



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

HEBERT JONATHAN FIGUEIRÊDO CAMPOS

**PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DOS LAVA A JATOS: UM ESTUDO DE CASO NA
CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

**CAMPINA GRANDE
2022**

HEBERT JONATHAN FIGUEIRÊDO CAMPOS

**PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DOS LAVA A JATOS: UM ESTUDO DE CASO NA
CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Impactos ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Rui de Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. Whelton Brito dos Santos

**CAMPINA GRANDE
2022**

HEBERT JONATHAN FIGUEIRÊDO CAMPOS

**PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DOS LAVA A JATOS: UM ESTUDO DE CASO NA
CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Impactos ambientais.

Aprovado em: 12/07/2022.

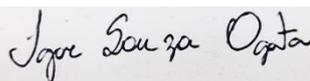
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rui de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Whelton Brito dos Santos (Coorientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Igor Souza Ogata
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Ruth Silveira do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C198p Campos, Hebert Jonathan Figueirêdo.
Problemática ambiental dos lava a jatos [manuscrito] : um estudo de caso na cidade de Campina Grande - PB / Hebert Jonathan Figueirêdo Campos. -2022.
36 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Rui de Oliveira , Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

"Coorientação: Prof. Dr. Whelton Brito dos Santos , Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

1. Impacto ambiental. 2. Sustentabilidade. 3. Lavagem automotiva. I. Título

21. ed. CDD 333.714

Aos meus pais e amigos, pelo apoio e paciência,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre nos guiar pelos melhores caminhos em nossas vidas.

Aos meus pais Jonas Alves e Márcia Lima, que apesar das dificuldades, sempre fizeram de tudo para me proporcionar estudo.

A minha namorada Ana Tavares, por me inspirar e motivar a ser cada vez melhor.

Ao meu “*Crew*”: Ayrton Natthan, Lucas Alves, Daniel Bezerra, Ivila Nunes, Cléo Kaluaná e Diego Paulo, que foram o maior apoio nessa jornada.

Aos meus colegas de curso, especialmente, Amanda Myrna, Amanda Oliveira, Alicya Ferreira, Allisson Renan, Camylla Silva, Gabriel Roberto, Gabriella Negromonte, Karyna Steffane, Marcelo Henrique, Marizabel Ramos, Nathalia Dutra Patrícia Pinheiro, Pablo Duarte, Sabrina Holanda e Thalisson Selton que permitiram superar momentos difíceis juntos.

Aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, por sempre se preocuparem com nosso aprendizado.

Ao meu Orientador Rui de Oliveira e Coorientador Whelton Brito dos Santos, por estarem presentes na reta final da graduação e tornar tudo isso possível.

Ao grupo EMPATECH, por me acolherem e contribuírem com grande experiência.

Ao proprietário do lava a jato, por me receber de braços abertos para a realização da pesquisa.

RESUMO

O segmento de lavagem automotiva se caracteriza por consumir grandes quantidades de água e gerar efluentes altamente poluentes, se enquadrando nas discussões que buscam o equilíbrio entre desenvolvimento humano e preservação dos recursos naturais. Estando presente em grande escala não só no Brasil, mas também em todo o mundo, é de suma importância dar a devida atenção para o tema e buscar formas de diminuir seus impactos ambientais partindo de abordagens sustentáveis. Com o propósito de analisar essas questões, foi selecionado um lava a jato da cidade de Campina Grande - PB para estudo de caso, sendo caracterizado por possuir alta frequência de atendimento, mesmo com problemas de escassez de água presente na região. Além disso, a seleção ocorreu tendo em vista que este é um estabelecimento que adota medidas sustentáveis, tornando interessante analisar seu desempenho em termos ambientais, comparando suas medidas e operações com outros trabalhos de mesma proposta e normas vigentes. Conclui-se então que este se encontra em conformidade com tal propósito e serve como exemplo para os demais empreendimentos desse setor. As medidas adotadas no lava a jato são simples, mas seguem alinhadas com as propostas sustentáveis de outros autores, além de garantir conformidade com as normas ambientais através dos resultados de pH, que se mantiveram na faixa neutra, e dos valores de turbidez muito abaixo dos limites exigidos para lançamento.

Palavras-chave: Lavagem automotiva, Impactos ambientais, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The automotive washing segment is characterized by consuming large amounts of water and generating highly polluting effluents, fitting into discussions that seek a balance between human development and preservation of natural resources. Being present on a large scale not only in Brazil, but also throughout the world, it is of paramount importance to pay due attention to the subject and seek ways to reduce its environmental impacts from sustainable approaches. In order to analyze these issues, a car wash in the city of Campina Grande - PB was selected for a case study, which is characterized by having a high frequency of service, even with problems of water scarcity present in the region. In addition, the selection took place considering that this is an establishment that adopts sustainable measures, making it interesting to analyze its performance in environmental terms, comparing its measures and operations with other works of the same proposal and current regulations. It is then concluded that this is in accordance with this purpose and serves as an example for other enterprises in this sector. The measures adopted in the car wash are simple, but are in line with the sustainable proposals of other authors, in addition to ensuring compliance with environmental standards through pH results, which remained in the neutral range, and turbidity values well below limits required for release.

Keywords: Car wash, Environmental impacts, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Lavagem tipo túnel.....	14
Figura 2 – Lavagem tipo <i>Rollover</i>	15
Figura 3 – Lavagem ecológica	15
Figura 4 – Lavagem a vapor	16
Figura 5 – pHmetro Tec 3MP (A) e turbidímetro Policontrol (B)	23
Figura 6 – Processo de lavagem convencional simples.....	25
Figura 7 – Captação de água.....	27
Figura 8 – Tratamento e armazenamento de água.....	27
Figura 9 – Destinação final do efluente.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da metodologia usada	24
Quadro 2 – Sistemas de reuso.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume de água gasto por cada tipo de lavagem	16
Tabela 2 – Comparação com as normas e outros autores.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Questões gerais sobre lavagem automotiva	14
3.1.1	<i>Tipos de lavagens</i>	14
3.1.2	<i>Normas vigentes</i>	16
3.2	Impactos ambientais no setor de lavagem automotiva	18
3.2.1	<i>Alternativas sustentáveis para o setor de lavagem automotiva</i>	19
4	METODOLOGIA	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
6	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Característico por consumir grandes quantidades de água e gerar efluentes altamente poluentes, o setor de lavagem automotiva se encontra presente em grande escala não só no Brasil, mas em todo o mundo, e traz grandes impactos ambientais se executado de forma inapropriada.

