



## Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais

(<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>)

**Luciene Gonçalves Rosa<sup>1</sup>; José Tavares de Sousa<sup>2</sup>;  
Vera Lúcia Antunes de Lima<sup>3</sup>;  
Gilmara Henriques Araujo<sup>4</sup>;  
Luciana Maria Andrade da Silva<sup>5</sup>;  
Valderi Duarte Leite<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
e-mail: luciene-cg@hotmail.com;

<sup>2</sup>Departamento de Química – Centro de Ciências e Tecnologia - UEPB  
e-mail: jtides@uol.com.br;

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Agrícola - UFCG  
e-mail: antuneslima@gmail.com;

<sup>4,5</sup>Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
e-mail: gilmara@yahoo.com.br; L\_uuu@hotmail.com;

<sup>6</sup>Departamento de Química – UEPB  
e-mail: valderileite@uol.com.br

### RESUMO

As empresas de lavagem de veículos têm se desenvolvido rapidamente nos últimos anos, devido ao crescente aumento da frota de automóveis, assim, podem ocasionar sérios problemas ambientais por serem fontes potenciais de poluição. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as águas residuárias provenientes de empresas de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, e identificar os impactos ambientais gerados. A pesquisa foi realizada no período de novembro de 2009 a julho de 2010, sendo executada em três etapas: na primeira etapa foi realizado o levantamento das empresas de lavagem de veículos da cidade, e identificaram-se 20 empresas licenciadas, nas quais se avaliou o número de veículos lavados por semana, a existência de sistema de pré-tratamento das águas residuárias geradas e de infraestrutura que permitisse a realização da coleta das amostras do efluente; na segunda etapa foi realizada a caracterização química e física das águas residuárias de cinco das 20 empresas pesquisadas na etapa anterior; e na terceira etapa, foram quantificadas as cargas poluidoras das águas residuárias provenientes da lavagem de veículos da cidade, a partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores. Os parâmetros analisados na caracterização foram: óleos e graxas, DQO, metais pesados, ST, SST, turbidez, NTK, P-total, cor e pH. Os resultados demonstram que as águas residuárias de lavagem de veículos apresentam altas concentrações de matéria orgânica, de óleos e graxas, metais pesados e de sólidos, que estão em discordância com a legislação ambiental específica. A avaliação das cargas poluidoras demonstrou que se lançados sem devido tratamento, podem causar sérios problemas ambientais sendo, portanto, indispensável o gerenciamento adequado dessas atividades.

**Palavras-chave:** Processo de lavagem de veículos; licenciamento ambiental; carga poluidora.

## **Characterization of wastewaters from vehicle washing companies and environmental impacts**

### **ABSTRACT**

The car wash business has developed rapidly in recent years due to the increased number of cars, thus, it can cause serious environmental problems considering its potential source of pollution. The aim of this study was to characterize the wastewater from car washing companies in the city of Campina Grande, in Paraíba state, and to analyze the environmental impacts generated. A survey was conducted from November 2009 to July 2010. The first step we present a survey of car wash businesses in the city, and identified 20 licensed companies in which we evaluated the number of vehicles washed per week, the existence of a system of pre-treatment of wastewater generated and infrastructure that would allow the realization of the collection of samples of the effluent, the second step was carried out chemical and physical characterization of wastewater from five 20 companies surveyed in the previous step, and third stage were measured pollution loads of wastewater from washing of vehicles in the city, from the results obtained in previous steps. The characterization parameters were analyzed: oil and grease, COD, heavy metals, TS, TSS, turbidity, TKN, total P, pH and color. The results demonstrated that the wastewater from the car wash establishments shows high concentrations of organic matter, oils and grease, heavy metals and solids, and as such did not conform with the specific environmental legislation. Evaluation of pollutant loads demonstrated that if releases without proper treatment, it can cause serious environmental problems. It is therefore essential that these establishments are properly monitored.

**Keywords:** Process for washing vehicles; environmental licensing; pollutant load.

### **1. INTRODUÇÃO**

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, sólidos totais suspensos (Brown, 2000; Smith e Shilley, 2009). Muitas dessas substâncias são tidas como recalcitrantes quando lançadas em corpos hídricos, provocando danos irreparáveis para flora e fauna aquáticas, por apresentarem, em sua maioria, elevado potencial de toxicidade, capacidade de bioacumulação, por interferirem nas trocas gasosas e transferência de energia, afetando assim, indiretamente, a saúde humana. (Odum e Barret, 2007; Ricklefs, 2003).

Outro aspecto a ser considerado refere-se ao elevado volume de água utilizado pela lavagem de veículos. Estimativas realizadas em países como México, Japão, China, Kuwait confirmam a utilização de 50 a 378 litros de água por veículo, dependendo do tipo de sistema operacional utilizado (Smith e Shilley, 2009; Fall et al., 2007; Al-Odwani et al., 2007). Dessa forma, em alguns desses países já existe legislação específica que regulamenta o descarte, assim como, o tratamento dessas águas residuárias, impulsionando investimentos em sistema de recuperação da água no próprio empreendimento.

No Brasil, existem atualmente cerca de 61 milhões de veículos, fazendo com que os impactos ambientais negativos provenientes dos processos de manutenção, incluindo a lavagem de veículos, aumentem consideravelmente (Denatran, 2010).

Como a lavagem de veículos é uma atividade impactante ao meio ambiente, a instalação e funcionamento desse tipo de empreendimento requer o licenciamento ambiental, que deve estar em concordância com os seguintes diplomas legais: Constituição Federal, art. 225; Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (art. 9º. III); Resolução CONAMA 237/1997; Resolução CONAMA 273/2000 e a Resolução CONAMA 357/2005.

Apesar da Resolução CONAMA 273/2000 regulamentar a instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, como os de postos revendedores, postos de abastecimento; alguns princípios dessa resolução têm sido aplicados para as empresas de lavagem de veículos, isso porque anteriormente essas atividades processavam-se apenas em postos de combustíveis. Dentre as determinações dessa resolução, destaca-se o artigo 4º que exige a licença prévia, a licença de instalação e a licença de operação do empreendimento. No caso específico das empresas de lavagem de veículos, para a liberação da licença ambiental, conforme a mesma resolução, compete ao órgão responsável exigir o tratamento prévio com a instalação de caixa de areia e caixa separadora de água e óleo, como forma de reduzir os poluentes presentes no efluente produzido por esses serviços.

Segundo Rubio et al. (2007), apenas recentemente surgiu a preocupação com essa problemática, e as esferas institucionais estadual e municipal já estão começando a tomar medidas de gestão, formulando leis ambientais direcionadas especificamente para essas empresas, com intuito de abordar não apenas o tratamento de seus efluentes, mas de propor o reuso dessa água, a exemplo da Lei 3.812/2006, sancionada em Brasília, Distrito Federal, que torna obrigatória a reutilização da água utilizada nos postos de gasolina e na lavagem de veículos (Brasília, 2006); e da Lei 9.439/ 2010, sancionada no Espírito Santo, que dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos e empresas de ônibus, instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos (Espírito Santo, 2010).

Quanto ao lançamento desses efluentes no meio ambiente, deve-se cumprir com as determinações da Resolução CONAMA 357/05, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (Brasil, 2005).

No Estado da Paraíba, segundo o Decreto Estadual de Nº 12.360/88, artigo 2º, compete à Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, a responsabilidade de conhecer e controlar a poluição ambiental, tomando as medidas compatíveis para equacionamento e limitação das mesmas. Conseqüentemente, cabe à SUDEMA exigir e liberar processos de licenciamento ambiental, inclusive para as empresas de lavagem de veículos dos municípios (Paraíba, 1988).

