

## **II-018 – TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS VISANDO O REÚSO EM LAVAGEM DE VEÍCULOS: O CASO DE UM LAVA JATO EM ITABIRA-MG**

**Isadora Figueiredo Monteiro Ferreira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá- campus Itabira.

**Amanda Costa de Oliveira**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá- campus Itabira.

**Anderson de Assis Moraes**

Biólogo. Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Adjunto II na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira.

**Edison Aparecido Laurindo**

Químico. Doutor em Ciências – Área: Físico-Química. Professor Adjunto III na Universidade Federal de Itajubá (Unifei) – Campus Itabira..

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua José Domingos n. 105 – Niterói – São Gonçalo do Rio Abaixo- MG- CEP – 35935-000 – Brasil. Tel: +55 (31) 99310-9549 e-mail: isadorafigueiredo94@gmail.com

### **RESUMO**

Tendo em vista o uso racional dos recursos hídricos, o incentivo ao reúso de águas residuárias das mais variadas atividades humanas tem sido amplamente difundido no contexto nacional. Porém, a adoção de técnicas para adequar o efluente encontra barreiras relacionadas à ausência de padronização de tratamentos na literatura e legislações. O presente estudo analisou a eficiência de métodos envolvendo ensaios de eletrofloculação e teste de jarros na adequação dos parâmetros pH, sólidos dissolvidos e turbidez, tendo como base os limites estabelecidos pela NBR 13969/1997, aplicados em reúso de água para lavagem de automóveis. Ambos os tratamentos alcançaram bons resultados, tendo destaque a eficiência de remoção de turbidez, sendo 99,17% no ensaio de eletrofloculação e 98,84% no Teste de Jarros

**PALAVRAS-CHAVE:** Reúso, Eletrofloculação, Teste de Jarros.

### **INTRODUÇÃO**

A água é um recurso natural de extrema importância para inúmeros processos vitais e deve, portanto, ser utilizada de maneira sustentável de forma a evitar a escassez desse recurso essencial. Recentemente o país passou por problemas relacionados à falta de disponibilidade hídrica, o que reforça a relevância de seu uso de forma consciente e sustentável.

Um dos grandes desafios atuais da sociedade é redirecionar as tendências do desenvolvimento, buscando alternativas de controle e manejo do meio ambiente de forma sustentável (PAGANINI, 2007). Um dos grandes desafios enfrentados no século XXI é garantir o acesso universal à água potável, devido principalmente à problemas de distribuição, gestão inadequada, desperdícios e contaminação dos corpos hídricos (UNDP, 2006 *apud* POHLMANN *et al.*, 2015).

Para se alcançar o desenvolvimento sustentável no que se diz respeito à garantia de água em quantidade suficiente e qualidade adequada para as gerações atuais e futuras, uma abordagem que vem sendo muito discutida e difundida consiste no reúso da água nas mais diversas atividades humanas. Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005) citado por Weber, Cybis e Beal (2010), o reúso da água corresponde ao uso de efluentes, tratados ou não, para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não-potáveis.

No contexto nacional, o governo federal já iniciou processos de gestão para estabelecer bases políticas, legais e institucionais para o reúso (MORELLI, 2005 *apud* FERNANDES, 2013). O Projeto de Lei nº 5296 de 2005 consiste em uma ação nesse sentido, visto que sua seção IV aborda o “ incentivo ao reúso da água, à

reciclagem dos demais constituintes dos esgotos e à eficiência energética, condicionado ao atendimento dos requisitos de saúde pública e de proteção ambiental” (FERNANDES, 2013).

A prática de reúso reduz a demanda sobre os mananciais, visto que a água potável será substituída por uma água com qualidade inferior, desde que esta possua padrões de qualidade compatíveis com o uso destinado (LEITE, 2003). Além de ser uma prática adotada para o uso racional da água, o reúso reduz a quantidade de efluente destinado às estações de tratamento e a emissão de poluentes industriais aos corpos hídricos.