Em relação ao consumo de água, o setor de lavagem automotivo varia o volume utilizado conforme o tipo e tamanho do automóvel, a natureza e quantidade da sujidade, os equipamentos utilizados e o tipo de lavagem. Além disso, ainda há perdas significativas devido ao desperdício, causado por maus hábitos como por exemplo deixar ligados equipamentos de lavagens quando não estão em uso, executar as lavagens de forma incorreta ou até mesmo usar produtos e equipamentos inadequados ou avariados (CAMPOS, 2019).

Por sua vez, os efluentes gerados no processo são caracterizados pela grande quantidade de óleos, graxas, detergentes e outros produtos de limpeza que, uma vez lançados diretamente na rede de drenagem ou no solo sem um tratamento prévio, podem gerar uma série de problemas de ordem ambiental e social (GONÇALVES et al., 2018).

Outro fator que intensifica ainda mais a problemática, é o elevado número de veículos em circulação, que em 2019 chegou a 1,4 bilhões no mundo (WARDSAUTO, 2019), aumentando, conseqüentemente, a demanda pelo serviço de limpeza automotiva. No Brasil, especificadamente, a frota de veículos estimada em dezembro de 2021 foi mais de 111 milhões, sendo aproximadamente, 203 mil veículos pertencentes ao município de Campina Grande, Paraíba (DENATRAN, 2021).

Nesse sentido, o setor de lavagem automotiva em Campina Grande cresceu de forma correspondente, não só pela demanda, mas também devido a prestação do serviço ser de fácil implantação e operação. De acordo com uma pesquisa realizada por Campos et al. (2019) em Campina Grande, o município apresenta mais de sessenta lava a jatos ativos. Souza (2017), por sua vez, afirma que a quantidade desses empreendimentos pode ser explicada pelo desemprego, pois a facilidade de implantar e operar um empreendimento desse tipo se torna uma maneira de gerar renda numa situação de crise financeira.

Todavia, o município de Campina Grande possui grandes dificuldades de abastecimento, por conta da escassez hídrica inerente da região semiárida, caracterizada pela baixa precipitação, fator este ampliado devido as mudanças climáticas (CAMPOS et al., 2019).

Sendo assim, percebe-se que o setor de lavagem automotiva em Campina Grande apresenta uma problemática que não deve ser negligenciada, sendo conveniente buscar

alternativas sustentáveis que possibilitem enquadrar esse tipo de empreendimento aos padrões ambientais, cada vez mais restritivos.

Diante desse contexto, o presente trabalho se constitui de um estudo de caso aplicado a um lava a jato localizado na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba, sendo descritas as medidas e operações de lavagem adotadas no empreendimento, além de realizar uma análise comparativa de alguns parâmetros físico-químicos do efluente das lavagens com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Os dados obtidos, também foram comparados com dados de outros autores dedicados ao estudo do tema, avaliando, portanto, o desempenho do lava a jato em termos ambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho ambiental de um lava a jato localizado na cidade de Campina Grande – PB, mediante os padrões de sustentabilidade, além de realizar uma análise comparativa de parâmetros físico-químicos do efluente gerado.

2.2 Objetivos específicos

Descrever as medidas e operações adotadas no empreendimento, bem como realizar análises de pH e turbidez do efluente gerado no processo, comparando os resultados obtidos com outros estudos de mesma proposta e normas vigentes.

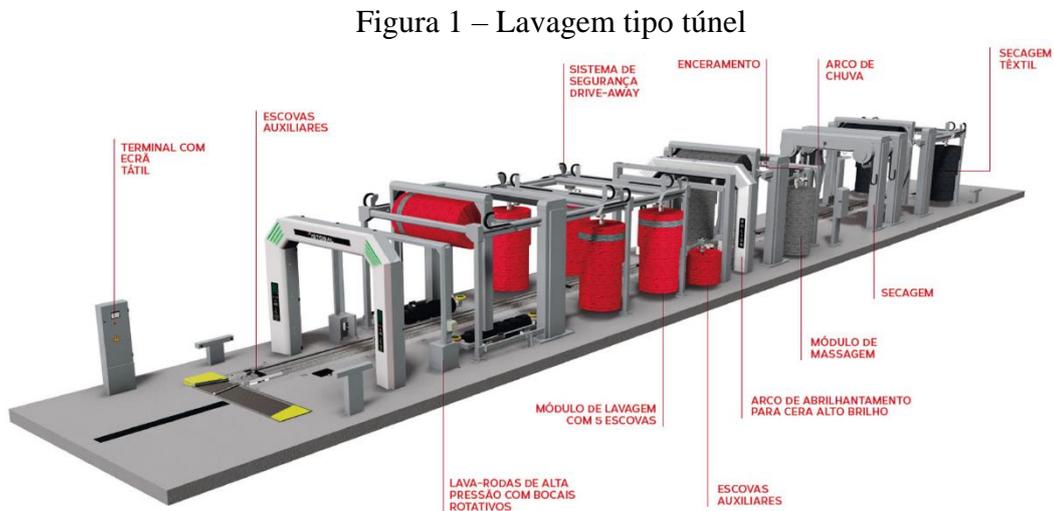
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Questões gerais sobre lavagem automotiva

3.1.1 Tipos de lavagens

O setor de lavagem automotiva é bem diversificado quanto a sua forma de execução, existindo diferentes variações que trazem consigo operações bem específicas de limpeza e, por essa razão, os produtos consumidos e os resíduos gerados em cada processo assumem características e quantidades distintas. Em vista disso, existem três tipos mais comuns de lavagem, sendo elas a lavagem do tipo túnel, *Rollover* e manual (BOHN, 2014).

Na lavagem do tipo túnel (Figura 1) o veículo segue em uma esteira ao longo de um túnel que pode chegar a 30 metros de comprimento, o que possibilita lavar mais de um carro simultaneamente. Nele, existem vários arcos com diferentes etapas de lavagem, como lavagem de rodas, polimento, enxágue, secador de tecidos, entre outros (ISTOBAL, 2018).



Fonte: ISTOBAL (2018).

O tipo de lavagem *Rollover* (Figura 2) basta deixar o carro parado com o freio de mão acionado que a máquina se move automaticamente. São vários módulos disponíveis que permitem diferentes tipos de lavagem e secagem, usando escovas, jatos de água nas rodas, aplicação de shampoo, ceras e outros produtos (ISTOBAL, 2018).

Figura 2 – Lavagem tipo *Rollover*

Fonte: ISTOBAL (2018).

Já a lavagem manual é a mais comum no Brasil, sendo executada por mangueiras com jatos de alta pressão de água e ar, detergente e outros produtos (BOHN, 2014), apresentando grande variação nos serviços ofertados por cada empreendimento. Por ser aplicada em grande escala, é o tipo de lavagem que mais traz preocupações ambientais.