O município de Campina Grande, localizado na microrregião e na mesorregião do agreste paraibano, apesar de apresentar população de 385 mil habitantes, sendo considerado como um município de médio porte (IBGE, 2010), com índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,718 (PNUD, 2005), exercendo grande influência política e econômica sobre os demais municípios do Estado; e, no ano de 2006, já ter em torno de 40 empresas de lavagem de veículos, (Costa et al., 2007), atualmente tem apenas uma Coordenadoria de Meio Ambiente, não realizando o licenciamento ambiental e não tendo nenhuma lei municipal específica para as empresas de lavagem de veículos da cidade.

As limitações das pesquisas no âmbito de lavagem de veículos implicam especialmente desconhecimento dos impactos decorrentes e de alternativas tecnológicas voltadas à mitigação ou à eliminação dos poluentes produzidos pelas atividades desses estabelecimentos. De acordo com Costa et al. (2009), dentre alguns impactos socioambientais ocasionados por lava-jatos em cidade de porte médio no interior do estado da Paraíba pode-se destacar o uso excessivo de água e o lançamento desses efluentes sem um prévio tratamento no esgotamento sanitário.

Essa problemática acerca das empresas de lavagem de veículos evidencia a importância de se avaliar a composição desses efluentes e proporcionar investimentos em tecnologias de baixo custo e fácil operação, de modo que possam ser incorporados instrumentos adequados ao gerenciamento ambiental nesse setor.

O objetivo deste trabalho consiste em caracterizar as águas residuárias provenientes de empresas de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, e avaliar os impactos ambientais gerados por elas.





## 2.2. Segunda etapa

Nesta fase foram escolhidas cinco das 20 empresas pesquisadas na etapa anterior, o equivalente a 25 % dessas empresas. Como critérios para a escolha dessas empresas utilizou-se o número máximo de veículos lavados por semana, que correspondeu a 40 veículos; a existência de sistema de pré-tratamento das águas residuárias e que apresentasse infraestrutura que permitisse a realização da coleta. Por uma questão ética, as empresas de lavagem de veículos (ELVs) pesquisadas foram identificadas por índices, os quais variarão de 1 a 5, conforme a Tabela 1.

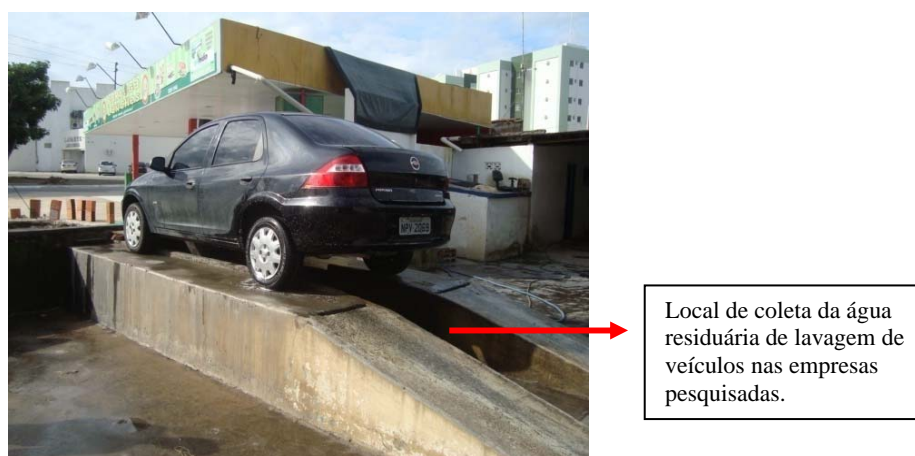
**Tabela 1.** Características das empresas pesquisadas onde foram coletadas as amostras de águas residuárias. Janeiro a março de 2010, em Campina Grande – PB.

Empresas pesquisadas	Número de veículos atendidos por semana	Volume de água utilizado	Presença de sistema de tratamento de águas residuárias
ELV <sub>1</sub>	Acima de 40	51 a 80 litros	Sim
ELV <sub>2</sub>	Acima de 40	81 a 100 litros	Sim
ELV <sub>3</sub>	Acima de 40	Não sabe	Sim
ELV <sub>4</sub>	Acima de 40	50 a 80 litros	Sim
ELV <sub>5</sub>	Acima de 40	30 a 50 litros	Sim

ELV: Empresa de lavagem de veículos.

As amostras foram recolhidas na fonte geradora (empresas de lavagem de veículos) durante seis semanas consecutivas e dias alternados: segunda-feira, quarta-feira e sábado, levando em conta os dias de maior atividade nas respectivas empresas. Em cada empresa foram coletadas 6 amostras, totalizando 30 em todos os empreendimentos.

O local de coleta foi no box de lavagem, especificamente no dique, antes da caixa separadora de água e óleo (Figura 2), durante a lavagem de um veículo, de forma a obter as águas residuárias com características que contemplasse as diversas etapas do processo de lavagem, em que se usam diferentes tipos de insumos. Em seguida, as amostras eram acondicionadas em baldes de 15 litros, e encaminhadas para o laboratório da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários – EXTRABES da Universidade Estadual da Paraíba e da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no bairro do Tambor, em Campina Grande-PB.



**Figura 2.** Área de lavagem de veículos nas empresas pesquisadas.

Os parâmetros físicos e químicos analisados foram: óleos e graxas, metais pesados, sólidos totais, sólidos suspensos totais, cor, turbidez, Demanda Química de Oxigênio (DQO),

Nitrogênio Total Kjeldhal, seguindo as recomendações do Standard Methods (APHA et al., 2000), conforme a Tabela 2.

**Tabela 2.** Métodos utilizados para caracterização física e química das águas residuárias de empresas de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB.

Parâmetro	Método utilizado
Óleos e graxas	Gravimétrico (APHA et al., 2000)
Metais pesados	Espectrofotométrico (APHA et al., 2000)
DQO	Titulométrico de Refluxação fechado (APHA et al., 2000)
ST e frações	Gravimétrico - (APHA et al., 2000)
pH	Potenciométrico- (APHA et al., 2000)
Nitrogênio total- NTK	Método semimicro Kjeldahl com digestão (APHA et al., 2000)
Fósforo total – P-total	Digestão por persulfato de amônio (APHA et al., 2000)
Turbidez	Determinação nefelométrica - (APHA et al., 2000)
Cor	Espectrofotômetro (460 nm) - (APHA et al., 2000)

### 2.3. Terceira etapa

Na terceira etapa foram quantificadas as cargas poluidoras das águas residuárias provenientes da lavagem de veículos das 20 empresas pesquisadas, a partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores. A metodologia para mensuração da carga poluidora abrangeu aspectos relacionados à vazão anual das águas residuárias da lavagem de veículos e às respectivas concentrações de poluentes.

Para se obter a vazão anual das águas residuárias produzidas na lavagem de veículos das empresas pesquisadas, considerou-se a relação entre a quantidade de veículos lavados anualmente nas empresas pesquisadas, a média ponderada referente ao consumo de água para lavagem de um veículo e a frequência de lavagem desses veículos (supondo-se duas vezes ao mês), conforme Equação 1.

$$Q = a \times b \times c \quad [1]$$

em que:

*Q*: vazão,  $m^3 \cdot ano^{-1}$

*a*: consumo de água por veículo,  $m^3 \cdot veículo^{-1}$

*b*: número de veículos lavados por ano nas empresas pesquisadas

*c*: frequência de lavagem ( $2x/mês$ ),  $24 \cdot ano^{-1}$

A carga poluidora gerada pelas águas residuárias da lavagem de veículos foi obtida pelo produto entre a média das concentrações dos poluentes e metais pesados verificadas na caracterização física e química das águas residuárias das cinco empresas de lavagem de veículos e da vazão anual das águas residuárias produzidas na lavagem de veículos das empresas pesquisadas, como mostra a Equação 2.

$$C_p = C \times Q \quad [2]$$

em que:

*C<sub>p</sub>*: Carga Poluidora ( $t.ano^{-1}$ ) para os poluentes e ( $kg.ano^{-1}$ ) para os metais pesados.

