

## ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR MEMBRANA PÓS-TRATAMENTO

**Stella Leandro Demetrio** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Franciele Aparecida Muniz Henrique** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Veridiana Soligo Sgarbossa** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Dicesar Correia** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**Raquel Carnivale Silva Melillo** (Centro Universitário Padre Anchieta)

**RESUMO:** A disponibilidade de água com qualidade para consumo, torna-se um assunto cada vez mais importante para a manutenção da vida. A contaminação crescente e o desperdício afetam as principais reservas. Para tanto propõe-se a necessidade de estudar novas alternativas de tratamento de efluentes que sejam eficazes e viáveis. Por essa razão o objetivo deste artigo é de avaliar a eficácia do tratamento de efluentes industriais e domésticos nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Jundiaí, localizado no Estado de São Paulo, com o emprego de uma Membrana de Ultrafiltração (UF). Para isso foram analisados os índices de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH e temperatura do efluente antes e pós tratamento com a membrana. Para a realização do ensaio de UF, foram coletadas amostras, nos meses de março e maio, de efluentes das estações da Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ), da ETE Fernandes e da ETE São José. Após a realização dos ensaios, os resultados obtidos demonstraram que houve uma diminuição significativa nos índices de DQO e DBO pós tratamento com membrana, no que se refere a necessidade de oxigênio por parte da matéria orgânica, confirmando o esperado e trazendo perspectivas positivas ao emprego de novas tecnologias.

**Palavras chaves:** Tratamento. Membrana. Efluente.

**ABSTRACT:** The availability of water quality for drinking, it becomes an increasingly important issue for the human life. The increasing pollution and waste affect the main reserves and everyday life, therefore there is a need to study new alternatives for wastewater treatment that are effective and feasible. The aim of this article was to evaluate the effectiveness of the treatment of industrial and domestic wastewater in sewage treatment plants (WWTP) in the city of Jundiaí, in the State of São Paulo, with the use of an ultrafiltration membrane (UF). the demand indexes were analyzed chemical oxygen (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), pH and effluent temperature before and after treatment with the membrane. To perform the UF study, samples were collected in the months of March and May, the stations effluents: Sanitation Company of Jundiaí (CSJ), ETE Fernandes and ETE São José After the tests, the results showed. that there was a significant decrease in the rates of COD and BOD after treatment with membrane, as regards the need for oxygen by the organic matter, confirming the expected and bringing positive prospects for the use of new technologies.

**Keywords:** Treatment, Membrane, Effluent.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, essencial à existência ao bem-estar do homem e a manutenção dos ecossistemas, sendo o maior bem da humanidade. Apesar de sua importância, é um recurso cada vez mais escasso, mesmo sendo considerado o recurso natural mais abundante no planeta (SEGALA, 2016).

Sabe-se que somente uma pequena parte de toda água mundial está disponível para os seres humanos, já que 97,5 % da água do planeta encontra-se nos mares e oceanos, ou seja, água salgada (GIACOBBO, 2010).

O uso controlado da água potável é necessário, uma vez que abastece diariamente mais de 7 bilhões de pessoas que habitam o planeta. Entretanto, enfrentamos uma crise de abastecimento, ou seja, estima-se que aproximadamente 40 % da população mundial atualmente vive sob situação de estresse hídrico (SEGALA, 2016).

Segundo estudos desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas - ONU, a pequena quantidade de água disponível é suficientemente para todas as atividades terrestres e para a manutenção da vida humana. No entanto, dados do Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), indicam que há três problemas principais relacionados a água potável, das quais estão distribuição, o desperdício e a sua contaminação (ONU, 2010).

Geralmente muitas comunidades utilizam mais água o que realmente necessitam enquanto outras sofrem pela escassez, além disso às mudanças no uso do solo e supressão de vegetação impedem a recarga de lençóis freáticos e a drenagem natural para a reposição dos rios. Somado a esse cenário, a contaminação da água pelos esgotos ocasionados pelo crescimento populacional, aliado ao aumento do uso do solo impulsionado pela agricultura e a atividade industrial, termina por deteriorar significativamente a qualidade desse recurso. (ONU, 2010).

O setor industrial é um dos maiores responsáveis pelo grande consumo de água e também um dos maiores responsáveis pela liberação de efluentes despejados nos corpos d'água. Com isso, há uma grande necessidade de desenvolver novas tecnologias para o tratamento adequado desse efluente (GIACOBBO, 2010).

Os custos para o tratamento dos efluentes costumam ser altos, mas existem tecnologias que prometem trazer a qualidade necessária ao seu processo de tratamento. Dentre essas tecnologias a serem aplicadas estão, a ultra filtração por membrana, que atua como

complemento à ação da ETE, podendo haver uma comparação da eficiência do tratamento por membrana em estações de tratamento, almejando a preservação e a melhor qualidade do meio ambiente.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Tratamento de efluente**

O Efluente pode ser visto como, um resíduo proveniente das atividades humanas, originados de processos industriais, que são lançados no meio ambiente a partir da rede de esgoto, causando alteração na qualidade nos corpos receptores, ou seja, a poluição.

