

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS**

**KÁTIA WALÉRIA FURTADO FARIAS DISLILER**

**O USO DE DESTILADORES NAS EMBARCAÇÕES OFFSHORE**

RIO DE JANEIRO

2015

**KÁTIA WALERIA FURTADO FARIAS DISLILER**

**O USO DE DESTILADORES NAS EMBARCAÇÕES OFFSHORE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Professor Nélio Fernandes Pereira

RIO DE JANEIRO

2015

**KÁTIA WALÉRIA FURTADO FARIAS DISLILER**

**O USO DE DESTILADORES NAS EMBARCAÇÕES OFFSHORE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

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

Orientador: Professor Nélio Fernandes Pereira

---

Assinatura do Orientador

Nota Final: \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho aos meus pais Manoel Augusto (in memoriam) e Maria Aniceta, ao meu esposo Marcos e meu filho Gustavo que me dão coragem para seguir em frente na minha carreira, me apoiando e me incentivando a ser uma pessoa melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que tem me dado saúde e muita força para seguir em frente, por me guardar e me proteger sempre, e por eu chegar aonde cheguei.

Agradeço especialmente à minha mãe que sempre se dedicou a trabalhar para me dar tudo de bom e uma boa educação.

Ao meu esposo e filho por me acolherem sempre que preciso de atenção e amor.

Aos meus companheiros da empresa Norskan Offshore que também sonharam com esta conquista, em especial à equipe de máquinas do Skandi Yare e ao Chemaq Monteiro do Skandi Angra.

Aos mestres e coordenadores, pelos conhecimentos e experiências adquiridos, em especial o meu mestre orientador Nélio, que apesar de poucos momentos de convivência demonstrou muito conhecimento e dando um grande exemplo de conhecimento e experiência de vida.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

(Theodore Roosevelt).

## RESUMO

O Principal objetivo deste trabalho de Conclusão de Curso é apresentar os processos de produção de água doce a bordo de navios e plataformas de Petróleo. Com a sua leitura é possível conhecer de maneira simples e objetiva os processos comerciais de dessalinização de água, a utilização desta água na indústria naval/offshore, as tecnologias empregadas nos processos de dessalinização, as vantagens e desvantagens da utilização dos vários processos, os custos envolvidos e também uma descrição de uma planta de dessalinização utilizada em embarcações, que utiliza tecnologia da Osmose Reversa. A Metodologia empregada no estudo orienta-se na forma de pesquisas bibliográficas. As Conclusões obtidas ressaltam a importância da utilização de tais processos, bem como o crescimento da utilização da dessalinização no segmento marítimo e como uma solução para os problemas de escassez de recursos hídricos que hoje assolam vários países e que certamente deverá espalhar-se por muitos outros países em um futuro não muito distante.

Palavras-chaves: Água. Dessalinização. Destilador. Osmose.

## **ABSTRACT**

The main objective of this work Completion of course is to present the freshwater production processes on board ships and oil platforms. With its reading is possible to know a simple and objective way business processes of water desalination, the use of this water in the shipping / offshore industry, the technologies employed in desalination processes, the advantages and disadvantages of using various processes, costs involved, and also a description of a desalination plant used in vessels, which uses the reverse osmosis technology. The methodology used in the study guides in the form of literature searches. The conclusions obtained underscore the importance of using such processes as well as the growing use of desalination in the maritime segment and as a solution to the problems of water shortages that now plague many countries and it certainly will spread to many other countries in a not too distant future.

Keywords: Freshwater. Desalination. Destilator. Osmosis.



## ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Distribuição da água no Mundo.....	15
Figura 2	Exemplo de Destilador de um Estágio.....	16
Figura 3	Sistema Típico de Osmose Reversa Horizontal.....	18
Figura 4	Osmose.....	19
Figura 5	Fenômeno da Osmose.....	19
Figura 6	Destilador.....	20
Figura 7	Destilador à Vácuo.....	22

## TABELAS

Tabela 1	Localização de Irregularidades e Medidas Corretivas.....	26
----------	--	----

## **ABREVIATURAS**

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Sistema DP	Sistema de Posicionamento Dinâmico
FPSO	Floating, Production, Storage and Offloading
FSO	Floating, Storage and Offloading
FPDSO	Floating, Production, Drilling, Storage and Offloading
FSU	Floating Storage Unity

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA VIDA HUMANA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Características da água do mar.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Usos da água.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Distribuição da água no mundo.....</b>	<b>15</b>
<b>3 TIPOS DE PROCESSOS UTILIZADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Destilação.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Osmose reversa.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.1 Termos Mencionados no Trabalho.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2 Osmose.....</b>	<b>18</b>
<b>4 DESTILADOR À VÁCUO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Fontes de Energia Térmica.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Princípio de Funcionamento.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Descrição dos Componentes.....</b>	<b>23</b>
<b>5 OPERAÇÃO DESTILADOR À VÁCUO.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Procedimentos Para Partida Da Unidade.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 Procedimentos Para Parada Da Unidade.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 Cuidados Durante A Operação.....</b>	<b>26</b>
<b>5.4 Problemas Operacionais.....</b>	<b>26</b>
<b>5.5 Limpeza.....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento imprescindível na vida do ser humano, por isso, a bordo precisamos ter uma grande quantidade de água doce para suprir a necessidade de todos os tripulantes.