*C*: Concentração do poluente ( $g/m^3$ )

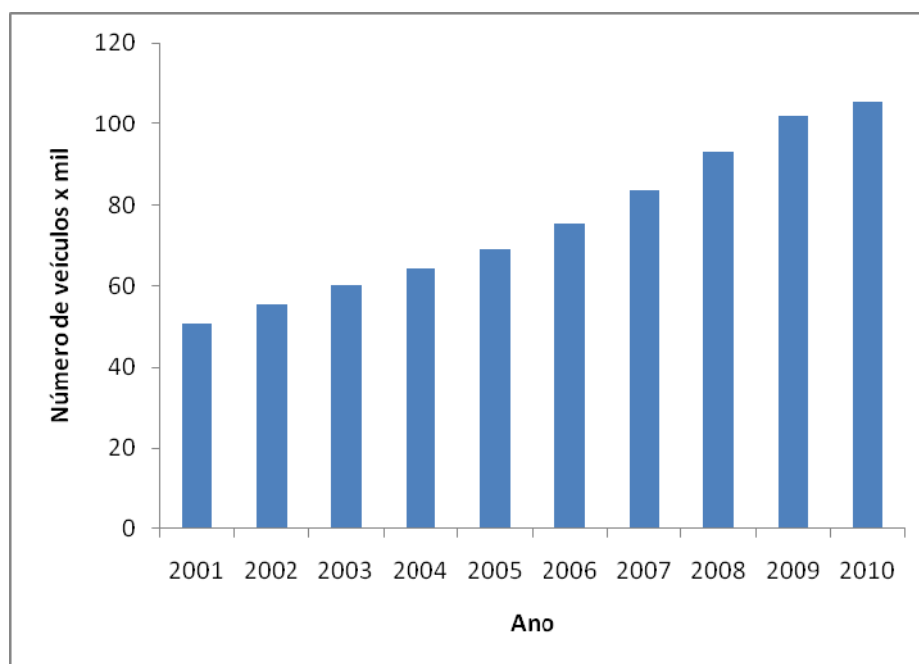
*Q*: Vazão produzida pelas águas residuárias de lavagem de veículos das empresas pesquisadas ( $m^3.ano^{-1}$ ).

Os parâmetros considerados para avaliação das cargas poluidoras foram: P-total, óleos e graxas, DQO, ST, SSV, NTK e alguns metais pesados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Levantamento da frota de veículos cadastrados e das empresas de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB

A identificação da situação atual das empresas de lavagem de veículos de Campina Grande-PB foi iniciada por meio de um levantamento da frota de veículos da cidade no período de 2001 a 2010 no Departamento Nacional de Trânsito (2010), na qual foi possível verificar que a quantidade de veículos aumentou mais de 50 % nesses últimos nove anos, como demonstra a Figura 3.



**Figura 3.** Distribuição da frota de veículos do município de Campina Grande, Paraíba, no período de 2001 a 2010.

**Fonte:** DENATRAN (2010).

O aumento considerável na frota de veículos colabora também para a necessidade das atividades de manutenção dos veículos, inclusive os serviços de limpeza, o que explica o desenvolvimento das microempresas e empresas de pequeno porte de lavagem de veículos.

Considerando que, de acordo com Costa et al. (2007), no ano de 2006 havia em torno de 40 empresas de lavagem de veículos na cidade de Campina Grande-PB, e atualmente, segundo o censo realizado, existem 60 empresas, verifica-se portanto, um aumento de 33 %.

O crescimento das microempresas e empresas de pequeno porte, em todos os setores empresariais, tem importância econômica e social reconhecida mundialmente, e é responsável pela maior quantidade de empregos, inclusive de menor qualificação profissional (Guerra, 2008). Nesse contexto, o desempenho das microempresas e empresas de pequeno porte de lavagem de veículos motiva a reflexão acerca de suas práticas, por apresentar vertentes

paradoxais, à medida que contribuem para o crescimento econômico local, com geração de empregos e renda, proporcionando melhoria à qualidade de vida das comunidades e, ao mesmo tempo, essas atividades também podem causar sérios impactos ambientais negativos.

Por ser uma atividade impactante ao meio ambiente, a instalação e funcionamento de empresas de lavagem de veículos requerem a licença ambiental, no entanto, constatou-se que apenas 20 empresas apresentar licença administrativa (JUCEP, 2009), fato preocupante, haja vista que a solicitação da licença administrativa requer o preenchimento dos requisitos legais (Mello, 2006) que, nesse caso, específico é a licença ambiental, a qual é composta pela licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e de operação (LO). Dentre os requisitos para a expedição da licença ambiental encontra-se a instalação de um sistema de pré-tratamento das águas residuárias, conforme Resolução CONAMA nº 237/1997 (Brasil, 1997) e Resolução CONAMA nº 273/2000 (Brasil, 2000). Dessa forma, o descumprimento desses aspectos legais converge para que se tenha em Campina Grande, 40 empresas de lavagem de veículos (67 %) trabalhando informalmente, ou seja, sem a licença administrativa e, conseqüentemente, sem a licença ambiental, constatando-se o descaso dos órgãos responsáveis e a ausência de consciência ambiental dos proprietários.

Salienta-se que a licença administrativa permite que o empresário atue de forma a exercer a cidadania, cumprindo com os seus deveres e obtendo seus direitos, a exemplo da previdência social. Por outro lado, a licença ambiental permite o controle das atividades desenvolvidas pelos empreendimentos que utilizam os recursos ambientais e são potencialmente poluidoras.

### **3.2. Caracterização física e química das águas residuárias de empresas de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB**

Nas Figuras 4 e 5 estão apresentados os resultados da concentração de óleos e graxas e de DQO, respectivamente, obtidos nas análises das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

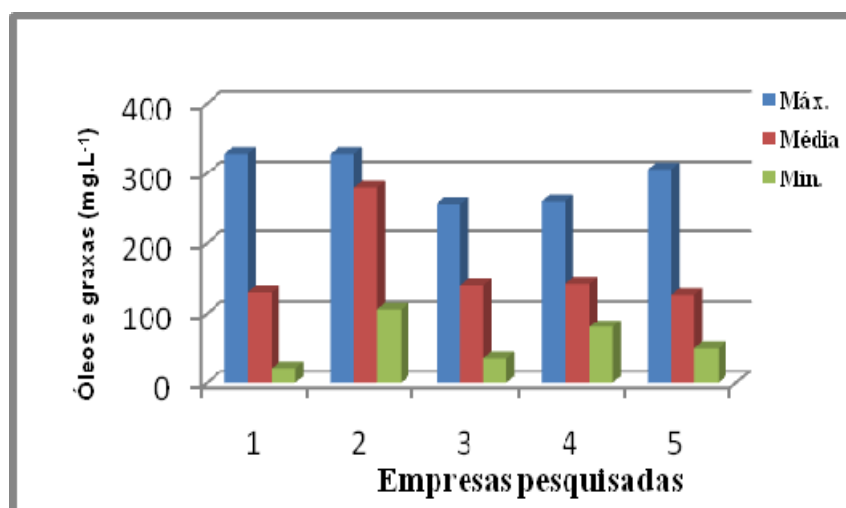
Observa-se, na Figura 4, que houve variações consideráveis nas concentrações de óleos e graxas encontrados nas águas residuárias de todas as empresas pesquisadas, as maiores concentrações alcançando valores máximos de 328 mg.L<sup>-1</sup> nas ELV<sub>1</sub> e ELV<sub>2</sub> e as concentrações mínimas corresponderam a valores de 22 mg.L<sup>-1</sup>, 36 mg.L<sup>-1</sup> e 50 mg.L<sup>-1</sup> nas ELV<sub>1</sub>, ELV<sub>3</sub> e ELV<sub>5</sub>, respectivamente. Fall et al. (2007), estudando águas residuárias provenientes dos serviços de lavagem de veículos em Toluca, cidade do México, constataram concentrações de óleos e graxas de 324 mg.L<sup>-1</sup>, para os empreendimentos que faziam tratamento prévio das águas residuárias, com separadores gravimétricos (API), e concentrações de 1100 mg.L<sup>-1</sup> de óleos e graxas, para aqueles empreendimentos que não tratavam suas águas residuárias. No entanto, Klautau e Gonçalves (2007), estudando águas residuárias de lavagem de veículos em Curitiba - PR, encontraram concentrações de óleos e graxas em torno de 60 mg.L<sup>-1</sup>.

