

TRATAMENTO DE EFLUENTE PARA REUSO INDUSTRIAL - O PROJETO AQUAPOLO

ANA PAULA THOMAZELLI FERREIRA
FACULDADES OSWALDO CRUZ

CARLA HELENA OLDEMBURG
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE (FEA/USP)

CAROLINA FERREIRA DA COSTA
FACULDADES OSWALDO CRUZ

JULIO CESAR ZANZINI

RENATA TAVARES

TRATAMENTO DE EFLUENTES PARA REÚSO INDUSTRIAL: O PROJETO AQUAPOLO

FERREIRA, Ana Paula Thomazelli; OLDEMBURG, Carla Helena; COSTA, Carolina Ferreira da; TAVARES, Renata; ZANZINI, Julio César

E-mail: foc.tcm.ga@gmail.com

Faculdade de Tecnologia Oswaldo Cruz

Resumo: *O reúso dos efluentes tratados é uma saída para a escassez da água enfrentada nos últimos tempos. Buscando minimizar os impactos causados ao meio ambiente, e no intuito de reduzir a dependência dos recursos hídricos, nasce um projeto denominado Aquapolo. O mesmo consiste em uma estação de tratamento de água para reúso industrial, que produz água a partir do tratamento do esgoto da SABESP. Um sinônimo de sustentabilidade, pois além de reaproveitar o efluente que seria devolvido ao rio, o mesmo é direcionado para 10 empresas do Polo Petroquímico do Grande ABC com qualidade para atender os parâmetros exigidos, além de não utilizar mais água potável, disponibilizando a mesma para toda região do entorno, configurando a propriedade em estar em acordo com o envolvimento ambientalmente correto.*

Palavra chave: *Tratamento de efluentes. Reúso industrial. Projeto Aquapolo.*

Abstract: *The reuse of the treated effluents is an outlet for the water shortage faced in recent times. In order to minimize the impacts caused to the environment, and in order to reduce dependence on water resources, the project called Aquapolo is born. The same consists of a water treatment plant for industrial reuse, which produces water from the sewage treatment of SABESP. A synonym for sustainability, in addition to reuse the effluent that would be returned to the river, it is directed to 10 companies of the Large ABC Petrochemical Complex with quality to meet the required parameters, plus not drinking more water, making it available for all around region, configuring the property to be in accordance with the environmentally correct involvement.*

Keywords: *Treatment of effluents. Industrial reuse. Project Aquapolo.*

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural notadamente imprescindível para a vida e para o planeta, e hoje, devido aos variados usos deste bem e ao grande desperdício faz-se necessário à preocupação em usá-la de forma sustentável e responsável. A forma a qual as indústrias petroquímicas utilizam a água em seus processos produtivos, é ao mesmo tempo uma preocupação e curiosidade que se pretende clarear neste projeto, assim como os processos utilizados por ela.

A escassez enfrentada e, no intuito de reduzir a dependência dos recursos hídricos, fez com que nascesse um projeto denominado Aquapolo, que consiste em uma estação de

tratamento de água para reúso industrial. Tal projeto hoje fornece 650 litros/segundos de água de reúso para todo o Polo Petroquímico da Região do ABC Paulista, deixando de captar este mesmo volume do abastecimento de recursos hídricos.

Um investimento que proporcionou uma capacidade de armazenamento de água em 70 mil litros e uma economia de água potável de 2,58 bilhões de litros por mês, demonstrando quanto interessante e importante é o tema tratamento de efluente para reúso industrial, e o quanto benefícios o Projeto Aquapolo trouxe para a sociedade e para o meio ambiente.

O objetivo do Projeto Aquapolo é produzir água a partir do esgoto tratado pela SABESP e distribuir para 10 empresas do Polo Petroquímico do Grande ABC e, tais objetivos, estão perfeitamente alinhados a uma estratégia de sustentabilidade, incluindo a busca pela ecoeficiência na produção com o menor impacto ambiental possível.