O efluente industrial é só uma porcentagem da contaminação dos corpos d'água, já essa situação é mais dramática se somando os efluentes domésticos, geralmente compostos por dejetos provenientes de residências, edifícios comerciais, ou quaisquer edificações que contenham banheiros e cozinhas. Sua composição inclui sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fosforo) e organismos patogênicos (ECOSAN, 2016).

Os efluentes são os grandes responsáveis pelo desenvolvimento de agentes patogênicos, agentes esses, capazes de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros em circunstâncias favoráveis em meio ambiente. Por isso, a alimentos destinados ao consumo da população, podem apresentar algum tipo de contaminação microbiana, responsável por causar sérias doenças a quem os consumir alimentos contaminados (ECOSAN,2016).

Existem grupos de bactérias patogênicas que vivem no intestino dos animais de sangue quente e que se dividem-se em coliformes totais e coliformes fecais. A maior parte destas bactérias não reflete nenhuma ameaça à saúde humana, observado que vivem no nosso trato intestinal, sendo utilizadas como bioindicadores. Se encontrados na água, estes microrganismos podem indicar que houve despejo de origem fecal no esgoto a partir de descargas ilegais, que podem ser prejudiciais à nossa saúde, podendo causar doenças como a febre tifoide e a cólera (CALÇARÃO, 2010).

### **2.2. Legislações**

No artigo 21, inciso XX da Constituição Federal, fica estabelecido como competência da União “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes”; já o inciso IX, do artigo 23, aponta a competência conjunta entre União,

Estados e Municípios no que se refere à promoção de “programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

Na Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal N° 11.445, 05 de janeiro de 2007, é determinado que a prestação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por órgão, autarquia, fundação de direito público, consórcio público, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual, do Distrito Federal, ou municipal, na forma da legislação, assim como por empresa a que se tenham concedido os serviços. A mesma estabelece diretrizes de universalização dos serviços de saneamento básico, garantindo acesso de qualidade e quantidade suficiente às necessidades da população, fundamentando-se no conceito de saneamento básico como um conjunto de serviços e infraestrutura (BRASIL, 2007).

No Brasil, existem legislações ambientais vigentes no âmbito federal e no âmbito estadual, sendo assim, cabe à União, a competência de legislar em âmbito nacional, contando com órgãos como o CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente que, estabelece resoluções para exploração e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 2016).

Cada estado brasileiro, por sua vez, estabelece diretrizes específicas próprias e possui um órgão competente de acompanhamento como, no estado São Paulo, a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, cuja função é fiscalizar, monitorar e licenciar atividades geradoras de poluição, atentando-se a preservar e controlar a qualidade dos corpos d’água, do ar e do solo (CETESB, 2016).

De acordo com a Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, são observados as condições e padrões para a qualidade da água doce classificadas em quatro classes, sendo elas classe 1, 2, 3 e 4 (CONAMA, 2005). As ETEs localizadas no município de Jundiaí - SP, seguem os padrões de lançamento de efluente classificados em rios classe 2 e classe 4. Ressalta-se que a classe 2, é mais restritiva do que o de classe 4, entretanto, não é permitido alguns componentes em ambas as classes como materiais flutuantes, coliformes totais e coliformes fecais em grandes quantidades, entre outros. A Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores, complementa e altera parcialmente a Resolução N° 357 (CONAMA, 2011).

No âmbito estadual, a legislação vigente utilizada nas ETEs é o Decreto n° 8468, aprovado pelo Governo de Estado de São Paulo em 08 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção

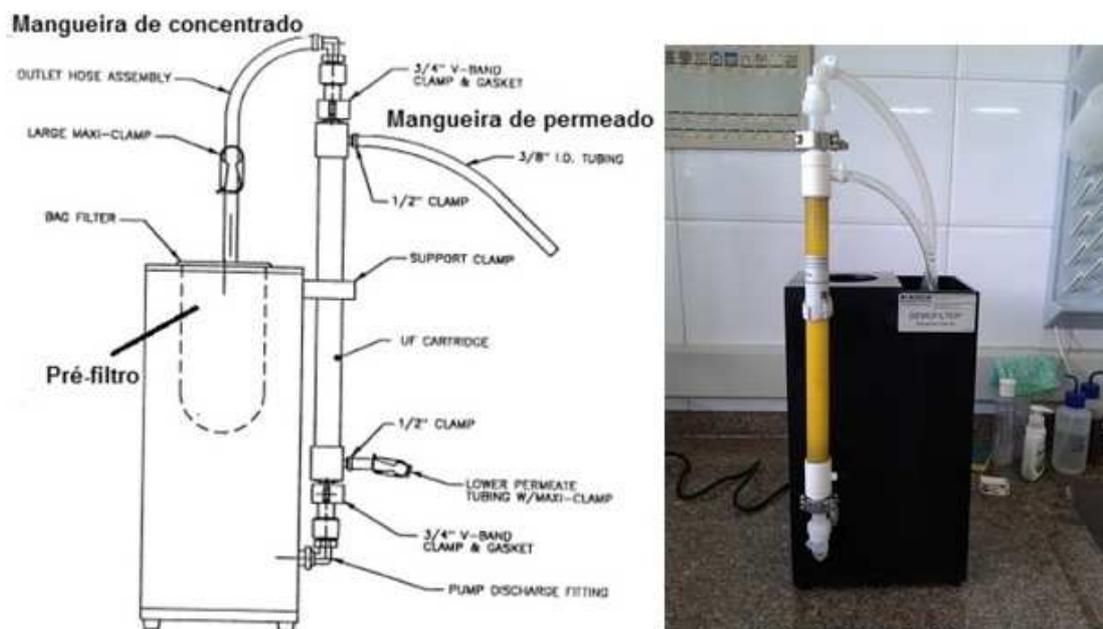
e controle da poluição do meio ambiente, sendo um dos padrões de emissões, o artigo 19 A. Tal artigo estabelece que o efluente só poderá ser lançado, provido de tratamento com capacidade e tipos adequados, sendo algumas condições o pH (entre 6,0 e 10,0), com temperatura inferior a 40° C, sem óleos ou graxas visíveis, ou substâncias explosivas e inflamáveis e não permitindo águas pluviais em qualquer quantidade (SÃO PAULO, 1976).

