

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS – APMA.2**

**RAMON CONSENTINO CASCARDO**

**SISTEMA OSMOSE REVERSA E SUA APLICAÇÃO A BORDO**

**RIO DE JANEIRO**  
**2018**

**RAMON CONSENTINO CASCARDO**

**SISTEMA OSMOSE REVERSA E SUA APLICAÇÃO A BORDO**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.  
Orientador: OSM Ramisses Cesar da Silva Ramos

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**RAMON CONSENTINO CASCARDO**

**SISTEMA OSMOSE REVERSA E SUA APLICAÇÃO A BORDO**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: OSM Ramisses Cesar da Silva Ramos

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Aluno

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meus passos antes e durante a realização do curso, a minha esposa Jessíca Coimbra Cascardo que me apoiou desde a decisão em realizar o curso devido as dificuldades impostas pela empresa até a data de formatura tão esperada, e aos meus mestres e colegas de sala de aula que fizeram este momento muito significativo em minha vida.

“Forte é aquele que não desiste dos seus sonhos mesmo com tantas dificuldades no caminho.”  
(Vítor Sousa)

## RESUMO

Esta monografia apresenta e explica todo o processo da obtenção de água a bordo das embarcações mercantes por osmose reversa, assim como demonstra também as vantagens e desvantagens deste processo e os custos de instalação e de operação do equipamento.

Palavra-chave: Osmose reversa. Água. Tratamento. Membrana. Embarcações mercantes.

## **ABSTRACT**

This monograph presents and explains how to get water on board merchant vessels by reverse osmosis process, as well as demonstrating the advantages and disadvantages of this process and installation and operation of the equipment costs.

Keyword: Reverse osmosis. Water. Treatment. Membrane. Merchant Vessels.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b>	Água	11
<b>Figura 2:</b>	Osmose	14
<b>Figura 3:</b>	Osmose reversa	15
<b>Figura 4:</b>	Equipamento osmose reversa	17
<b>Figura 5:</b>	Processo osmose reversa	18
<b>Figura 6:</b>	Pré-filtro	19
<b>Figura 7:</b>	Bomba de alta pressão	21
<b>Figura 8:</b>	Membrana	22
<b>Figura 9:</b>	Disposição membranas	22
<b>Figura 10:</b>	Princípio da membrana	23

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA VIDA HUMANA	11
2.1	USO DA ÁGUA	13
3	OSMOSE	14
4	OSMOSE REVERSA	15
5	USO NA INDÚSTRIA NAVAL / OFFSHORE	16
5.1	ÁGUA UTILIZADA EM PLATAFORMAS OFFSHORE	16
5.2	ÁGUA UTILIZADA EM NAVIOS E OUTRAS EMBARCAÇÕES	17
6	DESCRIÇÃO DE UM SISTEMA DE OSMOSE REVERSA PARA EMBARCAÇÕES	18
6.1	PRÉ-TRATAMENTO	19
6.2	BOMBEAMENTO DE ALTA PRESSÃO	21
6.3	MEMBRANA DE OSMOSE REVERSA	22
6.4	PÓS-TRATAMENTO	24
6.4.1	FILTRAGEM SECUNDÁRIA	24
6.4.2	DESINFECÇÃO UV	24
6.4.3	FILTRAGEM FINAL	24
7	VANTAGENS DA OSMOSE REVERSA	25
8	DESVANTAGENS DA OSMOSE REVERSA	26
9	CUSTOS RELATIVOS À DESSALINIZAÇÃO	27
9.1	CUSTOS DE AMORTIZAÇÃO	27
9.2	CUSTO DE OPERAÇÃO	27
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

## INTRODUÇÃO

Uma alternativa eficaz e sustentável para ajudar na redução dos custos das operações offshore é a produção de água doce a partir da água do mar através do processo de dessalinização, que se define em um conjunto de processos para a remoção de sais e minerais da água.

Além da necessidade natural de água doce dos tripulantes que trabalham, operando e mantendo as plataformas para seu asseio e higiene pessoal, muitos processos industriais utilizados nas embarcações offshore exigem para seu funcionamento que se use água com um teor baixo ou sem teores de sais dissolvidos.

Atualmente existem tecnologias e equipamentos eficientes para esse processo, que são capazes de purificar e tratar a água do mar e deixá-la apta ao uso.

