corte de árvores frutíferas (Oliveira, 2014).

O Superior Tribunal de Justiça descreve como ocorreu a evolução da legislação ambiental no Brasil, já em 1.605, surge a primeira lei de cunho ambiental no País: o Regimento do Pau-Brasil, voltado à proteção das florestas (Brasil, 2010).

#### 2.1.2 Idade Contemporânea

Quase 200 anos depois da promulgação da primeira lei de cunho ambiental, em 1.797, a carta régia afirma a necessidade de proteção a rios, nascentes e encostas, que passam a ser declarados propriedades da Coroa. Passados dois anos, em 1.799, é criado o Regimento de Cortes de Madeiras, cujo teor estabelece rigorosas regras para a derrubada de árvores (Farias, 2007).

No ano de 1.850, é promulgada a Lei nº 601/1850, primeira Lei de Terras do Brasil, a qual disciplina a ocupação do solo e estabelece sanções para atividades predatórias. No início do século passado, em 1.911, é expedido o Decreto nº 8.843, que cria a primeira reserva florestal do Brasil, no antigo Território do Acre (Brasil, 2010).

Em 1.916, surge o Código Civil Brasileiro, que elenca várias disposições de natureza ecológica. A maioria, no entanto, reflete uma visão patrimonial, de cunho individualista. Já no ano de 1.934, são sancionados o Código Florestal, que impõe limites ao exercício do direito de propriedade, e o Código de Águas. Eles contêm o embrião do que viria a constituir, décadas depois, a atual legislação ambiental brasileira (Brasil, 2010).

No ano da revolução, em 1.964, é promulgada a Lei nº 4.504, que trata do Estatuto da Terra. A lei surge como resposta a reivindicações de movimentos sociais, que exigiam mudanças estruturais na propriedade e no uso da terra no Brasil. Um ano depois, em 1.965, passa a vigorar uma nova versão do Código Florestal, ampliando políticas de proteção e conservação da flora. Essa nova versão inova estabelecendo a proteção das áreas de preservação permanente (APP) (Brasil, 2010).

São editados, no ano de 1.967, os Códigos de Caça e Pesca e de Mineração, bem como a Lei de Proteção à Fauna. Na época, o governo militar homologa uma nova Constituição e atribui à União competência para legislar sobre jazidas, florestas, caça, pesca e águas, cabendo aos Estados tratar de matéria florestal (Brasil, 2010).

Inicia-se em 1.975 o controle da poluição por atividades industriais, através do Decreto-Lei 4.513, empresas poluidoras ficam obrigadas a prevenir e corrigir os prejuízos da contaminação do meio ambiente. Dois anos depois é promulgada a Lei 6.453, que estabelece a responsabilidade civil em casos de danos provenientes de atividades nucleares (Brasil, 2010).

Em Julho de 1980 a Lei do Zoneamento Industrial nas Áreas Críticas de Poluição (Lei 6.803/80), atribuiu aos estados e municípios o poder de estabelecer limites e padrões ambientais para a instalação e licenciamento das indústrias, exigindo o estudo de impacto ambiental (Brasil, 2010).

Já em 1.981, é editada a Lei 6.938, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente. A lei inovou ao apresentar o meio ambiente como objeto específico de proteção. No escopo dessa lei, foi criado o SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), que estabeleceu a hierarquia e a função dos órgãos ambientais no país. Dentre esses órgãos, destaca-se, por exemplo, o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) (Brasil, 2010).

No ano seguinte é editada a Lei 7.347/80, que disciplina a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 2010).

Em 1.988 dá-se a promulgação da Constituição Federativa do Brasil, a primeira a dedicar capítulo específico ao meio ambiente. Avançada, ela impõe ao Poder Público e à coletividade, em seu artigo 225, o dever de defender e preservar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras (Brasil, 2010).

Em 1.991, o Brasil passa a dispor da Lei de Política Agrícola (Lei 8.171). Com um capítulo especialmente dedicado à proteção ambiental, o texto obriga o proprietário rural a recompor sua propriedade com reserva florestal obrigatória (Brasil, 2010).

A Lei de Recursos Hídricos, Lei 9.433 de 08/01/1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que pode ter usos múltiplos (consumo humano, produção de energia, transporte, lançamento de esgotos). A lei prevê também a criação do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos para a

coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (Brasil, 2010).

Já em 1.998, é publicada a Lei 9.605, que dispõe sobre crimes ambientais. A lei prevê sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Brasil, 2010).

Em 2.000, a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/00), que prevê mecanismos para a defesa dos ecossistemas naturais e de preservação dos recursos naturais neles contidos (Brasil, 2010).

E finalmente, em 2001, é sancionado o Estatuto das Cidades (Lei 10.257), que dota o ente municipal de mecanismos visando permitir que seu desenvolvimento não ocorra em detrimento do meio ambiente (Brasil, 2010).

O CONAMA produziu mais de 270 resoluções. Entre elas destacam-se o licenciamento ambiental para empreendimentos energéticos, a regulamentação de atividades poluidoras, classificação e enquadramento de cursos de água, controle das emissões de poluentes pelos veículos e gestão de resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Quanto aos serviços de lava-jato instalados fora dos postos de revenda de combustíveis, estes não são contemplados pela Resolução CONAMA nº 273/2000, porém é considerada fonte poluidora nos termos da Resolução CONAMA nº 237/97 (Sebrae, 2012).

A Resolução ANA (Agência Nacional de Águas) nº 317, de 26 de agosto de 2003, instituiu o registro obrigatório no Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (SNIRH) de pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado, usuárias de recursos hídricos em todo o país que realizam intervenções diretas como a captação de água ou lançamento de efluentes em corpos hídricos de domínio federal ou estadual. Caso a água seja fornecida pelo sistema de abastecimento e os efluentes sejam lançados na rede pública de esgoto não existe necessidade de outorga (Agência Nacional de Águas, 2012).

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades usuárias de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependem de prévio licenciamento por órgão estadual competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (Sebrae, 2012).

A Licença Ambiental é concedida pelos órgãos ambientais integrantes do SISNAMA, por meio de um procedimento administrativo. A referida licença pode ser concedida pelos órgãos ambientais pertencentes à União, aos Estados, ao Distrito Federal e, também, aos Municípios, dependendo da natureza de cada atividade (Sebrae, 2012).

Em 2010 em Pernambuco foi sancionada a Lei nº 17.606, que obriga todos os estabelecimentos de lavagem de veículos a instalarem sistema de reservatório e captação de água pluvial (Brasil, 2007). Com o mesmo objetivo, entrou em vigor no Estado do Espírito Santo a Lei nº 9.439/2010, que obriga postos de combustíveis, lavajatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras a instalar sistema de tratamento e reutilização da água usada na lavagem dos veículos, equipamentos e instalações (Sebrae, 2012).

De acordo com Fink (2005), o aparecimento dos Direitos Difusos, a partir da consciência da finitude dos recursos ambientais, inverte a ordem de prioridades, passando o meio ambiente a ser condicionador do próprio desenvolvimento, em detrimento do modelo produtor e sua capacidade de gerar riqueza que até o final do século XX, estava acima de qualquer outra condicionante.

Notadamente, por toda essa evolução sempre existiu uma grande demanda na busca de soluções para os problemas ambientais, que são essenciais para a manutenção e conservação da vida, em todas as suas características.

## 2.2 EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS PELA LAVAGEM DE VEÍCULOS

Os principais poluentes envolvidos nas operações realizadas nas atividades automotivas são os óleos e graxas, produtos coadjuvantes e as partículas e sólidos.

Secron (2010) em seu estudo sobre controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas, relatou que os efluentes gerados são divididos em três grupos: óleos e graxas, produtos coadjuvantes e partículas e sólidos.

[...] Óleos e graxas

A tipologia do efluente oleoso encontrado nas atividades automotivas pode ser basicamente mineral, sintética, vegetal, e animal, sendo que o uso preponderante ocorre na base mineral. Os óleos minerais e sintéticos utilizados nos estabelecimentos automotivos compreendem, na sua grande maioria, os óleos lubrificantes, utilizados para lubrificação de motores de combustão de veículos leves e pesados, no

sentido de reduzir o atrito e o desgaste de engrenagens e peças; os óleos utilizados para o acabamento de lavagem veicular, como por exemplo, o silicone; e por último os óleos combustíveis, utilizados como combustível para veículos pesados, como por exemplo, o diesel. Os óleos lubrificantes e combustíveis, também, podem ser empregados para limpeza de peças, atuando como solventes na dissolução do resíduo oleoso impregnado nas superfícies das peças e veículos. Outro tipo de óleo lubrificante encontrado é o óleo lubrificante usado (mineral ou sintético), denominado óleo inservível. Este possui esta denominação em função do seu desgaste natural, por sua utilização em motores de combustão que tenha tornado-o inadequado à sua finalidade original. Os óleos inservíveis são aplicados nas operações de lavagem e limpeza de peças para dissolução do óleo e sujidades impregnadas. Os óleos vegetais, assim como os óleos animais, também podem fazer parte de composições em óleos lubrificantes e combustíveis, como o caso do óleo de rícino (mamona), amêndoas e sementes em geral, empregado na fabricação de lubrificantes, e biodiesel (Parente, 2003). Estes óleos, também, ocorrem nas operações de lavagem e polimento de motores e carroceria, exemplificado pelo óleo de rícino. As graxas são utilizadas para lubrificação de peças em serviços de manutenção de veículos. Compreendem compostos semisólidos, constituídos por uma mistura de óleo mineral ou sintética, aditivos e agentes engrossadores, chamados sabões metálicos, à base de alumínio, cálcio, lítio e bário (Runge,1994).

#### 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. Em muitos casos, por questões comerciais, não se consegue identificar o conteúdo do produto, a não ser por seu nome

comercial. Este fato é bastante comum para os produtos de limpeza de veículos encontrados no mercado.

#### Partículas e sólidos

Os sólidos e partículas presentes nos efluentes automotivos são compostos por substâncias dissolvidas e em suspensão, de composição orgânica e ou inorgânica (Giordano, 2004). No que tange às atividades automotivas, esses sólidos podem ser classificados como sílicas, argilas, fuligem, poeiras em suspensão, metais, fragmentos, e outros que possam permanecer agregados à superfície veicular, seja na carroceria, chassis, rodas ou piso (SEMAPE, 2004).[...] (Secron, 2010, p. 16-17).

Esses efluentes apresentam elevado potencial de toxicidade, capacidade de bioacumulação provocando danos irreparáveis para flora e fauna aquáticas, pois interferem nas trocas gasosas e transferência de energia, afetando a saúde humana (Odum & Barret, 2007; Ricklefs, 2003).

Um dos principais problemas ambientais provocados é o decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido nos efluentes e têm diversas implicações do ponto de vista ambiental. De acordo com Von Sperling (2005), a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido, devido aos processos de estabilização da matéria orgânica, realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível para a sua respiração.

Conforme a Resolução CONAMA nº 02 de 2011 (Rio Grande do Norte, 2011) os Serviços de lavagem, lubrificação e de trocas de óleo de veículos estão enquadrados como atividades com potencial poluidor médio para o ar, solo e/ou subsolo em geral; para a água o potencial poluidor é grande conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Atividades ou empreendimentos para fins de enquadramento genérico segundo o porte e o potencial poluidor/degradador

ATIVIDADES/ Empreendimentos	Parâmetro adotado para classificação	PORTE					POTENCIAL POLUIDOR/ DEGRADADOR			
		Micro	Pequeno	Médio	Grande	Excepcional	Ar	Água	Solo e/ou subsolo	Geral
Serviços de lavagem, lubrificação e de trocas de óleo de veículos.	Área do Projeto (m <sup>2</sup> )	>25 a ≤ 50	>50 a ≤ 100	>100 a ≤ 200	>200 a ≤ 400	>400	M	G	M	M

Fonte: Rio Grande do Norte (2011).  
M: médio; G: grande.

## 2.3 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

Para Baumann et al. (1980) o termo eficiência do uso da água tem origem no conceito econômico de produtividade. Produtividade mede a quantidade de um determinado recurso que deve ser gasto para produzir uma unidade de qualquer bem ou serviço. Em geral, quanto menor for o requisito de entrada de recursos por unidade, o quanto maior a eficiência.

Em um contexto de recursos ambientais, no entanto, qualquer esforço para melhorar a eficiência do uso da água deve ser consistente com a manutenção ou melhoria da qualidade da água. Portanto, a definição de eficiência do uso da água deve incluir qualquer medida que reduza a quantidade de água utilizada por unidade de determinada atividade, consistente com a manutenção ou melhoria da qualidade da água (Baumann et al., 1980)

## 2.4 TRATAMENTOS

O dispositivo empregado em larga escala para o tratamento do efluente automotivo é o Sistema de Separação de Água e Óleo - SAO. Para Secron (2010), a utilização do SAO ocorre em estabelecimentos industriais ou comerciais que apresentam efluentes com características oleosas. Neste caso, enquadram-se, por exemplo, as refinarias de petróleo e as atividades automotivas.

Morais (2009) cita algumas formas de se evitar ou minimizar os impactos ambientais inerentes à realização das atividades em questão, sugere-se: revestimento do piso da área de lavagem de veículos (tipo cimentados com acabamento liso, área necessária para lavagem de um veículo ou de acordo com o porte de empreendimento); sistema de drenagem para águas de lavagem (no mínimo proporcionar declividade adequada para o piso) que deverão ser destinadas para caixa separadora de água e óleo, a qual deverá ser inspecionada periodicamente para verificação de suas condições de manutenção; obtenção de outorga junto ao órgão competente; enquadramento legal do empreendimento.

As misturas água e óleo consistem em combinações de duas ou mais substâncias na sua forma pura, sem que haja reação química entre elas. As características intrínsecas de cada substância envolvida são mantidas, não havendo alterações. Estas podem ser classificadas em homogêneas, heterogêneas e coloidais (Brown, 1997).

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

Na molécula polar o centro das cargas positivas e negativas não coincide, fato que ocorre com a água e não com o óleo. Uma decorrência desta propriedade está na solubilidade das substâncias. As substâncias polares solubilizam-se, na grande maioria dos casos, em substâncias polares e o mesmo caso vale para as substâncias apolares. Assim sendo, o óleo também pode ser caracterizado como uma substância hidrofóbica (Brown, 1997).

#### **2.4.1. Tipos de tratamentos**

Para Nuvolari & Costa (2010) no tratamento de esgoto busca-se: a remoção dos sólidos presentes, a remoção da matéria orgânica biodegradável, a remoção de patogênicos, a remoção de Nitrogênio e a remoção de Fósforo. Os resultados do tratamento devem satisfazer a legislação que regula a qualidade do efluente final e do corpo receptor.

Os tratamentos de efluentes ocorrem em níveis, dos quais Nuvolari & Costa (2010) relacionam: tratamento prévio ou preliminar, tratamento primário, tratamento secundário/biológico e tratamento terciário/avançado.

O tratamento do efluente automotivo por meio do Sistema de Separação de Água Óleo se enquadra dentro do nível de tratamento prévio ou preliminar.

O tratamento prévio ou preliminar equivale à primeira fase de separação de sólidos. Remove sólidos grosseiros, detritos minerais (areia), materiais flutuantes e carreados e, por vezes óleos e graxas (Nuvolari & Costa, 2010)

As unidades que compõem o sistema preliminar são: grades, caixa de areia tanques de remoção de óleos e graxas, quando necessários.

O 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. Como o óleo tem uma densidade menor que a da água, ele flutua naturalmente, para então se separar fisicamente.

A Tabela 2 apresenta uma estimativa de eficiência dos diversos tratamentos numa Estação de Tratamento de Efluente (ETE), proposta por Nuvolari & Costa (2010).

Tabela 2. Estimativa da eficiência esperada nos diversos níveis de tratamento incorporados numa ETE

<b>Tipo de tratamento</b>	<b>Matéria orgânica (% remoção de DBO)</b>	<b>Sólidos em Suspensão (% de remoção de SS)</b>	<b>Nutrientes (% de remoção de nutrientes)</b>	<b>Bactérias (% de remoção)</b>
Preliminar	5 – 10	5 – 20	Não remove	10 – 20
Primário	25 – 50	40 – 70	Não remove	25 – 75
Secundário	80 – 95	65 – 95	Pode remover	70 – 99
Terciário	40 – 99	80 – 99	Até 99	Até 99,999

Fonte: Nuvolari & Costa (2010).

#### 2.4.2 Premissas e benefícios do tratamento de efluentes de lavagem de veículos

O sistema de tratamento a ser implantado para viabilizar a reutilização da água de lavagem de carro deve atender as seguintes prerrogativas, conforme Teixeira (2003): Minimizar, seu lançamento na rede de esgotos, em águas superficiais ou em fossas; minimizar a necessidade de diluição dos efluentes tratados, eliminar danos aos veículos e eliminar riscos a saúde dos usuários e trabalhadores.

Em consequência, do tratamento aplicado dentro das prerrogativas propostas por Teixeira (2003), os benefícios serão: minimização de descargas nos corpos receptores, diminuição da carga de poluentes tóxicos na rede de esgotos e economia de água.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela NBR – 13.969/1997 o esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o efluente tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística de lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, etc.

#### 2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA AVALIAÇÃO DE ÁGUAS

O Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA/ANA (2014) descreve cada parâmetro a ser analisado para caracterização da qualidade das águas.

## **2.5.1 Análises Físicas**

### **Cor**

Cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição de matéria orgânica. Por este motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido a presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais (Macedo, 2005).

### **Turbidez**

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão, como: silte, areia, argila, algas, detritos, etc. (PNQA/ANA, 2014).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando no período chuvoso as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água (ANA, 2009).

Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (ANA, 2009).

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez, também, afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação (PNQA/ANA, 2014).

### **Temperatura**

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução (ANA, 2009).

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água (PNQA/ANA, 2014).

## Sabor e odor

Resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e cloretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade: água completamente inodora (Radicchi, 2014).

