

II-487 – CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE GERADO EM LAVAGEM DE VEÍCULOS PARA PROJETO DE REÚSO DE ÁGUA

Karla Alcione da Silva Cruvinel⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (EEC/UFG). Docente da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (EEC/UFG).

Humberto Carlos Ruggeri Júnior⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP), Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola Politécnica da USP, Docente da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Ilton Belchior Cruvinel⁽³⁾

Graduado em Administração pela Faculdade Salgado Filho, Especialista em Marketing Empresarial e Planejamento Estratégico pela Faculdade Estácio de Sá. Mestrando em Ciências Ambientais e Saúde (MCAS) da PUC-GO.

Evaldo de Melo Ferreira⁽⁴⁾

Graduado em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós-Graduando Lato Sensu em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Luíza Virgínia Duarte⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Endereço⁽¹⁾: Praça Universitária, S/N – Setor Leste Universitário - Goiânia- GO - CEP: 74605-220 - Brasil - Tel: (62) 3209-6187 - e-mail: karlaalcione.ufg@gmail.com

RESUMO

A água é um recurso natural distribuído de forma desigual sobre todo o planeta. O desperdício de água potável, a deficiência na aplicação das legislações de proteção dos recursos hídricos e a alteração negativa da qualidade da água estão tornando este recurso escasso. Sua utilização é algo essencial na lavagem de veículos, mesmo com a existência de tecnologias que permitam a lavagem a seco. Dentro do contexto de uso racional da água, o presente trabalho tem como objetivo reduzir o consumo de água potável em lava jato através do reúso dos efluentes gerados nestes estabelecimentos. Sendo assim, foi realizada a caracterização de um efluente do lava-jato localizado na cidade de Goiânia/GO e a proposição de um sistema de tratamento do seu efluente para seu reúso. No empreendimento são lavados em média 100 carros/dia, com consumo de 110 litros/veículos. Para a elaboração do presente trabalho foram coletadas amostras do efluente bruto e na saída da caixa desarenadora do lavajato. A caracterização do efluente ocorreu pela análise dos parâmetros: cor, turbidez, pH, condutividade, óleos e graxas, DBO, DQO e sólidos. A eficiência da caixa desarenadora chegou a 80% na remoção de sólidos totais, aproximadamente 90% para sólidos fixos e 58,77% na remoção de turbidez. Apesar de a unidade não ser destinada diretamente para retenção de óleo e graxas, a eficiência na remoção deste parâmetro foi de 50%, o que pode ser justificado pela agregação do óleo e graxa no sólido retido no sistema. O pH das amostras bruta e tratada apresentou valores dentro do intervalo da norma 13.969 da ABNT (entre 6,0 e 8,0) para a finalidade proposta. Foram observados valores de sólidos totais, do efluente do sistema de tratamento atual, superiores a 200 mg/L e turbidez superior a 5 UNT, o que aponta necessidade de se implantar um sistema de tratamento mais eficiente para o reúso. A relação DQO e DBO mostra que o tratamento biológico não seria atrativo, pois grande parte do material orgânico é não biodegradável. O teste dos jarros (*jar test*) demonstrou que a adição de coagulante com a dosagem acima de 10 mg/L resultou em um aumento de turbidez e cor, o que pode ser justificado pelo acúmulo de resíduos do próprio coagulante. Considerando-se a lavagem de 100 veículos por dia, com consumo de 110 L/Veículo, tem-se o volume de efluente de 11 m³/dia. O emprego de dosagens de coagulante de 10 mg/L apresentará possivelmente resultados satisfatórios para o atendimento aos critérios estabelecidos na NBR 13.969/97, o que faz a água obtida própria para o reúso. Para

simplificação do processo, foi proposto um sistema sem a etapa de floculação e decantação, desta forma, as dosagens empregadas de coagulante não podem resultar em uma redução significativa na carreira de filtração.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água, lavajato, uso racional de água.