O processo de dessalinização da água do mar a bordo das embarcações mais utilizado é o de osmose reversa.

Mostra se neste trabalho todo o processo de dessalinização da água do mar por osmose reversa, assim como vantagens e desvantagens acompanhados dos custos iniciais e operacionais.



Fonte: Saúde.rj

## **2. A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA VIDA HUMANA**

A água é um dos elementos vitais na vida humana. Seria impossível permanecermos sem ela.

Utilizamos recursos hídricos diariamente em nossas vidas, sem dar conta de sua importância.

Segundo as estatísticas, 70% da superfície do planeta são constituídos de água. Cujos somente 2,5% são água doce que por sua vez quase 98% desses 2% estão “escondidos” na forma de água subterrânea. Isto quer dizer que maior parte da água facilmente disponível e própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente na Terra.

Um sexto da população mundial, mais de um bilhão de pessoas, não têm acesso a água potável, 40% dos habitantes do planeta (2.9 bilhões – a estimativa da população em 2013 foi de 7.3 bilhões) não têm acesso a serviços de saneamento básico;

Cerca de 6 mil crianças morrem diariamente devido a doenças ligadas à água insalubre e a saneamento e higiene deficientes;

Segundo a ONU, até 2025, se os atuais padrões de consumo se mantiverem, duas em cada três pessoas no mundo vão sofrer escassez moderada ou grave de água.

Para ressaltar a importância da água para o ser humano, Segundo as recomendações médicas, uma pessoa deve ingerir de 2 a 5 litros de água por dia para manter seu corpo sadio e hidratado.

O homem consegue permanecer por um espaço de tempo elevado sem o consumo de alimentos quando comparado em permanecer muito tempo sem a ingestão de água.

A matéria-prima responsável pelos processos metabólicos do corpo humano é a água. Sua principal função é permitir o transporte de substâncias, permitir trocas de nutriente entre os órgãos e o ambiente externo, auxiliar na regulação da temperatura do corpo e eliminar toxinas. É muito utilizada durante o processo de respiração.

A escassez de água no organismo bloqueia nosso sistema de limpeza natural e desintoxicação, resultando no aparecimento de várias doenças podendo levar a óbitos.

## **2.1. USO DA ÁGUA**

A água é usada para diversos fins, por exemplo: abastecimento residencial e industrial, produção de energia, na agricultura, na pecuária, limpeza e navegação

Apresenta-se aqui algumas utilizações da água:

### **a) Usos domésticos**

Uso da água na preparação de alimentos e ingestão;

Uso da água para tomar banho e escovar os dentes;

Uso da água na limpeza da residência;

Uso da água para molhar plantas.

### **b) Usos Industriais**

Uso da água em Processos como hidrojato de superfície;

Uso da água para Regular temperatura;

Uso da água para Combate a incêndios;

Uso da água para acionamento de turbinas à vapor e caldeiras;

Uso da água para misturar com produtos químicos.

### 3. Osmose

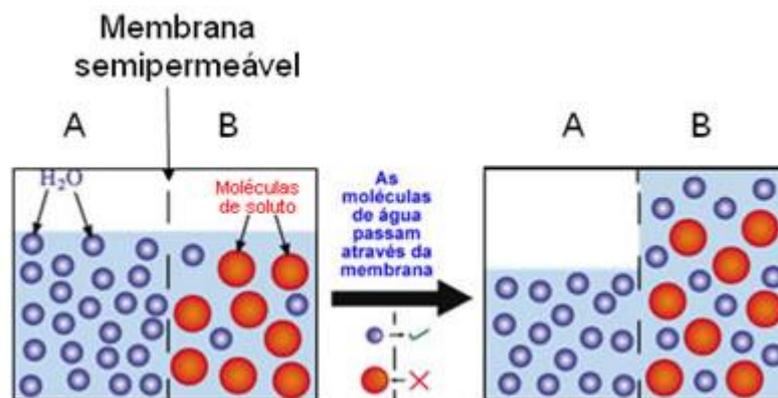
A osmose é o movimento de água que ocorre através de uma membrana semipermeável, no qual é realizado de um meio com menor concentração de água para outro com maior concentração.

Na osmose é realizada a passagem do solvente (água) de um meio para o outro. Esse processo não ocorre gasto de energia e, portanto, a osmose é considerada um transporte passivo.