## Sólidos

**Sólidos em suspensão:** resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Segundo Radicchi (2014) podem ser divididos em:

- Sólidos sedimentáveis: sedimentam após um período de repouso da amostra
- Sólidos não sedimentáveis: somente podem ser removidos por processos de coagulação, floculação e decantação.

**Sólidos dissolvidos:** material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

## Condutividade Elétrica

Capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água (Radicchi, 2014).

### 2.5.2 Análises Químicas

#### Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado as águas superficiais apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a  $5 \text{ mgL}^{-1}$ , exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (PNQA/ANA, 2014).

As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , situação conhecida como supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com

que durante o dia, devido à fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados. Por outro lado, durante a noite não ocorre à fotossíntese, e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandade de peixes (PNQA/ANA, 2014).

Além da fotossíntese, o oxigênio também é introduzido nas águas, através de processos físicos, que dependem das características hidráulicas dos corpos de água (PNQA/ANA, 2014).

### **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (Brasil, 2011).

Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados (PNQA/ANA, 2014).

### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A DBO<sub>5,20</sub> é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C (PNQA/ANA, 2014).

Valores altos de DBO<sub>5,20</sub>, num corpo d'água são provocados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA/ANA,, 2014).

### **Nitrogênio Total**

Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (PNQA/ANA, 2014).

Pelo fato dos compostos de nitrogênio ser nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (PNQA/ANA, 2014).

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes, também, é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas (PNQA/ANA, 2014).

Também ocorre a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas algas e bactérias. Além disso, outros processos, tais como a deposição atmosférica pelas águas das chuvas, também, causam aporte de nitrogênio aos corpos d'água (PNQA/ANA, 2014).

### **Fósforo Total**

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas, também, é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros (PNQA/ANA, 2014).

### **Alcalinidade**

Causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água (Radicchi, 2014).

### **Dureza**

Resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras (Radicchi, 2014).  
Classificação das águas, em termos de dureza (em  $\text{CaCO}_3$ ):

Menor que  $50 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$  - água mole

Entre 50 e  $150 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$  - água com dureza moderada

Entre 150 e  $300 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$  - água dura

Maior que  $300 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$  - água muito dura

### **Cloretos**

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (Radicchi, 2014).

### **Ferro e manganês**

Podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações (Radicchi, 2014).

### **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

É a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, por meio de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO (Radicchi, 2014).

### **Componentes Inorgânicos**

Alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, pode-se citar os cianetos; esses componentes, geralmente, são incorporados à água através de despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração (Radicchi, 2014).

## **Componentes orgânicos**

Alguns componentes orgânicos da água são resistentes á degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos (Radicchi, 2014).

### **2.5.3 Análise Biológica**

#### **Coliformes Termotolerantes**

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças), mas sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (PNQA/ANA, 2014).

#### **Algas**

As algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provoca a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável (Radicchi, 2014).

## **2.6 ANÁLISES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS**

### **2.6.1 Resultados das análises de águas residuárias de veículos**

Morelli (2005) estudou tratamentos que propiciam a recirculação do efluente da lavagem de veículos, em empresas de ônibus, na cidade de São Paulo. Recomendou dois tipos de sistemas de tratamento, um baseado em processos de floculação e sedimentação e outro em processos de flotação. Concluiu que há a redução de 70 a 80% nos custos com a água de lavagem de veículos, quando se pratica a reciclagem e reúso de águas nestas empresas.

Os efluentes estudados por Morelli, 2005 apresentam as características descritas nas Tabelas 3 e 4.

As águas residuárias estudadas no Kuwait estão descritas nas Tabelas 3 e 4. Al-Odami et al. (2007) exploraram a possibilidade de tratar água lavagem de carro, com um sistema que consiste de tanque de separação, separadores de óleo e água, e filtros. O sistema prevê a remoção de sedimentos, areia, óleos, e elevar o nível da água contaminada para um nível aceitável. Buscaram no resultado, vários benefícios para o Kuwait, incluindo a conservação de água e redução da poluição da mesma.

Smith (2009) realizou a avaliação da água residuárias de veículos lavados nas residências da cidade Federal Way, Estado de Washinton, USA e verificou a necessidade da conscientização da população considerando os níveis de contaminantes encontrados nas análises realizadas, os quais são apresentados na Tabela 3.

Em estudo realizado por Rosa et al. (2011) na cidade de Campina Grande, situada no Estado da Paraíba, constatou-se que as empresas de lavagem de veículos estudadas elucidam um paradoxo econômico e ambiental, tendo em vista que contribuem para o desenvolvimento local e regional, mas, também podem proporcionar impactos ambientais negativos, em função das altas concentrações de substâncias poluentes e recalitrantes encontradas, expressos através dos resultados apresentados na Tabela 3.

Zaneti et al., 2011 estudou o sistema de recuperação de águas residuais de lavagem de carro, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, usando o Processo de Floculação-Flotação em Coluna (FFC). As características do efluente estudado em Porto Alegre estão descritas nas Tabelas 3 e 4.

Etchepare (2012) em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, estudou o tratamento e a reciclagem de água de posto lava jato manual, usando o Processo de Floculação-Flotação em Coluna (FFC), filtração em areia e cloração com hipoclorito de sódio. As características do efluente estudado por Etchepare (2012) podem ser visualizadas nas Tabelas 3 e 4.

Soeiro (2014) estudou em lava jatos da cidade de Natal, Rio Grande do Norte, o tratamento de efluentes oleosas via processo oxidativo avançado. As características do efluente, antes do tratamento, estudado por Soeiro (2014) podem ser visualizadas nas Tabelas 3 e 4.

Neves (2010) levantou dados na cidade de São Carlos, SP para análise de resíduos e composição de indicadores de sustentabilidade. Em um lava-rápido foram realizadas coletas e analisados pH, DBO e Óleos e Graxas, apresentados nas Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Resultados de análises de águas residuárias de veículos – Efluente bruto

Parâmetro	São Paulo	Kwait	Washin Ton	São Paulo	Rio Grande do Sul	Paraíba	São Paulo	Rio Grande do Norte
	Morelli (2005)	Al-Odami et al. (2006)	Smith (2009)	Neves (2010)	Zaneti et al. (2011)	Rosa et al. (2011)	Etchepare (2012)	Soeiro (2014)
Gasolina (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	0,091	*	*	*	*	*
Óleo de motor (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	8,5	*	*	*	*	*
Diesel (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	5,9	*	*	*	*	*
Cádmio	*	*	*	*	*	0,04	*	0,01
Cromo	*	*	0,028	*	*	0,50	*	0,05
Cobre	*	*	0,532	*	*	1,12	*	0,38
Chumbo	*	*	0,051	*	*	0,56	*	0,20
Níquel	*	*	0,089	*	*	0,30	*	0,10
Zinco	*	*	0,502	*	*	2,82	*	0,31
Ferro	*	0,6	*	*	*	*	*	4,13
Alumínio	*	0,9	*	*	*	*	*	6,40
Manganês	*	17	*	*	*	*	*	0,23
Prata	*	*	*	*	*	*	*	0,10
Sódio	*	128	*	*	*	*	*	*
Nitrato + nitrito (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	0,082	*	*	*	*	*
pH	6,4	7,16	6,75	8,27	7,55	8,30	7,40	6,98
Dureza (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	65	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	620	214	*	423,5	*	334	*
Sólidos Suspensos T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	198	*	78,5	1.729	91	*
Sólidos Sedimentáveis (mgL <sup>-1</sup> )	1,2	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Totais (mgL <sup>-1</sup> )	356	*	*	*	*	3.225	*	*
Óleo e graxa (mgL <sup>-1</sup> )	783	*	21,5	364	8,3	152,8	14	282,35
A turbidez (NTU)	27	*	159	*	96	360	107	*
Fósforo T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	3,94	*	1,00	4,36	1,0	*
Surfactantes MBAS (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	27	*	16,35	*	23	*
Nitrogênio T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	7	18,8	9,6	*
Amônia (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	0,72	*	*	*	*	1,02
DBO (mgL <sup>-1</sup> )	25	*	*	740	100,5	*	72	89,55
DQO (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	1.696	189	846,46
<i>E. Coli</i> (N.M.P.100mL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	325E+05	*	3,44E+05	*
Coliformes T. (N.M.P.100mL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	1,53E+05	*	2,1E+04	*
SiO (mgL <sup>-1</sup> )	*	9	*	*	*	*	*	*
SO <sub>4</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	*	188	*	*	*	*	*	*
Sulfeto (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	0,18	*
Cloreto (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	30	*

Fonte: Morelli (2005), Al-Odami et al. (2006), Smith (2009), Neves (2010), Zaneti et al. (2011), Rosa (2011), Etchepare (2012) e Soeiro (2014).

\* Não detectado

Tabela 4. Resultados de análises de águas residuárias de veículos – Efluente Tratado

Sistema de Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8
Parâmetro	Morelli (2005)	Al-Adami et al. (2006)	Boussu et al. (2007)	Secron (2010)	Neves (2010)	Zaneti et al. (2011)	Etchepare (2012)	Soeiro (2014)
Cádmio	*	*	*	*	*	*	*	2,8
Cromo	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre	*	*	*	*	*	*	*	0,11
Chumbo	*	*	*	*	*	*	*	0,10
Níquel	*	*	*	*	*	*	*	*
Zinco	*	*	*	*	*	*	*	0,22
Ferro	*	0,4	*	*	*	*	*	0,94
Alumínio	*	0,1	*	*	*	*	*	2,80
Manganês	*	0,05	*	*	*	*	*	0,08
Prata	*	*	*	*	*	*	*	0,03
Sódio	*	73	*	*	*	90,8	*	*
Nitrato + nitrito (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*
pH	6,8	7,45	7,6	6,0	6,48	7,5	7,2	6,53
Dureza (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos T. (mgL <sup>-1</sup> )	328	413	*	*	*	387	365	*
Sólidos Suspensos T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	108,67	100	*	8	10	*
Sólidos Sedimentáveis (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	3,33	0,5	*	*	*	*
Sólidos Totais (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*
Óleo e graxa (mgL <sup>-1</sup> )	<5	*	*	5	130	4	*	41,95
Turbidez (NTU)	<5	*	*	*	*	10,5	10	*
Fósforo T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	0,5	0,4	*
Surfactantes MBAS (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	40,67	10	*	12	12,5	*
Nitrogênio T. (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	8	8,9	*
Amônia (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	0,87
DBO (mgL <sup>-1</sup> )	*	620	63	*	16	27	42	30,60
DQO (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	100	*	*	109	83,94
<i>E. Coli</i> (N.M.P.100mL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	2,1E+04	2,8E+04	*
Coliformes T. (N.M.P.100mL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	1,2E+02	7,4E+02	*
SiO (mgL <sup>-1</sup> )	*	0,05	*	*	*	*	*	*
SO <sub>4</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	*	33,6	*	*	*	*	*	*
Sulfeto (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	0,04	*
Cloreto (mgL <sup>-1</sup> )	*	*	*	*	*	*	56	*

Fonte: Morelli (2005), Al-Odami et al. (2006), Boussu et al. (2007), Smith (2009), Neves (2010), Zaneti et al. (2011), Rosa (2011), Etchepare (2012) e Soeiro (2014).

\* Não detectado

1. SAO, Recirculação e Flotação; 2. SAO e Filtros; 3. Nanofiltração; 4. SÃO com separadores de placas coalescentes; 5. SAO; 6. SAO, Flocculação-Flotação em coluna e Cloração; 7. SAO, Flocculação-Flotação em coluna, filtração em leito de areia e Cloração; 8. Processo Oxidativo Avançado (POA)

## 2.6.2 Parâmetros para água de reúso, para lavagem de veículos

Um grande catalisador para a evolução da recuperação de águas residuais, reciclagem e reutilização tem sido a necessidade de fornecer recursos hídricos alternativos para satisfazer as necessidades de água para irrigação, indústria, potável e não-potáveis urbana, devido ao crescimento sem precedentes e desenvolvimento em muitas regiões no mundo. Portanto, foi a falta de água que exigiu medidas de controle mais rigorosas sobre as taxas de consumo de água e desenvolvimento de fontes alternativas de abastecimento (Al-Odwani, 2007).

Dentre os três padrões básicos a serem atingido pela água de reúso: industrial, urbano menos restritivo e urbano mais restritivo; a lavagem de veículos faz parte do grupo urbano mais restritivo. Esse uso requer níveis de qualidade da água de reúso superiores aos demais (Sabesp, 2002). A Sabesp compara a qualidade de água de reúso pretendida, para lavagem de veículos, com as Normas Internacionais como apresenta a Tabela 05.

Tabela 05. Variáveis de qualidade de água de reúso, para lavagem de veículos

	<b>CRT</b> mgL <sup>-1</sup>	<b>DBO</b> mgL <sup>-1</sup>	<b>SST</b> mgL <sup>-1</sup>	<b>Coliformes</b> <b>fecais</b> NMP/100ml	<b>Turbidez</b> UTN	<b>pH</b>	<b>Helmintos</b> OvoL <sup>-1</sup>	<b>Eestreptococos</b> <b>fecais</b> estrep/100ml	<b>Óleos e</b> <b>graxas</b> mgL <sup>-1</sup>
<b>EPA</b>	-	<10	<5	Nd	<2	6 a 9	-	-	-
<b>Flórida</b>	-	<20	<5	Nd em 75% das amostras	<2	-	-	-	-
<b>OMS</b>	-	-	-	<200	-	-	<1	-	-
<b>Espanha</b>	-	<25	<35	<=200	<20	6 a 9	-	<=200	-
<b>México</b>	-	<20	<20	<240	-	-	<=1	-	<15
<b>Proposta</b> <b>SABESP</b>	>2	<30	<30	<200	<15	6 a 9	-	-	<15

Fonte: Sabesp (2014).

- : não faz nenhuma referência; nd: não detectável

A norma NBR 13.969/97 determina os seguintes critérios, quanto ao grau de tratamento necessário para aplicação da água de reúso na lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador:

Turbidez – inferior a 5

Coliforme fecal – inferior a 200NMP/100 mgL<sup>-1</sup>

Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mgL<sup>-1</sup>

pH entre 6.0 e 8.0

Cloro residual entre 0,5 mgL<sup>-1</sup> e 1,5 mgL<sup>-1</sup>

### **3. HIPÓTESE**

As empresas Lava Jato realizam a adequação Legal para licenciamento ambiental no aspecto estrutural, para tratamento dos efluentes gerados. No entanto, os proprietários não estão apropriados de métodos de controles e dos padrões estabelecidos na legislação vigente, para lançamento de efluentes.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Este trabalho foi realizado na cidade de Mossoró RN, a qual possui 259.815 habitantes (IBGE, 2014), localizada a 277 km de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. A população pesquisada foi a de proprietários de lava-jatos. Foi feito o levantamento da frota de veículos da cidade de Mossoró RN, no período de 2004 a 2014 no Departamento Nacional de Transito. Foi feita a caracterização da área de estudo através do levantamento da situação dos recursos hídricos na cidade. Foi realizado o levantamento das empresas licenciadas e das ocorrências de denúncias ambientais feitas à Gerência Executiva de Fiscalização Ambiental e Urbanística da Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB) de Mossoró.

Verificou-se junto ao Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Norte (SEBRAE) o tipo de consultoria e parceria realizada com as empresas de lava-jato desta cidade e informações como: número de empresas atendidas e situação destas empresas quanto ao processo de licenciamento ambiental.

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), o serviço de lavagem automotiva, possui CNAE 452005 e apresenta 84 empresas registradas na Receita Federal, localizadas em Mossoró, das quais 34 procuraram o SEBRAE para receber orientações. Dentro deste campo amostral, das empresas atendidas pelo SEBRAE, foram selecionados, aleatoriamente, 13 empreendimentos, que serviram de base para a realização desta pesquisa, onde se aplicou um questionário com perguntas abertas.

### **4.2 ENTREVISTAS**

Foram realizadas entrevistas estruturadas, compostas de formulário com 12 perguntas abertas e ordenadas para a obtenção de informações específicas. Elas foram realizadas no período de fevereiro a julho de 2014.

Foram coletados dados para uma análise dos possíveis impactos causados ao meio ambiente por esse tipo de atividade, como: número de veículos lavados por semana, quantidade consumida de água e de detergente, procedência da água empregada na lavagem e a existência de sistema de pré-tratamento das águas residuárias geradas nos

estabelecimentos estudados. Foi investigado se as empresas possuem licenciamento administrativo e ambiental.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DOS PARAMÊTROS

Foram selecionadas três empresas com características diferentes, dentro do campo amostral de empresas entrevistadas, para realização de análise físico-química do efluente gerado. A empresa 1 apresentando característica de lava jato padrão, lavando apenas caminhonetes, carros e motos; a empresa 2 prestando um diferencial relacionado a prevenção do meio ambiente e, assim como a empresa 1, lavando apenas caminhonetes, carros e motos; a empresa 3 por lavar veículos de grande porte. Os parâmetros foram avaliados através de análise estatística descritiva e análise estatística paramétrica, submetendo-se os dados à análise de variância e utilizando o teste de Tuckey a 5% de probabilidade, por ser um teste de comparação de média, bastante rigoroso e de fácil aplicação. O Teste de Tuckey é utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento.

Todas as empresas estudadas usam a lavagem tipo a jato manual, onde se lava o veículo utilizando uma mangueira com jatos de alta pressão de ar e água, aplicação manual de xampus, desengraxantes e finalizando com enxágue. Todas com sistema de tratamento de separação de água e óleo.

Foram coletadas amostras na fonte geradora (empresas de lavagem de veículos) durante três semanas, sendo um lava jato por semana e três dias consecutivos de coleta.

Em cada empresa foram coletadas sete amostras, sendo três amostras de águas residuárias em seu estado bruto (denominada nesta pesquisa como água bruta) e mais três de águas residuárias tratadas (denominada nesta pesquisa como água tratada) e uma prova em branco (água limpa utilizada), totalizando vinte e uma amostras em todos os empreendimentos.