Para se reutilizar a água em um determinado processo, é preciso que esta, mesmo sendo de qualidade inferior, alcance padrões de qualidade estabelecidos para o seu uso. Conforme destacado por Crook (1993), os “fatores que afetam a qualidade da água para reúso incluem a qualidade da fonte geradora, o tratamento da água residuária, a confiabilidade do processo de tratamento, o projeto e a operação do sistema de distribuição”.

Fernandes (2013) destaca que “hoje é possível reduzir os poluentes a níveis aceitáveis, tornando a água apropriada para os usos específicos através de operações e processos de tratamento”. Porém, Bordonalli e Mendes (2009) ponderam que algumas tecnologias de reúso de água podem não ser viáveis do ponto de vista econômico quando se leva em consideração o porte do empreendimento, o que pode dificultar a ampla difusão dos sistemas de reúso.

Ressalta-se, porém, que o porte do empreendimento não impede a adoção de técnicas de reúso, visto que existem tecnologias mais simplificadas, que podem atender do ponto de vista econômico esses empreendimentos. Destaca-se ainda que os benefícios ambientais devem ser levados em consideração paralelamente aos ganhos financeiros, na tomada de decisão. Os postos de lavagem de automóveis são considerados empreendimentos de alto consumo de água. No Brasil, estima-se que “32.700 postos de lavagem consomem 3,7 milhões de m<sup>3</sup>/mês, o equivalente ao consumo mensal de uma cidade de 600 mil habitantes” (LEÃO *et al*, 2010).

A intensidade do tratamento envolvido no reúso de águas residuárias varia em maior ou menor grau em decorrência do seu uso futuro e também da forma que a água foi utilizada anteriormente, sendo que esses dois quesitos devem ser levados em consideração para a escolha do tratamento mais adequado.

A Norma Brasileira NBR 13969 da ABNT (1997) aborda a normatização quanto ao grau de tratamento da água residuária tratada para reúso em diversas atividades, divididas em classes. A classe 1 abrange a “lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador”. Para cada classificação, a NBR estabelece os padrões a serem adotados em seu respectivo uso e ainda sugere as etapas do tratamento. A Tabela 1 apresenta os padrões adotados pela NBR para analisar a qualidade da água de reúso em lavagem de automóveis.

**Tabela 1: Parâmetros para reúso em lavagem de automóveis.**

Parâmetro	Padrão adotado	Unidade
Turbidez	< 5	NTU
Coliforme fecal	< 200	NMP/100mL
Sólidos dissolvidos	< 200	mg/L
pH	6,0 a 8,0	-
Cloro residual	0,5 a 1,5	mg/L

Fonte: ABNT (1997). Adaptado por autores.

A diferença na origem da água para o tratamento leva à variação dos procedimentos adotados, pois como destacado por Moruzzi (2008), a intensidade do tratamento da água residuária varia em maior ou menor grau não somente em decorrência do seu uso futuro, mas considera também a forma com que a água foi utilizada anteriormente.

Para se definir os procedimentos mais adequados para alcançar os padrões definidos pela NBR, deve-se considerar o uso anterior da água residuária para o levantamento de seus componentes. No caso de lava-jatos, a água a ser tratada é proveniente da lavagem de automóveis, podendo conter quantidades significativas de óleos

e graxas, e, a redução dos níveis de tais substâncias, consistem em um dos maiores problemas na recirculação de água de lavagem de veículos (MORELLI, 2015). Na cidade de Itabira-MG, uma medida de controle de poluição estabelecida consiste na exigência, por meio do licenciamento municipal, da adoção de caixa separadora de água e óleo (caixa SAO) em lava-jatos municipais.