### 2.3.Membranas de Ultrafiltração

Observa-se que o uso por membranas se mostra bastante promissor, pois as membranas se tornam barreiras para sólidos sedimentáveis, como óleos e graxas, entre outros. Ou seja, de maneira geral, a membrana é uma barreira que restringe totalmente ou parcialmente o transporte de espécies químicas presentes no efluente.

As membranas de ultrafiltração constituem uma tecnologia de filtração excelente para o polimento de efluentes. Sendo de fibra oca, oferecendo um desempenho superior de separação e rejeitam efetivamente bactérias e vírus. A figura 1 demonstra o esquema de funcionamento da membrana e a fotografia do equipamento utilizado no projeto.

Figura 1 – Esquema de funcionamento da membrana



Fonte: Koch Membrane System (2016)

As primeiras membranas foram utilizadas na década de 50, em uma aplicação comercial para a dessalinização de águas marinhas e salobras por meio de osmose reversa (VIDAL, 2006).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1.ETE e Amostragem**

Os estudos foram desenvolvidos ao longo do estágio realizado na empresa DAE S/A Água e Esgoto, do município de Jundiaí-São Paulo, que envolve três estações de tratamento de esgoto, que são a ETE Fernandes, ETE São José e a ETE – Jundiaí, concessionária Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ). Então para tanto, primeiramente foi estudado os padrões de funcionamento das estações de tratamento, para que pudesse ser compreendido as possíveis oscilações de informações, quanto da aplicação da membrana para que se pudesse observar sua eficiência, e que se comprovada, poderíamos instala-las nas três estações, garantindo que essa seria a alternativa encontrada para reutilizar o recurso natural. Efetivamente os testes de laboratório com as coletas do efluente, foram iniciados. Foram coletados os dados da Companhia de Saneamento de Jundiaí – CSJ, da ETE Fernandes e da ETE São José. A primeira etapa do trabalho foi compreender as diferenças entre as estações como o tipo de efluente que cada uma recebe e a metodologia aplicada ao tratamento do mesmo.

Então, foram analisados os dados das amostragens realizadas pela própria equipe da CSJ e ETES. As coletas da Companhia de Saneamento de Jundiaí foram realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, e as coletas das ETES Fernandes e São José foram realizadas somente nas segundas-feiras dos meses de março e maio de 2016, por profissionais altamente treinados e equiparados com equipamentos de proteção individual - EPI.

O efluente quando coletado passa por aferição de pH e temperatura, e em seguida passa pelo processo de armazenamento em caixas térmicas, nas quais são adicionadas placas de gelo para manter a temperatura da amostra.

Quando encaminhado ao laboratório para as análises foi medido novamente a temperatura do efluente, pois os valores de pH são considerados irrelevantes em comparação com a primeira medição.

Assim que chega ao laboratório, o efluente coletado foi dividido em duas partes, sendo que a primeira parte foi passada pela membrana e na outra foram realizadas as análises de DBO e DQO para se ter as comparações de resultados antes e pós filtração por membrana.

#### **3.2. Métodos analíticos**

- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** No tratamento de efluentes, o efluente é submetido a um processo químico, que tem como objetivo avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido que é consumido em meio ácido. Após a determinação, é possível estabelecer a quantidade de oxigênio que a matéria requer para que seja oxidada, sendo ela biodegradável ou não (SOUZA, 2016).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** O processo biológico do tratamento de efluentes tem como objetivo diminuir a quantidade de oxigênio necessária para a estabilização da matéria orgânica. O valor da DBO é usado para obter a carga orgânica dos efluentes e dos recursos hídricos. Obtendo-se esse valor é possível a identificação da necessidade da aeração para que ocorra a degradação da matéria orgânica. Quanto menor for o nível da demanda de oxigênio, menos poluente será esse efluente (DELTA SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011).

- **pH:** A finalidade é indicar a acidez, neutralidade ou alcalinidade, tornando a mistura de todos os efluentes uma única solução homogênea, e a neutralização tem por finalidade ajustar o pH da solução já homogeneizada, permitindo a precipitação dos metais, uniformizando os efluentes com as características físico-químicas diferentes. O pH deve ficar entre 8,0 e 9,0, para garantir desta maneira a precipitação dos metais contidos nos efluentes (DIPPOLD, 1997).