Como alternativa sustentável para a limpeza de veículos surgiu a lavagem ecológica (Figura 3), chamada também de lavagem a seco, devido à baixa quantidade de água usada no processo (RODRIGUES et al., 2016). Basicamente, essa limpeza é feita com uma pistola de ar comprimido contendo uma mistura de produtos biodegradáveis diluída em uma pequena quantidade de água (300 ml) que, ao ser aplicada na lataria do veículo, descompacta a sujeira e permite uma fácil remoção com flanelas de microfibra (ACQUAZERO ECO WASH, 2021).

Figura 3 – Lavagem ecológica



Fonte: ACQUAZERO ECO WASH (2021).

Além da lavagem ecológica, ainda existe a alternativa sustentável de lavagem a vapor, que realiza o serviço de limpeza utilizando apenas 5 litros de água e panos de microfibra. Tais lavadoras a vapor atingem pressão de 9 bar ou 130 psi e temperatura de até 180° C, e podem ser usadas na parte externa, interna e motor sem pôr em riscos componentes do veículo, além garantir ação antimicrobiana, eliminação de odores, bactérias, fungos, ácaros e vírus (JETVAP, 2021).

Figura 4 – Lavagem a vapor



Fonte: JETVAP (2021).

Para realizar uma comparação entre os diferentes tipos de lavagem automotiva foi criada a Tabela 1, com o volume de água gasto em cada método de lavagem. Dessa forma, é perceptível como o tipo de lavagem ecológica e a vapor se destacam pelo baixo volume de água gasto perante os demais.

Tabela 1 – Volume de água gasto por cada tipo de lavagem

Tipos de lavagem	Volume médio gasto por lavagem
Túnel	262 L (USEPA, 1980)
<i>Rollover</i>	12-168 L (USEPA, 1980)
Manual	200 L (RODRIGUES, 2017)
Ecológica	300 mL (ACQUAZERO ECO WASH, 2021)
A vapor	5 L (JETVAP, 2021)

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.2 Normas vigentes

Embora não exista uma legislação ambiental que aborde especificadamente as questões sobre lavagem automotiva, este setor busca atender os requisitos impostos por normas diversas (SOUSA et al., 2018).

Uma prova disso pode ser vista inicialmente na Resolução CONAMA 273/2000 (BRASIL, 2000), que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição.

Mesmo que essa norma regulamente instalações e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, ainda assim, tem sido usado no setor de lavagem automotiva, pois, inicialmente, essa atividade era exercida apenas em postos de combustíveis, além de que a mesma lança efluentes com características que se enquadram nas exigências da norma.

Ainda no que se refere aos efluentes lançados, a CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA (BRASIL, 2005).

Para atender tais disposições, é necessária a construção de unidades de tratamento projetada de acordo com o estabelecido na NBR 13969/1997 (BRASIL, 1997), que oferece alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanques sépticos.

A manutenção dessas unidades de tratamento deve ser feita de forma adequada, e o material residual gerado, em boa parte constituído de óleo lubrificante usado ou contaminado, deve ser recolhido e coletado conforme a Resolução CONAMA 362/2005 (BRASIL, 2005).

Em relação às atividades que podem causar degradação ambiental, a Lei 6.938/1981 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, institui a nível nacional as questões gerais a respeito do licenciamento ambiental.

No Brasil, alguns estados possuem leis específicas para lidar com questões voltadas ao setor de lavagem automobilística, a exemplo da Lei 3.812/2006 (BRASÍLIA, 2006) aprovada em Brasília - DF, a Lei 9.439/ 2010 (ESPÍRITO SANTO, 2010) do Estado do Espírito Santo e a Lei 16.160/2015 (SÃO PAULO, 2015) do município de São Paulo, todas tornando obrigatório o reuso de água nesse setor.

No estado da Paraíba, cabe à Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), estabelecer medidas de preservação ambiental conforme o artigo 2º do Decreto Estadual de Nº 12.360/1988 (PARAÍBA, 1988). No entanto, não há nenhuma legislação específica para o setor de lavagem automotiva.

De forma específica, no município de Campina Grande há algumas leis aplicáveis ao setor de lavagem automotiva, a exemplo da Lei 4.129/2003 (CAMPINA GRANDE, 2003), a Lei complementar Nº 042/2009 CAMPINA GRANDE, 2009) e a Lei Nº 5410/2013

(CAMPINA GRANDE, 2013), que basicamente exigem tratamento adequado dos efluentes antes da sua disposição final.

3.2 Impactos Ambientais no setor de lavagem automotiva

Os principais impactos ambientais decorrentes do setor de lavagem automotiva se resumem basicamente ao elevado consumo de água e geração de efluentes que, na maioria das vezes, são descartados de forma irresponsável e sem tratamento adequado.

Em um estudo realizado também na cidade de Campina Grande – PB, Rodrigues (2017) estimou o consumo de água de oito estabelecimentos de lavagem automotiva em um de seus bairros. Para isso, o autor aplicou questionários e realizou entrevistas de forma investigativa e informal, para assim, obter dados que pudessem compor sua pesquisa.

O principal dado obtido foi em relação à quantidade de veículos que eram lavados mensalmente, e a partir disso, Rodrigues (2017) adotou um valor médio de 200L de água por lavagem, com base em dados da literatura usada pelo mesmo. Em posse desse valor, foi somado de forma simples o volume de água gasto mensalmente por todos os lava a jatos, chegando a um volume total estimado médio de 7.488.000 L de água consumidos anualmente, o que resulta em 936.000 L médio para cada um dos estabelecimentos.

Em outro trabalho, Gonçalves et al. (2018) caracterizaram efluentes gerados e lançados na rede de esgoto pela atividade de lava a jatos no município de Belém, Pará, com base nas Resoluções CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011. Foram constatadas grandes quantidades de óleos, graxas e detergentes, os quais geram efluentes contaminados e comprometem a qualidade dos recursos hídricos, quando lançados nas redes de drenagem sem qualquer tratamento.

No caso do detergente e sabão, por exemplo, quando lançados nos corpos hídricos provocam diminuição do oxigênio dissolvido e dificultam a entrada da luz na água, devido à diminuição da tensão superficial dos corpos hídricos. Além disso, promovem a bioacumulação, causam mortandade de bactérias nitrificantes, o que prejudica os processos biológicos, e aumenta o custo do tratamento de efluentes pela dificuldade de remoção (GONÇALVES et al., 2018).

Ainda segundo os mesmos autores, em relação aos óleos e graxas, estes afetam consideravelmente o ecossistema local por serem insolúveis. Devido a isso, quando lançados no solo, este se torna inutilizável para qualquer atividade agrícola, pois com a morte da vegetação, dos microrganismos e a consequente destruição do húmus, é impossível praticar

agricultura. Quando presentes água, esses poluentes prejudicam o funcionamento das estações de tratamento de água e muitas vezes provocam interrupções delas (GONÇALVES et al., 2018).

