



Publicações de Meio Ambiente

Reuso de água

semove

Realização

Semove – Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro

Armando Guerra Júnior | Presidente Executivo

Richele Cabral Gonçalves | Diretora de Mobilidade Urbana

Guilherme Wilson da Conceição | Gerente de Planejamento e Operações

Christiane Rosas Chafim Aguiar | Coordenadora de Meio Ambiente

Sérgio Peixoto dos Santos | Analista Ambiental Sênior

Vinicius Thees Sampaio | Analista Ambiental Sênior

Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira | Gerente de Mobilidade

Felippe Da Cás

Miguel Ângelo Almeida Faria de Paula | Especialista em Transportes

Milena Santana Borges

Paula Leopoldino Barros

Ádria Dias Vital *

Renato Oliveira Arbex *

Autores

Giselle Smocking Rosa Bernardes Ribeiro*

Morgana Batista Alves Rangel *

Colaboradora

Viviane Japiassú Viana *

Produção

Verônica Abdalla

Revisão

Tânia Mara

Projeto Gráfico

Ampersand Comunicação Gráfica

Fotos

Jorge dos Santos – Fetranspor e cedidas por: Auto Viação 1001 Ltda, Viação Nossa Senhora do Amparo Ltda, Viação Pendotiba Ltda, Viação Teresópolis Ltda, Viação Grande Vitória Ltda

Impressão

Gráfica Minister

Índice

1. Introdução	04
2. Reuso de água aplicado ao setor de transportes: lavagem de veículos	04
3. Tipos de tratamento	04
4. Estimativa de custos e modalidades de contratos oferecidas pelo mercado	04
5. Benefícios	04
6. Referências bibliográficas	04

Capítulo 01

Introdução

semove

A água é um recurso natural de valor inestimável. Mais que um insumo indispensável à produção e um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, ela é vital para manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos, que mantêm em equilíbrio os ecossistemas.

Estima-se que, das águas existentes no nosso planeta, 99% não estão disponíveis para uso, pois 97% são salgadas e estão nos oceanos e 2% nas geleiras; a água doce representa apenas 1% dos recursos hídricos. No Brasil encontramos cerca de 8% de toda a água doce da superfície da Terra, estando 80% deste volume na região amazônica, o que mostra a importância do nosso país na questão hídrica, ainda mais se lembrarmos que a escassez de água atinge 40% da população mundial.

Cálculos recentes consideram que a mudança climática será responsável por cerca de 20% da diminuição da disponibilidade de água. Outro fator que contribui para a redução dos recursos de água doce é a poluição. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) dois milhões de toneladas de resíduos são despejados diariamente no meio ambiente, incluindo componentes industriais, químicos, detritos humanos e resíduos agrícolas (fertilizantes e herbicidas).

Neste contexto o reuso de água apresenta-se como uma promissora solução, sugerindo a utilização de águas de qualidade inferior para usos que as tolerem. O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim.

A água de reuso é imprópria para o consumo, mas pode ser utilizada com diversos propósitos, como, por exemplo, geração de energia, refrigeração de equipamentos, lavagem de veículos etc.

Por exemplo, o processo de lavagem dos ônibus pode aceitar águas não potáveis – a água utilizada é captada e enviada para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), para então ser novamente reutilizada na lavagem dos ônibus, fazendo com que o sistema se aproxime de um ciclo fechado, com mínima perda. Esta água também pode ser reutilizada em outras atividades da empresa, tais como: limpeza das dependências da propriedade, descargas dos banheiros, áreas de jardinagem e no combate a incêndio.

Apesar do investimento para fazer as adequações necessárias, a empresa que utiliza o reuso economiza no consumo de água e no pagamento da taxa de esgoto, tornando-se assim mais competitiva no mercado. A prática do reuso permite que um volume maior de água permaneça disponível para outras finalidades, garantindo seu uso racional e reduzindo a demanda de água sobre os mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de qualidade inferior.

