

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM UM LAVA-JATO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ: ESTUDO DE CASO DO LAVA-JATO GL.

Ana Rafaela Costa de Miranda 1: Graduada em Engenharia Ambiental; rafaele.miranda@hotmail.com.

Tainan Pereira dos Santos 2: Graduada em Engenharia Ambiental; tainancaldeira@hotmail.com.

Aline Souza Sardinha 3: Professora Assistente do Departamento de Engenharia Ambiental da UEPA, aline.esa@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho iniciou-se com a pesquisa de dados da literatura técnica Ambiental e departamentos públicos, para que fosse possível a fundamentação teórica de uma forma geral. Incluem-se como materiais e métodos deste trabalho a busca por uma técnica de projeto e de definição de um sistema para o tratamento de efluente gerado na lavagem de automóveis. Em relação à utilização deste sistema, o objetivo básico é a redução do uso do recurso hídrico e o reuso da água tratada. Após a verificação da geração de efluente, bem como da quantidade de produtos utilizados para a lavagem dos veículos, foi desenvolvido o dimensionamento do sistema de tratamento de água residuária para fins não potáveis, proposto neste trabalho, dando proposições no que tange a reutilização da água. Foi realizada uma coleta do efluente automotivo no lava-jato GL, tomando como base as condições locais e os parâmetros pertinentes. O sistema de tratamento proposto nesse trabalho demonstrou-se satisfatório, uma vez que é simples e de baixo custo, tendo em vista os outros sistemas, comumente adotados. É de interesse do proprietário a implementação do sistema no lava-jato GL, e pretende-se que este, piloto incentive, outros lava-jatos na cidade a aderir ao sistema de reuso.

PALAVRAS-CHAVES: lavagem de automóveis; sistema de tratamento; reuso.

ABSTRACT

This work began with the research of data from present in the environmental technical literature and public departments, in order to be possible the theoretical justification in a general way. As materials and methods of this work is the search for a technique of design and definition of a system for the treatment of effluent generated in car washing. The basic objective is the reduction of the use of the water resource and the reuse of the treated water. After verification of the effluent generation, as well as the quantity of products used for the vehicles, the design of the wastewater treatment system for non-potable purposes was developed and, propose in this work, within propositions regarding the reuse of water. An automotive effluent collection was performed in the GL washer, based on local conditions and relevant parameters. The treatment system proposed in this work is satisfactory, since it is simple and low cost, considering the other commonly adopted systems. It is in the owner's interest to implement the system in the GL washer, and it will other washer-driers in the city to adhere to the reuse system.

KEYWORDS: car wash; Treatment system; Reuse.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o descarte de efluentes industriais e urbanos sem tratamento vem comprometendo a qualidade dos mananciais dos grandes centros. Neste sentido, em algumas regiões no Brasil o tratamento de esgoto sanitário já se faz presente, porém ainda em processo de implantação, não atendendo à grande maioria da população (BOHN, 2014).

Segundo o Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2010), o Brasil teve um aumento considerável na frota de veículos automotores, fechando 2010 com exatos 64.817.974 veículos registrados. Em dez anos, o aumento acumulado é de 119%, ou seja, mais 35 milhões de veículos chegaram às ruas no período, contribuindo com o aumento dos empreendimentos responsáveis pelo serviço de lavagem de automóveis.

Dessa forma, entre os diversos setores usuários de recursos hídricos, existe a atividade concernente aos lava-jatos, que utiliza grande quantidade desse recurso natural, diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente, além de ocasionar o desperdício; pois atualmente não há tratamento nem reaproveitamento da água utilizada na prestação de serviços desse setor.

A nível nacional, não existe legislação que determine que empresas de lavagem de automóveis usem de um sistema de tratamento e reuso de água com o objetivo de reduzir a exploração das fontes subterrâneas. Contudo, em alguns estados brasileiros se faz presente legislações referentes a esse tema, como no caso do Espírito Santo, onde a Lei nº 9.439/2010 institui que postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras devem instalar sistema de tratamento e reutilização da água usada na lavagem dos veículos.

De acordo com a Superintendência de Desenvolvimento Urbano, na cidade de Marabá, somente 10 lava-jatos possuem autorização para o uso e ocupação do solo. Por sua vez, com base em dados obtidos na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, existem 30 lava-jatos que estão em processo de legalização e dentre estes somente 5 lava-jatos possuem Licença de Operação (SDU; SEMMA, 2016).

Sabe-se que, na maioria das vezes, esse tipo de empreendimento opera em desacordo com a legislação ambiental em decorrência do descarte de efluentes não possuir tratamento prévio adequado, tornando-se uma preocupação crescente dos órgãos ambientais, governos, indústrias e sociedade pública (TELLES; KOPPERSCHMIDT, 2009).

Diante do exposto este estudo tem como objetivo propor um sistema de reúso de água residuária em um lava-jato no município de Marabá-PA, visando o reaproveitamento da

mesma no próprio processo, obedecendo às normas vigentes e regulamentadoras no que se refere à destinação correta dessa água.

2 OBJETIVO GERAL

Propor um sistema de reúso de água residuária em um lava-jato no município de Marabá, Pará, visando a redução do uso de recurso hídrico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LAVA-JATO

Os lava-jatos, de acordo com o Asevedo e Jerônimo apud SEBRAE (2012), são microempresas que colaboram para o desenvolvimento de cidades, uma vez que participam da distribuição de renda, empregam pessoas e atendem a outros setores da economia, além do público geral. Porém precisam se adequar à sustentabilidade ambiental, não desperdiçando água nem insumos, tratando seus efluentes e reutilizando a água residuária sempre que possível.

3.1.1 Fontes de abastecimento

De acordo com a Lei nº 7.690/1994 do Conselho Estadual do meio Ambiente do Estado do Pará, os postos e empresas de lavagem de carro devem utilizar em seus serviços água oriunda de poços.

Poço Tubular é uma obra de engenharia projetada e construída, visando a exploração de água subterrânea, aberto por máquinas perfuratrizes, de diâmetro raramente superior a 60 centímetros vertical, de profundidades variáveis, podendo atingir até 2.600 metros, de grande rendimento para a produção de água, podendo ser totalmente ou parcialmente revestidos, dependendo das condições da geologia local (GIAMPÁ; GONÇALVES, 2005).

3.1.2 Efluentes gerados

Os principais poluentes envolvidos na lavagem automotiva são os óleos e graxas, partículas e sólidos e os produtos coadjuvantes, diretamente ligados a sua origem nos veículos, sendo esses últimos os mais tóxicos e potencialmente prejudiciais à vida aquática. Assim, estão aqui incluídos derivados de petróleo, graxas, parafinas, asbestos e metais

pesados (BOHN, 2014). Bem como pode gerar sólidos em suspensão e surfactantes (TEIXEIRA, MENDES, 2003).

