

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

RALPH MACHADO PACHECO

DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA E O TRATAMENTO DA ÁGUA

RIO DE JANEIRO
2018

RALPH MACHADO PACHECO

DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA E O TRATAMENTO DA ÁGUA

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: Prof. OSM Ramesses Cesar Ramos da Silva

RIO DE JANEIRO

2018

RALPH MACHADO PACHECO

DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA E O TRATAMENTO DA ÁGUA

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: Ramesses Cesar Ramos da Silva

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Assinatura do Aluno

Dedico este trabalho inicialmente ao meu filho Arthur Pacheco, pois sem ele não teria forças para essa longa jornada. A minha esposa, família e amigos, por me apoiar, suportar minhas ausências e sempre acreditar no meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar me dando saúde e força para alcançar meus objetivos.

Agradeço minha esposa e meu filho por me acompanharem diariamente ao longo de todo o curso, nos bons e maus momentos.

Sou grato a minha família e amigos mais próximos que de alguma forma sempre contribuíram e me apoiaram durante toda jornada até hoje.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz.

(Ayrton Senna)

RESUMO

A busca por água potável já é uma preocupação mundial e os processos de dessalinização são uma alternativa amplamente utilizadas a bordo das embarcações a fim de reduzir o consumo de água potável proveniente dos recursos naturais. E o Processo de Dessalinização por Osmose Reversa é atualmente o método mais viável, tendo em vista os pontos de produtividade, custo e tempo. Esse processo será analisado quanto ao princípio de funcionamento, manutenção e o tratamento posterior da água produzida.

Palavra-chave: Dessalinização. Osmose Reversa. Tratamento da Água. Produtividade. Manutenção.

ABSTRACT

The search for water is a global task and desalination processes are an alternative to water consumption. And the Reverse Osmosis Desalination Process is currently the most feasible method, having seen the productivity, cost, and time points. This procedure will be analyzed for the operation, maintenance and subsequent treatment of the water produced.

Keywords: Watermaker. Reverse Osmose. Water treatment. Productive. Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1:	Distribuição da água no mundo	14
Figura 2:	Planta Industrial Osmose Reversa na Espanha	15
Figura 3:	Planta Industrial Osmose Reversa na Espanha	16
Figura 4:	Usina de dessalinização de Tel Aviv em Israel	16
Figura 5:	Interior da Usina de Israel	17
Figura 6:	Equipamento de Osmose Reversa	18
Figura 7:	Processo Normal de Osmose	19
Figura 8:	Processo de Osmose Reversa	20
Figura 9:	Membrana da unidade Osmose Reversa	22
Figura 10:	Unidade Simples Estágio Osmose Reversa	22
Figura 11:	Unidade Duplo Estágio Osmose Reversa	23
Figura 12:	Ralo da caixa mar	23
Figura 13:	Filtro de Carvão Ativado	24
Figura 14:	Filtros de 20 e 5 microns	24
Figura 15:	Filtro Multimídia	25
Figura 16:	Disposição interna dos elementos de um cilindro de osmose reversa	25
Figura 17:	Bomba de alimentação	26
Figura 18:	Bomba de Alta pressão	26
Figura 19:	Mineralizador	27
Figura 20:	Bomba dosadora	27
Figura 21:	Esterilização Ultra violeta	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
EUA	Estados Unidos da América
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PPM	Partes por Milhão
PH	Escala numérica adimensional para determinar acidez ou basicidade de uma solução aquosa
STCW	Standards of training Certification and Watchkeeping

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	Alumínio
Fe	Ferro
H₂SiO₄	Ácido Silícico
NaCl	Cloreto de Sódio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HISTÓRICO	13
2.1	Água no planeta	14
2.2	Contexto mundial planta na Espanha	15
2.3	Contexto mundial planta em Dubai	16
2.4	O uso da água a bordo	17
3	OSMOSE REVERSA	18
3.1	Processo de osmose normal	18
3.2	Processo de osmose reversa	19
3.3	Partes do equipamento	23
3.4	Manutenção do equipamento	27
3.4.1	Processo de limpeza química	28
4	TRATAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA	29
5	ECONOMIA COM A ÁGUA PRODUZIDA	30
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de explicar o Processo de Dessalinização por Osmose Reversa. Visto que é o equipamento mais encontrado a bordo das unidades marítimas do mundo e algumas cidades (Espanha e Dubai), e sua finalidade é usar a água salgada para produzir água potável, através do processo conhecido como Osmose Reversa.

