

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA APLICADA A UM LAVA A JATO NO
MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO**

**LILIAN DAS DORES LEANDRO
RAYSSA RIBEIRO DA SILVA QUINTINO
ORIENTADORA: M^a MARISA COSTA AMARAL**

**GOIÂNIA
OUTUBRO/2021**

LILIAN DAS DORES LEANDRO
RAYSSA RIBEIRO DA SILVA QUINTINO

**VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA APLICADA A UM LAVA A JATO NO
MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO**

Artigo Científico apresentado ao Centro Universitário de Goiás - UNIGOIÁS sob orientação da Prof^a. M^a Marisa Costa Amaral, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

GOIÂNIA
OUTUBRO/2021

LILIAN DAS DORES LEANDRO
RAYSSA RIBEIRO DA SILVA QUINTINO

VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA APLICADA A UM LAVA A JATO NO
MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Trabalho final de curso apresentando e julgado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo no curso de Gestão Ambiental do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 29/11 de 2021.

Prof^ª. M^a Marisa Costa Amaral (Orientadora)
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

Vânia Cristina Dourado

Prof^ª. M^a Vânia Cristina Dourado (Membro)
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

DocuSigned by:
Danilo S. Cunha
14440E03314B433...

Prof.º. Esp Danilo Francisco da Cunha (Membro)
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

ATA DE NOTA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
- DEFESA ON-LINE -

Certificamos que no dia 29 de novembro de 2021, as discentes Lilian das Dores Leandro e Rayssa Ribeiro da Silva Quintino apresentou o trabalho intitulado Viabilidade de Reuso da Água Aplicada a um Lava a Jato no Município de Aparecida de Goiânia-Go à banca examinadora composta por Prof^a. M^a Vânia Cristina Dourado e Prof^o. Esp. Danilo Francisco da Cunha sob orientação de Prof^a. M^a. Marisa Costa Amaral.

O trabalho atendeu satisfatoriamente a avaliação da banca, que levou em consideração aspectos quanto à: estrutura, abrangência temática, conteúdo e perspectivas metodológicas, teóricas e críticas e apresentação oral. Em reunião secreta, a banca examinadora decidiu pela aprovação do trabalho.

Professores/as Avaliadores/as	Nota Atribuída
Professora M ^a Marisa Costa Amaral.	
Professora M ^a Vânia Cristina Dourado	
Professora Esp. Danilo Francisco da Cunha	
Média Final	

Prof^a. M^a Marisa Costa Amaral (Orientadora)
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUA APLICADA A UM LAVA A JATO NO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

Lilian das Dores Leandro
Rayssa Ribeiro da Silva Quintino
M^a Marisa Costa Amaral

Resumo: A escassez de água com um ótimo padrão de qualidade tem se tornado uma das grandes preocupações na atualidade. O crescimento populacional, aliado à intensa urbanização, amplia as demandas dos setores agrícola, industrial e energético, podendo estas serem incrementadas segundo os padrões de consumo vigentes. O reúso da água nas indústrias figura-se entre as mais relevantes providências relacionadas à gestão de recursos hídricos. Pois, permite a utilização de água de menor qualidade em outros processos, desde que atendidas as qualidades de água necessária para o processo. Baseado neste contexto, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de reutilização de água em um lava a jato, visando demonstrar as vantagens e limitações do sistema implantado no âmbito industrial de uma transportadora no município de Aparecida de Goiânia – GO. Por meio dos resultados qualitativos e quantitativos do sistema foi possível confrontar com os parâmetros ambientais pertinentes e avaliar a eficiência técnica e econômica do sistema de reúso de água. Tais resultados indicou a eficiência e viabilidade ambiental do sistema implantado na transportadora e uma econômica de aproximadamente 40% nos dados tarifários de água e esgoto, com um percentual de retorno de 12 anos de todo o valor gasto na implementação, operação e manutenção do sistema. Aliado ao aspecto econômico o aproveitamento de água de reúso contribui para a diminuição de consumo fornecido pela concessionária, o que resulta em ganhos ambientais muito importante e por isso deve ser estimulado a adoção de sistemas de aproveitamento no setor industrial. Neste contexto, o estudo apresenta-se como parte integrante da vasta área de conhecimento ainda pouco explorada permitindo assim a melhoria contínua dos métodos de implementação e avaliação. Por fim, é possível observar que mesmo utilizados parâmetros considerados de simples obtenção, este quando avaliados de forma sistemática são úteis para manter um nível de controle de qualidade, sendo ferramentas importante para a tomada de decisão da empresa.

Palavras-chave: Payback. Monitoramento Ambiental. Saneamento Básico. Reutilização.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso ambiental essencial à preservação da vida no planeta e indispensável para viabilizar diferentes atividades desenvolvidas pelos seres humanos (LIMA, FERREIRA, CHIRSTOFDIS, 1999; BATISTA, 2019). Ainda que seja um recurso renovável, a conjugação de diferentes fatores, tais como o aumento da população, a urbanização, a industrialização, a degradação ambiental e o uso irracional deste bem natural, reduziu a sua disponibilidade no planeta (LIMA, FERREIRA, CHIRSTOFDIS, 1999; COSTA, BARROS JUNIOR, 2007; TORRES *et al.*, 2018).

