

## II-141 - UTILIZAÇÃO DE MEMBRANA PARA REMOÇÃO DE SÓLIDOS EM EFLUENTES INDUSTRIAIS

**Amanda Paiva Farias**

Engenheira Sanitarista e Ambiental, mestre em Engenharia Civil e Ambiental na área de Saneamento.

**Gilson Barbosa Athayde Júnior**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba e doutorado em Engenharia Civil (Saneamento) - University of Leeds - Reino Unido. Atualmente é professor da Universidade Federal da Paraíba no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Conselheiro Paulo Araújo Soares, 265 – apartamento 202 – Alto Branco – Campina Grande - Paraíba - CEP: 58401-494 - Brasil - Tel: (83) 98600-7544 - e-mail: amandapaiva.farias@gmail.com.

### RESUMO

A água naturalmente não é distribuída de forma homogênea, e com a elevada demanda por água, proveniente do crescimento populacional ao longo dos anos, levou à escassez de água em algumas regiões do mundo. Além da crescente degradação da qualidade da água devido a poluição gerada por alguns cenários, quando o efluente não é tratado e mesmo assim chega até os mananciais. Esta prática vem sendo modificada depois da criação de algumas normas que barram essas atividades irregulares. Assim, no setor industrial, um dos que mais consomem água, vem sendo aplicados tratamentos que buscam melhorias à água, podendo torna-la reutilizável na indústria. Estudos buscam aperfeiçoar e otimizar os tratamentos dos efluentes para reúso e descarte no manancial. Este trabalho busca avaliar a eficiência do tratamento biológico utilizando um Biorreator de Membranas (BRMs) na remoção de sólidos Suspensos Totais. Caracterizando os sólidos do efluente industrial e os sólidos encontrados no permeado e verificando assim, a eficiência desse tratamento para a remoção destes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente industrial, Biorreator de Membrana, Sólidos Suspensos Totais.

### INTRODUÇÃO

A água é considerada como um fator limitante para o desenvolvimento sustentável, visto que é previsto os usos dos recursos naturais renováveis de forma a não limitarem a sua disponibilidade para gerações futuras (SALATI, 2006). Assim, um dos maiores desafios para alcançar o desenvolvimento sustentável é minimizar os efeitos da escassez hídrica e da poluição.

O quadro de escassez hídrica se agrava quando é detectada a deterioração dos mananciais, ainda mais quando estes são utilizados para o abastecimento, provenientes da falta de tratamentos dos efluentes e das falhas encontradas nas legislações e políticas de proteção de mananciais (DOS SANTOS et al., 2006).

Para cada ramo da atividade industrial é fundamental determinar o grau de qualidade da água que vai ser utilizada, da mesma forma que o efluente sofre diversas alterações conforme a sua utilização durante os processos industriais. Segundo Nordell (1961); Shreve; Brink Jr. (1980); Nalco (1988); Silva (1999); Simões (1999) apud Mierzwa e Hespanhol (2005) apontam as seguintes aplicações da água na indústria: Matéria-prima; Uso como fluido auxiliar; Uso para geração de energia; Uso como fluido de aquecimento e/ou resfriamento; Transporte e assimilação de contaminantes. Sob esta perspectiva foram realizadas algumas visitas na indústria a fim de fazer um breve levantamento do consumo de água na mesma.

O setor industrial é considerado pelo maior consumo de água potável, na mesma proporção em que é o maior gerador e lançador de efluentes, podendo em alguns casos serem despejados nos mananciais fora dos padrões pré-estabelecidos em leis e resoluções. Porém, atualmente vêm sendo realizadas fiscalizações com mais frequências, estas passíveis de multas em decorrências as falhas encontradas com as não conformidades nos padrões exigidos pela legislação vigente.

Os efluentes industriais apresentam características muito específicas, que variam de acordo com as características físico-químicas da água industrial, das perdas pela matéria-prima e seus contaminantes, pelos produtos saneantes utilizados, perda no produto industrializada e possível mistura com efluente sanitário. Faz-se necessário um estudo de caracterização do efluente (GIORDANO E SURERUS, 2015).

Por este motivo é crescente a busca por tratamentos cada vez mais rápidos e eficazes. Portanto, estudos são realizados a fim de verificar as melhores tecnologias e tratamentos para determinado efluente a ser tratado. A Tecnologia de biorreatores possui a função de degradar a matéria orgânica e mineral, e a membrana, separar as fases sólidas e líquidas, resultando no permeado como o efluente após tratamento.

