



# Membranas de Ultrafiltração para o tratamento de água e efluentes

Por Carla Legner

Edição Nº 59 - Fevereiro/Março de 2021 - Ano 10

O tratamento por membranas de ultrafiltração é uma das técnicas mais conhecidas para tratamentos de filtração e separação de substâncias. No entanto, existem específicos tipos, indicadas para usos e situações determinadas, a fim de aumentar sua capacidade



Tanque vazio com as membranas aparentes

O tratamento por membranas de ultrafiltração é uma das técnicas mais conhecidas para tratamentos de filtração e separação de substâncias. No entanto, existem específicos tipos, indicadas para usos e situações determinadas, a fim de aumentar sua capacidade de filtração.

Rolando Piaia, consultor técnico da Ecosan explica que as membranas de ultrafiltração são meios filtrantes delgados, fabricados a partir de plásticos de engenharia, como PES, PVDF e PAN, ou materiais cerâmicos, dotadas de poros com dimensões reduzidas distribuídos em uma estreita faixa. Tais membranas são utilizadas como barreira seletiva, permitindo a passagem de alguns componentes e rejeitando outros.

“A ultrafiltração é uma barreira física que tem por objetivo remover os sólidos suspensos coloides e vírus presentes na água. A filtração ocorre por meio da passagem da água pelas membranas de ultrafiltração que permite que as moléculas de água, sais, cor, etc, permeiem através das mesmas, retraindo as impurezas presentes na água de alimentação - completa Marcel Mano – engenheiro de processos da Fluid Brasil.

A dimensão nominal de seus poros encontra-se na faixa de 0,1 a 0,001 micron, entretanto as membranas de ultrafiltração usualmente utilizadas em tratamento de águas e efluentes possuem poros com dimensão nominal entre 0,01 e 0,05 micron, que as possibilita rejeitar com eficiência sólidos suspensos, micelas coloidais e

microrganismos.

Segundo Mano, para remover as impurezas que são retidas nas membranas é necessário se realizar um backwash periódico. Durante o backwash o fluxo de água é invertido forçando a passagem de água permeada no sentido contrário da filtração. Além do backwash também é realizado o Chemical Enhanced Backwash (CEB), trata-se de um processo de retrolavagem com adição de químicos.

As membranas podem ser separadas em 4 grandes grupos, em função do tamanho dos poros. As de microfiltração possuem poros menores do que 0,06 micron; as de ultrafiltração que vão de 0,1 à 0,01; as de nanofiltração com poros entre 0,01 e 0,001; e as de osmose reversa, com porosidade menor do que 0,001 micron.

Eduardo André Conchon, mestre em saneamento ambiental e diretor da Neotex, explica que as duas últimas, por necessitarem de muita energia elétrica para promover pressão suficiente, são pouco utilizadas para separação dos sólidos em sistemas biológicos aeróbicos, mas bastante na remoção de sais, principalmente a osmose reversa.

As de microfiltração são empregadas para pré-tratamento, ou seja, remoção de sólidos mais grosseiros. Então sobra a ultrafiltração, que é largamente utilizada como substituta do decantador, trazendo simplicidade operacional e alta eficiência. Dependendo da constituição das membranas, elas podem ser mais suscetíveis à contaminantes específicos, e recomendado a utilização das fabricadas em PES (polyether sulphone), por ser um material resistente e de longa durabilidade.

### **Aplicações, características e funcionamento**

Segundo Conchon, as membranas indicadas para tratar efluentes possuem abertura de poros de 0,03 micron, 150 kDa de corte molecular e fabricadas em PES, que é um polímero orgânico. “Para se ter uma ideia as bactérias possuem 0,45 micron, então os poros de uma membrana de ultrafiltração são 15 X menores do que uma bactéria” – destaca.

Em tratamento de efluentes, tanto sanitários quanto industriais, elas separam o líquido dos sólidos. Nesse sentido, podemos enxergar uma membrana de ultrafiltração como uma importante evolução em tratamentos biológicos aeróbicos, que promove efluente tratado com alta qualidade e isento de sólidos.

“São utilizadas para remoção de contaminantes insolúveis, como sólidos suspensos e turbidez, via processo físico, baseado na diferença entre o tamanho das partículas e poros da membrana, e outros efeitos, como adsorção eletrostática, captura inercial, etc, que interagem entre si” – ressalta Piaia.

Como estamos falando em poros muito pequenos, estas membranas também removem bactérias e a grande maioria dos vírus, promovendo alta eficiência na desinfecção.