Sendo este um equipamento de fundamental importância para operação e condução das unidades marítimas, e de seus tripulantes e passageiros, será feita uma explicação do processo de osmose reversa, assim como sua manutenção e tratamento da água produzida.

2 HISTÓRICO

Na natureza, a dessalinização é um processo contínuo e natural, alimentador do ciclo hidrológico, que se comporta como um sistema físico, fechado, sequencial e dinâmico. Devido à ação da energia solar, ocorre a evaporação de um grande volume de água dos oceanos, dos mares e dos continentes. Os sais permanecem na solução e os vapores, por condensação, vão formar as nuvens, as quais originam as chuvas e outras formas de precipitação. Esta água doce, por gravidade, volta aos oceanos e mares, alimentando os rios, os lagos, as lagoas, que, devido à dinâmica do processo, assimilam uma nova carga salina e, assim, todo o ciclo continua. Por necessidade de sobrevivência, o homem copiou a Natureza e desenvolveu métodos e técnicas de dessalinização das águas com elevado conteúdo salino para obter água doce.

Os históricos da dessalinização provem de 2000 anos antes de cristo onde antigos textos egípcios e sânscritos claramente revelavam as práticas que eram seguidas para se manter a água pura.

Há relatos de que o exército romano, comandado por Júlio Cesar, usava destilação para produzir água potável para seus soldados, a partir da água do mar.

Com o surgimento das embarcações movidas a vapor, aumentou a necessidade de se obter água pura em grande quantidade para as caldeiras de bordo, tornando o aperfeiçoamento da destilação essencial.

O processo de dessalinização por osmose reversa é mais recente. Entre 1953 a 1959 ocorreu a primeira tentativa nos EUA, por JE Breton e CE Reid, que é reconhecida como a invenção do processo de osmose reversa, porém o volume de água potável obtido ainda era muito baixo. Em 1962 ainda nos EUA, Califórnia, foi inaugurada uma planta piloto de dessalinização por osmose reversa.

Na segunda metade dos anos 60 os EUA incentivam parcerias entre as Universidades e empresas privadas, gerando projetos inovadores que dão um passo decisivo no tratamento de água por osmose reversa. Surgem a partir daí empresas que passam a dominar a fabricação de membranas.

Em 1965 a planta piloto da Califórnia, EUA, é incorporada ao sistema de abastecimento de água potável, marcando o início do fornecimento comercial de água potável a partir da tecnologia de dessalinização por osmose reversa.

Em 1968, J Westmoreland e DT Bray patenteiam o desenho e a configuração das membranas em espiral, permitindo a popularização da tecnologia.

Em 1971, é solicitada a patente da membrana de osmose reversa construída em poliamida aromática, que veio a dominar o mercado de membranas de osmose reversa, aumentando significativamente a durabilidade desses elementos. Na segunda metade dos anos 70 são construídas as primeiras plantas industriais para produzir água potável.

2.1 Água no planeta

A água potável é um recurso finito que se espalha em partes desiguais pela superfície terrestre. Se, por um lado, seu ciclo natural se responsabiliza pela sua manutenção tornando-a um recurso renovável, por outro, suas reservas são limitadas.

O planeta Terra possui 75% da sua superfície recoberto de água, mas apenas 3% representa água doce. E somente 1% é acessível e destinada ao consumo do qual a sua potabilidade deve estar dentro dos padrões da OMS (Organização Mundial de Saúde). O restante está concentrado em geleiras, calotas polares e lençóis freáticos profundos.

Figura 1 - Distribuição da água no mundo



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>

Segundo a ONU um terço da população mundial, mais de dois bilhões de pessoas, não tem acesso a água tratada. Se os atuais padrões de consumo se mantiverem, duas em cada três pessoas no mundo vão sofrer escassez moderada ou grave de água até 2025.

2.2 Contexto mundial planta terrestre na Espanha

Em 2009 na Espanha, foi inaugurada a maior planta industrial de dessalinização por osmose reversa do mundo. Com capacidade de 200.000 m³/dia de água potável, essa planta é designada para o suprimento da cidade de Barcelona e os distritos próximos.

