

ÁGUA DE REÚSO PARA FINS INDUSTRIAIS

ESTUDO DE CASO

Reuse water for industrial purposes
Case study

Calda, Solange Alves Batista¹

Samudio, Edgar Manuel Miranda²

RESUMO

O crescente aumento do consumo, desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura vem ocasionando um colapso no sistema de abastecimento de água nas grandes cidades e em contrapartida, ocasionando a busca de novas técnicas e comportamentos visando o uso mais adequado e consciente desse recurso. A utilização da água de reúso pelas indústrias propicia diversos benefícios econômicos, ambientais, sociais e estratégicos visando uma atividade de maior abrangência, que é o controle de perdas e desperdícios, bem como, a minimização da produção de efluentes e do consumo de água. No Brasil, apesar dos benefícios oriundos da utilização da água de reúso serem bem definidos, o baixo índice de tratamento de esgoto nos municípios e a falta de uma política que integre o uso planejado de esgoto tratado à gestão dos recursos hídricos, são os principais entraves para a prática do reúso no país. O presente trabalho teve como objetivo uma análise

do conceito de água de reúso no Brasil e mais especificamente no setor industrial, bem como, um estudo de caso de um sistema gerador de água de reúso industrial. A metodologia aplicada compreendeu pesquisa bibliográfica, visita técnica e coleta de dados e de informação referente ao tema em questão.

Palavra-chave: Crise Hídrica; Água de Reuso; Indústria; Legislação; Esgoto.

ABSTRACT

The increasing consumption, waste and pollution of surface and groundwater by domestic sewage and toxic waste from industry and agriculture has caused a collapse in the water supply system in large cities and in counterpart, causing the search for new techniques And behaviors aimed at the most appropriate and conscious use of this resource. The use of reuse water by the industries provides several economic, environmental, social and strategic benefits, aiming at a more comprehensive activity, which is the control of losses and wastes, as well as

¹ Bióloga pela FIG UNIMESP, Especialista em Tecnologias Ambientais pela FATEC, Especialista em Educação Ambiental e Sustentabilidade pelo UNITER, Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela UNITER, Engenheira Civil pela Universidade Anhanguera de São Paulo. e-mail: solangeabc1@hotmail.com

² Doutor e Mestre em Engenharia Civil, pela Escola Politécnica da USP e Engenheiro Civil Pela Universidad Tecnológica de Panamá. Professor dos cursos de Engenharia Civil da ENIAC e Universidade Anhanguera de São Paulo. Professor de Gestão Ambiental da Faculdade XV de Agosto. Gerente da Susten Centrista Soluções Ambientais Ltda. e-mail: samudio@aedu.com. Tel. +55 011 982793634.

minimizing effluent production and water consumption. In Brazil, although the benefits of reuse water use are well defined, the low level of sewage treatment in municipalities and the lack of a policy that integrates the planned use of treated sewage into the management of water resources are the main obstacles For the practice of reuse in the country. The present work had as objective an analysis of the concept of reuse water in Brazil and more specifically in the industrial sector, as well as a case study of an industrial reuse water generator system. The applied methodology included bibliography research, technical visit and collection Data and information related to the topic in question.

Keywords: Water crisis; Reuse Water; Industry; Legislation; Sewer.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. No organismo humano a água atua, entre outras funções, como veículo para a troca de substâncias e para a manutenção da temperatura, representando cerca de 70% de sua massa corporal. Além disso é considerada solvente universal e é uma das poucas substâncias que encontramos nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido. É impossível imaginar como seria o nosso dia-a-dia sem ela. A quantidade de

água existente no planeta é a mesma há centenas de anos; somente alternando-se em termos de distribuição e estado (evaporação, transpiração, precipitação e infiltração, respiração e combustão). Isso porque a água é um recurso natural reciclável por excelência, fenômeno esse conhecido como Ciclo Hidrológico (MMA, 2002).

A água será fator impactante para crises internacionais no Século XXI, uma vez que, entre 1900 e 1995, o consumo total de água para as atividades humanas (agrícola, industrial, doméstica e outras) cresceu seis vezes. O aumento do consumo é maior nos países em desenvolvimento, em virtude do maior crescimento da população. As Nações Unidas preveem a estabilização do crescimento populacional somente após 2050, e mais de 90% do crescimento da população até esta data ocorrerá nos países em desenvolvimento (LEMOS, 2014).

Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que quase metade da população mundial (2,6 bilhões de pessoas) não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas (cerca de 1,1

bilhão de pessoas) ainda não possui sistema de abastecimento de água adequado. As projeções da Organização das Nações Unidas indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa.

Mesmo países que dispõem de recursos hídricos abundantes, como o Brasil, estão sujeitos a problemas com a escassez pois, a disponibilidade varia muito de uma região para outra. Dentre as principais causas da diminuição da água potável temos: o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura (MMA, 2010).