Por esses motivos, é imprescindível solucionar tais problemas através dos princípios da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, que embora se relacionem diretamente, seus conceitos são bem diferentes. O primeiro é pressuposto do segundo, em outras palavras, a sustentabilidade é um meio ou conjunto de medidas para alcançar o desenvolvimento sustentável, apoiando-se nos pilares econômico, social e ambiental (MEDEIROS, 2021).

Mesmo que atualmente existam várias definições sobre esses termos, tais abordagens começaram a surgir no ano de 1972 a partir da Conferência de Estocolmo na Suécia. Quando pela primeira vez na história, mais de 113 países se reuniram para debater sobre questões relacionadas à degradação ambiental e estabelecer medidas de equilíbrio entre desenvolvimento humano e meio ambiente.

Esse evento foi o estopim para o surgimento da expressão que, mais à frente, seria chamada de desenvolvimento sustentável, sendo definida pela primeira vez no Relatório Brundtland, como um meio de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (WCED, 1987).

A partir desse contexto, os grandes centros urbanos passaram a reter boa parte dos problemas ambientais ao longo do tempo, tornando-se o ambiente principal nos debates relacionados à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Por essa razão, é de extrema importância que sejam realizadas novas pesquisas em ciência e tecnologia ambiental, trazendo abordagens inovadoras e sustentáveis para os problemas ambientais inerentes ao meio urbano (MEDEIROS, 2021). Assim, levando-se em consideração que o setor de lavagem automotiva está imerso, em grande parte, nos grandes centros urbanos, é inegável seu enquadramento nessa abordagem.

3.2.1 Alternativas sustentáveis para o setor de lavagem automotiva

Boa parte das alternativas que promovem sustentabilidade nos processos de lavagem automotiva partem do princípio de reuso de água, pois como dito antes, este é o principal impacto recorrente nesse setor junto com a consequente geração de efluentes.

No estudo de Borges (2021), a caracterização do efluente gerado por um estabelecimento de lavagem automotiva foi feita através de pesquisa bibliográfica, dando ênfase aos principais parâmetros considerados para reuso, sendo eles, a turbidez, coliformes termotolerantes, sólidos dissolvidos totais, pH, cloro residual e oxigênio dissolvido.

Com base nesses indicadores e nas instalações locais, foi proposto um sistema piloto para tratar o efluente contendo as etapas de tratamento de gradeamento, coagulação, filtração e desinfecção. A pesquisa ainda acrescentou, o estudo da viabilidade econômica do investimento através do *payback*, que seria uma relação entre o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, chegando-se à conclusão de que a implementação de tal medida é viável do ponto de vista econômico e ambiental.

Quando se trata de estudos nessa área, o mais comum é a realização de experimentos em laboratórios. Dessa forma, Carvalho et al. (2020) realizaram ensaios de Jar Test utilizando amostras de um lava a jato na cidade de Mogi Guaçu – SP, para comprovar a viabilidade de um tratamento simples contendo coagulação e filtração, sendo possível atender os requisitos para o reuso de água de lavagem de veículos, impostos pela SABESP. Ao final, chegou-se à possibilidade de reutilizar 63% da água, o que corresponde a uma economia de 25 m³ de água e, em valores monetários, R\$325,30 por mês (77,41%) na conta de água atual.

Santos et al. (2017), após a verificação da quantidade de efluente gerado bem como suas características em um lava a jato no município de Mará - PA, desenvolveram uma proposta de tratamento contendo um desarenador, separador água e óleo e filtro de areia. Do ponto de vista técnico, esse sistema se mostrou viável por ser de baixo custo, simples manutenção e requerer pouco espaço para sua instalação, já em termos ambientais, evita o lançamento indevido desse efluente e permite que uma grande quantidade de água seja reutilizada em outros processos, como por exemplo a lavagem dos chassis, motor, pneus, descarga no banheiro e lavagem do pátio.

Em situações em que há grande desperdício de água durante os serviços de lavagem automotiva, devido à má gestão de trabalho, falta de orientação técnica e descaso com a causa ambiental, Souza (2017) propôs a implementação da ferramenta de gestão ambiental denominada de 3R's e, para tratar as quantidades de óleos, graxas e detergentes presentes nos efluentes, foi sugerido usar um separador de água e óleo.

Por ser uma atividade poluidora que vem crescendo e consome grandes quantidades de água, além de comprometer a qualidade dos recursos hídricos, o setor de lavagem automotiva necessita de medidas de regularização, gestão de resíduos, tratamento e reuso de água (COELHO, 2015). Com base no que se apresenta, Coelho (2015) realizou experimentos para caracterizar o efluente e assim desenvolver a estratégia de tratamento mais adequada para o contexto, obtendo como resposta um sistema piloto de baixo custo para reuso e tratamento de efluentes.

Essa tecnologia corresponde às mesmas utilizadas no tratamento convencional de água potável de acordo com a NBR 12.216/1992 (BRASIL, 1992), adicionando apenas uma caixa de separação água e óleo, bem como o controle de salinidade por adição de água potável ou de chuva, podendo gerar uma redução de até 80% no consumo de água potável (COELHO, 2015).

Cabe destacar também a ação do tanino catiônico que, possui origem vegetal, é biodegradável, possui ação quelante em metais, reduz os surfactantes e gera menos resíduos, reduzindo o impacto no meio ambiente (COELHO, 2005).

Outro sistema para reuso de água em lava a jatos foi proposto por Morelli (2005) que, além das questões ambientais, também deu prioridade à simplicidade e baixos custos de investimento. Em sua abordagem sobre o reuso de água, o autor recomendou dois sistemas que promovem a recirculação de água no setor de lavagem automotiva. O primeiro é constituído por gradeamento e caixa de areia, separador de óleos e graxas, coagulação e sedimentação, filtro de areia, filtro de cartucho e bomba dosadora de hipoclorito de sódio.

Enquanto a segunda opção é um sistema oferecido por uma empresa especializada que, em convênio com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, desenvolveu um floculador-flotador para a clarificação de efluentes contaminados por óleos, graxas, sólidos suspensos e surfactantes. Ambos os sistemas apresentados pelo autor se mostraram boas opções pelo baixo custo de implantação, boa eficiência, manutenção simples e um rápido retorno financeiro.

O uso de adsorventes, a exemplo da perlita, pode ser outra solução sustentável para o tratamento de efluentes gerados pelas lavagens de veículos. Este mineral possui características altamente viáveis para tal uso, apresentando alta porosidade, estável térmica e quimicamente, baixo custo, fácil obtenção e com mineração e transporte sustentável. Todavia, mesmo que a perlita apresente potencial mediano para a remoção de óleos e graxas nos efluentes de lavagem de veículos, ainda assim, por se tratar de um resíduo industrial, seu uso pode ser bastante válido como alternativa viável para tal processo (RIBEIRO, 2019).