Figura 2 – Planta Industrial Osmose Reversa na Espanha



Fonte: www.water-technology.net

Figura 3 - Planta Industrial Osmose Reversa na Espanha



Fonte: www.water-technology.net

2.3 Contexto mundial planta terrestre Dubai

O governo de Israel investiu cerca de US\$ 500 milhões na construção de Soreq e aumentar a quantidade de água doce para abastecimento público do país, captando água do mar Mediterrâneo. A usina produz 624 milhões de litros de água doce tratada por dia, suficiente para abastecer uma cidade com 2 milhões de habitantes.

Figura 4 - Usina de dessalinização de Tel Aviv em Israel



Fonte: <http://agua.org.br/maior-usina-dessalinizacao-israel/>

Figura 5 - Interior da Usina de Israel



Fonte: <http://blogs.odiarario.com/dyaryodyumhebreu/2013/03/11/israel-tem-a-maior-dessalinizacao-domundo/>

2.4 Uso da água a bordo

A bordo, muitas embarcações utilizam para o consumo da tripulação a água que após ser destilada passa por uma espécie de mineralizador que adiciona os minerais fundamentais para o consumo do ser humano. Mas, em território brasileiro a ANVISA (agência nacional de vigilância sanitária) proibiu o consumo da água provinda do destilador, ainda que mineralizada, pois a tubulação que sai do destilador não é aço inoxidável cirúrgico.

Os recursos hídricos são usados constantemente no nosso dia a dia sem nos darmos conta de sua importância. Além da utilização para necessidades primordiais como a ingestão, utilizamos água para higiene pessoal e até para o desenvolvimento econômico.

A água destilada e a água mineralizada são usadas a bordo para:

- Preparar alimentos;
- Ingestão;
- Higiene pessoal;
- Manutenção da higiene do ambiente;
- Combater incêndios;
- Abastecer a caldeira;
- Regular a temperatura (resfriamento de motores).

3 OSMOSE REVERSA

É um equipamento que seu princípio de funcionamento ocorre baseado no processo de osmose reversa. Apesar de ser mais caro sua produção de água dessalinizada é maior do que a do destilador convencional. Com o avanço da tecnologia o preço do equipamento e de sua manutenção caiu consideravelmente, aumentando a sua adesão no meio marítimo, principalmente nas plataformas e nos navios de passageiros em que o número de pessoas a bordo é grande e nos navios de apoio a plataforma que não possuem caldeira.

Figura 6 - Equipamento de Osmose Reversa



Fonte: Manual do Fabricante Hatenboerwater

3.1 Processo de Osmose Normal

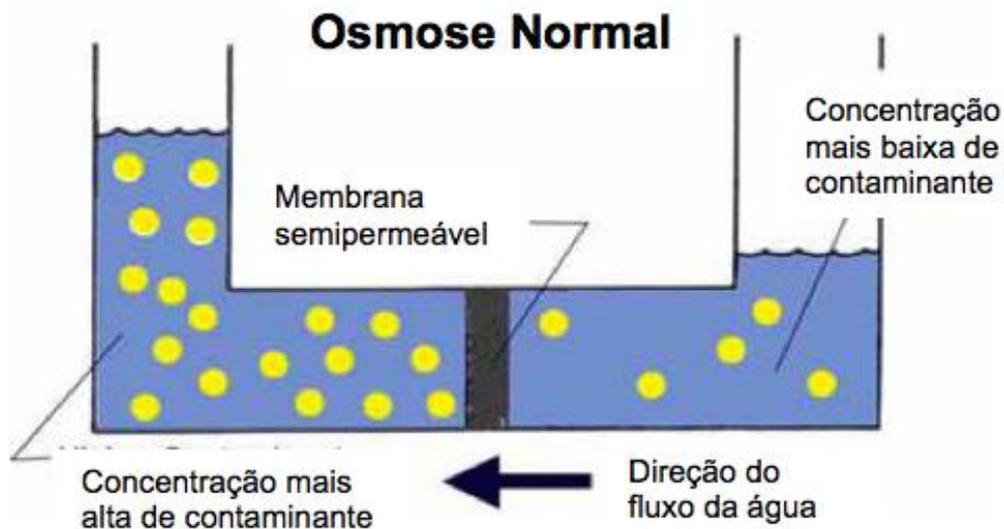
A água se movimenta através de uma membrana semipermeável, sempre do local de menor concentração de soluto para o de maior concentração, a fim de que ambos os locais tenham a mesma concentração de soluto. A pressão com que a água é forçada para atravessar a membrana é conhecida por pressão osmótica.