A remoção de cor é usualmente maximizada com o auxílio da dosagem de coagulante a montante das membranas de ultrafiltração e etapa de pós-oxidação. Desta forma, a ultrafiltração é tipicamente aplicada em:

- **Sistemas de tratamento de águas para consumo humano e industrial**, substituindo com vantagens processos de tratamento de água convencionais, devido a sua elevada eficiência, resultando em uma água tratada com qualidade excelente e constante, e reduzida utilização de área para sua implantação;
- **Pré-tratamento de sistemas de osmose reversa**, assegurando a obtenção da qualidade da água requerida para o contato com as membranas osmóticas, em termos de turbidez e SDI;
- **Sistemas de MBR (“Membrane Bioreactor”)** para tratamento de efluentes orgânicos com alta eficiência, na etapa de separação do lodo biológico;
- **Sistemas de tratamento terciário de efluentes**, visando seu reúso.

“Devido à dificuldade em remover consistentemente partículas muito pequenas usando processos de tratamento de água convencionais e maiores preocupações sobre organismos resistentes ao cloro, a ultrafiltração vem se tornando a tecnologia preferida para aplicação em estações de tratamento de água municipais.

As membranas de UF demonstraram remoção superior a 6-Log (99,9999%) de *Cryptosporidium* e *Giardia lamblia*” – destaca Piaia.



Foto: Divulgação Ecosan

Skid de ultrafiltração

Em relação a seu formato, existem três tipos membranas de ultrafiltração disponíveis no mercado, a Folha plana (“flat sheet”), a Fibra oca (“hollow fiber”), e a Tubular.

A primeira é tipicamente aplicada em módulos placa e quadro imersos em um

Tanque de Membranas, utilizados em sistemas de MBR, na etapa de separação do lodo biológico, após reator biológico.

Os módulos placa e quadro são conectados à sucção da Bomba de Efluente Ultrafiltrado, que movimenta o processo. O MBR é um processo de elevada eficiência na remoção de DBO de efluentes orgânicos, cujo efluente tratado também apresenta turbidez e SDI muito reduzidos.

As membranas de fibra oca aplicadas em tratamento de águas e efluentes possuem cerca de 1 a 3 mm de diâmetro externo e são aplicadas tanto em módulos pressurizados, quanto em módulos imersos. Existem no mercado membranas de fibra oca com sentido de filtração “de fora para dentro” e “de dentro para fora”. Nos sistemas de ultrafiltração com módulos pressurizados, o processo é movimentado por uma Bomba de Pressurização implantada a montante do conjunto de módulos.

Nos sistemas com módulos imersos, tais módulos são aplicados em um Tanque de Membranas, conectados à sucção da Bomba de Água Ultrafiltrado, que movimenta o processo. Os módulos de membranas de fibra oca pressurizados são tipicamente aplicados em sistemas de tratamento de águas, incluindo pré-tratamento de osmose reversa, e sistemas de tratamento terciário de efluentes, visando seu reúso.

Já os módulos de membranas de fibra oca imersos são usualmente aplicados em sistemas de tratamento de águas, sistemas de tratamento terciário de efluentes, visando seu reúso, e também em sistemas de MBR.

Por sua vez, as membranas tubulares. Atualmente, possuem cerca de 5 a 10 mm de diâmetro externo e são aplicadas em módulos pressurizados, onde o processo é movimentado por uma Bomba de Pressurização implantada a montante do conjunto de módulos.

São tipicamente aplicadas em sistemas tratamento terciário de efluentes, onde uma maior robustez é demandada, pois possuem o menor potencial de contaminação. Para reduzir a perda de carga e retomar a produção de ultrafiltrado, de tempos em tempos tipicamente são executadas operações de contra-lavagem (“backpulse”) de pequena duração, bem como operações de limpeza química.

“Existem diversos tipos de membranas de ultrafiltração. Quanto as suas características físicas elas podem ser placas planas, espiral, tubulares ou fibras ocas. Quanto ao tipo de filtração elas podem ser dead-end ou crossflow. Quanto a sua instalação elas podem ser submersas ou pressurizadas. Quanto ao sentido de filtração elas podem ser de dentro para fora ou de fora para dentro” – completa Mano.

### **Por que usar membranas?**

Apesar da maior parte das membranas no Brasil ser importada, os especialistas



apontam que o mercado brasileiro vem crescendo, ganhando espaço e acompanhando o crescimento do setor em todo o mundo. De acordo com Mano, há uma série de vantagens e características que podem ser evidenciados na escolha desses processos.