O pH representa a atividade de hidrogênio na água, resultante da dissociação da própria molécula da água e depois pelo hidrogênio proveniente de fontes como efluentes industriais que resulta da “fase ácida” da decomposição anaeróbia da matéria orgânica (PIVELI, 2016).

- **Temperatura:** É um dos fatores mais importantes na digestão anaeróbia do esgoto, uma vez que afeta os processos biológicos de diferentes maneiras. Dentre os principais efeitos da temperatura incluem-se as alterações na velocidade do metabolismo das bactérias e na solubilidade dos substratos (RITTMANN E MCCARTY, 2001 apud. SANTOS, 2010).

Outra influência importante da temperatura se dá na fração dos sólidos orgânicos que pode ser metabolizada no processo de digestão anaeróbia, a fração de material orgânico que foi digerida diminui juntamente com a diminuição da temperatura (SANTOS, 2010).

### 3.2. Limpeza química da membrana

Primeiramente foi verificado se as braçadeiras de aço estão apertadas e se o restritor de vazão de concentrado encontra-se aberto para que não haja vazamentos externos pela pressão exercida do compressor. Após filtrar o efluente tratado, iniciou-se o processo de limpeza da membrana.

O processo de limpeza iniciou com o acréscimo de 2,5 litros de água ultrapura, ou seja, água destilada, circulando em um período de 2 minutos, para retirar o efluente que permaneceu na membrana. Essa água é descartada e sequencialmente a membrana circula em um período de 30 minutos com 5 litros de água ultrapura e 150 ppm (4,5 ml) de hipoclorito, em que as mangueiras de concentrado e permeado tiveram que permanecer dentro do reservatório.

Após terminar os 30 minutos com hipoclorito, repete-se o processo com água por 2 minutos. Após esse período, foi realizada a correção de pH do ácido cítrico para pH=3,0 em 5 litros de água e, repetiu-se o processo de circulação da membrana. Ao final do processo, desliga-se a membrana deixando-a em meio aquoso para que não haja o ressecamento de suas fibras, o restante da água do processo foi descartado (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Estações de tratamento de esgoto de Jundiaí

Foram identificadas diferenças importantes entre as estações estudadas, conforme descrito nos itens a seguir:

**I - Companhia de Saneamento de Jundiaí – CSJ:** A Prefeitura Municipal de Jundiaí - SP delegou à Companhia de Saneamento de Jundiaí - CSJ, pelo regime de concessão de serviço público precedido de execução de obra pública, a gestão do Sistema de Tratamento e Disposição Final dos Esgotos Sanitários do município de Jundiaí (COBRAPE, 2016). A ETE Jundiaí – ETEJ trata todo o esgoto coletado, constituído de redes coletoras, interceptores, emissário, 7 (sete) Estações Elevatórias de Esgoto – EEE, e para atendimento das áreas de contribuição das bacias hidrográficas dos rios Jundiaí-Mirim e Jundiaí (calha), recebe contribuição do Rio Guapeva, ribeirões da Estiva e Caxambu, bem como de toda a bacia da calha do Rio Jundiaí (COBRAPE, 2016).

Segundo a Companhia de Saneamento de Jundiaí (2016), na ETE de Jundiaí, o tratamento dos efluentes ocorre conforme descrito abaixo e apresentado na figura 2.

a) Tratamento físico: o tratamento empregado é contínuo e consiste primeiramente da chegada do efluente até a estação. Em seguida é direcionado ao gradeamento, para remover os sólidos presentes. Existem dois tipos de grades, a grossa com 10 centímetros e a fina com 10 milímetros, impedindo a passagem desses sólidos que possam prejudicar as etapas do tratamento. Após passar pelo gradeamento, o efluente é direcionado a estação elevatória, onde

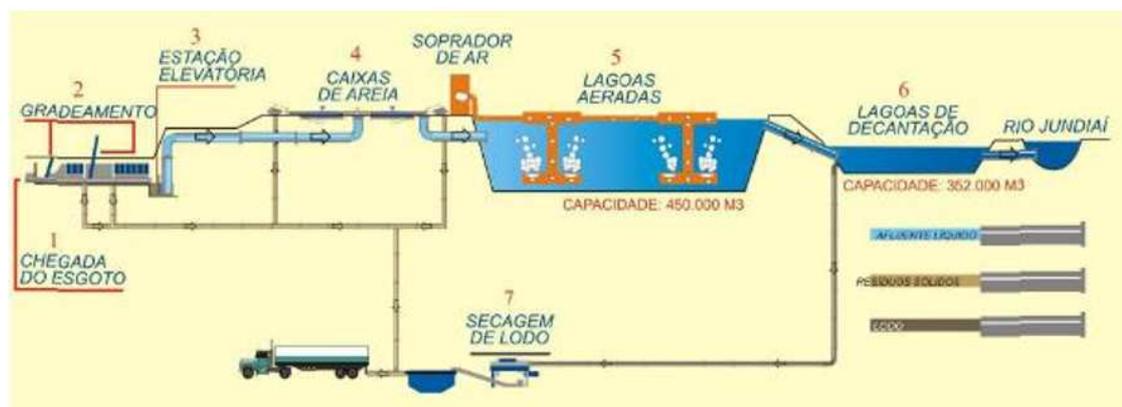
serão utilizadas bombas submersas para elevar o esgoto para a próxima etapa de tratamento pelo fator topográfico do terreno. Seguidamente vão para a caixa de areia (desarenador), que é um equipamento que faz a retirada de areia e outros sólidos presentes no efluente pelo processo de decantação e raspagem, auxiliado por um parafuso, se faz essa retirada da areia e que é alocada em uma caçamba, para destinação final em aterro sanitário.

