

DESSALINIZAÇÃO: TRANSFORMAÇÃO DA ÁGUA DO MAR POR OSMOSE REVERSA PARA A OBTENÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL NA REGIÃO SEMIÁRIDA NORDESTINA

Ingrid Sento Sé da Cunha Sampaio¹
 Itana Cristina Viana Santos Cerqueira²
 Bianca Alves da Silva³
 Irwing Antonio da Silva Correia⁴
 Caio Silva Marins de Moraes⁵
 Anderson Coelho de Santana⁶
 Wadson Barbosa⁷
 Celso Barreto da Silva⁸

RESUMO

O semiárido faz parte de uma região que sofre frequentemente com períodos de secas, sua geologia de rochas cristalinas aumenta a quantidade de íons nos poços, dificultando o acesso à água potável. O problema de falta de recursos hídricos para as gerações atuais e futuras, atribuiu a necessidade de uma alternativa para o aumento desta disponibilidade hídrica usando a dessalinização por osmose reversa. Este trabalho pretende o estudo do processo de dessalinização para obtenção de água potável como uma alternativa para o problema de falta de recurso hídricos na região semiárida, mostrando o cenário de escassez de água potável, os parâmetros de água potável e salgada, e o processo de osmose reversa para a transformação da água salgada. Utilizando o método de revisões bibliográficas feitas através do Google acadêmico, com abordagem qualitativa e explicativa. Os dados apresentados neste estudo teórico foram baseados nos trabalhos Dessalinização por Osmose Reversa da autoria de Flávia Pereira da Silva e Jonatas Motta Quirino, A Dessalinização no contexto da gestão de águas em Israel: Comparação com o caso brasileiro da autoria de Douglas Oliveira de Freitas e Tecnologias de Dessalinização por Membranas e seus custos e a Importância das técnicas e uso da dessalinização da água da autoria de José Elizaldo Júnior. Os resultados indicam que a dessalinização é uma opção viável para a transformação da água salgada para a água potável, sendo necessário implementar uma planta dessalinizadora, proporcionando a melhora da escassez da região e proporcionando o bem-estar da comunidade local.

Palavras-chave: Dessalinização; osmose reversa; semiárida; água potável.

INTRODUÇÃO

Sendo um recurso de manutenção da vida na Terra, a água potável não é bem distribuída geograficamente devido à maioria encontrada ser de mares e

¹ SENAI CIMATEC – ingrid.sampaio@ba.estudante.senai.br

² SENAI CIMATEC – itana.cerqueira@ba.estudante.senai.br

³ SENAI CIMATEC – bianca.a.silva@ba.estudante.senai.br

⁴ SENAI CIMATEC – irwing.correia@ba.estudante.senai.br

⁵ SENAI CIMATEC – caio.morais@ba.estudante.senai.br

⁶ SENAI CIMATEC – anderson17@ba.estudante.senai.br

⁷ SENAI CIMATEC – wadson.barbosa@fieb.org.br

⁸ UNIJORGE – profcelsobarreto@hotmail.com professor orientador

oceanos e serem extremamente salgadas. Com a preocupação com o esgotamento da água fez se necessários estudos para viabilizar novas técnicas para obtenção deste recurso. Embora o Brasil seja um país com disponibilidade hídrica, possui somente 12% de água doce disponível para consumo do planeta, segundo a Agência Nacional de Água (ANA, 2010).

A escassez de água potável é uma realidade para aqueles que vivem principalmente na região do semiárido brasileiro, que inclui os estados do Rio grande do Norte, Ceará, uma grande parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende Minas gerais.

O Nordeste tem a menor quantidade de recursos hídricos do Brasil, em contrapartida, tem uma alta densidade demográfica e isso dificulta o abastecimento de água nesta região. Segundo a Eco nordeste (2020) 27,6% dos nordestinos ainda carecem de água em suas torneiras. E possui apenas 3,3% de concentração dos recursos hídricos do país segundo o INSTITUTO TRATA BRASIL (2018) Tendo em vista este contexto, essa pesquisa tem o intuito de explicar medidas para suprir essa escassez de água potável minimizando essa demanda através do processo de dessalinização por osmose reversa.

