

PHA 5053 – PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES

Prof.: José Carlos Mierzwa
mierzwa@usp.br

OBJETIVOS

- Apresentar os principais conceitos associados aos processos de separação por membranas para o tratamento de água efluentes, incluindo:
 - Evolução histórica e tecnológica dos processos de separação por membranas;
 - Classificação dos processos de separação por membranas em função das características das membranas e parâmetros de operação;

OBJETIVOS (CONT.)

- Aplicações e limitações dos processos de separação por membranas para tratamento de água e efluentes;
- Bases para o desenvolvimento de projetos de sistemas de separação por membranas;
- Dimensionamento de sistemas de separação por membranas;
- Custos de implantação e operação de sistemas de separação por membranas.

AULA Nº	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

PROGRAMA PARA 2018

▪ BÁSICAS:

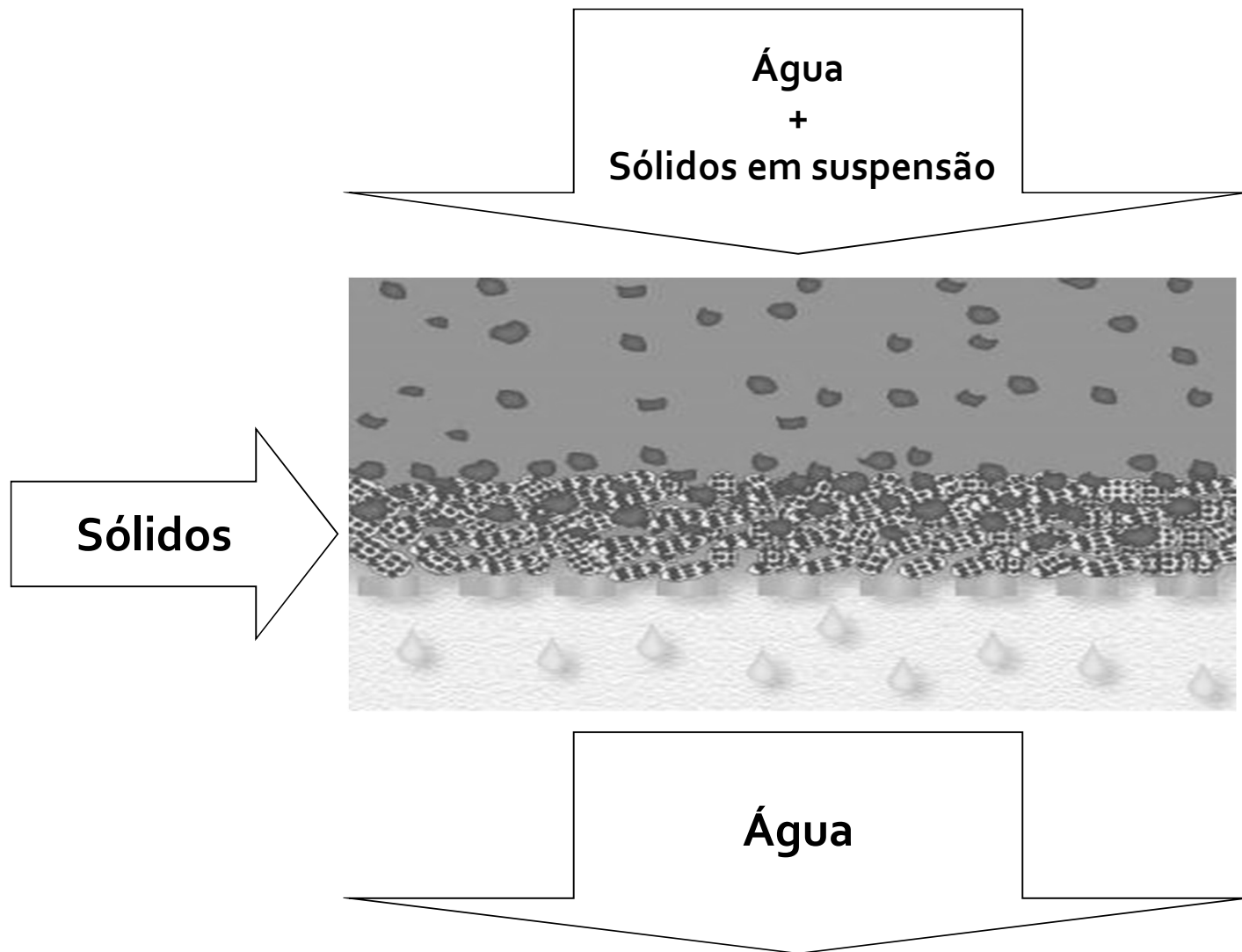
- 1 – Simon Judd, Claire Judd (Editors). *The MBR book: principles and applications of membrane bioreactors for water and wastewater treatment*. Oxford: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2011, Burlington, MA. 519 p.
- 2 – Klaus-Viktor Peinemann, Suzana Pereira Nunes (Editors). *Membranes for water treatment*, 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>.

INTRODUÇÃO

- Diferenças entre o processo de filtração e separação por membranas:
- Filtração:
 - Separação de um ou mais componentes de uma fase líquida ou gasosa baseada, principalmente, na diferença de tamanho;
 - Separação de partículas sólidas imiscíveis, em uma barreira porosa;
 - Toda a corrente a ser tratada atravessa o meio poroso, deixando para trás os contaminantes;
 - A força motriz que promove a separação é a pressão hidráulica.



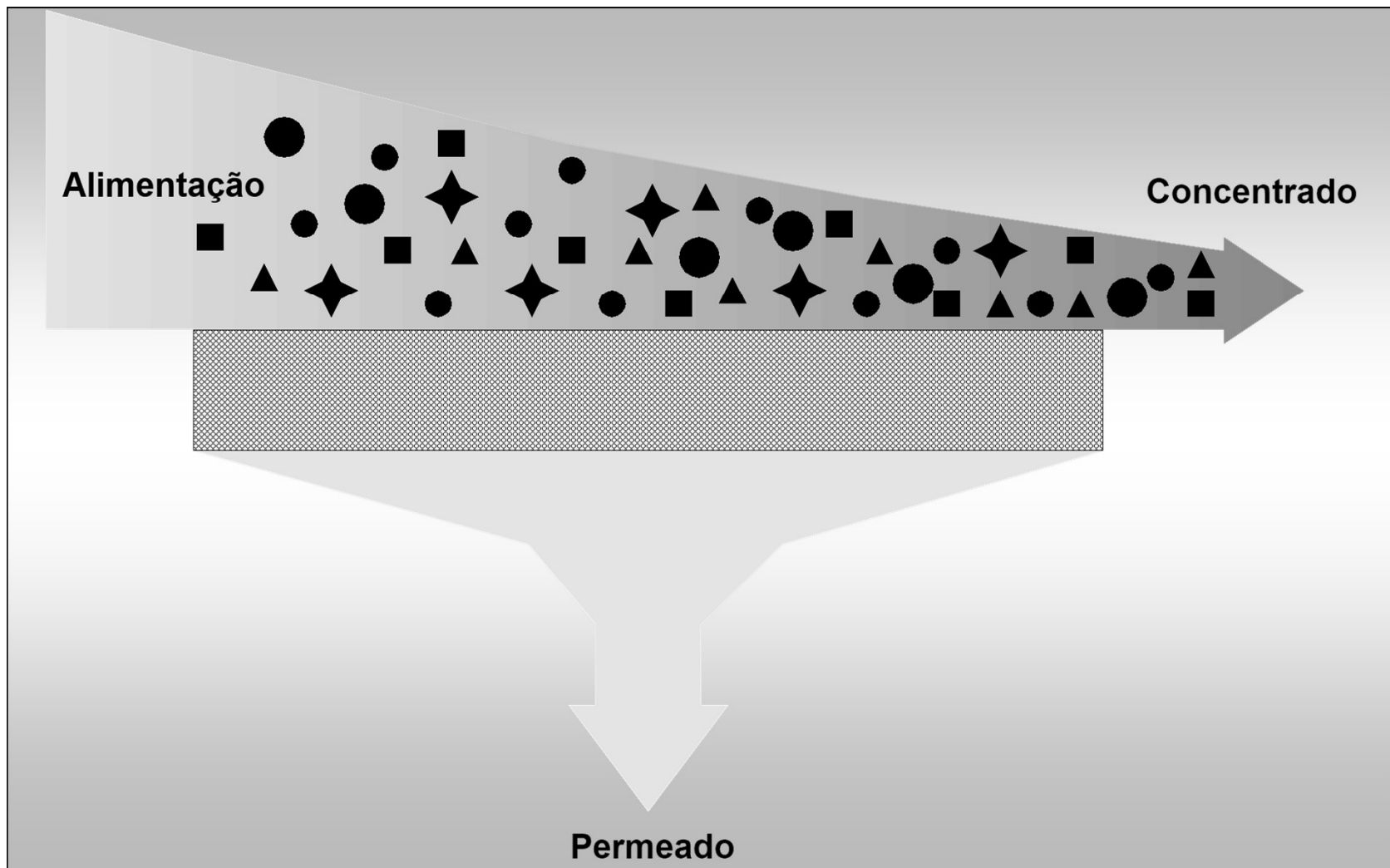
Representação do Processo convencional de Filtração

