

Devido a grande demanda de água, seja para consumo humano ou para uso industrial, gera-se a necessidade de utilização de toda fonte disponível. Os mares e oceanos são uma solução para atender a esta demanda, visto que são possuidores de 95,5% da água existente no Globo Terrestre.

Atualmente existem por volta de 7.500 unidades de dessalinização em operação no Golfo Pérsico, Espanha, Malta, Austrália e Caribe convertendo 4,8 bilhões de metros cúbicos de água salgada em água doce, por ano.

Existem diversos métodos de dessalinização de água do mar, como a destilação e a eletrodialise, no entanto um dos processos mais utilizados é o de osmose reversa, pois além de apresentar custo menor quando comparado com outros sistemas de dessalinização, ainda funciona como uma barreira contra vírus, bactérias e fungos.

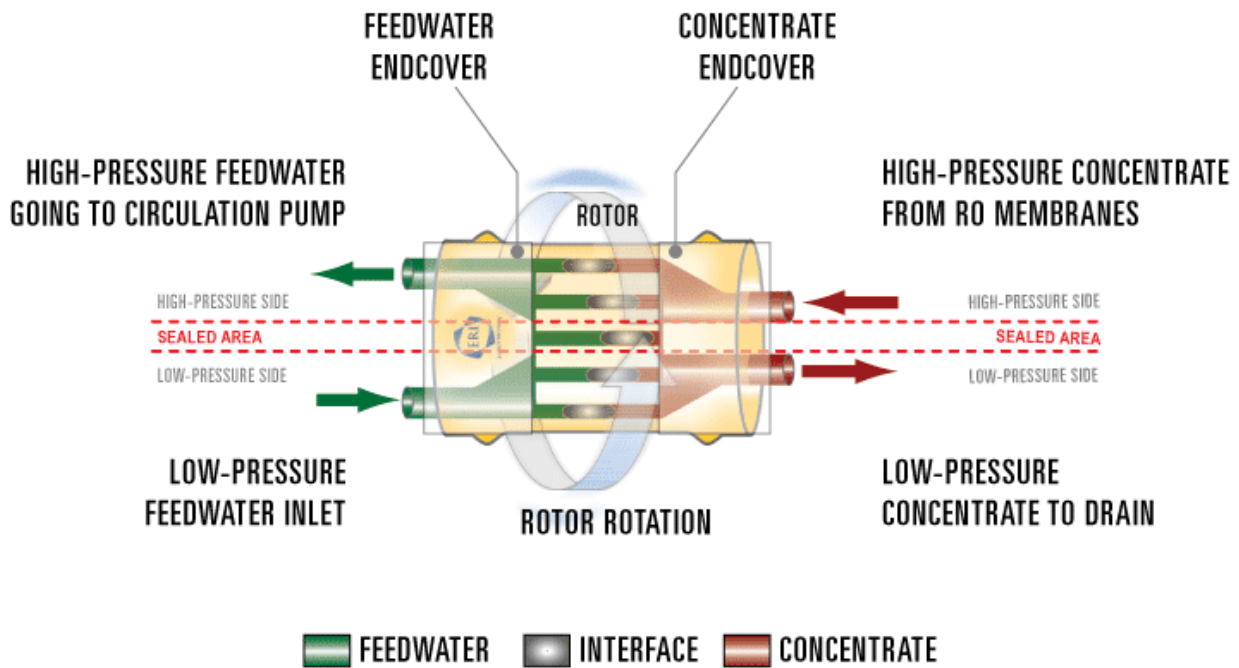
A grande desvantagem do sistema de dessalinização por osmose reversa é o alto consumo energético, pois para permear a água com alta salinidade pelas membranas se faz necessário elevadas pressões, que só podem ser conseguidas com bombas de alta potência.

Para solucionar este problema tem-se desenvolvido equipamentos para re- aproveitamento de energia do próprio sistema de dessalinização. Os recuperadores de energia mais conhecidos são a Turbina Pelton, o Turbocharger e o Pressure Exchange.