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água tem sido um dos temas mais discutidos na atualidade, desta forma, falar de reúso de água é um tema de grande relevância, pois representa uma grande oportunidade de promover a maior disponibilidade da água e garantir a melhor qualidade dos mananciais. Para Klautau e Gonçalves (2007) o reúso de água tem se apresentado como uma alternativa para os problemas de qualidade e quantidade da água, uma vez que é um processo de utilização da água por mais de uma vez e que pode ser aplicado de maneira satisfatório em atividades domésticas, industrial e comercial, como é o caso da lavagem de veículos. Sabe-se que esta atividade é uma das grandes consumidoras de água potável para fins que não necessitam desse padrão de qualidade. Desta forma, estudos que promovam formas de racionalizar essa utilização através das tecnologias de tratamento, aplicadas para o reúso, tornam-se importantes dentro da área de saneamento ambiental.

A água utilizada na lavagem de veículos representa uma parcela bastante significativa do consumo de água no mundo. No Brasil, estima-se que cerca de 32.700 postos de lavagem consomem 3,7 milhões de m³/mês de água, o equivalente ao consumo mensal de uma cidade de 600 mil habitantes (LEÃO et al., 2010). De acordo com Mirre et al., (2012), a quantidade e a qualidade da água necessária ao desenvolvimento das atividades industriais dependem das características do setor, dados os diferentes níveis de qualidade e da capacidade de produção que podem ser empregados.

O efluente gerado em lava jatos é composto por sólidos suspensos e sedimentáveis, produtos químicos como detergentes e, na maior proporção, por água. A água utilizada para a lavagem dos veículos não precisa necessariamente atender padrões de potabilidade para consumo humano, desde que siga exigências como as da NBR 13.969 de 1997, isto posto, um tratamento que torne essa água, embora fora do padrão de potabilidade, segura para uma determinada atividade, que não seja o consumo humano, é suficientemente eficiente para o reúso dessa água no próprio processo de limpeza dos automóveis. Como resultado dessa prática, poderá ser observado uma redução dos índices de consumo, destes locais, de água para abastecimento. Este fato, representa uma grande vantagem do reúso, pois, desta forma, ocorre a redução da demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior.

No entanto, o sistema de reúso de água, para limpeza dos automóveis, deve ser projetado dentro de uma premissa na qual a prioridade seja a eliminação dos riscos à saúde dos usuários, operadores e a eliminação de danos aos veículos. Sendo vencidos os aspectos ligados a segurança no uso dos efluentes gerados, existe ainda um outro problema de projeto associado à área disponível para implantação do sistema e o seu custo de operação (TEIXEIRA, 2003).

Para Morelli (2005) o custo não constitui uma desvantagem, pois o período de retorno do investimento é rápido, podendo variar de três a dez meses após a implantação do sistema, conforme o custo da água potável fornecida pela companhia de saneamento. Diante desta abordagem, este artigo apresenta uma caracterização do efluente gerado em um lavajato da cidade de Goiânia e a proposição do sistema de tratamento do efluente gerado objetivando o seu reúso.

2. METODOLOGIA

2.1 Empreendimento estudado

O empreendimento selecionado para este estudo é um lavajato localizado na cidade de Goiânia, com área total do terreno de 720 m² e funcionamento de 12 horas/dia. São lavados em média 100 carros/dia, com consumo de 110 litros/veículos (Figura 1).

O empreendimento é abastecido pelo sistema público de água e funciona com um processo de limpeza mecanizado, não ocorrendo processo manual. O único produto utilizado é o shampoo neutro. Portanto, o

procedimento utilizado para lavagem de veículos reduz significativamente a geração de efluentes líquidos e sólidos. Atualmente, o efluente gerado pelo processo de lavagem dos carros é conduzido por uma canaleta para um sistema composto por gradeamento, caixa de areia, seguida de caixa separadora de água e óleo para posterior lançamento na rede pública de esgoto.



Figura 1: a) Equipamento de lavagem dos veículos; b) vista parcial do empreendimento.