INTRODUÇÃO

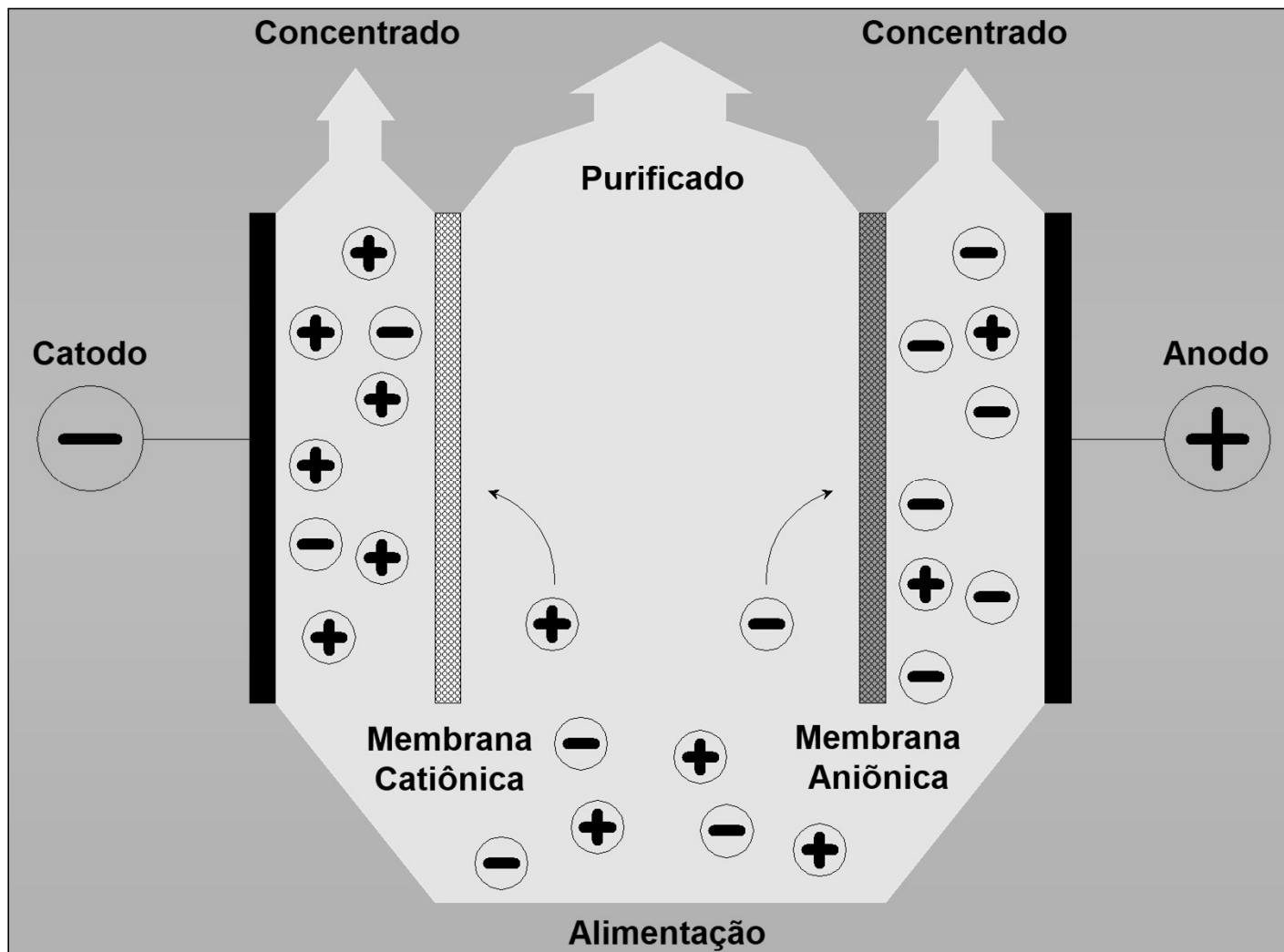
- Processo de separação por membranas:
 - Pode separar sólidos imiscíveis e solutos que se encontram dissolvidos;
 - A membrana atua como uma barreira seletiva permitindo a passagem de determinados componentes enquanto impede a passagem de outros;
 - Segundo Hwang e Kammermeyer (apud Cheryan, 1998), uma membrana pode ser definida como uma região de descontinuidade interposta entre duas fases;

INTRODUÇÃO (CONT.)

- Processo de separação por membranas (cont.):
 - O escoamento de água pode ser perpendicular (*dead end*), ou tangencial (*cross flow*), à membrana;
 - No escoamento tangencial nem todo o fluído que alimenta o sistema atravessa a membrana;
 - Em alguns casos são as espécies que se deseja separar que atravessam a membrana;
 - São produzidas duas correntes, o concentrado e o permeado ou purificado.



**Representação do processo de separação por
membranas com escoamento tangencial**



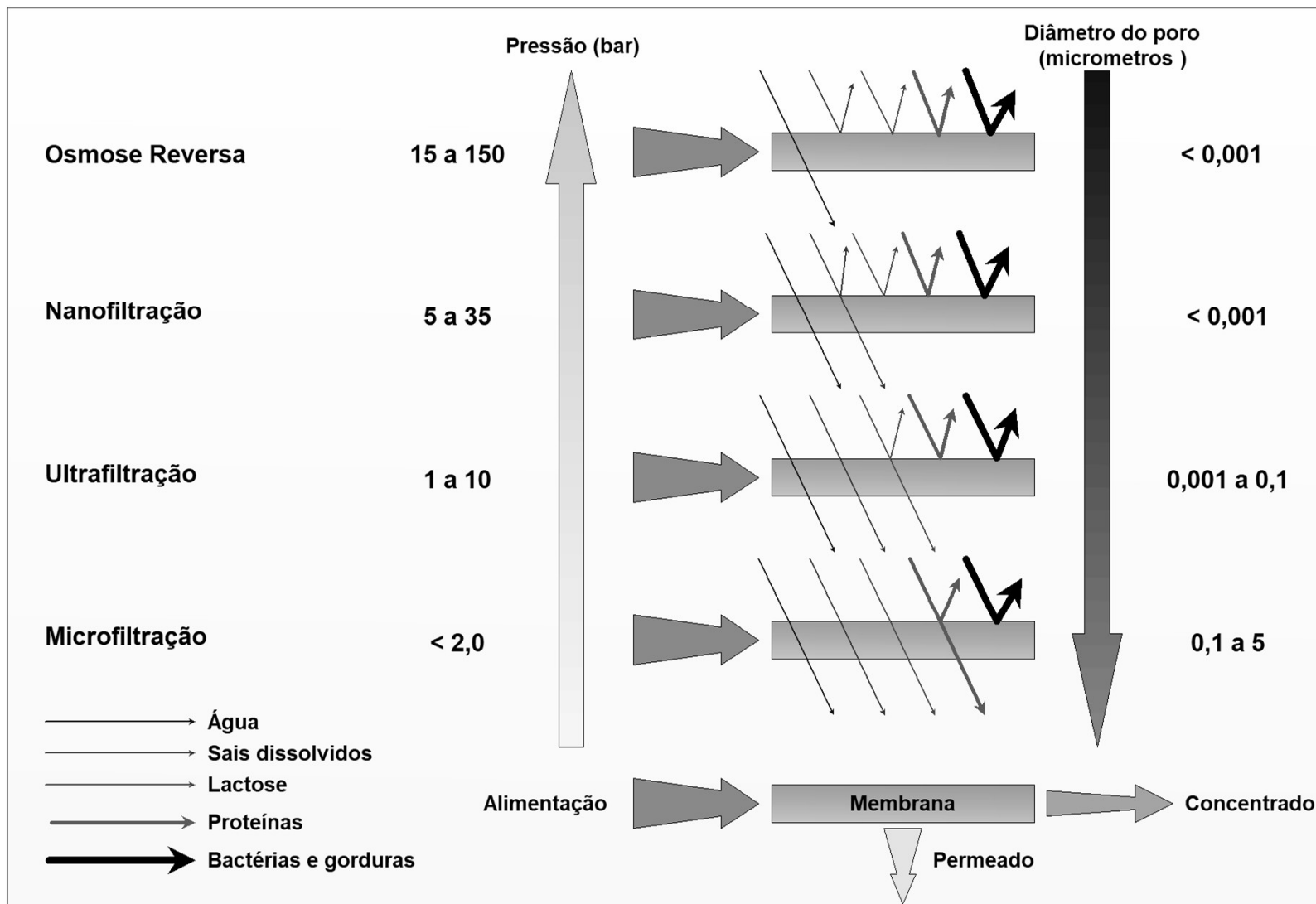
Representação do processo de Eletrodiálise