b) Tratamento biológico: o efluente fisicamente tratado é prontamente encaminhado para as lagoas de aeração, onde ocorre o tratamento biológico, um processo natural, em que bactérias degradam a matéria orgânica existente no efluente. São utilizados sopradores em formas de “chuveiros” para liberar oxigênio para as bactérias, que irão se alimentar da matéria orgânica presente no efluente, assim formando o lodo.

c) Separação do lodo: após tratamento biológico o efluente vai para as lagoas de decantação. Estas lagoas contam com sistemas de agitação, e com isto os flocos biológicos sedimentam, formando o lodo. O efluente tratado, sem os flocos biológicos e sem a maior parte da poluição com que chegou à ETEJ, pode ser lançado no Rio Jundiá sem causar danos ao meio ambiente e dentro dos padrões do Decreto Estadual 8.468/76, para descartes em rios.

d) Resíduo final: o lodo que decanta nas lagoas de decantação, é dragado e desidratado por centrifugação. Após desidratado, é misturado a diversas matérias orgânicas para ser tratado através de compostagem termofílica, resultando em fertilizante, que não são utilizados diretamente para o consumo humano, pois são classificados como classe D, ou seja, só poderão ser utilizados para plantas que não produzem frutos como o eucalipto, cana-de-açúcar, entre outros.

**Figura 2 – Fluxograma da ETE Jundiá**



Fonte: CSJ (2016)

**II - ETE Fernandes:** A ETE Fernandes é parte integrante do sistema de tratamento de efluente do município de Jundiaí - SP, constituído de redes coletoras, interceptores, EEE e a própria ETE Fernandes, para atendimento do bairro Fernandes, localizada na avenida Luiz Pereira dos Santos, s/n do município de Jundiaí-SP e pertencente a bacia hidrográfica do Rio Capivari (COBRAPE, 2016).

Segundo a COBRAPE (2016), na ETE Fernandes, o tratamento dos efluentes ocorre conforme descrito abaixo.

- a) Tratamento preliminar: o processo de tratamento da estação ocorre por batelada, sendo que o efluente bruto é recalcado até o tratamento preliminar passando por uma peneira hidrostática, que contém uma tela em aço inox e malha com abertura de 3 mm, que tem como finalidade reter os sólidos mais grosseiros. Esses sólidos escorregam pela parte frontal da tela, e são direcionados por uma tubulação para um cesto coletor, onde os sólidos ficaram retidos para posteriormente serem encaminhados a tambores. A areia contida no efluente, será removida na caixa de areia, e sua retirada será realizada por caminhões limpa-fossa. Tanto a areia como os sólidos grosseiros, após armazenados, serão encaminhados para determinadas empresas de locação de containers para serem destinados adequadamente em aterros sanitários.
- b) Tratamento físico: ao passar pela caixa de areia, o efluente é direcionado para uma calha Parshall, que tem a finalidade de manter a lâmina d'água na caixa de areia e medir a vazão afluente ao sistema do tratamento. No decorrer do tratamento preliminar, o efluente é guiado para o sistema de lodo ativado por fluxo intermitente, ou seja, todas as etapas do tratamento do efluente ocorrem dentro do reator, passando a ser sequências e não mais unidades distintas.
- c) Tratamento biológico: nos lodos ativados de fluxo intermitente, as etapas de tratamento por lodo ativado são convencionais, com duração de ciclos definidos. A biomassa permanecerá no tanque durante todo ciclo de tratamento, sem a necessidade de haver um decantador separado. A biomassa não sai com o efluente final após a etapa de decantação, sendo assim, permanece retida no tanque.
- d) Resíduo final: após o tanque passar pelo processo de decantação, inicia-se o descarte do efluente tratado. O efluente tratado é encaminhado ao sistema de desinfecção por ozônio para a remoção de patógenos. Posteriormente, o efluente desinfectado será encaminhado para uma calha Parshall para ser medida a vazão tratada e ser descartado no Córrego Fernandes, afluente de Rio Capivari, classe 2.

**III - ETE São José:** A ETE São José é parte integrante do sistema de tratamento de efluente do município de Jundiaí – SP, constituído de redes coletoras, interceptores, EEE e a própria ETE São José, para atendimento do bairro do Currupira, localizada na estrada municipal São José, 349 do município de Jundiaí-SP e pertencentes a sub-bacia hidrográfica do Rio Capivari (COBRAPE, 2016).