Segundo Oliveira (2012) a utilização da água proveniente dos tratamentos de esgoto é uma fonte viável e uma das técnicas mais adequadas para atender toda a demanda, entretanto, devido ao baixo índice de tratamentos de esgotos dos municípios do Brasil (por volta de 30% dos esgotos coletados) a aplicação de água de reúso em suas diversas

possibilidades não são significativos. Apesar disso, a tecnologia para reúso não potável, principalmente para fins industriais, tem sofrido um grande avanço nos últimos anos com custos de implantação e operação em tendência de queda.

2 CONCEITO DE ÁGUA DE REÚSO

A conservação da água engloba uma série de ações ligadas à redução de consumo e desperdício de água e, ao aumento da eficiência na utilização desse recurso juntamente com a evolução de técnicas apropriadas de reciclagem e reuso de água que sejam economicamente viáveis, seguras e garantam acima de tudo a segurança e saúde de seus usuários (CAMPOS, 2013).

Água de Reúso, corresponde ao produto obtido de um tratamento avançado dos esgotos gerados pelos imóveis conectados à rede coletora de esgotos. O seu uso pode ser feito apenas em situações onde não sejam necessário que a água seja potável, mas sanitariamente segura como: geração de energia, refrigeração de equipamentos, em diversos processos industriais, lavagem de ruas entre outros.

A escassez de água nos grandes centros urbanos e o aumento de custos para sua captação e posterior tratamento, devido ao aumento do grau de poluição das fontes de água, faz do reúso de água um tema de enorme importância nos dias atuais, pois contribui para a geração e para a redução de custos garantindo o uso racional da água. A grande vantagem da utilização da água de reúso é a de preservar água potável exclusivamente para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para o abastecimento humano. Entre outras vantagens estão a redução do volume de esgoto descartado e a redução dos custos com água, luz e esgoto (LEGNER, 2013).

O reúso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não. O artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH define água de reúso como água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas e define água residuária como : esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não

A Companhia de saneamento Básico do Estado de São Paulo, tem disponível água de reúso a um custo muito inferior ao da água potável, o que a torna uma alternativa para utilização nos empreendimentos. A princípio é recomendado utilizar a água de reúso exclusivamente para fins específicos, não potáveis, em ambientes externos (ANA, 2005).

2.1 Os Múltiplos Usos da Água

Existem várias formas de usos da água pelas atividades humanas: consumo doméstico, consumo agrícola (irrigação), geração de energia, produção agropecuária, consumo industrial e uso em atividades recreativas (que geralmente não consomem água). O setor agropecuário é o maior consumidor de água em todo planeta. Enquanto o uso doméstico responde por aproximadamente 10%, a produção de alimentos, através de irrigação, drena 70% da água doce existente (o restante é consumido na indústria) (FALEIROS, 2011).

O SEBRAE (2014) em seu Artigo sobre Gestão da Água dispõe que o uso intensivo exigido pela humanidade atualmente, provoca impactos que excedem a capacidade dos mecanismos

naturais de purificar a água. Está claro para os especialistas que atualmente a utilização da água requer um planejamento avançado, para garantir a disponibilidade permanente, o que quer dizer implantar o seu “uso sustentável”.

A diferença entre a vazão tratada e a consumida é denominada “perdas”. De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, as perdas são divididas em “reais” – nas quais a água é efetivamente desperdiçada e não chega ao consumidor, mas é perdida através de vazamentos nas redes de distribuição e ramais – e “aparentes”, que são decorrentes de erros de medição, fraudes, ligações clandestinas e falhas de cadastro (YOSHIMOTO, 2006).

Sendo o setor industrial um importante usuário de água, é fundamental que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável, adotando práticas como o uso racional e eficiente da água. As garantias de quantidade e qualidade de água em nossos mananciais, as quais permitirão novos investimentos, expansão da produção industrial e geração de emprego e renda, só poderão ser conseguidas por meio de um amplo esforço do poder

público, dos usuários e da comunidade em torno da gestão participativa, descentralizada, harmônica e racional das águas no âmbito dos Comitês de Bacias.

2.2 Conservação e Reúso de Água

A política de importar água de bacias cada vez mais distantes para satisfazer o crescimento da demanda começou há mais de dois mil anos com os romanos, dando origem aos seus famosos aquedutos. A prática ainda persiste, resolvendo precariamente o problema de abastecimento de água de uma região, em detrimento daquela que a fornece. As soluções mais modernas em termos de gestão de recursos hídricos consistem em tratar e reusar os esgotos já disponíveis nas próprias áreas urbanas para complementar o abastecimento público (HESPANHOL, 2015).

Moruzzi (2008) afirma que uma das principais causas da deterioração da qualidade dos corpos d'água no Brasil é o lançamento de esgoto in natura inviabilizando a utilização dessas fontes como mananciais para abastecimento, seja por razões técnicas seja por razões econômicas. Ademais, o aumento da demanda e a manutenção do ciclo unidirecional (captação→uso→descarte)

têm diminuído rapidamente a oferta de água, culminando em situações de escassez.