A busca dos empreendedores por esta tecnologia abre espaço para uma economia nos custos da indústria devido à qualidade do permeado adquirido por este tratamento, que possibilita o reúso em algumas áreas do setor industrial. Mesmo que para a aplicação do reúso seja necessária a regulamentação para a permissão dessa prática, garantindo assim, a qualidade da saúde do usuário e preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, segundo De Almeida (2011).

Para isto as análises de sólidos são aplicadas para o dimensionamento e controle da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) industriais, por quantificarem as substâncias e materiais, suspensos e dissolvidos (orgânicas ou inorgânicas). Com o propósito de verificar o comportamento no tratamento deste efluente industrial com o BRM de ultrafiltração operando com uma considerada concentração de sólidos suspensos e assim, comprovar a eficiência do tratamento.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho contempla o estudo de análise dos sólidos suspensos totais de efluentes de uma indústria de processamento de frutas e do seu permeado, logo após o tratamento biológico desenvolvido por um biorreator de membrana (BRM) de ultrafiltração de bancada. A indústria localiza-se à margem da BR 101, em João Pessoa/PB. As frutas recebidas são devidamente analisadas de acordo com o rigoroso processo de determinação de grau de maturação e rendimento para a perfeita obtenção dos sucos concentrados, sempre mantendo as características naturais e organolépticas de cada fruta passando para os respectivos sucos. Estes são certificado por sistemas de gestão da segurança de alimentos, requisitos necessários para toda e qualquer organização de cadeia produtiva de alimentos.

Verificou-se que na indústria possui diversas utilizações da água, variando entre os distintos usos na produção, como na área administrativa da indústria, a exemplo de banheiros e copas. Assim a indústria possui dois tipos de segmentos para os efluentes gerados, sendo o efluente industrial levado para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na própria indústria, e o efluente sanitário, que é descartado na rede de esgotamento sanitário.

As coletas do efluente bruto utilizado nesta pesquisa foram da entrada da ETE, antes de ser submetido a qualquer tratamento, para poder ser analisada e verificada a eficiência de remoção com o tratamento realizado em laboratório pelo BRM de bancada. As coletas do efluente bruto foram realizadas mensalmente, através de bombonas de 5 e 10L (Figura 1) e trazidas para a Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

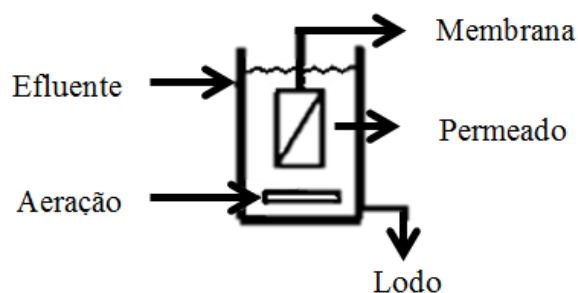
As bombonas coletadas foram mantidas sob refrigeração, pois o sistema é alimentado por apenas uma das bombonas e o mesmo é repostado quando chegado ao fim. As análises foram realizadas diariamente para monitorar o BRM.



**Figura 1 - Coleta do efluente na indústria de processamento de frutas**

Fonte: Autora

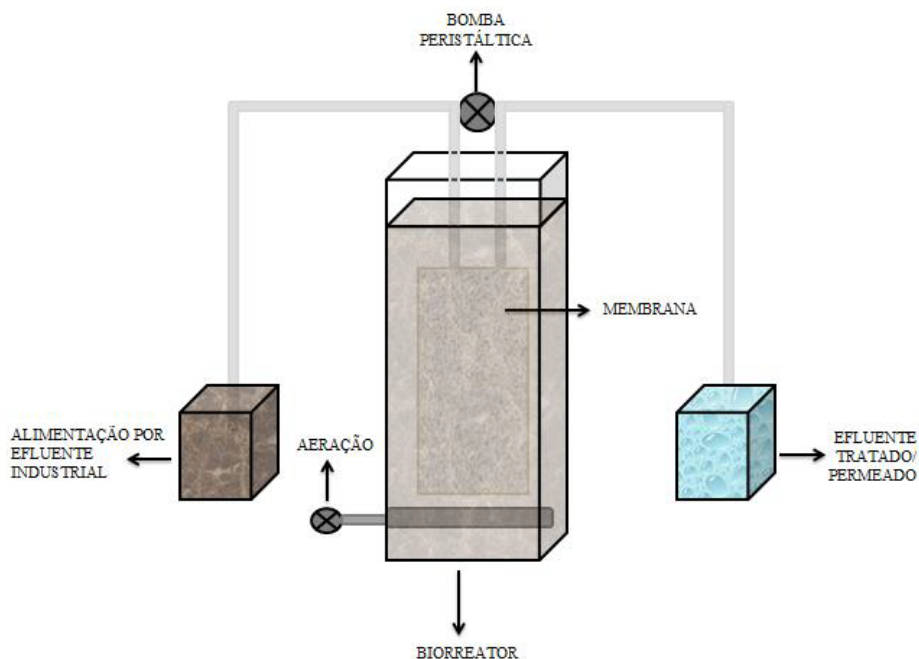
O processo de tratamento com BRM com módulo de membrana submersa funciona com a permeação da solução, onde a membrana é posta a um vácuo, no sentido de permeado, assim, os sólidos maiores que os poros da membrana ficam retidos no biorreator, enquanto que as inferiores aos tamanhos dos poros passam pela membrana e são coletados como permeado (METCALF & EDDY, 2003), quando posta verticalmente, dificulta a sedimentação de partículas sobre ela, além da inclusão de difusores de ar abaixo do módulo de membrana que promovem turbulência próxima ao módulo com a membrana, dificultando a deposição de sólidos. Ver Figura 2.