Como em nossas casas, no navio também precisamos de água para as diversas finalidades: chuveiro, pias, sanitários, mangueiras... Em adicional também é preciso para as caldeiras (que a transformará em vapor para o sistema de aquecimento) e para suplementar o sistema de arrefecimento dos motores.

Em terra possuímos as caixas d'água para fazer o armazenamento antes da distribuição, já nos navios, os tanques de água doce desempenham essa função. Porém, para suprir a demanda de água de numa viagem muito longa, seriam necessários muitos tanques de armazenamento e como o espaço em uma embarcação é limitado, a alternativa encontrada foi “produzir” água através de um equipamento chamado destilador.

A água usada nos navios e plataformas de petróleo marítimas para qualquer que seja sua utilização, vem primeiramente do mar. Para que essa água possa ser usada na produção de vapor e, em outros sistemas, sais e outros contaminantes precisam ser separados da água do mar para minimizar a formação de incrustações e corrosão principalmente nos circuitos de vapor e nos circuitos de água das caldeiras. Tecnologias mecânicas e químicas são empregadas para esse fim, sendo o processo de vaporização o mais eficiente para produzir da água do mar, uma água destilada de alta qualidade, isenta dos elementos formadores de incrustações e corrosão.

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

A água é um dos elementos vitais na vida do ser humano. Sem ela seria impossível manter a biodiversidade e garantir a sobrevivência de nossa espécie.

Utilizamos recursos hídricos constantemente em nosso dia a dia, sem nos darmos conta de sua importância.

Por mais de 2000 anos acreditava-se que a água era um elemento químico único, somente mais tarde, no século XVIII, devido a experimentos, descobriu-se que água era um composto formado por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.

Além da utilização para necessidades primordiais como ingestão, utilizamos água para higiene pessoal e até para o desenvolvimento econômico.

Para enfatizar a importância da água para o homem, segundo recomendação médica, uma pessoa deve ingerir de 2 a 7 litros de água por dia para manter seu corpo devidamente hidratado.

O ser humano consegue permanecer por períodos de tempo relativamente elevados sem a ingestão de alimentos, entretanto, não consegue permanecer muito tempo sem a ingestão de água.

A água é responsável por todos os processos metabólicos no corpo humano. Suas principais funções são 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 ausência de água no organismo impede o sistema natural de limpeza e desintoxicação, contribuindo para o aparecimento de inúmeras doenças ocasionando óbitos.

### **2.1 Características da água do mar**

As principais características da água são: temperatura, odor, sabor, turbidez e cor.

- **Odor:** Característica causada pela existência de matéria orgânica em decomposição, resíduos industriais e gases dissolvidos. Esta característica também está ligada ao sabor já que muitas vezes a sensação do sabor ocorre da combinação de gosto mais odor.
- **Turbidez:** Característica oriunda da presença de substâncias em suspensão.

As características químicas são devidas à presença de substâncias dissolvidas. As principais são:

- Salinidade: Característica referente ao conjunto de sais dissolvidos na água formados pelos bicarbonatos, cloretos, sulfatos, etc.
- Alcalinidade: Característica referente ao conjunto de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, quase sempre alcalino ou alcalino terroso.
- Dureza: Característica referente à presença do conjunto de alguns metais e sais alcalinos terrosos.

As características biológicas da água referem-se à presença de organismos, tais como algas, bactérias, protozoários, vermes, crustáceos e larvas de insetos presentes que também constituem impurezas. (MUSTAFA, G., 2005).

## **2.2 Usos da água**

A água é utilizada para diversos fins, tais como: abastecimento de cidades, nas indústrias, produção de energia elétrica, navegação, na agricultura e pecuária.

Abaixo citaremos alguns usos da água.

### a) Usos domésticos

- Água utilizada para preparar alimentos e para ingestão;
- Água utilizada na manutenção da higiene do ambiente;
- Água utilizada para regar hortaliças;

### b) Usos Industriais

- Quanto aos usos industriais no estado líquido a água é utilizada para:
- Diluir de produtos químicos;
- Combater incêndios;

Processos como hidrojateamento;

- Regular temperatura;

No estado gasoso é utilizada para:

- Funcionamento de turbinas à vapor;
- Sopragem de fuligem em fornos e caldeiras;

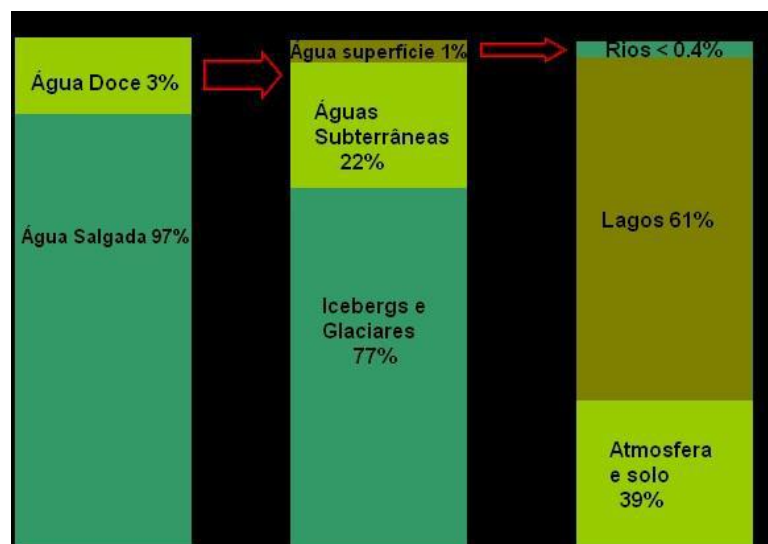
### 2.3 Distribuição da água no mundo

Segundo o site GTÁGUAS embora a Terra tenha a sua superfície composta por  $\frac{3}{4}$  de água a maior parte (97%) não está disponível para consumo humano, pois trata-se de água salgada.