O crescimento populacional, aliado à intensa urbanização, amplia as demandas dos setores agrícola, industrial e energético, podendo estas serem incrementadas segundo os padrões de consumo vigentes. Em virtude do aumento da produção de alimentos e bens de consumo, os recursos naturais são explorados, impactando os ecossistemas locais mediante a poluição e degradação, comprometendo a sustentabilidade e promovendo alterações climáticas. Neste cenário, a quantidade e a qualidade da água ficam comprometidas, ocasionando áreas de escassez hídrica. Essa concepção conduz o planeta para uma possível crise hídrica mundial e centraliza a água, como objeto de grandes discussões no que concerne ao seu papel no desenvolvimento sustentável (CANTELLE, DE CASTRO LIMA, BORGES, 2018).

A escassez de água com um ótimo padrão de qualidade tem se tornado uma das grandes preocupações na atualidade (PASSOS, 2007). Segundo o mais recente relatório da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), dos 5.570 municípios brasileiros, 51% (2.839) decretaram Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública devido a secas ou estiagem pelo menos uma vez entre 2003 e 2017. Tal preocupação é por que apesar de três quartos da superfície da terra serem formados de água, somente 3,5% dos 1.390 milhões de quilômetros cúbicos existentes são de água doce e menos de 1% do total está disponível para o consumo do ser humano, sendo o restante desta água estando nas geleiras e nas calotas polares, além de parte desta água estando como vapor na atmosfera (PASSOS, 2007).

Muitas vezes o valor e a importância de um recurso natural, como a água, só se tornam perceptíveis em situações de escassez (MAGALHÃES *et al.*, 2019). Com a escassez de água, a necessidade da minimização do consumo torna-se essencial. O uso consciente e a adoção de novas tecnologias que utilizam menos água para a realização do mesmo processo e a adoção de formas de reuso para a redução do consumo de água torna-se imprescindível, principalmente no âmbito industrial (GALVÃO, DOS SANTOS GOMES, 2019).

Com vistas à tecnologia industrial, à compreensão do papel essencial da água na economia e às pressões ambientais colocadas sobre esse recurso, o setor industrial busca por

medidas para reduzir e reutilizar a água, melhorando assim, a produtividade e atentando-se para a qualidade da água, implementando a reutilização e reciclagem, combinando a qualidade da água ao uso previsto e deslocando-se para uma produção mais limpa (WWAP, 2016).

Mierzwa e Hespanhol (2005) definem o reuso de água como sendo o uso de efluentes tratados ou não para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis, que ocasiona a diminuição tanto o volume de água captado, quanto o volume de efluentes, isto porque as águas tratadas podem ter diferentes aplicações nos processos de produção, como por exemplo, na refrigeração, na alimentação de caldeiras, na lavagem de pisos e na irrigação de áreas verdes.

O reúso da água nas indústrias figura-se entre as mais relevantes providências relacionadas à gestão de recursos hídricos (MIERZWA, HESPANHOL, 2005). Pois, permite a utilização de água de menor qualidade em outros processos, desde que atendidas as qualidades de água necessária para o processo (MUFFAREG, 2003; GALVÃO, DOS SANTOS GOMES, 2019).

A situação dos recursos naturais exige uma melhor gestão de governo e sociedade (TORRES *et al.*, 2018). Desde a promulgação da Constituição Federal, em 1988 passando pela instituição a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e pela criação da Agência Nacional de Águas, o Poder Público tem direcionado a atenção à preservação de recursos naturais, figurando a água entre as suas prioridades (RATIER, DERGINT, STANKOWITZ, 2015).

De forma geral, a legislação brasileira se apresenta-se cada vez mais restritiva quanto a utilização de água potável no setor industrial. Os atores sociais interno e externo que participam e influenciam o processo exige cada vez mais práticas de conservações ambiental e a necessidade de adaptação a um mundo sem fronteiras, fazem com que a sociedade e o setor produtivo invistam de forma crescente em práticas de conservação de recursos hídricos e energia, como forma de reduzir custos, ganhar produtividade e agregar valor à imagem (SOARES FILHO, 2008).

No Brasil, não existem normas e padrões específicos para regulamentar e direcionar o reúso de águas, e isto se deve à falta de tradição quanto à aplicação desta prática. A legislação apenas estabelece limites máximos de impureza para cada destino específico da água. Estes limites, chamados de padrões de qualidade são estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

Perante o exposto da problemática da escassez hídrica no Brasil, principalmente no que diz respeito ao alto consumo de água em processos produtivos industrial, têm surgido diversas pesquisas acerca da implementação de novas tecnologias sustentáveis que visem reutilizar e reciclar a água de processos produtivos no âmbito industrial. Baseado neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de reutilização de água em um lava a jato, visando demonstrar as vantagens e limitações do sistema implantado no âmbito industrial de uma transportadora no município de Aparecida de Goiânia – GO.