De acordo com Bohn (2014), a caracterização do efluente produzido em lava-jatos, normalmente possui os seguintes parâmetros físico-químicos (Tabela 01).

Tabela 01: Resultado de parâmetros normalmente encontrados em efluentes de lava-jatos.

PARÂMETROS	RESULTADOS	REFERÊNCIA¹
Detergentes (MBAS)	6,94 mg/L	2,0 mg/L
DQO	353,81 mg/L	360 mg/L
Óleos e graxas	19,44 mg/L	10 mg/L
Sólidos em suspensão (RNFT)	34,00 mg/L	120 mg/L
Materiais sedimentares	0,10 mg/L	1 mg/L
pH	10,28	6 a 8

Legenda: ¹: Referência de acordo com os limites de lançamento permitidos no Estado do Rio Grande do Sul (Portaria 01/89 SSMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 430/2011. Fonte: Bohn, 2014.

3.2 LEGISLAÇÕES PERTINENTES

O Plano Diretor do Município de Marabá prevê na Seção II, do capítulo III sobre a infra-estrutura, a Política para o Saneamento Ambiental no município com o objetivo de assegurar a proteção da saúde da população e melhorar a sua qualidade de vida, alcançando níveis crescentes de salubridade ambiental por meio das ações, obras e serviços de saneamento (MARABÁ, 2006).

O Município de Marabá possui a Política Municipal de Meio Ambiente, instituída pela Lei n° 16.885 de abril de 2002, a qual classifica as atividades passíveis de Licenciamento Ambiental pelo município, segundo o potencial de poluição e degradação. De acordo com essa Lei, os lava-jatos possuem o grau poluidor e/ou degradador II, de acordo com a legislação supracitada, devido a presença de óleos, graxas e surfactantes.

A referida Lei, ainda institui e disciplina as taxas ambientais pelo exercício regular de poder de polícia e as tarifas de competências da SEMMA. Assim, cabe ao órgão licenciar e fiscalizar as atividades que o lava-jato irá realizar, bem como se a estrutura do mesmo está de acordo com as normas vigentes.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998), dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. No parágrafo Art. 54, parágrafo 2°, inciso V, da mesma lei, se o crime ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos,

óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos, a pena será de reclusão, de um a cinco anos.

3.2.1 Legislação e Normatização do Reúso da Água

O Brasil ainda não dispõe de normatização técnica específica para os sistemas de reúso da água. Contudo, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) na resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, descreve, ainda que sucintamente quatro modalidades para a prática de reúso direto não potável para fins agrícolas, ambientais, indústrias e aquicultura.

No entanto, a Norma Técnica Brasileira nº 13.969, dispõe sobre tanques sépticos – Unidades de Tratamento. E, mesmo não sendo específica para reúso tem um item dedicado ao tema, inclusive com a definição de classes de água de reúso e indicação de padrões de qualidade, onde descreve as unidades de pós-tratamento e sugere alternativas de disposição final de efluentes líquidos de tanques sépticos (Quadro 01):

Quadro 01: Classes, parâmetros exigidos para as suas respectivas formas de reúso.

Classe	Parâmetros Exigidos	Usos
1	- Turbidez inferior a 5 ¹ ; - Coliforme Fecal inferior a 200 ² ; - Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 ³ ; - pH entre 6,0 e 8,0; - Cloro residual entre 0,5 ³ e 1,5 ³ .	Lavagem de carros e outros usos.
2	- Turbidez inferior a 5 ¹ ; - Coliforme Fecal inferior a 500 ² ; - Cloro residual superior a 0,5 ³ .	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, excetos chafarizes.
3	- Turbidez inferior a 10 ¹ ; - Coliforme Fecal inferior a 500 ² .	Reúso nas descargas dos vasos sanitários.
4	- Coliforme Fecal inferior a 5 000 ² ; - Oxigenio dissolvido acima de 2,0 ² .	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens de gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Legenda: ¹: Unidade de Turbidez; ²: Número mais Provável por 100 mL de amostra; ³: unidade em mg/L. Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.

3.3 SISTEMA DE TRATAMENTO E REÚSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA

Segundo Leão et al (2012), as unidades que compõe o sistema de tratamento e reúso de água de lavagem de automóveis incluem: uma caixa de areia, para remoção de material

grossoiro; caixa separadora de água e óleo; dosador de flocculante; chicanas de homogeneização; decantador de eixo horizontal; filtros; e por fim, um reservatório de água limpa, como pode ser observado na Figura 01.

Figura 01: Sistema aplicado para tratar água residuária de lava-jatos.



Legenda: 1: Entrada para o sistema de tratamento; 2: Caixa de areia; 3: Caixa separadora de água e óleo; 4: Chicanas de homogeneização (mistura rápida); 5: Decantador de fluxo horizontal (mistura lenta); 6: Filtro de areia; 7: Saída para o reservatório de água limpa. Fonte: Leão et al (2012).

De acordo com Tabosa (2003), estima-se que este processo terá a capacidade de coletar e tratar cerca e 80 % da água utilizada na lavagem. Os outros 20 % são perdidos por evaporação, drenagem superficial ou permanecem na superfície do veículo.

3.3.1 Remoção de Resíduos Sólidos

Para o tratamento preliminar de efluentes, é necessário que haja uma etapa inicial, que objetiva a remoção de sólidos grosseiros, para que nas fases posteriores a granulometria dos componentes poluidores seja menor.

O sistema de pré-tratamento, composto de gradeamento e caixa de sedimentação de areia, deverá ser instalado dentro do box de lavagem, ou área de geração dos efluentes, sendo o entorno da área de lavagem provida de canaletas (providas com grades), segregando as águas servidas das pluviais, ao mesmo tempo em que retêm sólidos grosseiros e materiais sedimentáveis (areia), provenientes dos chassis, rodas dos veículos e lavagem de piso. Os efluentes são destinados à caixa separadora de óleo A (RIO DE JANEIRO, 1991).

O gradeamento, tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros capazes de causar entupimentos e aspecto desagradável nas unidades do sistema de tratamento por meio de grades mecânicas ou de limpeza manual. O espaçamento entre as barras varia normalmente entre 0,5 e 2 cm (SALEH, 2009).

3.3.2 Remoção de Óleos e Graxas do efluente

A fim de reter os óleos e graxas que compõem o efluente gerado em lava-jatos, é necessário que sejam utilizadas tecnologias que os retenham, para que esses poluentes não sejam lançados indiscriminadamente no corpo receptor.

A utilização do Separador de Água e Óleo (SAO), ocorre em estabelecimentos industriais ou comerciais que apresentam efluentes com características oleosas, como, por exemplo, as refinarias de petróleo e as atividades automotivas. O SAO também pode ser utilizado no tratamento preliminar de uma estação de tratamento de efluentes, ou esgotos (ETE), no intuito de minimizar os impactos do óleo nas etapas seguintes.