No processo da osmose a água, que é o solvente, tende a atravessar a membrana semipermeável com o objetivo de equilibrar a concentração da solução. Essa ação é realizada até que a pressão osmótica fique estabilizada.

Temos então que a osmose ocorre sempre que há diferença de concentração entre o meio externo e interno da célula. Nesse caso, a água passa da região menos concentrada para a mais concentrada, naturalmente.

Abaixo na figura, verificar-se um sistema de osmose onde dois recipientes divididos por membranas semipermeáveis, no qual se vê uma solução hipotônica (menor concentração de sais) em um dos recipientes e água salobra no seguinte. Instantaneamente, repara-se um fluxo natural da solução hipotônica passado através da membrana, diminuindo a concentração de sais da água, encontrada no outro recipiente.



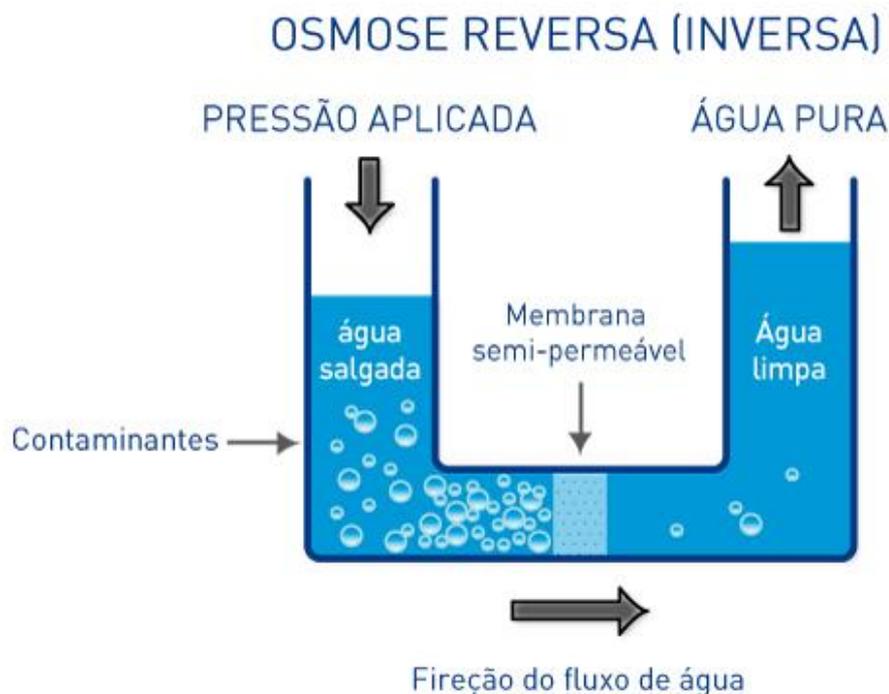
Fonte: biofisicanaodonto3.blogspot

#### 4. OSMOSE REVERSA

A Osmose Reversa é um processo de separação que usa pressão para forçar uma solução através de uma membrana que retém o soluto em um lado e permite que o solvente passe para o outro lado. Mais formalmente, é o processo de forçar a solução de uma região de alta concentração de soluto através de uma membrana para uma região de baixa concentração de soluto, através da aplicação de uma pressão externa que exceda a pressão osmótica.

Esse é o reverso do processo normal de Osmose, onde há o movimento natural da solução de uma região de menor concentração de soluto, por uma membrana, para uma região de maior concentração de soluto, quando não há a interferência de uma pressão externa.

O processo da Osmose Reversa é melhor esclarecido na foto abaixo:



Fonte: Pentair

Muitas instalações offshore vêm usando este sistema para dessalinizar água do mar e produzir água industrial, água para uso em motores, água para uso nos laboratórios de bordo e água para acomodações. Há até as que usam um sistema completo e produzem água para consumo da tripulação, mas no Brasil isso não é usual, já que as Empresas disponibilizam Água Mineral.

## **5. USO NA INDUSTRIA NAVAL / OFFSHORE**

A demanda por novas alternativas para ampliar a efetividade dos processos executados na industria naval e o objetivo de beneficiar a vida dos tripulantes são preocupações recorrentes deste bloco.

A produção de água neste segmento vem obtendo força por tornar um recurso vasto e não aproveitável em um item final de supra importância.

