



OR



NF



UF

MBR

# TORAY

Innovation by Chemistry

## *Toray OR*

Membranas Compostas de Poliamida Reticuladas de Última Geração



# Toray OR

## 60 Anos de Pioneirismo em Direção à Água Sustentável

Toray Industries, Inc. tem desenvolvido membranas de Osmose Reversa desde 1968. Hoje oferecemos uma linha completa de membranas apoiadas por nossos sessenta anos de experiência. Nossas tecnologias avançadas de membrana e operações globais garantem o sucesso de qualquer projeto.

No grupo Toray, consideramos a sustentabilidade como questão global mais importante do século XXI. A Visão de sustentabilidade da Toray para tratamento de água visa triplicar a água tratada anualmente com as nossas membranas até 2030 (comparado com 2013).

Continuaremos fornecendo tecnologia de membranas avançadas, como membranas de OR, fortalecendo ainda mais nossos serviços técnicos e contribuindo para a solução de problemas hídricos em todo o mundo.

**Capacidade acumulada de plantas com OR Toray:**




**105,000,000 m<sup>3</sup>/dia**

(Março, 2022)



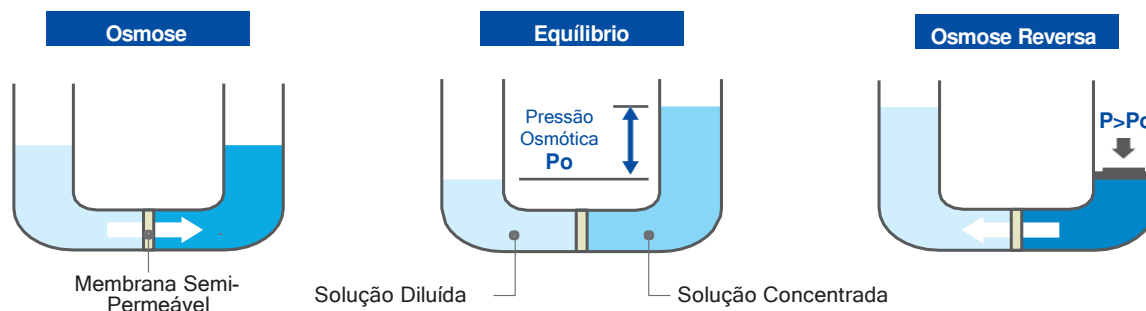
## Linha de Membranas Toray

A Toray fornece os melhores produtos de tratamento de água adequados para todos os tipos de água de alimentação.

Tam.	0.001µm	0.01µm	0.1µm	1µm	10µm
Objetivo de Separação	Íon, orgânico de baixo peso molecular	Polímero de alto peso molecular	Colóides	Lodo	
	Trihalometano Íons Monovalentes	Agrícola & Material Orgânico Íons Multivalentes	Vírus	Coliformes Cryptosporidium	Bactérias
Tipo	RO (Osmose Reversa)	NF (Nanofiltração)	UF (Ultrafiltração)	MF (Microfiltração)	
Produto de Membrana Toray	Água Ultrapura, Dessalinização de água do mar, Recuperação de Águas Residuárias		Água Potável Municipal, Reuso de Efluentes, Pré-Tratamento para OR e NF		Tratamento de Efluentes
	 <p>Membrana de RO/NF</p>		 <p>Membrana de UF</p>		 <p>Membrana de MBR</p>

## Princípio de Osmose e Osmose Reversa

Osmose Reversa é o processo de purificação de água usando uma membrana semi-permeável para remover contaminantes dissolvidos como sais e íons da água de alimentação. (Para a teoria de osmose reversa, por favor, veja as imagens abaixo)