**Figura 2 - Configuração do biorreator com módulo de membrana submerso**

Fonte: Judd, 2006.

As análises foram realizadas no Laboratório de Combustíveis (LaCom), mesmo laboratório em que se encontrava instalado o BRM de bancada. Este BRM de ultrafiltração manteve-se de forma aerada por meio de um compressor, além de uma bomba peristáltica a fim de manter o devido funcionamento e volume constante dentro do BRM. Nele estava ligado uma bombona para alimentação com efluente industrial e uma outra bombona para a saída do sistema com o permeado (Figura 3).



**Figura 3 - Esquema representando o BRM utilizado**

Fonte: Autora

Os Sólidos Suspensos Totais foram analisados diariamente por meio do equipamento Espectrofotômetro Pastel UV Secoman (Figura 4), no qual através de um pipetador, foi coletado uma alíquota de 1000µL de amostra e logo após é transferido para um tubo de quartzo, e assim é acoplado ao equipamento do Pastel UV, para ser feita a leitura, processo realizado para o efluente bruto e para o permeado.



**Figura 4 - Pastel UV - SECOMAM**

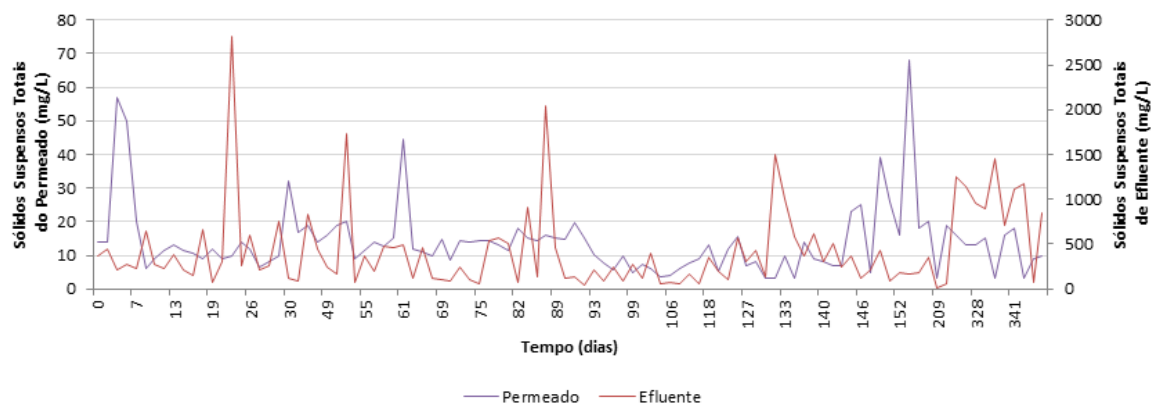
Fonte: Autora

## RESULTADOS

O BRM sofreu fortes variações ao longo da pesquisa, principalmente devido ao tipo de efluente, industrial que vem de processamento de diferentes frutas, que variam com a época do ano, horário do funcionamento da indústria e limpeza dos equipamentos, dentre outros fatores.