Os separadores convencionais nas atividades automotivas em operação no país são unidades feitas em concreto, que ocorrem com muito mais frequência em relação aos demais sistemas de separação e materiais empregados. Em muitos casos, esses separadores são projetados e construídos sem critérios técnicos adequados, de forma empírica, com utilização de mão-de-obra não qualificada (RIO DE JANEIRO, 1991).

3.3.3 Filtração Lenta

Para maior eficiência na remoção dos poluentes, são necessárias tecnologias que removam os contaminantes que passaram pelas etapas anteriores de tratamento. Para tanto, a Filtração lenta é fundamental, no que se refere a um sistema de tratamento físico de efluentes.

O funcionamento dos filtros de areia baseia-se na aplicação do efluente sobre leito de areia, onde ocorre a remoção de poluentes, no qual o líquido é tratado por meio de processos físicos e biológicos (BERTONCINI, 2008).

As membranas de microfiltração são uma barreira física segura de retenção de microrganismo, bactérias e materiais em suspensão, mas permitem a passagem da água e dos componentes solúveis presentes. A sua principal aplicação é na utilização em biorreatores com membranas (BRM) para tratamento de esgoto sanitário e efluentes industriais visando reúso da água tratada (FARRUGIA, 2013).

3.3.4 Reservatório de água

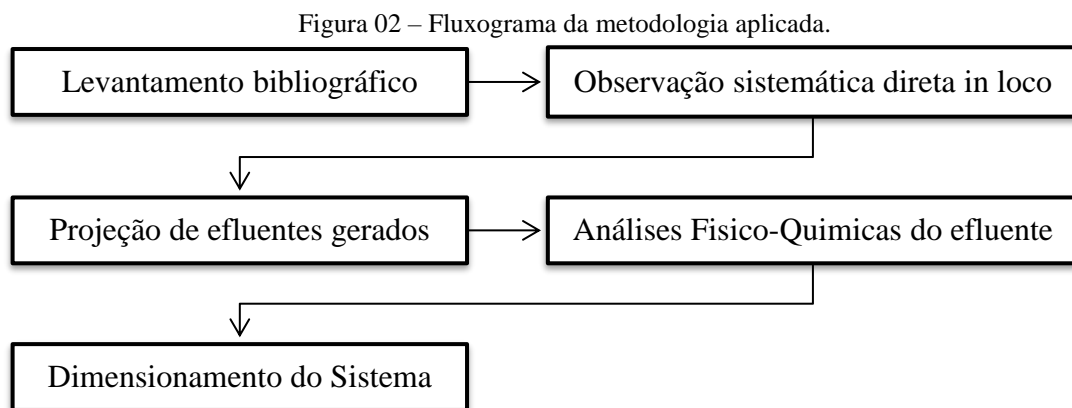
No que diz respeito ao reservatório, pode se dizer que são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água situados em pontos estratégicos do sistema, de modo a atenderem as seguintes situações: garantia da quantidade de água, garantia de adução com vazão e altura manométrica constantes, menores diâmetros no sistema e melhores condições de pressão.

A NBR 12.217:1994 define o reservatório de distribuição como um elemento do sistema de abastecimento de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.

Dessa forma, dentre as variedades de reservatórios, é importante enfatizar o de perfil enterrado, o qual situa-se inteiramente em cota inferior à do terreno em que está localizado e necessita do auxílio de uma bomba para conduzir a água.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo pretendido neste trabalho, o mesmo foi aplicado em cinco etapas consecutivas como mostra a Figura 02.



Fonte: Autoras (2016).

4.1 LEVANTAMENTO LITERÁRIO

Nesta etapa, realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica por meio de teses, artigos técnicos e científicos bem como em periódicos, bibliotecas eletrônicas de livre acesso e departamentos públicos como a SEMMA e o SDU os quais possibilitaram elencar uma gama de informações pertinentes à temática do sistema de reúso de água residuária de lavagem de automóveis, fortalecendo assim o embasamento teórico para realização deste trabalho. Com base na literatura, determinou-se os parâmetros físico-químicos analisados e as unidades de

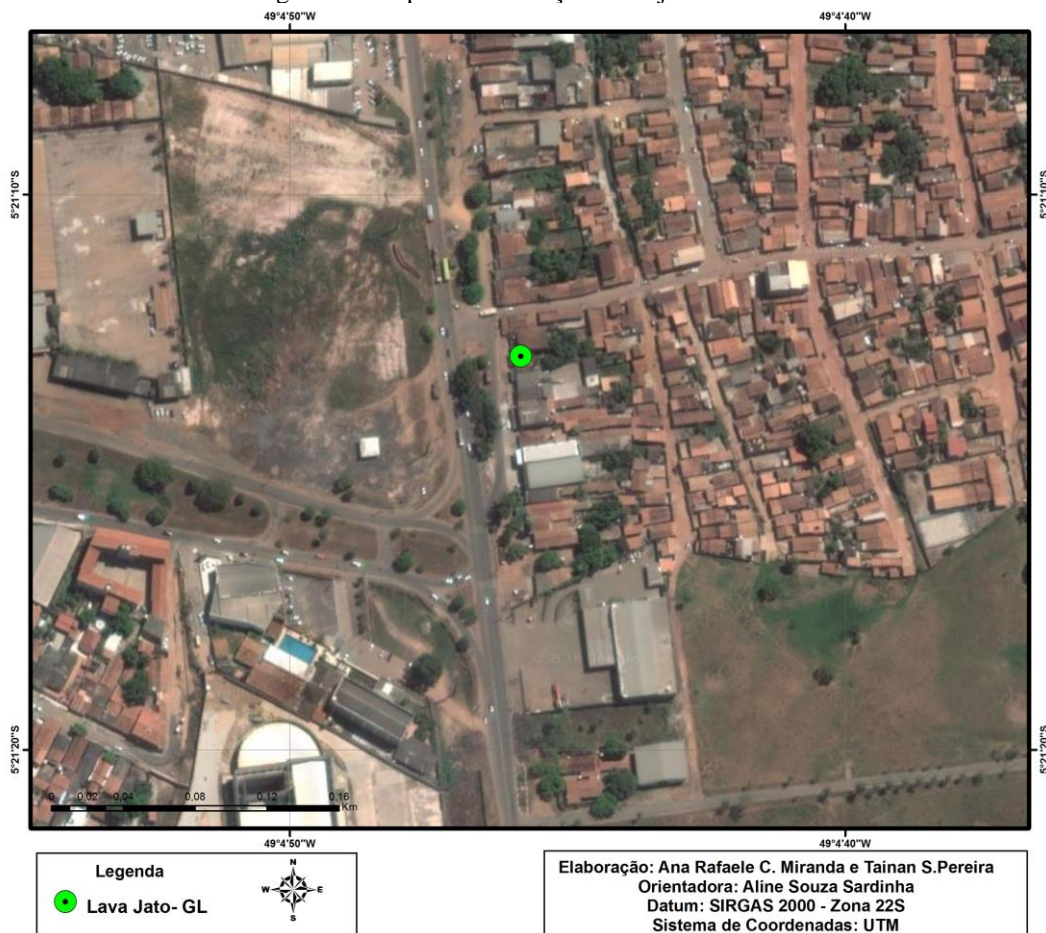
tratamento para compor o sistema de reúso. Deste modo definiram-se o dimensionamento do sistema de tratamento e reúso de água residuária.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1 Localização da área de estudo