Legislação e Prazos

A Resolução N° 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 28 de novembro de 2005, estabelece as modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentam e estimulam a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional.

No artigo 3º desta Lei são definidas cinco modalidades de reuso de água. Ressalta-se que o reuso de água na lavagem de veículos está previsto na modalidade I – reuso para fins urbanos.

I - reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

- II** - reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- III** - reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- IV** - reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais; e,
- V** - reuso na agricultura: utilização de água de reuso para criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Já o artigo 4º atribui aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), no âmbito de suas respectivas competências, a avaliação dos efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reuso e o estabelecimento de instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reuso. Ressalta-se que no Estado do Rio de Janeiro esta competência está atribuída ao Instituto Estadual do Ambiente – Inea.

Em 8 de setembro de 2011 foi publicada a Lei Estadual 6.034, que dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-rápidos, transportadoras e empresas de ônibus urbanos intermunicipais e interestaduais, localizados no Estado do Rio de Janeiro, de instalarem equipamentos para tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.

Esta Lei estabelece, a partir da data de publicação, o prazo de 180 dias (6 de março de 2012) para implantação e aplicação do sistema de tratamento e reutilização da água.

O não cumprimento do estabelecido sujeita o infrator à notificação para instalação dos equipamentos, no prazo máximo de 60 dias, sob pena de multa no valor de 150 UFIRs-RJ (Unidades de Referências Fiscais do Estado do Rio de Janeiro), dobrada em caso de reincidência.

Ressalta-se que a Lei 6.034/2011 ainda não foi regulamentada, e que as diretrizes para sua execução serão definidas em posterior disposição regulamentar.

Uma vez que ainda não existe uma legislação que regulamente os parâmetros para tratamento da água para reuso, o mercado tem adotado os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 13.969 de setembro de 1997. As aplicações e padrões de qualidade descritos pela norma são apresentados no quadro a seguir.

ÁGUA DE REUSO	APLICAÇÕES	PADRÕES E QUALIDADE
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário.	Turbidez < 5 uT Coliformes termotolerantes < 200 NMP / 100 mL Sólidos dissolvidos totais < 200 mg / L pH entre 6 e 8 Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 10 uT Coliformes termotolerantes < 500 NMP / 100 mL Cloro residual superior a 0,5 mg/L
Classe 3	Descargas em vasos sanitários.	Turbidez < 5 uT Coliformes termotolerantes < 500 NMP / 100 mL
Classe 4	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos, através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliformes termotolerantes < 5000 NMP / 100 mL Oxigênio dissolvido < 2,0 mg/L

Sistemas de tratamento e reutilização da água

A implantação de um sistema de tratamento e reutilização da água requer um estudo para que os investimentos sejam efetivamente aproveitados e o empreendimento tenha o retorno esperado.

O estudo deve abordar alternativas de sistemas de aproveitamento e reuso de água, a fim de determinar a quantidade de água gerada (oferta) pelas fontes escolhidas, assim como a quantidade de água destinada às atividades fim (demanda). Tomando-se por base estes valores, devem ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, os possíveis volumes complementares de água, e escolhidas as tecnologias de tratamentos a serem empregadas. Com base nas alternativas de sistemas geradas, determinam-se quais as de maior eficiência, tanto no aspecto técnico quanto econômico (PIO, 2011).

Abaixo, leito de secagem do lodo e, ao lado, a estação de tratamento da Auto Viação 1001 Ltda



Capítulo 02

Reuso de água aplicado ao setor de transportes: lavagem de veículos

semove

Neste processo, a água proveniente da lavagem de veículos é direcionada à estação de tratamento, através de canaletas e caixas separadoras de água e óleo. Nesta etapa poderá haver um pré-tratamento, no qual o efluente é separado dos sólidos mais grosseiros – esta técnica é conhecida como gradeamento.

