

# Reúso de água e efluente

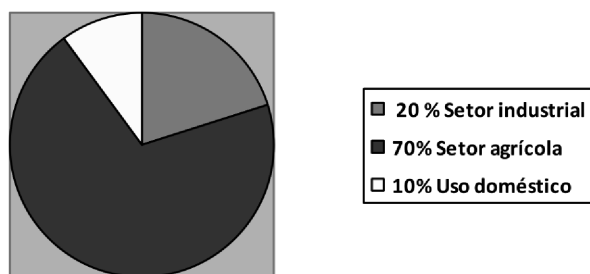
Thaís Barreira Boia  
Delmo Santiago Vaitsman

**RESUMO.** Cresce em todo o mundo a consciência em torno da importância do uso racional, da necessidade de controle de perdas e desperdícios e do reúso da água, incluindo a utilização de esgotos sanitários para diversos fins. Neste trabalho, são abordados aspectos importantes relacionados com o reúso ou reutilização de água de efluentes, e conceitos básicos sobre o reúso de água e efluentes. São citadas as metodologias utilizadas na Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE-RJ) e na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

**Palavras-Chave:** Reúso, Meio ambiente, Efluente.

## 1. INTRODUÇÃO

Embora nosso planeta seja conhecido como “planeta água”, o volume de água doce potável é pequeno, dando-nos a visão de bem finito. Sabe-se também que da água doce e potável existente no planeta, são utilizados 20% no setor industrial, 70% para uso agrícola e 10% para uso doméstico (BIOPROJET- n°27), como representado na figura 1.



**Figura 1** - Água disponível para consumo no planeta.

Fonte: (Autor, 2015.1)

Como a água é fundamental para a sobrevivência da vida, sendo cada vez mais comum a preocupação e a discussão em relação ao problema de sua falta na quantidade e qualidade em determinadas regiões do planeta, é de grande importância a preocupação com a preservação dos recursos hídricos, haja vista a atual situação de escassez de água em Estados como São Paulo e Rio de Janeiro.

Com o conceito de reúso, definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não (CUNHA, 2011), grandes volumes de água potável podem ser poupados, ao se utilizar água de qualidade inferior para atendimentos de aplicações menos nobres. A substituição de água tratada pela de reúso é possível dependendo de sua qualidade e finalidade desejadas.

Assim, o reúso de águas utilizadas em indústrias, por exemplo, vem ganhando destaque nos tempos atuais. Neste setor, ganha força a redução de custos através da diminuição do consumo de água tratada e na conscientização ambiental.

Dependendo da finalidade de uso para que a água se destina, a mesma deverá atender a um padrão de qualidade exigido para a aplicação desejada. O reúso de águas originadas de efluentes deve ser acompanhado da determinação de sua qualidade e avaliação de alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos, com os quais não havia preocupação anterior.

Finalmente, cabe enfatizar a importância dos objetivos estabelecidos neste trabalho, relacionados com a diminuição do consumo de água doce tratada e seus benefícios para a preservação do ambiente.

## **2. INDÚSTRIAS QUE REUTILIZAM EFLUENTE**

### ***2.1 Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE-RJ)***

A empresa foi criada em 1º de agosto de 1975, visando unificar os setores de água e esgotos do Rio de Janeiro, para atender aos objetivos do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA. (CEDAE, 2014).

#### ***2.1.1 Metodologia – ETE Alegria***

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Alegria integra o Programa de Despoluição da Baía da Guanabara (PDBG); é uma unidade

de grande porte, sendo a maior das estações de esgotos operadas pela CEDAE e uma das maiores do Brasil.

A mesma está preparada para receber e tratar 2.500 litros de esgoto por segundo, e que, futuramente, será capaz de receber e tratar 5.000 litros de esgoto por segundo, eliminando os lançamentos “in natura” na Baía de Guanabara e nos rios e canais urbanos.

É uma estação projetada para tratamento primário e secundário e sua operação promove a remoção de substâncias poluentes. Alcança uma eficiência de remoção de carga orgânica, evitando riscos para o meio ambiente e para a população (CEDAE, 2014). Atualmente, a ETE Alegria conta com 3 tratamentos para o esgoto bruto, visualizados na figura 2.



**Figura 2** - Vista Esquemática – Unidades de tratamento ETE Alegria: Preliminar, primário e secundário.

Fonte: <http://www.guanabara.limpa.eco.br/pagina-visualiza-conteudo.asp?local=divisao&cod=3493>.

