



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PHA 5053 – Processos de Separação por Membranas para Tratamento de
Águas e Efluentes

Professor Responsável: José Carlos Mierzwa (mierzwa@usp.br)

PROGRAMA BÁSICO - 2019

AULA N°	DATA	TEMA
01	06/06/2019	Apresentação do curso: Introdução sobre os processos de separação por membranas; Fatores que conduzem a necessidade de utilização.
02	13/06/2019	Classificação dos processos de separação por membranas: Microfiltração, Ultrafiltração; Nanofiltração; Osmose Reversa e Eletrodialise
--x--	20/06/2019	Feriado de Corpus Christi – Não haverá aula
03	27/06/2019	Materiais utilizados para a fabricação de membranas; Tipos de Membranas e fabricação; Tipos de módulos.
04	04/07/2019	Processos de separação por membranas para tratamento de água e efluentes; Aplicações e limitações.
05	11/07/2019	Processos de separação por membranas para tratamento de água e efluentes; Fatores relacionados à capacidade de separação.
06	18/07/2019	Mecanismos de transporte através das membranas; Depósitos.
07	25/07/2019	Formação de biofilme; Limpeza e sanitização.
08	01/07/2019	Projeto de sistemas de separação por membranas; Arranjos; Principais componentes do sistema; Métodos e estratégias de pré-tratamento.
09	08/08/2019	Equações básicas; Balanço de massa; Especificação de sistemas; Demonstração de programas e Cálculos.
10	15/08/2019	Sistemas MBR
11	22/08/2019	Custos de sistemas de separação por membranas
12	29/08/2019	Avaliação Final

Aulas ministradas as quintas-feiras: das 09:00 às 12:00 h



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁSICAS:

- 1 – Simon Judd, Claire Judd (Editors). *The MBR book: principles and applications of membrane bioreactors for water and wastewater treatment*. Oxford: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2011, Burlington, MA. 519 p.
- 2 – Klaus-Viktor Peinemann, Suzana Pereira Nunes (Editors). *Membranes for water treatment*, Weinheim: Wiley-VHC, 2010, 237 p.
- 3 – Marcel Mulder. *Basic Principles of Membrane Technology*. Second Edition. Kluwer Academic Publishers. Reprinted. 2003. 564p.
- 4 – Mark C. Porter (Editor). *Handbook of industrial membrane technology*. Noyes Publications, Westwood, NJ, 1990. 604 p.
- 5 – American Water Works Association Research Foundation; Lyonnaise de Eaux; Water Research Commission of South Africa. *Water Treatment Membrane Processes*. McGraw-Hill. 1996.
- 6 – Munir Cheryan. *Ultrafiltration and Microfiltration Handbook*. Second Edition. CRC Press. Expanded Edition. 1998. 552p.
- 7 – Artigos da revista *Desalination* e *Journal of Membrane Science*, entre outros, acesso na biblioteca no endereço eletrônico <http://www.sciencedirect.com>.

COMPLEMENTARES:

- 1 – AWWA Manual. *Microfiltration and ultrafiltration membranes for drinking water*. American Water Works Association. 2005. 257 p.
- 2 – René Peter Schneider e Milton Tomoyuki Tsutiya. *Membranas Filtrantes para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de Reúso*. 1ª Edição. São Paulo, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001. 234p.
- 3 – Dow Liquid Separation. Filmtec. *Reverse Osmosis Membranes – Technical Manual*, July 2005, disponível em <http://www.filmtec.com>.



AValiação DE DESEMPENHO

A avaliação de desempenho do aluno será efetuada através dos seguintes elementos:

1. Trabalho individual sobre tratamento de água para fins específicos (T)
Peso = 4.
2. Prova escrita com consulta a referências bibliográficas e notas de aulas (P)
Peso = 6

A Nota Final (NF), será calculada através da equação:

$$NF = (4T + 6P)/10$$

A atribuição de níveis (A, B, C e R), com base nas NF's será efetuada de acordo com o seguinte critério:

$$\text{Nível A} = NF \geq (\mu + \Phi)$$

$$\text{Nível B} = \mu \leq NF < (\mu + \Phi)$$

$$\text{Nível C} = (\mu - \Phi) \leq NF < \mu$$

$$\text{Nível R} = NF < (\mu - \Phi)$$

onde: μ = média da NF's
 Φ = desvio padrão das NF's

IMPORTANTE:

1. *Alunos com nota de prova (P) < 3,0 terão nível R, independente do critério acima*
2. *É obrigatória a frequência mínima de 75% (10 aulas)*