4 METODOLOGIA

O lava a jato estudado neste trabalho foi aberto em 2011, e de modo geral, é um empreendimento de pequeno porte administrado de forma familiar, funcionando todos os dias da semana com alta demanda de lavagens e pico de movimento nos finais de semana.

O mesmo já foi objeto de estudo em pesquisas anteriores acerca da avaliação dos impactos ambientais em diferentes lava a jato na cidade de Campina Grande - PB, por meio de caracterização físico-química da água usada nas lavagens e seus efluentes gerados. Com os resultados obtidos nessa pesquisa, o lava a jato se destacou pelos ótimos resultados obtidos em comparação aos demais, devido à iniciativa do proprietário em projetá-lo de forma atenciosa, buscando soluções inteligentes que pudessem promover a sustentabilidade em seu estabelecimento.

Inicialmente, foram realizadas três visitas a campo durante os meses de março e abril de 2022, a fim de coletar dados por meio de observação, entrevistas e conversas informais com o proprietário e clientes no estabelecimento, além de experimentos em laboratório e pesquisa bibliográfica.

Muitas das pesquisas voltadas ao setor de lavagem automotiva envolvem diversas análises feitas em laboratórios em consonância com os parâmetros exigidos pelas normas. No entanto, nesse contexto de pandemia e devido a limitação de disponibilidade dos laboratórios, as medições se restringiram a análise de turbidez e pH, não sendo possível a análise de outros parâmetros, como, por exemplo, óleos e graxas, sólidos suspensos, entre outros.

Sendo assim, uma amostra do efluente foi coletado no lava a jato após uma lavagem, e em seguida, levado para o Laboratório de Pesquisas em Ciências Ambientais (LAPECA), localizado no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) CAMPUS I, medindo-se em triplicata o pH e turbidez com um pHmetro da marca Tecnal modelo 3MP e turbidímetro Policontrol modelo AP2000, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – pHmetro Tec 3MP (A) e turbidímetro Policontrol (B)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Foram observados também, outros parâmetros no lava a jato que fornecessem informações valiosas sobre as práticas de sustentabilidade. Dentre elas, foi verificado que o lava a jato possui um sistema de recirculação que capta toda a água do sistema, partindo da sua captação através de um poço freático, localizado dentro do próprio empreendimento, até a destinação final do efluente. Outras informações também foram coletadas, como a concentração de detergente e a percepção de satisfação dos clientes.

Para medir esse volume de água usado no início do processo, foi cronometrado o tempo gasto para encher um recipiente de 20 L e também o tempo de cada lavagem, mais precisamente durante o uso do jato de água, permitindo assim, estimar um volume médio de água gasto e compará-lo com a literatura.

Já em relação ao detergente foi realizado um cálculo de concentração em título, de acordo com sua quantidade usada nas lavagens, estimando assim, sua porcentagem ao relacionar os volumes de soluto (detergente) e solução (efluente final). Em seguida, o mesmo cálculo foi efetuado usando a diluição recomendada pela fabricante do detergente, permitindo comparar ambos os resultados.

Algo bastante importante a ser considerado também em relação a serviços oferecidos no geral é a satisfação do cliente. Esse *feedback* foi obtido através de conversas informais com os clientes durante as visitas a campo, não só em relação à satisfação na qualidade da lavagem, mas também a iniciativa do estabelecimento em adotar medidas sustentáveis em seus processos.

Assim, de acordo com Oliveira (2011), o presente trabalho enquadra-se em um estudo de caso com caráter descritivo-exploratório, sendo elaborado de forma comparativa perante

outros estudos e alguns parâmetros da legislação vigente, obtendo assim, dados qualitativos e quantitativos do empreendimento em questão, conforme resume o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação da metodologia usada

Quanto aos objetivos	Quanto à natureza	Quanto ao objeto de estudo	Quanto à coleta de dados	Quanto à análise dos dados
- Descritiva - Exploratória	- Qualitativa - Quantitativa	- Estudo de caso	- Entrevista - Observação - Pesquisa bibliográfica - Experimento	- Análise de conteúdo

Fonte: Oliveira (2011).

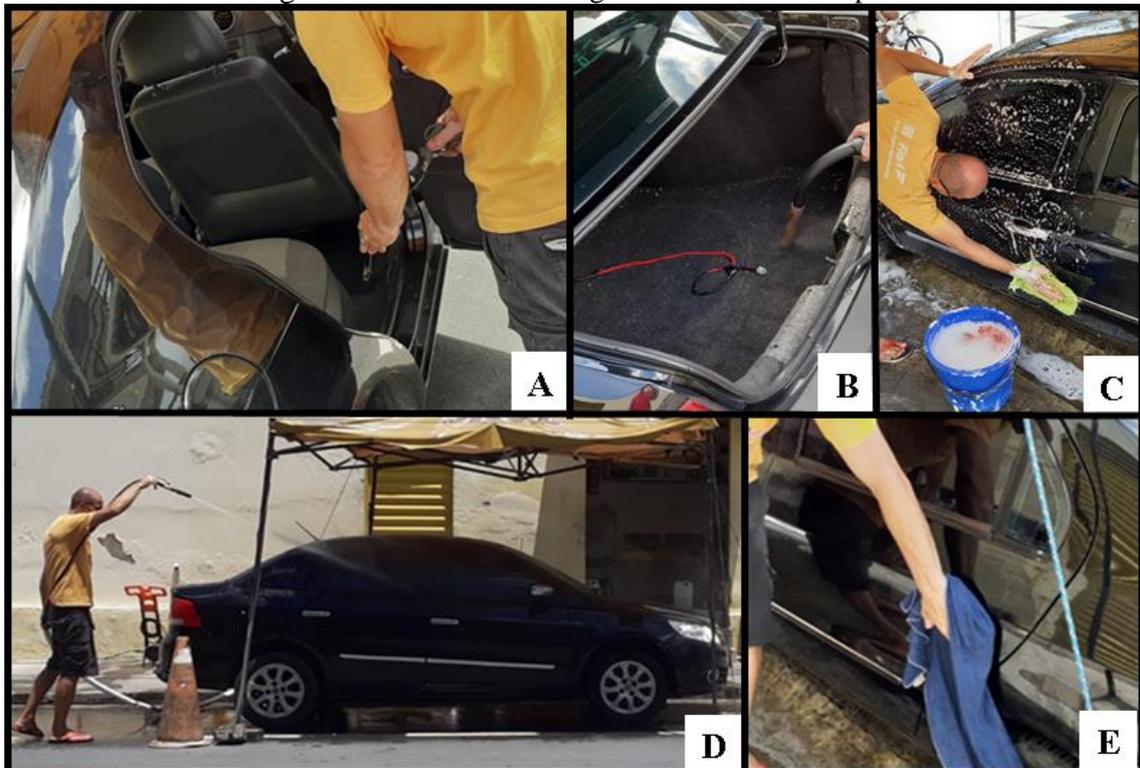
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conhecer o processo de lavagem empregado nos serviços de lavagem automotiva é de fundamental importância, visto que isso se associa diretamente à forma como os dados finais irão ser analisados, seja em relação ao volume de água gasto ou às características do efluente gerado.