O lava-jato GL localiza-se na Km 07, BR-222 no núcleo Nova Marabá, da cidade de Marabá- PA, sob as coordenadas $05^{\circ}21'12,91''$ S e $49^{\circ}04'45,84''$ W, obtidas através de GPS (*Global Positioning System*) Garmin. Como ponto de referências, foi utilizado o Centro de Convenções da cidade, sob coordenadas $05^{\circ}21'22,72''$ S e $49^{\circ}04'50,01''$ W, como mostra a Figura 03. É situado em um local estratégico, área comercial e residencial favorecendo assim o mercado consumidor e mão-de-obra.

Figura 03: Mapa de localização Lava-jato em estudo.

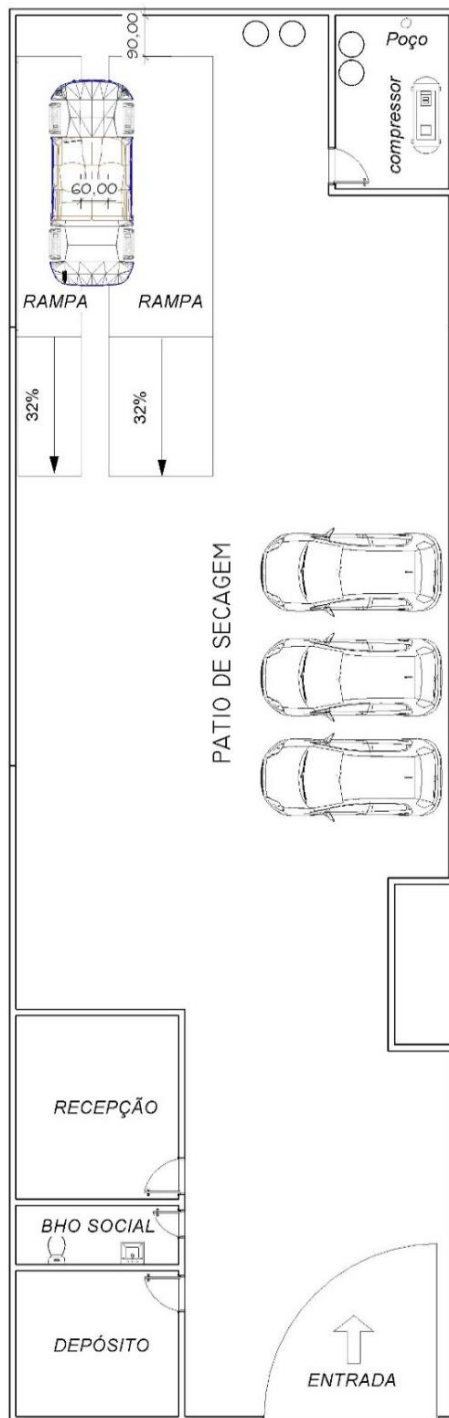


Fonte: Autoras (2016).

Neste sentido, essa etapa, também, se deu através de visitas e observação sistemática direta *in loco*, durante 2 meses, com registros fotográficos para a aquisição de dados a fim de gerar o diagnóstico da área de estudo.

O lava-jato GL está em funcionamento desde março do ano de 2013, com uma área de 362,02 m². Dessa forma, como mostra a Figura 04, o empreendimento possui 3 cômodos principais: recepção, banheiro e uma sala utilizada para guardar peças e os produtos. Além de possuir a rampa de lavagem, conforme mostra Figura 05.

Figura 04: Layout do Lava-jato GL.



RUA

Fonte: Autoras (2016).
 Figura 05: Rampa de lavagem.



Fonte: Autoras (2016).

O lava-jato em estudo possui 5 funcionários, sendo 4 funcionários na parte operacional e 1 na parte administrativa. O horário de funcionamento é de segunda à sexta de 8 horas às 18 horas, e aos sábados das 8 horas às 14 horas. O lava-jato GL funciona somente em horário comercial, devido ter contrato com as empresas de vendas de automóveis.

4.2.3 Dos Reservatórios

A água subterrânea é obtida através de poço tubular com o auxílio da bomba Hidro lavadora – SOMAR. Devido ao lava-jato não possuir macromedidor, a metodologia utilizada para mensurar a quantidade de água gasta, foi por meio da quantidade de reservatórios d'água esvaziados no dia.

O lava-jato GL tem um reservatório enterrado de 5 mil litros, localizado embaixo da rampa de lavagem (Figura 05) e outros três reservatórios externos de mil litros cada, como mostra a Figura 06. O reservatório enterrado e os reservatórios externos são cheios todos os dias, a fim de não desperdiçar energia elétrica com a bomba ligada, dependendo do movimento na empresa.

Figura 06: Reservatórios externos.

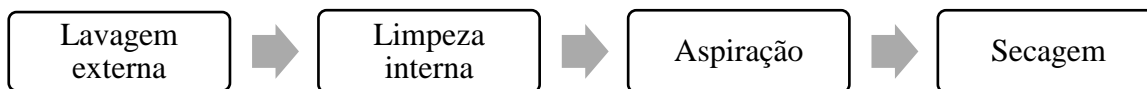


Fonte: Autoras (2016).

Para maior compreensão, a Figura 7 apresenta o Fluxograma das etapas que compõem a lavagem de um veículo. Neste sentido os carros chegam ao lava-jato GL, e são

direcionados a rampa, onde ocorrerá a primeira etapa do processo, que é a lavagem externa dos veículos, em seguida, é feita a lavagem interna, sendo utilizado os produtos especificados no Quadro 02. Posteriormente, ocorre a aspiração do material particulado no interior do veículo, e, em seguida, a secagem do veículo, na área de secagem próximo a rampa.

Figura 07: Fluxograma das entradas e saídas do serviço prestado e insumos.



Fonte: Autoras (2016).

4.2.4 Serviços Prestados

Os serviços prestados no lava-jato se dividem em dois tipos de lavagem: lavagem Simples e lavagem completa. Lavagem simples é a lavagem externa e do interior do carro, com aspiração e limpeza do porta-malas. Dura em média em torno de 1 hora à 1 hora e 30 minutos. Lavagem completa acrescenta a lavagem do motor do carro. Dura em média 1 hora e 30 minutos às 2 horas.