As coletas, da água bruta, foram realizadas no *box* de lavagem dos veículos, antes da caixa separadora (Figura 1A e Figura 1B), em baldes (Figura 2A e Figura 2B), de forma que contemplou-se as diversas etapas do processo de lavagem. Em seguida, a água foi acondicionada em recipientes de vidro âmbar ou garrafas pets conforme as determinações dos procedimentos de cada parâmetro e transportadas em isopor com gelo (Figura 2).



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 1. Local onde foram realizadas as coletas - *box* de lavagem dos veículos



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 2. Coletas realizadas em baldes, transferidas para recipientes apropriados e transportadas para o laboratório em isopor com gelo

E as coletas da água tratada, foram realizadas no ultimo tanque de tratamento (Figura 3A e Figura 3B).



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 3. Local onde foram realizadas as coletas a água tratada, tanques de tratamento

Em seguida as amostras, de água tratada, foram acondicionadas garrafas pets e vidros Âmbar, conforme a recomendação técnica para cada parâmetro a ser analisado. E foram armazenadas em isopor com gelo e encaminhadas para o Laboratório de Eletroquímica e Química Analítica (LEQA), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), onde foram realizadas todas as análises.

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: turbidez, temperatura, sólidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos, pH, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total e fósforo total. Todos os parâmetros foram analisados seguindo as recomendações técnicas descritas no *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*, conforme descrito na Tabela 6.

Tabela 6. Características e métodos utilizados

Características	Métodos utilizados
Óleos e graxas	Gravimétrico (APHA et al., 2005)
DBO	Titulação Iodo métrica (APHA et al., 2005)
DQO	Método Espectrofotométrico (APHA et al., 2005)
ST e frações	Gravimétrico (APHA et al., 2005)
Ph	Potenciométrico (APHA et al., 2005)
Nitrogênio total – NT	Método Espectrofotométrico (APHA et al., 2005)
Fósforo total – P-total	Método Espectrofotométrico (APHA et al., 2005)
Turbidez	Determinação Espectrofotométrico (APHA et al., 2005)

Os valores encontrados foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N° 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, a qual estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no artigo 16°.

### 4.3.1 Análises Físico-Químicas

#### 4.3.1.1 Turbidez

As análises foram feitas em turbidímetro (TB 1000 p, marca MS Tecnozon) previamente calibrado, seguindo protocolo descrito no manual do aparelho, conforme apresentado nas Figuras 4A e 4B.



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

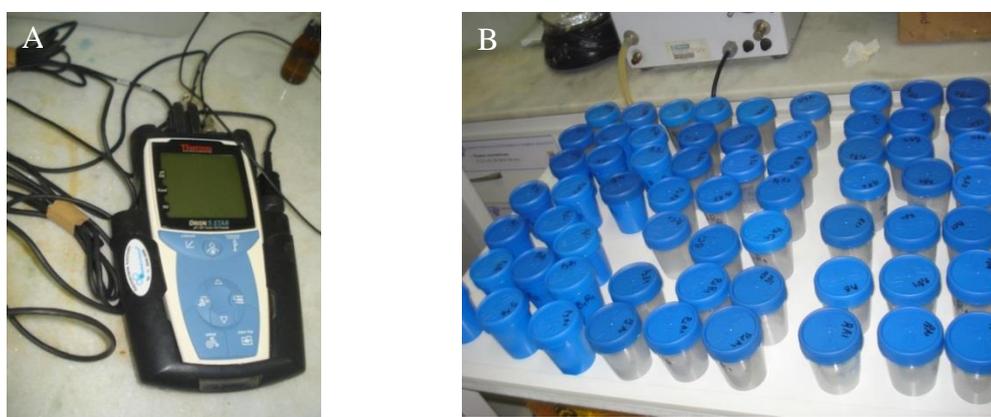
Figura 4. Turbidímetro para leitura da Turbidez

#### 4.3.1.2 Temperatura

A temperatura foi verificada com termômetro de bulbo seco, com escala em grau Celsius.

#### 4.3.1.3 Potencial Hidrogênionico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD)

Para estes parâmetros foram feitas leituras em triplicata, utilizando-se um medidor multiparamétrico portátil, marca ORION, modelo 5 STAR, previamente calibrado (Figuras 5A e 5B).



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 5. Sistema para análise de pH e OD

#### 4.3.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>)

A análise de DBO foi feita em um prazo máximo de oito horas, conforme descrito na literatura.

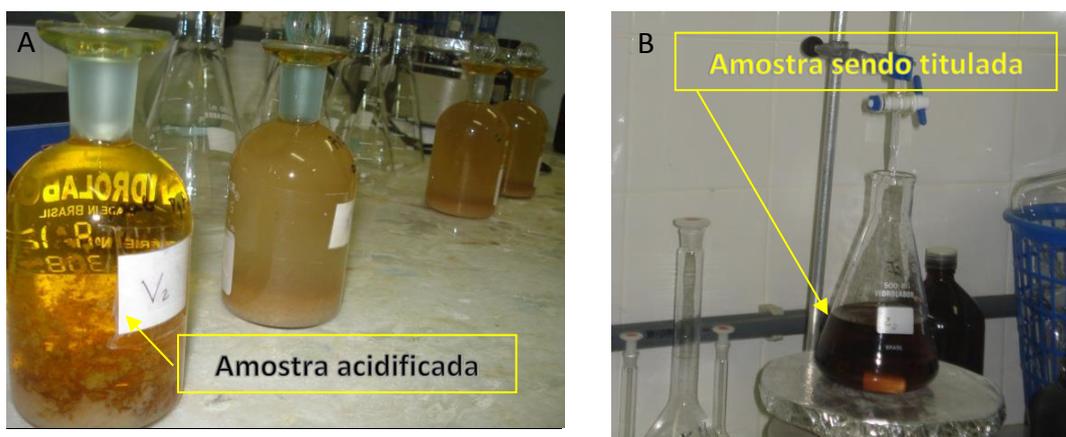
Em função do elevado teor de matéria orgânica nas amostras, as leituras foram realizadas em um intervalo de três dias, com posterior correção dos valores (Tabela 7). Para isso, foram adicionados 10 mL das amostras em dois frascos de DBO com volume igual ou aproximado; completaram-se os volumes dos frascos, seguido da sua vedação, evitando a formação de bolhas.

Tabela 7: Fator de correção do tempo de incubação para DBO<sub>5</sub>

Tempo de Incubação	Fator(F)
3 dias	1,360
4 dias	1,133
5 dias	1,000
6 dias	0,907
7 dias	0,850

Fonte: Manual de análises LEQA.

Em uma das alíquotas, foi feita a análise iodométrica imediata, adicionando-se 1 mL de cada um dos reativos fixadores de oxigênio (KI e MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O), 2mL de ácido sulfúrico e 1 mL de amido (Figura 6). A outra alíquota foi mantida em incubadora por três dias à 20°C, selado diariamente com água destilada, e posteriormente analisada, seguindo o mesmo protocolo descrito.



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).  
Figura 6. Análise de DBO

Os cálculos foram realizados utilizando-se a Equação 1.

$$\frac{V_{\text{TIT}} \times [\text{TIT}] \times 8000 \times F_d}{V_{\text{amostra}}} \quad (1)$$

Onde;

$V_{\text{TIT}}$  é o volume do titulante, ao qual foi gasto durante a titulação.

$[\text{TIT}]$  é a concentração do titulante previamente padronizado.

$F_d$  é o Fator de diluição, o qual é utilizado para ajustar ao quinto dia de DBO. Os resultados são expressos em  $\text{mgL}^{-1}$ .

A DBO5 é obtida pela diferença entre os valores obtidos para as duas alíquotas, conforme a Equação 2.

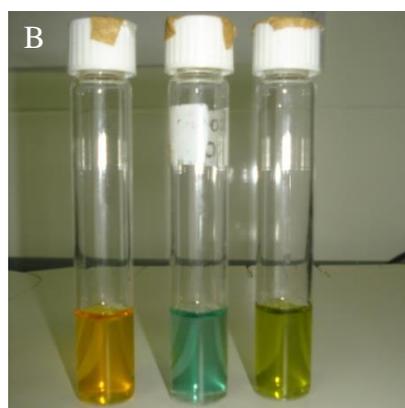
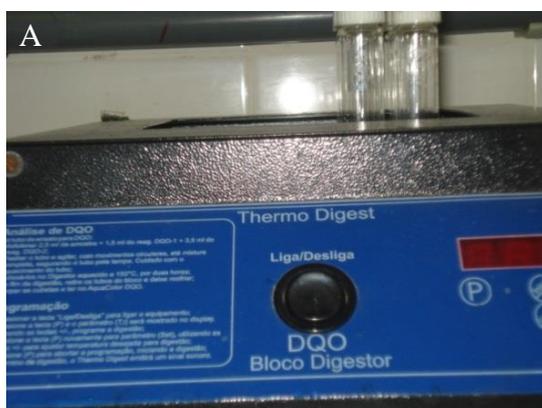
$$\text{DBO5} = \text{O2 inicial} - \text{O2 final} \quad (2)$$

#### 4.3.1.5 Determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Foi feita a curva analítica de DQO ( $20\text{-}800 \text{ mgL}^{-1}$ ) para leitura no espectrofotômetro.

Foi adicionado, inicialmente, 2,0mL da amostra pura, em seguida adicionou-se 1,5 mL da solução de digestão (dicromato de potássio e sulfato de mercúrio) ao tubo de DQO e 3,5 mL da solução de ácido sulfúrico e sulfato de prata e posteriormente foi feita a agitação. Preparou-se, também o branco com 2,0 mL de água destilada.

Ligou-se previamente o digestor até atingir a temperatura de  $150^\circ \text{C}$  em seguida introduziram-se as amostras. Aguardou-se o período de digestão de 120 min e após as amostras resfriarem-se foi feita a leitura no espectrofotômetro (Figuras 7A e B).



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 7. Digestão a  $150^\circ \text{C}$  e amostra digerida para posterior leitura no espectrofotômetro

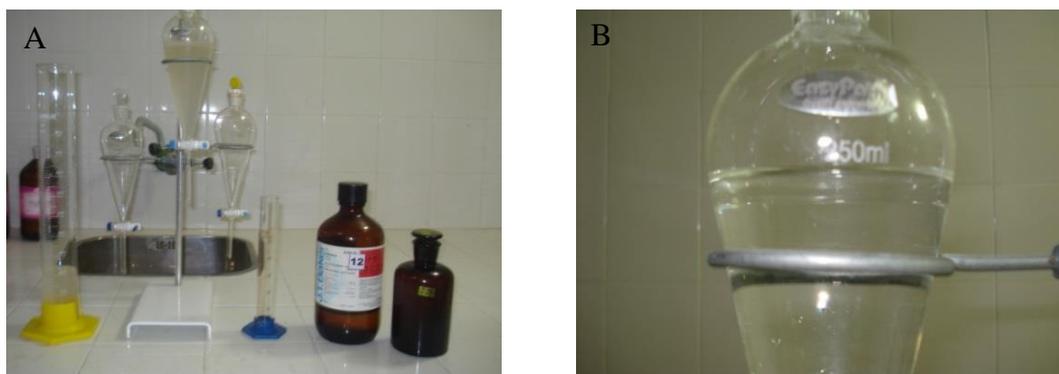
#### 4.3.1.5. Teor de Óleos e graxas (TOG) - Método gravimétrico

As amostras para determinação de óleos e graxas foram acondicionadas em vidros âmbar. As amostras foram acidificadas, com 5 mL ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$  depH2) e armazenadas em refrigerador até o dia da determinação.

A técnica de gravimetria compreende a extração por solventes da fase orgânica da fase aquosa utilizando 10 mL de n-hexano (Figuras 8A e 8B).

A fase orgânica recolhida dentro de um cadinho e aquecida, para provocar a evaporação de todo líquido não oleoso. Em seguida determinou-se a massa final e realizou-se o cálculo, com a Equação 3.

$$TOG = 1.000.000 \times \left[ \frac{(\text{massa final} - \text{massa inicial})}{\text{volume da amostra}} \right] \quad (3)$$



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

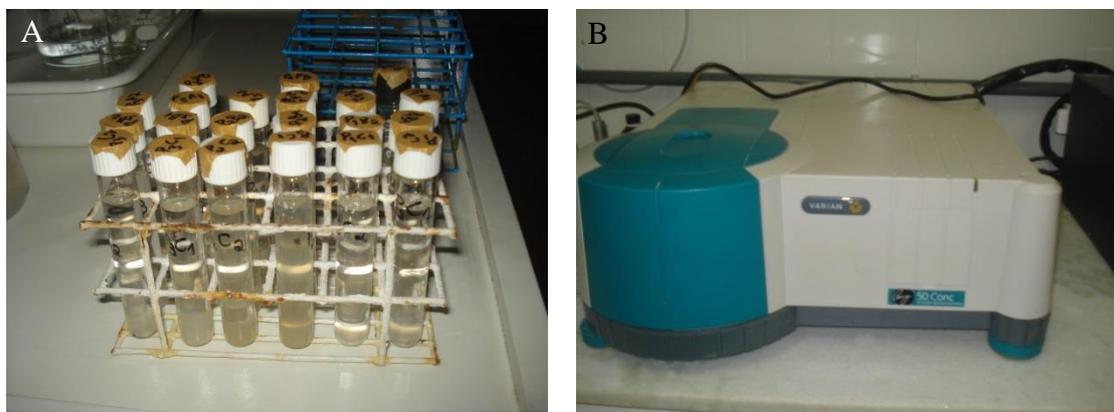
Figura 8. Extração por solventes, fase orgânica da fase aquosa utilizando 10 mL de n-hexano

#### 4.3.1.7 Determinação de Nitrato

##### **Suspensão de hidróxido de alumínio.**

Em copo de Becker de 2 L adicionou-se 125g de sulfato de alumínio e amônio,  $Al(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  em 1 L de água destilada isenta de nitritos (Milli-Q). Aqueceu a  $60^\circ C$  e adicionou-se 55 mL de solução de  $NH_4OH$ , lentamente e com agitação. Deixou-se a mistura em repouso por uma hora, descartou-se e lavou-se o precipitado por várias vezes. Foi removido o máximo do sobrenadante possível, deixando a solução concentrada.

Em 100 mL da amostra, adicionou-se 2,0mL de suspensão de hidróxido de alumínio, após agitar e decantar. Fez-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 220nm e 275nm (Figuras 9A e 9B).

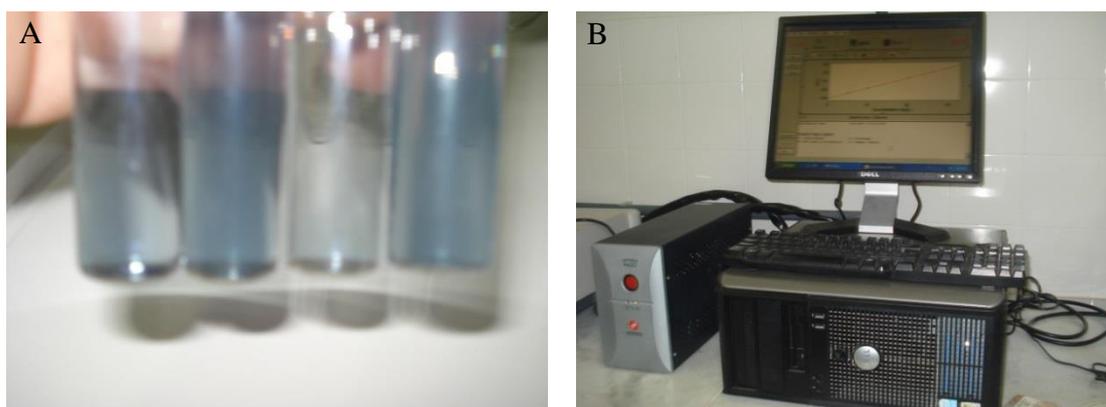


Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 9. Espectrofotômetro com comprimento de onda de 220nm e 275nm

#### 4.3.1.8. Determinação de Fósforo Total

Foi Transferido 10,0 mL de amostra para tubos de ensaio, em seguida adicionou-se 1,0 mL de solução saturada de persulfato de potássio. Os tubos de ensaio, foram fechados, com tampa de teflon e aquecidos em autoclave, à 120°C e pressão de 1,0 atm, durante 1 hora. Após resfriar a temperatura ambiente, adicionou-se 1,0 mL de reagente misto, preparado e se esperou o desenvolvimento da cor azul, leu-se a absorbância a 882nm, em cubeta de 1,00cm, em Espectrômetro de absorção atômica (Figura 10).



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 10. Desenvolvimento da cor azul e espectrômetro de absorção atômica

#### 4.3.1.9 Determinação de Sólidos Totais (Inorgânicos e Orgânicos)

Lavou-se bem os cadinhos, em seguida, foram aquecidos em uma mufla à temperatura de 600°C por duas horas. Deixou-se resfriar na própria mufla até 100°C e em seguida transferiu-os para o dessecador contendo sílica gel para serem resfriados até temperatura ambiente sem contato com o ar;

Os cadinhos foram pesados em balança analítica. Este peso para efeito de cálculo é chamado de Mc (massa do cadinho).

Transferiu-se 50 mL de água a ser analisada para o cadinho sem nenhum contato manual com o mesmo e em seguida, os cadinhos foram levados para a estufa com o auxílio de uma pinça e manteve-se a uma temperatura de 105°C até completa evaporação do líquido (aproximadamente 12 horas);

Em seguida, os cadinhos foram transferidos com o uso de uma pinça para o dessecador, e os resfriou até temperatura ambiente sem contato com o ar;

Pesou-se novamente, este peso para efeito de cálculo é chamado de Mi (massa do cadinho após evaporação da água a 105°C). Em seguida foi realizado o cálculo conforme a Equação 4.

$$\text{mg Sólidos Totais} = \frac{[(M_f - M_c) \text{mg} \times 1.000]}{\text{Volume amostra (L)}} \quad (4)$$

#### 4.3.1.10. Determinação dos Sólidos Dissolvidos Totais, Orgânicos e Inorgânicos

As membranas foram previamente preparadas, colocando-se as mesmas em cápsulas de porcelana, levando-as inicialmente, para secagem em estufa (105°C) durante quinze minutos. Em seguida transferiu-se para o dessecador e determinou-se o peso PA da membrana.