Partindo disso, o lava a jato trabalha apenas com lavagem convencional (manual), a mais comum e danosa ao meio ambiente. Porém, dentro desse tipo de lavagem, o estabelecimento oferece serviços que variam dos mais simples até os mais completos, sendo mais recorrente a busca dos clientes pela lavagem convencional simples. Partindo desse pressuposto, este processo é feito de modo a usar poucos recursos, resultando em menos impactos ambientais para esse tipo de lavagem e, por esse motivo, foi o único tipo abordado neste estudo.

Conforme ilustrado na Figura 6, a lavagem se inicia usando um compressor de ar para soprar o excesso de poeira e outras partículas presentes no veículo (A), retirando grosseiramente a sujeira interna e externa do mesmo. Em seguida, é feita a limpeza interna mais aprofundada utilizando-se um aspirador de pó (B).

Figura 6 – Processo de lavagem convencional simples



Fonte: Elaborado pelo autor.

Feito isso, o veículo recebe um jato de água que lava parcialmente seu exterior para após, ser ensaboado apenas com uma bucha e detergente neutro (C). Posteriormente, é enxaguado (D) e seco com uma flanela de microfibra (E), aplicando-se ao final do processo, o limpa vidros e o limpa pneu.

Nesse caso, de acordo com o cálculo feito para estimar o volume de água utilizado e sabendo que levou aproximadamente 1 minuto para encher um recipiente de 20 L, e durante as lavagens, foi cronometrado cerca de 7 minutos com o jato de água ligado, foi obtido um valor aproximado de 140 L de água gasto em uma única lavagem.

Fazendo uma breve comparação com os estudos de Rodrigues (2017) e Rosa et al. (2011), em que ambos estimaram valores de 200 e 50-100 litros respectivamente, percebe-se que o valor encontrado neste estudo está próximo da faixa estimada. Reforçando a concepção de que não há um valor fixo para o volume de água gasto no processo devido a variação de fatores.

Da mesma forma que o tipo de lavagem, cada lava a jato pode assumir diferentes peculiaridades em sua estrutura interna e, dependendo disso, é possível adotar diferentes alternativas que promovam a sustentabilidade, principalmente através do reuso de água. O Quadro 2 aponta resumidamente sistemas de tratamento propostos por alguns autores para tal finalidade.

Quadro 2 – Sistemas de reuso

Borges (2021)	Santos et al. (2017)	Morelli (2005)
<ul style="list-style-type: none"> - Gradeamento - Coagulação - Filtração - Desinfecção 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarenador - Separador água e óleo - Filtro de areia 	<ul style="list-style-type: none"> - Gradeamento - Caixa de areia - Separador de óleo e graxas - Coagulação - Sedimentação - Filtro de areia - Filtro de cartucho - Bomba dosadora de hipoclorito de sódio

Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso do lava a jato estudado, o sistema de abastecimento de água se inicia captando água do poço (Figura 7), tendo sido construída ao lado uma cisterna interligada diretamente ao poço, mantendo sempre o mesmo nível de água. Uma bomba submersa na cisterna leva a água para os filtros (Figura 8) que possuem em sua composição cascalho, areia, brita, argila e carvão,

sendo, em seguida, armazenada, sem desinfecção, numa caixa d'água de 500 litros, ficando disponível para ser usada na lavagem.

Figura 7 – Captação de água



Fonte: Elaborado pelo autor.

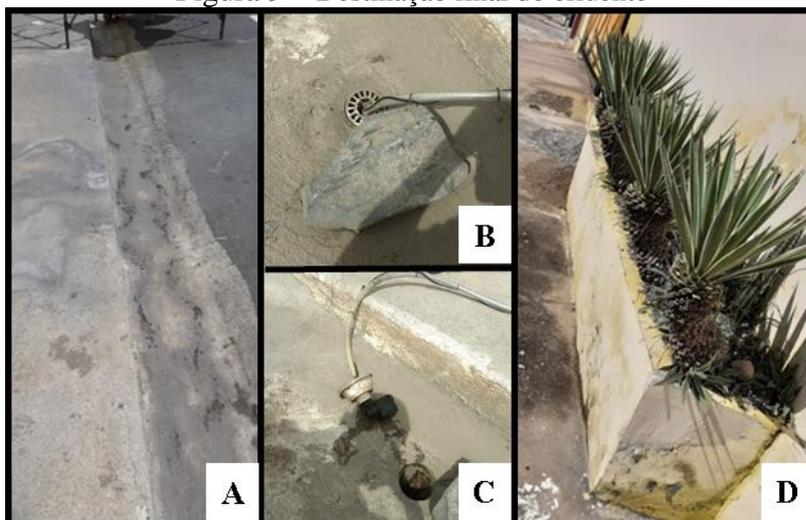
Figura 8 – Tratamento e armazenamento de água



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a realização das lavagens, conforme descrito anteriormente, o efluente gerado escorre por meio fio impermeável (A), acumulando-se num orifício com 80 cm de profundidade por 15 cm de diâmetro (B), e, dentro dele, fica imersa uma bomba sapo (C) que joga esse efluente para um jardim (Figura 9) localizado na calçada do empreendimento (D).

Figura 9 – Destinação final do efluente



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse jardim possui um sistema de filtros, e com isso, nenhum efluente é lançado no sistema de coleta municipal de esgoto, mas sim infiltrado novamente no solo. Além de fornecer água para as plantas, o efluente é tratado de forma natural e acaba por reabastecer o lençol freático do local, e, conseqüentemente, o olho d'água que se encontra relativamente próximo ao ponto de infiltração.

Embora o lava a jato possua um sistema mais simples e diferente se comparado aos de outros autores, ainda assim, mostra-se funcional e cumpre com as exigências das normas, boa parte delas dispondo sobre sistemas de tratamento do efluente antes de seu descarte.

Vale ressaltar que o efluente gerado é relativamente mais limpo se comparado com efluentes de outros estabelecimentos. Geralmente, a maioria dos lava a jatos usa óleo diesel e outros produtos durante a lavagem, mas nesse, usa-se apenas água e detergente neutro, o que garante a preservação do veículo e gera um efluente menos poluente que pode ser tratado mais facilmente antes de infiltrar no solo.