4.3 EFLUENTES GERADOS NO EMPREENDIMENTO

Com base nos dados obtidos na etapa 2, foi possível realizar o Cálculo do Tempo para encher os reservatórios (T_e) de água, obtido através da relação entre a Capacidade da Bomba (C_b), 3 metros cúbicos por hora, e o Volume Total dos reservatórios (Vol_T), 8 metros cúbicos, de acordo com a Equação (1):

$$\frac{3m^3 - 1h}{8m^3 - T_e} \quad (1)$$

O Consumo de Água (Ca), de segunda à sexta, no empreendimento é descrito, com a média do Volume de cada dia da semana, com base na Tabela 02, pela Equação (2).

Tabela 02: Volume diário de água utilizada no Lava-jato GL.

DIAS DA SEMANA	VOLUME NO DIA	QUANTIDADE DE VEÍCULOS
-----------------------	----------------------	-------------------------------

Segunda-Feira	17.5 m ³ /d	23
Terça-Feira	11.5 m ³ /d	15
Quarta-Feira	14.5 m ³ /d	17
Quinta-Feira	14 m ³ /d	18
Sexta-Feira	16 m ³ /d	21
Sábado	24 m ³ /d	30

Fonte: Autoras (2016).

$$Ca = \frac{\textit{segunda+terça+quarta+quinta+sexta}}{5} \quad (2)$$

Dessa forma, tendo em vista que toda a água captada vira efluente, a Vazão de efluente gerado (Q), e que em um dia são 8 horas trabalhadas, como na Equação (3).

$$Q = \frac{Ca \frac{m^3}{d}}{8 \frac{h}{d}} \quad (3)$$

Assim, é possível calcular a Quantidade de água (Qc), utilizada em cada veículo, através da relação expressa da Equação (4).

$$19 \frac{\textit{veículos}}{d} - 14.7 \frac{m^3}{d} \\ 1 \frac{\textit{veículos}}{d} - Qc \quad (4)$$

Sendo aos sábados Consumo de Água (Cas), de 24 m³, e o Tempo de trabalho (Ts) de 4 horas, temos a Vazão (Qs) de acordo com a Equação (5).

$$Qs = \frac{Ca \frac{m^3}{d}}{4 \frac{h}{d}} \quad (5)$$

Dessa forma, a Vazão de água por carro (Qcs) é dada pela relação entre a quantidade de veículos limpos aos sábados e a Vazão aos sábados (Qs), dados pela Equação (6).

$$30 \textit{veículos} - 24 \frac{m^3}{d} \\ 1 \textit{veículos} - Qcs \quad (6)$$

4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS

Os parâmetros escolhidos para a avaliação dos efluentes gerados da lavagem de automóveis neste estudo foram determinados através da utilidade comercial do método de critérios técnicos de acordo com a natureza do efluente. Esses parâmetros objetivaram avaliar a influência dos constituintes fundamentais dos efluentes de lavagem de automóveis. São eles: pH, materiais sedimentáveis, demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais, turbidez, surfactantes e óleos minerais.

Os métodos de análise foram os estabelecidos pelo *Standart Methods – 21th Edition: 2005*. Os parâmetros citados acima, foram analisados pelo Laboratório de análises de água VetPlus (Figura 08). Este laboratório encontra-se adequadamente credenciado, licenciado e certificado para execução das análises e parâmetros desse estudo.

Figura 08: Amostras coletadas.



Fonte: Autoras (2016).

4.5 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE REÚSO

Nesta etapa, para a projeção do Sistema de Tratamento e Reuso, foi elaborado o layout da planta em 3D, através da ferramenta Autodesk Design Review 2015, que fez uma previsão de como o lava-jato GL ficará após a execução do projeto.

Para a dimensão do desarenador, considerando a máxima de 24 m³/d e 0,0001 m³/s, de acordo com Centrais Elétricas Brasileiras S.A., é recomendado para a Vazão de 0,1 < Q < 0,7, as dimensões sejam de 3x5 metros (m) de largura e 0,5 de altura, comportando até 30m³.

Em relação ao Separador de água e óleo pré-moldado por empresas particulares, as dimensões dadas de acordo com a vazão, são de 1,94 x 1,80 m de largura e 2,20 m de altura, com capacidade de 6m³.

Para o Filtro de areia, de acordo com a empresa fornecedora da tecnologia, as dimensões dadas são: diâmetro de 0,6 m e 1,26 m de altura, com carga de areia de 350 quilogramas. E, para o reservatório, as dimensões dadas, são de 4x4 m, com 2 m de altura, totalizando 32m³.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUANTITATIVO DE EFLUENTES DO EMPREENDIMENTO

Desta forma, como resultado obtido dos cálculos na terceira etapa dos materiais e métodos, pode ser observado que o volume total dos quatro reservatórios é de 8 m³, e a vazão da bomba é de 3m³/h, assim o tempo estimado para encher os reservatórios é de aproximadamente 3 horas.

Em seguida, foi verificado que, por lavagem, são gastos aproximadamente 0,75 m³ por automóvel, e que a máxima é atingida aos sábados, com a utilização de 0,8 m³/veículo, quando a demanda no lava-jato GL é maior, e realizado a lavagem do pátio, onde ocorrem os processos de limpeza dos carros.

Durante os dias da semana, de segunda-feira à sexta-feira, para a lavagem de aproximadamente 19 veículos, estima-se que a média do Consumo de Água é de 14,7 m³/d, considerando 8h de trabalho por dia. Já no sábado em que o horário de funcionamento do empreendimento é de 4 horas e a demanda é maior de veículos, o consumo é de 24 m³/d.

Por seguinte, foram observados que os colaboradores do empreendimento possuem um controle dos produtos utilizados na lavagem dos veículos, bem como as informações pertinentes a eles; descritos no Quadro 02:

Quadro 02: Produtos aplicados no processo de limpeza veicular.

PRODUTO	COMPOSIÇÃO	DILUIÇÃO
Solupan	Dodecilbenzenossulfonato de Sódio, Alcalinizante, Corantes, Espessante, Sequestrante, Solubilizante e Água.	5:200*
Metasil	Ativo, alcalizante, tensoativo aniônico, coadjuvantes, corante, conservante, neutralizante, hidrópodo	5:200*
Sabão	Tensoativo aniônico, Enzimas, Alvejante (Perborato de Sódio), Bloqueadores ópticos, Fragrâncias, Corantes, Agentes sequestrantes e quelantes.	10:200*

Legenda: *litros de produto em 200 litros de água. Fonte: Autores (2016).

5.2 RESULTADOS LABORATORIAIS

5.2.1 pH

O pH (potencial de hidrogênio) consiste na indicação do caráter básico ou ácido de uma dada solução, representado pela atividade do íon hidrogênio. A escala de pH é logarítmica e graduada de 1 a 14, tomando como referência o produto de ionização da água (APHA et al, 1934).