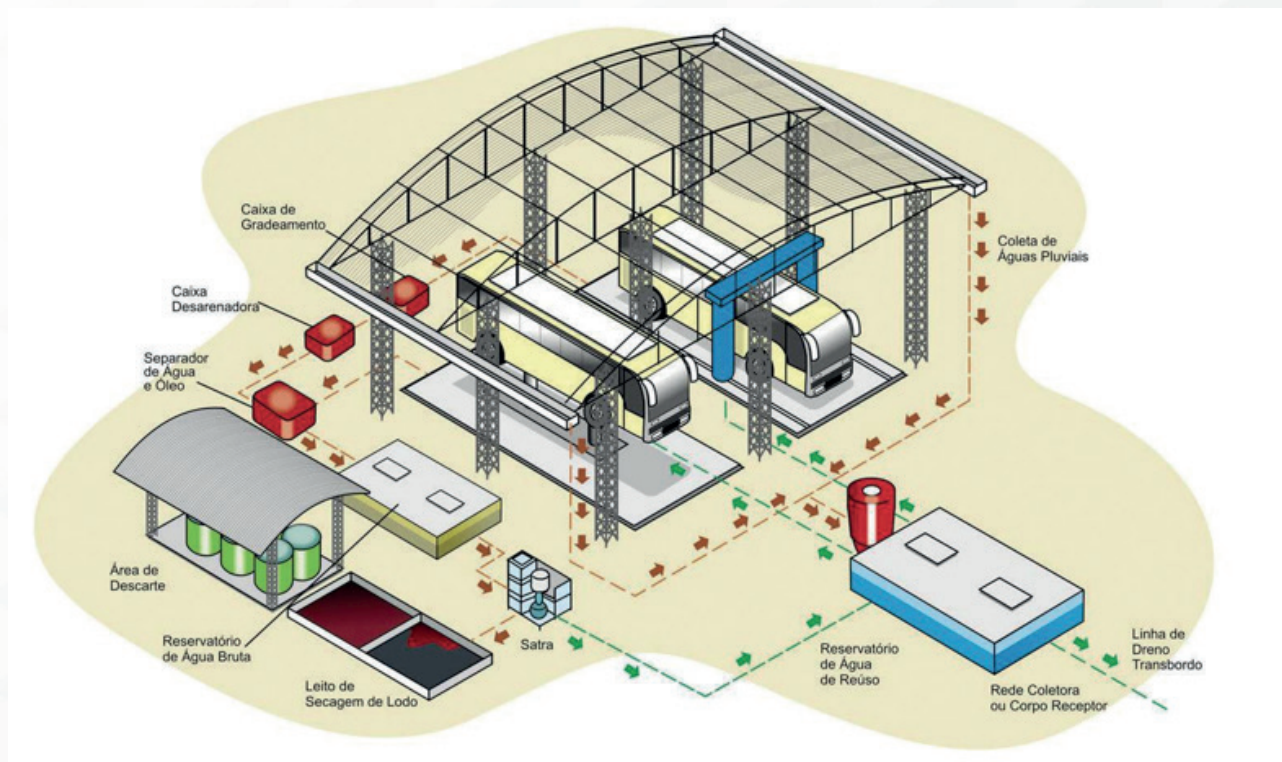
A próxima fase envolve o tratamento deste efluente, que pode ser realizado através de diferentes tecnologias (química, física, biológica ou combinadas). Após o tratamento a água é armazenada em um reservatório, ficando disponível para reutilização.

Em cada caso deverão ser avaliados os equipamentos e tecnologias mais apropriados, dentre as diversas opções existentes, ressaltando-se que uma determinada tecnologia pode ser excelente para uma implantação específica e totalmente inadequada para outra.

A escolha da tecnologia mais adequada deve considerar fatores como: os usos previstos para efluente tratado; o volume de efluente a ser reutilizado; o grau de tratamento necessário; o sistema de reservatórios e de distribuição; a manutenção da operação e treinamento dos responsáveis; e as vantagens e desvantagens de cada equipamento e do custo.

A seguir serão apresentados os principais tipos e tecnologias de tratamento para reutilização de água disponível no mercado.

