



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2018: FEIRA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UFRGS - FINOVA
<b>Ano</b>	2018
<b>Local</b>	Campus do Vale - UFRGS
<b>Título</b>	Processo de filtração com membranas para separação e concentração de compostos orgânicos emergentes
<b>Autores</b>	LUÍSA PLENTZ DE OLIVEIRA DALVA INÊS DE SOUZA
<b>Orientador</b>	ANDREA MOURA BERNARDES

## *RESUMO*

**TÍTULO DO PROJETO:** Processo de filtração com membranas para separação e concentração de compostos orgânicos emergentes

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Moura Bernardes

**Doutoranda:** Dalva Inês de Souza

**Aluno:** Luísa Plentz de Oliveira

### **RESUMO DAS ATIVIDADES**

---

#### **1. Introdução:**

A água é de extrema importância na vida dos seres humanos. Apenas 3% da água presente em nosso planeta é considerada doce e pode ser utilizada para consumo e para atividades diárias. Em águas, têm sido detectados os chamados compostos orgânicos de preocupação emergente, como surfactantes, produtos de cuidado pessoal, fármacos, retardantes de chama ou outros produtos suspeitos de atuarem como disruptores endócrinos ou levar a indução a resistência bacteriana, caso dos antibióticos. Uma das maneiras de eliminar ou minimizar tais poluentes é usando o processo de separação por membranas (PSM). Este processo consiste em separar a alimentação em duas partes. Uma que ultrapassa a membrana de filtração, o permeado, com a menor concentração possível de soluto e a outra que não ultrapassa a membrana com a maior concentração de soluto, o retentado ou concentrado. Este projeto tem como principais objetivos: usar operações como microfiltração e nanofiltração, concentrar compostos orgânicos emergentes (como fármacos), eliminar ou minimizar os compostos emergentes a partir do esgoto, obtendo água para posterior tratamento e reuso e direcionar o concentrado obtido por nanofiltração à outros tratamentos posteriores como processos avançados de oxidação.

#### **2. Atividades realizadas:**

O PSM foi realizado, separadamente, com soluções sintéticas de 2 antibióticos Norfloxacino (NOR) e Sulfametoxazol (SMX), comumente encontrados em águas residuárias e esgoto, utilizando um equipamento piloto para nanofiltração *cross flow* Alfa Laval. Os experimentos de permeação ocorreram em modo de recirculação (o retentado e permeado voltam ao tanque da alimentação) e, em modo de concentração (o permeado é retirado constantemente, aumentando a concentração do soluto no tanque da alimentação e obtendo um permeado (água para reuso). O modo de recirculação é realizado para avaliar as diferentes interações soluto/membrana, fluxo de permeado e a rejeição dos fármacos pelas membranas para assim decidir quais os melhores parâmetros operacionais para o modo de concentração. No modo de concentração avaliou-se a rejeição, a taxa de recuperação de água, a variação do fluxo de permeado em função do fator de concentração volumétrica FCV (volume alimentação/volume alimentação – volume de permeado). Em ambos processos foram utilizadas uma membrana de faixa estreita (NF 97), com poro de diâmetro na faixa de 0,68 nm e uma membrana de faixa larga (NF 270) com 0,84 nm, cujo objetivo é reter estes micropoluentes. Amostras de permeado e de concentrado foram coletadas para análises de pH, condutividade, demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico total (COT) e cromatografia líquida de alta performance (HPLC), análises utilizadas para avaliar alterações e o índice de rejeição de fármacos. No processo de nanofiltração por recirculação foram avaliadas duas membranas (NF 270 e NF 97), duas vazões de alimentação (480L/h e 850 L/h), dois antibióticos (NOR e SMX) com duas concentrações (5 e 25 ppm) e pressões transmembrana (6,8,10,12, 16 bar). Realizou-se também o processo de microfiltração (MF), com um módulo tubular de fibras ocas de poliimida e poros da ordem de 0,4 µm. A MF utilizou uma solução com mistura dos dois tipos de antibióticos (norfloxacino e sulfametoxazol) na alimentação do sistema em modo de recirculação e em modo de

concentração. Este procedimento foi realizado para comparar os resultados com os experimentos que serão realizados com o esgoto. Com o esgoto serão analisadas questões como interação dos fármacos com íons, matéria orgânica e sólidos suspensos, adsorção à membrana, rejeição dos antibióticos e fluxo de permeado. Além disso, nesta etapa de MF ficarão separados os sólidos mais grosseiros do esgoto, preparando assim a solução para posteriormente ser utilizada como alimentação na nanofiltração.

### 3. Objetivos atingidos:

- a) Foram determinadas as melhores condições de operação de nanofiltração para concentrar os antibióticos norfloxacino e sulfametoxazol;
- b) O concentrado de cada um obtido por nanofiltração foi direcionado a processos de oxidação eletroquímica avançada e se encontra ainda em execução;
- c) Conseguiu-se eliminar em grande parte os compostos emergentes ( $65 \geq 99\%$  de rejeição), obtendo assim água de reuso;
- d) Em todas limpezas conseguiu-se atingir pelo menos 90% da permeabilidade inicial das membranas, considerando assim, limpas.

### 4. Resultados obtidos:

- A membrana NF 270, para o NOR, apresentou uma rejeição em torno de 95% e, para o SMX a rejeição variou de 63 até 65%. Com a NF 97, para o NOR, obteve-se rejeições da ordem de 99% e, para SMX em torno de 98%.

- Em função dos resultados de rejeição e fluxo de permeado no modo de recirculação total, optou-se pela pressão transmembrana de 6 bar, pela vazão de 480 L/h e soluções de 5 ppm do antibiótico para o processo em modo de concentração.

- Nestas condições, no processo de concentração do NOR, na NF270, com um FCV de 1,5 e 8,0 foram obtidas rejeições de 93 e de 96%, recuperações de 34 e de 88% e fluxos de permeado de 50 e de 49 kg/h/m<sup>2</sup>, respectivamente. Na NF97, com FCV de 1,5 e de 8,0 obteve-se rejeições de 97 %, recuperações de 33 e 87%, fluxos de permeado de 17 e 16 kg/h/m<sup>2</sup>, respectivamente.

- No processo de concentração de SMX com um FCV de 1,5 e 6,0 obteve-se com a NF270 rejeições de 66 e 64%, recuperações de 33 e 83% e fluxos de permeado de 52 e 51 kg/h/m<sup>2</sup>, respectivamente. Com a NF 97 e FCV de 1,5 e 6,0 obteve-se rejeições de 98% para ambos, recuperações de 33 e 83% e fluxos de permeado de 18 e 17 kg/h/m<sup>2</sup>.

### 5. Conclusão:

Os resultados mostraram altas rejeições dos fármacos na nanofiltração no modo de recirculação total e no modo de concentração com as soluções e condições empregadas. O sulfametoxazol tem um peso molecular menor que o norfloxacino (253 e 319 Da, respectivamente), esta seria uma das razões da menor rejeição com a NF270 (o chamado efeito peneira). A NF97 é considerada uma membrana de faixa estreita e poros menores, por isto as rejeições foram maiores em todos os casos para os dois antibióticos. O volume da alimentação diminuiu até 8 vezes e o permeado apresentou boas perspectivas para água de reuso e boa recuperação de água (em torno de 83%). O processo de separação por membranas utiliza energia, mas não utiliza reagentes químicos (ou usa um mínimo), não necessitando de acondicionamento em grande escala para resíduos, tornando-o mais sustentável. Vislumbra-se altas rejeições dos fármacos com o esgoto doméstico, experimentos que ainda serão realizados na próxima etapa do projeto.