2.2 Caracterização dos efluentes

Para a elaboração do presente trabalho foram coletadas amostras do efluente bruto e na saída da caixa desarenadora do lavajato. A caracterização do efluente ocorreu pela análise dos parâmetros: cor, turbidez, pH, condutividade, óleos e graxas, DBO, DQO e sólidos. As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás.

O efluente bruto e o efluente da caixa desarenadora foram ainda submetidos a um ensaio de bancada no jar test para a determinação da dosagem ótima de reagentes químicos no tratamento de esgoto, para o caso do atual sistema não atender aos padrões em termos de concentração de sólidos dissolvidos e outros parâmetros, como por exemplo, a cor e a turbidez. Para isso, foi utilizada amostra de 1L em cada um dos seis jarros e adicionadas dosagens diferentes de coagulante. Em três jarros utilizou-se o efluente bruto e nos outros três jarros o efluente coletado após a caixa desarenadora atualmente existente no empreendimento. A escolha do tipo de coagulante flocculante depende da característica do efluente e do custo de aquisição do mesmo. Neste caso, foi utilizado o sulfato de alumínio na concentração de 1%. As concentrações utilizadas no teste de jarro, no afluente e efluente, foram de 10mg/l, 20 mg/l e 30mg/l. O tempo de mistura rápida ocorreu em 45 segundos com rotação de 210 rpm e a mistura lenta foi de 15 minutos em 77 rpm. O intervalo de tempo para decantação foi de 5 minutos.

Os resultados obtidos nas análises e nos testes foram discutidos no sentido de adequação do atual sistema para um sistema que possibilite a reciclagem da água. Os dados também permitiram nortear os aspectos ligados à montagem do sistema de tratamento e do estudo da viabilidade econômica, para 100 carros/dia, com consumo de 110 litros/veículos, considerando 12h de funcionamento do empreendimento. Foram mantidas as dimensões da caixa de areia já instalada no lavajato.

O dimensionamento do sistema de tratamento foi proposto observando a capacidade, eficiência, custo de instalação e operação, e de acordo com as características da água a ser utilizada e com a pesquisa das tecnologias mais adequadas para o local, visando sua inserção no setor de postos de lavagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A NBR 13.969 prevê que para lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes, a turbidez deve ser inferior a 5,0 UNT, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 mL, sólidos dissolvidos totais inferiores a 200 mg/L, pH entre 6,0 e 8,0 e cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.

Os resultados das amostras, apresentadas no Quadro 1, demonstram que a eficiência da atual caixa desarenadora chegou a 80% na remoção de sólidos totais, aproximadamente 90% para sólidos fixos e 58,77% na remoção de turbidez. Mesmo que a unidade não tenha sido projetada para retenção de óleo e graxas, a eficiência na remoção deste parâmetro foi de 50%. Esta redução pode ser justificada pela agregação do óleo e graxa no sólido retido no sistema. O pH das amostras (bruta e tratada) apresentou valores dentro do intervalo da norma 13.969 da ABNT para a finalidade proposta. Foram observados valores de sólidos totais, do efluente do atual sistema de tratamento, superiores a 200 mg/L e turbidez superior a 5 UNT, o que aponta necessidade de se implantar um sistema de tratamento mais eficiente para o reúso. As amostras do Jar Test apresentaram maiores valores para os sólidos após a caixa desarenadora quando comparado a água bruta, isto pode ser justificado devido a retenção de partículas maiores na caixa desarenadora, não restando partículas maiores que servirão como núcleo de formação de flocos, resultando em partículas com características ruins para serem sedimentadas.

Quadro 1 - Resultados da análise das amostras.