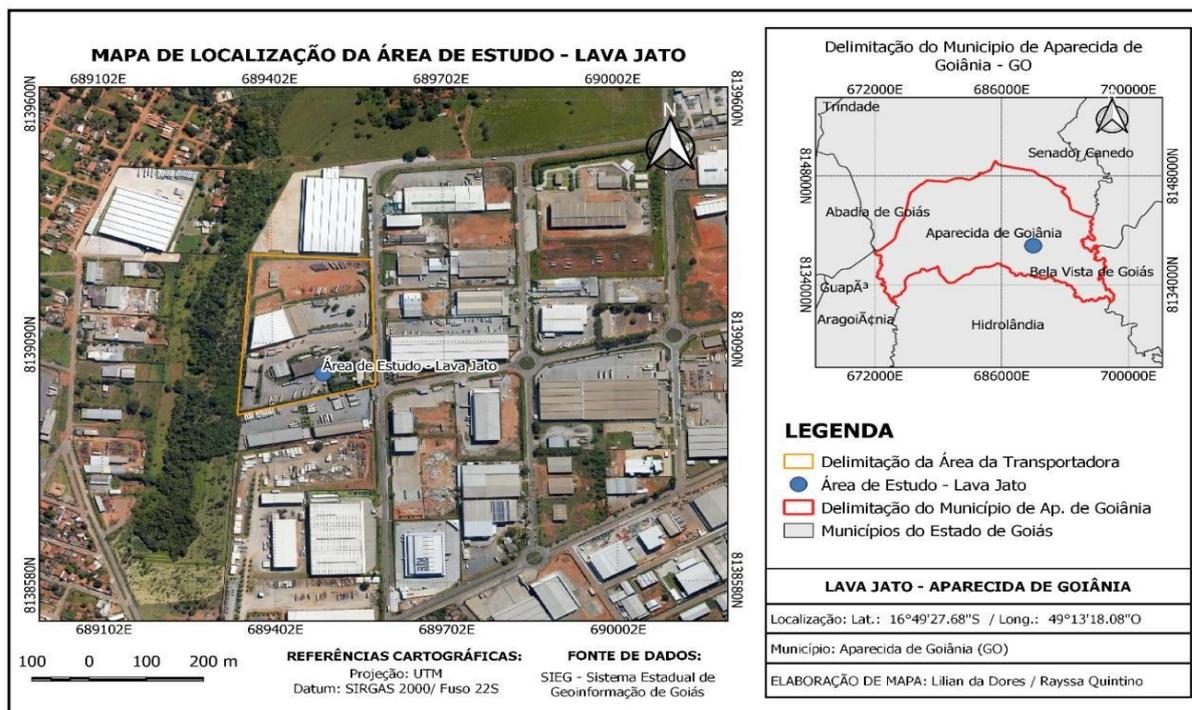
2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho, baseou-se no levantamento bibliográfico aprofundado na literatura técnica e científica, pertinente à temática do sistema de reúso de água na lavagem de automóveis no âmbito do setor industrial. E na coleta de dados quantitativos e qualitativos disponibilizados pela empresa, os quais possibilitaram elencar uma gama de informações pertinentes à identificação e caracterização do processo de tratamento do sistema de reúso de água (sistema de tratamento de efluentes).

O estudo foi realizado em uma transportadora, mais especificamente na área do lava a jato localizado na região leste do município de Aparecida de Goiânia – GO, no Parque Industrial Vice-Presidente José de Alencar.

Para melhor visualização espacial da transportadora no município de Aparecida de Goiânia, foi marcado a localização do empreendimento e com o auxílio de softwares foi elaborado o mapa de localização (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo no Município de Aparecida de Goiânia/GO



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

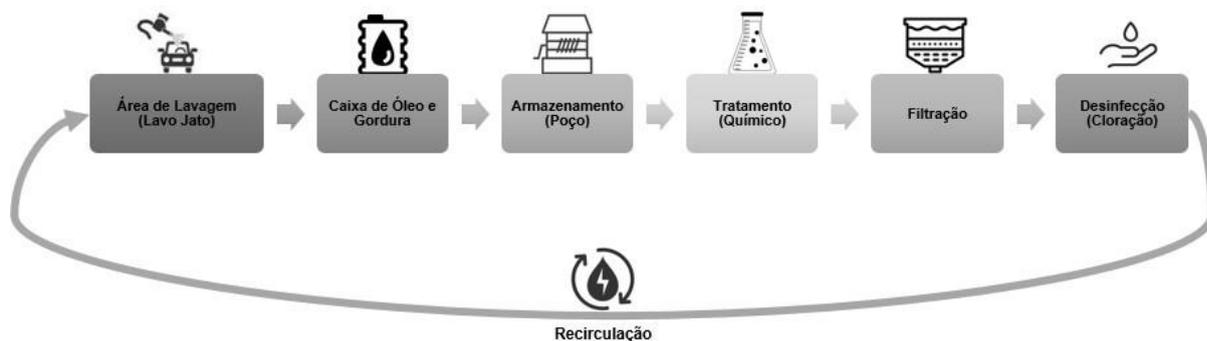
Para realizar a caracterização referente ao tipo de tratamento do efluente, adotado na empresa, realizou-se a vistoria *in loco* a área do lava a jato, bem como a coleta dos dados disponibilizados pela empresa.

A caracterização da água residuária baseou-se na amostragem físico-química e bacteriológica do efluente tratado (ponto final) realizado pela empresa no mês de setembro de 2021 e os dados de projeto (volume de água tratada) referente aos meses de fevereiro a abril de 2021.

O processo de tratamento adotado na área do lava a jato da transportadora é composto por sistema de tratamento preliminar e primário. Composto de caixa separadora de óleos e graxas, poço de armazenamento (reservatório), tratamento químico, filtração e desinfecção.

A Figura 2, apresenta o esquema do processo de tratamento disposto na área do empreendimento.

Figura 2 - Exemplificação do Sistema de Tratamento Adotado na Área do Lava a Jato.