Sua origem derivou dos períodos de estiagem, quando as empresas do Polo Petroquímico do Grande ABC que captam água do rio Tamanduateí, perceberam que o mesmo apresentava vazão insuficiente para o atendimento das demandas de todas as empresas do Polo, tornando necessária a implementação imediata de uma solução alternativa. Dessa forma, evitou-se a utilização do rio Tamanduateí para captação direta ampliou a sua vazão disponível e a utilização dos efluentes tratados voltados para sociedade em seu entorno, priorizando o abastecimento público.

A metodologia aplicada neste trabalho será embasada através de entrevistas perante aos profissionais qualificados e atuantes na área, em conjunto análise de documentos, livros, artigos científicos, leis, regulamentos e normas técnicas. Serão consideradas também pesquisas de campo, com intuito de coletar informações relevantes aplicáveis ao artigo científico em questão, objetivando gerar conhecimentos novos e úteis para contribuir com aspectos sociais, econômicos e ambientais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As ações antrópicas feitas ao longo de várias décadas no mundo todo causaram severas alterações na qualidade da água, solo e ar, afetando diretamente e indiretamente a população, fauna e flora da região. Um dos grandes fatores para isso foi o crescimento desordenado das cidades, junto com as atividades industriais e à falta de conscientização das pessoas (KUNZ, 2002).

Outro agravante é a falta de saneamento básico, onde Galvão Junior e Paganini (2009) concluem que afetam principalmente as populações mais pobres, expondo-as em contato com doenças que podem ser fatais. Por outro lado, nas últimas décadas, as pessoas e empresas começaram a investir em pesquisas para encontrar soluções que pudessem amenizar ou reverter os impactos ambientais, como a poluição dos corpos de água.

2.1 Tratamento de efluentes

O tratamento de efluentes busca a redução do esgoto e do volume de resíduos na água causados pelo setor industrial utilizando tecnologias limpas para poder economizar e reutilizar a água. Ele conta com a ajuda da aplicação de leis e multas ambientais, fiscalização e a regulação e prestação de serviços dos setores público e privado (GALVÃO JUNIOR; PAGANINI, 2009).

As técnicas que podem ser utilizadas no tratamento de efluentes e seus compostos variam de acordo com a sua necessidade, custo e eficácia. Eles podem ser físicos, químicos ou biológicos e infelizmente a maioria não garante 100% de eficiência e pode trazer algum efeito adverso (FUNGARO; SILVA, 2002).

Segundo Kunz (2002) uma das técnicas de tratamento muito úteis para absorver metais em água é a zeólita¹. Já Fungaro e Silva (2002) citam outras formas de tratamento, como a floculação, adsorção, oxidação eletroquímica, a biodegradação feita por fungos e bactérias, o tratamento de compostos orgânicos por ozônio e por fotocatalise heterogênea e a utilização de processos físicos como o carvão ativado.

Para indústrias do segmento Petroquímico, o tratamento de efluentes requer uma combinação de diferentes técnicas para remoção dos contaminantes em diversas fases do processo. Na etapa inicial, por exemplo: os elementos contaminantes passam por decantação, centrifugação, flotação, e em seguida os metais pesados geralmente passam por uma combinação de oxidação/redução, precipitação e filtração (ALVES, S/d.).

Em seguida para a remoção de compostos um sistema típico pode incluir neutralização, coagulação/floculação, flotação, sedimentação, filtração, biodegradação (lagoa aerada e lodo ativado) e clarificação, e por fim, um aperfeiçoamento usando filtração por membranas, carvão ativado ou tratamento químico pode também ser requerido.

2.2 Água de reúso

Mierzwa, Hespanhol (2005) diz que observando o ciclo da água percebe-se que notadamente se trata de um ciclo de reutilização, pois desde a sua existência ela transita por um caminho entre seus reservatórios, transformando-se sempre em água através de um mecanismo natural de depuração e limpeza, retornando muitas e muitas vezes das mais variadas formas.