Dentre as tecnologias citadas acima este artigo se aterá apenas no "Pressure Exchange" conhecido como PX\*.

PX\* é um dispositivo de recuperação de energia hidráulica, a energia é transferida da linha de rejeito de alta pressão do sistema de osmose reversa para a linha de alimentação de baixa pressão. Em um sistema de Osmose Reversa a água de alimentação pressurizada pelo PX\* é transferida para as membranas permeadoras através de uma bomba buster.

O PX\* é um tipo de recuperador rotativo de energia com uma única parte móvel responsável pela transferência de pressão. O coração do dispositivo é um rotor fabricado em cerâmica resistente a corrosão e de baixa vibração. O funcionamento do PX\* é baseado nos princípios de deslocamento positivo e câmaras isobáricas.



howthepxworks\_r51200a.eps

O dispositivo PX possui um rotor cilíndrico com dutos longos e estreitos. O rotor gira dentro de uma bucha fechada em cada extremidade por tampas com bocais para ambos os fluxos. A pressão é transferida diretamente do concentrado para a alimentação. A velocidade auto-ajustável do rotor mantém a interface entre o fluxo de entrada do rotor e os limites de mistura entre os fluxos. O lado de baixa pressão é preenchido com água do mar enquanto que o lado de alta pressão recalca água para o sistema de dessalinização. O movimento do rotor é similar ao tambor de uma arma que dispara balas de alta pressão a partir de um suprimento de água do mar a baixa pressão.

O PX\* possui alta eficiência – acima de 98% - e pode reduzir o custo energético em até 60%. A tecnologia PX\* dá ao operador a flexibilidade de variar a taxa de recuperação da Osmose Reversa a fim de maximizar a produtividade e eficiência energética.

As duas medidas mais importantes no sistema de recuperação de energia do tipo PX são: a eficiência de energia de transferida e a taxa de mistura entre o fluxo de concentrado e de alimentação. Arranjos típicos operam com uma eficiência de aproximadamente 95% na transferência de energia, onde este número é calculado conforme fórmula abaixo:

Eficiência:  $\frac{(HP\ out \times Q) + (LP\ out \times Q)}{(HP\ in \times Q) + (LP\ in \times Q)}$ , onde:

**Q:** Vazão no sistema de recuperação de energia

**HP out:** Pressão de saída na área de alta pressão

**HP in:** Pressão de entrada na área de alta pressão

**LP out:** Pressão de saída na área de baixa pressão

**LP in:** Pressão de entrada na área de baixa pressão

A salinidade na alimentação da membrana de um sistema de Osmose Reversa equipada com tecnologia PX normalmente não excede a 3% da salinidade da água de alimentação devido ao resultado da mistura entre o fluxo de concentrado e de alimentação.

Comparado com sistemas centrífugos de recuperação de energia, como a turbina Pelton e o Turbocharger, o sistema de Osmose Reversa consome de 15 a 25% menos de energia. O dispositivo PX também apresenta fácil operação e manutenção.