Uma membrana de osmose de qualidade elevada e semipermeável, o que significa que permite a passagem da água, mas impede que as partículas dissolvidas passem completamente. Se situarmos uma membrana entre dois compartimentos, e colocar a água salgada em um lado do recipiente e a água pura no outro lado, um

princípio científico fundamental marca seu papel. Isto é, duas concentrações diferentes dos líquidos dentro do mesmo sistema tentarão alcançar o equilíbrio (isto é, a mesma concentração dos contaminadores) em ambos os lados da membrana. Naturalmente a única maneira para que isto aconteça é que a água pura passe através da membrana para o lado da água salgada em uma tentativa de diluir a solução de sal.

Normalmente, para este experimento, utiliza-se uma membrana semipermeável de modo que o sentido da passagem seja um só, ou seja, do solvente puro para a solução. Esta tentativa de alcançar o equilíbrio é chamada Osmose.

Figura 7 – Processo Normal de Osmose

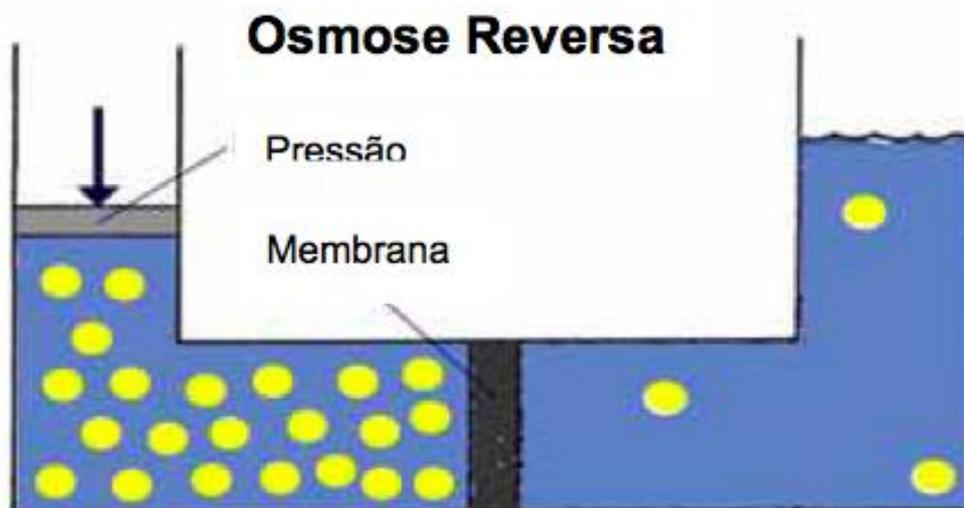


Fonte: www.nupeg.ufrn.br

3.2 Processo de Osmose reversa

A osmose reversa é a reversão do fluxo natural da osmose. Por exemplo, em um sistema de purificação de água, o objetivo não é diluir a solução de sal, mas separar a água pura do sal e de outros contaminantes. Quando o fluxo osmótico natural é invertido, a água da solução de sal é forçada através da membrana no sentido oposto pela aplicação da pressão, daí o termo osmose reversa.

Figura 8 – Processo de Osmose Reversa



Fonte: www.nupeg.ufrn.br

A osmose reversa, também conhecida como a hiperfiltração, é o processo de filtração conhecido de maior precisão. Este processo permite a remoção de partículas tão pequenas quanto íons de uma solução. A osmose reversa é usada para purificar a água e remover os sais e as outras impurezas a fim de melhorar a cor, o gosto ou as propriedades do líquido.

O processo da osmose reversa requer uma força direcional para empurrar o líquido através da membrana, e a força mais comum é obtida através da pressão fornecida por uma bomba. Quanto mais elevada a pressão, maior a força direcional. Como a concentração do líquido aumenta à medida que os rejeitos vão sendo detidos pela membrana, a força direcional requerida para continuar concentrando o líquido aumenta.

Antes que a água seja dessalinizada na membrana, a água deve estar livre de NaCl, Fe, Al, H₄SiO₄, partículas, contaminantes orgânicos e biológicos. Por conseguinte, é comum que a água de alimentação seja pré-tratada antes da sua passagem através do sistema. O pré-tratamento se destina a reduzir as partículas e contaminantes que prejudicariam a membrana, tubulações ou danificar a bomba de alta pressão.