Sendo este um ciclo natural, porém insuficiente para atender a toda demanda terrena Mierzwa, Hespanhol (2005) também afirmam que, os homens devem começar a pensar e se preocupar como reusar tal recurso ofertado pela natureza.

A água de reúso consiste no reaproveitamento de uma determinada água que foi insumo ao desenvolvimento de uma atividade, tal reaproveitamento ocorre a partir da transformação mediante tratamento decorrente de ações planejadas (ECYCLE, 2018).

Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reúso quando se utiliza água de efluente pós-tratados para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade, reduzindo a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior (CETESB, S/d).

2.3 Estudo de caso

O Projeto Aquapolo (Figura 1) foi inaugurado em 29 de novembro de 2012, um projeto elaborado para utilização de água de reúso para fins industriais com a capacidade para produzir até 1.000 litros por segundo de água de reúso. O projeto abastece todo o Polo Petroquímico do Grande ABC, e sua capacidade de produção é equivalente ao consumo de água potável de até 300 mil moradores (SABESP, 2012).

Figura 1 Estrutura do Aquapolo.

¹ Mineral de um grupo abrangente de aluminossilicatos hidratados, brancos ou transparentes, de composição análoga à dos feldspatos, com sódio, cálcio e potássio (raramente bário e estrôncio) como seus metais principais (ECHOWATER, 2018).



Fonte: Reis, S/d

A oferta de uma água de reúso de qualidade, feita sob medida para as indústrias, reduzirá os custos e aumentará a vida útil dos equipamentos, o que garantirá a permanência das fábricas na região e permitirá a expansão de suas plantas e contratação de novos funcionários, conforme Sabesp (2012).

A BRK Ambiental (2017) afirma se tratar de um projeto inovador que produz água de reúso a partir do esgoto tratado pela estação de tratamento de esgoto da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

Uma grande melhoria imediata no abastecimento de água potável para a população da região do Polo Petroquímico foi detectada, pois parte da água potável que abastecia o processo produtivo passa a ser completamente direcionada para o abastecimento da região. Outro fator importante detectado foi a crise hídrica de 2015, pois, devido o Aquapolo ter iniciado as atividades e fornecimento da água de reúso em 2012, o Polo Petroquímico não sofreu nenhum tipo de impacto, pois a origem de sua água se dá através do esgoto tratado pela SABESP.

O processo do Aquapolo se inicia na captação do esgoto tratado, denominado estação elevatória de baixa carga, onde 30% do esgoto secundário que já passou por um processo de tratamento na SABESP é direcionado para o Aquapolo como matéria-prima, e os 70% restante é despejado no curso do rio sem prejudicar o meio ambiente, pois já recebeu todo o tratamento adequado para tal destinação.

O monitoramento dos parâmetros do esgoto recebido pela SABESP é acompanhado pelo Aquapolo, para que assim possam avaliar se há a existência de alguma anomalia e/ou carga tóxica, para que as ações sejam tomadas antes mesmo de chegar no tratamento da própria SABESP e, conseqüentemente, impactar o restante do processo. Portanto, parte do efluente que normalmente seria retornado a natureza é captado de forma individual por 6 decantadores, e bombeado em seguida para unidade de tratamento preliminar do Aquapolo, denominados de filtros de disco.

Os filtros de discos demonstrado na Figura 2, têm a função de reter sólidos (de até 400 micra) e materiais que possam eventualmente danificar as membranas de ultrafiltração pertencentes a etapa seguinte do processo. O efluente passa pelos módulos filtrantes compostos por discos rígidos um a um através de um conjunto de baterias, e na seqüência, o líquido é enviado para o tanque biológico, onde os microrganismos atuam para remover a matéria orgânica.

Figura 2 Filtros de disco.