O pH obtido nesta análise foi de 10,01, valor considerado alto de acordo com a Resolução do CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. No inciso I do art. 16 da legislação supracitada, o efluente a ser lançado obrigatoriamente deve possuir o pH entre 5 e 9.

Neste contexto é perceptível que a elevação do pH, está diretamente ligada aos produtos químicos utilizados na lavagem dos automóveis. Nos estudos realizados em Rio de Janeiro-RJ, Menda (2011) constatou que a leitura de pH está associada diretamente com a composição química de detergentes e solventes automotivos.

Dessa forma, como observado na Tabela 03, o pH do efluente gerado no lava-jato não está dentro dos padrões de lançamento. Percebe-se então que a basicidade do efluente pode alterar a qualidade do corpo receptor.

Tabela 03: Resultados Laboratoriais.

PARÂMETROS	UNIDADE	RESULTADO	VMP
pH	-	10,01	5 a 9
Materiais Sedimentares	mg/L/H	2,0	1
DQO	mg/L	194	-
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	1262	-
Turbidez	UNT	981	-
Surfactantes	mg/L	37,40	-
Óleos minerais	mg/L	2,4	20.0

Legenda: VPM: Valor Máximo Permitido. Fonte: Vet Plus (2016).

5.2.2 Materiais sedimentares e Sólidos Suspensos Totais

O monitoramento deste parâmetro no efluente visa observar a eficiência de remoção. Assim, o valor dos Materiais sedimentares encontrado foi alto, levando-se em consideração o resultado de 2 mg/L, pois o limite dado pela Resolução CONAMA 430/2011 é de 1 mg/L.

Por sua vez, os Sólidos Suspensos Totais (SST), constituem um parâmetro de importância ambiental, sendo utilizado para valorar o potencial poluidor de uma água residuária e para avaliar a eficiência de tratamento de uma Estação de Tratamento de Esgotos doméstica (SÃO PAULO, 1999).

Sendo assim, o resultado obtido em Sólidos Suspensos Totais foi de 1262 mg/L, um valor grande em comparação com o limite de 120 mg/L apresentado na Tabela 03. Os valores de sólidos sedimentares elevados observados na amostragem, atrelados a leituras elevadas de Sólidos em Suspensão Totais, estão relacionados a grandes quantidades de sujidades orgânicas e inorgânicas, além de argilas e areias. Freitas (2013) em seu estudo corrobora que esse tipo de efluente pode-se encontrar uma elevada quantidade de Sólidos em Suspensão Totais.

5.2.3 DQO

De acordo com Bohn (2014), o parâmetro DQO foi selecionado como parâmetro indireto para avaliar a presença de solventes e combustíveis nas águas residuárias geradas por lava-jatos, além do potencial poluidor do efluente. Os motivos pertinentes à escolha da DQO se deram devido à facilidade e larga aplicabilidade do método na avaliação do potencial poluidor de efluentes industriais e custo financeiro da análise menor em relação a outros métodos de química analítica.

Dessa forma, percebe-se que o valor encontrado (Tabela 03), confirma a presença dos solventes e combustíveis nas águas residuárias do empreendimento. Contudo, em comparação com os estudos realizados por Bohn (2014), o resultado é bastante inferior, de modo a constatar que o efluente não está recebendo uma baixa carga de contaminação de solventes e combustíveis.

5.2.4 Turbidez

Segundo a Agencia Nacional de Águas (2011) a turbidez das águas é causada pela dispersão dos raios luminosos devido à presença de partículas em suspensão, tais como: silte, partículas coloidais, microorganismos, óleo emulsificado. O resultado da análise de turbidez foi 981 UNT. Pode-se perceber que a turbidez tem uma influência direta com os resultados

de sólidos em suspensão totais e de materiais sedimentáveis. Isto ratifica a necessidade de um sistema de tratamento, uma vez que no art. 16 da Resolução CONAMA nº 430/2011, determina que os materiais sedimentáveis, bem como materiais flutuantes devem estar virtualmente ausente.

5.2.5 Óleos minerais

O resultado de óleos dessa análise foi de 2,4 mg/L, segundo a resolução do Conama 430/2011 o valor máximo permitido é 20 mg/L. Contudo, esse valor pode ser justificado, uma vez que a coleta das amostras foi realizada no sábado em que se apresentou o menor contingente de veículos, além de ser um dia chuvoso, o que aumenta o volume de água e diminui a concentração dos poluentes. Segundo Costa et al (2007) o óleo possui substâncias recalcitrantes para o meio ambiente podendo causar vários danos ecológicos e também afetar a saúde dos seres humanos.

5.2.6 Surfactantes

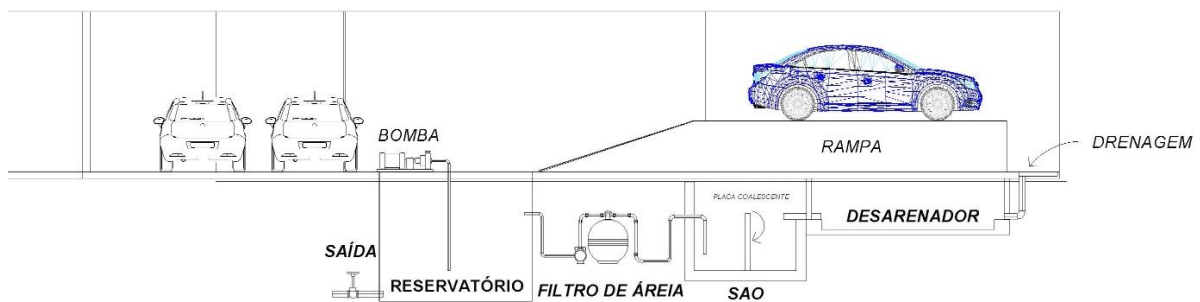
De acordo com Nitschke & Pastore (2002), os surfactantes são moléculas constituídas de uma parte hidrofóbica e outra hidrofílica. A parte apolar da molécula é freqüentemente uma cadeia hidrocarbonada enquanto a parte polar pode ser iônica (aniônica ou catiônica), não-iônica ou anfotérica. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não estabelece um padrão de lançamento para surfactantes.

Dessa forma, como o resultado da análise de Surfactantes, observados no efluente amostrado, obteve um valor de 37,40 mg/L, sendo notório que este merece uma atenção do ponto de vista ambiental. Vale ressaltar que o efluente analisado é bruto sem nenhum tratamento prévio.

5.3 PROPOSTA DO SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO

A partir da verificação da quantidade de efluente gerado e dos resultados laboratoriais referente aos principais parâmetros físicos encontrados no efluente do lava-jato GL, desenvolveu-se a Proposta do Sistema de Tratamento de Água e Reuso para fins não potáveis para o lava-jato GL:

Figura 09: Proposta de Sistema de Tratamento e Reuso de águas residuárias.