A variação das concentrações dos compostos dessas águas residuárias é uma característica peculiar que depende de inúmeros fatores. As concentrações de resíduos oleosos encontrados nas águas residuárias de lavagem de veículos são em sua maioria de origem mineral e sintética e, em menor parcela, de origem vegetal e animal. Os óleos minerais e sintéticos encontrados compreendem os óleos lubrificantes utilizados na lubrificação dos motores, que se desprendem no processo de lavagem, e os silicones, óleos usados no acabamento de lavagem veicular. Os óleos vegetais e animais podem fazer parte da composição de óleos lubrificantes, a exemplo do óleo de mamona, utilizado nas operações de lavagem e polimento de motores (Secron, 2006).

Os óleos e graxas presentes em águas residuárias descartadas, ao alcançarem córregos ou rios tendem a ser absorvidos pelos vegetais aquáticos como também pelos que crescem nas margens, interagindo com os sedimentos, podendo afetar os organismos que ali vivem ou que



se alimentam destes sedimentos e vegetais como os peixes (Berti et al., 2009). Além disso, sabe-se que esses compostos, derivados do petróleo, são formados principalmente por hidrocarbonetos aromáticos e poliaromáticos que apresentam elevado potencial de toxicidade e capacidade de biomagnificação e bioacumulação nos diversos níveis tróficos das diferentes cadeias alimentares (Brito et al., 2005; Tiburtius et al., 2005).

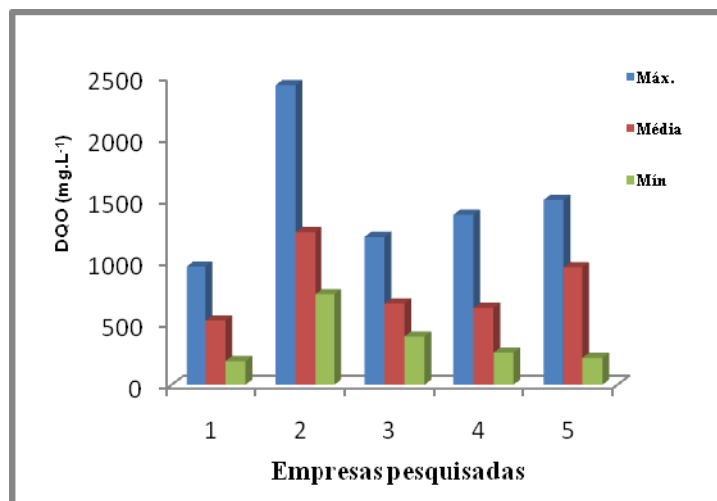


**Figura 4.** Concentração máxima, média e mínima de óleos e graxas das águas residuárias das empresas pesquisadas.

As concentrações de óleos e graxas nas águas residuárias de lavagem de veículos em todas as empresas pesquisadas se encontram fora do padrão permitido pela Resolução CONAMA N° 357/05, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no artigo 34º, 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> (Brasil, 2005).

Das empresas que participaram da pesquisa, pode-se verificar que a maioria apresenta a caixa de areia como tratamento dessas águas residuárias, o que implica diretamente na concentração de óleos e graxas a serem eliminados no ambiente. Grobério et al. (2004) enfatizam que, para que a caixa de areia tenha resultados satisfatórios, é necessário que ocorra constância de manutenção, principalmente em dias de maior movimento e em dias de chuvas, evitando o processo de ressuspensão e carregamento de sólidos e a saturação da areia na remoção do óleo. Por outro lado, esse sistema de tratamento envolve outra problemática que é o destino final dessa areia impregnada de óleo cujo descarte impróprio, como em terrenos baldios, valas e corpos hídricos, tende a se transformar em um passivo ambiental.

Os resultados de DQO encontrados nas águas residuárias de lavagem de veículos das empresas pesquisadas (Figura 5) apontam concentrações elevadas com valores máximos de 959 mg.L<sup>-1</sup> e 2432 mg.L<sup>-1</sup> para as respectivas ELV<sub>1</sub> e ELV<sub>2</sub>. Pode-se perceber que esses valores obtidos nas empresas de lavagem de veículos estão em concordância com as concentrações de óleos e graxas encontrados nestes, que nesse caso pode ser considerado como principal contribuinte para a DQO, associado a outros componentes como os surfactantes provenientes dos detergentes. Berti et al. (2009) enfatizam que a presença dessas substâncias reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a DQO, podendo ocasionar escassez de oxigênio e contribuir para a eutrofização do ambiente aquático.

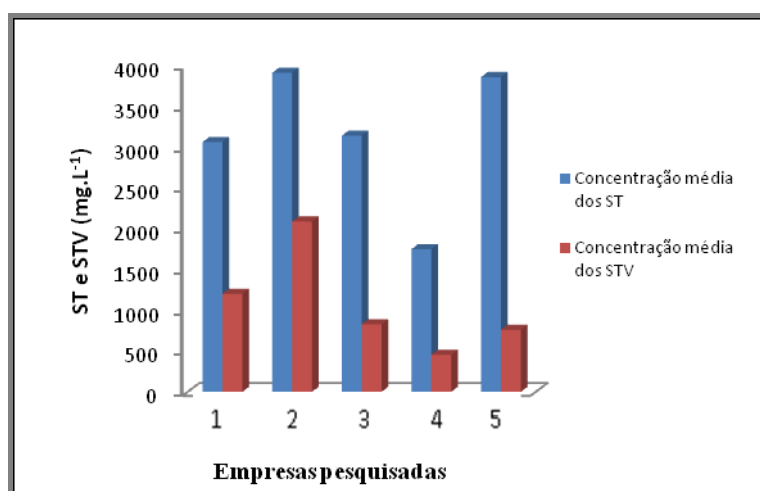


**Figura 5.** Concentração máxima, média e mínima de DQO das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

Os trabalhos realizados por Vasconcelos e Gomes (2009); Zimmermann (2008); Fall et al. (2007) ressaltam a característica dessas águas residuárias apresentarem concentrações elevadas de matéria orgânica.

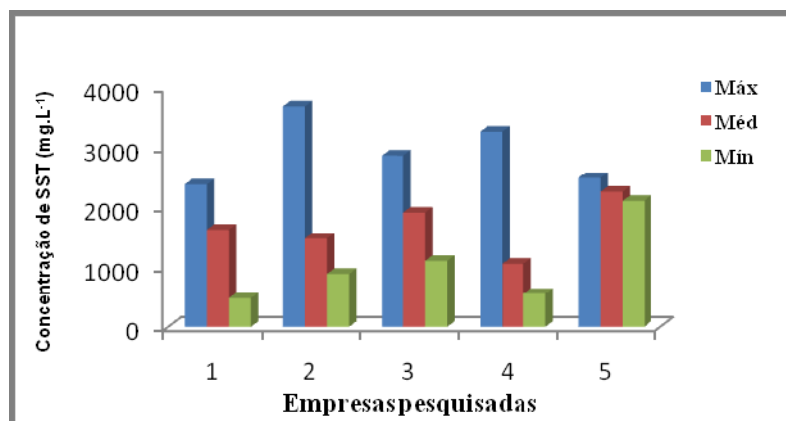
Na Figura 6 estão expressos os resultados das concentrações médias de sólidos totais (ST) e sólidos totais voláteis (STV) presentes nas águas residuárias de lavagem de veículos das empresas pesquisadas. A partir dos resultados, podem-se verificar concentrações elevadas, com destaque para a ELV<sub>2</sub>, cujos valores máximos atingiram 5510 mg.L<sup>-1</sup> de ST, 2984 mg.L<sup>-1</sup> de STV correspondem a 53 % do total encontrado.