Fonte: BRK Ambiental, 2017

A microbiologia presente no tanque biológico do sistema vive em situação de “*stress*”, pois a concentração biológica é pobre, e para melhorar um pouco essa situação, aproximadamente 60m³ por semana do resíduo da indústria Heineken (extrato de cerveja, refrigerante, suco) que possui uma concentração de carga orgânica alta é colocada no processo, tal carga orgânica se torna positiva, pois está livre de contaminantes como por exemplo metais, proporcionando uma economia de 30% à 40% na utilização da soda, tendo como gasto apenas o transporte do resíduo da Heineken, ou seja, tal volume serve de matéria prima para o processo do Aquapolo, enquanto é um resíduo para Heineken.

O processo do tanque biológico se dá através um sistema denominado TMBR (*Tertiary Membrane Bio Reactor*)² apresentado na Figura 3, que consiste em um tratamento por um reator biológico, removendo o nitrogênio, fósforo e matéria orgânica através de processos anóxicos³ e aeróbios⁴.

Figura 3 Tanque biológico.



Fonte: BRK Ambiental, 2017

Tal processo é circular e faz com que uma parte dele retorne para dentro da câmara com chincanas para que haja reações químicas, deixando de consumir a soda e

² Bio Reator de Membrana Terciária

³ Ausência de oxigênio

⁴ Presença de oxigênio

recuperando assim a alcalinidade do sistema, e a outra parte do efluente é bombeada para os 63 módulos de membranas de ultra filtração (Figura 4).

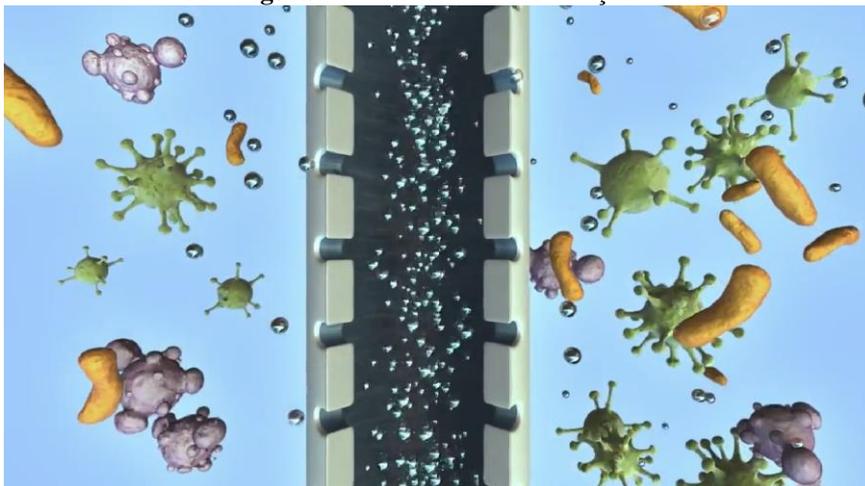
Figura 4 Módulos de membranas em operação.



Fonte: Reis, S/d

Nos módulos das membranas existem bombas que criam um vácuo succionando o efluente, realizando a filtração de 0,05 micra retendo vírus, bactérias além de todos os sólidos (Figura 5). Um processo utilizado para filtrar todo o efluente, tornando o límpido e apto para reutilização.

Figura 5 Membrana de ultrafiltração.



Fonte: BRK Ambiental, 2017

A filtração do sistema de membranas é de 70 litros por segundo, onde a água sai limpa (Figura 6), porém tal sistema não consegue reter os sais, e por isso precisa redirecionar parte do efluente tratado para a Osmose Reversa.

Figura 6 Efluente filtrado pelos módulos das membranas.



Fonte: Próprio autor

O processo nos módulos de membranas é intermitente, onde as bombas que succionam o efluente, pausam para que em seguida realizem uma aeração. Essa aeração não é para gerar oxigênio, e sim, para realizar uma limpeza mecânica da membrana, fazendo com que as mesmas se agitem e soltem os resíduos e lodos grudados nela com a própria água que foi filtrada, que retorna e faz uma retrolavagem na membrana. Além deste processo, diariamente é feita uma limpeza de manutenção com solução de hipoclorito para remoção orgânica, injetando a solução dentro da membrana (de dentro para fora), e a cada 15 dias uma limpeza com ácido cítrico para remoção inorgânica.