Fonte: Autoras (2016).

5.3.1 Desarenador

Como mostra a Figura 09, foi escolhido como primeira etapa do sistema, o desarenador, visto que os valores encontrados através das análises laboratoriais, mostram que existe um número elevado de Sólidos em Suspensão e materiais sedimentares, e o comparado ao gradeamento a sua capacidade de adsorção é maior.

Segundo a NBR 12.209:1992 o desarenador deve ser projetado para remoção mínima de 95% em massa das partículas com diâmetro igual ou superior a 0,2 mm, com o intuito de reduzir a velocidade de escoamento para que a vazão média seja igual a 0,30 m/s, não sendo superior a 0,40 m/s para a vazão máxima. No fundo e ao longo do canal, deve ser previsto espaço para a acumulação do material sedimentado, com seção transversal mínima de 0,20 m de profundidade por 0,20 m de largura, como mostra a Figura 09.

5.3.2 Separador de Água e Óleo

O Separador de Água e Óleo, é de extrema importância como unidade que compõe um sistema de tratamento de reúso de água de lavagem de automóveis; e deve ser enterrado ou apoiado no solo, de forma compacta para ocupar menor área possível, de acordo com a NBR 14.605:2000.

Sendo assim, o tipo de SAO escolhido para compor o sistema neste trabalho, foi o de placas coalescentes. Esta técnica utiliza um meio coalescente oleofílico, isto é, facilidade em reter ou aderir ao óleo. Geralmente, o meio coalescente é colocado inclinado aumentando o tempo de subida e, portanto, permitindo que mais gotas se juntem formando uma gota muito

maior. Em compensação, os sólidos também sedimentam com maior facilidade, pois aumentando o tempo de retenção, estes se separam da água nas placas.

Após passagem pelo sistema de drenagem, o efluente já é praticamente isento da fração oleosa e pode ser descartado na rede de coleta de esgoto sanitário ou, caso não exista, na rede de águas pluviais.

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, os óleos retirados dos sistemas separadores água e óleo devem ser encaminhados para empresas que realizam refino. O refino de óleo consiste em um processo industrial em que os óleos lubrificantes usados ou contaminados são submetidos à remoção de contaminantes dos produtos de degradação e de aditivos. Ao final do processo, o produto obtido apresenta as mesmas características do óleo lubrificante básico (LEPPA, 2015).

5.3.3 Filtro de Areia

O filtro de areia entra no processo com a finalidade de eliminar as partículas de menor porte que, por ventura, tenham ficado presentes no mesmo. A norma brasileira que orienta a construção e operação de filtros de areia, a NBR 13969/1997, afirma que o mesmo é um tanque preenchido de areia e outros meios filtrantes, com fundo drenante e com esgoto em fluxo descendente onde ocorre a remoção de poluentes por ação física.

Comparado à membrana de microfiltração, o filtro de areia se torna mais viável economicamente, e com um menor custo de manutenção. Assim, este filtro está inserido no sistema com o objetivo de complementar as demais unidades, a fim de proporcionar maior eficiência, no que tange o tratamento da água de lavagem de automóveis.

5.3.4 Reservatório de reuso

O efluente, depois de tratado será armazenado em um reservatório enterrado com volume de 18 m³, com o auxílio de uma bomba de potência de 0.5 cv, e logo em seguida o efluente tratado retorna para o ciclo. O reservatório é enterrado com o intuito de ocupar menor área possível.

5.4 SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA APLICADO AO LAVA-JATO GL

5.4.1 Viabilidade técnica

No que tange à viabilidade técnica, as unidades que compõem o sistema, foram escolhidas por serem simples e consideravelmente de baixo custo, comparado com o sistema da Figura 01, uma vez que a mesma utiliza tratamento físico-químico, e depende da utilização de coagulante, o que demanda mais gastos e o acompanhamento constante de um técnico que mensure a quantidade de coagulante e analise a qualidade da água tratada. Sistemas mais complexos tornam-se inviáveis tanto economicamente, como operacionalmente, no caso específico deste empreendimento.

O lava-jato GL dispõe de espaço físico suficiente para a implementação do sistema, uma vez que o mesmo é simples e não demanda de muito espaço composto por um desarenador com gradeamento, um Separador de Água e Óleo - SAO de placas coalescentes e um filtro de areia, logo em seguida um reservatório enterrado para o armazenamento da água tratada.

Como manutenção, será necessária a troca da placa coalescente do SAO, a limpeza do filtro de areia e da caixa de areia, e a devida destinação do óleo retido no Separador de água e óleo para o refino.

Estima-se que, após a inserção do sistema no lava-jato GL, haverá maior economia de energia elétrica, uma vez que a bomba antes ligada até três vezes ao dia passará a ser ligada apenas uma vez. Assim haverá uma economia de aproximadamente 60% da energia elétrica.

Nesse contexto, foi possível, também, estimar o custo da implantação da proposta do Sistema de Tratamento e Reúso de Águas residuárias do Lava-jato GL, uma vez que o proprietário demonstrou interesse no sistema. Assim, a Tabela 04, mostra o valor da implantação de cada unidade, bem como a estimativa da mão-de-obra responsável pela implementação.

Tabela 04: Estimativa de Custos de implementação.

UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)
Desarenador	Construído	1.500,00
SAO de placas coalescentes	Adquirido por encomenda	4.900,00
Filtro de areia	Adquirido por encomenda	2.100,00
Reservatório e bomba		2.500,00
Mão-de-obra	Local	4.500,00
TOTAL	-	15.500,00

Fonte: Autoras (2016).

5.4.2 Viabilidade ambiental

Com relação à viabilidade ambiental, o sistema proposto visa uma redução na quantidade de água utilizada na lavagem de automóveis, bem como o reúso da água tratada pelo sistema. Essa água será utilizada para lavagem do chassi, do motor, dos pneus, descarga do banheiro e, ainda, para a lavagem do pátio do empreendimento.

O desarenador proporcionará efluentes praticamente isentos de sólidos em suspensão. Na etapa seguinte, do SAO de placas coalescentes, ocorrerá a retirada dos óleos ou qualquer material ou substância com densidade menor que a água. Em seguida, no Filtro de areia haverá a retirada de materiais sedimentáveis. O sistema é composto de tratamentos físicos, logo não existe tratamento para os surfactantes, porém, existirá uma perda considerável após os mesmos passarem por cada unidade que compõe o sistema.

Sendo assim, o sistema é de grande valor ambiental, uma vez que evita o lançamento indevido do efluente oleoso e sólidos, materiais que causam danos, quando lançados na rede de drenagem municipal sem o devido tratamento prévio. Conforme os autores citados no Quadro 03, é possível verificar a eficiência de cada unidade do sistema de tratamento e reúso de efluentes de lavagem de automóveis, sendo assim, é notório a eficácia na remoção dos parâmetros.