2.3 Tipos de Reúso e Áreas de Aplicação

De acordo com a CETESB (2010) a reutilização de água pode ser direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não:

Reúso indireto não planejado da água: a água utilizada é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante de forma não intencional e não controlada.

Reúso indireto planejado da água: quando os efluentes logo após tratado, são devolvidos aos corpos de águas de forma planejada, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada.

Reuso direto planejado das águas: os efluentes, depois de tratados, são levados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso. Este caso costuma ser o mais usado principalmente pelas indústrias e para irrigação.

As águas de Reúso possuem aplicações em diversas áreas como:

Irrigação paisagística: parques, cemitérios, campos de golfe, faixas de domínio de autoestradas, campus

universitários, cinturões verdes, gramados residenciais.

Irrigação de campos para cultivos: plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros de plantas ornamentais, proteção contra geadas.

Usos industriais: refrigeração, alimentação de caldeiras, água de processamento.

Recarga de aquíferos: recarga de aquíferos potáveis, controle de intrusão marinha, controle de recalques de subsolo.

Usos urbanos não potáveis: irrigação paisagística, combate ao fogo, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de ruas e pontos de ônibus, etc.

Finalidades ambientais: aumento de vazão em cursos de água, aplicação em pântanos, terras alagadas, indústrias de pesca.

Usos diversos: aquicultura, construções, controle de poeira, dessedentação de animais (CETESB, 2010).

O reúso da água para fins não potáveis costumam ser bem aceitos e praticado por um grande número de países. No entanto, o reúso para fins potáveis ainda é uma prática pouco explorada.

2.4 Água de Reúso no Brasil

No Brasil, o uso de águas residuárias iniciou-se nos engenhos de cana-de-açúcar, com a utilização do efluente originário das destilarias de álcool para irrigar as plantações de cana. Em 1993, a preocupação de algumas indústrias com a escassez de água fez com que quatro fábricas do Pólo Industrial de Cubatão, no estado de São Paulo, iniciassem um programa de reuso de água para refrigeração de seus processos de fabricação. Na mesma época a fábrica General Motors, instalada em São Caetano/SP, tratava e reciclava 100% da água que utilizava (LEITE, 2003).

O uso eficiente da água, abrangendo a componente de reuso, conduz ao alcance de outros objetivos intangíveis, tais como, a melhoria da imagem da indústria através da otimização dos recursos com a redução dos impactos ambientais negativos contribuindo, assim, para a sustentabilidade de uma atividade (LOBO, 2004).

A prática do reúso da água no país tem um crescimento ainda muito pequeno em relação a seu potencial. Diversas companhias de saneamento fornecem água

de reúso para fins não potáveis na área urbana; a indústria vem aplicando recursos financeiros significativos na implantação de programas de reúso de águas, obtendo redução de consumo de até 80% e a agricultura já começa a avaliar os benefícios do reúso.

No entanto, a universalização da prática do reúso de água no Brasil em todos os setores está longe de se concretizar. As justificativas para explicar esse baixo crescimento no Brasil variam da falta de normas e legislação até a abundância de recursos hídricos no país, passando pelo déficit de tratamento de esgoto (RIBEIRO, 2012).

Segundo Brito (2012), no Brasil, além da inexistência de regulamentação em nível federal, o enorme déficit de tratamento de esgoto no país e a falta de uma política que integre o uso planejado de esgoto tratado à gestão dos recursos hídricos, são os principais entraves para a prática do reúso no país. Conclui Brito (2012): "Não existe reúso seguro das águas sem tratamento adequado dos esgotos".

Considerando o Censo Demográfico do Instituto de Geografia e Estatística - IBGE de 2010, verifica-se que o Brasil possui 90,88% e 61,76% da

população urbana atendida por rede geral de água (existência de rede, não necessariamente de água) e por rede coletora de esgoto, respectivamente. Comparados com as informações de 2000, houve manutenção da cobertura de rede de abastecimento de água e aumento de cerca de 8% da cobertura de rede de esgoto. Houve aumento de 20% para quase 30% no percentual de esgoto tratado com relação ao coletado, na comparação entre 2000 e 2008, mas ainda há acentuadas diferenças entre as regiões, com índices de tratamento de 78,4% em São Paulo e de 1,4% no Maranhão, por exemplo.

2.5 Água de Reúso na Indústria

As indústrias estão expostas a dois instrumentos de exigências. De um lado as imposições ambientais e de saúde pública e de outro a necessidade de gerir os recursos hídricos. Desta forma, para se adaptarem, as indústrias vem buscando aprimoramento dos processos industriais e desenvolvendo sistemas de gestão ambiental e implementando sistemas e procedimentos direcionados para a gestão da demanda de água e a minimização da geração de efluentes (MIERZWA E HESPANHOL, 2005)

Esses fatores, associados aos custos elevados da água, têm levado as indústrias a avaliarem as possibilidades internas de reúso e a considerarem ofertas das companhias de saneamento para a compra de efluentes tratados, a preços inferiores aos da água potável, disponível em sistemas públicos de abastecimento. A "água de utilidade" produzida mediante tratamento de efluentes secundários e distribuída por adutoras que servem um agrupamento significativo de indústrias se constitui, atualmente, em um grande atrativo para abastecimento industrial a custos razoáveis (HESPANHOL, 2008).