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

O lava a jato está em funcionamento desde outubro de 2017 e conta com uma área de aproximadamente 12 m² referente ao sistema de tratamento de efluentes. O lava a jato possui disponibilidade de lavagem de até 3 caminhões simultaneamente e possui um fluxo de lavagem de 6 a 10 veículos por dia.

As Figuras 3, 4, 5, 6, e 7 apresentam a estruturas física na área do sistema de tratamento de efluentes disponível na área do empreendimento.

Figura 3 - Vista Sistema de Tratamento de Água.



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

Figura 4 - Vista Aérea do Sistema de Tratamento.



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

Figura 5 - Vista Aérea do Poço de Armazenamento.



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

Figura 6 - Vista dos Tambores Químicos (Reagentes).



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

De forma a avaliar os parâmetros analíticos provenientes das amostragens físico-química e bacteriológica do sistema, realizou-se o enquadramento do tratamento baseado nas seguintes normativas: Resolução COEMA n° 02/2017 que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, e Resolução CONAMA n° 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução CONAMA n° 357/2005.

Objetivando avaliar a viabilidade econômica da implementação do sistema de reutilização de água no lava a jato, realizou-se a interposição dos dados de projeto com a implementação do valor tarifário da Companhia de Saneamento de Goiás S.A (SANEAGO), através da comparação dos valores quantitativos e pesquisas bibliográficas em estudos publicados na literatura técnica e científica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A crise de abastecimento de água é um dos fatores preponderantes para modificação dos costumes e busca por formas alternativas de obtenção de água (CAETANO, DE OLIVEIRA, 2016). A necessidade de se repensar os modelos tradicionais de planejamento, gerenciamento e estratégias em relação à produção e ao uso da água dão início a importantes inovações tecnológicas que reforçam a natureza evolutiva mediante a continua necessidade de aperfeiçoamento. (CÔRTEZ *et al.*, 2015; CANTELLE, DE CASTRO LIMA, BORGES, 2018).

Algumas das formas encontradas para a redução do consumo de água e sua conservação é o reúso, tendo como matéria prima os esgotos domésticos urbanos para fins

potáveis e não potáveis, o esgoto industrial e a água da chuva captada para atividades diárias que possibilitam o uso de água não potável (HESPANHOL, 2002).

As inovações no setor hídrico são altamente diversificadas. Por um lado, as novas tecnologias podem melhorar os métodos e processos existentes e torná-los mais eficientes e de baixo custo. Por outro lado, rupturas tecnológicas podem alterar fundamentalmente a forma como a água é utilizada. Estas implicações precisam ser melhor compreendidas para que medidas apropriadas possam ser tomadas a nível político (WWAP, 2016).

O reúso da água funciona como um importante instrumento de gestão ambiental, devendo ser aplicados critérios e padrões de qualidade quando considerada a questão de saúde pública, a aceitação da água pelo usuário, a preservação do ambiente, a qualidade da fonte da água para reúso e a adequação da qualidade ao uso pretendido (PHILIPPI, 2006).

A conservação da água, por meio do uso racional e do reúso tem se mostrado como uma ferramenta eficaz na preservação dos recursos hídricos. Os ganhos ambientais são obtidos tanto na redução da captação de água quanto na redução da emissão de poluentes ao meio ambiente, preservando esse recurso natural em quantidade e qualidade (WEBER et al., 2010).

O reúso de efluentes de empreendimentos de lava-jatos para usos não potáveis, como lavagem novamente de veículos, se configura como uma das formas de utilizar a água de forma racional e sustentável. Implantar sistemas de tratamento e reaproveitamento de efluentes nesses empreendimentos, que são expressivos consumidores de água potável, torna-se uma estratégia importante para preservação dos recursos hídricos e para priorização destes recursos para usos mais nobres, como o abastecimento humano (COELHO, 2014).

O efluente gerado por atividades de limpeza de automóveis pode conter quantidades significativas de óleos e graxas, sólidos em suspensão, metais pesados, surfactantes e substâncias orgânicas (TEIXEIRA, 2003).

Diversos estudos realizados em diferentes partes do mundo vêm demonstrando o potencial poluidor das águas residuárias oriundas dos serviços de lavagem de veículos, por conterem surfactantes, óleos e graxas, alta concentração de matéria orgânica, metais pesados, sólidos totais suspensos (ROSA et al., 2011; PAULA, 2016).

Muitas das substâncias presente no efluente de lava a jato são tidas como recalcitrantes quando lançadas em corpos hídricos, provocando danos irreparáveis para flora e fauna aquáticas, por apresentarem, em sua maioria, elevado potencial de toxicidade, capacidade de bioacumulação, por interferirem nas trocas gasosas e transferência de energia, afetando assim,

indiretamente, a saúde humana (ODUM & BARRET, 2007; RICKLEFS, 2003 apud ROSA et al., 2011; PAULA, 2016).

O Brasil ainda não dispõe de normatização técnica específica para os sistemas de reuso 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 reuso direto não potável para fins agrícolas, ambientais, indústrias e aquicultura.

A depender da destinação final da água recuperada, existirão níveis de qualidade indicados para cada aplicação e, conseqüentemente, um tratamento específico, adequado a cada sistema (MORELLI, 2005). Consideram-se como principais variáveis as características da águas residuária a ser tratada e os requisitos de qualidade requeridos pela nova aplicação da água recuperada (METCALF & EDDY, 2003).