O total de água doce no nosso planeta, corresponde a  $40 \times 10^{15}$  de litros, ou seja 3% de toda água da Terra. Deste percentual de água doce existente, 2% fazem parte das calotas glaciais, não estando portanto disponível na forma líquida. Portanto, verdadeiramente, apenas 1% do total de água do planeta é de água doce na forma líquida, incluindo-se as águas dos rios, dos lagos e as subterrâneas. Estima-se que apenas 0,02 % deste total corresponda à disponibilidade efetiva de água doce com a qual a humanidade pode contar, em termos médios e globais, para sustentar-se e atender às necessidades ambientais das outras formas de vida, das quais não pode prescindir. Do 1% da água doce líquida disponível no planeta, 10% está localizada em território brasileiro. (SOARES E CLAVICO, 2005).

Abaixo uma figura sobre a distribuição de água no Mundo.

**Figura 1**–Distribuição de água no mundo



Fonte: GTÁGUAS



Devido à grande importância da água surgiu a necessidade de descobertas de processos que pudessem produzir água potável para auxiliar processos industriais e garantir a subsistência.

Alguns desses processos que são utilizados na indústria naval serão observados no próximo item.

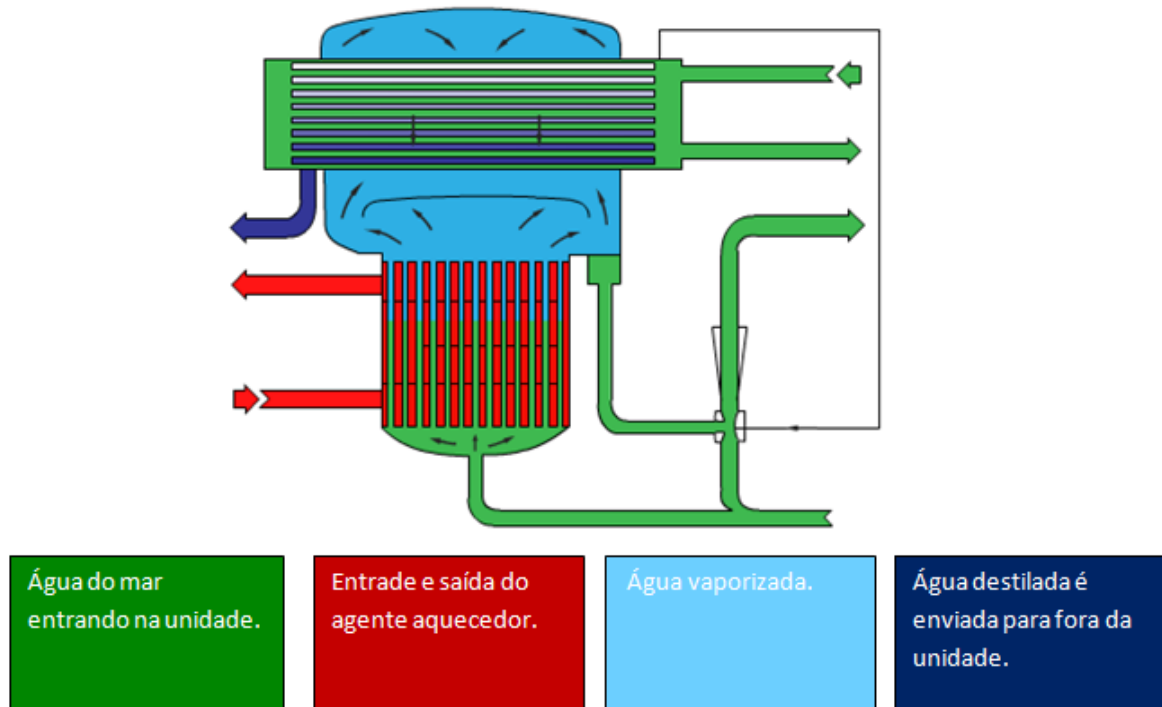
### 3 TIPOS DE PROCESSOS UTILIZADOS

Abaixo serão apresentados alguns dos tipos de processos de dessalinização mais utilizados na indústria naval.

#### 3.1 Destilação

Destilação é um método ou processo físico de separação de uma mistura de líquidos ou de sólidos dissolvidos em seus componentes. Esse processo é caracterizado pelo fato de o vapor formado possuir uma composição diferente do líquido residual. O vapor é condensado e o produto obtido é conhecido como destilado (MARSTERTON E SLOWINSKI, 1997).

**Figura 2** - Exemplo de destilador de um estágio.



Fonte: [www.atlas-danmark.com](http://www.atlas-danmark.com)

Nesse processo, é importante que a substância a ser destilada seja volátil na temperatura utilizada.