A existência de estações de tratamento de esgotos nas proximidades de zonas industriais contribui para a implantação de programas de reúso, uma vez que aumenta o potencial de viabilizar sistemas de distribuição de águas de reúso compatíveis com a demanda industrial.

Diante do exposto por Silvia et al.(2003), os critérios para estabelecer prioridades para usos que demandam vazões elevadas e que necessitam de níveis de tratamento relativamente menores, em relação aos necessários para processos industriais, é recomendável concentrar a

fase inicial do programa de reúso industrial em torres de resfriamento.

Embora corresponda a apenas 17% da demanda de água não-potável pelas indústrias, o uso de efluentes secundários tratados, em sistemas de resfriamento, tem a vantagem de requerer qualidade independente do tipo de indústria, e a de atender, ainda, a outros usos menos restritivos, tais como lavagem de pisos e equipamentos, e como água de processo em indústrias mecânicas e metalúrgicas.

Além disso, a qualidade de água adequada para resfriamento de sistemas semiabertos é compatível com outros usos urbanos, não potáveis, tais como irrigação de parques e jardins, lavagem de vias públicas, construção civil, formação de lagos para algumas modalidades de recreação e para efeitos paisagísticos.

Outros usos, que podem ser considerados nas fases posteriores na implementação de um programa industrial de reúso, incluem água para produção de vapor, para lavagem de gases de chaminés e para processos industriais específicos, tais como metalúrgicos, produção primária de metal, curtumes, têxteis, químicas, petroquímicas, papel e celulose, material plástico e construção (BRAGA, 2000).

Mancuso et al., 2003, cita algumas formas potenciais de reúso de água na indústria:

- Torres de resfriamento, as indústrias desenvolvem junto com o seu processo uma grande quantidade de calor residual, que deve ser removido ou reduzido. Em função disto possuem um sistema de refrigeração, que geralmente utiliza a água como meio refrigerante, que absorve este calor residual do processo para depois cedê-lo a outro meio;
- Lavagem de peças e equipamentos;
- Irrigação de áreas verdes;
- Lavagem de pisos e veículos;
- Processo industrial, principalmente nas indústrias de papel, têxtil, plásticos, curtume, construção civil e petroquímica;
- Lavagem de gases da chaminé;
- Uso sanitário;
- Proteção contra incêndios;

3 ESTUDO DE CASO - PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO INDUSTRIAL

3.1 Localização

Foi feito um estudo do processo de produção de água de reúso para fins industriais junto a uma empresa que derivou da união de outras duas: Concessionária de Economia Mista de Saneamento do Governo do Estado de São Paulo e a Odebrecht Ambiental. Pioneira no reuso industrial em larga escala no Brasil, está entre os maiores projetos de reúso de água do mundo. O projeto tem como objetivo transformar o esgoto, previamente tratado na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) ABC, em água adequada para o uso industrial.

A água de reúso é produzida a partir dos efluentes de tratamento secundário da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE ABC), situada na divisa entre os municípios de São Paulo e São Caetano do Sul.

Em média, a ETE ABC trata 2.000 l/s de esgoto, provenientes dos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá e de parte da capital paulista próxima à região. Desse total, até 1.000 l/s podem ser repassados para tratamento terciário da Empresa produtora de Água de Reúso, que consiste em ultrafiltrar o material sólido presente no esgoto, biodegradar a matéria

orgânica com os próprios microorganismos presentes nos efluentes e, se necessário, reduzir a condutividade da água (FILHO, 2014).

Os parâmetros e qualidade da água que devem ser alcançados ao final de todo o processo foram determinadas pelo próprio Polo Petroquímico, que a utiliza para limpar torres de resfriamento e caldeiras, principalmente.

Para condução e distribuição da água produzida a esse Polo, foi construída uma adutora de 17km, que sai de São Paulo e passa pelos municípios de São Caetano do Sul e Santo André, até chegar a uma torre de distribuição em Capuava, Mauá, onde está o Polo. A partir dela, uma rede de distribuição de 3,6 km entrega a água para cada um dos clientes. A adutora foi projetada para permitir derivações, viabilizando o atendimento de possíveis clientes presentes ao longo de seu percurso (DAE, 2016).