Reforçando isso, os resultados obtidos nos ensaios de pH e turbidez, mostrados na Tabela 2, deixam evidente que ambos estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela norma do Conselho Nacional do Meio Ambiente e em relação a outros empreendimentos semelhantes possui condições melhores.

Tabela 2 – Comparação com as normas e outros autores

Análises	Lava a Jato			Gonçalves et al. (2018)	Carvalho et al. (2020)	Santos et al. (2017)	CONAM A 430
	1	2	3				
pH	7,05	6,81	7,16	9,23-9,76	6,23-6,55	10.01	5,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	49	44	39	262-321	256-263	981	Virtualmente ausente

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Os valores de pH nessa faixa neutra, podem ser explicados pelo uso de apenas detergente durante as lavagens. Caso fossem usados mais produtos e o efluente fosse descartado incorretamente, o mesmo poderia ter caráter ácido ou básico, provocando corrosão ou incrustações nas tubulações da rede coletora e estações de tratamento de esgoto.

No caso da turbidez, que também pode ser afetada pela quantidade e variedade de produtos usados na lavagem, pode-se dizer que o efluente fica temporariamente acumulado no meio fio, permitindo que boa parte dos materiais suspensos sedimentem e não prejudiquem o funcionamento da bomba submersa no local. Devido a isso, é natural que o efluente bombeado para o jardim seja menos turvo, e acaba por se tornar uma solução bem simples para diminuir a quantidade desses sólidos no efluente final.

Ainda no que diz respeito ao efluente, foi estimada uma baixa concentração de detergente ao final das lavagens. Inicialmente, são diluídos aproximadamente 300 mL (0,3 L) de detergente neutro num recipiente de 20 L, que serve para a lavagem de dois automóveis. Como cada lavagem consome 140 L, conjectura-se que o efluente final terá 0,1 % de detergente, conforme as equações de 1 a 4.

$$\tau_{DU} = \frac{V_{DU}}{V_{L1} + V_{L2} + V_{AU}} * 100 \quad (1)$$

$$\tau_{DU} = \frac{0,3_L}{140_L + 140_L + 20_L} * 100 \quad (2)$$

$$\tau_{DU} = \frac{0,3_L}{300_L} * 100 \quad (3)$$

$$\tau_{DU} = 0,1\% \frac{V}{V} \quad (4)$$

Onde:

τ_{DU} = Porcentagem em volume do Detergente Usado;

V_{L1} = Volume da Lavagem 1;

V_{L2} = Volume da Lavagem 2;

V_{DU} = Volume do Detergente Usado;

V_{AU} = Volume de Água Usado.

Em prova disso, ao efetuar o mesmo cálculo utilizando a diluição de 1 L de detergente para cada 40 L de água recomendada pela fabricante do detergente, fica claro a diferença entre as concentrações no efluente final para cada uma das situações mostradas nas equações de 1 a 4.

$$\tau_{DR} = \frac{V_{DR}}{V_{L1} + V_{L2} + V_{AR}} * 100 \quad (1)$$

$$\tau_{DR} = \frac{1_L}{140_L + 140_L + 40_L} * 100 \quad (2)$$

$$\tau_{DR} = \frac{1_L}{320_L} * 100 \quad (3)$$

$$\tau_{DR} = 0,3125\% \frac{V}{V} \quad (4)$$

Onde:

τ_{DR} = Porcentagem em volume do Detergente Recomendado;

V_{L1} = Volume da Lavagem 1;

V_{L2} = Volume da Lavagem 2;

V_{DR} = Volume do Detergente Recomendado;

V_{AS} = Volume de Água Usado.

No entanto, mesmo que esses resultados estejam em acordo perante as normas e outros estudos, é preciso também validar a eficiência do serviço prestado, e uma das formas para se chegar a isso, é baseando-se na satisfação dos clientes.

Durante as entrevistas realizadas no local e de acordo com o proprietário, os clientes mostram-se satisfeitos com a qualidade dos serviços ofertados, tanto pela questão econômica como também pela iniciativa do proprietário ao adotar tais medidas descritas ao longo deste trabalho e, por esse motivo, o lava a jato é bastante conhecido na região e possui uma clientela bem definida.

A busca por serviços que ofereçam boa qualidade e preço justo está cada vez maior, por isso, é importante que sejam tomadas medidas sustentáveis não só pela questão ambiental, mas também por ser uma forma inteligente de se obter retorno e recircular os insumos dentro do estabelecimento. Ao fazer isso, os gastos a longo prazo para manter seu funcionamento tornam-se menores, o que reflete diretamente na qualidade e preço dos serviços ofertados, atraindo cada vez mais novos clientes.

6 CONCLUSÃO

Mediante o exposto neste trabalho, o lava a jato se mostrou como um exemplo a ser seguido por outros estabelecimentos de lavagem automotiva. Embora existam várias formas de se promover a sustentabilidade nesse setor, o importante é que os proprietários tomem a iniciativa e busquem meios que se adaptem ao seu empreendimento.

As medidas adotadas nele são simples, mas que fazem diferença e não requerem gastos altos, possibilitando se manter em consonância com as normas vigentes e bem próximo de resultados obtidos por outros autores, além de trazer independência hídrica. Isso porque raramente o local sofre com falta de água, o que pode ser explicado pelo consumo consciente do proprietário, bem como pela infiltração do efluente no solo depois de tratado que, de certa forma, contribui para o reabastecimento de seu aquífero.

Ademais, numa região como Campina Grande que sempre passou por problemas relacionados à falta de água, é fundamental que se tenha um gerenciamento adequado dos recursos hídricos locais, pois como foi dito, esse segmento é grande e são vários os estabelecimentos em funcionamento espalhados no município.

Recomenda-se então, que em trabalhos futuros, seja feita uma análise de mais parâmetros físico-químicos da água usada nas lavagens e dos efluentes gerados no lava a jato e, a partir disso, seja projetado um sistema ainda melhor em função das características de ambos e das instalações locais, podendo também servir como base para outros estabelecimentos.

Não menos importante, é necessária mais atenção por parte dos órgãos regulamentadores, pois o descaso nesse segmento com a problemática ambiental é descomunal e não pode passar despercebido, ainda mais com a grande quantidade de empreendimentos nesse setor.

Por fim, é necessário promover a conscientização do tema para a população, que cada vez mais exerce grande influência sobre as empresas ao exigir serviços de melhor qualidade, uma vez que, consumidores conscientes sobre o tema irão buscar empreendimentos em conformidade com os padrões ambientais, forçando os mesmos a se enquadrarem em tal propósito.