A dessalinização é um processo físico-químico que consiste na retirada de sal e outros minerais transformando a água salgada em água doce. Segundo Sousa (2019) o pioneiro desse processo foi a ilha de Curaçao no Caribe, onde foi instalada a planta de dessalinização em 1928, que funcionou ininterruptamente por 8 décadas, sofrendo diversas atualizações.

Atualmente, essa planta utiliza a tecnologia de osmose reversa que é feito mediante membranas semipermeáveis onde ao colocar a água do mar e água pura, a água salgada passará pela membrana no sentido oposto pela aplicação com uma força acima da pressão osmótica, separando a água do sal e contaminantes, retendo assim partículas.

Nesse contexto, este trabalho visa como objetivo geral apresentar a importância do processo de dessalinização como alternativa para suprir as necessidades de água potável no semiárido do nordeste brasileiro devido sua escassez, utilizando o processo de osmose reversa na água do mar. Como objetivos específicos este trabalho pretende mostrar o cenário de escassez de água potável no semiárido, diferenciar os parâmetros de água potável x água salgada e explicar o

processo de osmose reversa para água salgada, a fim de avaliar esta opção para a diminuição da escassez de água potável no semiárido.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para nortear este trabalho foram utilizadas as seguintes obras de referências na elaboração da presente pesquisa: Dessalinização por Osmose Reversa, da autoria de Flávia Pereira da Silva e Jonatas Motta Quirino, publicada em 2020, que explica a dessalinização com sua definição e seus tipos, enfatizando o tipo osmose reversa, e seu funcionamento e instalação;

Conforme as pesquisas de Flávia Pereira da Silva e Jonatas Motta Quirino escolhemos para nossa pesquisa a osmose reversa por ser um processo muito importante para o método de uso de membranas plasmáticas que são estruturas mais permeáveis à água do que grande parte das outras moléculas e macronutrientes do corpo. Isso porque os canais proteicos existentes nas membranas permitem a passagem de água retirando impurezas e minerais que são arrastados com o fluido salgado.

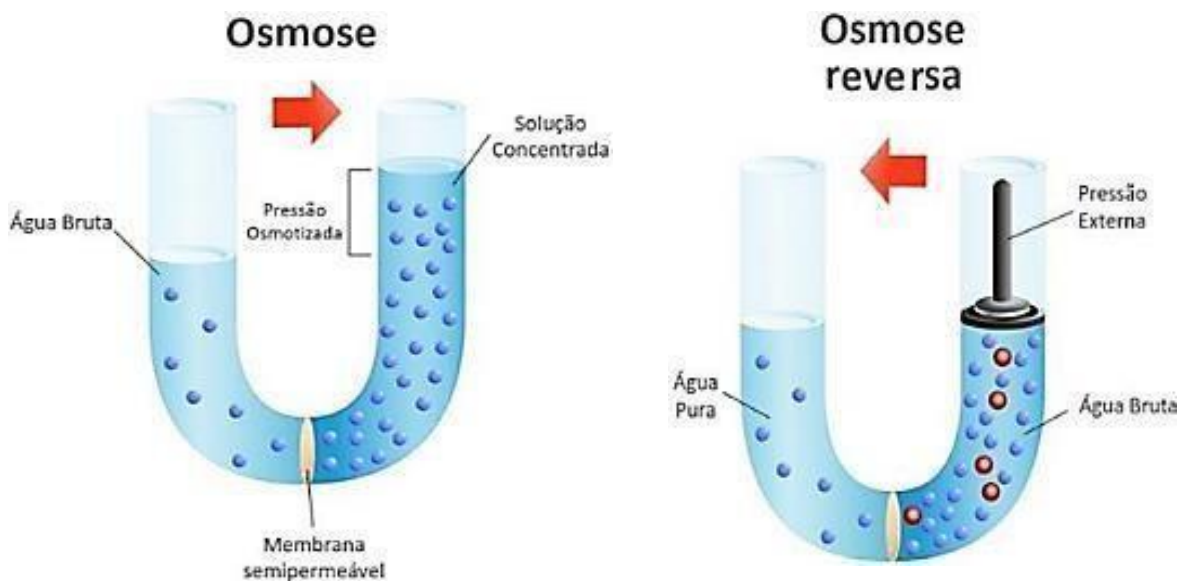
Outro trabalho utilizado foi A Dessalinização no contexto da gestão de águas em Israel: Comparação com o caso brasileiro, da autoria de Douglas Oliveira de Freitas, publicada em 2019, realizando um comparativo geográfico brasileiro x Israel e a dessalinização. Evidenciando a utilização do processo de dessalinização em outros países como opção para a falta de recurso hídrico. Israel se encontra em uma região que possibilita o processo pelo mar, já utilizando essa tecnologia.