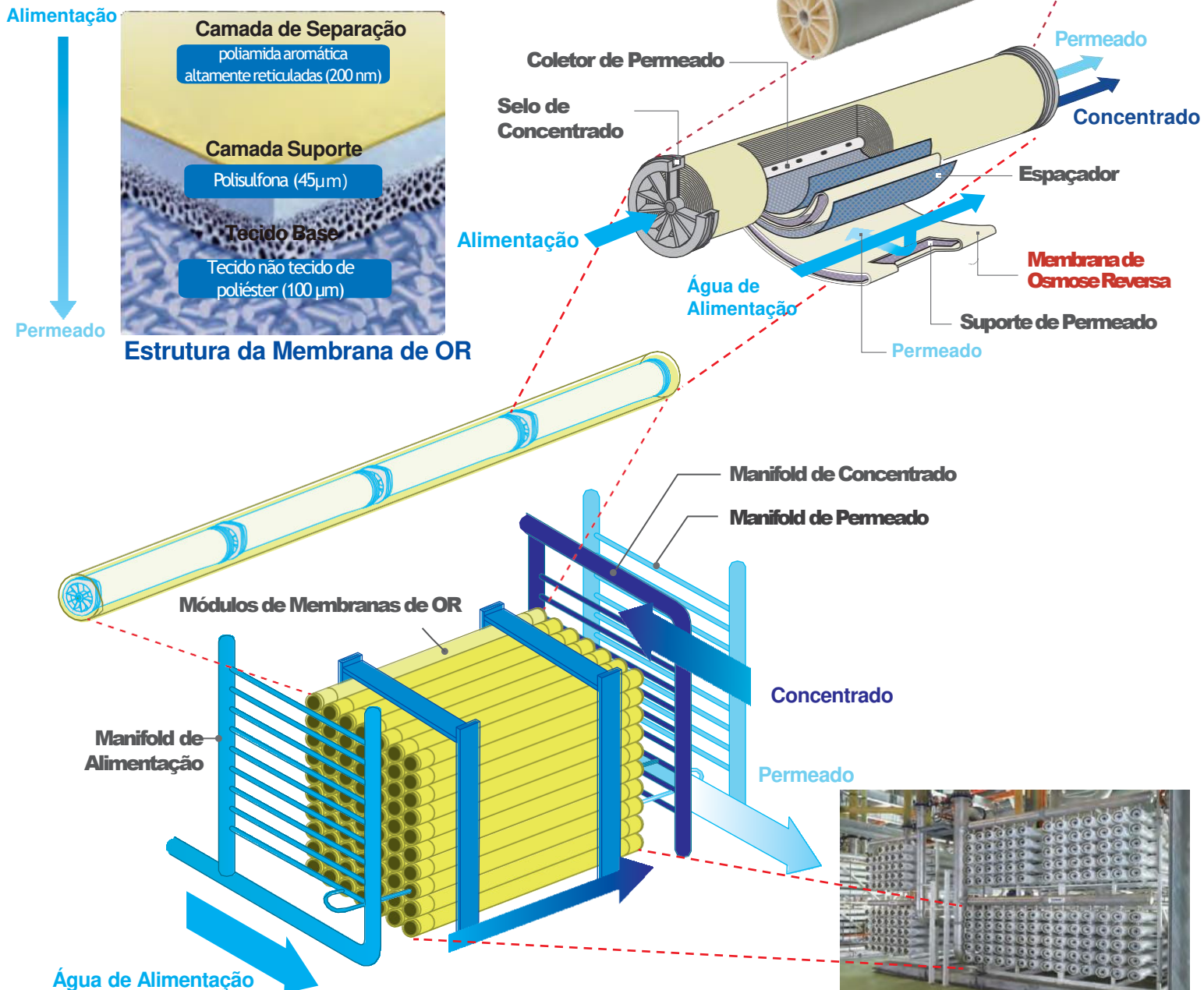


# Características da Separação de OR da Toray

Dependendo do tipo e tamanho do poro da membrana, o mecanismo de separação será diferente, e os objetos que podem ser separados também mudarão.