A água residuária pode conter, além de óleos e graxas, sólidos em suspensão, metais pesados, surfactantes e substâncias orgânicas. Segundo Teixeira (2003), as águas residuárias de lavagem de veículos constituem-se principalmente por sabão, água de enxágue e cera. O tipo e as concentrações das substâncias que compõe o efluente após a lavagem de veículos variam fortemente entre os empreendimentos. Como destacado por Sartori (2015), é vasta a gama de legislações que tratam do reúso da água em locais de lavagem de veículos, mas nenhuma delas define o tipo de tratamento a ser adotado, sendo que o empreendedor deve selecionar um tratamento para o efluente gerado que alcance a qualidade necessária para sua reutilização.

Existem diversos procedimentos utilizados para o tratamento de águas para reúso. No presente artigo se dará ênfase à eletrofloculação e à coagulação química. Os ensaios de eletrofloculação envolvem basicamente dois processos: a eletrocoagulação e a eletrofloculação propriamente dita. “A eletrocoagulação envolve a geração de coagulantes, pela dissolução de íons metálicos, associada à formação de gás de hidrogênio. Os íons metálicos formados floculam retendo os contaminantes [eletrofloculação], enquanto o gás hidrogênio flutua carreando essas partículas à superfície” (FOUAD, 2014 apud PERALTA, et al., 2014). Já a coagulação química tem sua eficiência relacionada às “características do líquido a ser tratado e sofre os efeitos do tipo e da dosagem de coagulante utilizados, do pH de coagulação, do tempo e do gradiente de velocidade de mistura rápida e de floculação, entre outros” (DI BERNARDO & DANTAS, 2005 apud FELICI et al, 2013)

Levando-se em consideração a possível composição de águas residuárias de lava-jatos e as considerações ressaltadas acima, o presente estudo consiste na simulação de tratamentos físico-químicos por meio da eletrofloculação e do teste de jarros (simulador da coagulação química) em amostras coletadas em um lava-jato na cidade de Itabira (MG) e posterior avaliação da qualidade da água resultante dos tratamentos por meio dos parâmetros da NBR 13969 da ABNT (1997), classificando-a em adequada ou inadequada para reúso no próprio empreendimento.

Após o desenvolvimento do projeto proposto, sendo positiva a viabilidade técnica de reúso da água e tendo em vista o desenvolvimento de atividades de forma sustentável, pretende-se apresentar os resultados para o empreendedor, para que este, caso seja de interesse do empreendimento, possa analisar a viabilidade financeira para implantação de um sistema de reúso em seu lava-jato.

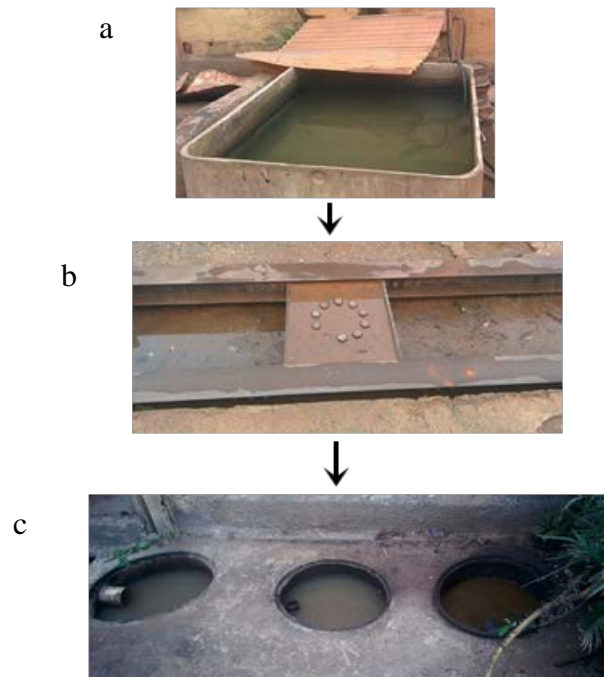
## OBJETIVOS

Avaliar a eficiência da eletrofloculação e do teste de jarros no tratamento de águas residuárias de uma lava-jato no município de Itabira – MG, objetivando seu posterior reúso.