O sistema de filtração dos módulos das membranas recebe mais efluente do que filtra, para que uma circulação se mantenha ativa evitando a formação de lodo na membrana e no próprio tanque. Porém, a formação do lodo biológico ativado vai aumentando, e a cada 15 dias o mesmo é redirecionado para filtros prensas que em seguida a SABESP desidrata, realizando a destinação adequada do mesmo.

Além de toda manutenção diária e periódica realizada nos módulos das membranas, uma vez ao ano as mesmas sofrem uma limpeza de manutenção de fora para dentro, onde todo o lodo é retirado do tanque que em seguida é cheio com água de ultra filtração adicionado de hipoclorito, deixando as membranas em repouso na solução por 12 horas, após esse período é adicionado o ácido cítrico e novamente deixado as membranas em repouso por mais 12 horas, tornando as membranas limpas e brancas novamente (Figura 7), facilitando a permeabilidade e filtração com eficiência novamente.

Figura 7 Limpeza de manutenção das membranas.



Fonte: Próprio autor

Após essa limpeza é realizado um teste denominado teste de bolha, onde o procedimento consiste em injetar ar dentro da membrana e avaliar se há algum furo ou se alguma membrana está danificada.

O líquido que foi permeável do TMBR é redirecionado para o tanque de distribuição, que tem por finalidade redirecionar 25% do efluente para o sistema de Osmose Reversa, para que os vinte e um parâmetros exigidos pelo Polo Petroquímico sejam atendidos.

A Osmose Reversa (Figura 8) é um sistema físico muito sensível, cuja função é baixar a salinidade da água, já que ela reduz a vida útil dos equipamentos industriais. O pré-tratamento da osmose é quem diz o quanto de tempo as membranas do processo de osmose durarão. As medições do efluente antes da entrada na osmose são realizadas exatamente para analisar tais padrões, além disso são realizadas dosagens de biocida que é para evitar a formação de microrganismo no decorrer da membrana e é um anticrustante, que evita a formação de incrustações na membrana, impossibilitando a filtração. No efluente que é direcionado para osmose, não é permitido a dosagem de dióxido de cloro (ClO_2), pois as membranas deste sistema são totalmente sensíveis a este produto e podem ser danificadas.

Figura 8 Sistema de Osmose Reversa.



Fonte: Próprio autor

A água de Osmose produzida é estocada, e em seguida direcionada a proporção necessária para a realização do *blend*⁵ com a mistura de água de ultra filtração perante o tanque de reservação. Neste momento a água de reúso está praticamente pronta para a distribuição.

Visando prevenir eventuais interrupções e corrigir possíveis ajustes de qualidade da água, o Aquapolo concebeu 4 tanques de reservação cobertos que armazenam a água de reúso, com capacidade para 70 mil m^3 , atendendo as exigências do cliente quanto a qualidade e volume constante, no entanto 500 litros por segundo é produzido apenas para abastecimento do cliente, e é neste momento que a desinfecção é utilizada, com a aplicação de dióxido de cloro.

Em seguida, a água de reúso é bombeada pela estação elevatória de alta carga até o Polo Petroquímico para sua utilização em torres de resfriamento e reposição de água de caldeira para geração de energia. Tal estação atua com 3 bombas com 11kg de pressão, onde 1 permanece ativa e 2 de reserva, conforme apresentado na Figura 9.

⁵ Mistura.

Figura 9 Estação elevatório de alta carga.



Fonte: Próprio autor

Após a transformação dos efluentes, a água de reúso percorre 17 quilômetros de adutora em um período de 8 horas, abastecendo todo Polo Petroquímico, preservando os recursos hídricos e garantindo a permanência e sustentabilidade do mesmo, além de proporcionar crescimento e expansão ao comércio e indústrias da região com o fornecimento de água de qualidade, e em todo o trajeto da adutora a metodologia construtiva adotada garantiu o menor transtorno possível durante a sua implantação, zelando pela segurança da população e dos imóveis.