Os autores Rubio et al. (2007), realizando um estudo sobre tratamento de águas residuárias proveniente da lavagem de ônibus, ao analisar esse parâmetro verificou uma concentração média de ST de 552 mg.L<sup>-1</sup>. Essa diferença dos valores encontrados pode ser explicada pelo tipo de lavagem, tendo em vista que o sistema utilizado por essa empresa de transporte público é do tipo mecanizada (*roll-over*), diferentemente das empresas pesquisadas, que são todas do tipo manual. Além disso, essas empresas têm como característica o dique, onde se processa a lavagem que, segundo Zimmermann (2008), permite uma maior remoção dos resíduos sólidos.



**Figura 6.** Concentrações de sólidos totais das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

Na Figura 7, encontram-se os resultados referentes às concentrações de sólidos suspensos totais (SST) presentes nas águas residuárias das empresas pesquisadas. Os resultados indicam que a maior parte desses compostos é de natureza inorgânica, correspondendo aos sólidos suspensos sedimentáveis. Isso se deve ao fato de haver grande quantidade de areia impregnada nos pneus e chassis dos veículos (Groberio et al., 2004).



**Figura 7.** Concentrações de sólidos suspensos totais das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

Na Tabela 3, estão expostos os resultados das análises correspondentes às concentrações de metais pesados nas águas residuárias coletadas nas empresas pesquisadas. Foram observados valores elevados, essencialmente na ELV<sub>2</sub> e ELV<sub>4</sub>.

Considerando a Resolução CONAMA 357/05, a ELV<sub>2</sub> está em desacordo com quase todos os metais pesados analisados: Zn, Pb, Fe, Mn, Cu e Cr; a ELV<sub>4</sub> apresenta-se fora dos limites permitidos pela resolução, em se tratando dos metais: Zn e Fe, tendo em vista que os valores máximos fixados para esses metais são respectivamente: 5,0 mg.L<sup>-1</sup> para o Zn, 0,5 para o Pb, 15 mg.L<sup>-1</sup> de Fe dissolvido, 1,0 mg.L<sup>-1</sup> de manganês dissolvido, 1,0 mg.L<sup>-1</sup> de Cu dissolvido, 0,5 mg.L<sup>-1</sup> de Cr.

Os metais pesados em sua maioria estão presentes na composição dos óleos lubrificantes utilizados na lavagem dos veículos, assim como nos óleos lubrificante, denominados óleos inservíveis, aplicados nas operações de lavagem e limpeza de peças constituídas por cobre (Cu), cromo (Cr), cádmio (Cd), chumbo (Pb) e níquel (Ni). Dessa forma, pode-se concluir que o ELV<sub>2</sub> faz uso desse tipo de composto, pois apresenta todos esses metais em elevadas concentrações.

Söerme e Lagerkvist (2002), estudando a presença de metais pesados em águas residuárias da estação de tratamento de esgoto de Estocolmo, na Suécia, também detectaram a presença de chumbo, cádmio, cromo e zinco como os principais contribuintes para a estação, sendo esses metais provenientes do setor industrial, inclusive de empresas de lavagem de veículos.

Segundo Dorigon e Tessaro (2010), o cobre está presente na lataria dos veículos, no motor, nos radiadores, em resíduos de asfalto, ocorrendo a remoção dessas partículas no processo de lavagem, por associação aos compostos nitrogenados, tornando-se componentes das águas residuárias de lavagem de veículos.

Já o zinco (Zn) pode estar presente naturalmente no ambiente, e na composição do ferro e aço, produtos mecânicos, borracha, óleos e ceras, tintas e vernizes, sabões e detergentes, (Von Sperling, 2005).

A presença de metais pesados em águas residuárias insere essa problemática no âmbito de saúde pública, tendo em vista que a toxicidade desses elementos pode afetar não apenas os segmentos da biota aquática, mas de forma direta ou indireta os seres humanos, através do consumo dessa água ou da ingestão de peixes contaminados. Além disso, a toxicidade sobre

os microrganismos decompositores pode reduzir a capacidade autodepurativa das águas, contribuindo para o processo de eutrofização (Von Sperling, 2005).

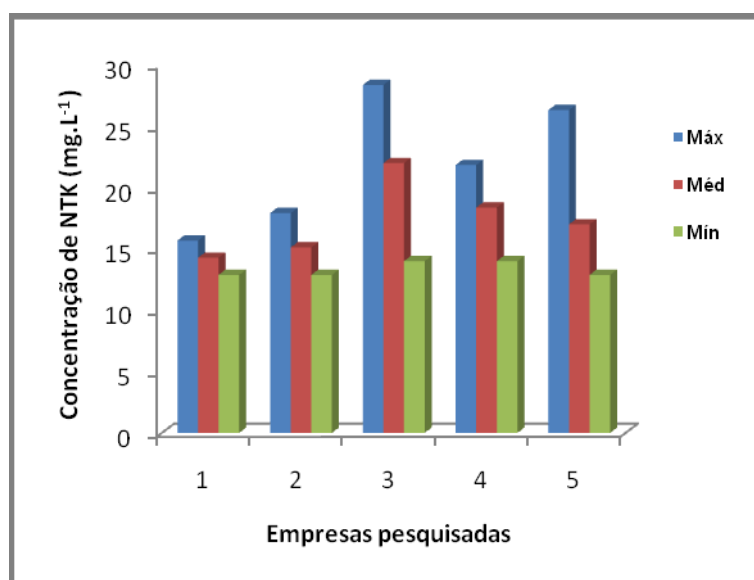
**Tabela 3.** Concentração de metais pesados encontrados nas águas residuárias coletadas nas ELVs de veículos de Campina Grande-PB

Parâmetro	Água Residuária							
	Zn (mg.L <sup>-1</sup> )	Pb (mg.L <sup>-1</sup> )	Cd (mg.L <sup>-1</sup> )	Ni (mg.L <sup>-1</sup> )	Fe (mg.L <sup>-1</sup> )	Mn (mg.L <sup>-1</sup> )	Cu (mg.L <sup>-1</sup> )	Cr (mg.L <sup>-1</sup> )
ELV <sub>1</sub>	0,19	0,05	0,017	0,08	10,64	0,15	0,09	0,12
ELV <sub>2</sub>	12,96	2,41	0,15	1,16	844,8	8,36	5,27	1,7
ELV <sub>3</sub>	0,25	0,12	0,019	0,09	7,63	0,28	0,05	0,08
ELV <sub>4</sub>	0,62	0,13	0,02	0,13	45,65	0,54	0,09	0,17
ELV <sub>5</sub>	0,07	0,10	0,01	0,06	6,87	0,17	0,04	0,08

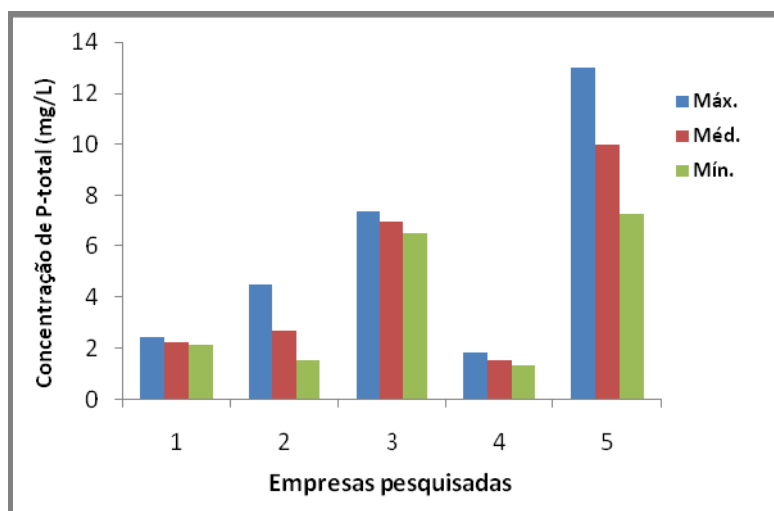
ELVs: Empresas de lavagem de veículos.