3.2 Infraestrutura da planta produtora de água de reúso industrial

Conforme dados disponibilizados pela Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (2016) a Infraestrutura do polo produtor de água de reúso,

compreende os seguintes equipamentos e processos:

1. Estação elevatória de baixa carga responsável por bombear os efluentes do tratamento secundário da concessionária para o local de produção de água de reúso.
2. Sistema de filtragem por discos que impede a passagem de resíduos sólidos superiores a 400 microns.
3. Tanque biológico e de ultrafiltração com oito conjuntos de membranas de polissulfona.
4. Sistema de osmose reversa responsável por baixar a condutividade (salinidade) da água.
5. Quatro tanques reservatórios cobertos que totalizam 70 mil m³, dos quais metade é destinada para armazenar a água que passa pelo processo de osmose e a outra metade para a água que passa apenas pela ultrafiltração.
6. Estação elevatória de alta carga com três bombas responsáveis por enviar até 1.000 l/s ao longo dos 17 km da adutora.
7. 17 km de adutora de aço carbono de 900 mm.
8. Área construída: 15 mil m²
9. Economia de água potável: 2,58 bilhões de litros por mês

3.3 Polo Petroquímico

As indústrias do Polo Petroquímico de Capuava, também no ABC paulista, possuem importante peso na economia paulista e recolhem 27% do ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) arrecadado pelo estado, conforme dados do Governo do Estado, empregando cerca de 25 mil pessoas direta e indiretamente e produzindo materiais para consumo interno e para exportação como: etileno, polipropileno, polietileno, matérias-primas para a fabricação de resinas, borrachas, tintas e plásticos. Entretanto, para não danificar suas máquinas, essas indústrias dependem fortemente de fornecimento confiável de água.

O polo retira a maior parte da água de que precisa do córrego dos Meninos, afluente do rio Tamanduateí. Porém, este recurso está no limite, correndo o risco de não ser capaz futuramente de suprir as demandas.

A água de reúso utilizada pelo Polo é fornecida ininterruptamente, mesmo em período de seca, uma vez que existem quatro grandes reservatórios na empresa produtora de água de reúso, para garantir o suprimento.

4 PROCESSO DE OBTENÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO

A matéria-prima da água de reúso para fins industriais é o esgoto tratado. Esse efluente deve atender a todos os padrões das resoluções 357 e 430 do Conama. Isto é, o efluente deverá estar enquadrado em todos os padrões de qualidade para lançamento nos corpos hídricos.

Inicialmente a água de reúso é produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto onde passa por três etapas conforme descrito por Carvalho (2012):

1. Tratamento preliminar, no qual são removidos grãos de areia e sólidos grosseiros maiores que 1 cm.

2. Tratamento primário, durante o qual o esgoto flui vagarosamente por um tanque de decantação, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.

3. Tratamento secundário (biológico), no qual os efluentes passam por tanques de aeração onde os microorganismos presentes no esgoto vão remover parte da matéria orgânica dos efluentes, que posteriormente irão para novos tanques de

decantação, de onde serão enviados para os seguintes locais:

- Parte para um corpo d'água próximo a ETA - Estação de Tratamento de Água;
- Parte para o reúso com finalidades menos nobre (lavagem de ruas por exemplo);
- Parte para um tratamento terciário, onde a água é melhorada de acordo com as necessidades industriais.

4.1 Detalhamento do processo na ETE

Nas Estações de Tratamento de Esgotos, todos os componentes poluidores são separados da água antes de retornarem ao meio ambiente. O Esgoto Bruto que chega às Estações passa por diversas etapas de tratamento, que acontece em duas fases, a sólida e a líquida (DAE, 2016).

Atualmente a Concessionária de Economia Mista de Saneamento do Estado de São Paulo, opera cinco Estações de Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo e trata 18 mil litros de esgotos por segundo, com benefícios diretos para 8,4 milhões de habitantes.

A Estação de Tratamento de Esgotos ABC está localizada no município

de São Paulo, próximo à Avenida Almirante Delamare e à margem esquerda do Córrego dos Meninos, na divisa entre os municípios de São Paulo e São Caetano do Sul. A instalação atende as cidades de Santo André, São Bernardo, Diadema, São Caetano, Mauá e uma parte da cidade de São Paulo.

A data de início da operação foi em 5 de Junho de 1998 com vazão média de projeto: 3 mil litros por segundo e apresentando vazão atual de 2.086 litros/segundo (média de 2015) e beneficiando 1,4 milhão de habitantes.

Conforme informações da Empresa de Saneamento do Estado de São Paulo, o processo de tratamento é de lodo ativado convencional e em nível secundário, com grau de eficiência de cerca de 90% de remoção de carga orgânica.

A coleta do esgoto se dá através de um sistema de esgotamento constituído por coletores-tronco, interceptores e emissários, totalizando aproximadamente 161 km de extensão. Na Etapa Final, através da ampliação do sistema de decantação, atingir-se-á a capacidade nominal de 8,5 m³/s. O efluente final da estação é lançado no Córrego dos Meninos.

O processo de tratamento é constituído por duas fases: líquida e Sólida conforme descrita abaixo.