O primeiro deles está relacionado a Água de Alimentação. Ele explica que uma variável importante que deve sempre ser analisada ao se determinar qual tecnologia é a mais adequada para o tratamento é a fonte e a qualidade da água a ser clarificada. Os parâmetros da água, principalmente Turbidez, TOC, Sólidos Suspensos e Algas, irão determinar o tipo de membrana de ultrafiltração a ser utilizada – cross flow ou dead end – e a taxa de filtração do projeto, fator esse que está diretamente relacionado à quantidade de membranas que serão utilizados.

É importante ressaltar que análises pontuais não são suficientes para um perfeito dimensionamento, é necessário um acompanhamento para determinar a média, o pico e por quanto tempo os parâmetros permanecem com valores máximos. Sendo assim, é possível determinar se a ultrafiltração terá um desempenho aceitável e se será economicamente viável.

A Qualidade da Água Tratada é o segundo ponto a ser mencionado. Por se tratar de um sistema de filtração por barreira física, a qualidade da água produzida pela ultrafiltração é constante mesmo se a qualidade da água de alimentação piorar, neste caso o que ocorre é um decréscimo na vazão da água produzida. Nos tratamentos convencionais a piora na qualidade da água de alimentação pode causar um desequilíbrio no sistema que ocasionará em uma água de qualidade inferior à requerida. Muitas vezes o tempo de desequilíbrio pode durar várias horas.

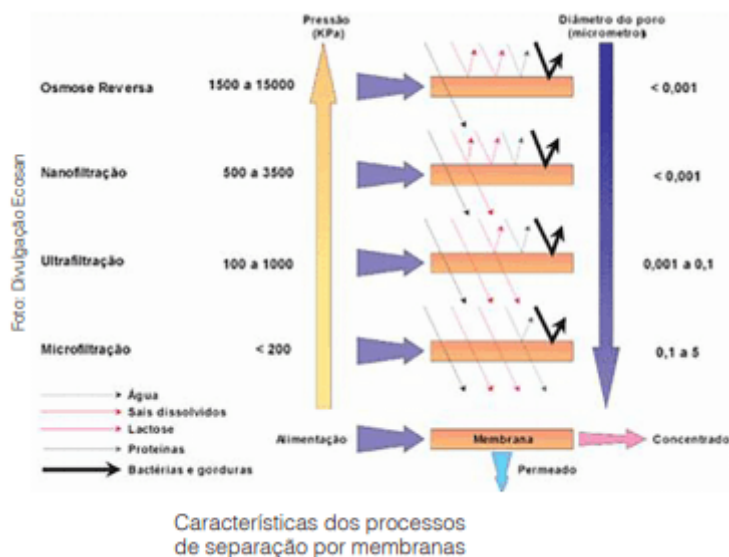
A água produzida pela ultrafiltração apresenta uma qualidade superior a de ETAs convencionais. Com a ultrafiltração pode-se garantir turbidez menor que 0,1 NTU, sólidos suspensos menores que 0,1 mg/l e SDI menos que 2,5. “Outra vantagem da ultrafiltração é a retenção de bactérias e vírus da água, chega-se a log 6 de remoção de bactéria (99,9999%) e log 4 de remoção de vírus (99,99%), o que uma ETA convencional não pode garantir” – afirma Mano.

Portanto, saber a finalidade e qualidade necessária da água tratada são decisivos para determinar a tecnologia a ser empregada. Por exemplo, se a água clarificada for utilizada para alimentar um sistema de desmineralização por osmose reversa, a utilização da ultrafiltração reduzirá a necessidade de prétratamento da osmose reversa, além de melhorar a performance do sistema e aumento no tempo de vida das membranas.

Também é importante mencionar a questão da Área ocupada. Os sistemas de ultrafiltração são normalmente instalados em skids, o que o torna compacto,

ocupando assim uma área menor do que os sistemas convencionais, pois as ETAs precisam respeitar tempo de detenção e taxas de decantação mínimos. A área ocupada pela ultrafiltração chega a ser até 30% menor do que a da ETA dependendo, obviamente, das taxas utilizadas em cada um dos sistemas.

No quesito Mão de Obra, a ultrafiltração necessita de constantes contra-lavagens e lavagens enriquecidas quimicamente (CEB).



O intervalo entre estas lavagens varia entre 20 a 60 minutos e dura de 1 a 5 minutos cada. Devido a isto, não é possível se conceber uma ultrafiltração manual, todas as operações precisam ser automáticas. Assim, a mão de obra necessária para operação é bem menor comparada a ETA. Diferente dos sistemas convencionais, a performance do equipamento e a qualidade de água tratada na ultrafiltração não depende de ajustes efetuados pelo operador, minimizando assim erros operacionais. Devido ao fato do sistema ser modular e compacto se torna mais fácil implementar expansões na vazão do tratamento. Durante o projeto é possível deixar a tubulação, bombas e sistema de dosagem preparado para aumentos de capacidades futuros, sendo necessários somente acrescentar membranas ao skid.