Em seguida, introduziu-se a membrana preparada no sistema de filtração à vácuo (Figura 11A e 11B). Após agitação, transferiu-se 100 mL da amostra (medidos em proveta) para o sistema de filtração.



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).  
 Figura 11. Sistema de filtração a vácuo

Após filtração, a membrana foi colocada dentro da cápsula de porcelana, e retornou à estufa para secagem até peso constante. Ao manter o peso constante, dessecador e pesagem, determinando-se dessa forma o PB.

Os cálculos da quantidade dos Sólidos Totais foram realizados conforme a Equação 5.

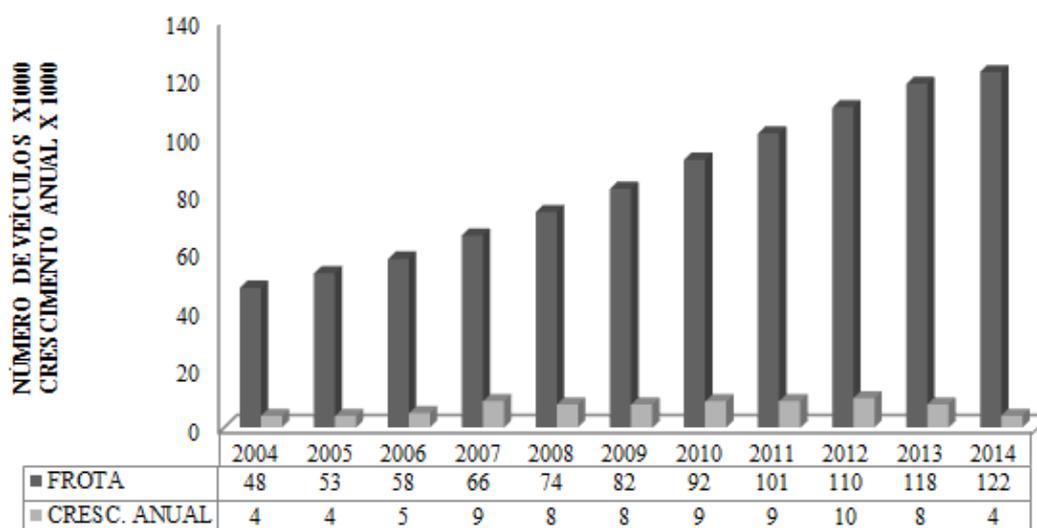
$$\text{mg sólidos dissolvidos} = \frac{(\text{PB} - \text{PA}) \text{ mg} \times 1.000 (\text{L})}{\text{Volume filtrado da amostra (L)}} \quad (5)$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 FROTA DE VEÍCULOS DE MOSSORÓ RN E O CONSUMO DE ÁGUA

#### 5.1.1 Levantamento da frota de veículos de Mossoró RN

Através do levantamento da frota de veículos de Mossoró RN, realizado junto ao Departamento Nacional de Transito (DENATRAN, 2014) no período de 2004 a 2014, foi possível verificar que a quantidade de veículos aumentou 61% nos últimos dez anos, apresentando um crescimento de 9% ao ano, conforme a Figura 12.



Fonte: DENATRAN (2014).

Figura 12. Crescimento da frota de veículos do município de Mossoró RN, no período de 2004 a junho 2014

#### 5.1.2 Consumo de água potável para manutenção da frota de veículos de Mossoró RN

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), para uma pessoa viver, diariamente, com o índice recomendado de higiene e bem-estar, precisa-se de 50 L de água por dia. No entanto, os dados fornecidos pela Agencia Nacional das Águas (ANA) mostram que o consumo per capita de água no Rio Grande do Norte em 2012 foi de 121,25 L/ hab./ dia, excedendo aproximadamente 71 L do recomendado pela OMS. O que torna mais preocupante a previsão feita pela Organização das Nações Unidas (ONU), que a demanda por água pode exceder em 44% os recursos anuais disponíveis até 2050.

Estudos realizados pelas grandes empresas de estacionamentos e postos de gasolina, concluíram que mais de 88% dos proprietários de automóveis com menos de dez anos de uso lavam seus carros com uma periodicidade de 15 dias e 53% o fazem semanalmente. Considerando os dados estatísticos do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2014) Mossoró possui até junho de 2014, 74.468 veículos com menos de dez anos de uso; considerando que, são lavados duas vezes por mês e que a média de consumo de água/veículo utilizada nos lava jatos de Mossoró é de 177 L/veículo, tem-se a geração, de uma quantia de água residuária, de 26.361.672 L/ mês ou 26.362 m<sup>3</sup>/mês, apenas dos veículos com menos de 10 anos de uso. Considerando 121.931 veículos, que é a frota total dos veículos de Mossoró, até junho de 2014 e apenas uma lavagem por mês para os veículos com mais de dez anos de uso, são 34.763 m<sup>3</sup> de água potável transformados em água residuárias possivelmente contaminada que estão sendo lançadas no ambiente. Este volume de água é o suficiente para suprir as necessidades de 381 famílias; com um módulo médio de cinco pessoas/família e consumindo o volume de 50 L/pessoa (OMS, 2003; Howard & Bartram, 2003) por um ano ou 4.635 famílias/mês. Este volume de água atenderia a população inteira de diversas cidades do Rio Grande do Norte que em função da estiagem, estão sendo abastecidas por carros-pipas, como o município de Ipueira, que seria abastecido por 11 dias com esse volume de água.

Os valores discutidos não levaram em consideração a água usada em empresas como as transportadoras, garagens de ônibus e postos de combustíveis que possuem lavadores de veículos.

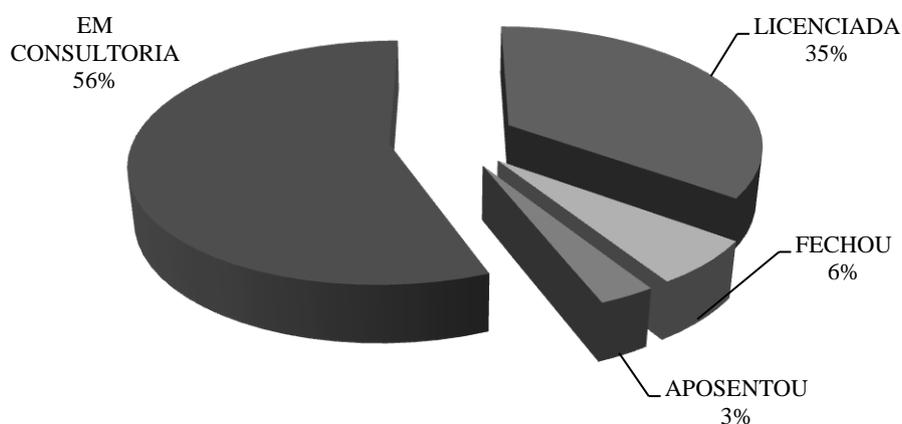
Essas proporções tendem aumentar considerando o crescimento econômico do Brasil. Segundo Leite (2014), diretor da agência de notícias especializada no setor automotivo AutoInforme, o Brasil tem 175 carros por mil habitantes, enquanto a Europa tem 500 e os Estados Unidos 800. A curto prazo o mercado de carros no Brasil é uma pequena decepção, mas a médio prazo o mercado deve retomar o crescimento anual entre 3% e 5%. A expectativa é que o Brasil vai caminhar para um índice entre 400 a 500 carros por mil habitantes.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.2.1 Consultoria SEBRAE

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), o serviço de lavagem automotiva, possui CNAE 452005 e apresenta 84 empresas registradas na Receita Federal, localizadas em Mossoró (65 são microempreendedores individuais e 19 são micro e pequenas empresas) (Brasil, 2014), das quais apenas 19% possuem licença ambiental.

Entre as empresas registradas em Mossoró, 34 procuraram o SEBRAE para receber orientações. O SEBRAE na consultoria subsidia 80% do valor do projeto para adequação do lava jato e o dono da empresa assume os 20% restante, mais os custos de execução do projeto. Dentre as empresas que procuraram o SEBRAE: 35% estão licenciadas; 6% fecharam; 3% dos empresários que receberam a consultoria deixaram a atividade, devido à aposentadoria; e 56% estão em fase de adequação, para iniciarem o processo de legalização ambiental. Como demonstra a Figura 13.



Fonte: Entrevistas realizadas no SEBRAE/Mossoró em junho de 2014.

Figura 13. Resultado da consultoria SEBRAE às empresas Lava jatos no município de Mossoró RN/2014

### 5.2.2 Empresas licenciadas e denúncias ambientais

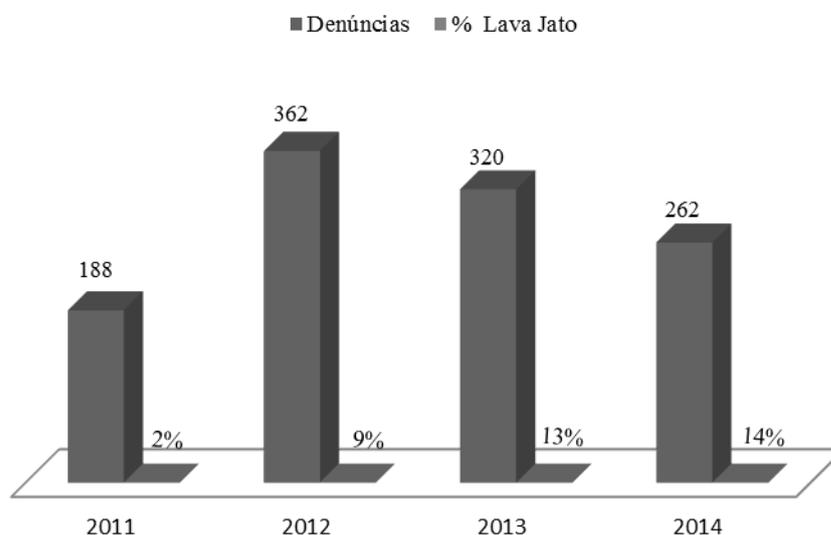
De acordo com o levantamento realizado na Gerência Executiva de Fiscalização Ambiental e Urbanística da Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB) de Mossoró, foram analisadas informações quanto ao licenciamento ambiental e quanto às denúncias relacionadas à lava jatos, feitas pela população.

### 5.2.2.1 Empresas licenciadas

Verificou-se que das empresas licenciadas na cidade de Mossoró, 75% receberam consultoria do SEBRAE. Ao dar entrada ao processo de licenciamento, as empresas demoram, em média oito meses, até receberem a licença. Esse tempo ocorre em função da adequação da empresa a legislação ambiental vigente. Todas as empresas deram entrada ao processo de Licença de Regularização de Operação, isto é, de caráter corretivo e transitório, destinada a disciplinar, durante o processo de licenciamento ambiental, o funcionamento de empreendimentos e atividades em operação e, ainda, não licenciados, sem prejuízo da responsabilidade administrativa cabível (Rio Grande do Norte, 2014). As empresas procuraram o licenciamento após denúncias e ou após orientações recebidas do SEBRAE e da SEMURB.

### 5.2.2.2 Denúncias ambientais

Quanto às denúncias relacionadas à lava jatos, feitas pela população, verificou-se que houve um aumento ao longo dos últimos quatro anos, conforme a Figura 14, com informações até o mês de julho de 2014.



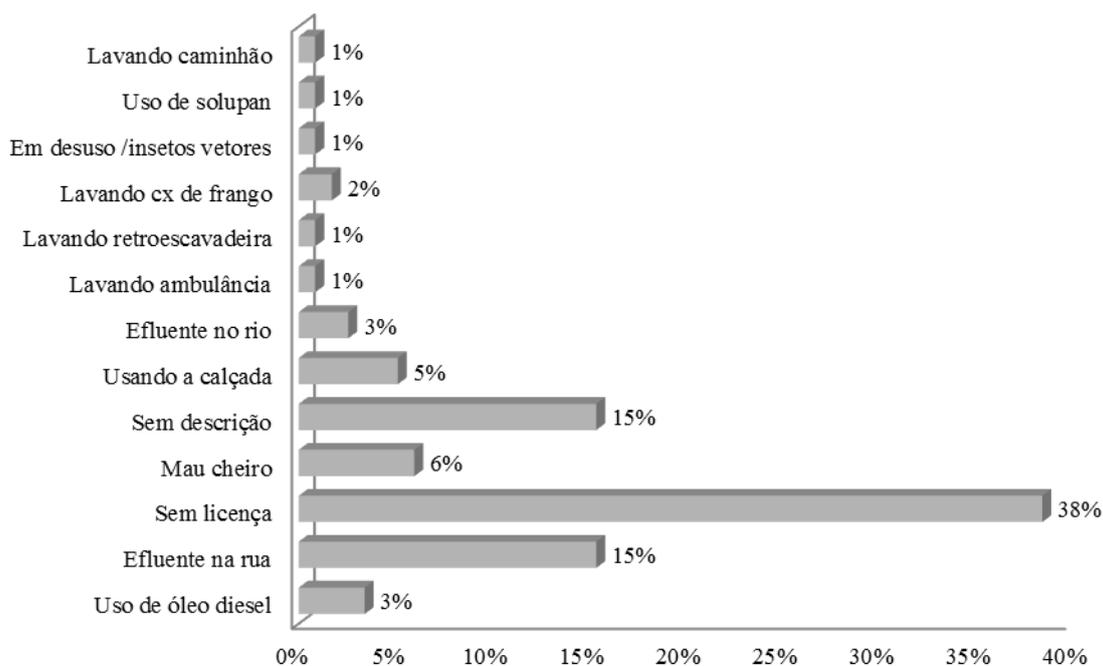
Fonte: SEMURB (2014).

Figura 14. Denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró RN entre 2011 e julho de 2014

As denúncias realizadas entre os anos de 2011 a 2014 vieram dos diversos bairros da cidade, como mostra a Figura 15. São anônimas e podem ser denúncias: de possíveis

empresários que investiram para licenciar seus empreendimentos; da população, devido ao acesso ao órgão responsável e também devido à conscientização sobre os direitos ambientais, o que é verificado quando a população faz denúncias relacionadas ao excesso de ruído, lançamento de efluentes em vias públicas, falta de licenciamento ambiental, contaminação com óleo, mau cheiro, lavagem de produtos não convencionais como: caixa de frango, ambulância, retroescavadeiras, caminhões. As denúncias podem vir dos próprios funcionários, quando os mesmos são expostos a produtos que podem prejudicar sua saúde, como o uso de produtos como Solupan, que é um desengraxante alcalino de alta toxicidade e com grande potencial corrosivo.

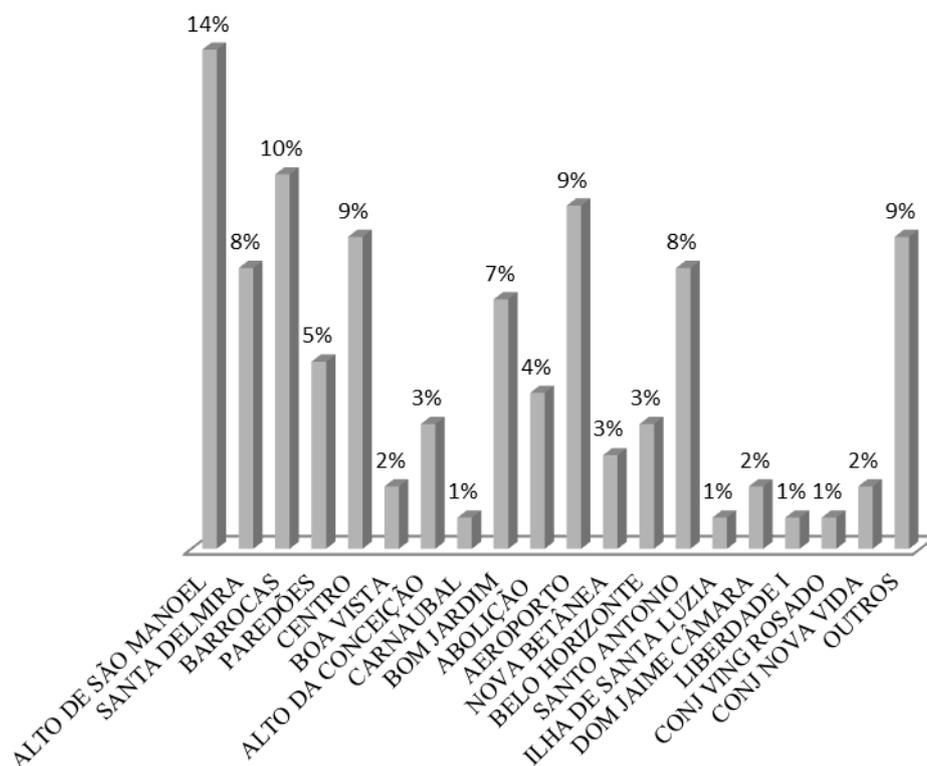
Notou-se que 38% das denúncias referem-se à execução de atividade sem licença, 15% estão relacionadas ao lançamento de efluente nas vias públicas; 8% referem-se à poluição sonora proveniente do uso do compressor que proporciona o jato de água e do aspirador de pó; 6% dos denunciante apresentaram insatisfação quanto ao mau cheiro gerado; o uso da calçada foi o motivo de 5% das denúncias; o lançamento do efluente no rio incomodou a população gerando 3% das denúncias e o mesmo percentual refere-se ao uso de óleo diesel. Lavagem de produtos não convencionais como caminhão, ambulância (risco biológico) caixas de frango e retroescavadeira representaram 5% das denúncias. O uso de solupan correspondeu a 1% das denúncias.



Fonte: SEMURB (2014).