A destilação consiste em ferver a água, coletar o vapor e transformá-lo novamente em água, desta vez água potável. O fato de fervê-la, retira a maior parte das impurezas da água, inclusive os sais, que são deixados para trás à medida que o vapor é liberado.

Alguns países árabes simplesmente "queimam" petróleo para a obtenção de água doce através da destilação, uma vez que o recurso mais escasso, para eles, é a água.

A destilação é uma operação unitária que se caracteriza pela evaporação e posterior condensação de um líquido. Tem como objetivo separar, por ação da energia calorífica, substâncias voláteis de outras que não o são, ou são menos voláteis, e visa a separação de uma mistura de líquidos com pontos de ebulição diferentes.

Nos típicos sistemas modernos de destilação, a água salgada é aquecida ao passar dentro de tubos no interior de uma câmara que contém sobras de vapor provenientes de uma usina de energia - uma espécie de radiador ao contrário. A água salgada quente entra então numa câmara de vácuo que reduz a temperatura de ebulição da água. A água, então, evapora. O vapor que se forma é condensado e retirado como água pura.

### **3.2 Osmose Reversa**

Para compreender a osmose reversa antes precisamos compreender a osmose convencional e também ter conhecimento de alguns termos que serão muito mencionados neste trabalho.

#### **3.2.1 Termos Mencionados no Trabalho**

- Solução, a qual definimos por, “mistura de duas ou mais substâncias que apresentam aspecto uniforme”. Os componentes de uma solução são o soluto e o solvente.
- O soluto são os componentes cuja fração molar é muito pequena, ou muito menor que a de outro componente, ou seja, é o componente presente em menor quantidade.
- O solvente é a substância cuja fração molar é maior, ou seja, é o componente presente em maior quantidade e que dissolve o soluto.
- Solução hipotônica é a solução em que a quantidade de solvente é maior que a quantidade de soluto.
- Solução hipertônica é a solução em que o solvente já dissolveu toda a quantidade possível de soluto e toda a quantidade agora adicionada não será dissolvida e ficará no fundo do recipiente. (DICIONÁRIO ON LINE DE PORTUGUÊS, 2010)

### 3.2.2 Osmose

De acordo com o Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, a definição de **osmose** é "o movimento de um solvente através de uma membrana semipermeável (como a de uma célula viva) para uma solução com maior concentração de soluto. Este movimento tem como objetivo balancear a concentração de soluto nos dois lados da membrana".

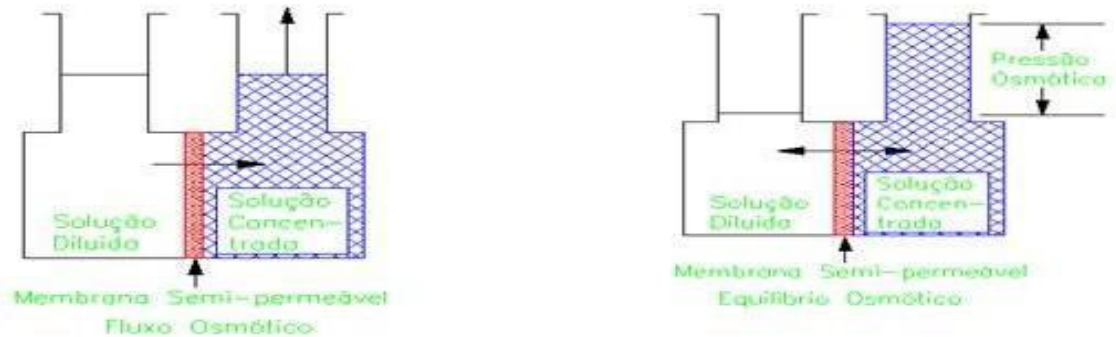
A osmose ocorre quando duas soluções salinas com concentrações diferentes estão dispostas num meio que contenha uma membrana semipermeável, (ou seja, uma membrana que retém a passagem de soluto deixando livre a passagem de solvente, essa retenção de partículas de soluto acontecem devido ao diâmetro dos poros da membrana. Nenhuma partícula em suspensão ou contaminantes dissolvidos pode fluir através da membrana), ocorre a movimentação de partículas de solvente da solução hipotônica para a solução hipertônica. Como acontece a migração das moléculas de água através da membrana semipermeável os valores das concentrações das soluções tornam-se desiguais resultando em diferença das pressões e o processo cessa.

**Figura 3** - Sistema típico de Osmose Reversa horizontal.



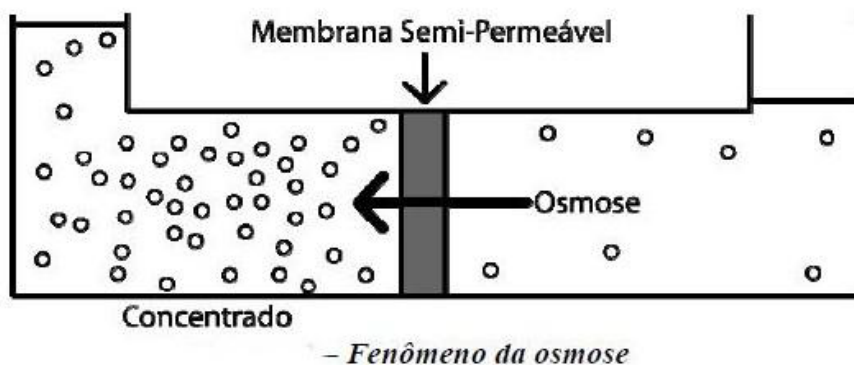
Fonte: [www.desware.net](http://www.desware.net)

No esquema abaixo, pode-se verificar um sistema de osmose contendo dois compartimentos separados por membranas semipermeáveis, onde se encontra uma solução hipotônica em um dos compartimentos e água salobra no outro. Imediatamente, observa-se, um fluxo preferencial da solução hipotônica difundindo-se através da membrana, reduzindo a concentração salina da água, encontrada no outro compartimento.