4.1.1 Etapas da Fase Líquida

- Grade Grosseira: Retenção dos materiais de grandes dimensões;
- Elevatória de Esgoto Bruto;
- Grade Média;
- Caixas de areia;
- Decantador Primário: Remoção do resíduo sedimentável dos esgotos, gorduras e óleos flutuantes
- Tanque de Aeração: Combinando-se a agitação do esgoto com a injeção de ar, desenvolve-se no tanque de aeração uma massa líquida de microorganismos denominada "lodos ativados".
- Decantador Secundário: Remoção dos sólidos;
- Elevatória de Retorno de Lodo: O lodo ativado é encaminhado a bombas, retornando aos tanques de aeração e o excesso do lodo ao decantador primário.
- Elevatória de Lodo Primário;
- Retirada do Sobrenadante: líquido que se separa do lodo digerido e retorna ao início do processo.

4.1.2 Etapas da Fase Sólida

- Adensadores de Gravidade: O efluente é coletado em um canal periférico e enviado para um sistema de coleta de efluentes da fase sólida.
- Adensadores por flotação;
- Digestores: O lodo removido durante o processo de tratamento é enviado aos digestores;
- Condicionamento químico dos lodos;
- Desidratação mecânica: Retira a água do lodo proveniente dos digestores, elevando seu teor de sólidos até o mínimo de 33%, seguindo para os silos e com destino para agricultura ou aterro sanitário.

4.2 Detalhamento do processo de produção de água de reúso - Tratamento Terciário

Proveniente do tratamento na ETE ABC, a água chega, por gravidade, à Estação Elevatória de Baixa Carga e, de lá, segue para o tratamento terciário. O efluente que chega já vem com grau de tratamento de certa forma bom, porém ainda incompatível com as finalidades de reúso industrial a que se pretende destiná-lo, passando a ser a matéria-prima da

Estação produtora de água de reúso. Após o efluente passar pela Estação Elevatória de Baixa Carga ele é conduzido as etapas internas da geração de água de reúso.

4.2.1 Estação Elevatória de Baixa Carga

A estação elevatória da baixa carga é formada por bombas que enviam parte do efluente tratado para o início do processo de filtração de água, havendo nesta estação alguns instrumentos que efetuam a medição dos parâmetros de qualidade do efluente tratado.

4.2.2 Filtros de Disco

Nos filtros de disco inicia-se o processo de tratamento de água industrial, apresentando filtros que retiram sólidos de até 400 micron do efluente em tratamento, com a finalidade de remover materiais sólidos que de alguma forma possa trazer algum dano às membranas de filtração.

Este sistema também possui ainda duas bombas que realizam a retro lavagem dos filtros ou por diferencial de pressão entre entrada e saída dos filtros, que ocorrem quando o efluente está fora de especificação, ou por tempo pré-determinado pela equipe de operação. Junto aos filtros de disco existem 16 válvulas eletromecânicas e dois motores

(http://www.controleinstrumentacao.com.br/arquivo/ed_210/cp2.html, 2012).

4.2.3 Membrana Terciária Bio Reator (TMBR)

Após a passagem pelos filtros de Disco, o efluente passa para a etapa seguinte, denominada TMBR onde é realizado tratamento biológico (zona anóxica e aeróbia).

O afluente passa por um processo chamado de desnitrificação. Ele permanece por 15 minutos num tanque de tratamento biológico (zona anóxica), onde é mantida artificialmente uma baixa concentração de oxigênio no líquido tratado e ainda, é adicionada soda cáustica para o controle de pH (deve ficar entre 6,5 e 7,5 para permitir a atividade de desnitrificação de bactérias facultativas). Tal etapa promove, principalmente, a remoção de nitrito e nitrato, consistindo, juntamente com a adição de cloreto de alumínio ($AlCl_3$) para a remoção de fósforo, no tratamento terciário. Depois de passar pela zona anóxica, o esgoto é enviado para tanques de ultrafiltração relacionados à tecnologia do MBR, ou Biorreatores com Membrana.

4.2.3.1 Ultrafiltração

Após o tratamento biológico, o efluente é bombeado para tanques com

membranas de polissulfona de ultrafiltração, que segregam sólidos de até 0,05 microns. Cada módulo de membranas tem, aproximadamente, 1,5 mil m^2 e filtra cerca de 30 l/s de água e em cada tanque de MBR (ultrafiltração), possui oito conjuntos de membranas de polissulfona, que permitem vazão de permeado de até 30 L/s cada. As membranas ficam em suspensão dentro do tanque e possuem poros que impedem a passagem de sólidos e bactérias superiores a 50 nanômetros. O efluente entra pelos poros presentes nas membranas, que são acopladas a um duto plástico semelhante a um copo, por onde a água filtrada é separada do material sólido (http://www.controleinstrumentacao.com.br/arquivo/ed_210/cp2.html, 2012).

De acordo com o exposto, por Filho (2014), em relação às membranas de ultrafiltração, as quais consistem o ponto fundamental desse sistema de produção de água de reuso, a justificativa para adicionar esta etapa de separação (barreira física) é que ela é extremamente válida para aumentar a concentração de microrganismos no biorreator. Desse modo, é possível aumentar a idade do lodo biológico e melhorar a qualidade da água tratada, isso tudo sem depender da

sedimentação gravitacional do lodo (como ocorre tipicamente em decantadores secundários de processos de lodos ativados).