### **5.1. ÁGUA UTILIZADA EM PLATAFORMAS OFFSHORE**

As plataformas Offshore são grandes estruturas flutuantes que estão localizadas nos oceanos com a função de extrair petróleo do fundo do mar. E acomodam os tripulantes e os equipamentos necessários para executar esse trabalho.

Em virtude do isolamento nos locais das plataformas, navios de apoio asseguram seu abastecimento com suprimentos. O fornecimento de água em alguns casos é efetuado com a ajuda de rebocadores, apesar disso esta não é a solução mais acessível.

Para assegurar melhor autosuficiência nas plataformas de petróleo, sistemas de dessalinização com equipamentos de osmose reversa tem sido muito usado a bordo.

Uma plataforma de petróleo usa normalmente 60.000 litros de água doce diariamente, dando-se esses dados o total da água gasta para consumo humano, para suprir acomodações e banheiros, e a água utilizada na operação industrial, que seria a água usada para obter vapor em caldeiras que suprem as turbinas como exemplo.

Em razão a essa grande parcela de água usada, é mais benéfico para a plataforma gera-lá, ademais ao impasse de transformar um recurso não proveitoso em um recurso útil.

A utilização em turbinas, o vapor de água necessita ser livre de impurezas, ou melhor, totalmente puro. Com a aplicação da dessalinização é bastante claro gerar água nestes parâmetros que ampliam a eficácia, capacidade e vida útil da turbina.

Para a ingestão humana o processo de dessalinização por Osmose Reversa elimina virus e bactérias assegurando deste modo o bem estar dos tripulantes.

## 5.2. ÁGUA UTILIZADA EM NAVIOS E OUTRAS EMBARCAÇÕES

As aplicações da água em navios são na realidade idênticas as encontradas nas plataformas Offshore.

Ao oposto das plataformas, os navios não possuem outros navios para lhes suprir abastecimento de água doce. Desta forma o suprimento de água é executado por meio de estocagem em tanques.

A geração de água a bordo nos navios, adquire-se uma maior autosuficiência em tempo de viagem no mar e diminuir tempo nos portos para efetuar abastecimento com água.

Normalmente esses sistemas em navios transatlânticos e navios de tamanhos maiores são amplamente utilizados, já que possuem grandes piscinas e cabines com hidromassagem que usam bastante água.

As grandes embarcações de pesca são favorecidas com emprego de sistemas de dessalinização de água do mar, já que comumente esse tipo de navio costuma deixar o porto cheio de gelo e água, com equipamentos de dessalinização, o gelo e a água poderão ser gerados. A configuração compacta dos equipamentos beneficia a aplicação em embarcações menores como veleiros e botes.

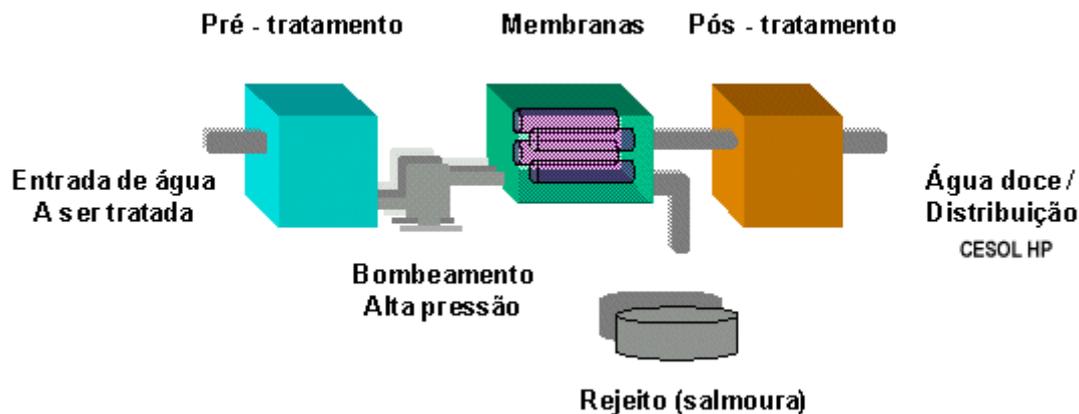
Nos navios supplies é possível dar total autonomia de água, tanto para consumo nas acomodações no uso de higiene, limpeza e cozinha para os tripulantes, quanto ao total uso na operação industrial.