No Brasil, apesar de termos poços e lençóis freáticos a quantidade de água por demanda não é suficiente, tendo que ser em alguns locais já utilizados a dessalinização de poços e água captada do mar, apesar de ser uma opção o processo demanda custos de energia, implementação e preocupação com os riscos ambientais. E as Tecnologias de Dessalinização por Membranas e seus custos e a Importância das técnicas e uso da dessalinização da água da autoria de José Elizaldo Júnior, publicada em 2020, onde explica a importância do processo de dessalinização para a região é semiárida devido à falta de recursos hídricos existentes e a forma em que são encontradas.

Necessitando de um alto investimento para a utilização deste processo, no Brasil já existe o processo nas regiões semiárida nomeado de programa água doce (PAD) sendo um programa de parceria com os estados para custeio de energia elétrica entre outros, gerando além de água para os municípios carentes, efluentes para irrigação e produção de peixes.

A dessalinização é um fenômeno muito importante para a redução da salinidade e contaminantes, tornando a água depois de todas as etapas próprias para o consumo. A potabilidade ideal é importante, pois a água permite ao nosso corpo hidratação e reposição de eletrólitos. Neste processo de dessalinização existem várias maneiras de retirar os sais e outros contaminantes, porém o utilizado para o estudo se chama Osmose Reversa.

Figura 1 – Osmose Reversa



Fonte: Freitas (2019)

Conforme ilustrado na figura 1, a água em sua natureza passará através da membrana para o lado da água salgada em uma tentativa de diluição da solução de sal. A tentativa de alcançar o equilíbrio é chamada osmose. Existindo várias formas de obter esse processo osmótico, o processo escolhido para o estudo da presente pesquisa é a dessalinização por osmose reversa que por sua vez é a reversão desse fluxo natural. A água da solução de sal é forçada através da membrana no sentido oposto pela aplicação de uma pressão externa acima da pressão osmótica.

Neste processo o sal não será diluído, a água por pressão osmótica é forçada para o sentido contrário no intuito de remover o sal e outros contaminantes, esta membrana possui poros para remoção de partículas pequenas como sais dissolvidos (íons) e bactérias. Este processo de hiperfiltração serve para a purificação da água,

a fim de melhorar as propriedades do líquido, pois é um fator importante para uma operação bem sucedida do processo para torná-la potável.