**Figura 15.** Tipos de denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró RN

Quanto à localização dos lava jatos denunciados, evidenciou-se na Figura 16, que 14% das denúncias estão relacionadas a empresas instaladas no bairro Alto de São Manoel, seguidas do bairro Barrocas com 10%, Centro e Aeroporto com 9%, Santo Antônio e Santa Delmira com 8% entre os demais que apresentaram percentual de denúncias inferiores a 8%.



Fonte: SEMURB (2014).

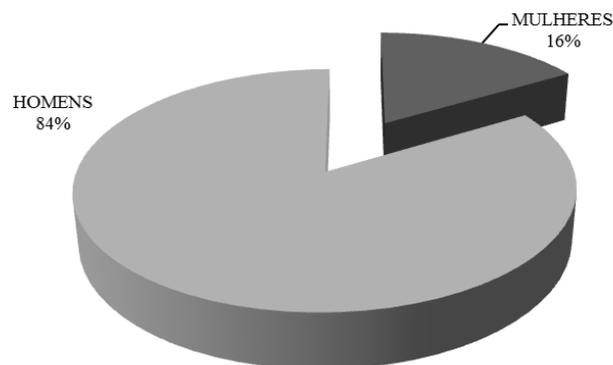
**Figura 16.** Bairros e denúncias realizadas à SEMURB, relacionadas a empresas lava jato no município de Mossoró RN

## 5.3 ENTREVISTAS

### 5.3.1 Recursos Humanos

#### 5.3.1.1 Recursos Humanos quanto ao Gênero

Apenas 46% dos estabelecimentos entrevistados possuem mulheres contratadas em seu quadro de funcionários. Representando 16% dos trabalhadores contratados nos lava jatos; enquanto os homens, com 84%, representam a maioria dos trabalhadores, conforme a Figura 17.



Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

Figura 17. Trabalhadores quanto ao gênero nas empresas lava jato no município de Mossoró RN

#### 5.3.1.2 Garantias ao trabalhador

Os funcionários de apenas 31% dos lava jatos entrevistados são registrados. Portanto, do total de trabalhadores que atuam nas empresas entrevistadas, apenas 26% são registrados, isto é, recebem seus direitos trabalhistas e tem previdência social.

Evidenciou-se que 69% dos proprietários afirmam que a maior dificuldade encontrada nesta atividade é a falta de mão de obra qualificada e disponível. Quanto à falta de registro dos funcionários 93% afirmaram que é devido aos elevados custos tributário e 8% afirmaram que os trabalhadores não querem que assinem suas carteiras para não perder a Bolsa Família.

#### 5.3.1.3 Riscos da Atividade

A atividade de lavagem de veículos apresenta Código Nacional de atividade Econômica (CNAE) 452005, que a caracteriza na Norma Regulamentador 4 como uma atividade com Grau de Risco (GR) 3, onde a maior graduação é 4. Portanto uma atividade que representa risco ao trabalhador. Entre as empresas pesquisadas, apenas uma fornece Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para o seus funcionários; esse baixo percentual de fornecimento de EPI, também, foi observado por Neves (2010) em São Carlos- SP, onde apenas 4% dos estabelecimentos estudados fornecem EPIs para os funcionários.

Quanto à proteção contra incêndio, apenas as empresas licenciadas apresentaram em seus estabelecimentos equipamentos de prevenção e combate a incêndio como extintores e sinalização de segurança.

Quanto ao Fator Acidentário de Prevenção (FAP) esta atividade econômica contribui com taxa de 2% calculados sobre o total das remunerações pagas aos segurados empregados e trabalhadores avulsos.

A proteção acidentária é determinada pela Constituição Federal - CF como a ação integrada de Seguridade Social dos Ministérios da Previdência Social - MPS, Trabalho e Emprego - MTE e Saúde - MS. Essa proteção deriva do art. 1º da Constituição Federal que estabelece como um dos princípios do Estado de Direito o valor social do trabalho. O valor social do trabalho é estabelecido sobre pilares estruturados em garantias sociais tais como o direito à saúde, à segurança, à previdência social e ao trabalho. O direito social ao trabalho seguro e a obrigação do empregador pelo custeio do seguro de acidente do trabalho também estão inscritas no art. 7º da CF/1988.

### 5.3.2 Recursos naturais e materiais

#### 5.3.2.1 Quanto à procedência da água utilizada

Observou-se na Tabela 8 que a maioria das empresas utiliza água fornecida pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Rio Grande do Norte (CAERN), 31% das empresas entrevistadas usam água de poço, adquirida de carro pipa e apenas 8% utiliza água proveniente de poços e fornecida ela CAERN, simultaneamente.

Tabela 8. Procedência da água utilizada nos lava jatos

Procedência da água utilizada nos lava jatos	Lava jatos (%)
Poço (Carro Pipa)	31
CAERN	62
CAERN/ Poço	8

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

Em outros países e em outras regiões do Brasil, os estudos realizados identificaram maior percentual na utilização de água de poços artesianos, águas pluviais e água de reúso. Como verificado na cidade de São Paulo por Morelli (2005), onde as empresas transportadora de passageiros utilizam piscinões para captação de águas pluviais e sistema de tratamento que propiciam a recirculação do efluente; sendo a recirculação,

também, usada em lava rápidos, bem como, a aplicação de 70 a 80% de água de reúso na água de lavagem.

Águas utilizadas, nas empresas de lavagem de veículos do Kuwait, são provenientes de dessalinizadores; Al.Odwani (2006) realizou estudos sobre a água residuária de lavagem de veículos, em função do Kuwait, depender quase totalmente da indústria de dessalinização para a produção de água doce para todas as aplicações e atividades.

Costa et al. (2007) estudando os impactos ambientais dos lava-jatos de Campina Grande PB – mostraram que a procedência da água utilizada pela maioria dos lava jatos pesquisados é proveniente de poços (água subterrânea), apenas 7,5% utilizam água da fornecedora de água e esgoto estadual e um pequeno percentual 5% armazena água pluvial para essa finalidade, este último não foi verificado nos lava jatos pesquisados em Mossoró.

Em Toledo-PR Zinnermann (2008) verificou que apenas 3% dos estabelecimentos estudados utilizam água proveniente da rede pública, 26% utilizam água proveniente de poço artesiano, 20% utilizam água proveniente da rede pública e poço artesiano e 31% utilizam água proveniente de poço artesiano e águas pluviais.

Em estudo realizado na cidade de São Carlos-SP, em estabelecimentos de lavagem automotiva, Neves (2010) observou que 100% dos estabelecimentos utilizam água da rede pública de abastecimento e apenas um lava-rápido possui sistema de calhas para reaproveitamento das águas pluviais.

Em 2010 em Pernambuco foi sancionada a lei nº 17.606, que obriga todos os estabelecimentos de lavagem de veículos a instalarem sistema de reservatório e captação de água pluvial. Com o mesmo objetivo, entrou em vigor no Estado do Espírito Santo a Lei nº 9.439/2010, que obriga postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras a instalar sistema de tratamento e reutilização da água usada na lavagem dos veículos, equipamentos e instalações.

### 5.3.2.2 Volume de água utilizado

Entre os entrevistados todos informaram a quantia de água utilizada, no entanto não possuem controle sistemático sobre a água gasta e efluente gerado. Os valores de água gasta para lavar um carro estão expressos na Tabela 9. No estudo realizado por Costa et al. (2007) em Campina Grande, notou-se que o maior volume gasto foi de 500 L/veículo em 10% dos estabelecimentos entrevistados, volume 20% superior ao máximo usado

em Mossoró RN. No entanto, o volume mínimo utilizado é 10 L/ veículo, também em 10% dos estabelecimentos entrevistados, 73% inferior ao volume mínimo utilizado em Mossoró que é 37 L/veículo.

Tabela 9. Volume água utilizada nos lava jatos

Água(L)/ veículo	Lava jatos (%)
37	8
42	8
52	8
101	8
135	8
143	8
159	8
168	8
213	8
238	8
300	15
412	8

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014). Média 177 L/veículo.

Apenas 16% dos lava jatos de Mossoró utilizam o 50 a 100 L de água por veículo, essa média foi observada no Kuwait por Al. Odawani (2006). Valores aproximados foram observados por Rosa et al. (2011), em Campina Grande, 30 a 100 L de água/veículo. Boussu et al. (2006) observaram que 160 L/veículo são utilizados na Bélgica.

O consumo de água nesta atividade varia com o tipo de veículo (carro, caminhão, ônibus), o tipo de lavagem, a atividade do veículo (urbana ou rural) e a quantidade de sujidades presentes no veículo (Etchepare, 2012). A Tabela 10, adaptada de Teixeira (2003), apresenta o consumo médio de água em cada um destes métodos de lavagem nos Estados Unidos. Evidenciou-se-se que o volume gasto por veículo em lava jatos nos Estados Unidos é inferior ao volume gasto nos lava jatos de Mossoró, apenas 15% das Empresas pesquisadas gastam em média esse volume de 75L/ veículo.

Tabela 10. Consumo médio de água em função do método de lavagem de veículos nos Estados Unidos. (Teixeira, 2003)

Tipo	Capacidade (veículos/dia)	Volume (L/veículo)	Descarga (m³/dia)	Perdas (evaporação e outras) (L/veículo)
Túnel	100-600 (média: 250)	262	75,7	7-30
Rollover	10-150 (média: 75)	112-168	11,4	7-30
Jato manual	40-96 (média: 64)	75	19,9	*

Fonte: Teixeira (2003).

\*valores variáveis. O sistema suporta de 5 a 12 carros por hora e, por não ser automático, o volume utilizado depende do operador.

### 5.3.2.2 Número de veículos lavados por semana nos lava jatos pesquisados

Verificou-se que 31% das empresas pesquisadas lavam, semanalmente, 60 veículos e as demais empresas variam entre 20 a 160 veículos semanais.

Rosa et al. (2011) usaram o número de veículos lavados como fator determinante do seu campo amostral para realização das análises, considerando o valor máximo de 40 veículos lavados por semana, valor inferior ao maior percentual (31%) encontrado em Mossoró que foi de 60 veículos por semana (Tabela 11). Este percentual também supera os valores encontrados por Costa et al. (2007), onde o maior percentual (27,5%) lava em média 40 veículos por semana. Zinnermann (2008) observou 70 veículos por semana, Neves (2010) 50 veículos por semana e Soeiro (2014) constatou 300 veículos/semana sendo lavados em Natal-RN.

Tabela 11. Número de veículos lavados por semana nos lava jatos

Veículo lavado/semana	Lava jatos (%)
20	8
25	8
35	8
42	8
50	8
60	31
80	8
108	8
150	8
160	8

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014). Média 70 veículos/semana.

Observou-se, em Mossoró, que os postos onde a mão de obra utilizada é de origem familiar, ocorrem maior produtividade, em relação aos estabelecimentos, onde o proprietário tem uma função apenas gerencial. Verificou-se também, que em algumas empresas que apresentaram grande fluxo de lavagem de veículos, foram informados valores inferiores a realidade.

Na Tabela 6 adaptada de Teixeira (2003), apresenta o número de veículos lavado por dia nos Estados Unidos, observou-se que a capacidade de lavagem de 64 veículos por dia é superior aos valores encontrados de 12 veículos/dia nos lava jatos de Mossoró. Quanto a esses valores tem que ser feita uma avaliação mais detalhada considerando os métodos e técnicas utilizadas no processo de lavagem, bem como o mercado potencial de cada área.

### 5.3.2.3 Quantidade de shampoo automotivo utilizado

As empresas lava jatos usam em média 96 L de shampoo automotivo por mês; 30% das empresas usam entre 40 e 60 L por mês (Tabela 12), 15% usam 120 L e as demais usam valores variados, com um mínimo 20 L e no máximo 200 L (15%) de shampoo por mês. O percentual de empresas que não usam shampoo automotivo, afirmaram usar 42 L de detergente comum por mês. Rosa et al. (2012) observou que a maioria das empresas estudadas (40%) utilizam 30 a 40 L de detergente por mês.

Tabela 12. Quantidade de shampoo automotivo utilizado nos lava jatos por mês.

Shampoo (L) /mês	Lava jatos (%)
0	8
20	8
50	8
40	15
60	15
80	8
120	15
160	8
200	15

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014). Média 96 L/mês.

Observou-se que 23% das empresas utilizam 0,20 L de shampoo automotivo por veículo, 15% utilizam 0,40 L e as demais usam valores variáveis entre 0,08 e 2 L por veículo (Tabela 13).

Tabela 13. Quantidade de shampoo automotivo utilizado nos lava jatos por veículo

Shampoo (L) /veículo	Lava jatos (%)
0	8
0,08	8
0,14	8
0,20	23
0,25	8
0,29	8
0,33	8
0,40	15
0,5	8
2,00	8

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

O valor 2 L por veículo não corresponde à realidade; como foi citado ao analisar o número de veículos lavados por semana; notou-se que algumas empresas que apresentam um grande fluxo de lavagem de veículos, informaram valores inferiores a realidade prática observada e as quantias de shampoo reais resultaram no consumo superestimado do produto.

O consumo médio de shampoo automotivo por veículo usado nos lava jatos de Mossoró é 0,3 L. Esse valor médio supera o encontrado, em Campina Grande, por Costa et al. (2007) que foi 0,15 L por veículo. Conforme informações fornecidas durante as entrevistas, os shampoos automotivos são biodegradáveis, deixando-os confortáveis para usar o dobro do produto usado em Campina Grande. Foram citados três fabricantes de shampoos automotivos, um dos quais é usado por 77% dos estabelecimentos pesquisados, apresentando características que em grandes quantidades contamina a água, solo e ar. Além disso, causa danos à flora e a fauna, embora seja 95% biodegradável.

#### 5.3.2.4 Outros produtos utilizados no processo de lavagem

Quanto ao uso de outros produtos, foi verificado que 31% das empresas usam desengraxante, que é Detergente Desincrustante Ácido, com pH variando de 3,5 a 4,5. Foi constatado o uso de Polidor, Glicerina e Óleo Mineral por 23% dos lava jatos (Tabela 14). O Sabão em pó é usado por 15% dos lava jatos e 8% usam detergente comum, soda cáustica e óleo lubrificante.

Tabela 14. Outros produtos utilizados nos lava jato

<b>Produto</b>	<b>Lava jatos (%)</b>
Desengraxante	31
Detergente	8
Sabão em Pó	15
Polidor	23
Glicerina	23
Soda Cáustica	8
Óleo Mineral	23
Óleo lubrificante	8

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

Neves (2010) em estudo realizado em São Carlos, no Estado de São Paulo constatou que 60% dos postos utiliza o Solupan, um produto questionável quanto a segurança, não somente ambiental, mas também no que diz respeito a saúde do trabalhador. Este

produto não foi citado, nas entrevistas realizadas, entre os produtos usados em Mossoró RN. No entanto foi objeto de denúncia junto a SEMURB, correspondendo a 1% das denúncias realizadas (Figura 15).

### 5.3.3 Visão do Proprietário

#### 5.3.3.1 Tempo de atuação na atividade de lava jatos

Como mostra a Tabela 15, 69% dos administradores de lava jato estão atuando nesta atividade há menos de seis anos, 31% trabalham há mais de seis anos. Costa et al. (2007) também constataram um maior percentual com tempo de atuação menor que seis anos, indicando a expansão desses estabelecimentos em tempos recentes. Recentemente, em Campina Grande, o percentual de empreendedores está na faixa acima de cinco anos. E Rosa et al. (2012) constataram a maioria das empresas pesquisadas apresenta tempo de atuação no mercado inferior a oito anos (60%).

Tabela 15. Tempo de atuação na atividade de lava jatos

Tempo de atuação	Entrevistados (%)
Menos de 1 ano	8
De 1 a 5 anos	62
Acima de 5 anos	31

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

#### 5.3.3.2 Formalização do empreendimento

Observou-se que 85% do lava jatos entrevistados são formais e apenas 15% são informais. Rosa et al. (2012) observaram que a maioria das microempresas de lavagem de veículos de Campina Grande-PB não apresenta licença administrativa (66,7%) e ambiental.

Segundo o SEBRAE (2006), no Brasil, das 5,1 milhões de empresas formais, 98% são de micro e pequeno porte, responsáveis por 67% do pessoal ocupado no setor privado.

Nas empresas Lava Jatos de Mossoró esse percentual de formalização verificou-se pelas facilidades que foram providenciadas para que pequenos empreendedores saiam da ilegalidade. A partir de julho de 2009 existe no Brasil o Microempreendedor Individual (MEI ou EI), que faz parte da Lei Geral da Micro e Pequena Empresa. O MEI permite que manicures, costureiras, pintores, mecânicos, feirantes e outros profissionais possam se formalizar.

O registro é feito totalmente online, via Portal do Empreendedor e o único custo da formalização é o pagamento mensal de 5% do salário mínimo (R\$ 33,90), R\$ 5 de ISS (Imposto sobre Serviços) e R\$ 1 de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços). O MEI é enquadrado no Simples Nacional e fica isento dos tributos federais (Imposto de Renda, PIS, Cofins, IPI e CSLL).

Dentre as vantagens pode-se destacar: Cobertura previdenciária para o Empreendedor e sua família (auxílio-doença, aposentadoria por idade após carência, salário-maternidade, pensão e auxílio reclusão), com contribuição mensal reduzida 11% do salário mínimo, hoje R\$ 51,15. Com essa cobertura o empreendedor estará protegido em casos de doença, acidentes; além dos afastamentos para dar a luz no caso das mulheres e após 15 anos a aposentadoria por idade. A família do empreendedor terá direito à pensão por morte e auxílio-reclusão. E pode registrar até um empregado, com baixo custo - 3% Previdência e 8% FGTS do salário mínimo por mês, valor total de R\$ 51,15. O empregado contribui com 8% do seu salário para a Previdência.