Após o permeado entrar pelos poros das membranas e se verificar que apresente condutividade inferior a 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a água é encaminhada diretamente para o reúso industrial. Em caso contrário, se a condutividade for superior a 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a água de reúso ultrafiltrada não é compatível com as finalidades de reúso industrial e, por isso, passa ainda por etapa de osmose Reversa, para a remoção de sais.

4.2.5 Reutilização do Lodo

O material sólido que não passou pelos poros das membranas é bombeado de volta ao tanque biológico para que possa continuar degradando a matéria orgânica presente na água. Esses microorganismos permanecem nesse ciclo de ida e volta por 35 dias, chamado de idade do lodo. Só então são enviados para uma estação de tratamento e, posteriormente, para descarte em aterro sanitário.

4.2.6. Osmose Reversa

O polo quer uma água com condutividade de 720 mS/cm e como a média do esgoto secundário da ETE ABC

é de 830 mS/cm , podendo chegar a 900 mS/cm em período de estiagem, apenas com o MBR não se consegue garantir esse padrão, já que ele não remove sais.

É usado assim, um processo denominado Osmose Reversa que produz água cuja parte iônica é totalmente removida por meio de filtragem, tornando-se também isenta de sais minerais. Por isso é também conhecida como água desmineralizada.

Essa água é considerada ideal para processos químicos e usos industriais se assemelhando a água destilada pois apresenta os mesmos parâmetros físicos e químicos finais, porém a água destilada é obtida por meio de condensação ao invés de filtragem.

A empresa produtora de água de reúso em estudo, conectou ao esquema da planta duas unidades de osmose reversa possuindo 18 tanques semelhantes com membranas internas de poros de dimensão entre 0,1 e 1 nanômetro, enroladas em espiral., que reduz para 50 mS/cm a condutividade de sais, recebendo um percentual médio de até 30% da vazão total tratada (quando o limite de sais é ultrapassado). A parte desmineralizada é então misturada ao permeado do MBR,

diluindo os sais e fazendo um blend dentro dos padrões requeridos.

Depois de formada a mistura dentro dos parâmetros, a água de reúso ainda passa por uma estação de desinfecção por dióxido de cloro. Pois o dióxido de cloro (ClO₂), é um poderoso oxidante, utilizado principalmente nas etapas de oxidação e de desinfecção do tratamento de águas e também no tratamento de efluentes (http://www.controleinstrumentacao.com.br/arquivo/ed_210/cp2.html, 2012).

4.2.7 Estação Elevatória de Alta Carga e Adutora

Após concluído o tratamento da água de reúso ela é levada ao polo petroquímico por meio da estação elevatória de Alta Carga, que bombeia água para adutora.

A partir daí a água está pronta para entrar na adutora de 17 km com 900 mm de diâmetro, e assim chegar a uma torre elevada para 622 m³ de reserva de água, na central petroquímica da Braskem.

Na torre, que funciona como um just in time da água, o fluxo é distribuído para 11 empresas, depois de passar por uma torre de equilíbrio ao longo de 3,6 km de redes de distribuição.

4.2.8 Tanque de Armazenamento

Existem quatro tanques de armazenamento com capacidade para 70 mil m³ de água industrial, garantindo um fluxo contínuo para os clientes.

No que diz respeito ao monitoramento da qualidade da água que chega no Polo petroquímico, existem 11 válvulas de controle proporcional de vazão e 54 instrumentos online para supervisão e controle de qualidade do produto que chega para as empresas sendo todo o sistema operado automaticamente.

METODOLOGIA

Na elaboração do presente trabalho foi utilizada uma metodologia que compreendeu pesquisa bibliográfica e documental, com visita técnica e coleta de dados e de informação referente ao tema em questão. A pesquisa realizada baseou-se na descrição da situação da água de reúso no Brasil e mais especificamente no seu uso pela industrial. A escolha das informações, foram obtidas de forma a estabelecer relação com o tema explorado propiciando uma visão global e atualizada da situação. Tais materiais foram

selecionados com o cuidado de serem os mais atuais possíveis e de maneira a abranger ao máximo o tema da pesquisa, mediante consulta em sites de instituição pública, como órgãos ambientais, estaduais e federais; entidades de classe; consultas a arquivos de diagnósticos; notas técnicas; projetos; artigos e legislações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil atual, a disseminação da prática do reúso de água está longe de se concretizar, uma vez que, existe alguns obstáculos a serem superados como: a ausência de normas e legislação específica para o assunto, o déficit no tratamento do esgoto e má gestão dos usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos.

Os Centros Urbanos possuem um constante desafio que é o de estabelecer mecanismos para a minimização das perdas que ocorrem nos sistemas, despoluição dos corpos d'água e a promoção de programas que trabalhe constantemente a conscientização da população para o uso consciente deste recurso.