REFERÊNCIAS

ACQUAZERO ECO WASH. **Lavagem de carros: este tipo é campeão e só gasta 300 ml de água.** 2021a. Disponível em: <<https://www.acquazero.com/lavagem-ecologica-automotiva/>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

ACQUAZERO ECO WASH. **Lavagem ecológica automotiva: como funciona esse serviço inovador?** 2021b. Disponível em: <<https://www.acquazero.com/lavagem-de-carros/>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

BOHN, F. P. **Tratamento do efluente gerado na lavagem de veículos.** 2014. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande, Panambi, 2014.

BORGES, M. R. **Estudo do efluente de lavagens automotivas e de sua viabilidade econômica para reuso.** 2021. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº273, 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. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº362, de 23 de junho de 2005.** Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

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. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005a.

BRASIL. **NBR 13969, de setembro de 2017.** Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas 2017.

BRASÍLIA. **Lei nº 3.812, DE 08 DE FEVEREIRO DE 2006.** Torna obrigatório o reaproveitamento da água utilizada nos postos de lavagem de veículos. Brasília, DF: Governador do Distrito Federal 2006.

CAMPINA GRANDE. **Lei complementar nº 042, de 24 de setembro de 2009**. Institui o código de defesa do meio ambiente do município de Campina Grande e dá outras providências. Campina Grande, PB: Câmara Municipal, 2009.

CAMPINA GRANDE. **Lei nº 4.129/03, de 07 de agosto de 2003**. Dispõe sobre as regras disciplinares das posturas do município em relação ao poder de polícia, de higiene pública, de costumes locais e de funcionamento dos estabelecimentos de natureza industrial, comercial e prestadoras de serviços. Campina Grande, PB: Câmara Municipal, 2003.

CAMPINA GRANDE. **Lei nº 5410/13, de 23 de dezembro de 2013**. Código de obras – dispõe sobre o disciplinamento geral e específico dos projetos e execuções de obras e instalações de natureza técnica, estrutural e funcional do município de Campina Grande, alterando a lei de nº 4130/03, e dá outras providências. Campina Grande, PB: Câmara Municipal, 2013.

CAMPOS, H. J. F.; MENEZES, A. R. S.; PEREIRA, J. F.; ARAÚJO, P. B. D.; SANTOS, L. L. Análise dos impactos ambientais na lavagem de automóveis no município de Campina Grande – PB. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE E III CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO*, 1, 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019.

CARVALHO, R.; DUARTE, P. MANCA, R. S. Tratamento de água para reuso na lavagem automotiva. **Revista Prospectus**, v.2, n.2, p. 244-271, 2020.

COELHO, A. F.; SILVA, A. B.; Alternativa sustentável para reuso de efluentes de lavagem de veículos. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 28, Rio de Janeiro. **Anais [...]** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015.

DENATRAN. **Frota de veículos – 2021**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 9.439, de 03 de maio de 2010**. Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos. Estado do Espírito: Presidente da Assembleia Legislativa Santo, 2010.

GONÇALVES, F. A. V. S.; GONÇALVES, J. F. R.; MARÇAL, D. S.; OLIVEIRA, J. L. SILVA, S. C. B. Caracterização dos efluentes gerados e lançados na rede de esgoto, pela operação de lava jatos: um estudo de caso no município de Belém – PA. *In: Simpósio Ítalo-Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 16, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: ABES, 2018.

ISTOBAL. **Do you know what the difference is between a rollover and a tunnel?** 2018. Disponível em: <<https://us.istobal.com/blog/do-you-know-what-the-difference-is-between-rollover-and-tunnel/>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

JETVAP. **As lavadoras a vapor são as melhores opções para lavar carros?** 2021. Disponível em: <<https://www.jetvap.com.br/as-lavadoras-a-vapor-sao-as-melhores-opcoes-para-lavar-carro/>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

JETVAP. **Limpeza a vapor: saiba tudo sobre seus benefícios e aplicações**. 2021. Disponível em: <<https://www.jetvap.com.br/limpeza-a-vapor-beneficios-e-aplicacoes/>>. Acesso em 12 de abr. 2022.

MEDEIROS, G. M. G. **Modelo conceitual para gestão de águas de drenagem urbana em regiões semiáridas**. 2021. 230 f Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2021.

MORELLI, E. B. **Reuso de água na lavagem de veículos**. 2005. 107 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. 2011. 73 f. Manual (Pós-graduação em Administração) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2011.

PARAÍBA. **Decreto n° 12.360/88, de 20 de janeiro de 1988**. Dispõe sobre a Estrutura Organizacional Básica e o Regulamento da Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba - SUDEMA/PB, e dá outras providências. Estado da Paraíba: Governador do Estado da Paraíba, 1988.

RIBEIRO, E. L. O. C. **Perlita como adsorvente: avaliação da remoção de óleo de efluente gerado em área de lavagem de veículos**. 2019. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

RODRIGUES, B. C.; BARBOSA, C. D.; PERES, E. S.; SOUZA, T. V.; BRUNO, F. S. Análise da lavagem ecológica a luz dos conceitos de sustentabilidade, empreendedorismo, inovação e competitividade. **Revista de gestão e operações produtivas**, v. 2, n. 12, 2016.

RODRIGUES, H. M. **Avaliação do consumo de água dos lava-jatos no bairro do Catolé em Campina Grande – PB**. 2017. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

ROSA, L. G. R.; SOUSA, J. T.; LIMA, V. L. A.; ARAÚJO, G. H.; SILVA, L. M. A.; LEITE, V. D. Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais. **Ambi-Água**, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011.

SANTOS, T. P.; MIRANDA, A. S.; SARDINHA, A. S.; SOARES, J. S. Proposta de um sistema de reuso de água residuária em um lava jato no município de Marabá – Pará: estudo de caso do lava-jato GL. *In*: Congresso ABES/FENASAN, 28, São Paulo. **Anais [...]** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

SÃO PAULO. **Lei n° 16.160, de 13 de abril de 2015**. Cria o Programa de reuso de água em postos de serviços e abastecimento de veículos e lava-rápidos no Município de São Paulo, e dá outras providências. São Paulo, SP: Prefeitura de São Paulo, 2015.

SOUZA, C. D. O.; LEMAS, S. S.; JÚNIOR, A. P. Uso de geoprocessamento como auxílio para identificação de impactos ambientais causados por lava a jato. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 6, n. 2, p. 91-109, 2018.

SOUZA, D. P. F. **Reutilização de água residual no processo de gestão de lava jato: um estudo de multicaso.** 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

USEPA. **Treatability Manual.** 1. vol. Washington. D.C.: EPA, 1983.

WARDSAUTO. **How many vehicles are there in the world?** 2019. Disponível em: <<https://www.wardsauto.com/>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

WCED. **World Commission on Environment and Development. Our Common Future: The word commission on environment and development.** 1987. Disponível em <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022.