**Figura 4** – Osmose

Fonte: [www.kutita.com.br](http://www.kutita.com.br), acessado em 24/10/09

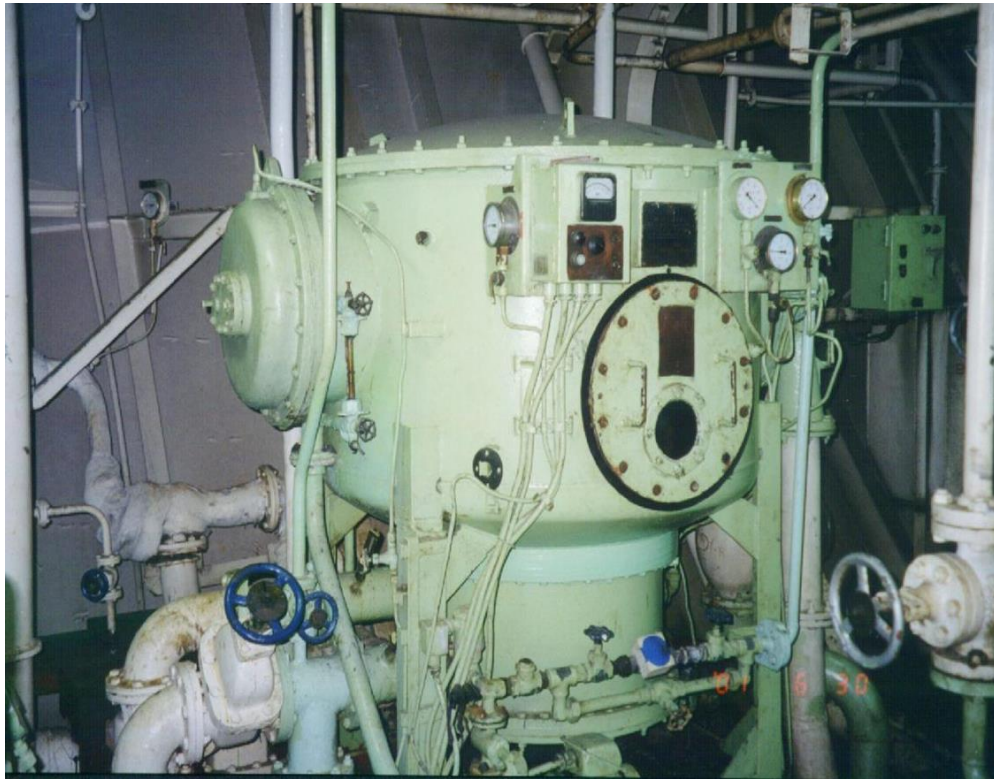
A passagem da água pura, através da membrana semipermeável, provoca um aumento no volume da água salobra, com a formação de uma coluna de água. Este efeito físico é decorrente da pressão exercida sobre a membrana, no lado da água salobra. A pressão corresponde à altura da coluna, que em situação de equilíbrio interrompe a difusão da água pura para água salobra, entrando então os sistemas em equilíbrio. As diferenças de pressões são chamadas de Pressão Osmótica que por definição é a pressão hidrostática necessária para impedir a osmose, ou seja, a pressão que deve ser exercida sobre a solução para impedir a passagem de solvente de uma solução para a outra. O processo de osmose pode ser melhor observado na figura abaixo. (KURITA, 2010)

**Figura 5** - Fenômeno da Osmose

Fonte: ORISTANIO, PEIG E SARTORI, 2006

## 4 DESTILADOR Á VÁCUO

**Figura 6** - Destilador



Fonte: <http://www.petrobras.com.br/data/files/destilador>

Definição: Destilador ou dessalinizador é um equipamento que a partir da captação da água do mar e que pelo processo de vaporização a vácuo (quanto menor a pressão, menor a temperatura de evaporação) transforma essa água salgada, em água destilada própria para consumo em caldeiras e demais circuitos de utilização de uma instalação, principalmente marítima.

### 4.1 - Fontes de energia térmica

As principais fontes de energia térmicas empregadas no aquecimento e evaporação da água salgada nos destiladores são:

- Vapor saturado de baixa pressão,
- Vapor dessuperaquecido de baixa pressão.
- Água aquecida por vapor,
- Água aquecida pelo calor da combustão de um motor diesel,
- Água aquecida por recuperação dos gases de descarga de turbinas,