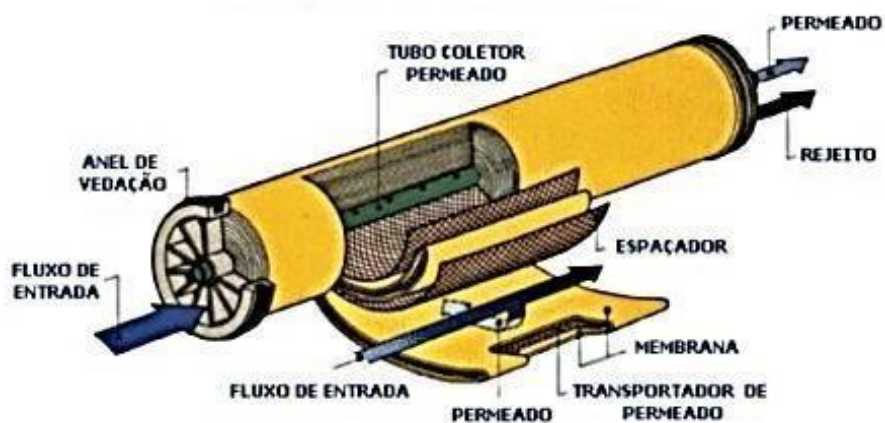
Quadro 1 – Rejeição as impurezas

% Rejeição / Íon	%Rejeição / Íon	%Rejeição / Íon	%Rejeição / Íon
95/99% Cálcio	92/97% Nitrato	94/99% Sódio	85/97% Amônia
95/99% Magnésio	100% Bactérias	94/99% Chumbo	61/92% Borato
97/99% Manganês	67/95% Boro	97/99% Ferro	97/99% Cádmio
97/99% Alumínio	97/99% Cloreto	97/99% Cobre	95/99% Cromato
96/99% Mercúrio	97/99% Níquel	95/99% Radioatividade	92/97% Cianureto
98/99% Pesticidas	97/99% Silica	95/99% Prata	96/99% Fluoreto
97/99% Fosfato	97/99% Zinco	97/99% Sulfato	98/100% Orgânicos
95/99% Dureza Ca & Mg	87/94% Potássio	96/99% Estrôncio	96/99% Bário
97/98% Cromo	95/99% Bicarbonato	87/94% Brometo	98/99% Ferrocianeto
85/90% Silicato	97/99% Arsênio		

Fonte: Silva e Quirino (2020)

No Quadro 1 verificamos a retenção de partículas contaminantes, este processo tem uma eficácia de 85% a 99%. Para o funcionamento deste processo de dessalinização inicia-se com a definição da água que será utilizada neste processo, podendo ela ser proveniente de poços artesianos (lençóis subterrâneos), mar, etc. Esta água é encaminhada para o tratamento, ela passará pelos processos de pré-tratamento como: clarificação, coagulação e/ou floculação, filtragem de meios, filtração, ultrafiltração, cloração, descloração, dosagem de anti-incrustante e biocidas que são aplicados antes da membrana (FREITAS, 2019).

Figura 2 – Membrana de Osmose Reversa



Fonte: Silva e Quirino (2020)

Na figura 2, podemos observar os principais materiais utilizados para a fabricação da membrana de osmose reversa. São constituídos de frágil filme de poliamida e poli sulfonato, que sem um revestimento não resistiram aos esforços do processo e força aplicada. A dificuldade de combinar os requisitos, grande área superficial e reforço suficiente, foi necessário a fabricação de membranas em formato de cartucho em espiral, e sua instalação em um alojamento resistente a alta pressão existente.

O centro dos cartuchos é constituído de tubos com poros, ligado nas extremidades abertas de inúmeros envelopes, cada um deles feito de duas folhas de matérias da membrana. Os envelopes são separados por folhas de gaze grossas. Os envelopes e separadores são alojados então dentro de cilindros. (SILVA e QUIRINO, 2020).

Além disso, a membrana conta com cilindros dispostos em paralelo, porém, conforme a finalidade de aumentar a qualidade do produto final, são posicionados em série. São vasos de pressão cilíndricos, de fibra de vidro especial ou aço inoxidável, sendo seus componentes feitos para suportar, pelo menos, duas vezes a pressão máxima de operação, por segurança, ao redor de 1000 psi. Pode haver dispositivo para isolamento de cada cilindro.

As membranas possuem anéis de vedação, essenciais para a separação da água produzida, da água de alimentação e da salmoura a ser descartada. As membranas são desenhadas para uma fácil limpeza, a fim de que tenham uma longa vida útil. A maioria da tecnologia da osmose reversa usa um processo conhecido como o crossflow para permitir que a membrana se limpe continuamente (SILVA e QUIRINO, 2020).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado neste trabalho consultas bibliográficas feitas através do Google acadêmico a fim de levantar informações necessárias para explicação do tema Dessalinização da água do mar por Osmose Reversa e comprovar ou refutar a hipótese levantada, de cunho qualitativo não sendo quantificados e objetivo explicativo para compreender as causas e efeito do tema, tendo como etapas a identificação e seleção dos materiais pertinentes ao assunto.