Figura 1: Representação gráfica de um sistema integrado de gestão racional com reuso de água na lavagem de veículos e com o reaproveitamento da água de chuva. Fonte: Aqua Línea



Capítulo 03

Tipos de tratamento¹

¹ (Silva & Carvalho, 2011)

semove

O funcionamento de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) compreende basicamente as seguintes etapas: pré-tratamento (gradeamento e desarenação), tratamento primário (floculação e sedimentação), tratamento secundário (processos biológicos de oxidação), tratamento do lodo e tratamento terciário (polimento da água).

No tratamento de água para reuso em lavagem de veículos, nas garagens de ônibus, geralmente são utilizadas tecnologias de tratamento primário e/ou secundário. As tecnologias de tratamento terciário são utilizadas para usos que requerem padrões de qualidade mais exigentes, por exemplo, em processos industriais.

Tratamento preliminar

Constituído unicamente por processos físicos. Nesta etapa, é feita a remoção dos materiais em suspensão, através da utilização de grelhas e de crivos grossos (gradeamento), bem como a separação da água residual das areias a partir da utilização de canais de areia (desarenação).

Gradeamento

Etapa na qual ocorre a remoção de sólidos grosseiros, em que o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras é retido. Há grades grosseiras (espaços de 5 a 10 cm), grades médias (espaços entre 2 a 4 cm) e grades finas (entre 1 e 2 cm), que têm por objetivo reter o material sólido grosseiro em suspensão no efluente. As principais finalidades do gradeamento são: proteção dos dispositivos de transporte dos efluentes (bombas e tubulações); proteção das unidades de tratamento subsequentes; e proteção dos corpos receptores.

Desarenação

etapa na qual ocorre a remoção da areia por sedimentação. Os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão, seguindo para as unidades seguintes.

As finalidades básicas da remoção de areia são: evitar abrasão nos equipamentos e tubulações; eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões; e facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

Tratamento primário

O tratamento primário é constituído unicamente por processos físico-químicos. Nesta etapa procede-se a equalização e neutralização da carga do efluente a partir de um tanque de equalização e adição de produtos químicos. Seguidamente, ocorre a separação de partículas líquidas ou sólidas através de processos de floculação e sedimentação, utilizando floculadores e decantadores.

Floculação

O processo de coagulação, ou floculação, consiste na adição de produtos químicos que promovem a aglutinação e o agrupamento das partículas a serem removidas, tornando o peso específico das mesmas maiores que o da água, facilitando a decantação.

Decantação primária

Esta etapa consiste na separação sólido (lodo) – líquido (efluente bruto) por meio da sedimentação das partículas sólidas.

Os tanques de decantação podem ser circulares ou retangulares. Os efluentes fluem vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que o do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.

Peneira rotativa

Dependendo da natureza e da granulometria do sólido, as peneiras podem substituir o sistema de gradeamento ou os decantadores primários. A finalidade é separar sólidos com granulometria superior à dimensão dos furos da tela. O fluxo atravessa o cilindro de gradeamento em movimento, de dentro para fora. Os sólidos são retidos em função da perda de carga na tela, removidos continuamente e recolhidos em caçambas.

Tratamento secundário

Etapa na qual ocorre a remoção da matéria orgânica, por meio de reações bioquímicas. Os processos podem ser aeróbicos (na presença de oxigênio) ou anaeróbicos (ausência de oxigênio). Os aeróbicos simulam o processo natural de decomposição, com eficiência no tratamento de partículas finas em suspensão. O oxigênio é obtido por aeração mecânica (agitação) ou por insuflação de ar. Já os anaeróbicos consistem na estabilização de resíduos feita pela ação de microrganismos, na ausência de oxigênio.

Tanque de aeração

Tanque no qual a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbicos (bactérias, protozoários, fungos etc). A base de todo o processo biológico é o contato efetivo entre esses organismos e o material orgânico contido nos efluentes, de tal forma que esse possa ser utilizado como alimento pelos microrganismos. Os microrganismos convertem a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos).