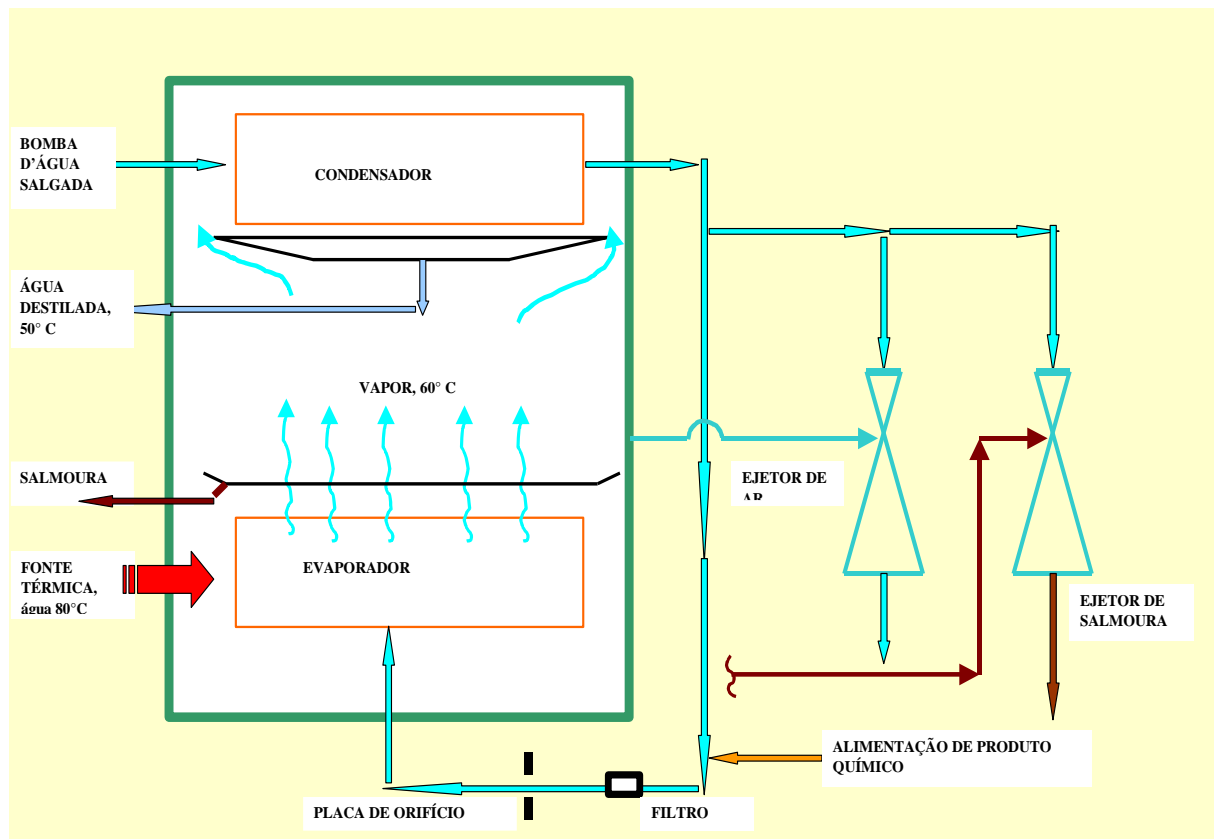
- Água aquecida por boiler, aquecedores independentes (HWL),
- Energia elétrica, compressão de vapor,
- Outras fontes de calor.

#### **4.2 – Princípio de Funcionamento**

São destiladores de pequena a média capacidade de produção, temperatura de evaporação em torno de 48° C (máx 60°C) e salinidade máxima de 4ppm, normalmente constituído de um evaporador em forma de feixe tubular, um condensador e uma câmara de separação tendo ainda como principais componentes:

- Bomba de Extração de Destilado
- Bomba Ejetora
- Ejetor de Salmoura
- Ejetor de Ar
- Salinômetro
- Hidrômetro
- Válvula de Quebra Vácuo (solenóide)
- Termostato
- Válvula de Segurança
- Chave de Fluxo

**Figura 7** – Destilador à Vácuo



Grupo destilatório padrão

Estes destiladores têm como fonte de energia térmica vapor saturado de baixa pressão entre 3.0 kgf/cm<sup>2</sup> e 6.0 kgf/cm<sup>2</sup> ou ainda o calor oriundo da água de circulação das camisas de motores diesel. É normalmente usado em navios e os mais difundidos são os destiladores “SASAKURA ATLAS”.

Nestes destiladores a água do mar é suprida pela bomba ejetora e tem as funções de circular o ejetor de salmoura; o ejetor de ar; e o condensador, além de alimentar a câmara de vaporização com a água a ser destilada.

A água de aquecimento, ou a mistura vapor-água, circula por fora dos tubos do feixe tubular do evaporador a uma temperatura variando entre 87°C e 98°C, enquanto que a água salgada de alimentação circula por dentro dos tubos a uma temperatura aproximada de 30°C, trocando calor com a água de aquecimento. Como o feixe tubular do evaporador é interligado livremente com a câmara de evaporação que está sob vácuo de 90% a 94%, a água de alimentação ao sair do feixe tubular sofre uma queda de pressão e vaporiza a uma temperatura aproximada de 48°C e máxima de 60°C. A chapa defletora que compõe a

câmara de separação retém as partículas de água não vaporizada a qual é coletada na parte inferior da câmara e arrastada para o mar através do ejetor de salmoura. O vapor produzido sobe até a parte superior da câmara onde em contato com o feixe tubular do condensador, troca calor e condensa sob a forma de água destilada sendo coletada e enviada para os tanques de armazenamento pela bomba de extração de destilado. Este destilador por não possuir separador de gotículas (demister) exige um controle muito mais apurado no nível da água de alimentação no interior da câmara de vaporização pois uma elevação de nível ou um balanço mais forte da embarcação pode provocar variações na qualidade da água destilada produzida.