Exemplo de sistema de osmose reversa dos navios mercantes:



Fonte: separator equipment

## 6. DESCRIÇÃO DE UM SISTEMA DE OSMOSE REVERSA PARA EMBARCAÇÕES



Fonte: geocities.ws

Nas embarcações, uma planta de osmose reversa essencialmente é constituída por três partes separadas em pré-tratamento, membranas e pós-tratamento.

Inicialmente é no setor de pré-tratamento no qual a água do mar é tratada e sofre uma filtração inicial para retirar sólidos em suspensão e realiza a correção do Ph para preservar aos elementos da planta de osmose reversa de avarias e ampliar a vitalidade das membranas do equipamento de forma a atender os requisitos básicos do sistema.

Depois do pré-tratamento, a água de alimentação é iniciada no sistema de osmose reversa propriamente dito. Aqui a água é pressurizada e conduzida para os elementos filtrantes de osmose reversa que estão em vasos de pressão. A água flui pela superfície da membrana na qual a água do produto permeia por entre a membrana e uma quantidade considerável é rejeitada de volta para o mar ao mesmo tempo que a água do produto é conduzida para segmento de pós-tratamento.

Finalmente no pós-tratamento é a parte que dá o tratamento final da água resultante do processo de dessalinização. É aqui que é removido o dióxido de carbono e adiciona-se produtos químicos e ou biológicos, indispensáveis para a utilização industrial da água produzida. Nesta parte igualmente é feita a retirada de microorganismos tais como bactérias e salmonelas por meio do sistema de filtração por raios ultravioleta(UV).

## 6.1. PRÉ-TRATAMENTO



Fonte: nauticexpo.com

A importância do pré-tratamento de água para alimentação das membranas de sistemas de osmose reversa tem como objetivo básico a garantia funcional e prolongamento da vida útil das mesmas. O correto pré-tratamento aumenta a produção, melhora a qualidade do permeado e ainda reduz necessidade de limpezas químicas e minimiza a deterioração das membranas.

Segundo Eng<sup>o</sup> Químico Rogério T. Almeida da EP Engenharia do Processo, durante um período de funcionamento determinado é natural que ocorra a diminuição da vazão de permeado. Este período, dependendo da origem e qualidade da água de alimentação, não deveria ser inferior a 60 dias. As limpezas químicas excessivas indicam a ineficiência do pré-tratamento existente, e implicam em baixa produtividade do sistema, degradam as membranas; geram efluentes contaminados; e implicam em consumo excessivo de reagentes químicos.

O pré-tratamento é dividido em pré-filtragem e filtragem.

Na pré-filtragem são retirados os sólidos pesados e os microorganismos, através de um sistema de filtragem por ralos e de dosagem química de Cloro. Também é dosado ácido sulfúrico para se manter o ph da mistura entre 5.5 e 5.8. A água salgada tem um ph bem maior que 5.8.

Na filtragem a água passa por filtros de Carbono ativado e areia, para que os sólidos de tamanho médio sejam retirados. Estes filtros possuem um sistema de limpeza por “backflushing”, que consiste em aplicar-se uma contrapressão no sistema, retirando as impurezas retidas pelos filtros. O Filtro de Carbono Ativado

também tem a função de retirar microorganismos do sistema, pois estes podem vir a saturar as membranas. Retirando os microorganismos, ele também contribui para a manutenção da água com as características básicas de uma água potável: incolor, inodora e insípida.