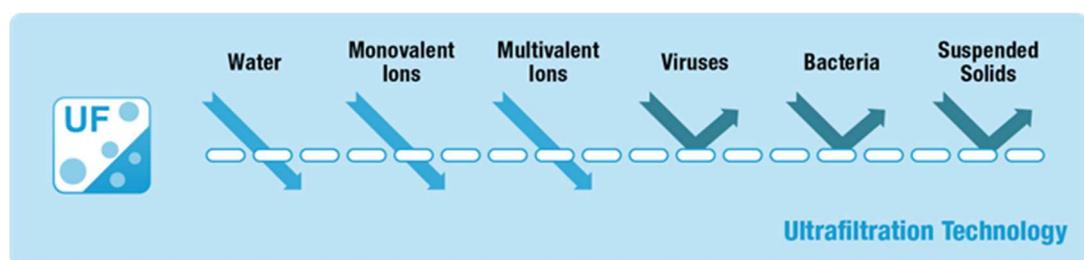
Na ETE São José, seu tratamento também ocorre por batelada como na ETE Fernandes, com poucas diferenças apenas em alguns aspectos de construção e ao invés do efluente ser encaminhado ao tanque de clarificado, o mesmo é direcionado a um tanque de contato com chicanas para desinfecção com hipoclorito de sódio.

## 4.2. Experimento com a membrana

### 4.3.

A realização das análises, foi feita utilizando-se um protótipo da membrana. A base de seu sistema é por ultrafiltração - UF. Em seu processo a pressão remove os hidróxidos de metal, coloides, material disperso, sólidos em suspensão, e outros materiais. As membranas de UF são bastante utilizadas porque têm peso molecular de corte e ainda são eficientes na clarificação das soluções, contendo sólidos em suspensão, bactérias e altas concentrações de macromoléculas, incluindo óleo, água potável, águas residuais e terciário (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

**Figura 3 – Tecnologia de ultrafiltração**

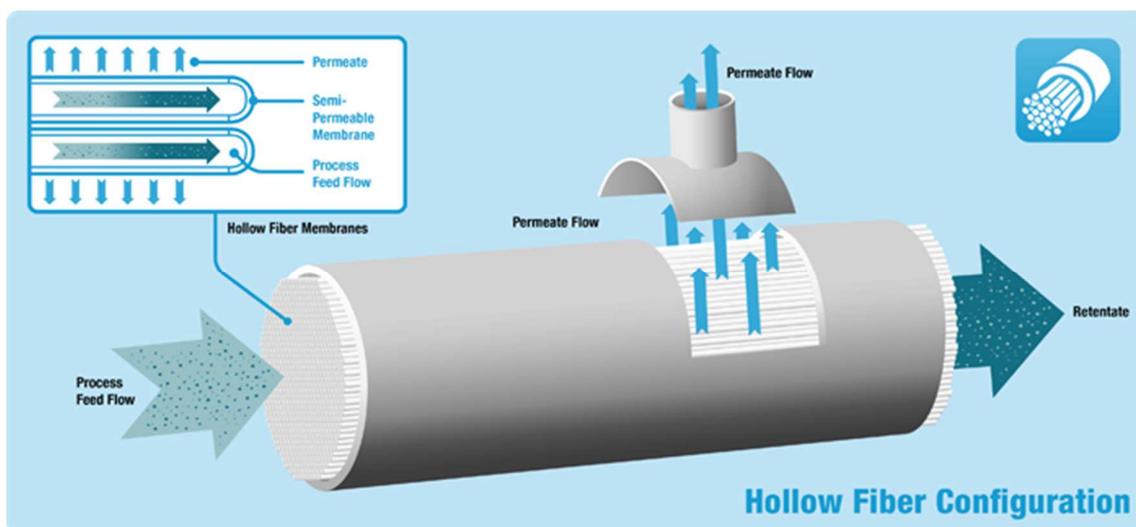


Fonte: Koch Membrane Systems (2016)

A UF utiliza a pressão hidrostática fazendo o líquido fluir pelos poros da membrana. Os sólidos e as grandes moléculas suspensas em soluções ficam retidos, enquanto que a água passa pelo poro da membrana. Sendo de fibra oca têm sido empregadas com sucesso em água industrial, efluentes industriais e são particularmente bem eficientes em relação as elevadas exigências de produção de plantas de água potável e tratamento de águas residuais municipais. Independentemente do fluxo, membranas de fibra oca proporcionam uma melhor solução

compacta e de baixo custo para filtrar os grandes volumes de líquidos e ainda utilizam o mínimo de espaço e energia possível (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

**Figura 4 – Configuração das fibras da membrana**



Fonte: Koch Membrane Systems (2016)

A separação e retenção de características das membranas são dependentes do líquido a ser processado e de outros parâmetros de funcionamento (KOCH MEMBRANE SYSTEMS, 2016).

#### 4.4. Resultados das análises

O processo de análise da membrana de ultrafiltração pode ser dividido em 5 etapas: coleta de efluente, verificação do equipamento, filtração do efluente, procedimento de limpeza e análise das filtragens.