### 4.3 - Descrição dos componentes

- **Evaporador:** Constituído de um feixe tubular, efetua a troca de calor entre a fonte de aquecimento e a água de alimentação, para a realização do processo de vaporização.

- **Separador:** Impede que gotículas de água não vaporizada e partículas sólidas em suspensão, passem do evaporador para o condensador.

- **Condensador:** Constituído de um feixe tubular, transfere para a água de resfriamento o calor contido no vapor produzido no evaporador, condensando-o sob a forma de água destilada.

- **Bomba de Extração de destilado:** Tipo centrífuga de estágio único acionada por motor elétrico, extrai a água destilada produzida na câmara de condensação e envia para os tanques de armazenamento.

- **Bomba Ejetora:** Tipo centrífuga de estágio único acionada por motor elétrico, supre o destilador com água salgada para alimentação, circulação do condensador e circulação dos ejetores de ar e de salmoura. Normalmente existe uma válvula de diafragma na descarga deste sistema, para o costado, com a função de impedir o retorno de água salgada para o destilador, no caso de parada desta bomba.

**Ejetor de salmoura:** Funciona pelo princípio de edutor e tem como função extrair do interior do evaporador e descartar para o mar, toda a salmoura resultante do processo de evaporação.

- **Ejetor de ar:** Funciona pelo princípio de edutor e tem como função extrair todo ar e outros gases não condensáveis existentes no evaporador de modo a criar vácuo no seu interior.



- **Salinômetro:** Aparelho destinado a medir a salinidade da água produzida enviada para os tanques de armazenamento. São calibrados para alarme e descarte desta água, quando a salinidade medida ultrapassar o valor pré-ajustado (normalmente 4 PPM).
- **Hidrômetro:** Aparelho usado para medir a quantidade total de água produzida.
- **Válvula solenóide de controle de vácuo:** Também conhecida como “quebra vácuo”, tem a função de controlar o vácuo no interior da câmara de vaporização, por intermédio de admissão de ar, de acordo com a informação recebida do termostato localizado no interior desta câmara.
- **Termostato:** Tem a finalidade de detectar a variação de temperatura na câmara de vaporização e enviar sinal para a válvula de controle de vácuo toda vez que a temperatura de evaporação atingir valores muito baixo.
- **Válvula de segurança:** Localizada no corpo da câmara de vaporização, tem a finalidade de proteger o equipamento contra um aumento excessivo de pressão no seu interior.
- **Chave de Fluxo:** Localizada na rede de descarga da bomba de extração de destilado, tem como função acionar um alarme toda vez que a quantidade de água produzida for menor que a quantidade nominal de projeto (para destiladores com capacidade nominal de projeto de 12m<sup>3</sup>/dia o alarme soará quando a vazão for menor que 8 l/min).

## 5 OPERAÇÃO DESTILADOR À VÁCUO

### 5.1 - Procedimentos para partida da unidade

- a – Fechar a válvula de prova e a válvula de saída de água doce.
- b – Abrir a válvula de aspiração da bomba ejetora
- c– Abrir a válvula de descarga dos ejetores, para o mar
- d – Abrir as válvulas de entrada e saída da água de circulação do condensador
- e – Partir a bomba ejetora mantendo uma pressão mínima de 3,5 kgf/cm<sup>2</sup>.
- f – Abrir a válvula do sistema de injeção de produto químico. Ter atenção para que o tanque de produto químico não trabalhe vazio, pois isto acarretará perda de vácuo.

g – Purgar o ar da tampa do condensador

h – Quando o vácuo atingir 93% abrir toda a válvula de saída do agente de aquecimento (água ou vapor) do evaporador e abrir lentamente a válvula de entrada, tendo o cuidado de controlar a temperatura no evaporador em torno de 87°C (não deixar ultrapassar 90°C) e a temperatura de evaporação, no interior da câmara em torno de 48°C (máxima 60°C). Se o agente de aquecimento for a água de resfriamento de um motor diesel, fechar a válvula by-pass do evaporador.

i – Energizar e alinhar salinômetro.

j – Quando começar a produzir (vaporizar), e aparecer água no indicador de nível dar partida na bomba de extração de destilado e regular a pressão na descarga da bomba para cerca de 1kg/cm<sup>2</sup>.

l – Regular a vazão da água de circulação para o condensador de forma a manter um diferencial de temperatura entre a entrada e a saída de cerca de 11°C.

m – Regular o nível da água de alimentação de acordo com a produção.

## **5.2 - Procedimentos para parada da unidade**

a – Fechar as válvulas de entrada e saída do agente de aquecimento no evaporador (se o agente de aquecimento for a água de resfriamento de um motor diesel, abrir antes a válvula by-pass do evaporador)

b – Parar a bomba de extração de destilado e fechar a válvula de descarga da bomba.

c – Abrir a válvula de quebra vácuo

d – Parar a bomba ejetora e fechar as válvulas de aspiração da bomba e descarga dos ejetores para o mar

e – Fechar a válvula de dosagem de produto químico

f – Fechar as válvulas de entrada e saída da água de circulação do condensador.

g – Desenergizar e isolar o salinômetro.