## METODOLOGIA

A primeira etapa para desenvolvimento do trabalho proposto consistiu na seleção do lava-jato para obtenção das amostras de efluentes para análise.

O empreendimento selecionado é licenciado pela prefeitura do município, sendo que este adota sistema de separação de óleo no efluente gerado e, ainda, capta água de uma nascente próxima ao empreendimento que é utilizada na lavagem dos veículos. (Figura 1).



**Figura 1: Fluxograma da água utilizada no Lava-Jato (a- Caixa de armazenamento da água da nascente; b- Caneleta para drenagem do efluente; c- Caixa separadora de água e óleo).**

Fonte: Autores deste estudo.

Para avaliar a viabilidade de reúso da água residuária na lavagem de veículos após os tratamentos, coletaram-se amostras da água captada da nascente e do efluente gerado após a utilização no processo de lavagem de automóveis. A NBR 13969/1997 define os parâmetros para lavagem de automóveis tendo em vista o reúso de águas provenientes de esgoto tratado. Como a água residuária do presente estudo é proveniente do procedimento de lavagem de automóveis, não foram tratados e analisados os parâmetros de cloro residual (tendo em vista que a água utilizada não é clorada) e coliformes fecais (por limitações técnicas no momento dos estudos). Os parâmetros de análise foram definidos como: pH, cor, turbidez e sólidos dissolvidos, analisados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Para avaliação da eficiência do tratamento proposto, analisaram-se os parâmetros da água coletada diretamente da nascente, do efluente gerado após a lavagem dos automóveis, e, por último, analisou-se os valores para a água após as etapas do tratamento ao qual a amostra foi submetida. Foram definidos dois tipos de ensaios principais: ensaios de eletrofloculação e teste de jarros

#### *Ensaio de eletrofloculação*

Os ensaios de eletrofloculação foram realizados, potencioestaticamente, utilizando-se uma fonte de tensão estabilizada da marca Dawer, modelo FCC 3005-D, a 5 V, 12 V, 15 V e 20 V. Utilizou-se eletrodos de ferro como eletrodo de trabalho e contra eletrodo. O tempo de eletrólise foi fixado em 35 minutos. Após a eletrofloculação, a amostra foi decantada por 40 minutos e, em seguida, filtrada em filtro de papel qualitativo de procedência Quali (maioria dos poros de 14 µm).

#### *Ensaio de teste de jarros*

Os testes de jarros foram realizados utilizando-se como coagulante sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) em diferentes concentrações em massa. Os ensaios foram realizados em um equipamento de teste de jarros da marca Ethik Technology® a um gradiente de velocidade de  $1000 \text{ s}^{-1}$  por 30 segundos (mistura rápida), seguido de um gradiente de velocidade de  $60 \text{ s}^{-1}$  por 20 minutos (floculação). Após o final do processo, a amostra foi submetida a decantação por 40 minutos, sendo coletada a 7 cm de profundidade, no local de coleta da amostra do equipamento. Após essas etapas, foram analisados os parâmetros de qualidade e, a amostra que apresentou o menor resultado de turbidez, foi submetida à etapa de filtração em filtro qualitativo, conforme realizado nos

ensaios de eletrofloculação. Após a etapa de filtração, os parâmetros foram novamente determinados para a avaliação da eficiência do procedimento proposto.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme citado anteriormente, a água utilizada para lavagem dos veículos é proveniente de uma nascente próxima ao empreendimento, sem nenhum tratamento prévio. Portanto, conforme retrata a Tabela 2, dos parâmetros analisados, apenas o valor de sólidos dissolvidos encontra-se em acordo com o valor definido pela NBR 13969 (< 200 mg/L).

**Tabela 2: Características da amostra utilizada na lavagem dos veículos (nascente).**

Amostra Nascente	
Cor aparente (uH)	84
Turbidez (NTU)	13,7
pH	5,86
Sólidos dissolvidos (mg/L)	46,43

Em seguida, analisou-se o efluente gerado no lava-jato a fim de levantar o quanto os parâmetros são alterados após o procedimento de lavagem, podendo-se comparar com a água da nascente e a água após os tratamentos executados no presente trabalho (Tabela 3).