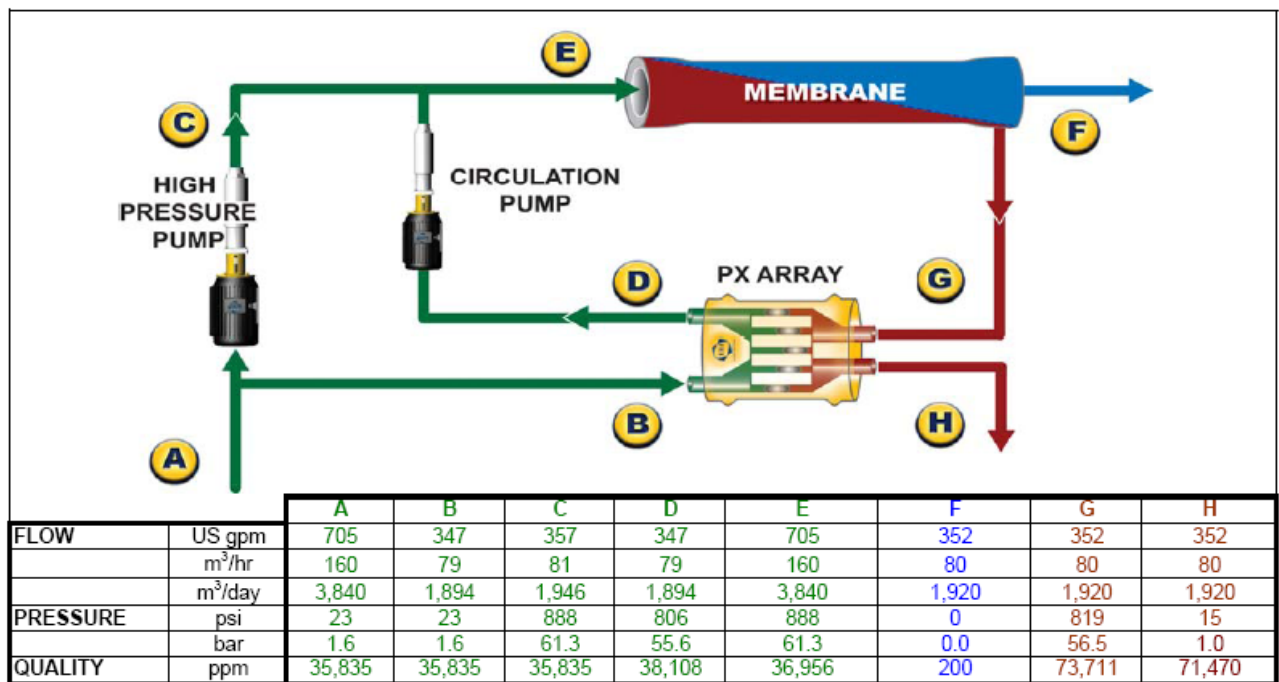
Para ilustrar vamos considerar uma estação de dessalinização com capacidade de 80m<sup>3</sup>/h para água do mar padrão com as seguintes características:

PARÂMETROS	RESULTADO
Potássio (mg/l)	419,00
Sódio (mg/l)	1.1680,00
Magnésio (mg/l)	1.399,00
Cálcio (mg/l)	456,00
Estrôncio (mg/l)	13,00
Bário (mg/l)	0,05
Carbonato (mg/l)	21,60
Bicarbonato (mg/l)	154,00
Nitrato (mg/l)	0,70
Cloreto (mg/l)	20.999,00
Fluoreto (mg/l)	1,40
Sulfato (mg/l)	2.934,00
Sílica (mg/l)	1,00
Boro (mg/l)	5,00
TDS (mg/l)	38.000,00
pH	8,10
Turbidez (NTU)	10,00
TSS (mg/l)	10,00

Considerando uma taxa de permeado de 8,81 gfd o sistema de osmose teria uma configuração de 16 x 8, ou seja, 16 vasos no primeiro arranjo e 8 vasos no segundo arranjo, com 6 membranas

em cada vaso. A recuperação do sistema seria de 50% e a bomba de pressurização teria de recalcar 160 m<sup>3</sup>/h com uma pressão de 61,3 bar. Esta bomba consumiria por volta de 620 kW/h.

Utilizando o PX\* o sistema ficaria assim:



Com o recuperador de energia seria necessária a instalação de duas bombas: uma de 81m<sup>3</sup>/h @ 61,3 bar e outra de 79m<sup>3</sup>/h @ 5,7 bar. Estas bombas consomem respectivamente 300 kW/h e 25 kW/h, perfazendo um total de 325 kW/h. A redução no consumo energético conseguida é de 47,58%, o que representa uma economia mensal de 212.400 kW/h, ou R\$ 42.480,00 considerando R\$0,20 / kWh.

Em resumo, à medida que se desenvolvem novas tecnologias para viabilização técnica e econômica dos sistemas, a dessalinização se torna cada vez mais vantajosa e acessível.

\* PX é marca registrada da Energy Recover Inc.