O filtro exige uma certa pressão para ser capaz de limpar a água. Para conseguir a pressão necessária, uma bomba de água de alimentação é necessária

que aumente a pressão da água de alimentação, antes que ele atinja o filtro. Depois disso, a água flui através de um segundo filtro para remover as partículas mais pequenas, e, em seguida, atingir a bomba de alta pressão. A bomba aumenta a pressão da água de alimentação de modo que ultrapasse a pressão osmótica, antes que a água seja dessalinizada na membrana.

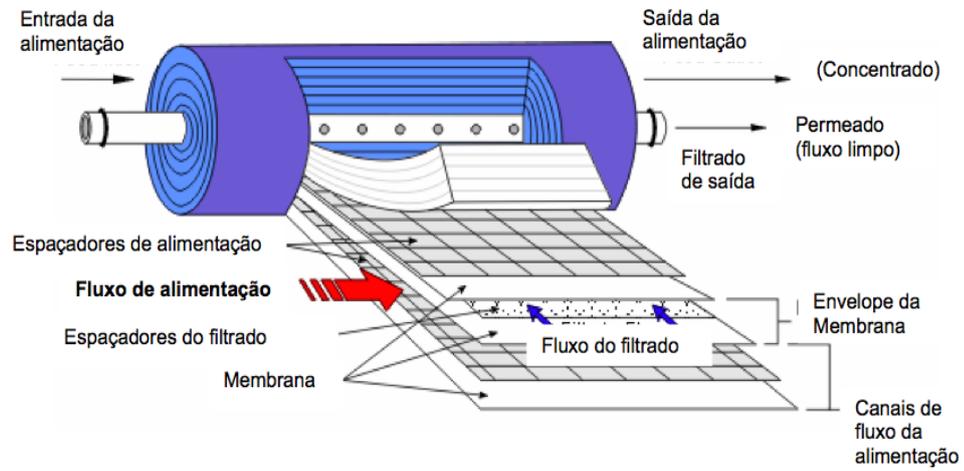
Depois de a água passar no módulo de Osmose Reversa, dois fluxos são produzidos. Uma é água dessalinizada e o outro é o concentrado de sal (salmoura). A salmoura é imediatamente descarregada.

A água tratada a partir do módulo de Osmose Reversa passa através de uma célula de condutividade que mede a condutividade da água. Se a condutividade estiver alta, a água é automaticamente descarregada através de uma válvula magnética de 3 vias. Se a condutividade for inferior ao valor limite, a água produzida vai para um tanque.

Uma unidade de simples estágio do dessalinizador por osmose reversa produz água com o ppm geralmente entre 250 – 300. Esse valor está dentro dos parâmetros de utilização por recomendação da OMS. Porém se o único sistema de geração de água potável de bordo for a osmose reversa, se for necessário utilizar essa água produzida para suplementar sistemas de resfriamento e água de caldeira, será necessário utilizar um sistema de osmose reversa de duplo estágio. O sistema de duplo estágio gera água potável com ppm inferior a 5, o que torna a água produzida capaz de suplementar sistemas de resfriamento e água de caldeira.

O número de membranas geralmente só influencia na capacidade de produção, para um sistema de duplo estágio é necessário apenas 20% a mais de membranas no segundo estágio em função do primeiro estágio.

Figura 9 – Membrana da unidade Osmose Reversa



Fonte: www.nupeg.ufrn.br

Figura 10 – Unidade Simples Estágio Osmose Reversa



MT-200T SRH

Fonte: www.enwa.co.uk

Figura 11 – Unidade Duplo Estágio Osmose Reversa



Fonte: www.enwa.co.uk

3.3 Partes do Equipamento

Para atingir o objetivo de dessalinizar a água, esse equipamento de osmose reversa precisa de diversos componentes:

- Pré-filtros: sua função é retirar partículas sólidas em suspensão na água para que não ocorra contaminação da membrana. É a primeira filtragem do equipamento, esse ralo fica localizado antes da bomba de alimentação.

