

DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUAS

Kennyon Andrade de Brito ¹

kennyon.brito@fatec.sp.gov.br

Fatec São Paulo

Prof Dr. Francisco Tadeu Degaspero

ftd@fatecsp.br

Fatec São Paulo

1. INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso extremamente necessário para não apenas a raça humana, mas para todos os seres vivos. Com o passar dos últimos anos a necessidade por esse recurso tem aumentado, a água não é usada apenas para o abastecimento de civil, mas também nas áreas da indústria e agronegócio, por tanto além do uso cotidiano dela pela população, ela também se faz presente na produção de produtos, tanto industriais quanto nos alimentos. Essa elevação na demanda se deve ao aumento da população, entretanto esse não é o único problema, já que devido a poluição de lagos, rios, poços etc. os custos para tornar a água dessas fontes própria para o consumo humano também foi ampliado, justamente pelo tratamento exigir mais produtos químicos, para tornar a água potável. Apesar dos altos custos usinas de dessalinização já estão sendo utilizadas em países do oriente médio, Austrália, Argélia entre outros países. Até mesmo no território brasileiro essas usinas estão presentes, situadas na região semiárida (onde cerca de 70% dos poços possuem águas salinas e salobras, ou seja, impróprias para consumo) e em ilhas como Fernando de Noronha. Também há projetos de construção dessas usinas, como a que estará localizada na capital do Ceará, Fortaleza, essa usina irá dessalinizar a água do mar.

2. METODOLOGIA

Há três tipos de dessalinização, esses são osmose reversa, térmica, deionização capacitiva, o sistema montado realizará a dessalinização térmica, ou seja, é um sistema

de destilação de água, ele funciona da seguinte forma a água salina ou salobra é colocado em um recipiente, esse recipiente é aquecido (nesse caso por uma manta térmica) até a água entrar em ebulição, então esse vapor de água agora livre de sais minerais passa por um condensador, aonde retornará para o estado líquido e por fim será depositado em um kitasato, esse processo produz água dessalinizada, ainda imprópria para consumo por conta da ausência de sais minerais. Esse sistema opera em vácuo, ou seja, em baixa pressão (médio vácuo 1 mbar - 10^{-3} mbar), isso é feito para diminuir a temperatura necessária para que ocorra a evaporação da água o que por consequência reduz o consumo de energia elétrica por parte da manta térmica. Isso ocorre por conta que existe uma relação entre a pressão ambiente e a temperatura de evaporação da água, esse fenômeno pode ser observado com o seguinte exemplo nível do mar água entra em ebulição com 100°C, em São Paulo capital (750m acima do nível do mar) 97°C e no pico do Monte Everest (8.849m acima do nível do mar) 72°C, as respectivas pressões atmosféricas são 760 mmHg, 700 mmHg e 240 mmHg, ou seja, quanto maior a altitude menor é a pressão atmosférica. Para definir se a água é potável ela precisa apresentar uma certa concentração de sais totais dissolvidos (STD) como a tabela 1 exemplifica.

Tabela 01 – Concentração de STD (mg/L)

Concentração de STD (mg/L)	Classificação
< 1.000	Águas doces
de 1.000 a 5.000	Águas ligeiramente salobras
5.001 a 15.000	Águas moderadamente salobras
15.001 a 35.000	Águas fortemente salobras
> 35.000	Águas marinhas

Fonte: Dessalinização de Águas Salobras e Salinas (2011) [1].

Além de medir a concentração de sais na água obtida após o processo, será a análise da taxa de evaporação da água (TE), na pressão atmosférica a TE é menor por conta da presença de ar atmosférico, em vácuo, a taxa de evaporação é maior, pois a pressão dentro do sistema é menor, o que faz temperatura de ebulição ser menor. Também vai ser feito o estudo sobre o momento em que a água entra em temperatura de ebulição, é representado pela equação (1), nesse momento a água entra em regime permanente, pois todo o calor fornecido é utilizado para a água transitar do estado líquido para o gasoso. Na equação (1) ΔM_{al} representa a variação massa de água líquida, ΔM_{ag} representa a variação de massa da água em estado gasoso e ΔT representa a variação de temperatura.