Mano explica ainda que para o funcionamento da ultrafiltração normalmente não é necessárias dosagens químicas na alimentação para correção de pH, auxiliar na coagulação e floculação. Embora sejam necessárias dosagens químicas na CEB e a troca das membranas de UF o custo operacional da ultrafiltração fica menor. Devido a isso é importante sempre analisar o tempo de “pay-back” do investimento para se determinar a sua viabilidade econômica.

“De maneira resumida, com um sistema de membranas há uma menor área de implantação, se comparado a um sistema de tratamento convencional, redução consumo de energia, pois o sistema opera em baixa pressão e Elevada recuperação de água (90 a 95%, tipicamente). Sem falar da excelente e constante qualidade de

“água tratada, em relação à turbidez e SDI e na Eficiente remoção física de protozoários, bactérias e vírus” – enfatiza Talita Carvalho, gerente comercial Ecosan.

Em complemento, segundo Conchon, o que incentivou a Neotex a adotar definitivamente o MBR, além da escolha da tecnologia pelos clientes, foi a durabilidade das membranas (o fabricante garante 7 anos), simplicidade operacional, baixo custo energético, e baixíssima formação de aderências.



Tanque cheio com as membranas submersas

O fato é que, ao longo dos anos, há um amadurecimento e maior aceitação da tecnologia, além da viabilidade econômica da aplicação da tecnologia, uma vez que quanto mais difundida e maior escala de produção, mais acessível a tecnologia se torna. A ultrafiltração, além de ser uma tecnologia com resultados de parâmetros de processo muito superior ao processo convencional, ainda é um sistema que necessita de uma área muito menor de implantação e confere um processo de tratamento bastante confiável.

“Ainda há muito a ser trabalhado na aplicação da tecnologia no mercado de abastecimento de água municipal por exemplo e quebra de paradigmas, mas sem dúvida a tecnologia está sendo cada vez mais utilizada inclusive em tratamento de água com finalidade potável para condomínios residenciais e sistemas municipais” – finaliza Talita.



## Contato das empresas

**Ecosan:** [www.ecosan.com.br](http://www.ecosan.com.br)

**Fluid Brasil:** [www.fluidbrasil.com.br](http://www.fluidbrasil.com.br)

**Neotex:** [www.neotex.com.br](http://www.neotex.com.br)

## Edição 59:

### » ÁGUAS DAS ETES DESCARTADAS EM RIOS E LAGOS VALEM OURO!

Os resultados dos processos e tratamentos da água gerada em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) para descarte em ri ...

### » EDITORIAL

Na mitologia grega, Lete ou Léthê, também chamado de rio de negligência, é um dos rios do Reino de Hades - mundo inferio ...

### » NOVIDADES

Confira as novidades do mercado de Tratamento de Água e Efluentes ...

### » REÚSO COMO ALTERNATIVA PARA A ESCASSEZ DE ÁGUA

O Brasil é um país com abundância de água, mas há regiões, principalmente as metrópoles e áreas próximas, que possuem gr ...

+ TODAS AS MATÉRIAS

## — Edições



Edição 58



Edição 57



Ver todas

Edição 56

## — Últimas Notícias

### Resíduos sólidos urbanos podem ser reaproveitados ou transformados em produtos de valor agregado

17/02/2021 - Em [Geral](#)

### Como os serviços móveis de água podem dar apoio à produção

17/02/2021 - Em [Água](#)

### ANA amplia a sua parceria até dezembro de 2021 com a Universidade Federal do Tocantins (UFT)

17/02/2021 - Em [Novidades](#)

### Abra Talks: sistemas alternativos de esgotamento sanitário

12/02/2021 - Em [Tratamento de Efluentes](#)

+ ACOMPANHE TODAS AS NOTÍCIAS

revista

TAE

especializada em tratamento de  
água & efluentes

NAVEGUE

[Última Edição](#)

[Notícias](#)

[Sugestão de Pauta](#)

[Enviar Matéria](#)

INSTITUCIONAL

[Sobre](#)

[Editorial](#)

[Anuncie](#)

## ATENDIMENTO

Contato

Ajuda

Telefone:

**11 4475-5679**  
**11 97140-7485**

**Assine**

L3 Publicidade, Propaganda e Marketing LTDA | Travessa Gilda, 34 - Vila Gilda | Santo André - SP - CEP: 09190-520

CNPJ: 04.902.023/0001-42 | Inscrição Estadual: 626.659.706.112 | Telefone: (11)4475-5679 |  
editora@revistatae.com.br

Desenvolvimento L3ppm - 2021