Figura 12 – Ralo da caixa mar



Fonte: http://www.nauticexpo.com/pt/prod/arctic-steel/product-39626-445089.html#product-item_318565

- Filtro de Carvão Ativado: Este produto melhora a qualidade da água. Inibe a proliferação de bactérias no interior do filtro, retém partículas e reduz o cloro, odores e sabores indesejáveis que se encontrem na água;

Figura 13 – Filtro de Carvão Ativado



Fonte : <http://biomaambiental.com.br/produto/elemento-filtrante-carvao-ativado-com-prata-coloidal/>

- Filtros de 20 e 5 microns: após a bomba de alimentação e antes da bomba de alta pressão, sua função é permitir a passagem de apenas partículas inferiores a 5 microns;

-

Figura 14 – Filtros de 20 e 5 microns



Fonte: Manual do Fabricante Hatlenboerwater

- Filtro Multimídia: sua função é fazer as partículas sólidas presentes na água de alimentação sedimentarem no fundo do filtro multimídia.

Figura 15 – Filtro Multimídia



Fonte: Manual do Fabricante Hatenboerwater

- Membrana de Osmose Reversa: principal componente do equipamento, se trata de uma membrana semi permeável que para permitir que a água ultrapasse a mesma deve estar numa pressão bem elevada para ultrapassar todas as camadas da membrana e retirar qualquer impureza, cloreto, ou sais que ainda possam estar presente na água.

Figura 16 – Disposição interna dos elementos de um cilindro de osmose reversa

O cilindro de membrana é constituído por um ou mais envelopes de membrana enrolados em torno de um tubo central perfurado. água separada passa através das membranas para dentro do tubo central, onde é coletada.

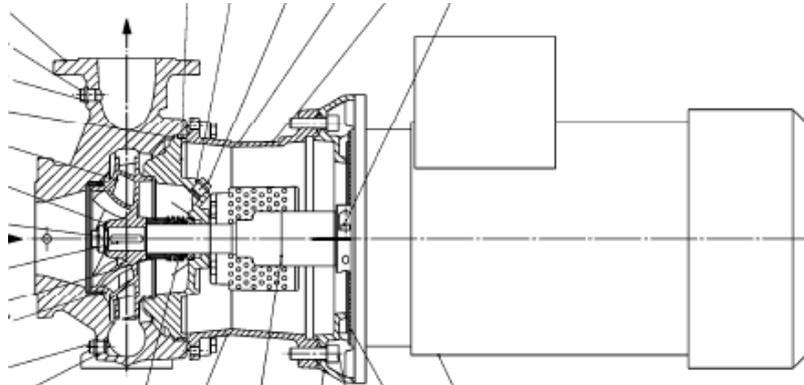


A ilustração representa a simplificação de um elemento de membrana. A filtragem pode ser de até 90% e pode ser feita limpeza química no local.

Fonte: www.geafiltration.com

- Bomba de alimentação: Responsável por captar a água do mar e alimentar a unidade com água salgada na vazão e pressão correta

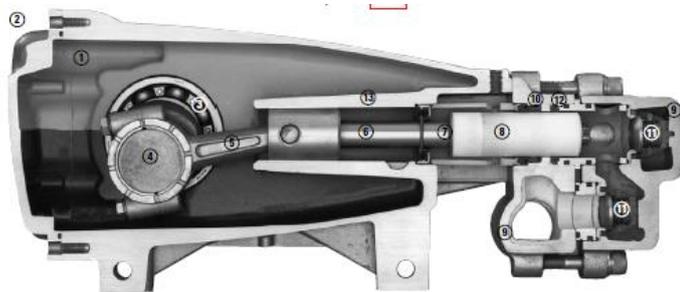
Figura 17 – Bomba de alimentação



Fonte: Manual do Fabricante Hatenboerwater

- Bomba de alta pressão: componente fica antes da membrana e é responsável por aplicar a pressão necessária para que a água atravesse a membrana;

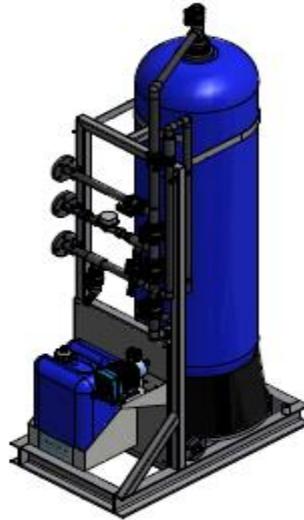
Figura 18 – Bomba de Alta pressão



Fonte: Manual do Fabricante Hatenboerwater

- Mineralizador: componente fica na parte da água produzida (desmineralizada), antes da mesma chegar ao tanque ela passa através do mineralizador para que esse componente entregue ph, dureza e propriedades necessária para que a água se torne potável.