	Membranas de OR/NF	Membranas de UF/MF
Permeação e Rejeição	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais Orgânicos de Baixo MW (<math>MW \leq 200</math>)</li> <li>- Ions Monovalentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais de médio a alta Alto (<math>MW &gt; 200</math>)</li> <li>- Ions Multivalentes</li> </ul>
Mecanismo de Separação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interação molecular</li> <li>- Solução-difusão</li> <li>- Repulsão elétrica</li> <li>- Exclusão por tamanho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separação dinâmica</li> <li>- Exclusão por tamanho</li> </ul>
Tamanho do Poro	OR: < 1nm NF: 1 ~ 5 nm	UF: 5 ~ 100 nm MF: > 100 nm

## Estrutura da OR da Toray

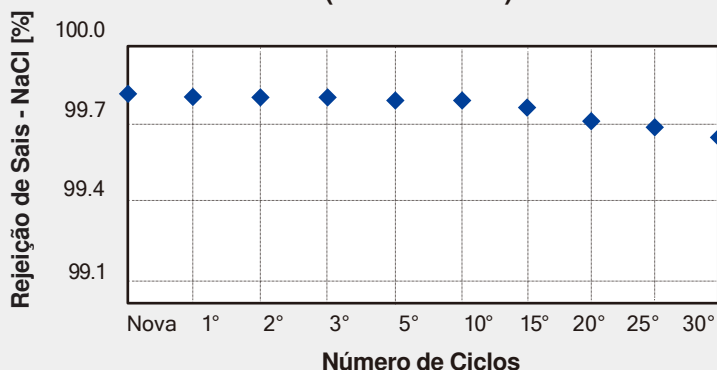




## Água Salobra

Elementos de membranas de Osmose Reversa para Água Salobra (BWRO) são usadas em diversas aplicações, incluindo eletrônicos, energia, petroquímica, refinaria, indústrias de alimentos e bebidas, onde a alta rejeição de sólidos dissolvidos a baixa pressão é crítica. Com alta rejeição e durabilidade, os elementos de membranas BWRO da Toray tratam mais de 60 milhões m<sup>3</sup>/dia de água no mundo. A Toray se esforça para continuar melhorando o desempenho de nossos produtos OR para fornecer as melhores soluções para nossos clientes.

### Resistência Integrada da BWRO da Toray (TM720D-400)



- Tendência de Desempenho por 30 ciclos com limpeza ácida-alcálica (pH 1-13)
- Condições de Teste: 1 Ciclo = 1h recirculação e molho com alcalino (pH 13) + 1h recirculação e molho com ácido (pH 1) + Avaliação Padrão

## Eletrônicos

Fábricas de semicondutores e cristais líquidos precisam de água ultrapura para seus produtos. Para a produção de água ultrapura, há casos de efluentes contendo impurezas descarregadas no processo de limpeza e usadas como água bruta, o que requer OR para remover de forma eficiente e contínua ions e moléculas neutras como álcool e sílica.

A série TBW-HR é um novo produto desenvolvido para melhorar a rejeição de orgânicos solúveis de baixo peso molecular e moléculas neutras de tamanho pequeno, como SiO<sub>2</sub>.

Essas altas taxas de rejeição ajudam a melhorar os rendimentos de produção na indústria eletrônica, reduzindo a carga em processos subsequentes, como eletrodeionização, permitindo reduzir a frequência de manutenção e custos de energia.

Modelo		Ultra Baixa Pressão, Alta Rejeição de Moléculas Neutras	
		TBW-440HR	
Diâmetro	inch	8	
Área de Membrana	m <sup>2</sup>	41	
Rejeição de NaCl	%	99,8	
Rejeição IPA	%	95 (referência)	
Rejeição SiO <sub>2</sub>	%	99,7 (referência)	
Vazão de Produto	m <sup>3</sup> /d	31	
Espaçador de Alimentação	mil	28	



## Energia

OR é essencial na produção de água pura para caldeiras usadas para geração de energia. Em particular, grandes geradores de energia com especificações de alta pressão requerem água altamente pura para evitar o desgaste do equipamento e realizar a geração de energia eficiente. Para isso, uma OR que mantenha um alto nível de rejeição é necessária.

As plantas petroquímicas e de refino de petróleo requerem RO com altas taxas de remoção e alta durabilidade para a produção de água utilizada em caldeiras, torres de resfriamento e diversos outros processos. A OR da Toray é utilizada na produção de materiais e combustíveis que são a base de muitas indústrias.