A escolha do processo de tratamento da água residuária a ser adotada é de fundamental importância para o sucesso do sistema e, por isso, ela deve ser bastante criteriosa e fundamentada na boa caracterização do efluente a tratar, no conhecimento das técnicas de tratamento existentes e nas necessidades e requisitos de qualidade da aplicação do reuso proposto (METCALF & EDDY, 2003).

Segundo Leão et al (2012), as unidades que compõe o sistema de tratamento e reuso de água de lavagem de automóveis incluem: uma caixa de areia, para remoção de material grosseiro; caixa separadora de água e óleo; dosador de floculante; chicanas de homogeneização; decantador de eixo horizontal; filtros; e por fim, um reservatório de água limpa.

O tratamento prévio (preliminar) é a primeira fase de separação de sólidos. Nesta etapa de tratamento se removem sólidos grosseiros, detritos minerais (areia), materiais flutuantes e carregados e, por vezes óleos e graxas. Os mecanismos de remoção são de ordem física (TELLES, COSTA, 2007).

Von Sperling (2005) ressaltas as principais finalidade da remoção destes sólidos grosseiros, incluem a proteção dos dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações, proteção das unidades de tratamentos subsequentes e a proteção de corpos receptores).

Já o tratamento primário é constituído por processos físico-químicos, onde ocorre a passagem do efluente por uma unidade de sedimentação, após as unidade de tratamento prévio, colaborando desta forma, para melhorar a remoção de sólidos sedimentáveis. Acredita-se que somente com o tratamento prévio e o preliminar, consiga-se remover cerca de 60 a 70 % dos sólidos em suspensão (SS), de 20 a 40% da DBO e 30 a 40% de coliformes (TELLES, COSTAS, 2007).

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.

De acordo com Teixeira (2003), o sistema de tratamento para viabilizar a reutilização da água de lavagem de carros deve atender as seguintes premissas: eliminar os riscos à saúde dos usuários e operadores, evitar danos aos veículos, minimizar a necessidade de diluição dos efluentes tratados e minimizar, seu lançamento na rede de esgotos, em águas superficiais ou em fossas. Logo o sistema resultara em minimização da descarga nos corpos receptores, diminuição da carga de poluentes tóxicos na rede de esgotos e econômica de água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio não é a responsável pelo abastecimento do município de Aparecida de Goiânia, sendo que a mesma responde por mais de 60% da drenagem, que interfere diretamente no meio urbano do município. Por meio de informações já se destacou neste estudo, que as bacias se desenvolvem de forma conjunta por fatores naturais, e as atividades humanas desenvolvidas nela gera problemas e alterações significativas no meio. Os resultados obtidos podem, eventualmente, ser por causas naturais, porém, segue o princípio de que a atuação do homem no meio implica diretamente na aceleração dos processos de antropização, provocando desequilíbrio e modificação no sistema (SOUZA, 2017)

A área de preservação permanente do Córrego Santo Antônio, tem uma parte localizada na área da transportada, sendo que a mesma se encontra em um local totalmente urbanizado e antropizado. Sendo assim, na figura 7 segue a demonstração do local da área de (APP) do Córrego Santo Antônio.

Quadro 1: Caracterização do Efluente Tratado do Sistema.

Parâmetro	Ponto Final Efluente Tratado	COEMA n° 02/2017– VMP	CONAMA n° 430/2011 - VMP
pH (a 25°C)	7,10	5,0 a 9,0	5,0 a 9,0
Temperatura	31,1 °C	40 °C	40 °C
Sólidos Sedimentáveis	< 0,3 mL/L	1,0 mL/L	1,0 mL/L
Óleos e Graxas Totais	< 10 mg/L	N.R	**mg/L
Materiais Flutuantes	Ausentes	Ausentes	Ausente
Corantes Artificiais	Ausentes	N.R	N.R
Sólidos Susp. Totais	52 mg/L	100 mg/L	N.R
<i>Escherichia Coli</i>	< 1000 NPM/ 100 mL	5000 NPM/ 100 mL	N.R
Sulfeto	< 0,05 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	< 0,1 mg/L	*mg/L	20,0 mg/L
Sulfato	8,23 mg/L	500 mg/L	N.R
Oxigênio Dissolvido (OD)	4,0 mg/L	N.R	N.R
Cianeto	< 0,01 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Cianeto Livre	< 0,01 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L
Alumínio	0,129 mg/L	10 mg/L	N.R
Arsênio	0,01 mg/L	N.R	0,5 mg/L
Bário	0,572 mg/L	5,0 mg/L	5,0 mg/L
Boro	< 0,0200 mg/L	5,0 mg/L	5,0 mg/L
Cádmio	< 0, 001 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L
Chumbo	< 0,01 mg/L	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Cobre Dissolvido	< 0,005 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Cromo Hexavalente	< 0,01 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L
Estanho	< 0,01 mg/L	4,0 mg/L	4,0 mg/L
Ferro Dissolvido	< 0,01 mg/L	15 mg/L	15 mg/L
Fenóis Totais	< 0,02 mg/L	0,5 mg/L	0,5 mg/L

Fonte: Transportadora, 2021. OBS: COEMA n° 02/2017: *- a) até 20 mg/L, quando o pH for menor ou igual a 8,0; ou, b) até 5 mg/L, quando o pH for maior que 8,0; CONAMA n°430/2011: **- óleo minerais: até 20 mg/L / óleo vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L.