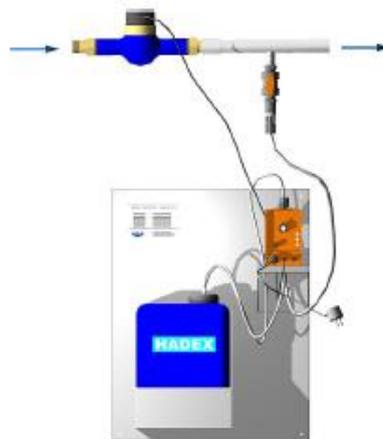
Figura 19 – Mineralizador



Fonte: Manual do Fabricante Hatlenboerwater

- Bombas Dosadoras de Produto Químico: componente responsável por dosar produto químico no sistema para que a água se torne potável

Figura 20 – Bomba dosadora



Fonte: Manual do Fabricante Hatlenboerwater

3.4 Manutenção do equipamento

O dessalinizador por osmose reversa, mesmo nas manutenções preventivas, não requer itens de alto custo para a realização, como por exemplo: produtos químicos para realização de uma limpeza, geralmente semestral; filtro de carvão ativo, geralmente anualmente; elementos filtrantes de linha, trocados em função da qualidade da água a ser dessalinizada; óleo lubrificante da bomba de alta pressão, a quantidade de óleo varia conforme a bomba porém são poucos litros mesmo em bombas de alta capacidade; e o principal item do sistema de osmose reversa, as membranas, que dependendo do fabricante possuem um tempo de vida útil de 3 a 5 anos.

Nos sistemas de osmose reversa, desde as redes de alimentação a bomba de recalque são feitos com material resistente a corrosão para impedir ao máximo a chegada de impurezas nas membranas. Assim, prolongar a vida útil do equipamento e evitar o excesso de paradas do equipamento para realizar a retrolavagem do sistema.

O monitoramento constante do desempenho do equipamento é essencial para determinar quando este está com incrustação. A eliminação de incrustações é efetuada pela limpeza e lavagem rápida, e preventivamente pela mudança das condições de operação. A eliminação de incrustações é exigida quando a vazão da água produzida reduz de 10% a 15% ou a pressão de alimentação aumenta de 10% a 15% para manter o fluxo constante ou a passagem de sal aumenta 10% a 15% ou o diferencial de pressão através da membrana tem aumentado.

3.4.1 Processo de limpeza química das membranas

Quando a membrana vai saturando e aumentando a concentração de cloreto na água produzida, precisa ser feito um processo de limpeza química. Esse processo consiste em realizar uma solução ácida (PH= 3,7 a 4,2) e manter a solução circulando na unidade pelo tempo máximo de 2 horas. Após a limpeza com a solução ácida, é circulado na unidade apenas água pura para remover restos de acidez. Em sequência é feita a limpeza alcalina (PH= 10,7 a 11,2) para quebrar incrustações de sais e neutralizar o ph das membranas.

No caso de a unidade ficar parada por um período superior a 5 dias, precisamos usar uma solução química para preservar a membrana impedindo que os sais que estão na membrana entrem num estágio de incrustação e diminua a vida útil da mesma.

4 Tratamento da Água Produzida

O tratamento da água produzida é feito ao longo do processo de osmose reversa com filtros, membranas, bombas, produtos químicos e monitoramento do cloreto na água. Como padrão é considerado a água do mar com 35.000 ppm de concentração de cloreto, existem lugares que essa concentração é bem maior, e quando sai do equipamento de osmose reversa tem aproximadamente 250 ppm de concentração de cloreto

Após a água ser dessalinizada e estar com concentração baixa de cloreto, a água antes de entrar no tanque passa primeiro por um mineralizador e em sequência recebe dosagem de cloro ideal para entrar no tanque de armazenamento. A água dentro desses tanques é monitorada em relação cloro, Ph e cloreto. E existem análises trimestrais feitas por laboratório em terra, que seu resultado volta para bordo e é arquivado para futuras inspeções.

Quando a água vai ser utilizada na acomodação, no convés ou na praça de máquina, a água passa por filtros de carvão ativado e sistema de ultravioleta.

Quando a água dessalinizada e clorada sai do tanque de armazenamento, a mesma passa pelo filtro de carvão ativado.