Decantação secundária

Etapa em que ocorre a clarificação do efluente. Os decantadores secundários são os responsáveis pela separação dos sólidos em suspensão presentes no tanque de aeração, permitindo a saída de um efluente clarificado, e pela sedimentação dos sólidos em suspensão no fundo do decantador (lodo).

O lodo gerado no processo é um resíduo perigoso e pode ser tratado através de adensamento e/ou desidratação – processos que promovem a redução do volume e da umidade do lodo, a fim de reduzir o custo com a destinação de resíduos perigosos.

Tratamento terciário

O tratamento terciário pode ser empregado com a finalidade de se conseguir remoções adicionais de poluentes em águas residuárias, antes de sua descarga no corpo receptor e/ou para recirculação em sistema fechado. Esta operação é também chamada de “polimento”. Em função das necessidades de cada atividade, os processos de tratamento terciário são muito diversificados; no entanto vale citar as seguintes etapas: filtração, cloração ou ozonização para remoção de bactérias; absorção por carvão ativado e outros

processos de absorção química para remoção de cor, redução de espuma e de sólidos inorgânicos, tais como: eletrodialise, osmose reversa e troca iônica.

Ozonização

o composto químico Ozônio é um poderoso oxidante e desinfetante de ação não seletiva. Este tratamento é extremamente eficaz como germicida, destruindo 100% dos vírus, bactérias e outros agentes patogênicos.

Absorção em carvão ativado

O carvão ativado é utilizado no tratamento avançado de esgotos para remoção de materiais orgânicos solúveis que não são eliminados nos outros tratamentos. As partículas aderem aos poros do carvão até que sua capacidade se esgote. Para a regeneração, o carvão é aquecido, o que volatiliza o material orgânico tornando os poros do carvão livres novamente. É utilizado em tratamentos com auto grau de purificação da água.

Troca iônica

Remove praticamente todos os íons presentes na água. Como a dismineralização da água, consiste na remoção de íons presentes nela. O processo é também conhecido como deionização. Esse sistema é eficaz para remoção de nitrogênio amoniacal (nitrogênio proveniente de um composto derivado do amoníaco), sendo indicado para aplicações de reuso voltadas para baixas concentrações desses contaminantes e de partículas sólidas dissolvidas.

Separação por membranas

O uso de membranas é relativamente recente no campo da purificação da água. A observação de tecidos vegetais e animais inspirou a engenharia de sua fabricação. A água passa através dos poros da membrana, em decorrência de uma força motriz (força que causa movimento) que separa parte de suas impurezas originais, na forma de um concentrado. O tipo de membrana determina que tipo de impureza será removida.



Recicladora de água (Viação Teresópolis Ltda). Ao lado, Auto Viação 1001 Ltda



A água reciclada de forma adequada não apresenta riscos à saúde humana nem prejuízos à atividade, como, por exemplo, a pintura dos veículos

Capítulo 04

Estimativa de custos e modalidades de contrato oferecidas pelo mercado

semove

A estação de tratamento para reuso pode ser adquirida no mercado por um custo de R\$ 50 mil a R\$ 120 mil. Este valor varia com a vazão de água utilizada pela garagem e, portanto, com a capacidade de tratamento do sistema e com o tipo de tecnologia utilizada, e não inclui os custos com manutenção e operação do sistema.

Em alguns casos o contrato com o fornecedor pode prever o treinamento de funcionários da empresa para realizar a manutenção e operação do sistema. Ressalta-se que neste valor é considerado que a garagem já possui canaletas e Caixas Separadoras de Água e Óleo (CSAO), na área de lavagem de veículos, itens necessários à implantação do sistema de tratamento. Caso a garagem não possua estes equipamentos, deve ser considerado também o custo para implantação dos mesmos.