Os sólidos suspensos totais é um indicador de qualidade da água, que determina a quantidade de material particulado presente na amostra, os valores verificados estão representados na Figura 5. Os sólidos suspensos

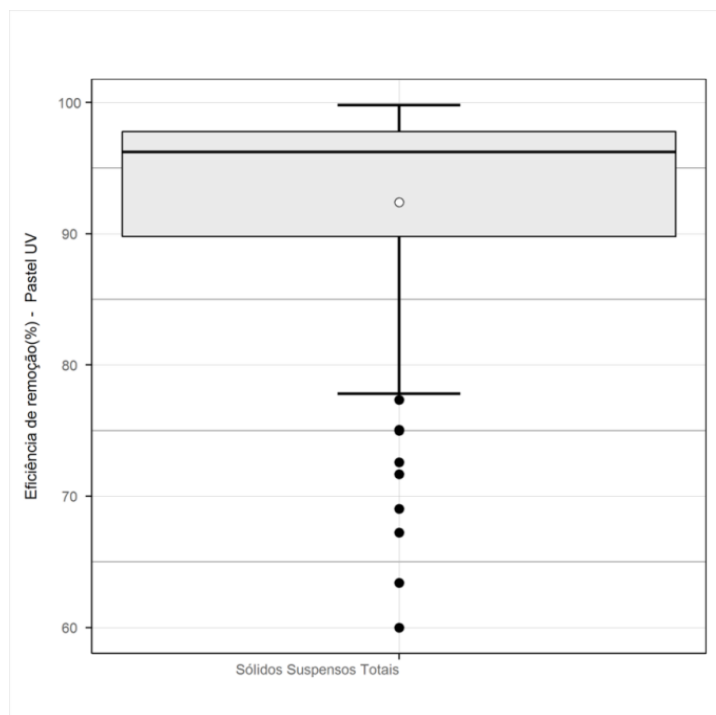
totais apresentam variações ao longo do monitoramento, mesmo com essas variações o permeado analisado possui ótimo resultado, apresentando uma eficiência satisfatória.



**Figura 5 - Sólidos Suspensos Totais**

Os Sólidos Suspensos Totais no Efluente apresentam uma média de 519,3 mg/L, enquanto que o permeado obteve uma média de 14,9 mg/L, considerando que foi realizada uma elevada retenção dos sólidos contidos no efluente por parte da membrana.

A partir desses dados foi possível determinar a eficiência de remoção para este parâmetro, como mostra a Figura 5, identificando que 50% dos valores de eficiência calculada para o sólido suspenso total ficam compreendidas entre 89,8 e 97,8%. O gráfico apresenta uma assimetria negativa. Os 25% dos dados menores que o 1º quartil (amplitude de 12%), apresenta uma amplitude maior que os 25% dos dados que são maiores que o 3º quartil (amplitude de 2%). A mediana (96,2%) encontra-se deslocada para cima e a média (92,4%) inferior a mediana, ou seja, a distância entre o 1º quartil e a mediana é maior que a distância entre a mediana e o 3º quartil. Por mais que essas distâncias sejam diferentes, o número de amostras entre elas é igual para ambas.



**Figura 6 - Eficiência de remoção dos Sólidos Suspensos Totais**

Visto que uma elevada concentração de sólidos no efluente passando por um tratamento biológico de BRM de ultrafiltração pode influenciar bastante na permeação, por causar obstrução da membrana. Porém, para este tipo de efluente e BRM utilizado no tratamento foi possível obter uma excelente eficiência na remoção de sólidos suspensos totais, atingindo uma média acima de 92% de remoção.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O efluente industrial apresentou alta concentração de sólidos em suspensão, provenientes de pedaços e cascas de frutas;

O tratamento biológico por membrana de ultrafiltração apresentou uma eficiência para a remoção de sólidos suspensos totais de 92,4%, superando as expectativas, devido à alta concentração de Sólidos Suspensos Totais, que comumente interferem em demasiado na filtração por obstruir os poros das membranas;

O biorreator mostrou-se eficiente para este parâmetro e tipo de tratamento, podendo por meio de outras análises verificar potenciais de reúso a depender do objetivo do reúso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BREGA FILHO, D. & SANCHES MANCUSO, P. C. Conceito de reúso de água. In: P. C. SANCHES MANCUSO & H. F. DOS SANTOS, eds. REÚSO DE ÁGUA. São Paulo: Manole, p. 21-36, 2003.
2. DE ALMEIDA, R. G. Aspectos legais para a água de reúso. Revista Vértices, Campos dos Goytacazes, v. 13, n. 2, p. 31-43, 2011.
3. GIORDANO, G.; SURERUS, V. Efluentes industriais: Estudo de tratabilidade. 1. Vol. Rio de Janeiro: Publit, 2015. 196p.
4. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse. Fourth Edition, New York, 2003. 1819 p.
5. MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na indústria: uso racional e reúso. São Paulo. Ed: Oficina de Textos, 2005. p.,144.
6. NALCO., The Nalco water handbook. 2 Mc Graw Hill. 1-21.
7. NORDELL, E. Water treatment for industrial and other uses. 2. ed. New York: Reinhold Publishing Corp., 1961. 598 p.
8. SHREVE, R. N. BRINK Jr., A. Indústria de processos químicos, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois, 1980.
9. SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. (Org.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006.