Figura 21 - Esterilização ultravioleta



Fonte: <http://www.atlanticosul.ind.br/glascouv/>

5 ECONOMIA COM A ÁGUA PRODUZIDA

O Preço da água do mar para uma unidade marítima é em média 60 reais / m³, incluindo preço da água e logística. Tendo como exemplo um Navio de Lançamento de Linha que tem em média 100 pessoas e consumo diário de água próximo dos 25 m³ / dia.

Demonstração de Cálculo:

Consumo mensal = 25 m³ * 30 dias = 750 m³ / mês

Consumo anual = 750 m³ / mês * 12 meses = 9.000 m³ / ano

Valor Anual comprando água = 9.000 m³ / ano * 60 reais / m³ = 540.000 reais

Logo, a unidade marítima em consideração teria um gasto de 540.000 reais por ano se tivesse que comprar água o tempo todo, mas com o equipamento de osmose reversa a bordo, a empresa economiza e justifica o investimento inicial com o equipamento.

O exemplo acima citado refere-se a um Navio de Lançamento de Linha, mas existem unidades marítimas com consumo diário muito maior e a economia também será um valor muito maior. Se formos considerar uma unidade de perfuração que tem aproximadamente 200 pessoas a bordo, essa economia dobra e chega em um valor superior a 1 milhão de reais por ano.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado a necessidade de obtenção de água potável no mundo e a bordo de unidades marítimas. E para alcançar esse objetivo de produzir água potável através da água do mar, falamos sobre um dos equipamentos mais utilizados atualmente para esse objetivo, Dessalinização por Osmose Reversa.

Existem inúmeras maneiras de dessalinizar a água do mar, transformando-a em água doce, porém o equipamento que possui maior rendimento e custos aceitáveis é o Dessalinizador por Osmose Reversa

Então falamos sobre o processo de osmose reversa, componentes do equipamento de Osmose Reversa, manutenção do equipamento, partes do equipamento e tratamento posterior da água produzida

E com isso concluímos a economia que as empresas tem ao adotar o equipamento a bordo das unidades marítimas em relação a comprar água através de alguma empresa de rebocador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLÂNTICO SUL. Disponível em: <www.nauticexpo.com/pt/prod/arctic-steel/product-39626-445089.html#product-item_318565>. Acesso 02 Novembro 2018.

CALDEIRA, Brunella Dutra. Dessalinização da água do mar Marinha Mercante. 2016. 42 f. Dissertação (Aperfeiçoamento para oficiais de máquinas) – Centro de Instruções Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro.

DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA. Disponível em: <www.water-technology.net/>. Acesso em: 22 outubro 2018.

Demitec Duplex RO Desalination. Hatenboerwater Technical Manual (Type: SW8040/02). www.hatenboer-water.com

FILTRO DE CARVÃO ATIVADO. Disponível em: <www.biomaambiental.com.br/produto/elemento-filtrante-carvao-ativado-com-prata-coloidal/>. Acesso 02 Novembro 2018.

FILTRO DE LINHA. Disponível em: <www.nauticexpo.com/pt/prod/arctic-steel/product-39626-445089.html#product-item_318565>. Acesso 02 Novembro 2018.

FULY, Pierre de Mattos. Dessalinização por Osmose Reversa e sua comparação com o Destilador. 2014. 24f. Dissertação (Aperfeiçoamento para oficiais de máquinas) – Centro de Instruções Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro.

GEA, FILTRATION: cross-flow membrane filtration systems and replacement membranes. Disponível em: <<http://www.geafiltration.com/index.asp>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

MOREIRA, José Luís Gomes. Osmose Reversa. 2016. 31 f. Dissertação (Aperfeiçoamento para oficiais de máquinas) – Centro de Instruções Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro.

O DIÁRIO. Disponível em: <blogs.odiario.com/dyaryodyumhebreu/2013/03/11/israel-tem-a-maior-dessalinizacao-domundo/>. Acesso em: 27 outubro 2018.

Processos de Dessalinização: <<http://www.nupeg.ufrn.br>>. Acesso em: 19 outubro 2018.

Seawater Desalination with Reverse Osmosis. Enwa Water Treatment Technical Manual. Disponível em: <www.enwa.co.uk>. Acesso em: 05 Novembro 2018

UOL EDUCAÇÃO. Disponível em: <brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acesso em: 25 outubro 2018.

USINA DE DESSALINIZAÇÃO. Disponível em: <agua.org.br/maior-usina-dessalinizacao-israel/>. Acesso em: 25 outubro 2018.