PRINCIPAIS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS

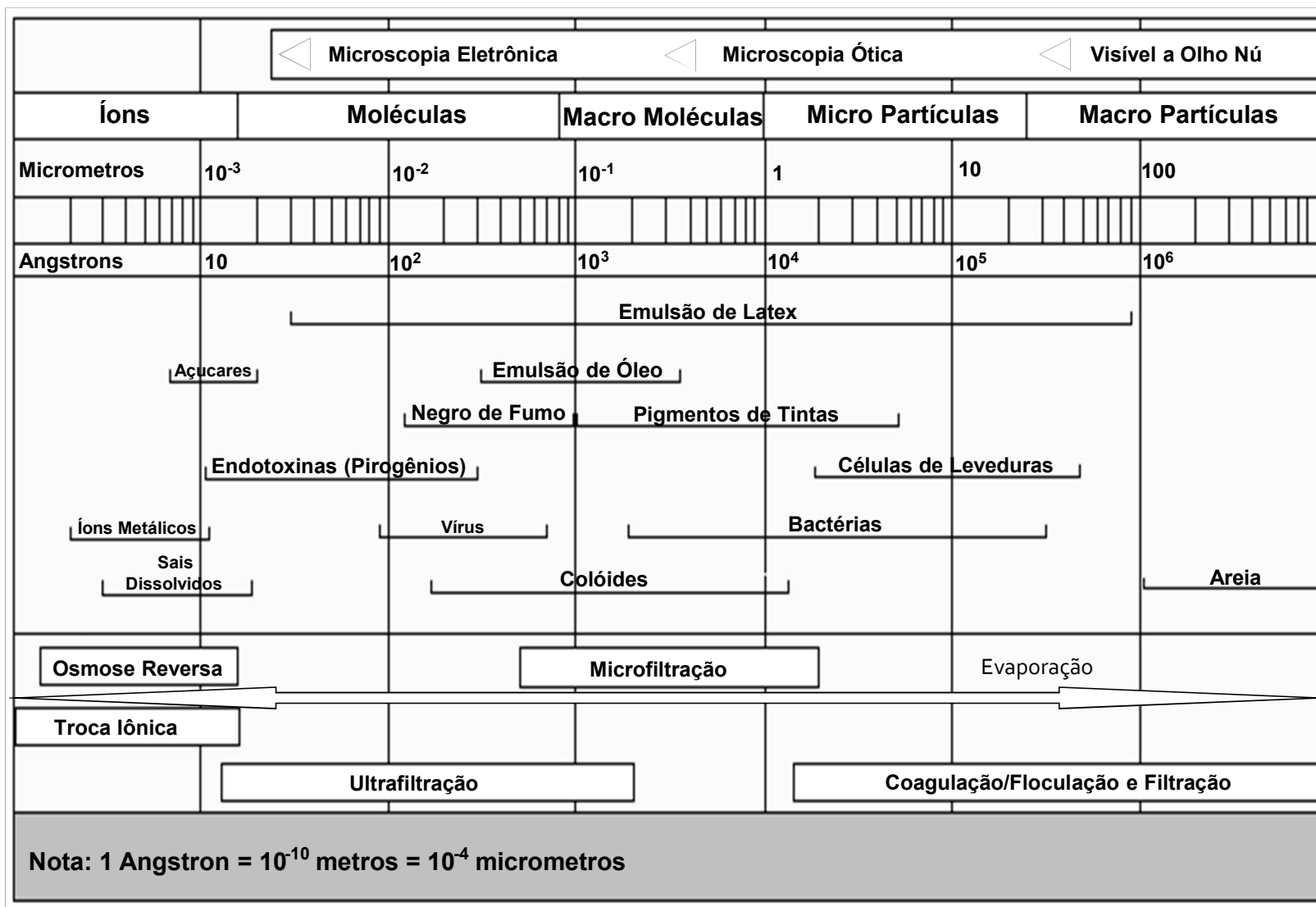
- Microfiltração (MF);
- Ultrafiltração (UF);
- Nanofiltração (NF);
- Osmose Reversa (OR);
- Eletrodialise e Eletrodialise Reversa (ED/EDR);
- Pervaporação (PV).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS

Processo	Força motriz	Concentrado	Permeado ou Purificado
Microfiltração	Pressão	Partículas.	Solutos dissolvidos.
Ultrafiltração	Pressão	Moléculas de alto peso molecular.	Moléculas de baixo peso molecular e sais dissolvidos.
Nanofiltração	Pressão	Moléculas de baixo peso molecular e íons bivalentes.	Íons monovalentes.
Osmose Reversa	Pressão	Todos os solutos..	Praticamente água.
Diálise	Concentração	Moléculas de alto peso molecular.	Moléculas de baixo peso molecular.
Eletrodiálise	Corrente elétrica	Solutos iônicos..	Solutos não iônicos.
Pervaporação	Pressão	Depende da membrana	Depende da membrana
Osmose	Potencial químico	Solutos	Água



Capacidade de separação dos principais processos de separação por membranas



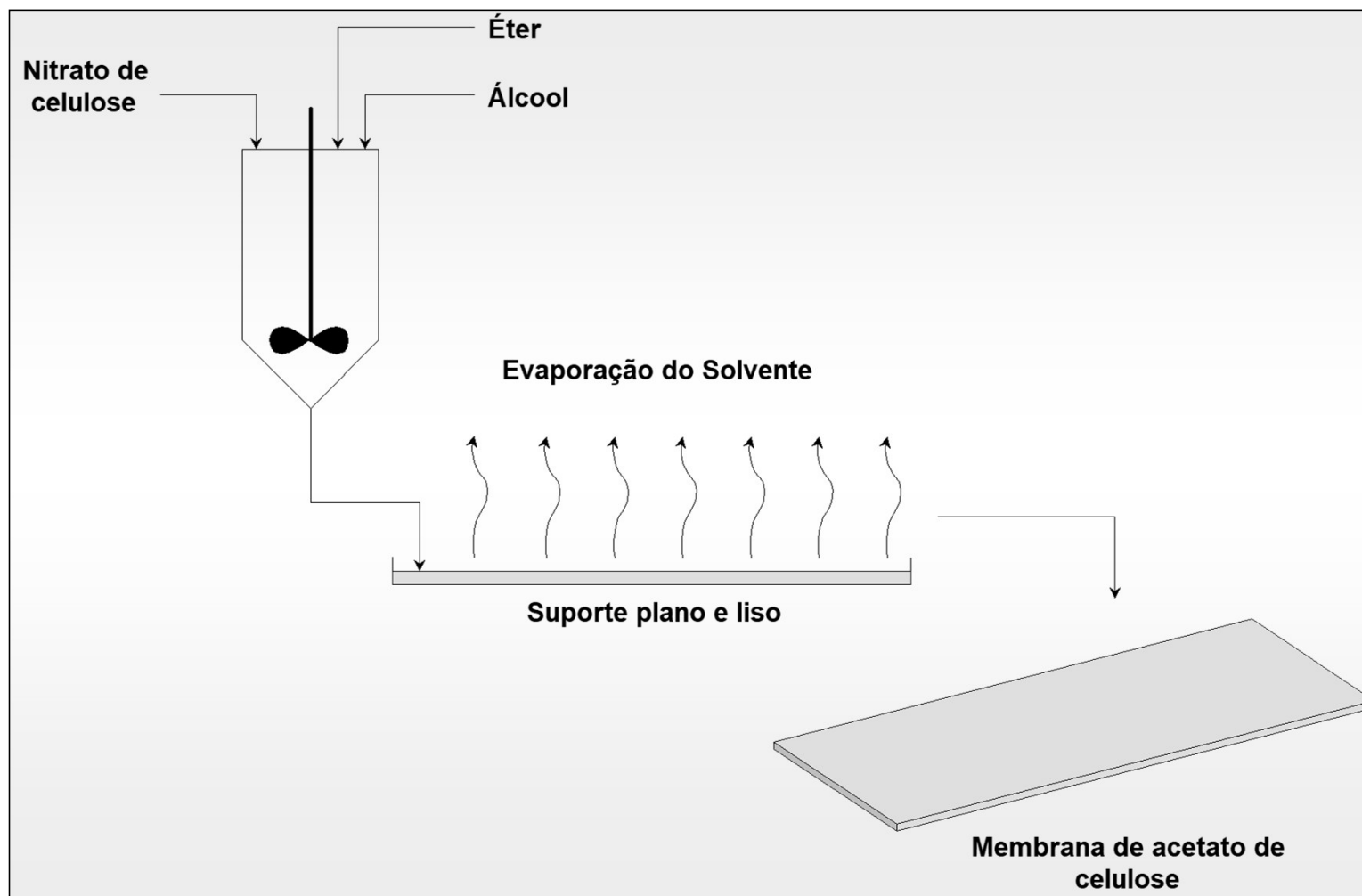
Técnicas de Tratamento em Função do Contaminante

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS MEMBRANAS

- O fenômeno de osmose já é conhecido desde 1748;
- Abbe Nollet observou que a água era capaz de difundir de uma solução diluída para uma mais concentrada, quando estas eram separadas por uma membrana semipermeável;
- Em 1855 Fick desenvolveu a primeira membrana sintética, preparada a partir de nitrato de celulose;
- Em 1877 Pfeffer relatou a produção de uma membrana cerâmica, a partir da precipitação de ferrocianeto de cobre nos poros de uma porcelana.

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS MEMBRANAS (CONT.)

- As primeiras medidas quantitativas do fenômeno de difusão e pressão osmótica foram feitas nas membranas produzidas a partir do nitrato de celulose;
- Vários pesquisadores direcionaram o seu foco para a produção de membranas com polímeros à base de celulose, em especial do colódio;



Processo de fabricação de membranas de acetato de celulose

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS MEMBRANAS (CONT.)