## 6.2. BOMBEAMENTO DE ALTA PRESSÃO

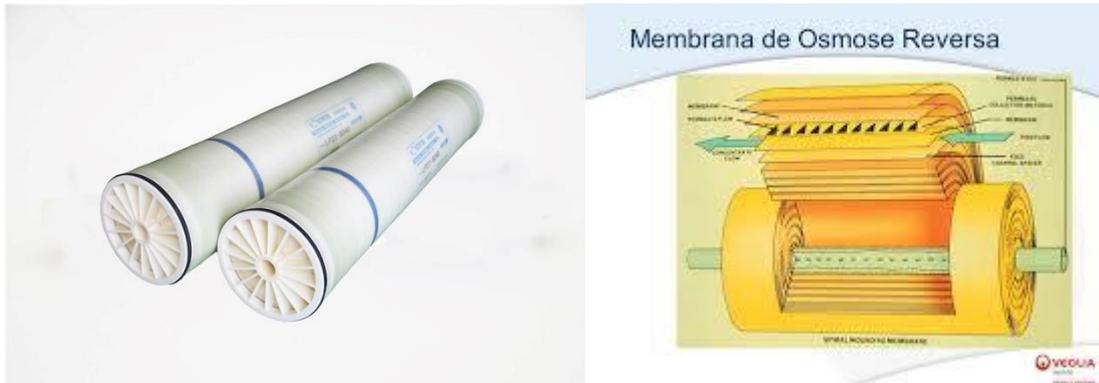


Fonte: portamaritimo.com

Neste segmento é utilizada uma bomba de alta pressão que pressuriza potencialmente a água, que eleva a pressão inicial de 2.5 bar, para a pressão usual de 50 bar.

### 6.3. MEMBRANA DE OSMOSE REVERSA

É um conjunto geralmente duplo e de forma cilíndrica, composto por um revestimento de material inoxidante com membranas poliméricas em seu interior. Essas membranas devem ser resistentes o bastante para suportarem a pressão da água sem se romperem e seus furos devem ser pequenos o bastante para segurar as menores impurezas, deixando passar somente a água.

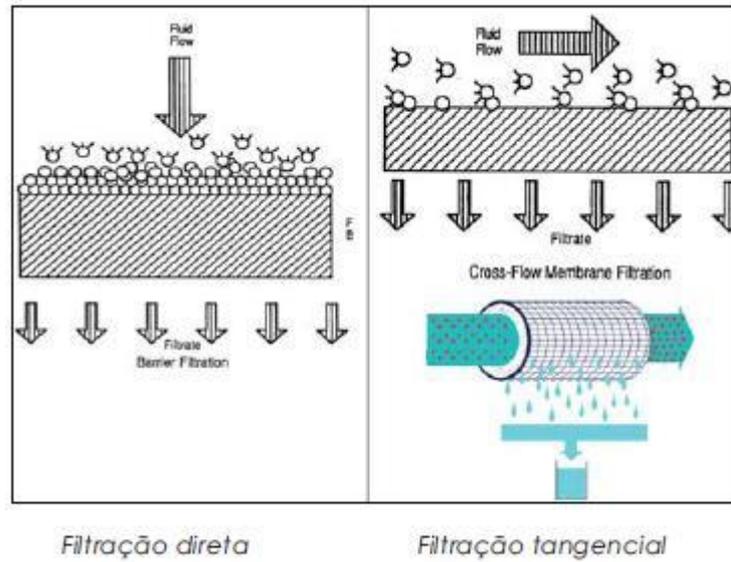


Fonte: vontronmembrane e qawasqar.blogspot

Estas membranas consistem-se em folhas planas seladas em forma de envelope e enroladas em espiral. A disposição em espiral concede a vantagem de reunir uma grande área de membranas em um reduzido volume e facilidade de construção e instalação. Na ordenação em espiral, duas folhas de membranas são unidas por uma tela em seu interior e suas laterais são presas. Então são enroladas em volta de um tubo e divididas externamente por outra tela. Uma das telas forma o canal de recolhimento de permeado, a outra, o canal da água tratada. A disposição em espiral faz com que o equipamento seja mais compacto e simplifica a operação a altas pressões em razão ao formato cilíndrico dos módulos.



Fonte: nauticexpo.com



Fonte: revistatae

O princípio de funcionamento das membranas da osmose reversa atuam usualmente por meio de fluxo tangencial. Com este recurso, a água circula paralelamente à membrana. Somente uma parte da água é permeada (passa pelas membranas) e o remanescente, incluindo os sólidos excedentes são conduzidos e retirados para fora dos filtros gerando uma segunda saída conhecida como rejeito ou salmoura.

## **6.4. PÓS-TRATAMENTO**

### **6.4.1. FILTRAGEM SECUNDÁRIA**

Nesta parte é feita uma filtragem final. Depois da filtragem são executados a parametrização do pH e restituição de sais minerais por um filtro mineralizador. Produtos químicos são acrescentados com a finalidade de reduzir a corrosão. Essa classe de produtos apresentam componentes como o dióxido de carbono.