## **2.2 Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)**

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, SABESP é uma empresa de economia mista, criada em 1º de novembro de 1973, com a função de planejar, executar e operar serviços de saneamento no território do Estado de São Paulo. Apresentou o Plano de reaproveitamento de água em 1997 para o abastecimento de indústrias do Estado de São Paulo. É responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de

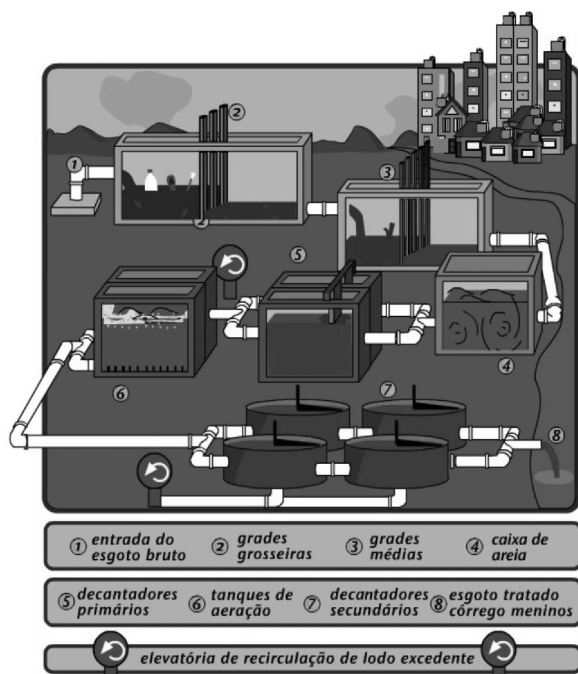
esgotos de 364 municípios do Estado de São Paulo, atendendo 28,2 milhões de pessoas abastecidas com água e 22,1 milhões de pessoas com coleta de esgotos. (SABESP, 2014)

### 2.2.1 Metodologia – ETE ABC

A Estação de Tratamento de Esgoto do ABC, está localizada no município de São Paulo, na divisa com os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul.

A vazão média do projeto era de 3 mil litros por segundo, entretanto a vazão atual é de 1,9 mil litros por segundo (média 2010). (SABESP, 2014)

O método utilizado no processo de tratamento da ETE do ABC é por lodo ativado convencional e em nível secundário, onde ocorrem duas fases: líquida e sólida. O processo também conta com o sistema de apoio. O grau de eficiência é de cerca de 90% de remoção da carga orgânica.



**Figura 3** - Processo de tratamento da fase líquida na ETE do ABC.

Fonte: SABESP ETE ABC.

### 2.2.2 *Aquapolo*

Dentre os inúmeros projetos desenvolvidos pela SABESP, deve-se destacar as ações e tecnologias para tornar mais amplo o reúso de efluentes para fins industriais e outras aplicações não potáveis.

A empresa Aquapolo Ambiental faz parceria com a Foz do Brasil do Grupo Odebrecht Ambiental, empresa de engenharia ambiental da Odebrecht, que formaram uma Sociedade de Propósito Específico (SPE). O projeto é inovador e sustentável, capaz de produzir água de reúso para fins industriais destinada ao Polo Petroquímico do ABC Paulista, gerando uma economia importante de água potável, equivalente ao consumo de uma cidade de 500 mil habitantes. É um dos dez maiores empreendimentos do gênero no mundo, inédito no Brasil e emprega o estado da arte em tecnologia de tratamento de efluentes e geração de água de reúso, que é produzida a partir de esgoto processado na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) ABC. (AQUAPOLO, 2014)

Em abril de 2011, o projeto foi reconhecido pela revista *Global Water Intelligence*, como um dos mais inovadores projetos sustentáveis do mundo. (AQUAPOLO, 2014).

#### 2.2.2.1 *Metodologia - Aquapolo*

Quanto ao reúso, a empresa Aquapolo instalou a Estação Produtora de Água Industrial (EPAI) em área de 15 mil m<sup>2</sup> (metros quadrados), dentro da ETE ABC. Tanques de armazenamento de água de reúso, com capacidade para 70 milhões de litros também foram construídos de forma a evitar interrupções no fornecimento, com capacidade para fornecer até mil litros por segundo de água de reúso para o Polo Petroquímico de Capuava, o que ampliou em 13 vezes a sua produção de água de reúso. (SABESP, 2014).

A importância da metodologia é tratar a nível terciário os efluentes gerados pela ETE-ABC, com o objetivo de efetuar a remoção de poluentes específicos, ou ainda complementar a remoção de poluentes não suficientemente removidos pelo tratamento secundário.