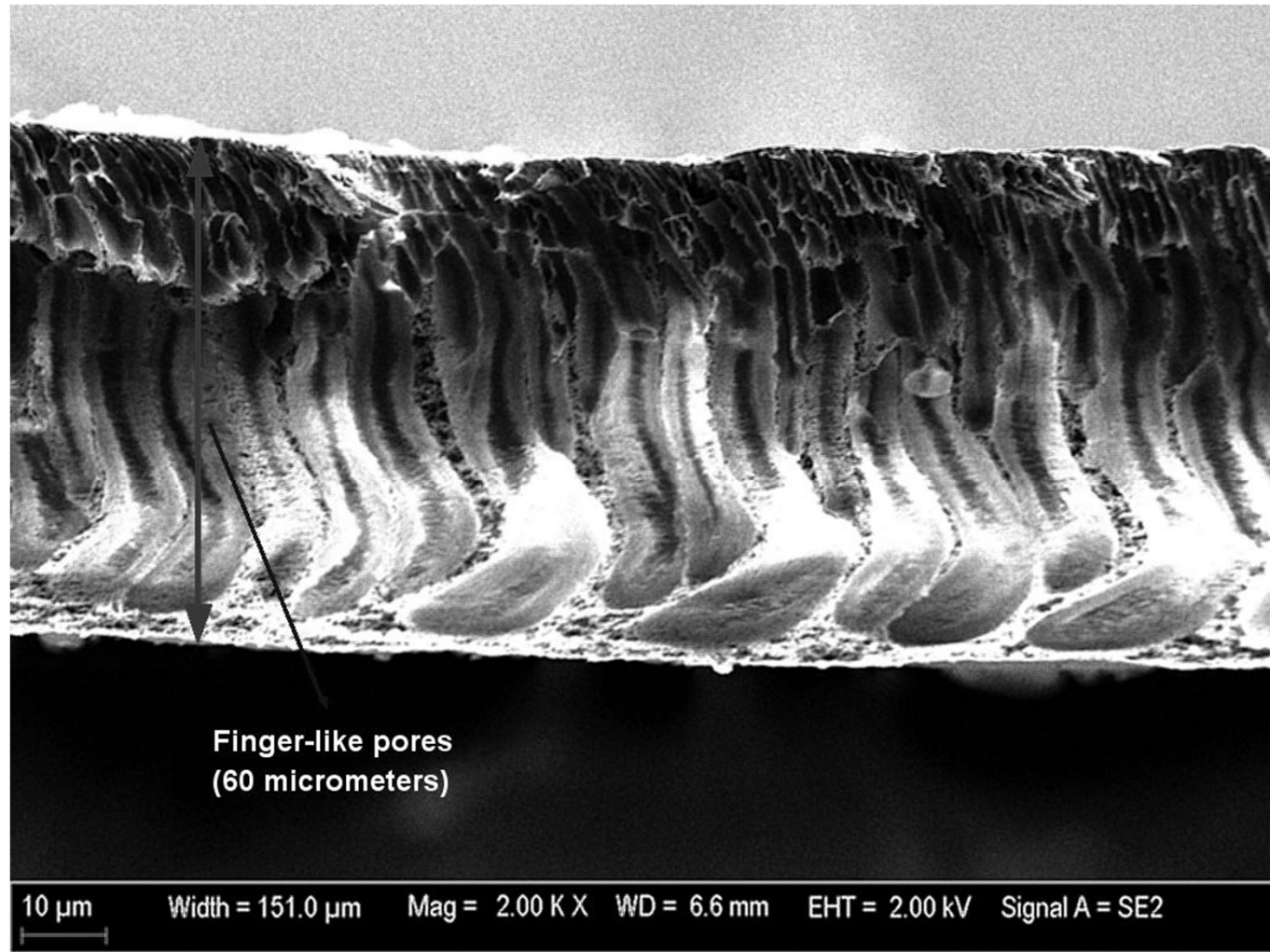
- Por volta de 1907 Bechhold desenvolveu métodos para controlar o tamanho dos poros das membranas, sendo responsável pelo termo ultrafiltração;
- De 1870 a 1920 houve um rápido desenvolvimento das teorias da termodinâmica de soluções (Van't Hoff e Gibbs), cujos trabalhos conduziram às primeiras relações entre pressão osmótica e outras propriedades.

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS MEMBRANAS (CONT.)

- Até 1945 a utilização das membranas restringia-se à separação de microrganismos;
- Em 1951 Goetz imprimiu linhas para formar uma matriz quadriculada nas membranas de modo a facilitar a contagem de colônias de bactérias;
- No início da década de 1950 Samuel Yuster da UCLA, previu com base nas isotermas de adsorção de Gibbs que seria possível produzir água doce a partir de água salina;
- De 1958 a 1960 Sourirajan e Sidney Loeb tentaram modificar as membranas comerciais de acetato de celulose para expandir seus poros, por meio do aquecimento com água;

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS MEMBRANAS (CONT.)

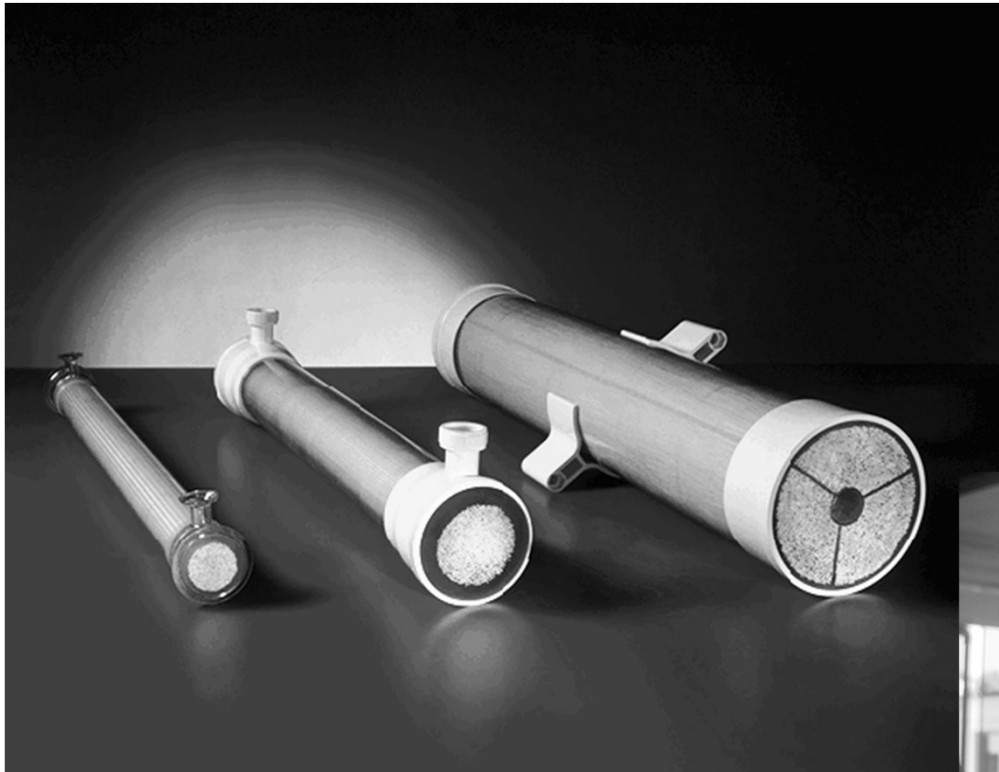
- O resultado dos experimentos foi contrário ao que se desejava;
- Com base nestes experimentos foram utilizadas membranas de ultrafiltração para obtenção de membranas mais restritivas, porém com maior fluxo;
- O processo de recozimento resultou em um fenômeno conhecido como anisotropia;
- A partir do final da década de 1950 e início da década de 1960 os processos de separação por membranas passaram a ser amplamente utilizados;



**Seção transversal de uma membrana de
Polietersulfona com Argila**

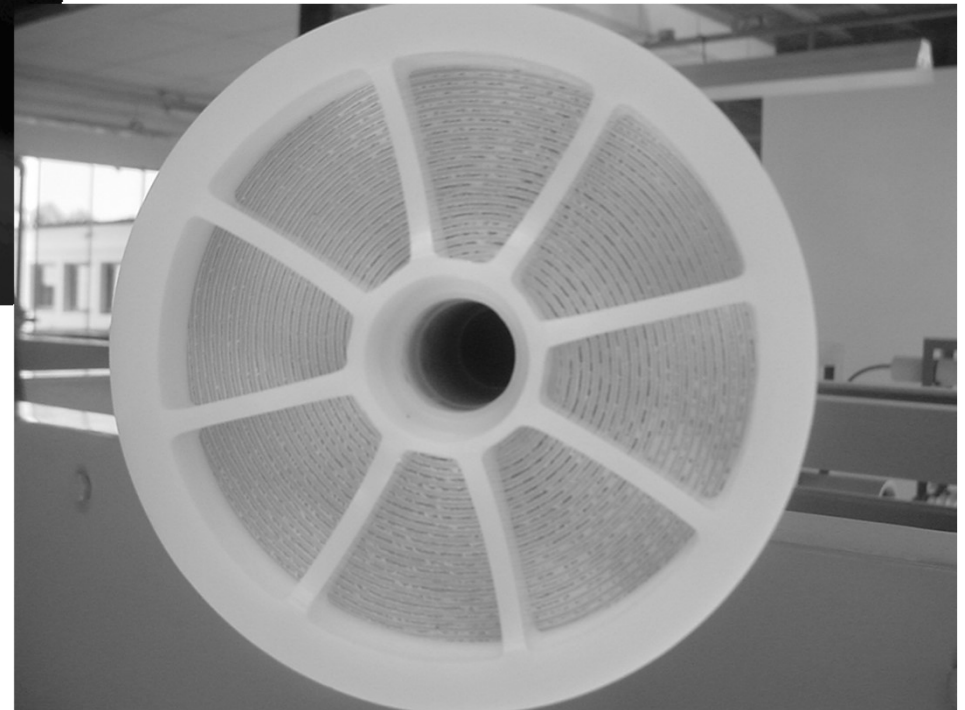
Primeiro módulo enrolado em espiral
desenvolvido pela empresa Kock
Membranes