A água de reúso produzida e distribuída pelo Aquapolo não se destina ao consumo humano, mas as diversas aplicações industriais tornando-se uma solução que contribuiu para manter o abastecimento de água potável dos habitantes do Grande ABC, garantindo a água potável e demonstrando que despoluir sempre é possível (FOZ DO BRASIL, 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio de transformar esgoto tratado em água para as indústrias, levou a SABESP em parceria com iniciativa privada a investir no projeto Aquapolo Ambiental. Um projeto inovador que transforma esgoto em água de reúso para abastecimento de empresas no Polo Petroquímico do ABC.

A água de reúso industrial é produzida a partir do esgoto tratado na estação de tratamento de esgoto do ABC, onde parte do efluente que seria devolvido a natureza é redirecionado para o Aquapolo como matéria-prima, passando por um tratamento complementar para que em seguida seja redistribuído as indústrias do Polo Petroquímico, aumentando assim a oferta de água potável para a população da região do Grande ABC.

Com capacidade de fornecer 1000 litros por segundo, quantidade suficiente para abastecer uma cidade de 300 mil habitantes, o Polo Petroquímico do ABC está com abastecimento garantido por um período de 40 anos.

Além da economia nos recursos hídricos e também a preservação do meio ambiente, existe a economia monetária, pois enquanto 1000 litros de água tratada custam em média R\$ 10,00 (dez reais), a mesma quantidade de água de reúso custa em meia R\$ 3,00 (três reais).

A oferta de uma água de reúso de qualidade, feita sob medida para as indústrias não apenas traz a redução de custos como benefício, mas proporcionar também o aumento da vida útil dos equipamentos, garantindo a permanência das fabricas na região e

possibilitando a expansão de suas plantas como também a contratação de novos funcionários.

Portanto, quanto o maior uso de água tratada de esgoto, menor será a pressão sobre as nascentes e mananciais que abastecem São Paulo.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. *Água Residual Petroquímica: Geração de efluentes da indústria petroquímica e processos convencionais de tratamento*. S/d. Disponível em: < https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11608/11608_4.PDF>. Acesso em: 25 mar. 2018.

BRK AMBIENTAL. *Aquapolo: o maior projeto de água de reúso do Hemisfério Sul*. 2017. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=IZ4LQJRRquM>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). *Águas Interiores: Reúso de Água*. Disponível em: < <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

ECHOWATER. *Tratamento de água e efluentes industriais*. Disponível em: <<https://echowater.com.br/meio-filtrante/zeolito-meio-filtrante/>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

ECYCLE. *Quais as diferenças entre reúso de água e aproveitamento de água das chuvas?*. Disponível em:< <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/43-drops-água/2629-diferenca-reuso-de-água-reaproveitamento-água-das-chuvas-residuarias-aproveitamento-cloro-norma-aplicacao-calculo-potavel-indireto-nao-planejado-cemiterios-refrigeracao-campos-de-golfe-marinhos-tipos-aquiferos-intrusao-lavagem-veiculos.html>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FOZ DO BRASIL. *Aquapolo*. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FNonpuBvM6I>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FUNGARO, D. A.; SILVA, M. G. Utilização de Zeólita preparada a partir de cinza resíduária de carvão como adsorvedor de metais em água. *Quim. Nova*, v. 25, n. 6B, p. 1081-1085, 2002.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos Conceituais da Regulação dos Serviços de Água e Esgoto no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 14, n. 1, p. 79-88, 2009.

KUNZ, A. *et al.* Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. *Quim. Nova*, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. *Água na indústria: uso racional e reúso*. Oficina de Textos, 2005.

REIS, R. *Aquapolo: banco de imagem*. S/d. Disponível em: < <http://www.aquapolo.com.br/comunicacao/gallery1/>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). *Foz do Brasil e Sabesp inauguram o maior projeto de água de reúso do Brasil*. 2012. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoId=65&id=4894>. Acesso em: 25 mar. 2018.