## 2.3 *Descrição dos Tratamentos e suas Etapas*

### 2.3.1 *Tratamento preliminar*

No tratamento preliminar ocorre a separação de sólidos que se encontram no esgoto bruto. Remove sólidos grosseiros, além de detritos

minerais (areia) do esgoto. Ao final deste tratamento, o esgoto segue para o tratamento primário. Esse tratamento acontece através das seguintes etapas:

· **Gradeamento bruto e fino**

São barras metálicas paralelas e igualmente espaçadas, onde o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras é retido. Há grades grosseiras (espaços de 5,0 a 10,0 cm) e grades finas (1,0 a 2,0 cm). A principal finalidade do gradeamento é a proteção dos dispositivos de transporte dos efluentes (bombas e tubulações).

· **Caixa de areia**

Canal com velocidade de escoamento controlada ou tanque de área adequada à sedimentação de partículas, que pode vir a ser ou não mecanizada. Nessa etapa ocorre a remoção da areia e outros detritos minerais inertes e pesados por sedimentação. Este mecanismo ocorre da seguinte maneira: 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 entupimentos das canalizações; eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões, além de sedimentação desse material nos decantadores ou digestores, facilitar o transporte do líquido, principalmente, a transferência de lodo, em suas diversas fases.

### 2.3.2 Tratamento primário

O tratamento primário consiste na passagem do esgoto por uma unidade de sedimentação (decantador primário), onde ocorre a remoção dos sólidos sedimentáveis. As etapas de tratamento preliminar e primária, somadas, removem cerca de 60% a 70% de sólidos em suspensão e cerca de 20% a 45% da DBO e 30 a 40% de coliformes. (Telles & Costa, 2010)

· **Decantador primário (Tanque de sedimentação)**

Na etapa de sedimentação primária, o esgoto flui vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão cheguem gradualmente ao fundo, através da ação da gravidade e de sua densidade maior que o líquido circulante. Os sólidos nos decantadores pri-

mários constituem-se do lodo sedimentado e da espuma (material orgânico e mineral). O efluente tem como destino final o encaminhamento para o tratamento secundário. Uma parte destes sólidos em suspensão é compreendida pela matéria orgânica em suspensão.

### 2.3.3 *Tratamento secundário*

No tratamento secundário o esgoto passa sucessivamente pelos tanques de aeração e decantadores secundários. Na CEDAE, o lançamento no canal do Cunha ocorre na saída do tratamento secundário, que posteriormente atinge a Baía de Guanabara. Nesta etapa ocorre a remoção da matéria orgânica biodegradável contida nos sólidos dissolvidos ou finamente particulados. A matéria orgânica dissolvida é oxidada de forma a reduzir de 85 a 90% a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com o que se imita a conversão natural realizada pelos microrganismos que se alimentam com o material orgânico.

#### · **Tanque de aeração**

A remoção da matéria orgânica por reações bioquímicas é efetuada no tratamento biológico, que consiste de aeração por ar difuso aplicado através de difusores de bolhas finas instalados no fundo de cada tanque, que irá servir como fonte de oxigênio para atividades realizadas por microrganismos aeróbicos (bactérias, protozoários, fungos, entre outros.). A aeração permite a oxidação biológica e o crescimento de flocos biológicos com conseqüente redução da DBO. O lodo ativado é mantido pela biomassa decantada ao fundo dos decantadores secundários, que retorna aos tanques de aeração (Figura 4).

#### · **Decantadores secundários**

Os decantadores secundários são responsáveis pela separação dos sólidos em suspensão presentes no tanque de aeração, permitindo assim a saída de um efluente clarificado. O efluente do tanque de aeração é submetido à decantação, onde o lodo ativado é separado, voltando para o tanque de aeração, processo conhecido como retorno do lodo. O efluente líquido tratado, oriundo do decantador secundário poderá ter destinos diferenciados dependendo das empresas já citadas. Na CEDAE, o efluente líquido tratado poderá ser lançado no Canal do Cunha (Figura 5) e/ou é efetuada a sua reutilização para fins menos nobres; já na SABESP o mes-

mo será encaminhado para a Aquapolo para realização do tratamento terciário.