**Módulos com membranas
em fibra oca**

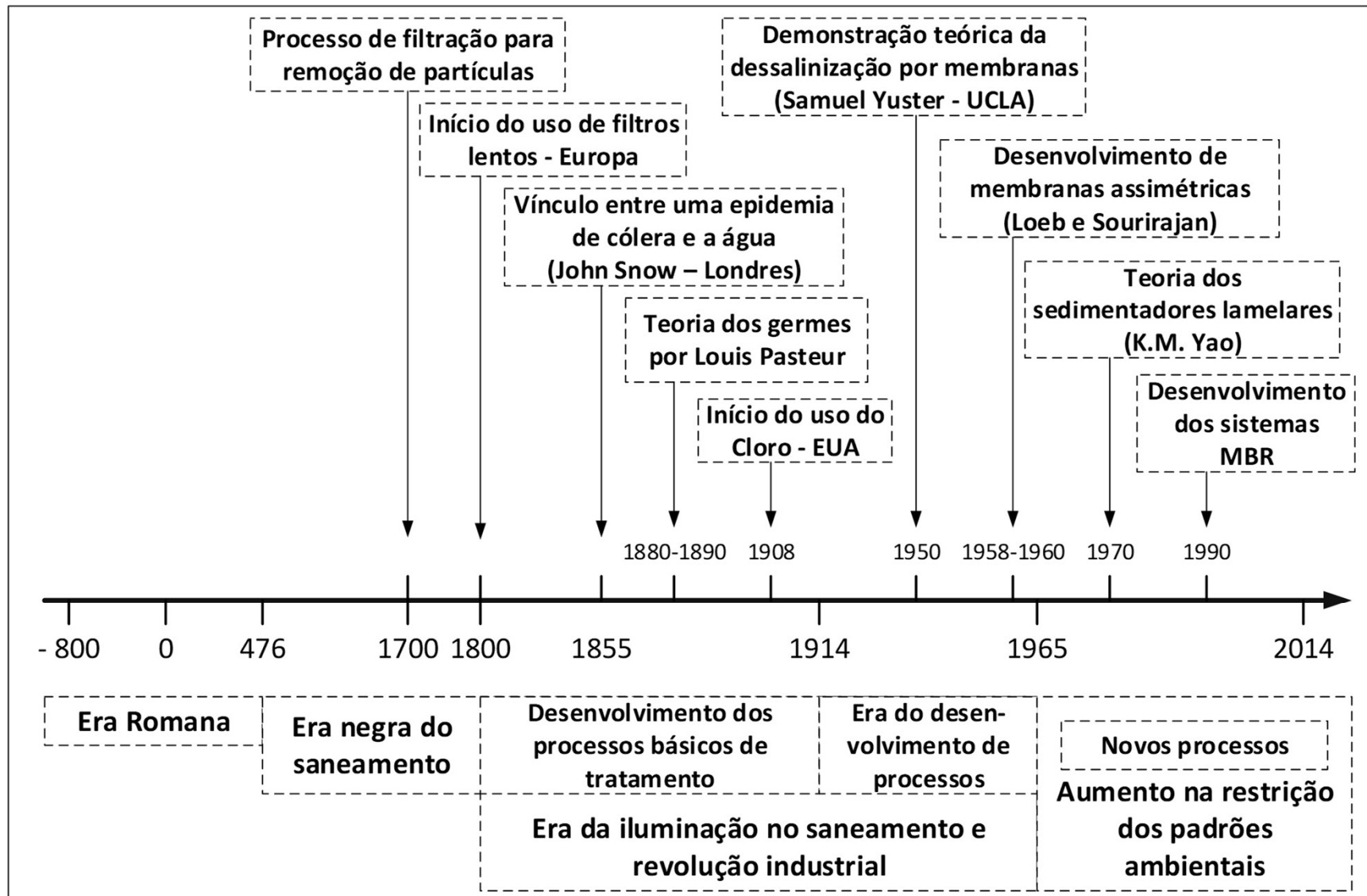
**Módulo enrolado
em espiral**





NECESSIDADES ATUAIS PARA APLICAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS

- Atualmente, três fatores básicos conduzem à necessidade de utilizar os processos de separação por membranas:
 - Restrições legais;
 - Aumento da demanda de água e redução da oferta;
 - Pressões de mercado.



Paralelo Histórico entre as práticas de Saneamento, com foco em água de abastecimento e no tratamento de esgotos

RESTRIÇÕES LEGAIS

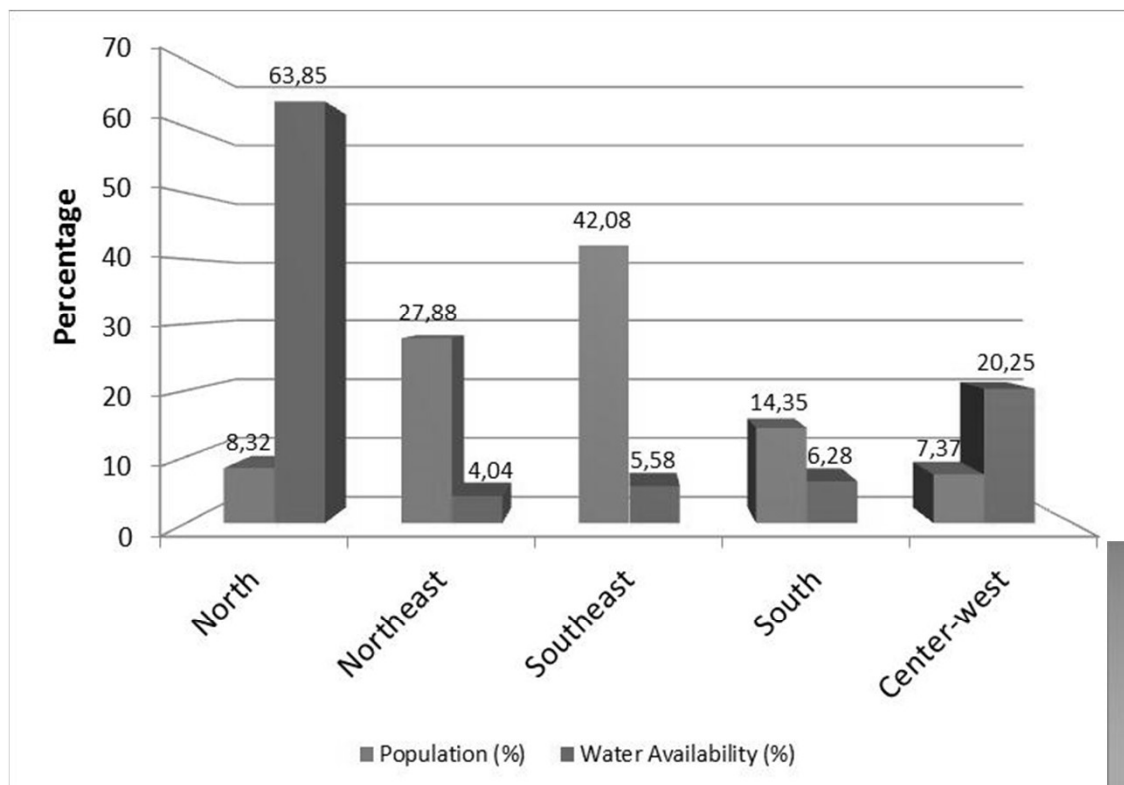
- Normas mais restritivas relacionadas aos padrões de qualidade de água e lançamento de efluentes;
 - Portaria de Consolidação nº 5 de 28/09/2017 do Ministério da Saúde;
 - Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011 e Decreto Estadual nº 8.468/1976;
- Problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos;
- Introdução do conceito de poluidor pagador.

POLÍTICA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- Lei nº 12.300, de 16/03/2006;
- Proíbe o lançamento de resíduos em sistemas de drenagem de água pluviais;
- Prática utilizada pelas companhias de abastecimento para destinação final do lodo gerado.

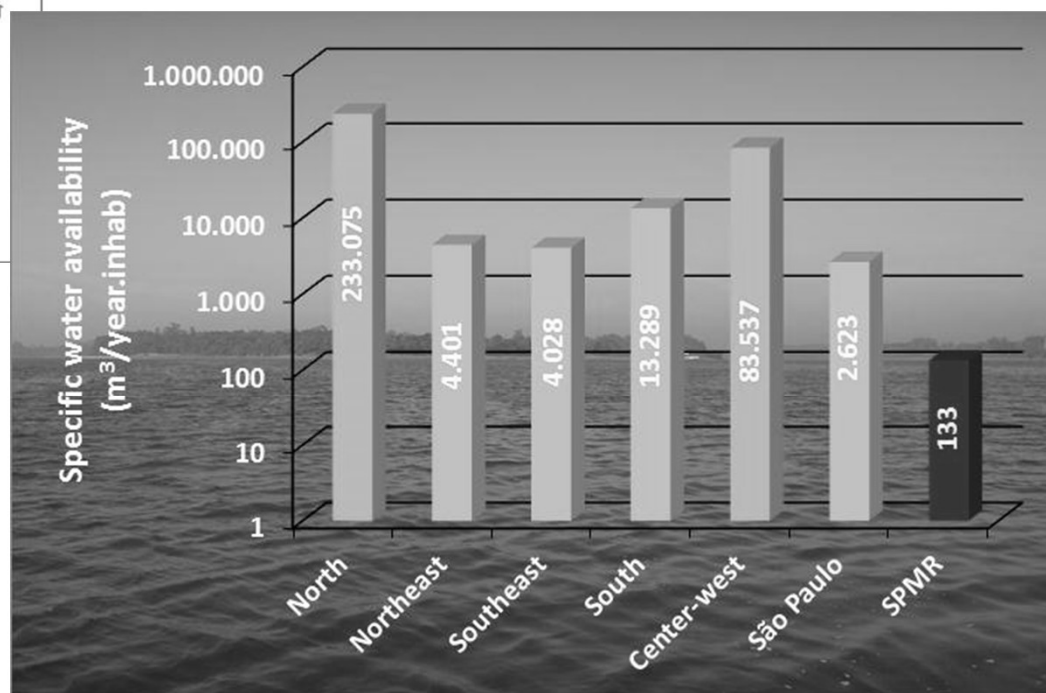
AUMENTO DA DEMANDA E REDUÇÃO DA OFERTA

- Crescimento populacional acelerado, principalmente nos grandes centros urbanos;
- Degradação da qualidade dos mananciais disponíveis em razão do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais;
- O conceito de mananciais protegidos não se aplica a todos os mananciais;
- Utilização de mananciais degradados como fonte de abastecimento.