Por meio da análise dos dados disposto no Quadro 1, é possível observar que todos os parâmetros avaliados encontram-se abaixo dos valores máximos permitidos (VMP) estabelecido nas legislações Resolução COEMA n° 02, de 02 de fevereiro de 2017 e Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011.

A avaliação dos parâmetros químicos, físicos e biológicos são necessários para garantir a qualidade do tratamento do sistema e evitar problemas ambientais, principalmente no que diz respeito a degradação proveniente de lançamentos fora dos parâmetros permitidos pela legislação ambiental pertinente.

É importante destacar que a Resolução COEMA n° 02, de 02 de fevereiro de 2017 do Estado do Ceará – CE foi estabelecida no estudo em questão por ser uma das primeiras normativas técnicas aplicadas ao reúso para fins industriais: utilização de reúso em processos, atividades e operações industriais. A COEMA n° 02/2017 tem como objetivo atualizar os padrões de análises utilizados no automonitoramento e proteger o solo e a bacia hidrográfica de contaminações. Apesar de não existir uma legislação específica para a reutilização de água em sistema de lava a jato as resoluções aqui utilizadas estabelece condições para avaliação do sistema de tratamento para a reutilização. Visto que ambas dispõe de parâmetros, padrões e diretrizes para o lançamento de quaisquer efluentes em corpos hídricos.

Conseqüentemente quando comparado as análises laboratoriais com a legislação ambiental pertinente é possível observar que o sistema de tratamento do lava a jato encontra-se em vigor com todos os padrões exigido estando todos abaixo dos valores máximos permitidos, indicando assim uma alta eficiência do sistema. Cabe ressaltar que o padrão para cada substância (VMP) é usualmente estabelecido a partir da aceitação de um nível de risco, o que significa que a água de reúso gerada na área do lava a jato em estudo é aceitável e possui baixo risco ao meio ambiente.

De forma a avaliar a eficiência do tratamento do sistema, foram avaliados os dados quantitativos disponibilizados pela empresa referente à quantificação de água tratada no sistema durante um ano. O Quadro 2 e 3 apresenta à quantificação mensal de água tratada ou volume médio tratado ao mês.

Quadro 2 e 3 - Quantificação da Água Tratada ao mês ou volume médio tratado

Mês\2020	Quantidade de água tratada ao mês
Julho	134238
Agosto	99566
Setembro	99356
Outubro	869715
Novembro	94793
Dezembro	67547

Mês\2021	Quantidade de água tratada ao mês
Janeiro	91906
Fevereiro	107415
Março	167341
Abril	125032
Maior	133689
Junho	142630

Fonte: Elaboração das autoras (2021).

Por meio da análise dos dados do Quadro 2 e 3, é possível verificar que consta uma alteração no volume médio tratado ao mês e que esse resultado varia conforme a demanda de água a ser tratada.

Quanto ao quantitativo de água tratada mês é possível observar uma queda quando comparado de um mês ao outro, essa questão está relacionada ao quantitativo de veículos lavados na área do lava a jato. Ou seja, no mês em que se tem uma maior quantidade de veículos lavados maior vai ser o número de água no sistema e maior vai ser o quantitativo de água tratada por dia.

De maneira geral, por meio de uma observação dos dados dispostos é possível observar que não existem perdas no sistema visto que o percentual final de um dia está vinculado ao dia anterior, garantindo assim maior eficiência do volume tratado e melhor diagnóstico do sistema.

Objetivado avaliar a viabilidade econômica do sistema foi levantando o valor gasto na implementação, operação e manutenção do sistema e realizado o comparativo percentual de retorno para verificar o tempo de retorno do capital investido (Payback).

Quanto ao quantitativo de água tratada mês é possível observar uma queda quando comparado de um mês ao outro, essa questão está relacionada ao quantitativo de veículos lavados na área do lava a jato. Ou seja, no mês em que se tem uma maior quantidade de veículos lavados maior vai ser o número de água no sistema e maior vai ser o quantitativo de água tratada por dia.

De maneira geral, por meio de uma observação dos dados dispostos é possível observar que não existem perdas no sistema visto que o percentual final de um dia está vinculado ao dia anterior, garantindo assim maior eficiência do volume tratado e melhor diagnóstico do sistema.

Objetivado avaliar a viabilidade econômica do sistema foi levantando o valor gasto na implementação, operação e manutenção do sistema e realizado o comparativo percentual de retorno para verificar o tempo de retorno do capital investido (Payback).

Através de pesquisa *in loco* realizada com o gestor do sistema levantou-se que para a implementação de todo o sistema de tratamento de efluentes na área da transportadora foram gastos cerca de R\$ 45.000,00 (quarenta e cinco mil reais). Já referente a operação estimasse um valor mensal de R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais) gerando um quantitativo anual de R\$ 30.000,00 (trinta mil reais) quase o valor total de implementação do empreendimento.

Baseado neste contexto, foi realizado a refutação do valor gasto no sistema para implementação e operação com os dados tarifários da Companhia de Saneamento de Goiás (SANEAGO S.A) de acordo com a estrutura tarifária – Lei nº 14.939, de 15 de setembro de 2004 - Resolução Normativa nº 0152/2019 –CR.

Considerando que a resolução estabelece para o setor industrial de faixa de consumo de +10 m/mês um valor de R\$ 10,83 por m³ é possível estimar uma economia com a implementação do sistema de aproximadamente R\$ 3.300,00 (trezentos reais) mensais e 39.000,00 (três mil e seiscentos reais) anualmente. Para projetos sustentáveis é aconselhável utilizar as receitas geradas ao longo do ano do valor equivalente cobrado pela concessionária.