**Tabela 3: Características do efluente gerado na lavagem dos veículos.**

Amostra Efluente	
Cor aparente (uH)	> 500
Cor real (uH)	> 500
Turbidez (NTU)	349
pH	6,84
Sólidos dissolvidos (mg/L)	244,9

Os parâmetros analisados, com exceção do pH, estão bem acima do definido na norma para reúso de água em lavagem de automóveis, o que já era esperado, já que a atividade resulta em um efluente que pode conter alta concentração de sólidos em suspensão, metais pesados, surfactantes, substâncias orgânicas e outros.

Após a caracterização da água da nascente e do efluente gerado, este foi submetido aos métodos de tratamento propostos, para analisar a eficiência na adequação para reúso, segundo os parâmetros selecionados.

### *Ensaio de Eletrofloculação*

O primeiro método de tratamento testado foi o de eletrofloculação seguido de filtração. Para tal ensaio, variou-se o potencial entre 5,0V e 20,0V com o objetivo de avaliar o melhor potencial de remoção dos poluentes. A Tabela 4 mostra os resultados dos parâmetros analisados para cada potencial aplicado, com destaque para o tratamento que apresentou os melhores resultados.

**Tabela 4: Resultados dos ensaios de eletrofloculação seguidos de filtração.**

Tratamento por eletrofloculação seguido de filtração					
Potencial (V)	5,0	12,0	15,0	20,0	
Corrente (A)	1,45	1,54	1,35	1,50	
Cor Verdadeira (uH)	> 500	100	57	134	
Turbidez (NTU)	116,0	5,95	2,88	7,43	
pH	7,34	7,06	7,33	7,17	

Os dados da Tabela 2 sugerem que os melhores resultados foram do ensaio realizado em 15 V já que o pH e a turbidez se encontram em acordo com os padrões estabelecidos. Além disso, o baixo valor de cor verdadeira encontrado para esse potencial indica a redução na quantidade de substâncias dissolvidas, principalmente de matéria orgânica.

Para a amostra de melhor resultado, com menor valor de turbidez, analisou-se também o valor de sólidos totais dissolvidos, obtendo-se um valor de 208 mg/L. Este valor se encontra um pouco acima do valor estabelecido para reúso (< 200 mg/L), porém, destaca-se que o procedimento adotado apresentou 14,9% de eficiência na remoção de sólidos totais dissolvidos em relação ao efluente inicial.

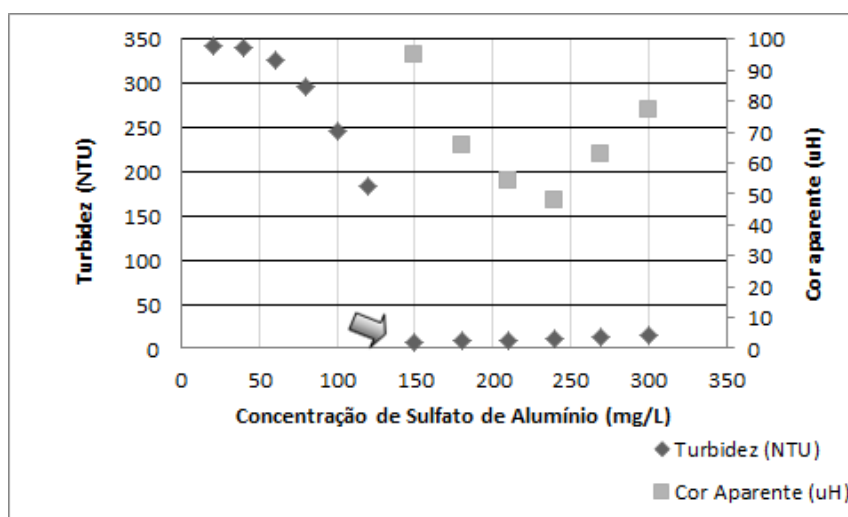
#### *Ensaio de Teste de Jarros*

No segundo método de tratamento, com teste de jarros, foram estudadas doze concentrações em massa diferentes de sulfato de alumínio, variando-se seus valores de 20 a 300 mg/L. A Tabela 5 apresenta os resultados dos parâmetros analisados.