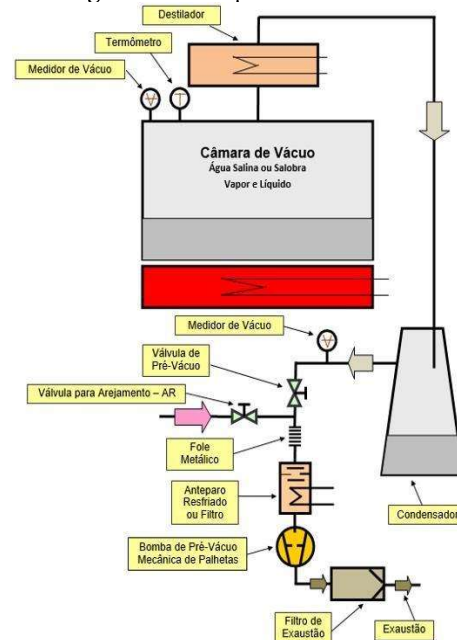
$$\frac{-\Delta M_{al}}{\Delta T} = \frac{\Delta M_{ag}}{\Delta T} \quad (1)$$

Por conta que esse sistema terá vapor de água fluindo por ele, é necessário ter um filtro para proteger bomba de vácuo desse vapor, o filtro é feito de canos de pvc, dentro deles foi depositado bolinhas de sílica gel, o modelo da bomba de vácuo usada é a Bomba de Vácuo Modelo ZA. 32, ela é uma bomba de pistão oscilante livre de óleo, por conta de não usar óleo, a emulsificação do lubrificante não ocorrerá. Além do filtro e da bomba de vácuo, o sistema conta com uma panela de pressão que foi usinada para ser usada como câmara de vácuo e é onde a água salobra ou salina é depositada, uma manta térmica que vai ao redor da panela, dois condensadores para condensar o vapor de água, uma bomba d'água para fazer a água de refrigeração (ela está em temperatura ambiente) fluir através dos condensadores, dois kitsatos para armazenar a água dessalinizada e uma coluna de mercúrio para fazer a medição de pressão do sistema. As conexões são feitas usando mangueiras de silicone e abraçadeiras feitas em impressão 3D, além dessas abraçadeiras outras peças também foram feitas em

impressão 3D, como os suportes dos condensadores, kitsatos etc.

O esquema desse sistema está na Figura 01.

Figura 01 – Esquema do Sistema.

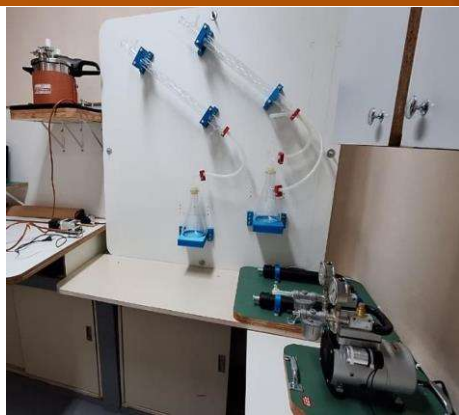


Fonte: Autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do período trabalhado estudos e a montagem do sistema foram efetuados, testes nos equipamentos, assim como aquisição dos componentes do sistema de dessalinização. E é claro as peças que foram feitas com a impressora 3D, os esquemas eram feitos no papel e posteriormente modelados nos seguintes softwares *tinkercad* e *autocad*. A Figura 02 mostra como está o sistema atualmente.

Figura 02 – Foto do Sistema.



Fonte: Autor

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, ao professor Dr. Francisco Tadeu Degasperi por todo o suporte, aos colegas do laboratório de tecnologia do vácuo (LTV) e ao Abrinstal pela placa fotovoltaica.

¹Aluno de IC com bolsa CNPq

4. CONCLUSÕES

Quando a construção desse sistema estiver concluída, os estudos, medições e análises feitas com o auxílio dele, podem ajudar no desenvolvimento de sistemas de dessalinização de águas de baixo custo para pequenas comunidades, que possa ser operado pelas pessoas dessa comunidade.

REFERÊNCIAS

- [1] NUVOLARI; FIRSOFF; SILVEIRA. Dessalinização de Águas Salobras e Salinas. Relatório interno do GEP – Grupo de Estudos e Pesquisas. Dep. de Hidráulica e Saneamento – FATEC-SP. São Paulo, 2011.
- [2] SOLDERA, Bruna. Água na região Nordeste. Água Sustentável, 2022. Disponível em: <https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/160-agua-na-regiao-nordeste>. Acesso em: 01 mar. 2025.
- [3] FALCÃO, Larissa. Governo do Ceará autoriza construção da maior usina de dessalinização de água do mar do país. Governo do Ceará, 2021. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2021/07/20/governo-do-ceara-autoriza-construcao-da-maior-usina-de-dessalinizacao-de-agua-do-mar-do-pais/>. Acesso em: 01 mar. 2025.
- [4] <https://www.higeyalab.com.br/conductividade-eletrica-da-agua-um-indicador-essencial-da-qualidade>. Acesso em: 30 abril. 2025.