#### 5.3.3.3 Opinião quanto o potencial poluidor da atividade

Na Tabela 16 consta que 85% dos empreendedores consideram que a atividade não polui em função dos cuidados que estão sendo tomados, como o uso de produtos biodegradáveis, construção das caixas separadoras e eliminação do óleo diesel no processo de lavagem e por não lavar carros grandes; 8% consideram que poluem devido o uso de óleo ou devido às condições que a água fica após a lavagem dos veículos. No estudo realizado por Costa et al (2007) apenas 32,5% dos entrevistados responderam que a atividade não polui e 5% afirmaram não saber se a atividade polui. Neves (2010) observou, nos lava-rápidos estudados, que a grande maioria dos funcionários desconhecem a legislação ambiental, observando a necessidade de investimento em educação ambiental. Rosa et al. (2012) verificaram que 45% dos proprietários responderam que “não”, enquanto 55% afirmaram que “sim”, quando questionados se as atividades de lavagem de veículos causavam algum tipo de impacto ambiental.

Tabela 16. Opinião quanto o potencial poluidor da atividade

Opinião	Entrevistados (%)
Polui, devido a água	8%
Polui, devido o óleo	8%
Não polui se trabalhar direito	85%

Fonte: Entrevistas realizadas no período de fevereiro a julho (2014).

#### 5.3.3.4 Dificuldades encontradas na atividade

Notou-se que 100% dos entrevistados afirmaram encontrar dificuldades na atividade; 77% apresentaram como dificuldade a falta de mão de obra qualificada, também observada por Costa et al.(2007), porém sem a mesma intensidade.

Evidenciou-se que 23% consideram que faltam incentivos, pois são muitos investimentos para perfeita adequação as normas ambientais e leis trabalhistas; 15 % sentem dificuldades quanto ao fornecimento de água. 40% das dificuldades listadas estão relacionadas, equitativamente, à: coleta deficiente de lixo, fiscalização exigente, falta de fiscalização nos lava jatos não licenciados, risco de acidentes com o carro do cliente, falta de comprometimento para seguir as orientações dadas e manter a qualidade dos serviços.

### 5.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS RESÍDUÁRIAS

#### 5.4.1 Estatística Paramétrica

##### 5.4.1.1 Dias de Coletas e parâmetros Físico-químicos analisados

Houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade entre os dias de coletas nos parâmetros pH e turbidez, nas respectivas águas brutas e tratadas.

No primeiro dia de coleta, observou-se diferença significativa quanto ao pH entre a água bruta e a tratada. No entanto, quanto a turbidez e temperatura, não foi encontrada diferença significativa em relação às águas bruta e tratada.

No segundo dia de coleta não houve diferença significativa entre a água bruta e tratada em todos os parâmetros analisados.

No terceiro dia, verificou-se que há diferença entre as águas bruta e tratada com relação ao pH e a turbidez, onde se observa uma redução substancial dos valores de turbidez. Esse dado comprova a ineficácia do processo de tratamento empregado, considerando que a diferença ocorreu apenas no terceiro dia. Quanto à temperatura não houve diferença significativa. A Tabela 17 apresenta os valores em discussão.

Tabela 17. Análise estatística quanto aos dias de coletas e parâmetros Físico-químicos na água bruta e na água tratada

Dias de coleta	pH		Turbidez (NTU)		Temperatura (°C)	
	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.
A	8,26 bA	7,78 aB	29,73 aA	21,18 aA	24,0 aA	24,0 aA
B	7,82 aA	7,66 bA	74,55 bA	87,00 bA	24,0 aA	24,0 aA
C	7,68 aA	7,98 aB	33,41 aA	00,65 cB	24,0 bA	24,0 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. pH: potencial de hidrogênio, Turbidez e Temperatura; A, B e C: primeiro, segundo e terceiro dias de coletas de cada lava jato; Bruta: águas residuárias; Trat.: água tratada.

#### 5.4.1.1.1 Dias de Coleta e Empresas estudadas quanto ao parâmetro pH

Observou-se na Tabela 18 que a segunda empresa apresentou pH com diferença significativa no primeiro dia em relação ao segundo e ao terceiro dias.

Tabela 18. Análise estatística quanto ao pH, dias de coletas e as empresas

Dias de coleta	1	2	3
A	8,26 bA	8,04 aB	7,82 aB
B	7,81 abA	7,46 bB	8,04 bA
C	8,13 bA	7,71 bB	7,64 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. pH: potencial de hidrogênio; 1, 2 e 3: empresas lava jato; A, B e C: primeiro, segundo e terceiro dias de coletas de cada lava jato.

A terceira empresa apresentou no segundo dia pH com diferença significativa em relação aos demais.

No primeiro dia (A) e terceiro dia (C) de coletas, houveram diferenças significativas entre o pH da empresa 1 em relação as demais empresas.

No segundo dia (B) de coleta houve diferença significativa entre o pH da empresa 2 em relação as demais empresas.

Embora o pH tenha apresentado diferenças significativas, em todas as empresas e alguns dias, os resultados denotam condições básicas, mantendo-se com valores uniformes em todas as empresas de lavagem de veículo e confirmando a presença de produtos de limpeza veicular com base alcalina.

#### 5.4.1.1.2 Dias de Coleta e Empresas estudadas quanto ao parâmetro Turbidez

Evidenciou-se na Tabela 19 quanto ao dia de coleta, que houve diferenças significativas apenas nas empresas 2 e 3; verificando-se na empresa 2, turbidez com valores superiores as demais empresas, diferenciando-se significativamente no segundo e terceiro dias. A empresa 3 apresentou turbidez inferior, com diferença significativa no primeiro dia.

Tabela 19. Análise estatística quanto o a Turbidez, dias de coletas e as empresas

Dias de coleta	1	2	3
A	29,48 aA	37,17 aA	5,12 aB
B	26,75 aA	57,67 aB	20,03 aA
C	20,13 aA	147,5 bB	25,94 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Turbidez; 1, 2 e 3: empresas lava jato; A, B e C: primeiro, segundo e terceiro dias de coletas de cada lava jato.

Essa variação da Turbidez ocorreu, provavelmente, em função da dinâmica existente entre a sujeira dos veículos lavados, os tipos de lavagens aplicadas (produtos usados), a manutenção dos sistemas de tratamento e o fluxo de lavagem, que são diferentes em cada posto e a cada dia.

Nos dias que ocorrem maiores fluxo de lavagem de veículos, pode haver uma maior turbulência nas águas do sistema, aumentando a movimentação de sedimentáveis e isso pode provocar o aumento da turbidez.

#### 5.4.1.1.3 Dias de Coleta e Empresas estudadas quanto ao parâmetro Temperatura

Observou-se através da Tabela 20 que não houve diferença significativa da temperatura entre os dias de coletas. E houve diferença significativa quanto ao parâmetro temperatura entre a terceira empresa e as demais empresas estudadas. No entanto, em todas as empresas, os valores de temperatura estão dentro dos padrões estabelecidos na resolução CONAMA 430/2011, isto é, menores que 40<sup>0</sup>C.

Tabela 20. Análise estatística quanto a Temperatura, dias de coletas e as empresas

Dias de coleta	1	2	3
A	24,5 aA	24,5 aA	23,0 aB
B	24,5 aA	24,5 aA	23,0 aB
C	24,5 aA	24,5 aA	23,0 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Temperatura; 1, 2 e 3: empresas lava jato; A, B e C: primeiro, segundo e terceiro dias de coletas de cada lava jato.

A temperatura varia naturalmente nas águas de acordo com a temperatura do ar, apresentando no Brasil valores entre 12 e 30<sup>0</sup>C. Aumentos significativos de temperatura nos corpos d'água são geralmente decorrentes de despejos de origem industrial e descargas de usinas termoelétricas (Radicchi, 2014).

#### 5.4.1.4 Dias de coletas e parâmetros físico-químicos analisados

Em todas as empresas estudadas verificou-se diferença significativa entre os parâmetros pH e Turbidez; a temperatura não apresentou diferença significativa.

Quanto aos dias de coleta o pH apresentou diferenças significativas em todos os dias. E a turbidez, apresentou diferença apenas no terceiro dia de coleta da empresa 2 e no primeiro dia de coleta da empresa 3. (Tabela 21).

Tabela 21. Análise estatística quanto aos dias de coletas, empresas e parâmetros estudados

Dias de coleta	pH			Turbidez			Temperatura		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	8,26 bA	8,04 aAB	7,82 abB	29,48 aA	37,17 aA	5,12 aB	24,5 aA	24,5 aA	23,0 aA
B	7,81 abA	7,46 bB	8,04 bA	26,75 aA	57,67 aB	20,03 aA	24,5 aA	24,5 aA	23,0 aA
C	8,13 bA	7,71 bB	7,63 aB	20,13 aA	147,5 bB	25,94 aA	24,5 bA	24,5 bA	23,0 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Dias de coletas, empresas e parâmetros estudados; 1, 2 e 3: empresas lava jato; A, B e C: primeiro, segundo e terceiro dias de coletas de cada lava jato.

#### 5.4.1.2 Empresas estudadas e parâmetros Físico-químicos analisados

Na tabela 22 observou-se em relação ao pH que a água bruta da primeira empresa, foi a única que apresentou diferença significativa em relação a água tratada; apresentou também, diferença significativa em relação a água bruta das outras empresas estudadas. Essa variação ocorre em função da modalidade de lavagem que o cliente escolhe no dia, ou a promoção do próprio Lava jato, quanto ao banho de óleo nos veículos.

Tabela 22. Análise estatística quanto as empresas estudadas e parâmetros Físico-químicos

Empresas	Ph		Turbidez		Temperatura	
	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.
1	8,21 bA	7,87 aB	22,63 aA	25,21 aA	24,0 aA	24,0 aA
2	7,74 aA	7,80 aA	37,78 aA	31,85 aA	24,0 aA	24,0 aA
3	7,81 aA	7,84 aA	77,29 bA	51,76 bB	23,0 bA	23,0 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. pH: potencial de hidrogênio, Turbidez e Temperatura; 1, 2 e 3: empresas estudadas; Bruta: águas residuárias; Trat.: água tratada. Média pH água Trat.: 7,84

Quanto a turbidez, apenas o terceiro lava jato apresentou diferença significativa entre a água bruta e a água tratada, o que caracteriza eficiência em seu processo de tratamento. A empresa 3 também apresentou diferença significativa da água bruta em relação as demais empresas, bem como de sua água tratada.

A temperatura não apresentou diferença significativa entre a água bruta e a tratada, mas apresentou diferença entre a empresa 3 e as demais empresas estudadas.

## 5.4.2 Estatística Descritiva

### 5.4.2.1 Óleos e Graxas

O teor, de óleos e graxas, obtido, na água bruta e água tratada das Empresas estudadas, apresentou-se acima do padrão estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011 (Tabelas 23; 24 e 25), que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no artigo 16º, no qual determina que o descarte de fontes poluidoras de óleos e graxas minerais só poderá ser feito direta ou indiretamente na rede coletora no limite de 20 mg.L<sup>-1</sup>. Verificou-se durante a realização das análises, do Teor de óleos e graxas, a formação de emulsão, sendo necessária a adição de cloreto de sódio para quebrá-la. Altas concentrações de detergentes, que são elementos tensoativos, influenciam os processos de emulsificação do óleo, comprovadas pelas concentrações de óleos e graxas (Secron, 2010).

Morelli (2005) alcançou quase 100% de eficiência na redução do TOG (redução de 783 mg para <5), por meio de um sistema integrado com SAO, Recirculação e Flotação.

Em estudo realizado por Neves (2010), constatou o teor de óleos e graxas de 364 mg antes da ETE e após o tratamento em SAO, os valores foram reduzidos para 130 mg, ficando bem próximo ao máximo permitido pela CETESB (até 100 mgL<sup>-1</sup>), constatando eficiência no sistema.

Secron (2010) estudou as águas a montante e a jusante do SAO e constatou que os efluentes automotivos submetidos ao tratamento utilizando um SAO apenas, seja este convencional ou de placas coalescentes, apresentam problemas para o correto enquadramento frente aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos no Brasil. O referido autor considera, durante os processos de lavagem e limpeza. Como os SAO foram projetados para reter óleo em estado livre, ou tipo de emulsões instáveis no máximo, o óleo quimicamente e fisicamente emulsionado passa pelo SAO e é concentrado no efluente final.

Rosa et al. (2011) encontraram valores de óleos e graxas acima dos padrões, embora as empresas pesquisadas tivessem sistemas de separação por meio de caixas de areia. Zaneti et al. (2011) estudaram sistema de tratamento com SAO, Flocculação-Flotação em coluna e Cloração e observaram a redução de aproximadamente 50% no teor de óleos e graxas. E Soeiro (2014) alcançou a redução de aproximadamente 85%, com o uso de Processo Oxidativo Avançado (POA) no tratamento do efluente.

#### 5.4.2.2 DBO

Em função do excesso de matéria orgânica presente nas amostras coletadas na Empresa 1 (Tabela 23), não foi possível estimar a DBO deste ponto, mesmo trabalhando com elevados fatores de diluição. A elevada quantidade de matéria orgânica na água pode, também, ser constatada por meio dos valores de TOG e DQO. A cor e o odor de óleo, ainda, eram expressivos nas amostras, mesmo após o SAO, sugerindo inadequação do processo empregado para tratamento das matrizes em estudo.

Diante da concentração significativa de matéria orgânica biodegradável, todo oxigênio dissolvido pode ser consumido em menos de cinco dias, dificultando e/ou limitando a análise DBO<sub>5</sub>, pois não é possível saber com acurácia a taxa de consumo de oxigênio (Campos, 2010). Resultados similares foram obtidos por Campos (2010), havendo a necessidade de diluições significativas com solução especial contendo nutrientes, para possibilitar a atividade dos organismos decompositores e, conseqüente, leitura do oxigênio dissolvido, que foram realizadas em três dias, sendo o resultado posteriormente tratado pelo o fator de correção adequado. Este mesmo autor ainda complementa que a grande taxa de diluição pode explicar valores de DBO<sub>5,20</sub> maiores que 1.000 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, como ocorreu nesta pesquisa.

A empresa 3 lava veículos como caminhonetes e a empresa 2 lava veículos de maior porte como caminhões, o que contribui para um maior percentual de matéria orgânica em seus efluentes (Tabelas 23, 24 e 25)

Todas as empresas apresentaram DBO muito acima do padrão de lançamento estabelecido pela legislação vigente. A Resolução CONAMA 430/2011 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no artigo 21º, no qual determina que o descarte de fontes poluidoras; a DBO só poderá ser lançado no limite máximo de 120 mg.L<sup>-1</sup> ou se houver remoção mínima de 60% de DBO, sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Tabela 23. Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 1

<b>Código do Ponto:</b> P1											<b>Ano:</b> 2014
<b>Efluente:</b> água residuárias de lava jato											
<b>Local:</b> Mossoró RN											
<b>Legislação:</b> Resolução CONAMA 357 de 2005 alterada pelas Resoluções 410 de 2019 e 430 de 2011											
Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA Resolução 430/2011	Água Bruta		Água Tratada			PROVA EM BRANCO			
			25/06/2014	26/06/2014	25/06/2014	26/06/2014	27/06/2014	27/06/2014	25/06/2014	26/06/2014	27/06/2014
			09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min

**Parâmetro:** Campo

Chuva 24h	-	-	Não								
Coloração	-	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
pH	U. pH	5 a 9	8,67	7,76	8,34	7,85	7,85	7,91	8,35	8,33	8,33
Temp. Água	°C	< 40	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Temp. Ar	°C	-	33,4	31,4	26,2	33,4	31,4	26,2	33,4	31,4	26,2

**Parâmetro:** Físico-Químicos

DBO5	mgL <sup>-1</sup>	< 3 (+)	*	369,10	334,65	*	*	*	-	-	-
DQO	mgL <sup>-1</sup>	-	856,59	908,60	525,70	449,70	613,60	525,70	-	-	-
Remoção DBO	%	> 60	-	-	-	**	**	**	-	-	-
DQO/DBO	-	-	-	2,26	1,57	-	-	-	-	-	-
Fósforo total	mgL <sup>-1</sup>	0,1 (+)	0,12	0,20	0,18	0,25	0,24	0,29	0,56	0,56	0,56
Nitrogênio T	mgL <sup>-1</sup>	10 (+)	5,79	3,98	5,39	3,68	0,38	0,27	2,17	2,17	2,17
OD	mgL <sup>-1</sup>	> 6 (+)	2,71	2,89	5,80	0,41	0,33	0,37	5,3	5,3	5,3
Sol. Dis. Total	mgL <sup>-1</sup>	500 (+)	4.050	4.705	2.915	4.770	4.810	7.445	375	375	375
Sol. Total	mgL <sup>-1</sup>	-	4.860	7.155	6.625	5.772	3.498	8.934	964	964	964
Turbidez	UNT	Máximo 40 (+)	33,67	33	22,53	25,3	20,5	17,73	0,63	0,54	0,10
Óleos e graxas	mgL <sup>-1</sup>	20	102,66	19,31	310,81	56,94	68,73	70,37	***	***	***

(+) Padrão para água doce, classe I.