**Figura 4** - Tanque de aeração - CEDAE.

Fonte: <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=909262>



**Figura 5** - Finalização do processo, posteriormente lançado no Canal do Cunha – CEDAE.

Fonte: <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=909262>



Ao final do processo do tratamento secundário na CEDAE, para a produção de água para reúso, foi implantado na estação, um sistema de filtração, medição e desinfecção dos efluentes, com capacidade de produção de 80 metros cúbicos de água por hora. Além disso, o sistema possui filtro, bomba dosadora de cloro, tanque hipoclorito de sódio e um hidrômetro, que medirá o volume de água de reúso produzida. A previsão é de que sejam consumidos cerca de 5,5 mil metros cúbicos de água de reúso por mês. (Governo do Rio de Janeiro, 2013). Essa água está sendo utilizada nas obras do chamado “porto maravilha”, na região portuária da cidade do Rio de Janeiro, para o abastecimento de equipamentos de perfuração de rocha e para umedecer bases de pavimentos, vias e calçadas.

### 2.3.4 Tratamento terciário - Aquapolo

O processo terciário de transformação de água de reúso se inicia a partir do tratamento preliminar. Em seguida, o efluente resultante é direcionado ao tratamento biológico onde ocorre a remoção de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, através de processos aeróbios e anóxicos (quando as reações biológicas decorrem somente na presença de oxigênio combinado, as bactérias aeróbicas têm de romper as ligações do oxigênio com outros elementos para se oxigenar) e logo em seguida o efluente é encaminhado ao TMBR (Tertiary Membrane Bio Reactor), contendo membranas de ultrafiltração. Neste equipamento ocorre a retenção de sólidos e bactérias restantes. O líquido permeado do TMBR tem a sua qualidade controlada por meio de medidores “online”, que determinarão a necessidade ou não do uso do processo de Osmose Reversa, que atua principalmente na redução da condutividade da água.

A mistura entre as águas produzidas nas duas etapas, membrana de ultrafiltração e osmose reversa, ocorre no final do tratamento e, no final de todo o processo realizado neste tratamento terciário, aplica-se cloro com o objetivo de desinfetar a água, que estará pronta para o bombeamento por meio da adutora até o polo Petroquímico do ABC Paulista.

#### · **Tratamento Preliminar - Filtro de Discos**

O tratamento preliminar ocorre através de filtros de discos empilhados (Figura 6), que retêm os materiais sólidos com dimensões iguais ou superiores a 400 microns. O sólido é coletado e enviado para o tratamento do lodo na ETE ABC e o efluente filtrado segue para a etapa do tratamento biológico.



**Figura 6** - Filtro de discos- Aquapolo

Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276272-2.aspx>

### · Tratamento biológico

Ocorre nesta etapa a remoção de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, por meio de processos anóxicos e aeróbios. O efluente vai para o tanque de tratamento biológico (Figura 7), onde acontece a adição de soda



**Figura 7** - Tratamento biológico – Aquapolo

Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276272-2.aspx>

cáustica para o controle de pH, que ficará entre 6,5 e 7,5, permitindo que a ação biológica aconteça. O tratamento anóxico, caracterizado pela etapa de desnitrificação dos compostos nitrogenados, proporciona redução desses compostos ocorrendo assim a transformação dessas substâncias em nitrogênio gasoso. Depois, o efluente resultante desta etapa passa para as membranas de ultrafiltração.

#### · **Membrana TMBR (Tertiary Membrane Bio Reactor)**

Nesta etapa, ocorre o bombeamento do efluente para os tanques de ultrafiltração, que contem 63 módulos de membranas de ultrafiltração (Figura 8). Essas membranas ficam em suspensão dentro do tanque, com poros de 0,05 micron, sendo responsáveis por reter os sólidos e bactérias restantes do efluente. Trata-se de um sistema de tratamento por lodos ativados, onde o decantador secundário é substituído por membranas poliméricas especiais. O efluente filtrado entra pelos tubos das membranas e, caso tenha condutividade inferior a 720µS/cm (Microsiemens por centímetro), é fornecido diretamente para o uso industrial; caso contrário, o efluente fica reservado em um tanque. O lodo retido pela membrana volta para a etapa anterior para ajudar na biodegradação da matéria orgânica. Se o efluente apresentar condutividade superior a 720µS/cm, o mesmo será encaminhado para a Osmose Reversa.

#### · **Osmose Reversa**

A Osmose Reversa (Figura 9) promove a remoção de sais, que são partículas menores que 0,05 microns. O processo ocorre em



**Figura 8** - Membranas TMBR- Aquapolo

Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276272-2.aspx>



**Figura 9** - Osmose reversa- Aquapolo

Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276272-2.aspx>

tanques semelhantes a pilhas com membranas internas ultrafinas, que são enroladas em espiral. Esse efluente então é encaminhado para outro reservatório.

O efluente final passa por uma desinfecção, realizada através da aplicação de cloro gasoso (dióxido de cloro), visando evitar possível contaminação.