Distribution of Brazilian Population and water availability (2010)

Demanda específica de água por região



Escassez induzida

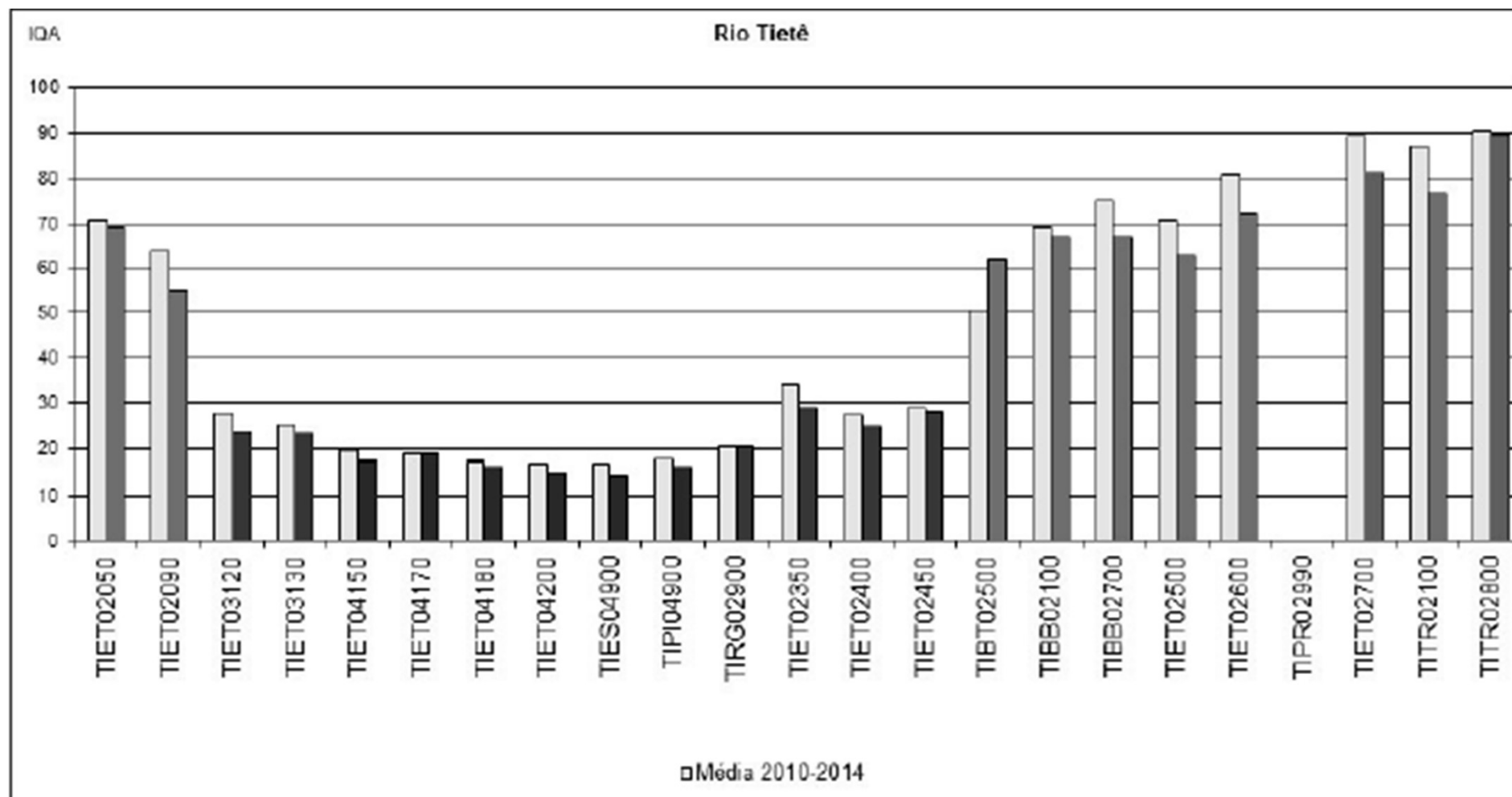


Relatório CETESB de Qualidade de Águas Superficiais - 2015

UGRHI		População Urbana	Atendimento (%)		Carga Remanescente kg/dia	ICTEM
Número	Descrição		Coleta	Tratamento		
1	Mantiqueira	59.777	70	70	1.047	7,18
2	Paraíba do Sul	2.012.660	92	71	45.421	6,58
3	Litoral Norte	286.044	57	46	9.321	4,88
4	Pardo	1.143.624	98	83	15.631	7,86
5	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.344.502	93	73	101.658	7,10
6	Alto Tietê	20.675.245	89	53	579.081	5,64
7	Baixada Santista	1.793.690	73	15	84.994	2,60
8	Sapucaí/Grande	677.578	99	92	6.994	9,80
9	Mogi Guaçu	1.464.080	98	66	39.162	6,07
10	Sorocaba/Médio Tietê	1.792.507	89	75	34.110	7,09
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	286.822	67	64	7.686	6,17
12	Baixo Pardo/Grande	335.724	100	70	7.904	6,64
13	Tietê/Jacaré	1.530.664	98	66	37.378	6,32
14	Alto Paranapanema	612.160	92	84	11.362	7,24
15	Turvo/Grande	1.231.019	99	92	11.944	9,81
16	Tietê/Batalha	499.109	99	92	5.912	8,19
17	Médio Paranapanema	644.813	97	94	7.775	8,21
18	São José dos Dourados	213.668	95	95	2.770	8,28
19	Baixo Tietê	739.711	99	97	11.020	7,94
20	Aguapeí	340.909	98	97	3.743	8,31
21	Peixe	431.337	89	48	14.332	4,97
22	Pontal de Paranapanema	457.359	98	90	5.462	8,33
Estado de São Paulo		42.573.000	91	63	1.044.707	6,25

http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2015_Partel_25-07.pdf

Impacto da Falta de Tratamento de Esgotos na Disponibilidade Hídrica



Perfil do IQA ao longo do Rio Tietê em 2014

Fonte: Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2015 [recurso eletrônico] / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2016.

Necessidade de utilização de técnicas avançadas (alternativas)

Database Counter

In addition to organic and inorganic substances, REGISTRY has:

66,569,759 sequences

CAS RN 1872343-09-3 is the most recent CAS Registry Number

CAS also provides specialized databases of chemical reactions, regulated chemicals, commercially available chemicals and Markush substance information.

Specialized Substance Collections Count

CASREACT⁽¹⁾ **86,492,064** Single and multi-step reactions, and synthetic preparations

CHEMLIST **345,462** Inventoried/regulated substances

CHEMCATS **102,510,642** Commercially available chemicals

MARPAT **1,114,092** Searchable Markush structures

(1) More information on CASREACT statistics.

<http://www.cas.org/content/counter> (acesso em 23 de fevereiro de 2016)

FONTES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO

- A crescente escassez de recursos hídricos, aliada às novas restrições legais tem conduzido à busca por fontes alternativas de abastecimento:
 - Utilização de águas salobras e salinas;
 - Implantação da prática de reúso de efluentes:
 - O interesse pelo reúso de efluentes tem aumentado de maneira expressiva.

Reúso Potável

- O fator limitante para o reúso não potável abrangente de água é o custo da rede de distribuição;
- Atualmente o nível de desenvolvimento tecnológico permite a obtenção de água com elevado grau de qualidade;
- Com a utilização destas tecnologias é possível implantar um programa de reúso potável planejado;
- Isto já vem sendo feito em outros países.

Texas Leads The Way With First Direct Potable Reuse Facilities In U.S.

Primeiro usuário... x

www.wateronline.com/doc/texas-leads-the-way-with-first-direct-potable-reuse-facilities-in-u-s-0001

Apps Web Sudoku - Billio... Entrar | Escola Polité... Programa Capes/Br...

Other bookmarks

Get the best of Water Online delivered straight to your Inbox! Sign Me Up





From The Editor | September 16, 2014



Texas Leads The Way With First Direct Potable Reuse Facilities In U.S.

By Laura Martin
@LauraOnWater

Severe drought prompts both Big Spring and Wichita Falls to recycle wastewater effluent for drinking water use. Will others follow suit?

When John Grant and his team in Big Spring, Texas, initially decided to build the first-ever direct potable reuse (DPR) facility in the U.S., they weren't trying to make history.

In fact, Grant, the general manager for the Colorado River Municipal Water District (CRMWD), wasn't even aware that there are only a handful of facilities worldwide that utilize DPR—the process of reusing treated wastewater as drinking water without an environmental buffer.

The CRMWD was simply looking to provide clean, safe water for the district's consumers in Odessa, Big Spring, Snyder, and Midland during the region's worst drought in decades.

"When we started our project back in 2002, we didn't even intend for it to be a DPR project. We were just looking for new water supplies in our area," said Grant. "We weren't able to build any more surface reservoirs because we physically had no more room, most of the fresh ground water had already been developed, and indirect potable reuse



Newsletter Signup

Get the latest water industry news, insights, and analysis delivered to your inbox.

Email



By clicking Sign Me Up, you agree to our Terms and that you have read our Privacy Policy.

YOU MAY ALSO LIKE...



Speaking Out On Water Reuse: Experts Make Compelling Case
A mix of quotes, notes, expert opinions, and beer — all made possible by water reuse.

Direct Potable Reuse Vs. Indirect: Weighing The Pros And Cons

There are two potable water reuse options currently gaining prevalence: direct potable reuse (DPR) and indirect potable reuse (IPR). Water Online shares pros and cons of each.

Is America Ready To Drink Recycled Water?

Treated wastewater could be a major asset during California's historic drought, but are people ready to drink



POR PTB2

07:27 23-Apr-15

The US, South Africa and / x

Primeiro usuár... - x

www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/13/us-south-africa-australia-wastewater-drinking-water-direct-potable-reuse

Apps Web Sudoku - Billio... Entrar | Escola Polité... Programa Capes/Br...

Other bookmarks

theguardian

Winner of the Pulitzer prize 2014

home UK election world sport football opinion culture business lifestyle fashion environment tech travel

browse all sections

home environment energy pollution climate change wildlife

Guardian sustainable business water

The US, South Africa and Australia are turning wastewater into drinking water

Water stressed cities are importing water and investing in desalination plants. Could treating sewage plant wastewater offer a local, energy-efficient way of securing water supply?

Sponsored by:

GRUNDFOS

About this content

Stuart Khan

Monday 13 October 2014 14.21 BST

f

in

g+

Shares

718



Water flows through the Southern California desert from the Colorado River to the Los Angeles area.

Photograph: Hopd/AP

Advertisement

GRUNDFOS NEWS

Business and Technology Magazine

SIGN UP and receive more NEWS from Grundfos

GRUNDFOS

Most popular in US



Baltimore officer who chased Freddie Gray had pattern of violence - court filings

Windows Taskbar icons: File Explorer, Internet Explorer, Mail, Calendar, Photos, Word, Excel, PowerPoint, OneDrive, and a folder icon.

System tray: Network, Volume, and Date/Time (23-Apr-15 07:29).