Primeiramente as coletas foram realizadas nos meses de março e maio de 2016, nos intervalos de segunda quarta e sexta-feira. Essas coletas foram realizadas nas saídas das estações de tratamento, onde o efluente será descartado no rio. As amostras foram divididas em tratamento convencional e a pós filtração.

No processo de operação foi verificado se o equipamento estava com as braçadeiras apertadas e se o restritor de vazão estava aberto, assim evitando que o mesmo na hora da filtragem não queime ou danifique a membrana, por este motivo o equipamento deve ser ligado na força em voltagem 110 v.

Ao ligar o equipamento, foi despejado o efluente e foi aguardado que o mesmo saísse filtrado da mangueira de permeado, para então ser monitorado o tempo despendido para filtrar 600 ml.

Observou-se que para cada saída de estação o tempo variou em média de 3 a 5 minutos para 600 ml de efluente filtrado.

Após filtrados, os parâmetros analisados foram a Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Demanda química de oxigênio (DQO). Esses parâmetros fornecem um indicativo da diminuição de oxigênio para os processos de oxidação e dissorção da matéria orgânica. A utilização da membrana de ultrafiltração para pós-tratamento, mostrou uma eficiência considerável em relação aos tratamentos convencionais das ETEs.

Sequencialmente, o ultimo procedimento realizado após as filtragens foi a limpeza do equipamento, em que foram utilizados hipoclorito e ácido cítrico para a desinfecção da membrana de maneira a garantir as condições de uso para as próximas filtragens referentes a cada saída de estação para que não houvesse alteração nos resultados.

O pH que também foi um parâmetro analisado, mostrou que não houve mudanças significativas, permanecendo inalterável conforme previsto. A DBO e a DQO, tiveram seus resultados positivos, pois a carga presente no efluente antes da filtração foi reduzida comprovando a eficiência da membrana, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1. Análise comparativa do efluente com e sem filtração por membrana no mês de março.**

Março	Datas			Resultados					
				pH s.u	DQO mg/L O <sub>2</sub>		DBO mg/L O <sub>2</sub>		
	Ponto	Coleta	Recebimento		Ensaio	sem filtração	após filtração	sem filtração	após filtração
	S1 – Saída final 1 (CSJ)	09/03/16	09/03/16	09/03/16	7,45	96	40	15	3
	EF-SJ – Efluente Final (SJ)	14/03/16	14/03/16	14/03/16	6,84	26	15	11	4
	S2 – Saída final 2 (CSJ)	16/03/16	16/03/16	16/03/16	7,74	92	55	15	14
	EF-FER – Efluente Final (FER)	21/03/16	21/03/16	21/03/16	7,10	3	2	13	7
	S3 – Saída final 3 (CSJ)	23/03/16	23/03/16	23/03/16	7,66	106	41	13	4

**Tabela 2. Análise comparativa do efluente com e sem filtração por membrana no mês de maio.**

Maio	Datas			Resultados					
				pH s.u	DQO mg/L O <sub>2</sub>		DBO mg/L O <sub>2</sub>		
	Ponto	Coleta	Recebimento		Ensaio	sem filtração	após filtração	sem filtração	após filtração
	S1 – Saída final 1 (CSJ)	04/05/16	04/05/16	04/05/16	7,56	89	44	14	8
	S2 – Saída final 2 (CSJ)	06/05/16	06/05/16	06/05/16	7,37	73	46	14	7
	EF-FER – Efluente Final (FER)	09/05/16	09/05/16	09/05/16	6,21	11	8	19	8
	S3 – Saída final 3 (CSJ)	13/05/16	13/05/16	13/05/16	7,63	95	40	14	11
	EF-SJ – Efluente Final (SJ)	16/05/16	16/05/16	16/05/16	6,86	58	15	28	13

Conforme pôde ser analisado nas tabelas acima, os resultados indicaram a eficiência da tecnologia empregada no tratamento dos efluentes de todas as estações estudadas, concordando com o previsto e demonstrando a importância do emprego de novos sistemas de tratamento para garantir a qualidade da água.

## 5. CONCLUSÃO

Ao avaliarmos a situação da água em nosso planeta, segundo a ONU, a pequena parcela de água existente no mundo, não é suficiente para o desenvolvimento das atividades e necessidades da vida humana (ONU, 2010). Tal realidade decorre de um uso desenfreado com desperdícios, sem levar em conta que muitos sofrem com a escassez do recurso.

Outra questão fundamental que se soma à problemática e a contaminação cada vez mais intensa de reservas, rios, lagos e córregos em decorrência do aumento populacional, que aumenta as mudanças que o homem provoca ao meio que vive, e de sistemas de tratamento pouco eficientes ou até nulos em certos casos, prejudicando ainda mais o seu próprio consumo.

Diante dessa situação, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), precisam encontrar alternativas que possibilitem a limpeza e a descontaminação da água de maneira cada vez mais eficaz já que a diversidade e intensidade de contaminantes aumenta circunstancialmente.

Há diversas tecnologias que prometem uma descontaminação mais eficaz, a aplicação da membrana de ultrafiltração nas ETEs, foi a alternativa aqui estudada para garantir que o recurso natural pudesse ser reutilizado para as atividades humanas.