### **6.4.2. DESINFECÇÃO UV**

Neste processo é feita uma desinfecção para assegurar um suprimento seguro de água. A desinfecção germicida ou bactericida é um estágio realizado para certificar que nenhum vírus, bactéria ou protozoário contaminem a água. São usadas lâmpadas de radiação ultravioleta(UV) diretamente na água que eliminam 99% das bactérias que possam ainda remanescer.

### **6.4.3. FILTRAGEM FINAL**

Posteriormente a lâmpada UV é montado um filtro para impedir a passagem de bactérias mortas, elevando o nível de qualidade final da água. Sabe-se que o processo de Clorinação já foi executado inicialmente no processo, quando a água não tratada iniciou-se no sistema na desinfecção primária. Em alguns países a lei ordena ainda que o Cloro seja adicionado na seção de Clorinação, juntamente seja inserida a amônia no início do processo visando a qualidade da água tratada.

## 7. VANTAGENS DA OSMOSE REVERSA

Seguem as principais vantagens do processo:

- A matéria prima é um recurso encontrado em excesso, neste caso a água do mar. Com a consciëntização de preservação ambiental da sociedade nos dias de hoje conclui-se que a dessalinização da água é um método bastante eficiente de forma econômica e ambiental.
- Operação eficiente através de membranas de alta pressão com rendimento máximo e taxa de retenção de sal de mais de 99% na obtenção de água desmineralizada e ultrapura.
- Este processo elimina a maioria dos vírus e bactérias presentes na água. Com isso podemos garantir uma melhor qualidade da água que será usada pela tripulação das embarcações.
- Custos reduzidos de manutenção e serviço, e longa vida útil das membranas graças aos conceitos de limpeza e opções de lavagem integrados.
- A flexibilidade dos equipamentos e o arranjo compacto asseguram uma excelente relação volume e peso-por-produção, dessa forma simplifica a instalação em navios e plataformas pois muitas vezes há restrições de espaço.
- Operação simples e segura
- Concepção otimizada para aplicações, considerando aspectos econômico-financeiros e relacionados com a durabilidade das membranas, a eficiência energética e a automação do processo.
- O preço das membranas de dessalinização de água salgada vem reduzindo ano a ano.

## 8. DESVANTAGENS DA OSMOSE REVERSA

As vantagens superam demasiadamente as desvantagens no entanto as citaremos aqui:

- A principal desvantagem é gerar um fluxo de líquidos rejeitados, tendo estas elevadas concentrações de sais minerais que a bordo é retornado para o mar.
- Alguns minerais alcalinos benéficos também são removidos juntamente com outros minerais nocivos, tornando a água mais ácida.
- A água pode se tornar muito ácida e corroer os tubos e outros aparelhos do sistema de água.
- As membranas de filtração precisam ser substituídas de vez em quando, somando-se os custos.
- O preço dos equipamentos referentes à tecnologia do processo de dessalinização até este momento é considerado caro.
- Trabalha com bombas de alta pressão, sendo um risco a pessoas não treinadas para o manuseio do equipamento.
- A limpeza das membranas é vista como uma desvantagem do processo, pois ocorre um crescimento biológico no interior das membranas, para diminuir esse crescimento são executadas limpezas periodicamente.

## **9. CUSTOS RELATIVO A DESSALINIZAÇÃO**

Os custos da água dessalinizada vêm reduzindo com os inúmeros avanços tecnológicos concomitante ao número em que as plantas já instaladas aumentam pelo mundo.

O preço dos métodos de dessalinização é baseado em função de dois grandes componentes: o custo do capital ligado à construção junto dos custos de manutenção e operação.

Não obstante levando em consideração o alto valor investido inicial, se especular as economias do equipamento rapidamente é pago ao decorrer dos primeiros anos.

Os dessalinizadores de tecnologia osmose reversa são os que detem menor custo/benefício, por que apresentam maior eficácia purificadora.

### **9.1. CUSTOS DE AMORTIZAÇÃO**

O custo de amortização é o custo total juntamente da importação, equipamentos auxiliares e instalação, dividido por 10 anos e pelo volume total de metros cúbicos produzidos, o que seria o tempo de vida útil do equipamento: US\$/m<sup>3</sup>. Mês.