**Tabela 5: Resultados dos ensaios de Teste de Jarros seguidos de filtração.**

Ensaio	Concentração Sulfato de Alumínio (mg/L)	pH	Cor Aparente (uH)	Turbidez (NTU)
1	20	6,92	> 500	343,00
2	40	6,76	> 500	340,00
3	60	6,66	> 500	327,00
4	80	6,52	> 500	296,00
5	100	6,41	> 500	246,00
6	120	6,28	> 500	184,00
7	150	6,11	95	7,85
8	180	5,89	66	8,17
9	210	5,65	54	9,45
10	240	5,37	48	11,00
11	270	5,07	63	12,20
12	300	4,9	77	14,90

Os procedimentos realizados apresentaram o menor valor de turbidez para a concentração de 150 mg/L de sulfato de alumínio (Figura 2), de forma que essa amostra foi selecionada para a próxima etapa metodológica.



**Figura 2: Dados dos testes de coagulação com sulfato de alumínio. Seta indica concentração que apresentou o menor valor de turbidez após o tratamento.**

A amostra do ensaio de concentração de 150 mg/L de sulfato de alumínio foi submetida a filtração em papel de filtro qualitativo e os parâmetros foram novamente determinados, incluindo-se a análise de sólidos totais



dissolvidos (Tabela 6). Além disso, o pH manteve-se dentro da faixa recomendada, a turbidez e a cor verdadeira apresentaram os menores valores quando comparados à amostra inicial.

**Tabela 6: Resultados do Ensaio 7 do Teste de Jarros após filtração.**

<i>Tratamento por Teste de Jarros utilizando (150 mg/L de sulfato de alumínio) seguido de filtração</i>	
Cor Verdadeira (uH)	75
Turbidez (NTU)	4,06
pH	6,21
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	206

A amostra, após ser filtrada, se adequou ao valor de turbidez recomendado para reúso ( $< 5$  NTU). A cor verdadeira teve seu valor ainda mais reduzido e o pH permaneceu dentro do valor estabelecido pela norma. Quanto ao resultado de sólidos totais dissolvidos, a metodologia utilizando o teste de jarros também não foi suficiente para adequar ao padrão definido ( $< 200$ mg/L), apresentando eficiência similar à eletrofloculação em sua remoção. Assim, destaca-se a necessidade de novos ensaios, interferindo-se no tempo de coagulação e floculação e/ou alteração dos coagulantes, ou ainda adicionando etapas no tratamento com a finalidade de adequar o resultado de sólidos dissolvidos.

#### *Comparação entre os métodos adotados*

A Tabela 7 apresenta os dados utilizados para comparação entre os dois métodos propostos no trabalho.

**Tabela 7: Dados de comparação entre os métodos.**

<i>Parâmetro</i>	<i>Ensaio de Eletrofloculação a 15 V e 35 minutos</i>	<i>Ensaio de Jar-Test (150 mg/L de <math>Al_2(SO_4)_3</math>)</i>
Cor verdadeira (uH)	57	75
Remoção de turbidez (%)	99,17%	98,84%
pH	7,33	6,21
Remoção de sólidos totais dissolvidos (%)	14,94%	15,83%

Por meio da Tabela 7 percebe-se que a eficiência dos tratamentos propostos, por ensaios de eletrofloculação e teste de jarros, foram similares, com pequenas variações entre os parâmetros analisados. De forma geral, as metodologias se mostraram satisfatórias para o tratamento do efluente em análise. Recomenda-se que a opção por uma das metodologias seja precedida de estudos em escala real, abrangendo análises econômico-financeiras.