### 5.3 - Cuidados durante a operação

a - Manter a pressão de descarga da bomba ejetora dentro da faixa de pressão de projeto. Uma perda de pressão desta bomba acarreta perda de vácuo e alagamento da câmara de vaporização com conseqüente queda de produção e muitas vezes salgamento (normalmente a perda de pressão no circuito de água salgada da bomba ejetora é da ordem de 0,3 kgf/cm<sup>2</sup>).

2 – Nunca deixar a temperatura do agente de aquecimento ultrapassar a temperatura de 90°C, pois isto provoca o surgimento de bolsas de ar prejudicial à troca térmica no evaporador, além de precipitar a formação de incrustação no interior dos tubos.

c – Nunca deixar a temperatura interna da câmara de evaporação ultrapassar 60°C, para não danificar o revestimento interno.

d – Não desligar o salinômetro com a unidade em operação.

e – Manter a vazão de água do evaporador e do condensador dentro dos parâmetros constantes da folha de dados técnicos do equipamento.

f – Não operar a unidade em águas poluídas. A água produzida poderá ficar imprópria para consumo humano devido a presença de bactérias resistentes a temperaturas de evaporação baixas, além de que poderá ocorrer depósitos nas superfícies dos tubos do evaporador e condensador dando origem a processos corrosivos.

### 5.4 - Problemas operacionais

Neste tipo de equipamento os problemas mais frequentes são perda de vácuo e alagamento do evaporador.

**Tabela 1 - Localização de irregularidades e medidas corretivas**

Sintoma	Consequência	Causa	Medida corretiva
<b>Perda de vácuo</b>	- Alta salinidade	- Baixa pressão de descarga da bomba ejetora - Sujeira no ralo de aspiração da bomba	- Revisar a bomba  - Parar a bomba e limpar o ralo

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa produção</li> <li>- Maior temperatura de evaporação</li> <li>- Maior formação de incrustação</li> </ul>	<p>ejetora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrada de ar por conexões ou furo em redes</li> <li>- Sujeira no corpo do ejetor de ar</li> <li>- Desgaste do expansor do ejetor de ar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisar a causa e corrigir</li> <li>- Desmontar o ejetor e limpar</li> <li>- Substituir o expansor</li> </ul>
<b>Alagamento do evaporador</b>	- Salgamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejetor de salmoura obstruído ou com desgaste no expansor</li> <li>- Obstrução do coletor de salmoura no interior do evaporador</li> <li>- Mal funcionamento da válvula de alimentação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar o ejetor e limpar.</li> <li>- Substituir o expansor</li> <li>- Efetuar limpeza química do evaporador</li> <li>- Ajustar a quantidade de água de alimentação admitida no evaporador</li> <li>- Substituir a válvula de alimentação</li> </ul>
<b>Queda de produção</b>		Evaporador sujo	- Efetuar limpeza química do evaporador

## 5.5 - Limpeza

Os destiladores normalmente já possuem um sistema de tratamento químico ininterrupto, cuja finalidade é minimizar a formação de incrustação em tubos de troca térmica, defletores e interior da câmara de vaporização aumentando assim os intervalos de parada da unidade para limpeza.

Limpeza química: Como estes destiladores oferecem um alto grau de dificuldade para a realização de limpeza mecânica (feixe tubular e câmara de vaporização) normalmente é utilizado o processo de limpeza química, obedecendo sempre as recomendações do fabricante do equipamento e os procedimentos de manuseio e aplicação do produto químico utilizado.

## 6 CONCLUSÃO

O Principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso é apresentar os processos de produção de água doce a bordo de navios e plataformas de petróleo. Com a sua leitura é possível conhecer de maneira simples e objetiva os processos comerciais de dessalinização de água na indústria Naval/*Offshore*, as tecnologias empregadas nos processos de dessalinização, as vantagens e desvantagens da utilização dos vários processos, os custos envolvidos e também uma descrição de uma planta de dessalinização utilizada em embarcações, que utiliza a Destilação à Vácuo.

As conclusões obtidas ressaltam a importância da utilização de tais processos, bem como o crescimento da utilização da dessalinização no segmento marítimo e como uma solução para os problemas de escassez de recursos hídricos que hoje assolam vários países e que certamente deverá espalhar-se por muitos outros países em um futuro não muito distante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE FREITAS, Tayná Dalci Nicolau, UEZO, **Produção de Água à Bordo de Navios e Plataformas**, 2011
2. DIAS, Thiago Salomão Sampaio, Monografia, **Os Processos de Dessalinização da água do Mar**
3. DICIONÁRIO ON LINE DE PORTUGUÊS. **Salobro(a)**. Disponível em <http://www.dicio.com.br/salobro/>>. Acesso em: 25 Agosto 2015.
4. DOS REIS, André Silveira, MONOGRAFIA, **A Importância da Dessalinização da água do Mar nas Embarcações**, 2013
5. <http://www.aqua-chem.com/node/273>
6. <http://www.projetomemoria.org/2013/10/agua-do-a-bordo-desmistificando-o-destilador-de-baixa-pressao/>
7. <http://ambientes.ambientebrasil.com.br> > ... > Água > Artigos Água Salgada
8. KURITA. **Osmose Reversa**. Disponível em: [http://www.kurita.com.br/adm/download/Osmose\\_Reversa.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Osmose_Reversa.pdf)