Nas Figuras 8 e 9 estão expostos os resultados de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e fósforo total encontrados nas águas residuárias das empresas pesquisadas. Pode-se verificar que a ELV<sub>5</sub> apresentou elevadas concentrações, principalmente de fósforo total. As concentrações dos compostos nitrogenados e fosfatados encontrados nessas águas residuárias são oriundos dos detergentes e xampus para veículos ou ainda podem ter sido aderidos aos veículos a partir de partículas de solo, adubos (Dorigon e Tessaro, 2010).

Comparando os resultados de NTK e P-total obtidos nas empresas de lavagem de veículo pesquisadas com os valores obtidos na caracterização realizada por López et al. (2009), observam-se valores consideravelmente altos.

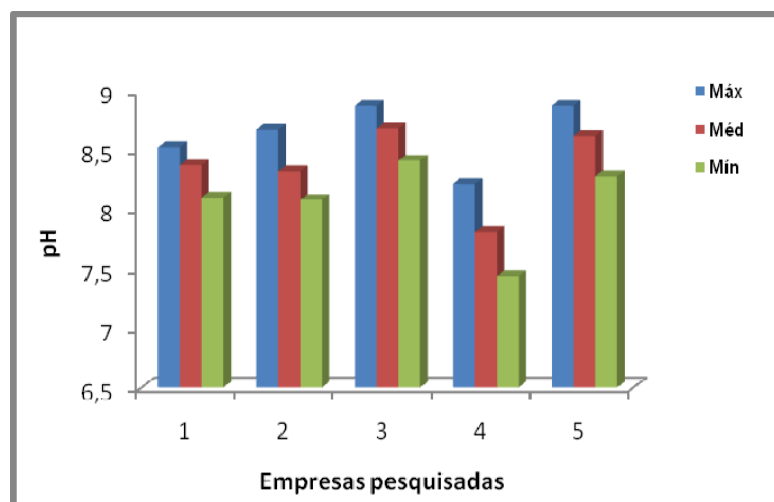


**Figura 8.** Concentrações de Nitrogênio Total Kjeldhal das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.



**Figura 9.** Concentrações de fósforo total das águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

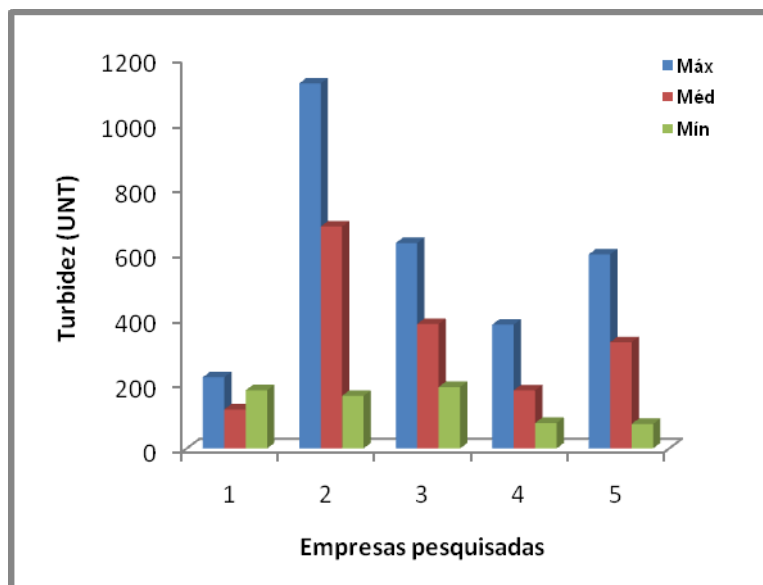
Os valores de pH apresentados na Figura 10 denotam condições básicas, mantendo-se com valores uniformes em todas as empresas de lavagem de veículo e confirmando a presença de produtos de limpeza veicular como base alcalina. Verifica-se ainda que o pH nas águas residuárias de todas as empresas pesquisadas está em concordância com os padrões da Resolução CONAMA 357/05 que é de 5 a 9.



**Figura 10.** Valores de pH encontrado nas águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

Os resultados referentes à turbidez encontrada nas águas residuárias das empresas pesquisadas estão expressos na Figura 11. A elevação da turbidez se deve à presença de partículas como a areia fina, silte, argila, em suspensão, que causa a dispersão e a absorção da luz, provocando uma aparência nebulosa, como foi constatado pelas análises de sólidos apresentadas no efluente pesquisado. Esse parâmetro é extremamente importante por interferir diretamente no processo de absorção da luz e, por conseguinte, na produção de fotossíntese em corpos hídricos (Odum e Barret, 2007).





**Figura 11.** Valores de turbidez encontrados nas águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas.

### 3.3. Estimativa dos possíveis impactos ambientais

#### 3.3.1. Vazão das águas residuárias provenientes da lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB

Considerou-se a quantidade de veículos lavados nas empresas pesquisadas conforme resultados apresentados na Tabela 1, a média ponderada de 50 litros ( $0,05 \text{ m}^3$ ) referente ao consumo de água para lavagem de um veículo, segundo resultados obtidos (Tabela 1), tomou-se ainda que, os cidadãos lavem seus veículos duas vezes ao mês nesses estabelecimentos, ( $2x/mês$ ), podendo-se assim estimar que a produção anual de águas residuárias oriundas do processo de lavagem de veículos pesquisadas é de  $3840 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$ .

O consumo de água exagerado e a conseqüente produção de águas residuárias na lavagem de veículos denotam a urgente necessidade de se investir em tecnologias que possibilitem o tratamento e reúso dessas águas residuárias na própria empresa, de forma a atenuar os impactos das cargas poluidoras que seriam descarregadas no corpo receptor. Além disso, o tratamento e reúso dessas águas residuárias também reduz o uso de água de boa qualidade para lavagem de veículos, considerada de fins menos nobre (Morelli, 2005).

Esses impactos negativos aos recursos hídricos oriundos da lavagem de veículos se agravam nos grandes centros urbanos, a exemplo da cidade de São Paulo, onde, segundo pesquisa realizada por Almeida et al. (2010), 15 mil veículos são lavados a cada dia, e as empresas de transporte urbano consomem cerca de  $2,200,000 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  de água por ano nessa atividade, apenas uma minoria dessas empresas faz o tratamento e reúso dessas águas residuárias no próprio empreendimento.

#### 3.3.2. Cargas poluidoras provenientes da lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB

As cargas poluidoras foram estimadas como explicitadas na metodologia (Equação 2), relacionando a vazão anual das águas residuárias produzidas ao valor médio de concentrações dos poluentes, considerando-se os 33% das empresas de lavagem de veículos pesquisadas. Assim, foram obtidos valores representativos dos impactos ambientais negativos ao meio ambiente, caso essas águas residuárias sejam lançadas sem o devido tratamento no corpo receptor (Tabela 4).