### **9.2. CUSTO DE OPERAÇÃO**

É o custo anual ou mensal resultante da operação do equipamento, adicionando a energia elétrica utilizada, peças de reparo, filtros e mão de obra. Pode ser exposto em custo mensal ou por metro cúbico de água produzida.

Ao somar estas duas quantias de custos alcançam o custo efetivo mensal, ou por volume de água gerada.

Pesquisas internacionais mostram que o metro cúbico da água (1m<sup>3</sup>) dessalinizada custa por volta de US\$ 0.60 de custo operacional e US\$ 2.00 de custo de amortização do equipamento. Em outras palavras, temos US\$ 3.00 por metro cúbico de água dessalinizada.

Em média o metro cúbico da água abastecida por rebocadores de apoio para as Plataformas Offshore, custa algo em torno de US\$20,00.

Deste modo pode-se observar a enorme economia que o investimento em equipamentos de dessalinização disponibiliza para o setor Naval e Offshore.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos que a necessidade do uso e a fácil obtenção da água a bordo das embarções é cada vez mais exigido pelo cliente, empregador. A dessalinização por osmose reversa é uma boa alternativa para atender a demanda de água nas embarcações e plataformas offshore levando em consideração a água do mar abundante.

Devido à tecnologia as plantas de osmose reversa estão oferecendo um arranjo bem mais compacto o que alavanca a utilização no setor naval.

As modernas tecnologias de membranas filtrantes complementadas pelas operações de pré-filtragem garantem o mais alto nível de qualidade de água necessário para os processos exigidos nas indústrias. Alguns equipamentos de dessalinização oferecem águas com 99,9% de purificação, além disso asseguram a extinção de vírus, bactérias e fungos.

A considerável queda no custo do investimento desses equipamentos e a diminuição da relação custo/benefício ajudam a impulsionar a sua aplicação no setor naval.

Portanto observa-se também neste trabalho que as vantagens oferecidas pela utilização da osmose reversa supera as desvantagens do sistema. Assim como seus custos que são reduzidos com a utilização ao longo do tempo.

Conclui-se que o processo de dessalinização por osmose reversa é uma opção eficaz e eficiente para produzir água doce e extremamente econômica para uso nas embarcações e plataformas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

A dessalinização, solução milagre para a falta de água? Disponível em: <http://www.geografiaparatodos.com.br/index.php>. Acesso em: 3 outubro2018.

Artigo tecnico Osmose Reversa entenda o seu funcionamento. Disponível em: [www.majop.com.br](http://www.majop.com.br). Acesso em: 28 setembro2018.

A importância da água. Disponível em: <http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/> . Acesso em: 28 setembro2018

Dessalinização. Disponível em: <http://www.sattamini.com.br/>. Acesso em: 3 outubro 2018.

Destilação. Disponível em: [http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=33&Itemid=142](http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=142). Acesso em: 3 outubro 2018.

MESSIAS, Armida Saconi. COSTA, Marcos Roberto Nunes(Org). Agua subterranea e dessanilização. Recife: UNICAP,2006.

Microfiltração. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/5080-noticias>. Acesso em: 12 outubro2018.

Moreira, José Luis Gomes. Osmose Reversa Trabalho de conclusão do curso de aperfeiçoamento de oficiais de maquinas(APMA). Tcc 628.16744 M88or.

OSMOSE. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/osmose/>. Acesso em: 12 outubro2018.

Osmose Reversa – Conheça este processo que purifica nossa água a bordo.  
Disponível em: [www.portalmaritimo.com](http://www.portalmaritimo.com). Acesso em: 28 setembro2018.

Osmose Reversa. Disponível em: <http://kurita.com.br/index.php/artigos-tecnicos/osmose-reversa/>. Acesso em: 3 outubro 2018.

Osmose Reversa: técnica avançada para potabilização da água . Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/12862-osmose-reversa-tecnica-avancada-para-potabilizacao-da-agua>. Acesso em: 3 outubro2018.

Produção de água potável em ambientes offshore e portuários . Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/agua-potavel-ambientes-offshore/>. Acesso em: 28 setembro2018.

Tocachelo, Telêmaco Bezerra. A importância do equipamento de osmose reversa para a produção de água doce na embarcação “SS-X”.2015. Trabalho de conclusão do curso de aperfeiçoamento de oficiais de máquinas(APMA) 628.16744 T63li.