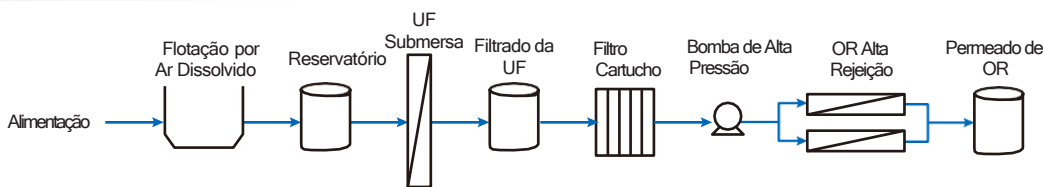
## Alimentos, Bebidas e Água Potável

A água utilizada para o chá e outras bebidas com sabor delicado não deve afetar o paladar. Sucos e café são concentrados sem aquecimento, para que o sabor não seja perdido. Além disso, a água potável deve estar livre de pesticidas e outros substâncias para garantir água potável segura. Para essas aplicações, são necessárias membranas RO capazes de sustentar altas taxas de remoção.

O OR da Toray possibilita a produção de alimentos e bebidas essenciais para a vida humana.

### Estudo de Caso:

O Sistema Integrado de Membrana (IMS) da Toray alivia as pressões da rápida urbanização da Indonésia



## Produtos para Água Salobra de OR da Toray

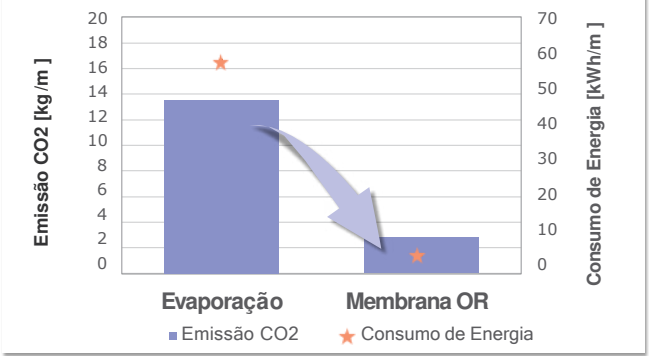
OR para Água Salobra		
Modelo	Vazão de Permeado [gpd/(m <sup>3</sup> /d)]	Rejeição de Sais [%]
	Nominal	Nominal
<b>Alta Rejeição – Série TM700D</b>		
TM710D	2,600(9.8)	99.8
TM720D-400	11,000(41.6)	99.8
TM720D-440	12,100(45.8)	99.8
Condições de Testes: 225psi (1.55MPa), 2,000mg/L NaCl, 77°F(25°C)		
<b>Baixa Pressão – Série TMG (D)</b>		
TMG10D	2,650(10.0)	99.7
TMG20D-400	12,100(45.8)	99.7
TMG20D-440	13,300(50.3)	99.7
Condições de Testes: 150psi (1.05MPa), 2,000mg/L NaCl, 77°F(25°C)		
<b>Ultra Baixa Pressão- Série TMHA</b>		
TMH10A	2,400(9.1)	99.3
TMH20A-400C	11,000(41.6)	99.3
TMH20A-440C	12,100(45.7)	99.3
Condições de Testes: 100psi (0.69MPa), 500mg/L NaCl, 77°F(25°C)		
<b>Alta Rejeição Moléculas Neutras – Série TBW-HR</b>		
TBW-440HR	8,200(31)	99.8
Condições de Testes: 110psi (0.75MPa), 500mg/L NaCl, 77°F(25°C) IPA rejeição 95%*, SiO <sub>2</sub> rejeição 99.7%* (*referência)		