**Tabela 4.** Determinação das cargas poluidoras de óleos e graxas (O e G), DQO (Demanda Química de Oxigênio), ST (Sólidos Totais), SSV (Sólidos Suspensos Voláteis), NTK (Nitrogênio Total Kjeldhal, P-total (Fósforo total) e e alguns metais pesados provenientes da lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB.

Poluentes	$\bar{x}_1$ (g/m <sup>3</sup> )	Cp (t.ano <sup>-1</sup> )
O e G	163	0,63
DQO	799	3,07
ST	3145	12,07
SSV	1665	6,4
NTK	17	0,07
P-total	4,7	597,8

Metais pesados	$\bar{x}_1$ (g/m <sup>3</sup> )	Cp (kg.ano <sup>-1</sup> )
Zn	2,82	10,9
Pb	0,56	2,15
Cd	0,04	0,15
Ni	0,3	1,15
Fe	183	702,8
Mn	1,9	7,3
Cu	1,1	4,22
Cr	0,43	1,65

$\bar{x}_1$ : média dos resultados da caracterização física e química realizadas nas cinco ELVs; Cp: carga poluidora;

Segundo Magalhães et al. (2002), as águas residuárias produzidas na cidade de Campina Grande, juntamente com o efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos, são lançadas na bacia no rio Bodocongó, afluente do Rio Paraíba.

As concentrações de óleos e graxas podem ocasionar sérios inconvenientes na coleta e nos sistemas de tratamento das águas residuárias, por aderirem às superfícies das tubulações, produzindo odores desagradáveis e diminuindo a área de transporte; podem ainda concentrarem-se formando um material flutuante nos decantadores, que causam entupimentos em filtros de tratamentos. Esses compostos são responsáveis também por interferir ou inibir os processos de tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios (Jordão e Pessoa, 2009; Pawlak et al., 2008).

Em caso de serem eliminados em corpos d'água sem nenhum tratamento, os óleos e graxas diminuem o contato da superfície da água e do ar atmosférico, impedindo as trocas gasosas, reduzindo o oxigênio dissolvido do meio, afetando a respiração da fauna bentônica e redução da realização da fotossíntese dos vegetais e plâncton, conduzindo o ambiente ao processo de eutrofização (Tundisi, 2003; Bucas e Saliot, 2002).

Hibbs e Gulliver (1999); Aleixo et al. (2007) enfatizam que a contaminação de óleo em corpos de águas paradas podem ser particularmente perigosos, uma vez que, diferentemente de corpos em que a coluna de água é profunda e, conseqüentemente, há maior capacidade de diluição, os rios e reservatórios são rasos e confinam esses compostos aos seus leitos, favorecendo que estes permaneçam no ambiente durante longos períodos de tempo. Esses compostos podem atingir os organismos através da ecotoxicidade crônica do óleo, causando impactos nas populações por exposição direta ou nos sedimentos, por meio das dosagens subletais que comprometem saúde, crescimento e reprodução das populações, e pelos efeitos indiretos por meio das cadeias tróficas (Peterson et al., 2003).

Os óleos e graxas adsorvidos pelos vegetais aquáticos ou por vegetais que habitam as margens dos corpos d'água interagem com os sedimentos, afetando organismos que vivem nos sedimentos ou por meio da cadeia trófica, como espécies de peixes, aves e mamíferos, inclusive o ser humano (Berti et al., 2009; Peterson et al., 2003).

Avaliando-se os resultados expostos na Tabela 4, quanto aos aportes anuais dos poluentes e metais pesados presentes nas águas residuárias de lavagem de veículos da cidade de Campina Grande-PB, é possível verificar que podem causar sérios impactos ambientais se forem lançados no meio ambiente sem tratamento adequado.

Nagalli e Nemes (2009), estudando um pequeno córrego sem nome, situado na Bacia Hidrográfica do Rio Barigui, Região Metropolitana de Curitiba-PR, que atua como corpo receptor de águas residuárias industriais e esgotos domésticos, verificaram que, apesar da capacidade de autodepuração do corpo hídrico se fazer presente, existiram alguns pontos analisados em que as cargas poluidoras interferiram na qualidade das águas, sendo estas referentes às concentrações de óleos e graxas e dos metais pesados chumbo e zinco lançadas pelas águas residuárias industriais. Concluíram que, mesmo em pequenas concentrações, os metais pesados não foram depurados, acumulando-se, portanto, no córrego.

Considerando que para degradar a matéria orgânica ocorre depleção gradativa do oxigênio dissolvido (OD), conforme os resultados obtidos (Tabela 4), pode-se concluir que, caso essas águas residuárias não sejam tratadas adequadamente, serão necessárias **3,07 t.ano<sup>-1</sup>** de DQO ou OD para degradar o aporte total dos compostos orgânicos, contribuindo de maneira efetiva para a eutrofização do corpo receptor.

Os aportes anuais de NTK e P-total podem efetivamente acelerar o processo de eutrofização dos corpos receptores. Conforme Rocha et al. (2009), a eutrofização dos corpos aquáticos brasileiros tem se intensificado muito nos últimos 20 anos, devido, dentre outros fatores, ao elevado grau de urbanização, sem tratamento de esgotos domésticos e intensificação de algumas atividades industriais que levam excessiva carga de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica aos corpos aquáticos.

O aumento nos níveis de eutrofização pode acarretar a diminuição da quantidade e da qualidade da água e a perda da capacidade de sustentabilidade do sistema, com conseqüente aumento do nível de toxicidade e deterioração da saúde humana (Tundisi, 2003), tornando-se uma questão de saúde pública, por afetar de forma direta ou indiretamente a qualidade de vida das comunidades.

Barbosa et al. (2009) e Guimarães et al. (2006) destacam as ações antrópicas como um dos aspectos cruciais para a deterioração da qualidade das águas dos corpos aquáticos inseridos na bacia do rio Paraíba, acrescentando a necessidade de monitoramento desses nutrientes no gerenciamento dos corpos aquáticos.

A matéria inorgânica também causa alterações na cor e turbidez do corpo aquático, interferindo principalmente no dinamismo metabólico dos organismos bentônicos, além disso, podem ser responsáveis pelo assoreamento de corpos hídricos (Esteves, 1998; Ricklefs, 2003; Klautau e Gonçalves, 2007).