Em 10 anos, água de reúso: x

Primeiro usuár...

sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,em-10-anos-agua-de-reuso-poderia-abastecer-3-5-mi-imp-,1634721

Apps Web Sudoku - Billio... Entrar | Escola Polité... Programa Capes/Br... APOLO11.COM - Ni...

Acervo PME **Jornal do Carro** paladar link Radio Eldorado Radio Estadão

Classificados ANUNCIE ASSINE O ESTADÃO

ESTADÃO

São Paulo

ÚLTIMAS COLUNAS BLOGS

Em 10 anos, água de reúso poderia abastecer 3,5 mi

EDGAR MACIEL - O ESTADO DE S. PAULO
15 Fevereiro 2015 | 02h 03

Projeto enviado à Sabesp prevê tornar o esgoto potável e ajudar a despoluir os rios de São Paulo; custo estimado é de R\$ 3 bilhões

A água de reúso é apontada por especialistas como a solução mais barata e viável para a crise hídrica em São Paulo. Um relatório entregue à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), em dezembro de 2014, aponta que, em dez anos, seria possível criar um sistema que reutilizasse cerca de 10 metros cúbicos por segundo, capaz de abastecer 3,5 milhões de habitantes.

Todo o esgoto seria transformado em água potável, o que também ajudaria a despoluir os rios de São Paulo. "Isso significa uma independência hídrica buscada pelo Estado e milhões de reais poupados em recursos. É a única alternativa que temos no momento", diz o professor de Hidrologia da Universidade de São Paulo (USP) e autor do relatório, Ivanildo Hespanhol. "Nós ainda estamos vivendo os

12 COMENTÁRIO(S)

DÊ A SUA OPINIÃO

ROBERTO POPÓ
13 de Março de 2015 | 00h35
Trabalhei por 38 anos em uma empresa de Osasco, percorria todo o rio Tietê de Guarulhos a Osasco. Vi obras que devem ter custado muito mais e sem eficácia nenhuma durante este período, desde o tempo de Maluf e cia até a atualidade. São e demonstraram ser todos incompetentes ou simplesmente aproveitadores e não governadores.

[DENUNCIAR](#)

WELBI MAIA BRITO
18 de Fevereiro de 2015 | 15h54
O governador Geraldo Alckmin, desde o início, tem se mostrado atento e atuante, realizando obras e ações governamentais, que somadas às chuvas, tem conseguido evitar racionamento nas regiões abastecidas pelos sistemas Guarapiranga e Alto Tietê.

[DENUNCIAR](#)

PAULO CARVALHO
16 de Fevereiro de 2015 | 21h59
Há um grande volume de água disponível para uso pela região

ASSINE O ESTADÃO

Windows Explorer Google Chrome Outlook V W X P

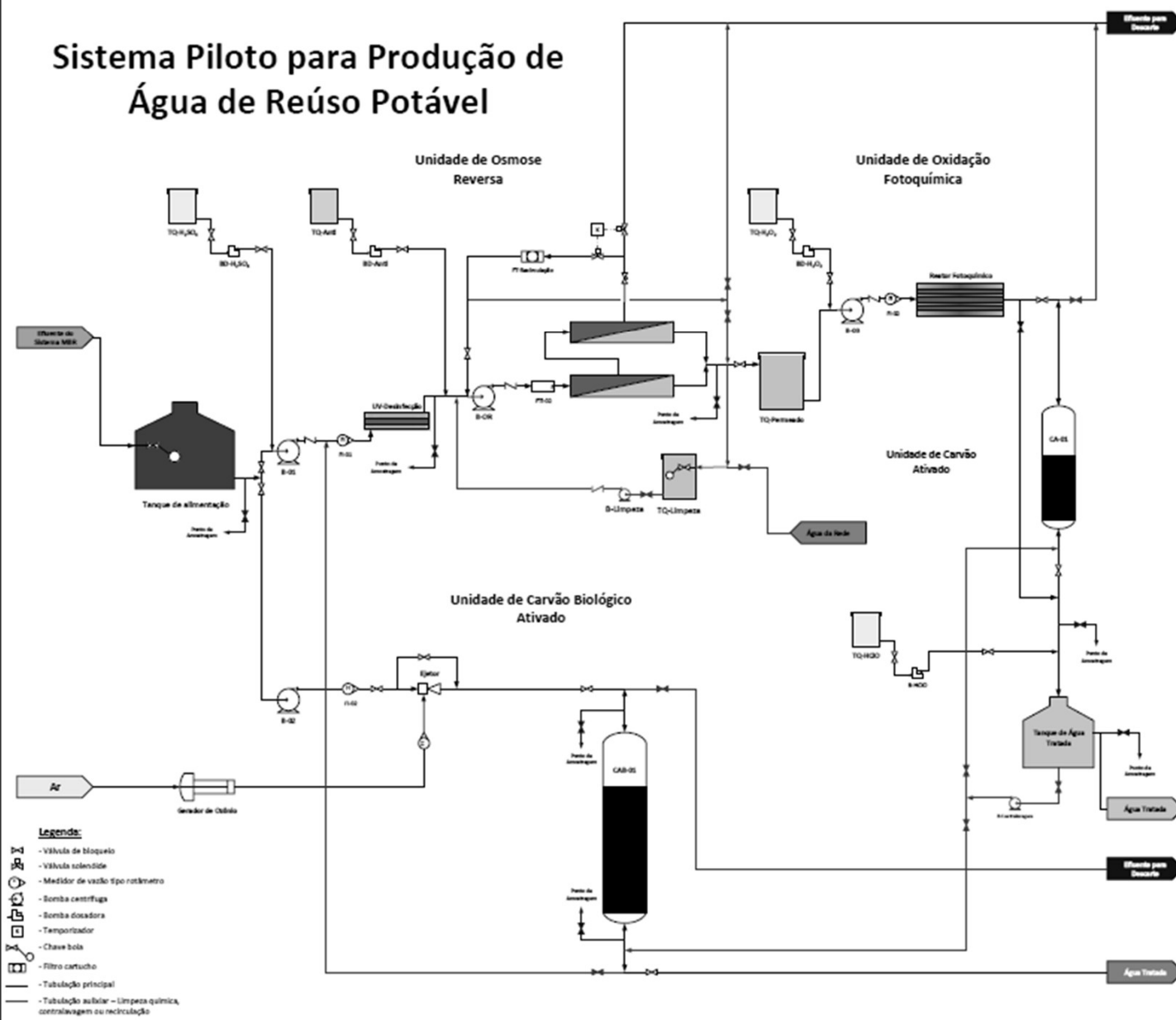
POR 07:32
PTB2 18-May-15

<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,em-10-anos-agua-de-reuso-poderia-abastecer-3-5-mi-imp-,1634721>

Projeto de Reúso de Água Potável da SANASA/Campinas

- Proposta de avaliação de sistema de tratamento para produção de água de reúso potável a partir de esgotos domésticos tratados;
- Instalação de um sistema piloto para avaliar processos complementares de tratamento do efluente de um sistema MBR;
- Avaliar a eficiência de tratamento e remoção de compostos orgânicos com potencial estrogênico e androgênico.

Sistema Piloto para Produção de Água de Reúso Potável



SANASA
CAMPINAS

PCJ
Agência das Águas PCJ

Descrição geral:

Esta unidade piloto, com capacidade de produção de 330 L/h, tem por objetivo avaliar diferentes processos de tratamento para produção de água de reúso potável a partir do efluente tratado da ETE Capivari II. O Sistema concebido permite a avaliação das seguintes configurações de tratamento:

- 1) Osmose reversa;
- 2) Osmose reversa e oxidação fotoquímica avançada;
- 3) Osmose reversa e adsorção em carvão ativado granular;
- 4) Osmose reversa oxidação fotoquímica avançada e adsorção em carvão ativado granular;
- 5) Carvão biológico ativado combinado com as configurações de tratamento indicadas acima.

A Unidade de Osmose Reversa visa promover a remoção de compostos orgânicos e inorgânicos presentes no efluente ao sistema. Consiste de um sistema de dois estágios precedido de um sistema de desinfecção por radiação ultravioleta, que possibilita uma dose de radiação de 60,6 mJ/cm² e tempo de contato de 14,2 segundos. São utilizados dois módulos de membranas fornecidos pela Empresa Dow para uma taxa de recuperação de água de 70%, o que é obtido com a recirculação de concentrado. Também faz parte da unidade o sistema de limpeza química.

A Unidade de Oxidação Fotoquímica tem por finalidade oxidar qualquer contaminante orgânico que não tenha sido retido pela unidade de osmose reversa. Esta unidade é constituída por um tanque de alimentação e pelo reator com 12 lâmpadas ultravioleta de baixa pressão, o que possibilita a obtenção de uma dose de radiação de 1430 mJ/cm² e tempo de contato de 186 segundos. Para viabilizar o processo de oxidação é feita a dosagem de peróxido de hidrogênio na alimentação de reator UV.

A Unidade de Adsorção em Carvão Ativado tem como função remover compostos orgânicos remanescentes no permeado da osmose reversa ou no efluente da unidade de oxidação fotoquímica. Esta unidade é constituída por um leito de carvão ativado granular, dimensionado para um tempo de contato de 10 minutos (leito vazio), e opera com uma taxa de aplicação de 10 m³/h.m².

A Unidade de Carvão Ativado Biológico visa a oxidação biológica de compostos orgânicos presentes no efluente ao sistema, assistida pelo processo de oxidação química com ozônio. Esta unidade é constituída por um sistema de ozonização e um leito de carvão ativado granular, dimensionado para um tempo de contato de 20 minutos (leito vazio), e opera com uma taxa de aplicação de 7 m³/h.m².