Conforme esperado, pôde-se obter uma resposta positiva em todos os testes realizados, comprovando a eficiência da membrana de ultrafiltração, já que os parâmetros avaliados como a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), mostraram resultados significativos pós tratamento com membrana, no que se refere à necessidade de oxigênio para a oxidação e dessorção da matéria orgânica presente nos contaminantes.

Conclui-se dessa maneira que o emprego de novas tecnologias é uma alternativa importante para tratamento de efluentes e pode auxiliar no processo de melhoria da qualidade de rios e córregos, garantindo assim uma forma de melhorar a qualidade de vida das pessoas. Empregando a tecnologia a nosso favor, somada a outras abordagens para conservação e melhoria ambiental, espera-se que seja possível promover oportunidades sustentáveis a partir da água disponível.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação e Documentação – Referências – Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRASIL – MMA (Ministério do Meio Ambiente). CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente 2016.

CALÇARÃO, Luís Miguel. *Bactérias coliformes fecais: microrganismos nefastos para a nossa saúde?*; Escritos Dispersos. Disponível em: <<http://escritosdispersos.blogs.sapo.pt/274228.html>>. Acesso em: 7 de set. de 2016.

COBRAPE (Brasil). *Diagnóstico da situação da prestação dos serviços de saneamento básico e seus impactos nas condições de vida e no ambiente natural*. Jundiaí, 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE JUNDIAI – CSJ. Relatório mensal do mês de agosto. Jundiaí, 2016.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA*.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu*

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

DELTA SANEAMENTO AMBIENTAL. *O que é DBO?*. Disponível em: <<http://www.deltasaneamento.com.br/pagina/o-que-e-dbo>>. Acesso em: 21 de set. de 2016.

DIPPOLD, Álvaro T. Jr. *Neutralização e Decantação*. Disponível em: <<http://pages.udesc.br/~dcb2adj/efluentes/trata17.htm>>. Acesso em: 22 de set. de 2016.

ECOSAN. *Efluentes domésticos e industriais: você conhece as diferenças?*. Portal tratamento de água. Disponível em: <<http://tratamentodeagua.com.br/artigo/efluentes-domesticos-e-industriais-voce-conhece-as-diferencas/>>. Acesso em: 15 de ago. de 2016.

GIACOBBO, A. *Biorreator à membrana aplicado ao tratamento de efluentes*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

KOCH MEMBRANE SYSTEM INC. *About ultrafiltration*. 2016. Disponível em: <<http://www.kochmembrane.com/Learning-Center/Technologies/What-is-Ultrafiltration.aspx>>. Acesso em: 16 de set. de 2016.

MARKETING. *Qual a diferença entre efluentes industriais e esgoto sanitário*; Superbac. Disponível em: <<http://www.superbac.com.br/diferenca-entre-efluentes-industrias-esgotos-sanitarios/>>. Acesso em: 30 de ago. de 2016.

ONU (Organização das Nações Unidas). *A ONU e a água*. 2010. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ACAO/AGUA/>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

SÃO PAULO – ESTADO - Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976. *Aprova o regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente*. São Paulo, 1976.

SANTOS, M. P. *Influência da temperatura na eficiência de tratamento de efluentes em reatores UASB*. Trabalho de Diplomação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SEGALA, Mariana. *Água: a escassez na abundância*; Planeta Sustentável. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/populacao-falta-agua-recursos-hidricos-graves-problemas-economicos-politicos-723513.shtml>>. Acesso em: 04 de ago. de 2016.

SIGNIFICADOS. *Significado de Efluentes*. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/efluentes/>>. Acesso em: 10 de ago. de 2016.

SILVA, L. O. da. *Caracterização do sistema de tratamento de esgoto biológico com o uso de membrana filtrante em uma empresa do setor automobilístico*, v. 7, n. 14, p. 22-35, 2014.

SILVA, M. K. da. *Biorreatores com membranas: um alternativa para o tratamento de efluentes*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SOUZA, L. A. *Demanda Química de Oxigênio*; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/demanda-quimica-oxigenio.htm>>. Acesso em: 22 de set. de 2016.

SUBTIL, E. L et al. - *Biorreatores com membranas submersas (BRMs): alternativa promissora para o tratamento de esgotos sanitários para reuso*. Rev. Ambient. Água, v. 8, n. 3, Taubaté, 2013.

TERA. *Tratar resíduos industriais pode parecer um desperdício, mas é inevitável*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/tratar-residuos-industriais-pode-parecer-um-desperdicio-mas-e-inevitavel>>. Acesso em 17 de set. de 2016.

TERA. *Tratamento de efluentes de fossa séptica, caixa de gordura e efluente sanitário*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/255958/Tratamento-de-efluentes-de-fossa-s-ptica-caixa-de-gordura-e-efluente-sanit-rio?utm>>. Acesso em: 17 de set. de 2016.

TERA. *Saiba a diferença entre esgoto sanitário e efluente industrial*. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/314718/Saiba-a-diferen-a-entre-esgoto-sanit-rio-e-efluente-industrial>>. Acesso em: 17 de ago. de 2016