CSM™		
Modelo	Vazão de Permeado [gpd/(m <sup>3</sup> /d)]	Rejeição de Sais [%]
	Nominal	Nominal
<b>Residencial</b>		
RE1812-80	100 (0.379)	98
RE2012-150	150 (0.568)	98
RE2812-300	350 (1.325)	97
RE2812-450	450 (1.703)	96
Condições de Teste: 60psi (0.41MPa), 200mg/L NaCl, 77°F(25°C), pH6.5-7.0, Recuperação 15%		
<b>Nanofiltração</b>		
NE8040-40	12,000 (45.3)	20-40
NE8040-70	9,000 (34.1)	30-70
NE8040-90	8,000 (30.3)	90-97
NE4040-40	2,500 (9.5)	20-40
NE4040-70	1,900 (7.2)	30-70
NE4040-90	1,700 (6.4)	90-97
Condições de Teste: 75psi (0.5MPa), 2,000mg/L NaCl, 77°F(25°C), pH6.5-7.0, Recuperação15%		

## OR para Água do Mar: Líder do Setor

As membranas de osmose reversa para aplicações de água do mar são uma tecnologia inovadora que permite que a dessalinização da água do mar seja acessível tanto para uso industrial quanto municipal. A osmose reversa para água do mar (SWRO) pode reduzir o custo operacional em mais de 25% quando comparado com as tecnologias anteriores da dessalinização (como a destilação). SWRO também contribui para a redução de CO<sub>2</sub> nas plantas. Muitos clientes usam a membrana de SWRO da Toray globalmente, especialmente na região do Oriente Médio, onde nossa referência histórica e serviço de vendas técnicas são altamente considerados.

## Consumo de Energia e Emissões de CO<sub>2</sub> em cada Método



Referência: Masahide Taniguchi, Boletim da Sociedade de Ciências da Água do Mar, Japan, 63, 214-220 (2009)

## Instalação Toray no Oriente Médio

### KSA

- Rabigh 3
- Shuaibah
- Shuaibah 3-ex2
- Shuaibah 4
- Jubail4
- Jeddah 3
- Yanbu
- KAUST



### KUWAIT

- Shuwaikh

### BAHREIN

- Al Dur
- Al Dur 2

### UAE

- Taweelah
- Umm Al Quwain
- Fujairah 1-ex
- Fujairah 2
- Ghalilah
- Al Zawrah

### CATAR

- Umm Al Houll
- Umm Al Houll-ex
- RAF A3

### OMÃ

- Ghubrah
- Salalah



©Rabigh Three Copmany

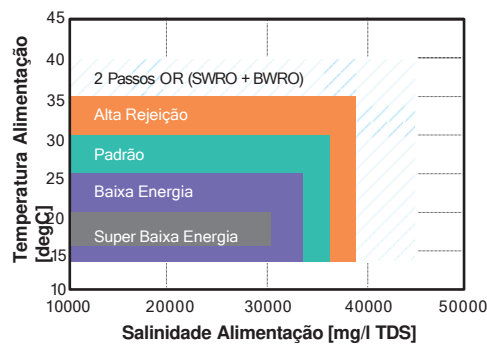
Totalizando > 25.000.000 m<sup>3</sup>/day de produção global.  
As membranas Toray são usadas nas 3 principais plantas SWRO do mundo.

## Linha de OR para Água do Mar da Toray

Projetar o melhor sistema de OR de água do mar usando elementos SWRO adequados é essencial. As características da água do mar, como temperatura e concentração de SDT, variam dependendo das áreas do mundo com diversos requisitos de qualidade como água do permeado. A Toray oferece uma ampla gama de linhas de produtos SWRO com especificações de desempenho variadas para atender às demandas dos clientes.

OR Água do Mar		
Modelo	Vazão de Permeado [gpd (m <sup>3</sup> /d) Nominal]	Rejeição de Sais [%]
<b>Alta Rejeição – Série TM800K</b>		
TM820K-400	5,800(21.9)	99.86
TM820K-440	6,400(24.2)	99.86
Condições de Testes: 800psi (5.52MPa), 32,000mg/L NaCl, 77°F (25°C)		
<b>Padrão – Série TM800M</b>		
TM820M-400	7,000(26.5)	99.8
TM820M-440	7,700(29.2)	99.8
Condições de Testes: 800psi (5.52MPa), 32,000mg/L NaCl, 77°F (25°C)		
<b>Baixa Energia – Série TM800V</b>		
TM810V	1,900(7.2)	99.8
TM820V-400	9,000(34.1)	99.8
TM820V-440	9,900(37.5)	99.8
Condições de Testes: 800psi (5.52MPa), 32,000mg/L NaCl, 77°F (25°C)		
<b>Super Baixa Energia- Série TSW-LE</b>		
TSW-400LE	12,100(45.8)*	99.6*
TSW-440LE	13,000(49.2)	99.6
*Desempenho de Referência a 800psi (5.52MPa), 32,000mg/L NaCl, 77°F (25°C) / Por favor, verifique as condições de desempenho na folha de dados a 600psi (4.14MPa)		