Para ambos os ensaios o pH se encontra dentro da faixa definida na NBR 13969/1997, de 6 a 8, havendo uma maior redução do pH com a utilização do sulfato de alumínio. Quanto à turbidez, os ensaios atingiram a turbidez mínima de acordo com a norma ( $< 5$  NTU) conforme apresentado anteriormente. Os ensaios resultaram em elevadas eficiências de remoção de turbidez, 98,84% no teste de jarros e 99,17% na eletrofloculação, conforme apresentado na Tabela 7.

Já os resultados para a remoção de sólidos totais dissolvidos não foram satisfatórios quanto ao valor definido na NBR 13969/1997 ( $< 200$  mg/L), e, ainda, os ensaios apresentaram baixa eficiência de remoção. Isso pode ser justificado pela dificuldade de uma remoção elevada de substâncias solúveis, visto que o processo de coagulação é eficiente na remoção de substâncias em suspensão na amostra, e que, apenas pequena parte de substâncias coloidais é capaz de ser removida nos flocos formados durante o tratamento. Caso seja necessário aumentar a eficiência de remoção de sólidos dissolvidos no efluente, recomenda-se a adoção de procedimentos específicos para substâncias dissolvidas. Como exemplo, destaca-se o estudo de Lopes (2011), que avaliou a eficiência de tratamentos físico-químicos na remoção de sólidos em efluente industrial, visando possibilitar o tratamento posterior deste efluente por osmose reversa para adequá-lo aos padrões que permitam seu reúso.

Além da adição de procedimentos ao tratamento proposto para a adequação da água para reúso, é importante salientar que as metodologias apresentadas devem ser adaptadas para tratamentos em grande escala, como por exemplo, a adoção de filtros de areia para a etapa de filtração (TONETTI, 2012).

Por meio dos dados apresentados na Tabela 7 percebe-se que a eficiência dos tratamentos propostos, por ensaios de eletrofloculação e ensaios de Teste de Jarros, foram similares, com pequenas variações entre os parâmetros analisados e ainda, cabe ressaltar, que as metodologias se mostraram satisfatórias para o tratamento do efluente em análise. Porém conforme discutido na Seção 2.1, as metodologias propostas neste artigo podem não ser adequadas para o tratamento de efluentes de outros lava-jatos, já que as características das águas residuárias variam fortemente entre eles. Outro fator que pode influenciar na adoção das metodologias propostas consiste no uso anterior do efluente a ser tratado. Em ambos os casos, recomenda-se a adaptação dos tratamentos apresentados visando adequar os padrões estabelecidos para o reúso da água, conforme a NBR 13969/1997.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos propostos apresentaram maiores eficiências a 15 V no ensaio de eletrofloculação e em 150 mg/L de sulfato de alumínio no teste de jarros, sendo que ambos apresentaram eficiências muito próximas na adequação dos parâmetros analisados à norma NBR 13969/1997, demonstrando que o efluente analisado apresenta potencial para reúso na própria lavagem de veículos.