Parâmetro	Amostra	
	Bruta	Saída da Caixa Desarenadora
Cor (mg/L de Pt Co)	193	77
pH	7,12	6,68
Turbidez (NTU)	667	275
Condutividade (US/cma)	388,1	163,3
DBO (mg/L)	47	30
DQO mg/L)	163,38	64,37
OG (mg/L)	6	3
Sólidos Totais (mg/L)	1771	353
Sólidos Fixos (mg/L)	1342	179
Sólidos Voláteis (mg/L)	429	174
Amostras do Jar Test		
Sólidos Totais (mg/L)	233	324
Sólidos Fixos (mg/L)	160	199
Sólidos Voláteis (mg/L)	73	125

O efluente gerado no processo de lavagem de automóveis é constituído por material mineral, areia e silte, que são carregados no processo de lavagens dos automóveis. Este fato pode ser verificado pela comparação entre a concentração de sólidos fixos e a concentração de sólidos voláteis no efluente bruto. Grande parte desse material fica retido nos desarenadores, resultando em uma remoção percentual significativa para os sólidos totais.

A concentração de DQO e DBO deve ser creditada à presença de material oleoso e fluído do motor que são desprendidos no processo de lavagem dos veículos. A relação DQO e DBO mostra que uma parcela significativa do material orgânico é não biodegradável, desta forma, tornando o tratamento biológico pouco atrativo.

Óleos e graxas podem inibir o processo biológico e, além disso alguns estados colocam limites na concentração de óleos e graxas nos efluentes que serão lançados nas redes coletoras de esgoto. A Resolução CONAMA 430/2011 estabelece limites máximos de 50 mg/L para óleos de origem vegetal e animal nos corpos de água. Para os óleos de origem mineral a legislação federal estabelece um limite máximo nos corpos de água de 20 mg/L. As concentrações encontradas tanto no afluente como no efluente do sistema, conforme o quadro 1, não impediriam seu lançamento na rede coletora de esgoto e a NBR 13.969 não estabelece padrão para este parâmetro no reúso da água.

O teste dos jarros (*jar test*) demonstrou que a adição de coagulante com a dosagem acima de 10mg/L resultou em um aumento de turbidez e cor (Quadro 2). A turbidez do efluente da caixa de areia, após o ensaio de Jar test com 10 mg/L de sulfato de alumínio, de 17,1 NTU está acima ao valor recomendado pela NBR 13.969.

Quadro 2 - Resultados do teste dos jarros (*jar test*).

Jar test					
Nº amostra	Amostra	Vol. Amostra (mL)	Sulfato de Alumínio (mg/L)	Turbidez (NTU)	Cor (mg/L de Pt Co)
1	Efluente da caixa de areia	100	10	17,1	64
2		100	20	39,6	83
3		100	30	48,1	92
4	Bruta	100	10	24,6	79
5		100	20	45,7	156
6		100	30	65,8	248

Como neste sistema não está previsto a inclusão de unidade de floculação e decantação, deverão ser utilizadas dosagens de coagulantes que resultem na redução da carreira de filtração.

Estima-se que o processo tem capacidade de coletar e tratar cerca de 90% da água utilizada na lavagem. Os outros 10% são perdidos por evaporação, drenagem superficial ou permanecem na superfície do veículo (TABOSA, 2003).

O dimensionamento do sistema de tratamento foi feito para 100 carros por dia, com consumo de 110 L/veículo e o tempo de expediente de 12h (7h às 19h). Foram mantidas as dimensões da caixa de areia já instalada no lavajato (padrão SANEAGO).

O separador água e óleo é composto por duas câmaras de 0,5 m por 0,5 m com altura da coluna d'água igual a 0,6 m. Tubo para descarte do sobrenadante posicionado a 0,55 m, interligado a um reservatório de 0,08 m³ (0,4 m x 0,4 m x 0,5 m). Para o descarte é necessário abertura do registro.

Considerando-se a lavagem de 100 veículos por dia, com consumo de 110L/Veículo, tem-se o volume de efluente de 11m³/dia. Segundo Klautau & Gonçalves (2007) existe uma perda de 10% do sistema, o que corresponde a uma possível quantidade de água retida no sistema, desta forma a economia de água com reúso seria em média de 9,9m³/dia.