## Modelo Típico para Membrana SWRO\*



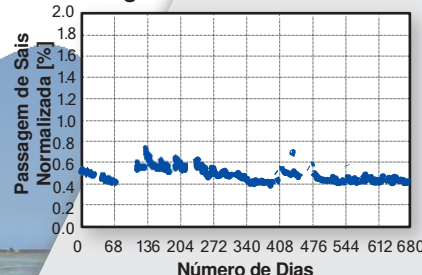
\*As condições recomendadas dependem da taxa de recuperação e do fluxo de projeto.

## Estudo de Caso

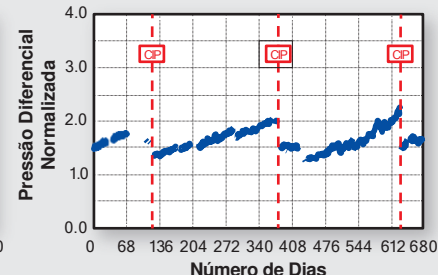
### Operação Estável usando SWRO da Toray (Planta Shuaibah)

Um exemplo que ilustra o desempenho do nosso elemento SWRO é mostrado nos dados normalizados abaixo. O elemento SWRO da Toray opera com passagem de sal estável com recuperação distinta após CIP, permitindo operação estável da planta a longo prazo, contribuindo para minimizar o tempo de inatividade da planta e otimizar o consumo de energia.

### Passagem de Sais Normalizada



### Pressão Diferencial Normalizada

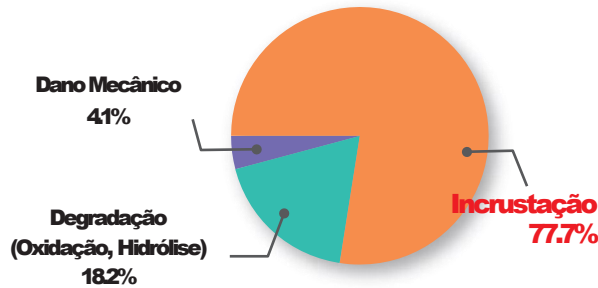




# Potencial de Incrustação

Um problema comum com elementos de membrana OR é a incrustação. A incrustação não altera a estrutura dos elementos da membrana de OR, mas a incrustação na superfície da membrana pode reduzir significativamente seu desempenho. A OR da Toray tipo Low Fouling (LFRO) evita a incrustação aplicando uma camada hidrofílica na superfície da membrana, permitindo uma operação estável a longo prazo. Ao evitar a incrustação, a frequência de limpeza é reduzida contribuindo numa diminuição do OPEX na estação de tratamento de água. A LFRO da Toray atende sua demanda de tratamento de águas residuais urbanas para aplicação industrial.

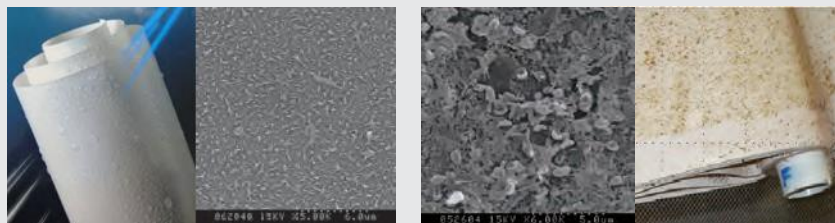
## Análise de Problemas de OR em Campo



Dr.Khedr, Dessalinização & Reuso de Água ,vol103 (2000) 8-17



## Imagem da Superfície da Membrana de OR



Antes da Incrustação

Depois da Incrustação

## Características da OR Low Fouling

Para mitigar a incrustação na membrana, um polímero hidrofílico de ordem submicrométrica é revestido através de uma reação química para aumentar a durabilidade da camada de revestimento