Concepção, Projeto e Coordenação

Centro Internacional de Referência em Água de Reúso

Montagem e Operação

Irivici

Projeto	Execução	Monitoramento
Objetivo: Construção de uma unidade de tratamento de água de reúso potável.	Objetivo: Construção de uma unidade de tratamento de água de reúso potável.	Objetivo: Construção de uma unidade de tratamento de água de reúso potável.
Localização: Av. do Estado, 100 - Campinas/SP	Localização: Av. do Estado, 100 - Campinas/SP	Localização: Av. do Estado, 100 - Campinas/SP
Assessoria: Sistema de Tratamento de Água para Reúso	Assessoria: Sistema de Tratamento de Água para Reúso	Assessoria: Sistema de Tratamento de Água para Reúso
Documentos: CBRN-2015-SANASA-EP-005	Documentos: CBRN-2015-SANASA-EP-005	Documentos: CBRN-2015-SANASA-EP-005

PRESSÃO DE MERCADO

- Este tipo de força motriz para a introdução de processos de separação por membranas ainda é pouco sentido:
 - Os sistemas de tratamento de água, na sua grande maioria são mantidos pelo poder público;
 - A avaliação de custo-benefício para um projeto não é conduzida com muito rigor;
 - Falta de investimentos no setor de saneamento;
 - Não existe uma competição significativa entre projetistas e fornecedores, o que limita a busca por mudanças.

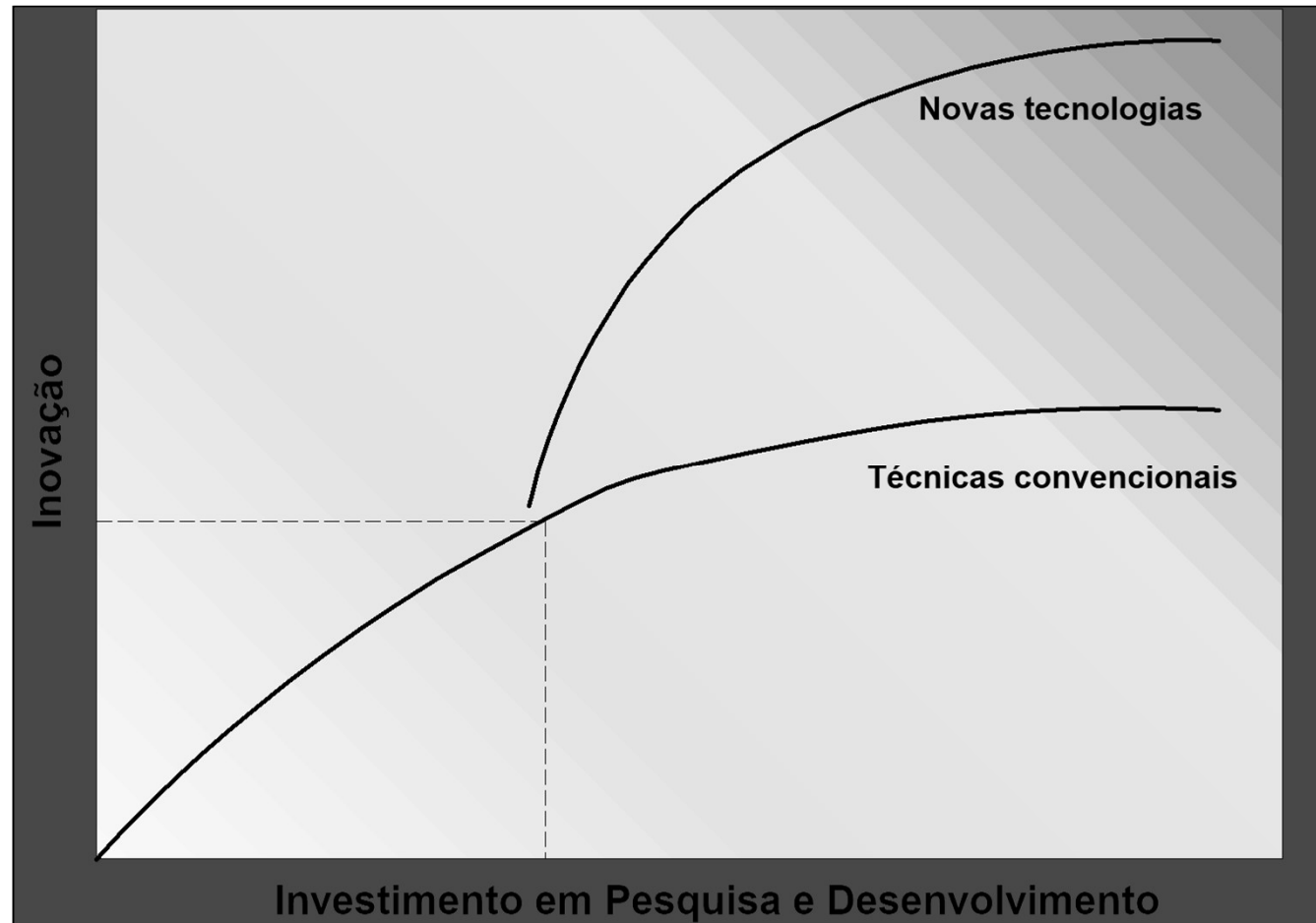
PRESSÃO DE MERCADO (CONT.)

- À medida que o setor privado começa a ter uma maior participação neste setor a situação tende a se alterar;
- Houve uma melhoria significativa no desempenho dos processos de separação por membranas;
- Aumento da produção com consequente redução de custos;
- Sistemas convencionais tornam-se cada vez mais complexos.

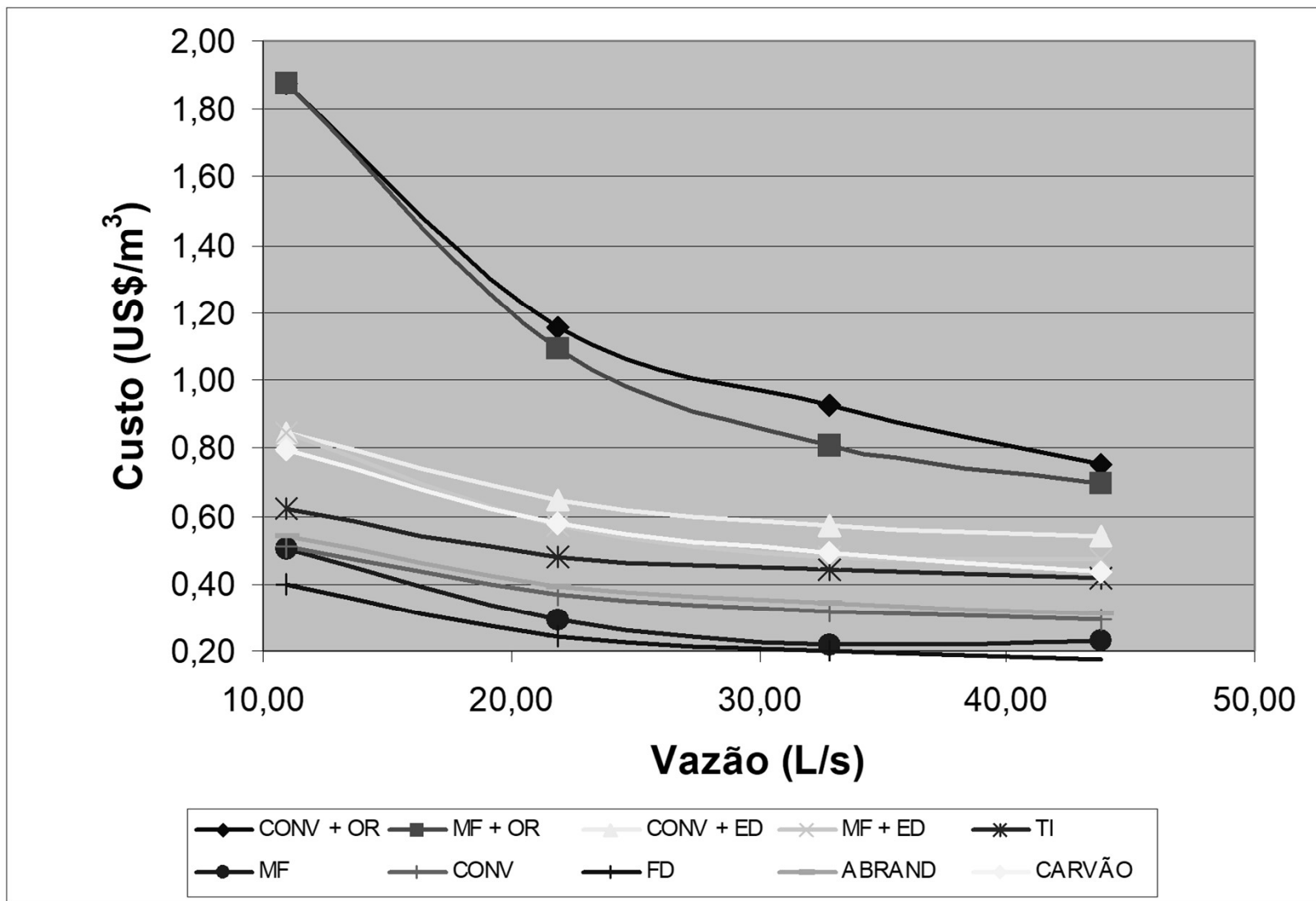
PRESSÃO DE MERCADO (CONT.)

- Em termos de inovação, o retorno do investimento em P&D nos sistemas convencionais não se mostra atraente;
- A cada dia é necessário investir mais para um ganho de inovação muito pequeno;
- Para reverter esta tendência é necessário investir em novas tecnologias.

Utilização de novas tecnologias de tratamento de efluentes para reuso



Relação entre inovação e investimento em P&D na atualidade



Comparação de Custos para as principais tecnologias de tratamento de água

PERGUNTAS PARA FIXAR CONCEITOS

1. Quais os principais desafios da gestão de recursos hídricos em grandes regiões metropolitanas?
2. Que fatores justificam a necessidade de substituição das tecnologias convencionais de tratamento de água e efluentes na atualidade?
3. Qual a relevância da inovação tecnológica no setor de saneamento?