O sistema de reúso apresentado neste trabalho foi proposto para a reutilização da água apenas para lavagem de veículos. Desta forma, o sistema proposto é composto por seis unidades, conforme a Figura

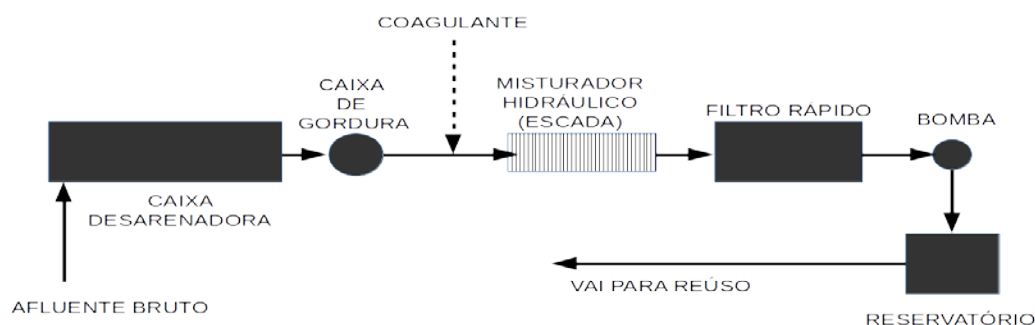


Figura 2: Esquema do sistema de tratamento do efluente para reúso

Quadro 3 – Detalhamento do sistema de tratamento de efluentes

Caixa de areia	
Vazão de dimensionamento (L/s)	0,2
Tempo de Detenção Hidráulica (h)	1,4
Altura da lâmina d'água no vertedor retangular (m)	0,004
Separador água e óleo	
Velocidade (m/s)	0,002
Perda de carga na passagem entre as câmaras (m)	$1,63 \cdot 10^{-7}$
Altura da lâmina d'água no vertedor retangular (m)	0,004
Aplicação do coagulante no vertedor retangular	
Vazão de sulfato de alumínio (L/h)	0,1
Volume mensal de sulfato de alumínio (L)	26,4
Filtro rápido	
Taxa de filtração ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$)	34,56
Vazão de lavagem (L/s)	7,5
Câmara para bombeamento de água tratada	
Volume máximo de armazenamento (m^3)	4,16
Tempo de bombeamento para o reservatório (min)	6,9

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises para caracterização do efluente gerado a partir da lavagem de automóveis mostraram que grande parte do material orgânico presente é de natureza não biodegradável e isto torna pouco atrativo o tratamento biológico para este tipo de efluente.

O emprego de dosagens de coagulante de 10 mg/L apresentará possivelmente resultados satisfatórios para o atendimento aos critérios estabelecidos na NBR 13.969/97, o que faz a água obtida própria para o reúso. Para simplificação do processo, foi proposto um sistema sem a etapa de floculação e decantação, desta forma, as dosagens empregadas de coagulante não podem resultar em uma redução significativa na carreira de filtração. Pretende-se ainda realizar o levantamento de custos operacionais e de manutenção do sistema de reúso da água e compará-los com a redução de custos com o consumo de água, objetivando desta forma a análise econômica do projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997. NBR 13969: **Tanques Sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro – RJ, ABNT.
2. KLAUTAU, J. V. P & GONÇALVES, M.F. Reúso de Água: um projeto e sua viabilidade aplicada a lavajatos. **In...** XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007.
3. LEÃO, E.A.S et. al. O Reúso da Água: Um estudo de caso na lavagem de veículos em lava-jato de Belém /PA. **In...** XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, São Luiz do Maranhão, 2010.
4. MIRRE, R. C.; FERREIRA, S. C. L.; DIAS, A. R.; PESSOA, F. L. P. Conservação e reúso de águas usando o método Diagrama de Fontes de Água para processos em batelada: estudo de casos. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 17, n. 1, p. 182-203, jan./mar. 2012.
5. TEIXEIRA, P. C. **Emprego da filtração por ar dissolvido no tratamento de efluentes da lavagem de veículos visando a reciclagem de água**. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas – SP. 2003, 199p.