## 2. CONCLUSÃO

A água é fundamental para a sobrevivência, sendo cada vez maior a preocupação com sua escassez em determinadas regiões no planeta. As indústrias continuam investindo em novas tecnologias para economizar água doce, devido à expectativa de que uma eventual escassez possa prejudicar suas atividades. Neste trabalho, foram abordados aspectos relacionados ao reúso de efluentes, que não se destina a consumo humano, resultante do tratamento de esgoto em ETEs localizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro, pelas empresas SABESP e CEDAE, respectivamente.

Foi observado que a SABESP tem grande conhecimento no desenvolvimento de técnicas no tratamento preliminar, biológico, TMBR, osmose reversa e desinfecção, utilizadas para a obtenção de efluente reutilizado com qualidade. Já a CEDAE utiliza apenas técnicas de filtração e desinfecção com perspectivas de implantar novas técnicas. Os parâmetros determinados na água de reúso são: condutividade, pH, turbidez, coliformes e cloro, conforme os procedimentos recomendados na literatura.

Portanto, pode-se concluir que o tratamento de esgoto usada na SABESP e CEDAE, obtendo água para finalidades diversas, com exceção da potabilidade, é um excepcional uso internacionalmente adotado por reaproveitamento de água doce.

### 3. REFERÊNCIAS

AQUAPOLO. **Membrana de ultra filtração garante padrão mundial de qualidade.** São Paulo, SP. Disponível: <http://www.aquapolo.com.br/2012/04/09/membrana-de-ultrafiltracao-garante-tratamento-de-agua-com-padrao-mundial-de-qualidade> . Acesso em: 26/11/2014.

BIOPROJECT. **Reúso de água, Edital N° 27** . Disponível em: [www.bioproject.com.br/edital/bioproject%20-%20Edital%20N%2027.pdf](http://www.bioproject.com.br/edital/bioproject%20-%20Edital%20N%2027.pdf) . Acesso em : 22/10/2014

CEDAE. **CEDAE fornecerá água de reúso para obras de revitalização do porto.** Rio de Janeiro, Rj. Disponível em: [http://www.cedae.com.br/raiz/006010001.asp?cd\\_noticia=2594](http://www.cedae.com.br/raiz/006010001.asp?cd_noticia=2594) . Acesso em: 04/10/2014

CETESB. **O problema da escasez de água no mundo.** São Paulo, SP. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/37-o-Problema-da-Escasez-de-Água-no-Mundo](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/37-o-Problema-da-Escasez-de-Água-no-Mundo) . Acesso em: 20/11/2014

GUANABARA LIMPA. **Obras de saneamento no entorno da Baía de Guanabara.** Disponível em: <http://www.guanabaralimpa.eco.br/pagina-visualiza-conteudo.asp?local=divisao&cod=3493> . Acesso em: 07/10/2014

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. **ETE de Alegria ganha projeto pioneiro de Reúso de água.** Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=909262> . Acesso em: 10/10/2014

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. **CEDAE fornecerá água de reúso para obras da região Portuária.** Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=1470632> . Acesso em 11/10/2014

INFRA ESTRUTURA URBANA. **Água de reúso: conheça o projeto Aquapolo Ambiental.** Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/agua-de-reuso-conheca-o-projeto-aquapolo-ambiental-complexo-276272-1.aspx>. Acesso em: 20/11/2014.

REVISTA TAE. **Reúso industrial e aproveitamento de água pluviais: soluções viáveis para tempos de escassez.** Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=8012>. Acesso em: 27/11/2014

SABESP. **Água de reúso.** São Paulo, Sp. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=536>. Acesso em: 12/10/2014

SABESP. **Memórias.** São Paulo, SP. Disponível em: [http://memoriasabesp.sabesp.com.br/historia/ate\\_dias\\_atuais/ate\\_dias\\_atuais.asp.ano=1973](http://memoriasabesp.sabesp.com.br/historia/ate_dias_atuais/ate_dias_atuais.asp.ano=1973). Acesso em: 15/11/2014

SABESP. **Perfil.** São Paulo, SP. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=505>. Acesso em: 16/11/2014

SABESP. **Reutilize e contribua com a preservação dos recursos naturais.** São Paulo, SP. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=50>. Acesso em: 10/10/2014

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reúso de água no Brasil.** Anápolis, GO. Centro científico conhecer, Dezembro de 2011.

SHREVE, R. Norris; JR, Joseph S. Brink. **Indústrias de Processos Químicos.** 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997

TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Pacco. **Reúso da água.** 2.ed. São Paulo: Blucher, 2010.