Como os resultados alcançados em ambos os tratamentos foram similares, recomenda-se uma análise da viabilidade econômica dos métodos testados para escolha do tratamento a ser utilizado, caso seja interesse do proprietário a implantação de um sistema de reúso no empreendimento. Além disso, destaca-se que as metodologias propostas devem ser adaptadas para tratamentos em escala real.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao empreendedor pela cessão das amostras para análises e à Universidade Federal de Itajubá – campus Itabira, pela infraestrutura para realização dos ensaios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 13969: *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes - Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997.
2. APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22 ed. Washington, DC: APHA, 2012.
3. BORDONALLI, Angela Cristina Orsi; MENDES, Carlos Gomes da Nave. Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v.14, n.2, p. 235-244, jun. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522009000200011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000200011&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 de maio. 2016.
4. CROOK, James. Critérios de qualidade da água para reúso. *Revista DAE*. São Paulo, p.10-18, ed. 174, n.14, nov. 1993. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_174\\_n\\_14.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_174_n_14.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2016.
5. FELICI, Elson Mendonça et al. Remoção de carga orgânica recalcitrante de lixiviado de resíduos sólidos urbanos pré-tratado biologicamente por coagulação química-floculação-sedimentação. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 177-184, junho 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522013000200010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522013000200010&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 26 maio 2016.
6. FERNANDES, Vera Maria Cartana. *Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos*. 2013. Disponível em: <[www.upf.br/coaju/index.php/informacoes/downloads/artigos?download=730](http://www.upf.br/coaju/index.php/informacoes/downloads/artigos?download=730)>. Acesso em: 11 maio de 2016.
7. LOPES, Marcelo Almir. *Avaliação de diferentes coagulantes para remoção de sólidos por flotação e sedimentação de água residuária de uma indústria metal-mecânica*. 2011. Dissertação (Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São



- Paulo. 192p. São Carlos, SP. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-04052012-103841/en.php>>. Acesso em: 02 jul. 2016.
8. LEÃO, Eduardo Araújo de Souza *et.al.* O reúso da água: Um estudo de caso na lavagem de veículos em lava-jato de Belém/PA. *XVI Congresso brasileiro de águas subterrâneas e XVII encontro nacional de perfuradores de poços*. São Paulo, 2010 Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22987/15104>> Acesso em 11 maio de 2016
  9. LEITE, Ana Maria Ferreira. *Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos*. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Gestão Ambiental, Gestão de Recursos Hídricos, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <[http://www.bdt.d.ucb.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=74](http://www.bdt.d.ucb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=74)>. Acesso em: 17 maio. 2016.
  10. MORELLI, Eduardo Bronzatti. *Reúso de água na lavagem de veículos*. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/en.php>>. Acesso em: 24 maio 2016.
  11. MORUZZI, Rodrigo Braga. Reúso de água no contexto da gestão de recurso hídricos: impacto, tecnologias e desafios. *OLAM – Ciência e Tecnologia*. São Paulo, v. 8, n.3, p. 271-294, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/reuso.pdf>>. Acesso em: 18 de maio. 2016.
  12. PAGANINI, Wanderley da Silva. O saneamento sustentável: Um caminho sem volta. A gestão ambiental na SABESP. *Revista DAE*. São Paulo, ed. 176, n.8, 2007. Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_176\\_n\\_8.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_176_n_8.pdf)>. Acesso em: 11 maio de 2016
  13. PERALTA, Aline Hanny, et al., Tratamento de efluentes de lavagem de veículos por eletrocoagulação e eletroflotação. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.10, n.18, p 3772-3782. 2014. Disponível em: <[www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/ENGENHARIAS/tratamento.pdf](http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/ENGENHARIAS/tratamento.pdf)> Acesso em: 26 maio 2016.
  14. POHLMANN, Paulo Henrique Mazieiro *et al.* Tratamento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 20, n.3, p. 485-492, Set. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522015000300485&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000300485&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 de maio. 2016.
  15. SARTORI, Anna Paula. *Diagnostico técnico de um sistema de reúso de água: Estudo de caso de um lava-jato no município de Itabira-MG*. 2015. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira, Itabira, 2015.
  16. TEIXEIRA, Priscila da Cunha. *Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000318368>>. Acesso em: 25 de maio. 2016.
  17. TONETTI, Adriano Luiz *et al.* Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 287-294, Set. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522012000300005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000300005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 02 jul. 2016.
  18. WEBER, Cristiano Corrêa; CYBIS, Luiz Fernando; BEAL, Lademir Luiz. Reúso da água como ferramenta de revitalização de uma estação de tratamento de efluentes. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 119-128, jul. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522010000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 19 de maio. 2016.