A manutenção e a operação do sistema de reuso podem ser realizadas pelo fornecedor. Neste caso, tem-se um custo de aproximadamente R\$ 2,65 por metro cúbico referente à mão de obra de assistência, produtos químicos e manutenção periódica, preventiva e corretiva. Considerando uma garagem com frota de 250 veículos, tem-se um custo adicional de aproximadamente R\$ 4 mil por mês.

Outra modalidade de contrato praticada pelo mercado é a terceirização de todo o processo de lavagem dos veículos, incluindo produtos químicos, funcionários e o sistema de reuso. Neste caso, tem-se um custo que pode variar entre 60 e 120 mil, dependendo do tipo de tratamento empregado e a frota de veículos. Outra possibilidade é pagar pelo metro cúbico de água de reuso utilizada, semelhante à cobrança executada por uma concessionária de água. Este contrato inclui implantação, manutenção e operação do sistema, bem como os produtos químicos utilizados no processo, com um custo aproximado de R\$ 10,2 mil por mês (para um contrato de 60 meses de duração).

Estima-se um prazo de retorno do investimento de seis meses para as empresas que utilizam água fornecida pela concessionária. Para as que usam água proveniente de poço artesiano, não há retorno financeiro.

Capítulo 05

Benefícios

semove

Simulação econômico-financeira

Considerando a tarifa de R\$ 8,39 por metro cúbico praticada pela Cedae (novembro/2013) para uma faixa de consumo maior que 30 metros cúbicos por dia, e a lavagem de uma frota de 250 veículos, tem-se um consumo de 1.500 metros cúbicos de água por mês (considerando 200 litros por veículo) e um custo estimado mensal de R\$ 12.585,00.

Com a implantação de um sistema de reuso, tem-se uma estimativa de redução de:

70 a 80% na conta de água;
50% na conta de esgoto;
50% no uso de produtos de lavagem;
Não houve relato de aumento significativo no custo de energia

Benefícios Ambientais

- Redução do lançamento de efluentes industriais em cursos d'água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas;
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada;
- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar etc.



Tanque de tratamento biológico de efluente (Viação Nossa Senhora do Amparo Ltda)



Leito de secagem (Viação Teresópolis Ltda)

Benefícios Econômicos

- Conformidade ambiental em relação a padrões e normas ambientais estabelecidos;
- Mudanças nos padrões de produção e consumo;
- Redução dos custos operacionais; Aumento da competitividade do setor;
- Habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

Benefícios Sociais

- Ampliação da oportunidade de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, em toda a cadeia produtiva;
- Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;
- Melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas socialmente responsáveis.

Capítulo 06

Referências bibliográficas

semove

ANA, FIESP, SINCUSCON-SP, COMASP, Conservação e Reuso de água em edificações. São Paulo, 2005.

LIBÂNIO, M., Fundamentos de qualidade e tratamento da água. Editora Átomo, São Paulo, 2005.

FIRJAN, Manual de Conservação e Reuso da Água na Indústria, Firjan. Rio de Janeiro, 2006.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. Reuso de água na lavagem de veículos. Dissertação (Mestrado) Escola vacaoReusoAguaEdificacoes.pdf> cesso em 8 de novembro de 2011

TABOSA, E. O. Tratamento e reuso da água em lavagem de carros. XIX Prêmio Jovem Cientista. 2003.

RUBIO, J.; ZANETI, R. N.; ÁLVARES, C. L. A. Reuso de água de lavagem de ônibus via floculação flotação avançada. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007.

SILVA, D.O.; CARVALHO, A.R.P. Etapas de um tratamento de efluente. Disponível em< [http:// www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_Tratamento_de_Efluentes.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_Tratamento_de_Efluentes.pdf)> Acesso em 8 de novembro de 2011
Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2005.

PIO, A.A.B. Coord.Geral. Conservação e reuso de água em edificações. Disponível em:< [http:// www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/ DiretivaHabitacaoSustentavel/ManualConser-](http://www.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/DiretivaHabitacaoSustentavel/ManualConser-)