Levando em conta os valores obtidos verifica-se que em aproximadamente em 1 ano e meio o sistema já terá condições de se pagar e gerar uma economia de aproximadamente 40% na tarifa de água e esgoto do empreendimento. Bem como gerar a redução de contaminantes inseridos no sistema da rede pública.

A viabilidade ambiental é perceptível no presente estudo pela economia de água potável na atividade que não exige um alto nível de qualidade, bem como na adoção de um sistema adequado para a disposição final do efluente. O sistema implantado auxilia na sensibilização de todos os níveis na economia de água potável ao utilizar a água do reuso na atividade de lavagem dos carros.

5. CONCLUSÃO

Com base nos dados observados verificou-se que o sistema de tratamento de efluentes implantado na área da transportadora para reuso na lavagem de automóveis é ambientalmente eficiente e economicamente viável, uma vez, que possui simples operação e baixo custo de manutenção e implementação, podendo ser facilmente implantado em outros lava a jatos.

Os valores obtidos referentes as análises físico-químicas e bacteriológicas apresentaram resultados satisfatórios e em conformidade com a legislação pertinente permitindo caracterizar o sistema como eficiente. E os dados fornecidos foram analisados em por mês totalizando 1 ano para estimar um (Payback) de retorno a empresa.

É de suma importância a avaliação e caracterização do efluente antes e depois do tratamento para verificar a eficiência de todas as etapas do tratamento. Apesar de não possuir uma legislação específica para o reuso de água em sistema de lava a jato os métodos de tratamento de efluentes de reuso são ferramentas importantes na preservação, caracterização e controle, bem como fato importante na tomada de decisão para a elaboração de estratégias mais eficientes no que diz respeito a realidade dos empreendimentos, principalmente do setor industrial.

Cabe ressaltar que em função de não ser possível o acesso as informações tarifárias mensais da empresa junto a Companhia de Saneamento de Goiás S.A (SANEAGO) não foi possível determinar o valor preciso dos dados referente a viabilidade econômica. Todos os dados aqui partiram de estimativas baseada na legislação técnica pertinente.

Apesar do sistema possuir um retorno de aproximadamente 1 ano e meio, conforme os dados estimados. Conclui-se que aliando ao aspecto econômico, o aproveitamento de água de reuso contribui para a diminuição do consumo fornecido pela concessionaria, o que resulta em ganhos ambientais muito importantes e por isso deve ser estimulado a adoção de sistemas de aproveitamento de água no setor industrial.

Este estudo apresenta-se como parte integrante da vasta área de conhecimento ainda pouco explorada permitindo assim a melhoria continua dos métodos de implementação e avaliação.

É possível observar que mesmo utilizando parâmetros considerados de simples obtenção, estes quando avaliados de forma sistemática são úteis para manter um nível de controle de qualidade, sendo ferramentas importantes para a tomada de decisão da empresa.

Por fim, é importante destacar que o uso racional dos recursos hídricos com procedimentos de reciclagem ou reuso de água na lavagem de veículos é importantíssimo e representa um inevitável caminho para contribuir para um melhor aproveitamento da água disponível no planeta.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas.** - Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usuarios-da-agua/>>. Acesso em: 18 de mai. de 2021.

APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 23 ed. Washington, DC. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897: Planejamento e amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, p.14, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, p.22, 1987.

BATISTA, L. M. O. **O reuso de água residual: uma análise legal das possibilidades e desafios para o setor agroindustrial de Sousa–PB.** 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4844>. Acessado em: 19 de set. de 2021.

BRAGA, B. (2002). Introdução à engenharia ambiental. São Paulo. Prentice Hall. 1

BRASIL. **Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 18 de set. de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.** 1997. “Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências”. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: 18 de set. de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei 9.984 de 17 de julho de 2000.** “Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da política nacional de recursos hídricos e de coordenação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, e dá outras providências.” Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm. Acesso em: 18 de set. de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2007.** 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Brasília. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Conselhos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf. Acesso em: 01 abr. 2021.

BRAGA, B. (2002). Introdução à engenharia ambiental. São Paulo. Prentice Hall. 12

BRAZ, L. M.; AGUIAR, A. B. S.; RODRIGUEZ, R.P.. Potencial for anaerobic treatment of wastewater from pet bottle washing in a fluidized bed reactor. **Journal of Water Process Engineering**, v.31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100817>

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Desenvolvimento e subdesenvolvimento no Brasil. **Agenda brasileira: temas de uma sociedade em mudança. São Paulo: Companhia das Letras**, 2011

BORDIN, A.; SILVEIRA, U. S.; FRANK, F.; BETTIOL, V. R.. Reciclagem de plástico e Tratamento de efluentes: uma possibilidade para reuso da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3. **Anais**. Goiânia: IBEAS, 2012.

CAETANO, B.M.; DE OLIVEIRA, S.V.W.B. **Captação e reutilização de água em escolas municipais e estaduais de Ribeirão Preto –SP**. ENGEMA – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, ISSN: 2359-1048, 2016.

CAMPOS, H.K.T.; MONTENEGRO, M.H.F. (2011) Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico/SINISA. In: REZENDE, S.C. (org.). *Cadernos temáticos*. Brasília: Ministério das Cidades. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v. 7). 647 p.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**, ABES, Rio de Janeiro, 1999.