Quadro03: Percentual de Redução do Sistema de Tratamento e Reuso proposto.

AUTOR	UNIDADE	REMOÇÃO (EFICIÊNCIA)
CETESB/SP	Desarenador	Sólidos suspensos totais: 40 a 60 % Materiais Sedimentares: 40%
Rubim (2014)	SAO de placas coalescentes	Óleos minerais: 95%
Murtha e Heller (2003)	Filtro de areia	Turbidez: 60% Sólidos sedimentares: 80%

Fonte: Autoras (2016).

6 CONCLUSÃO

Com aspectos observados das considerações teóricas efetuadas, percebeu-se que a proposta do sistema de tratamento físico para reúso é satisfatório uma vez que é simples e de baixo custo, tendo em vista os outros sistemas comumente adotados. Conforme demonstrado pela proposta, foi possível verificar a eficiência do sistema, visto que outros autores já utilizaram essas mesmas unidades e obtiveram resultados satisfatórios em relação

à qualidade do efluente que será utilizado para reúso a nível classe II; e posterior lançamento no corpo receptor.

Objetivando a redução na geração de surfactantes, recomenda-se que observem a composição química dos sabões e produtos químicos, pois os mesmos devem conter menor quantidades de fósforo do que os utilizados atualmente, a fim de diminuir a geração de espumas. É de interesse do proprietário a implementação do sistema no lava-jato GL, e pretende-se que, através deste piloto, outros lava-jatos na cidade possam aderir ao sistema de reúso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, American Public Health Association et al. Standard methods of milk analysis, bacteriological and chemical. New York, American public health Association, 1934.

ASEVEDO, K.C. S.; JERÔNIMO, C. E. M. Diagnóstico ambiental de postos de lavagem de veículos (lava-jatos) em Natal-RN. **Scientia Plena**: revista online, v. 8, n. 11, p. 1-11, 2012. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.209**: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. São Paulo, 1997.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14605**: Posto de serviço – Sistema de drenagem oleosa. Rio de Janeiro, 2000.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de Efluentes e Reúso da Água no Meio Agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**: p. 152-169, Junho, 2008. Disponível em: <www.apta.sp.gov.br>. Acesso em: 15, nov. 2016.

BOHN, F. P. **Tratamento do Efluente Gerado na Lavagem de Veículos**. Panambi (RS), 2014. Disponível em: <<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/108618721.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Capacitação para o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. Maio, 2011. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Cursos_Anexos/Attachments/32/Par%C3%A2metros.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 09 nov. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 054**, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/54_2005_criterios_gerais_uso_agua.pdf>. Acesso em: 07 out. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. **Dispõe 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: 12 nov. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430**, 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 CONAMA.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

COSTA, M. J. C. et al. Co-digestão Anaeróbia de Substâncias Surfactantes, Óleo e Lodo de Esgoto. **Engenharia Sanitária Ambiental:** v. 12, n. 4, p. 433-439, out.-dez, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n4/a10v12n4.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

DENATRAN, Departamento Nacional de Trânsito. **“Maranhão tem a 5ª maior frota do Norte-Nordeste de acordo com Denatran”.** 2010. Disponível em: <<http://www.detran.ma.gov.br/paginas/detalhe/9415>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

ESPIRITO SANTO. Lei nº 9.439, de 04 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.** Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/9.439.htm>. Acesso em: 29 out. 2016.

FARRUGIA, B. Membranas de filtração, tecnologia eficiente em aplicações diversas. **Revista Meio Filtrante:** 2013. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=6489>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALVES, V.G. **Orientações para a utilização de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo, setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

LEÃO, E. A. S. et al. O Reuso da Água: um estudo de caso na lavagem de veículos em lava-jato de Belém /Pa. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 16, 2012, Belém. Resumos... Belém: Universidade Federal do Pará, 2012. p. 14.

LEPPA, A. S.; GONÇALVES, C. V. **Sistema de Separação de Água e Óleo Em Atividades Automotivas: considerações gerais**. Lajeado (RS), 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/adriano.pdf>> Acesso em: 24 out. 2016.

MARABÁ. Prefeitura Municipal. Lei nº 17.213, de 09 de outubro de 2006. **Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Marabá, cria o Conselho Gestor do Plano Diretor e dá outras providências**. Marabá-Pará.

MARABÁ. Prefeitura Municipal. Lei nº 16.885, de 22 de abril de 2002. **Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente, Sistema, Conselho, Fundo, Controle e Licenciamento Ambiental e dá outras providências**. Marabá-Pará.

MARABÁ. Superintendência de Desenvolvimento Urbano – SDU; Secretária de Municipal de Meio Ambiente – SEMMA. **Listagem dos Empreendimentos Licenciados na Atividade de serviços de lavagem, lubrificação e polimento de veículos**. Marabá, 2016.

MENDA, M. **Tratamento de água: Química Viva**. Conselho Regional de Química – IV Região. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/quimicaviva_tratamento_agua>. Acesso em: 21 nov. 2016.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biossurfactantes: Propriedades e Aplicações. **Química Nova**: v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n5/11408.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

PARÁ. **Lei nº 7.690, de 17 de janeiro de 1994**. Determina a Obrigatoriedade dos Postos e Empresas de Lavagem de Carro a utilizarem em seus Serviços Água de Poço. Disponível em: <<http://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/583279/lei-7690-94>>. Acesso em: 11 out. 2016.

SALEH, B. B. **Tratamento de efluentes**. Instituto Federal Goiano, Campus de Rio Verde – GO, 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/133909659/Apostila-de-Tratamento-de-Esgoto>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

SÃO PAULO. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. **Norma técnica Interna NTS 013**. Revista 1, São Paulo, 1999.

TABOSA, E. O. Tratamento e Reuso das Águas de Lavagem de Veículos. In: Prêmio Jovem Cientista, 19., **Anais ...** 2003. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/99191550/Floculacao-Flotacao>>. Acesso em: 05 out, 2016.

TEIXEIRA, P. C.; MENDES, C. G. N. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. São Paulo: UNICAMP, 2003. Disponível em: <www.fec.unicamp.br/~sapsa05/1sapsa/PriscilaTeixeira.doc>. Acesso em: 03 nov, 2016.

TELLES, F. F. G.; KOPPERSCHMIDT, M. E. Tratamento do Efluente Gerado na Lavagem de Veículos para Reciclagem da Água. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, 2009, Aracruz. Resumos... Aracruz: Faculdades Integradas de Aracruz, 2009. p. 7.

RIO DE JANEIRO. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA. **Diretriz n. 205.R-5, de 05 de outubro de 1991.** Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Disponível em: <www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA_dz205.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2016.