Camada de Separação de Poliamida Reticulada

Camada Suporte

Substrato



Membrana de OR Padrão

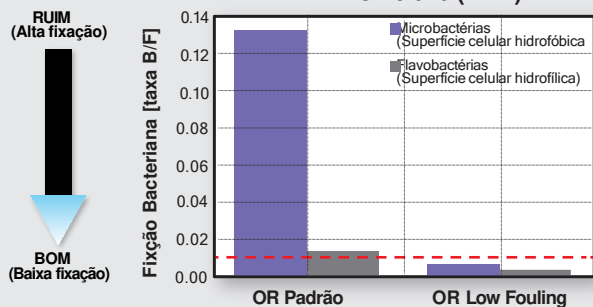


Membrana de OR Low Fouling

Camada de Polímero Hidrofílico Reticulada

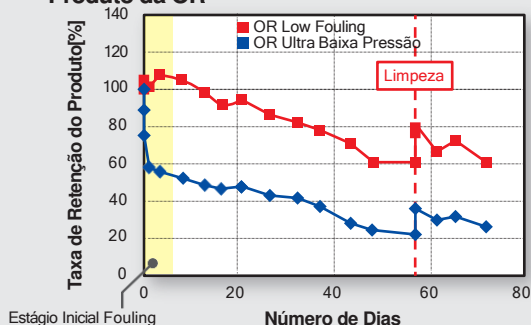


## Resultados do Ensaio de Biofouling de Membrana (MBP)



\*Referência: Orange County Water District / Dr. Ridgway

## Comparativo da Taxa de Retenção da Água do Produto da OR



Condições de Operação:  
Permeado Constante de 3L/min, Concentrado 20L/min, sem Biocida, SDI Entrada (FI) 5 ou mais, Condutividade 330µScm-1, pH7.3, Temperatura da Água 19-26°C

## Linha de OR Low Fouling da Toray

Modelo	Ultra Baixa Pressão, Low Fouling		Baixa Pressão, Low Fouling	
	TLF-400DG	TML20D-400	TML10D	
Vazão de Permeado [gpd/(m <sup>2</sup> /d)]	11,500 (43.5)	10,500 (39.7)	1,900 (7.2)	
Rejeição de Sais [%]	99.5	99.8	99.8	
Condições de Teste	Pressão	150psi (1.05MPa)	225psi (1.55MPa)	
	Outros	2,000mg/L NaCl, 77°F(25°C)		

# LOCAIS GLOBAIS

SEDE Tóquio, Japão: +81-3-3245-4540

## AMÉRICAS

Califórnia (TMUS) : +1-858-218-2360

## EUROPA ÁFRICA SUB SAARIANA

Suíça (TMEU): +41-61-415-8710

Espanha (TMSP): +34-915-726-504

## ORIENTE MÉDIO

Arábia Saudita (TMME) : +966-13-568-0091

Emirados Árabes (TMME) : +971-4-392-8811

## ÁSIA PACÍFICA

China (TBMC) : +86-10-8048-5216

Singapura (TAS) : +65-6226-0525

Coréia do Sul (TAK) : +82-2-3279-1000

## Instalações de OR Toray

Estudos de Caso →



Reuso de Efluentes: 70,900m<sup>3</sup>/d



Dessalinização Água do Mar: 70,900m<sup>3</sup>/d



Água Potável: 100,000m<sup>3</sup>/d



Reuso de Efluentes: 90,000m<sup>3</sup>/d



- 35 Sales Office
- 6 Production Base
- 4 R&D Laboratory



Reuso Efluente Industrial: 6,000m<sup>3</sup>/d



Dessalinização Água do Mar: 600,000m<sup>3</sup>/d



Reuso Efluentes: 228,000m<sup>3</sup>/d



Concentração Industrial: 1,000m<sup>3</sup>/d