\* Não identificado

\*\* Não houve eficiência

\*\*\* Virtualmente ausentes

Tabela 24. Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 2

Código do Ponto: P2			Ano: 2014								
Efluente: água residuárias de lava jato											
Local: Mossoró RN											
Legislação: Resolução CONAMA 357 de 2005 alterada pelas Resoluções 410 de 2019 e 430 de 2011											
Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA Resolução 430/2011	Água Bruta			Água Tratada			PROVA EM BRANCO		
			02/07/2014	03/07/2014	04/07/2014	02/07/2014	03/07/2014	04/07/2014	02/07/2014	03/07/2014	04/07/2014
			09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min
<b>Parâmetro: Campo</b>											
Chuva 24h	-	-	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Coloração	-	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
pH	U. pH	5 a 9	6,71	7,33	7,77	7,73	7,59	7,65	7,79	7,79	7,79
Temp. Água	°C	< 40	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Temp. Ar	°C	-	33,9	32	33,4	33,9	32	33,4	33,9	32	33,4
<b>Parâmetro: Físico-Químicos</b>											
DBO5	mgL <sup>-1</sup>	< 3 (+)	4.244,71	9.666,68	884,14	2.598,69	2.797,81	9.518,08	-	-	-
DQO	mgL <sup>-1</sup>	-	284,10	664,96	1.138,20	772,00	723,00	687,50	-	-	-
Remoção DBO	%	> 60	*	*	*	39	71	**	-	-	-
DQO/DBO	-	-	0,07	0,07	1,29	0,28	0,26	0,07	-	-	-
Fósforo total	mgL <sup>-1</sup>	0,1 (+)	0,26	0,40	0,67	0,66	0,63	0,62	0,14	0,14	0,14
Nitrogênio T	mgL <sup>-1</sup>	10 (+)	13,99	7,61	17,86	8,49	9,24	9,23	0,95	0,95	0,95
OD	mgL <sup>-1</sup>	> 6 (+)	1,07	0,17	3,38	0,28	0,40	0,33	3,28	3,28	3,28
Sol. Dis. Total	mgL <sup>-1</sup>	500 (+)	5.115	6.035	5.310	3.980	3.325	3.085	5.290	5.290	5.290
Sol. Total	mgL <sup>-1</sup>	-	9.807	10.367	7.960	3.990	3.702	6.348	6.138	6.138	6.138
Turbidez	UNT	Máximo 40 (+)	25	40,67	158	49,33	74,67	137	*	*	*
Óleos e graxas	mgL <sup>-1</sup>	20	70,24	144,74	214,00	88,29	73,30	58,74	***	***	***

(+) Padrão para água doce, classe I.

\* Não identificado

\*\* Não houve eficiência

\*\*\* Virtualmente ausentes

Tabela 25. Resultados de análises físico-químicas de águas da Empresa 3

<b>Código do Ponto:</b> P3											<b>Ano:</b> 2014
<b>Efluente:</b> água residuárias de lava jato											
<b>Local:</b> Mossoró RN											
<b>Legislação:</b> Resolução CONAMA 357 de 2005 alterada pelas Resoluções 410 de 2019 e 430 de 2011											
Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA Resolução 430/2011	Água Bruta			Água Tratada			PROVA EM BRANCO		
			07/07/2014	08/07/2014	09/07/2014	07/07/2014	08/07/2014	09/07/2014	07/07/2014	08/07/2014	09/07/2014
			09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min

**Parâmetro:** Campo

Chuva 24h	-	-	Não								
Coloração	-	-	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
pH	U. pH	5 a 9	7,60	8,12	7,31	8,04	7,95	7,96	7,81	7,76	7,89
Temp. Água	°C	< 40	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Temp. Ar	°C	-	33,6	33,3	32,9	33,6	33,3	32,9	33,6	33,3	32,9

**Parâmetro:** Físico-Químicos

DBO5	mgL <sup>-1</sup>	< 3 (+)	4.445	4.458	*	4.471	3.803	*	-	-	-
DQO	mgL <sup>-1</sup>	-	690	652	1.747	79	125	116	-	-	-
Remoção DBO	%	> 60	*	*	*	**	15	**	-	-	-
DQO/DBO	-	-	0,16	0,15	*	0,02	0,02	0,77	-	-	-
Fósforo total	mgL <sup>-1</sup>	0,1 (+)	0,16	0,06	0,13	0,06	0,04	0,051	0,08	0,08	0,08
Nitrogênio T	mgL <sup>-1</sup>	10 (+)	13,59	9,36	10,96	1,67	1,62	2,25	4,0	4,0	4,0
OD	mgL <sup>-1</sup>	> 6 (+)	5,61	4,61	3,25	5,43	4,11	2,52	5,73	5,73	5,73
Sol. Dis. Total	mgL <sup>-1</sup>	500 (+)	5.460	5.660	4.390	7.525	4.080	4.075	5.905	5.905	5.905
Sol. Total	mgL <sup>-1</sup>	-	6.552	6.792	5.268	9.030	4.896	4.890	7.086	7.086	7.086
Turbidez	UNT	Máximo 40 (+)	7,60	8,12	7,31	8,04	7,95	7,96	*	*	*
Óleos e graxas	mgL <sup>-1</sup>	20	22,59	123,27	2.792,65	46,88	31,15	23,29	***	***	***

(+) Padrão para água doce, classe I.

\* Não identificado

\*\* Não houve eficiência

\*\*\* Virtualmente ausentes

Verificou-se, conforme a Tabela 26, que apenas uma, entre as empresas estudadas, conseguiu obter 60% de redução do DBO em suas águas tratadas, alcançando 71%, no entanto, apenas no segundo dia de coleta, o que mostra a instabilidade do efluente gerado, provavelmente, devido ao fluxo de lavagem e aos tratamentos variados empregados.

Tabela 26. Eficiência na remoção do DBO (%)

Dias de coleta	1	2	3
A	*	39	*
B	*	71	14,70
C	*	*	*

1, 2 e 3: empresas lava jato; A, B e C: dias de coleta.

\*Não houve eficiência.

#### 5.4.2.3 DQO

Os resultados de DQO encontrados nas águas residuárias de lavagem de veículos das empresas pesquisadas (Tabelas 23, 24 e 25) apontam concentrações elevadas. Pode-se perceber que esses valores obtidos nas empresas de lavagem de veículos estão em concordância com as concentrações de óleos e graxas encontrados e pode ter contribuído de forma significativa para os valores de DQO encontrados.

Observando as Tabelas 23, 24 e 25 notou-se que apenas os tratamentos realizados nas empresas 1 e 3 apresentaram redução na DQO, com mais eficiência na empresa 3. Isso implica que maior consumo de O<sub>2</sub> para oxidação química da matéria orgânica ocorre na água bruta da empresa 3 e nas águas da empresa 2 que não apresentou redução da DQO em sua água tratada, corroborando as afirmações feitas por Secron (2010) e Rosa et al. (2011) em estudos com matrizes similares.

Derisio (2012), relatou sobre a relação de DBO e DQO e esclarece que, enquanto na DBO a oxidação ocorre com auxílio de bactérias, na DQO o fenômeno é provocado pela ação de substâncias químicas.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2014) no processo de avaliação da DQO são oxidadas a fração biodegradável e a fração inerte do efluente, o que leva a uma superestimação do oxigênio consumido. Desta forma quando os valores de DBO superam os valores de DQO, significa que a fração biodegradável é elevada. Esta relação foi observada nos efluentes estudados (Tabela 27) e verificou-se que a empresa 1 apresenta frações não biodegradáveis em sua água bruta, o mesmo

acontece em um dos dias de coleta, na água bruta da empresa 2. As demais relações indicam predominância de material biodegradável.

O fator biodegradável não significa que a substância é inofensiva ao ambiente, como afirma Campos (2010). Substâncias biodegradáveis quando presentes em elevadas concentrações podem ser extremamente impactantes, por esgotar rapidamente o oxigênio da água.

Tabela 27. Análise da relação DQO/DBO de águas residuárias de empresas de lavagem de veículos, Mossoró RN, 2014

Dias de coleta	1		2		3	
	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.
A	*	*	0,07	0,28	0,16	0,02
B	2,46	*	0,07	0,26	0,15	0,02
C	1,54	*	1,29	0,07	*	0,77

A, B e C: dias de coleta; Bruta: águas residuárias; Trat.: água tratada. Empresas: 1; 2 e 3.

\*Não detectado.

#### 5.4.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido na água é uma variável extremamente importante, como afirma Derisio (2012) considerando que os organismos aeróbios necessitam deste elemento para a respiração. Naturalmente existem duas fontes de oxigênio para os sistemas aquáticos: o primeiro é a atmosfera, e o segundo é a fotossíntese, realizada pelos seres vivos.

O Oxigênio Dissolvido não inferior a  $6 \text{ mgL}^{-1}\text{O}_2$  é o que estabelece a resolução CONAMA 430/2011. No entanto, constatou-se que o efluente estudado apresenta valores de OD abaixo do valor determinado na legislação, (Tabelas 23, 24 e 25).

Os baixos valores encontrados podem ser atribuídos ao excesso de matéria orgânica do efluente, promovendo o aumento da decomposição e conseqüente diminuição do oxigênio pela demanda microbiana, também, constatado pelos valores de DBO e DQO. A água tratada apresenta valores de OD inferiores a água bruta o que caracteriza o consumo do mesmo na oxidação da matéria orgânica e pelos microorganismos aeróbios. O valor de oxigênio dissolvido é afetado por fatores físicos, químicos e biológicos. Seus determinantes físicos principais são a temperatura, salinidade, pressão atmosférica e turbulência (ANA, 2013). O oxigênio dissolvido na água é um dos parâmetros mais importantes para a manutenção da vida aquática. Valores menores que  $2 \text{ mgL}^{-1}$ , correspondente ao limite mínimo para a classe IV, e podem representar o comprometimento da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos.

#### 5.4.2.5 Nitrogênio Total

As transformações sofridas pelos compostos orgânicos presentes nos esgotos, levam à formação de nitrogênio amoniacal nas águas, nas formas de amônia gasosa ( $\text{NH}_3$ ) ou do íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Nas águas, o processo de oxidação biológica sofrida pela amônia, que é convertida a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) por um grupo de bactérias nitrificadoras chamadas *Nitrossomonas* e, posteriormente, a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) por outro grupo conhecido por *Nitrobacter*, chama-se nitrificação. A nitrificação é um processo que ocorre apenas em meio aeróbio, pois não existem bactérias anaeróbias nitrificadoras.

Nas Tabelas 23, 24 e 25 observou-se que a quantia de nitrogênio total está acima do estabelecido na resolução CONAMA 430/2011 na água bruta das três empresas estudadas. No entanto, alcançou redução satisfatória nas empresas 1 e 3, chegando ao nível de enquadramento ambiental.

Zaneti et al (2011), Rosa (2011), Etchepare (2012) encontraram os seguintes valores de nitrogênio em águas brutas de lava jatos 7; 18,8 e 9,6  $\text{mgL}^{-1}$  respectivamente. E após tratamentos com SAO, Floculação-Flotação em coluna e Cloração, realizados por Zaneti et al (2011); e SAO, Floculação-Flotação em coluna, filtração em leito de areia e Cloração, realizados por Etchepare (2012), os mesmos não obtiveram resultados positivos quanto a redução do nitrogênio nos efluentes tratados.

#### 5.4.2.6 Fosforo Total

O Fósforo contribui para o impacto da eutrofização dos rios (Costa, 2010). Derisio (2012) classificou o fósforo e nitrogênio, como nutrientes que em determinadas concentrações contribui para o desenvolvimento de organismos aquáticos e consequente aumento da presença de algas e plantas aquáticas (eutrofização), causando prejuízos para o uso da água como abastecimento público, recreação e navegação.

Nas Tabelas 23,24 e 25 notou-se que a quantia de fósforo está acima do estabelecido na resolução CONAMA 430/2011 nas águas, bruta e tratada das três empresas estudadas.

Rosa et al. (2011) encontraram, em lava jatos de Campina Grande, valores de fósforo acima dos padrões e muito superiores aos encontrados em Mossoró.

Para alcançar resultados na remoção de nitrogênio e fósforo é necessário que se realize um tratamento mais avançado, como afirmou Zimmermann (2008) os processos

de tratamento terciário são utilizados na sequência, para a remoção praticamente total da matéria orgânica, assim como a remoção do nitrogênio e fósforo. Emprega-se este tipo de tratamento, quando o esgoto deve ser lançado em rios e represas, para impedir a eutrofização das águas, ou ainda, quando se deseja o reuso da água.

#### 5.4.2.7 Sólidos Dissolvidos Totais

Apenas na Empresa 2 houve redução de sólidos dissolvidos totais na água tratada (Tabela 23, 24 e 25). A água limpa usada pelas empresas 2 e 3 apresentaram elevados teores de SDT, o que pode ocorrer em função dos reservatórios (caixas d'águas) estarem sem manutenção quanto a limpeza dos mesmos.

Nas empresas 1 e 3, o tratamento não apresentou alterações significativas, ocorrendo acúmulo dos SDT nos ciclos de recirculação, isso pode ocorrer devido a realização da limpeza do ambiente de trabalho, onde se jateia calhas, caixas de passagens e até mesmo as caixas de areia e as entradas dos sistemas separadores água e óleo, acarretando passagem de sólidos pelo SAO, sem remoção.

#### 5.4.2.8 Sólidos Suspensos Totais

Os sólidos sedimentáveis representam partículas orgânicas e inorgânicas, que por processos mecânicos e físico-químicos específicos, podem ficar em suspensão, porém apresentam a capacidade de sedimentarem, e assim separarem-se da fase líquida. Estes são retidos pela filtragem na metodologia de análise. Os valores de sedimentáveis elevados observados neste estudo, estão relacionados a grandes quantidades de sujidades orgânicas e inorgânicas, além de argilas e areias que por ventura não foram retidos nas caixas de areia, ou posteriormente, ficam no efluente, após o SAO.

Os valores encontrados em Mossoró (Tabelas 23, 24 e 25), foram superiores aos encontrados por Rosa et al. (2011) que encontraram valores acima dos padrões, em Campina Grande, cujos valores máximos atingiram  $5.510 \text{ mg.L}^{-1}$  e mínimos de ST,  $2.984 \text{ mg.L}^{-1}$ , no entanto inferior ao valor máximo encontrado em Mossoró. Vieira et al. (2013) obtiveram em Tocantins valores máximos que atingiram  $4.200 \text{ mg.L}^{-1}$  e mínimos de ST,  $2.000 \text{ mg.L}^{-1}$ , também, inferior ao máximo encontrado em Mossoró.

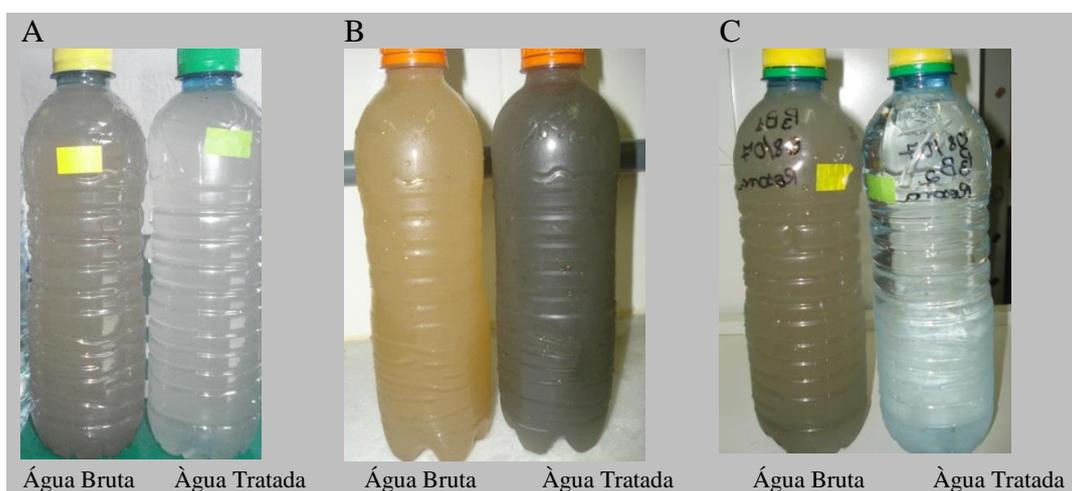
A água limpa usada pelas empresas 2 e 3 apresentaram elevados teores de ST, assim como de SDT, o que pode ocorrer em função dos reservatórios (caixas d'águas) estarem sem manutenção, quanto a limpeza dos mesmos.

#### 5.4.2.9 Turbidez

Notou-se-se, nas Tabelas 23, 24 e 25, que a Turbidez está abaixo do estabelecido na resolução CONAMA 430/2011. Na coleta realizada na Empresa 2, no terceiro dia, apresentou turbidez acima de 100 UNT na água bruta e tratada.

Vieira et al. (2013) obtiveram valores máximos que atingiram 539 e mínimos de 100 NTU. Rosa et al. (2011) também encontraram valores acima dos padrões e superiores ao valor máximo encontrado em Mossoró.

Observou-se na Figura 18B, que a água tratada da empresa 2 apresentou turbidez com valores superiores a água bruta, provavelmente em função do não cumprimento do plano manutenção dos tanques. E a empresa 3 (Figura 18C) alcançou melhor resultado, quanto a redução da turbidez.



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2014).

Figura 18. Águas dos efluentes gerados em Lava Jatos, para verificação de Turbidez, no município de Mossoró RN

#### 5.4.2.10 pH

Geralmente os organismos aquáticos estão adaptados a pH neutro, portanto alterações bruscas, podem provocar o desaparecimento de seres nesta água (Derisio, 2012). No entanto, a determinação legal permite o lançamento de efluentes com pH entre 5 e 9.

Todas as amostras analisadas estão dentro dos padrões estabelecidos na resolução CONAMA 430/2011, isto é maiores que 5 e menores que 9 (Tabelas 23, 24 e 25).

Secron (2005) encontrou valores de pH atingindo o valor de 11, fato que o mesmo justificou pela ocorrência de uma medição após uma lavagem de piso em um posto de

abastecimento (SAO convencional). O produto utilizado foi o metassilicato de sódio (em pó), também conhecido como Solupan.

Em estudos realizados em diversos locais, constatou-se que o pH dos efluentes provenientes de águas residuárias de lavagem de veículos, apresentaram predominantemente condições básicas (Tabela 28).

Tabela 28. pH em análises de águas residuárias de veículos – Efluente bruto

São Paulo	Kwait	Washinton	São Paulo	Rio Grande do Sul	Paraíba	São Paulo	Rio Grande do Norte
Morelli, 2005	Al-Odami et al, 2006	Smith, 2009	Neves, 2010	Zaneti et al, 2011	Rosa et al., 2011	Etchepare, 2012	Soeiro, 2014
6,4	7,16	6,75	8,27	7,55	8,30	7,40	6,98

Fonte: Morelli (2005), Al-Odami et al (2006), Smith (2009), Neves (2010), Zaneti et al (2011), Rosa (2011), Etchepare (2012) e Soeiro (2014).