## 4. CONCLUSÃO

Mediante os resultados encontrados, pode-se concluir que as águas residuárias das empresas de lavagem de veículos pesquisadas estão em desacordo com a legislação pertinente. As altas concentrações de substâncias poluentes e recalcitrantes encontradas implicam sérios problemas ambientais se lançadas em corpos aquáticos sem o devido tratamento. Portanto, 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, sendo, portanto, indispensável a inserção de um gerenciamento adequado nesse setor, de forma que possa minimizar os impactos provocados pelo lançamento de águas residuárias e potencializar os impactos positivos.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os nossos agradecimentos seguem para a instituição CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de doutorado.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALEIXO, L. A. G.; TACHIBANA, T; CASAGRANDE, D. Poluição por petróleo: formas de introdução de óleo e derivados no ambiente. *Revista Integração*, São Paulo, n. 49, 2007.
- ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H.; GIANNETTI, B. F. Identifying improvements in water management of bus-washing stations in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling Brazil*, v. 54, p. 821-831, set. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.01.001>
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER POLLUTION CONTROL FACILITIES - APHA, AWWA, WPCF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18. ed. Washington, 2000.
- AL-ODWANI; AHMED, A.; BOU-HAMAD, S. Carwash water reclamation in Kuwait. *Desalination*, v. 206, p. 17-28, Feb. 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2006.03.560>
- BARBOSA, T. L.; ARAÚJO Jr., R. J.; DINIZ, C. R.; BARBOSA, J. E. L.; CEBALLOS, B. S. O. Qualidade de água de corpos aquáticos inseridos na bacia do rio Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 25., 2009, Olinda. *Anais...* Olinda: ABES, 2009.
- BERTI, A. P.; DÜSMAN, E.; SOARES, L. C.; GRASSI, L. E. A. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. *SaBios: Rev. Saúde e Biol.*, v. 4, n. 1, p. 45-51, jan./jun. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 01 maio 2010.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000**. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>>. Acesso em: 01 maio 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 01 maio 2010.
- BRASÍLIA (DF). **Lei Nº 3.812, de fevereiro de 2006**. Dispõe sobre a obrigatoriedade do reaproveitamento da água utilizada nos postos de lavagem de veículos. Disponível em: <[http://www.aquaflot.com.br/artigos/Lei\\_de\\_re\\_so\\_de\\_gua\\_de\\_lavagem\\_DF\\_Torna\\_obrigat\\_rio\\_o\\_reaproveitamento\\_da\\_gua\\_utilizada.pdf](http://www.aquaflot.com.br/artigos/Lei_de_re_so_de_gua_de_lavagem_DF_Torna_obrigat_rio_o_reaproveitamento_da_gua_utilizada.pdf)>. Acesso em: 05 de março de 2010.
- BRITO, F. do V.; OLIVEIRA, A. S. DE, NEVES, H. C. et. al. Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, out. 2005, Salvador. *Anais...* Disponível em: <[http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0563\\_05.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0563_05.pdf)>. Acesso em: 06 set. 2009.
- BROWN, C. **Water conservation in the professional car wash industry**. Chicago: International Carwash Association, 2000.
- BUCAS, G.; SALIOT, A. Sea transport of animal and vegetable oils and its environmental consequences. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 1388-1396, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00303-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00303-X)
- COSTA, L. L.; LIMA, A. K. V. O.; PEREIRA, F. C. Impactos ambientais dos efluentes das lagoas de estabilização em Campina Grande – Paraíba. *Qualit@s Revista Eletrônica*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 1-7, jan./jun. 2009.
- 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. *Saúde e Ambiente - Health and Environment Journal*, Joinville, v. 8, n. 1, jun. 2007.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN (Brasil). **Registro nacional de veículos automotores - RENAVAN. 2010**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 10 de julho de 2010.
- DORIGON, E. B.; TESSARO, P. T. Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense. *Unoesc & Ciência – ACBS*, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 13-22, jan./jun. 2010.
- ESPÍRITO SANTO. **Lei Nº 9.439 de maio de 2010**. Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos e empresas de ônibus instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos. Disponível em: <[http://www.sindipostos-es.com.br/site/ver\\_lei/491](http://www.sindipostos-es.com.br/site/ver_lei/491)>. Acesso em: 25 de março de 2011.
- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.



ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>)

---

FALL, C.; MOLEON, M. C. J.; BÂ, M. K.; DELGADO, C. D.; MULIDO, D. G.; CHAVEZ, M. C. Carwash wastewater: characteristic, volume, and treatability by gravity oil separation. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, v. 6, n. 002, p. 175-184, 2007.

GUERRA, L. A. Lei geral da microempresa e da empresa de pequeno porte: desoneração da produção – sistema supersimples (sistema único de recolhimento de tributos) acessos diferenciados ao mercado e ao crédito. *Revista Universitas Jus.*, Brasília, DF, n. 16, p. 44- 65, 2008.

GROBÉRIO, F.; BRAGA, F. S.; SOUZA M. R.; BERTOLDE, A. I.; NASCIMENTO, D. I. Caracterização de resíduos sólidos oleosos de postos de serviço automotivo da cidade de Vitória-Es. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2004, Joinville. *Anais...* Joinville: ABES, 2004.

GUIMARÃES, A. O.; MELO, A. D.; CEBALLOS, B. S. O.; GALVÃO, C. O.; MÁRCIA, M. M. R. Aspectos da gestão do açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2006, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ABES, 2006.

HIBBS, D. E.; GULLIVER, J. S. Processes controlling aqueous concentrations for riverine spills. *Journal of Hazardous Materials*, v. 64, p. 57-73, 1999.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3894\(98\)00224-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3894(98)00224-6)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 março de 2011.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 940p.

JUNTA COMERCIAL DO ESTADO DA PARAÍBA – JUCEP. **Relatório do cadastro**: atividades selecionadas: serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos automotores. João Pessoa, 2009.

KLAUTAU, J. V. P.; GONÇALVES, M. F. Reúso de água: um projeto e sua viabilidade aplicada a lava-jatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABES, 2007.

LÓPEZ, D. A. R.; NIEDERSBERG, C.; RODRIGUEZ, A. L.; ALMEIDA, M. P. Estudo da possibilidade de reúso de água de lavagem de carros em postos de distribuição de combustíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009, Olinda. *Anais...* Olinda: ABES, 2009.

MAGALHÃES, N. F.; CEBALLOS, B. S. O.; NUNES, A. B. A.; GHEYI, H. R.; KONIG, A. Principais impactos nas margens do Baixo Rio Bodocongó - PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 128-135, 2002.

MELLO, C. A. B. **Curso de direito administrativo**. 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2006. 418p.

MORELLI, E. B. **Reúso de água na lavagem de veículos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>)

---

NAGALLI, A.; NEMES, P. D. Estudo da qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Rev. Acad. Ciênc. Agr. Amb.**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 131-144, abr./jun. 2009.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PARAÍBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. **Decreto n.º 12.360 de 20 de janeiro 1988**. Regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Disponível em: <[http://www.sudema.pb.gov.br/legis\\_files/decreto12360.html](http://www.sudema.pb.gov.br/legis_files/decreto12360.html)>. Acesso em: 01 maio 2010.

PAWLAK, Z.; RAUCKYTE, T.; OLOYEDE, A. Oil, grease and used petroleum oil management and environmental economic issues. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, v. 26, n. 1, p. 11 – 17, 2008.

PETERSON, C. H.; RICE, S. D.; SHORT, J. W.; ESLER, D.; BODKIN, J. L.; BALLACHEY, B. L. et al. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. **Science**, v. 302, p. 2082 – 2086, 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (Brasil). **Atlas de desenvolvimento humano**. 2005. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/home>>. Acesso em: 13 de set. 2010.

RICKLEFS, R. E. **Economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ROCHA, A. R.; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. O. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 01 - 06, out./dez. 2009.

RUBIO, J.; ZANETI, R. N.; ALVARES, C. L. A. Reúso de água de lavagem de veículos via floculação - flotação avançada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007.

SMITH, D. J.; SHILLEY, H. **Residential car washwater monitoring study**. 2009. Disponível em: <<http://www.carwash.org/SiteCollectionDocuments/2009%20FW%20CarWash%20water%20Monitoring%20Study.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2011.

SÖRME L.; LAGERKVIST, R. Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm. **The Science of the Total Environment**, v. 298, n. 1/3, p. 131-145, Oct. 2002.

SECRON, M. B. **Avaliação de sistemas separadores água e óleo do tratamento de efluentes de lavagem, abastecimento e manutenção de veículos automotores**. 2006. 257f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TIBURTIUS, E. R.; PERALTA-ZAMORA, P.; EMMEL A.; LEAL, E. S. Degradação de BTXs via processos oxidativos avançados. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, jan./fev. 2005.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003.

VASCONCELOS, D. V.; GOMES, A. Tratamento de efluentes de postos de combustíveis para o reúso usando processos oxidativos avançados. **Caderno UniFOA**, Volta Redonda, n. 11, p. 35-43, dez. 2009.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>)

---

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

ZIMMERMANN, V. E. **Desenvolvimento de tecnologia alternativa para tratamento de efluentes visando à reutilização da água de postos de lavagem de veículos**. 2008. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.