CANTELE, Tatiana Dias; DE CASTRO LIMA, Eudes; BORGES, Luís Antônio Coimbra. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1259-1282, 2018.

CARVALHO, Alba Veronica Paz de et al. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE (ETE) EM UMA INDÚSTRIA. **REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS-UNIVERSO RECIFE**, v. 4, n. 2-1, 2018.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Águas superficiais**. 2015.

COLARES, Carla Joviana Gomes; SANDRI, Delvio. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.172-185, abr. 2013. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993x>.

CÔRTEZ, P. L. et al. Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 7-26, 2015.

COSTA, D. M. A.; BARROS JUNIOR, A. C. **Avaliação da necessidade do reuso de águas residuais**. Holos, v. 2, p. 81-101, 2007.

GALVÃO, Douglas Felipe; DOS SANTOS GOMES, Eliane Rodrigues. Pós-tratamento de efluentes de indústria de laticínios por processos de separação por membranas. **AMBIÊNCIA**, v. 14, n. 3, p. 594-613, 2018. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/4127>. Acesso em: 18 de set. de 2021.

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.

J.E.F.W. LIMA, J. E. F. W.; R.S.A. FERREIRA e D. CHRISTOFIDIS. “**O uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil.**” Agência Nacional de Energia Elétrica. **CD-ROM, (1999)**. Disponível em: <http://www.ufpi.edu.br/subsiteFiles/fepmouisi/arquivos/files/A%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 18 de set. de 2021.

MAGALHÃES, Aline Souza et al. **Uso da água no Brasil e sua relação com condicionantes econômicos: análise a partir de simulações com um modelo de equilíbrio geral**. UFMG/Cedeplar, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bruna-SteinCiasca/publication/340850263_Uso_da_agua_no_Brasil_e_sua_relacao_com_condicionantes_economicos_analise_a_partir_de_simulacoes_com_um_modelo_de_equilibrio_geral_TD_n_616_CedeplarUFMG/links/5ea0c52ca6fdcc88fc361019/Uso-da-agua-no-Brasil-e-sua-relacao-com-condicionantes-economicos-analise-a-partir-de-simulacoes-com-um-modelo-de-equilibrio-geral-TD-n-616-Cedeplar-UFMG.pdf. Acesso em: 19 de set. 2021.

METCALF & EDDY, **Wastewater engineering: treatment and reuse**, McGraw – Hill – Boston, 2003. 1819p.

MIERZWA, J.C., HESPANHOL, I. “**Água na indústria - Uso racional e reuso.**” Oficina de Textos. São Paulo, (2005).

MORELLI, E. B. **Reuso de água na lavagem de veículos**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/en.php>. Acesso em: 25 de set. de 2021.

MUFFAREG, M. R. **Análise e discussão dos conceitos e legislação sobre reuso de águas residuárias**, Rio de Janeiro/RJ, 2003. 75p.

PAULA, Vinicius Leal de. **Proposta para o Reuso de Água no Lava Jato Pertencente à Prefeitura Municipal de Quirinópolis, Goiás**. 2016. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2068/1/TCC%20Vinicius%20Leal%20de%20Paula.pdf>. Acessado em: 23 de set. de 2021.

PASSOS, J. B. **Reuso de água: uma proposta de redução do consumo de água em curtumes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre - RS, 2007. 111 pg.

PHILIPPI, C.T. **Avaliação de um sistema de reuso de água: o caso de um parque temático**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Universidade de São

Paulo. São Paulo, 2006. 67p. Disponível em:
www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde.../MestradoCaiotucunduvaPhilippi.PDF.
Acesso em: 21 de set. 2021.

RATIER, C.; DERGINT, D. E. A.; STANKOWITZ, R. F. **Legislação Municipal de Reuso De Água Nas Indústrias De Curitiba À Luz Do Capitalismo Natural**. 2º Congresso Internacional RESAG – 2015: Gestão de Águas e Monitoramento Ambiental, 2015.

ROSA, L. G.; SOUSA, J. T.de.; LIMA, V. L. A. de.; ARAUJO, G. H.; SILVA, L. M. A. da.; LEITE, V. D. **Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais**. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 179-199, 2011.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.532>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

SOARES FILHO, A. **Racionalização do Uso da Água Potável e Reuso de Efluentes Líquidos em Plantas Siderúrgicas de Ferro Ligas: o caso da Rio Doce Manganês**. 2008. 130f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no processo Produtivo). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia Salvador, 2008.

SOUZA, Claudio Everton da Silva. **DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO EM APARECIDA DE GOIÂNIA-GO**. Goiânia – GO, 2017.

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: 22 de set. de 2021.

TEIXEIRA, P. C. **Emprego da filtração por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. Dissertação – apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2003. 199p.

TELLES, D. A., COSTA, R. H. P. G. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 1ª Edição. São Paulo: Blücher, 2007.

TORRES, T. L., DE OLIVEIRA, J. C., BAUM, C. A., BECEGATO, V. A., e HENKES, J. A. (2018). Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reuso e recuperação. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 7(2), 370-385.

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização**, vol. 03. Minas Gerais: ABES, 1996.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lodos Ativados**, vol 04. Minas Gerais: ABES, 1997.

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

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - WWAP. The United Nations World Water Development Report 2016: water and jobs. P aris: UNESCO, 2016. 164.