As indústrias possuem o desafio constante de fazer "mais com menos"

explorando tecnologias existentes ou criando novas para melhorar a produtividade dos processos sem desperdícios e aumentar a confiabilidade, eficiências e redução dos custos totais. Pois quando uma empresa estabelece um planejamento e a implantação correta de um programa de reúso, conseqüentemente, estará promovendo além de diversos benefícios econômicos e ambientais a melhoria de sua imagem junto a sociedade.

Por fim verifica-se que os fatores essenciais para o sucesso do reúso são o planejamento, interesse político, incentivos fiscais, fiscalização e controle dos sistemas, estudo econômico e aceitação da sociedade.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Manual de Conservação e Reuso da água em Edificações**. 152 páginas. São Paulo, 2005.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 115. ISBN 85-7605-041-2.

BRITO, L. P., **Mercado de Reúso de Água no Brasil**: É possível assegurar seu

crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal? Revista DAE matéria jornalística 5 DAE maio/2010 janeiro/2012.

CAMPOS, M. M.; AZEVEDO, F. R. **Aproveitamento de Águas Pluviais para Consumo Humano Direto.** Jornal Eletrônico - Faculdades Integradas Vianna Júnior - Ano V – Edição I – Maio 2013. Disponível em: <<http://www.viannajr.edu.br/>> Acesso em 29/03/2016.

CARVALHO C. **Saneamento: Água de Reúso.** Revista PINI Edição 23 - Novembro/2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/>> Acesso em 17/04/2016.

CETESB. **Reúso da água.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/reuso-de-agua>> Acesso em 20/01/2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SP - SABESP. Disponível em: www.sabesp.com.br. Acesso em 02/04/2016.

DAE - DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE SÃO CAETANO DO SUL. Disponível em <<http://www1.daescs.sp.gov.br/>> Acesso em 12/09/2016.

FALEIROS, G. **A ONU Aponta Desafios no Uso da Água na Agricultura.** 2011. Disponível em: <http://www.oeco.org.br/>. Acesso em 03/04/2015.

FILHO, L. E. D. B. - ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Divisão de

Engenharia Civil, 2014. Disponível em <http://www.civil.ita.br/graduacao/estagio/2014/ECS_2014_Luiz_Eduardo.pdf> Acesso em 20/09/2016.

HESPANHOL, I. . **A Inexorabilidade do Reúso Potável Direto.** Revista DAE, v. 194, p. 6-23-23, 2015.

HESPANHOL, I. **Dossiê Água: Um Novo Paradigma para a Gestão de Recursos Hídricos.** Estudos Avançados USP. vol.22 no.63 São Paulo 2008. Disponível em: estudosavancados@usp.br. Acesso em 02/08/2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em 10/04/2016.

LEGNER, C. Reúso de água e seus benefícios para a indústria e meio ambiente. **Revista TAE**, Edição Nº 12 - abril/maio de 2013 - Ano II. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/artigos.asp?id=138&fase=c>> Acesso em: 12/01/2016.

LEITE, A. M. **Reúso de Água na Gestão Integrada de Recursos Hídricos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, 2003.

LEMONS, H. M. - **A Crise da Água,** Escola Politécnica da UFRJ - 2014.

LOBO, L. P. Análise Comparativa dos Processos de Filtração em Membranas e Clarificação Físico-Química para Reúso de Água na Indústria. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2004.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. **Reúso de Água**. 1 ed. São Paulo: Editora Manole LTDA, 2003. 579p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Água, um Recurso cada vez mais Ameaçado**. 2010. Disponível em<<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 23/03/2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável (2002)** - Disponível em<<http://www.mma.gov.br>>Acesso em 12/03/2016.

MORUZZI R. B. **Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios**. Rio Claro – Ano VIII, Vol. 8, N.3, P. 271, 2008.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria - Uso racional e reúso"**. Oficina de Textos. São Paulo, 2005. 143p.

OLIVEIRA, F. L. **Mercado de Reúso de Água no Brasil: É possível assegurar seu crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal?** Revista DAE matéria jornalística 5 DAE maio/2010 janeiro/2012.

REVISTA CONTROLE & INSTRUMENTAÇÃO. **Reuso já é Realidade na Indústria de São Paulo** - Edição nº 210 – 2015. Disponível em: <http://www.controleinstrumentacao.com.br/arquivo/ed_210/cp2.html> Acesso em 20/09/2016.

RIBEIRO, M. C. M. **Mercado de Uso de água no Brasil: É possível assegurar seu**

crescimento sem a definição de um arcabouço normativo e legal? Revista DAE matéria jornalística 5 DAE maio/2010 janeiro/2012.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha da Água - Gestão da Água - Cuiabá** : Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2014. 32 p.

YOSHIMOTO, P. M. **Programa de redução de perdas na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Sabesp, 2006. Disponível em: <[www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/\\$File/apimec_prog_red_perdas.pdf](http://www.sabesp.com.br/Sabesp/filesmng.nsf/1C54110AC84FC24C83257243004851C3/$File/apimec_prog_red_perdas.pdf)>. Acesso em: 14/02/2016.