Os valores de pH encontrados por Morelli (2005), Al-Odami et al (2006), Smith (2009), Neves (2010), Zaneti et al (2011), Rosa (2011), Etchepare (2012), apresentaram características similares a esta pesquisa, os resultados denotam condições básicas, mantendo-se com valores uniformes em todas as empresas de lavagem de veículo e confirmando a presença de produtos de limpeza veicular com base alcalina. O mesmo, foi observado por Boussu et all. (2006), em estudo realizado em lava carro automático, em Leuven (Bélgica), apresentou pH 7,6 .

O pH obtido na análise, realizada por Vieira et al. (2013), em águas residuárias de lavagem de veículos em Paraíso do Tocantins, foi 5,20 e o maior valor 5,93 caracterizando a presença de produtos de limpeza veicular com base ácida.

#### 5.4.2.11 Temperatura

Radicchi (2014) define a temperatura como a medida da intensidade de calor; e afirma que a mesma é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

Todas as amostras analisadas, neste diagnóstico, estão dentro dos padrões estabelecidos na resolução CONAMA 430/2011, isto é, menores que 40<sup>0</sup> C (Tabelas 23, 24 e 25). A temperatura constatada na análise, realizada por Vieira et al. (2013), em águas residuárias de lavagem de veículos em Paraíso do Tocantins, apresentou valores entre 26,4 e 28,8, também ficando enquadrada.

## 5.5 Água para Reúso

Em Mossoró com um consumo médio de 177 L por veículo, se houvesse sistema de tratamento e reutilização de água, eficiente, em todos estes lavadores, todos com perdas de água máximas de 30%, durante todo o processo de lavagem, coleta e tratamento, seriam economizados cerca de 1000 m<sup>3</sup> de água por dia; 69 m<sup>3</sup> a mais do que foi estimado por Magalhães (2005) na cidade de Campinas, SP.

Mas, apenas um lava jato entre as empresas pesquisadas, faz o reúso da água tratada para vaso sanitário, assentamento de poeira do pátio e irrigação paisagística. As demais informaram que reutilizam para lavagem do chassi dos veículos, no entanto, não ficou claro como é realizada a reutilização.

Diante da demanda de água desta atividade, tem-se que analisar se a situação da conjuntura de recursos hídricos atual permite tamanho desperdício. Pois, no Rio Grande do Norte, na análise feita pela ANA (2013) quanto à vulnerabilidades, destacam-se as secas e estiagens, constatando-se que 140 municípios decretaram situação de emergência (SE) ou estado de calamidade pública (ECP), que corresponde a 84% do total estadual e 50,36% do total nacional em 2012, sendo considerada a maior seca dos últimos anos; mesmo diante desta situação o Estado não possui um Plano Estadual de Recursos Hídrico reconhecido pela ANA.

A disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica em que Mossoró está inserida está em situação crítica, conforme classificação da ONU (Tabela 29).

Tabela 29. Classificação da disponibilidade Hídrica na Bacia Nordeste Oriental

<b>Classificação da ONU</b>	<b>Disponibilidade Hídrica (m<sup>3</sup>/habitante/ano)</b>	<b>Região</b>
Abundante	Maior que 20.000	Brasil
Correta	Entre 2.500 e 20.000	Paraná
Pobre	Entre 1.500 e 2.500	Estado de São Paulo Estado de Pernambuco
Crítica	Menor que 1.500	Bacia do Piracicaba Bacia do Alto Tietê
	Menor que 575*	Bacia Nordeste Oriental

Fonte: SABESP, (2013).

\*Em 2012, a média histórica 1.052 m<sup>3</sup>/habitante/ano, que continua enquadrada como crítica. (Fonte: ANA, 2013).

Neste contexto, observou-se que o cenário futuro é de aumento da desproporção entre a demanda e a oferta de água, gerado pelas crescentes taxas de crescimento econômico do País e a má administração dos recursos hídricos. Há urgência de ações mitigadoras quanto ao desperdício da água.

A SABESP realiza o reúso planejado de água em suas estações de tratamento de esgoto, no estado de São Paulo. Diversas cidades da região metropolitana de São Paulo utilizam água reciclada (SABESP, 2014) e as empresas são incentivadas a usá-las para diversos fins, como: vaso sanitário e irrigação paisagística (mediante avaliação técnica); limpeza de pisos, pátios ou galerias de águas pluviais; assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem; preparação e cura de concreto em canteiros de obra, e para estabelecer umidade ótima em compactação e solos; desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais; geração de energia e refrigeração de equipamentos em diversos processos industriais;

Uma boa opção para lavagem de veículos, como afirma Morelli (2005) é a aquisição de água de reúso proveniente das estações públicas de tratamento de esgotos. Como na cidade de Mossoró não existe estações públicas de tratamento de esgoto que disponibilizem águas de reúso para comercializar, resta à opção de melhorar o processo de tratamento existente nos próprios lava jatos e com isso alcançar a economia de 70 a 90% de água.

Segundo Teixeira (2003), o reúso da água se tornou um item estratégico na gestão de recursos hídricos, pois pode substituir a água potável por uma água de qualidade inferior causando redução na demanda sobre os mananciais.

O uso responsável da água é fundamental não somente nas regiões metropolitanas e em situação crítica, mas em todo o mundo. Cada litro de água de reúso utilizado representa um litro de água conservada nos mananciais.

## 6. CONCLUSÕES

As águas residuárias das empresas de lavagem de veículos estudadas, em Mossoró-RN, não atendem a legislação ambiental vigente. Na água residuária de lavagem de veículos, apenas as características pH e temperatura contemplam os limites estabelecidos pela legislação.

A adequação legal das empresas Lava Jato, quanto ao tratamento dos efluentes gerados ocorre apenas estruturalmente. Os proprietários não estão apropriados de métodos de controles dos padrões estabelecidos na legislação vigente para lançamento de efluentes no ambiente.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

É imprescindível a necessidade do monitoramento, potencialização e divulgação de estudos sobre a racionalização da utilização da água de lavagem de veículos, considerando que está sendo utilizada água potável para fins que não necessitam deste nível de qualidade de água. É necessária a conscientização da população através da educação ambiental e esclarecimentos sobre o conceito de reuso.

A consolidação de dados é fundamental para auxiliar os estabelecimentos do ramo, os órgãos de meio ambiente, avaliação, controle, gestão e licenciamento ambiental, no tocante aos aspectos de poluição hídrica, acarretados pelos efluentes líquidos produzidos nestas atividades.

As águas contaminadas biologicamente podem prejudicar a saúde das pessoas envolvidas no processo produtivo; portanto, são necessários estudos quanto ao aspecto biológico das águas para reuso provenientes de águas residuárias de lavagem de veículos em Mossoró-RN.

## 7. LITERATURA CITADA

- Al-Odwani, A.; Ahmed, M.; Bou-Hamad, S. Carwash water reclamation in Kuwait. *Desalination* v. 206, p. 17-28, 2007.
- APHA, AWWA, WEF, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. American Public Health Association, 21th ed., Washington, 2005.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997. NBR 13969: Tanques Sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro – RJ, ABNT.
- Agência Nacional de Águas. Descrição dos parâmetro de Índice de Qualidade da Água. 2009. Disponível em: < <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 20 junho de 2013.
- Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2012, 215 p.
- Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013. 432 p.
- Baumann, D.D. Boland, J.J.Sims, J.H. The Problem of Defining Water Conservation. *The Cornett Papers*, University of Victoria, Victoria, B.C. 1980, p. 125-134.
- Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.
- Brasil. Programa Piloto para a minimização dos impactos gerados por resíduos perigosos: gestão de óleo lubrificante automotivo usado – estado de Pernambuco. Ministério do Meio Ambiente – Brasília: MMA, 2007, p 15
- Brasil, Superior Tribunal de Justiça. Linha do tempo: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil. junho 2010. Disponível em: < [http://ns2.stj.gov.br/portal\\_stj/publicacao/engine.wsp?tmp.area=398&tmp.texto=97547#](http://ns2.stj.gov.br/portal_stj/publicacao/engine.wsp?tmp.area=398&tmp.texto=97547#)>. Acesso em: 5 de agosto de 2014.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. Legislação. Resoluções 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=674>>. Acesso em: 4 de novembro 2013.
- Brasil. Secretaria da Receita Federal. Estatística: Total de Empresas Optantes em 19/07/2014, no estado RN, por Município e CNAE Disponível em: <<http://www8.receita.fazenda.gov.br/SimplesNacional/Aplicacoes/ATBHE/estatisticasSinac.app/EstatisticasOptantesPorCNAE.aspx?tipoConsulta=1>>. Acesso em: 19 de julho de 2014.
- Boussu, K., Kindts, C., Vandecasteele, C., Van der Bruggen, B. Applicability of nanofiltration in the carwash industry *Separation and Purification Technology*. v 54 p. 139–146, 2007.

- Brown, T. C.; Le May, H. Eugene Jr.; Bursten, B. E. Química Ciência Central. Tradução Horácio Macedo. 7 ed. Rio de Janeiro, LTC, 1997. 702 p.
- Brown, C. Water conservation in the professional car wash industry. Chicago: International Carwash Association, 2000. 49 p.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Demanda Química de Oxigênio (DQO). 2014. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaveis/aguas/variaveis\\_quimicas/demanda\\_quimica\\_de\\_oxigenio.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_quimica_de_oxigenio.pdf). Acesso em: 5 de agosto de 2014.
- Campos, M. L. A. M. Introdução à Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos. Campinas, SP. Editora Átomo. 2010. p 152 . p 193.
- Costa, D. Telles (Coord). Água matéria-prima primordial à vida. In: Reúso da água conceitos teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 2010, p 11.
- Costa, M. J. C.; Sousa, J. T.; Leite, V. D.; Lopes, W. S.; Santos, K. D. Impactos socioambientais dos lava-jatos em uma cidade de médio porte. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, Joinville, Santa Catarina. v. 8, n. 1, jun. 2007.
- DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 10 de agosto 2014.
- Derisio, J. C. Introdução ao controle da poluição ambiental. São Paulo, SP. 4 Editora Atual. 2012. P 46-47.
- Etchepare, R. G. Integração de processos no tratamento de efluentes de lavagem de veículos para reciclagem de água. Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2012, 133 p.
- Farias, T. Q. Evolução histórica da legislação ambiental. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, X, n. 39, mar 2007. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=3845](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3845)>. Acesso em: 3 de agosto de 2014.
- Fink, D. R. Legislação Ambiental Aplicada. In: PHILIPPI JR, A. Saneamento Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Editora Manoele, 2005. P. 733-759.
- Howard, G., Bartram, J. Domestic water quantity, service level and health. Geneva, World Health Organization, 2003. Disponível em <<http://www.ircwash.org/sites/default/files/Howard-2003-Domestic.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2014.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240800>>. Acesso em: 19 de julho de 2014.
- Leite, Joel (2014), O Brasil, cada vez mais motorizado. Disponível: <http://www.automotivebusiness.com.br/artigo/870/otimistas-e-pessimistas>. Acesso em: 2 de agosto de 2014.
- Macedo, J. A. B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológica. 3º edição. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2005.
- Magalhães, A.F.R. Proposição, implantação, partida e ajustes de reatores biológicos e físico-químicos para tratamento e reciclagem de efluentes de lavadores de veículos em escala real. Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Campinas. SP, 2005. 106 p.
- Morais, F.C.P. Orientação Técnica – lava-jato. Minas Gerais, 2009.
- Morelli, E. B. Reúso de água na lavagem de veículos. Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP. 2005. 92 p.
- Neves, A.A.C. Estudo sobre resíduos sólidos em postos de combustíveis, funilarias e estabelecimentos de lavagem automotiva no município de São Carlos, visando Indicadores de Sustentabilidade. São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010. 184p. Tese Doutorado.
- Nuvolari, A; Costa, R. H. P. G. Tratamento de Efluentes. In: TELLES, D. D; COSTA, R. P. Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas. São Paulo: Editora Blucher, 2010. P. 51-152.
- Odum, E. P.; Barret, G. W. Fundamentos de ecologia. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007, 612 p.
- Oliveira, D. A. Evolução da legislação ambiental brasileira: do Império à República. In: Jus Brasil, abril 2014 Disponível em: <<http://drdao.jusbrasil.com.br/artigos/114762320/evolucao-da-legislacao-ambiental-brasileira>>. Acesso em: 2 de agosto de 2014.
- OMS – Organização Mundial de Saúde. The Right To Water. Health and human rights publication series; no. 3. 2003. Disponível em <[http://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/Right\\_to\\_Water.pdf](http://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/Right_to_Water.pdf)>. Acesso em: 10 de maio de 2014.
- ONU – Organização das Nações Unidas. UN-Water Statement on Water Quality. 2010 Disponível em: < [http://www.unwater.org/downloads/unw\\_wwd\\_statement1.pdf/](http://www.unwater.org/downloads/unw_wwd_statement1.pdf/) > acesso em: 10 de maio de 2014.

- Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA/ANA (2014). Disponível: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em: 10 de agosto de 2014.
- Radicchi, P. T. A. Abordagem parametrizada da qualidade da água na represa de Vargem das Flores, Betim – MG: estudo de caso para fins de verdade terrestre. Belo Horizonte: CEFETMG, 2014. 183 f. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional.
- Ricklefs, R. E. Economia da natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, 542 p.
- Rio Grande do Norte. CONEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 02 de 2011. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000002122.PDF>. Acesso em: 5 maio 2014.
- Rio Grande do Norte. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=103>. Acesso em: 13 de agosto de 2014.
- Roher, D. M. Effects of gamma radiation from  $^{60}\text{Co}$  on dilute aqueous solutions of Linear Alkyi Sulfonate Surfactants and other organic pollutants. In: Radiation for a Clean Environment of a Symposium, March 17-21, 1975, Munich. Proceedings of a Symposium, p. 241-248. Disponível em: <http://inis.iaea.org/search/searchsinglerecord.aspx?recordsFor=SingleRecord&RN=7230937>. Acesso em: 3 de agosto de 2014.
- Rosa, L. G.; Sousa, J. T.; Lima, V. L. A.; Araujo, G. H.; Silva, L. M. A.; Leite, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. *Ambi-Agua*, v. 6, n. 3. 2011, p. 179-199.
- Rosa, L. G.; Sousa, J. T.; Lima, V. L. A.; Silva, M. M. P.; Silva, L. M. A.; Araujo, G. H. Avaliação de impactos socioambientais de microempresas de lavagens de veículos: uma contribuição à gestão ambiental. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* – n. 23. 2012, p. 36-47.
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em <http://site.sabesp.com.br/Pages/UsoRacionalAgua/Sobre.aspx> acesso em: 12 de agosto de 2014.
- SEBRAE. Onde estão as Micro e Pequenas Empresas no Brasil. 1ª ed. São Paulo, 2006, 148 p.
- SEBRAE. Ideias de negócios sustentáveis Brasília, 2012, 58 p.
- Secron, M. B.; Giordano, G.; Filho, O. B. Controle da poluição hídrica gerada pelas atividades automotivas. (Série Gestão e Planejamento Ambiental, 12). Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 74p.

- Smith, D. J. Shilley, Hollie. 2009. Residential Car Washwater Monitoring Study. City of Federal Way, Washington, Public Works, Surface Water Management.
- Soares, E. M. F., Proposta de um modelo de sistema de gestão das águas das bacias hidrográficas - SGABH - microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-mirim, a montante da RS 287/Santa Maria/RS; Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2003. 220p. Tese Doutorado.
- Soeiro, E. C. Tratamento de Efluentes de Lava-jato via processo oxidativo avançado. Natal: UNP, 2014. 85p. Dissertação Mestrado.
- Sonh. H. Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes usados. Associação de Proteção ao Meio Ambiente de Cianorte – APROMAC, Gráfica SENAI, SP. 2012. p. 15. Disponível em < <http://sindirepa-sp.org.br/pdfs/guia.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2014.
- Teixeira, P.C., Emprego da infiltração por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. 2003. 199p. Dissertação Mestrado.
- Vieira, J. T. F. et al. Caracterização das águas residuárias de uma empresa de Lavagem de veículos na cidade de Paraíso do Tocantins. In. 5º Congresso Norte-Nordeste de Química, 3º Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química, Natal, 2013
- Von Sperling, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 3ª ed, 2005. 452 p.
- Zaneti, R., Etchepare, R., Rubio, J. Car wash wastewater reclamation. Full-scale application and upcoming features. Resources, Conservation and Recycling v. 55, p. 953-959, 2011.
- Zinnermann, V. E. Desenvolvimento de tecnologia alternativa para tratamento de efluentes visando a reutilização da água de postos de lavagem de veículos. Toledo, PR: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2008. 120f. Dissertação Mestrado.

## **APÊNDICE**

## A. ROTEIRO DE ENTREVISTA

Data da entrevista:

Responsável:

Empresa:

Bairro:

1. Tempo de atividade da empresa:		Registro: sim	não	Licença: sim	não
2. N° de funcionários:	Homens:	Mulheres:	Registrados:		
3. Procedência da água utilizada;					
4. Quantidade de água consumida;					
5. Quantidade de energia consumida;					
6. Quantidade de detergente utilizado;					
7. Outros produtos utilizados no processo de lavagem dos veículos;					
8. N° de veículos lavados por semana;					
9. Tipos de veículos lavados por semana – quanto ao porte;					
a) Moto:	b) Carro:	c) Caminhonete	d) Caminhão	e) Outros	
10. Tipos de veículos lavados por semana – quanto à natureza (particulares e empresas)					
a) particulares:		b) empresas:			
11. Destino da água utilizada;					
12. Descarte dos resíduos sólidos, como é feito:					
13. Descrição do processo de lavagem do veículo:					
14. Quais as Dificuldades para atuar na referida atividade?					
15. Dono da empresa atua quanto tempo na atividade?					
16. Considera que esta atividade polui o ambiente?					

Fonte: Adaptado pela autora.