E objeto de estudo, a leitura do material para identificação da ideia central, onde é explicado o tema sob várias perspectivas dos autores, e análise do conteúdo

para elaboração da fundamentação teórica apresentando a definição, a importância deste processo para a região semiárida, como será feito o processo por Osmose Reversa, e seu funcionamento. Após análise das informações a conclusão se este processo é realmente uma alternativa para a problemática informada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, a região Semiárida do Nordeste Brasileiro é composta por 1.262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. (SUDENE, 2017) possui frequentes períodos de secas com poucos ou quase nada de chuva, chamados ciclos de estiagem, causando uma diminuição dos recursos hídricos, sendo comum, anos seguidos de secas castigando a população.

Figura 3 - Polígono das secas no Brasil



Fonte: Adaptado de Freitas (2019)

Na figura 3, mostra-se o polígono das secas que consiste em um período de

longas estiagens, sendo áreas suscetíveis à desertificação. Foi mapeado as áreas e estados com índice de risco de crise, compreendendo o Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e extremo norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. São locais que possuem irregularidade de chuvas, e temperaturas muito elevadas. A chuva representa a única fonte de realimentação da umidade do solo, do fluxo dos rios e dos aquíferos da região Nordeste.

A umidade do solo é constituída por uma reserva localizada de água, à medida que é consumida onde ocorre a chuva que lhe dá origem. (FREITAS,2019). A baixa quantidade de precipitação contribui para a falta de disponibilidade hídrica em bacias e poços. Em geral, as águas subterrâneas da região nordeste são cloretadas sódicas e apresentam, na maioria, sólidos Totais Dissolvidos acima do limite de potabilidade. (FREITAS,2019)

Visto que apesar de existir poços para a retirada de água, a composição dos mesmos é de rochas cristalinas, que ao longo do tempo, no subsolo, provoca a solubilização de íons, aumentando a quantidade de íons na água. Sendo necessário a utilização do processo de dessalinização.

Figura 4 - Costa Marítima Brasileira



Fonte: Ferreira e Conde (2022)

Na figura 4, podemos observar a nossa costa marítima, com a existência do

processo de dessalinização possibilita a obtenção recursos hídrico a partir dos estados de costa marítima, tornando uma distribuição menos desigual e abrangendo regiões que possuem uma grande escassez de água, já que os poços não são suficientes para o abastecimento de toda a população.

Fernando de Noronha conta com um sistema de dessalinização para a produção de água potável. Seu sistema utiliza a água da praia de Boldró que era limitado com as oscilações de maré funcionando apenas de 10 a 14 horas. Antes a planta instalada fornecia apenas 60% da disponibilidade hídrica, sendo necessário o racionamento de água. Após um estudo e investimento na planta de dessalinização de Fernando de Noronha, estima-se que a dessalinização ocorra por 24 horas por dia, tendo capacidade de 20 litros de água por segundo, acabando a principiar com o racionamento de água existente no local (Governo do Estado de Pernambuco, 2022). Outro programa já utilizado no Brasil é o Programa de Água Doce No Brasil (PAD), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que investe em sistemas de dessalinização para distribuir uma água potável à população de baixa renda na região do semiárido. Este programa atende a toda região do Nordeste e o em uma parte de Minas Gerais, onde a disponibilidade de água é escassa e os recursos hídricos encontrados são de alta salinidade.

O programa foi iniciado em 1997, e procura o desenvolvimento de técnicas de dessalinização, o programa está atualmente concentrado na manutenção e na utilização da estrutura dessalinizadora já existente que foi instalada na década de 90. Consoante o Programa Água Doce (2020), dos 70% dos poços que foram criados na região semiárida do Brasil apontam águas salobras ou salgadas, e que a água subterrânea muitas vezes é a única fonte à disposição para as comunidades. (ELIZALDO JÚNIOR, 2020) Este programa tem como principal característica:

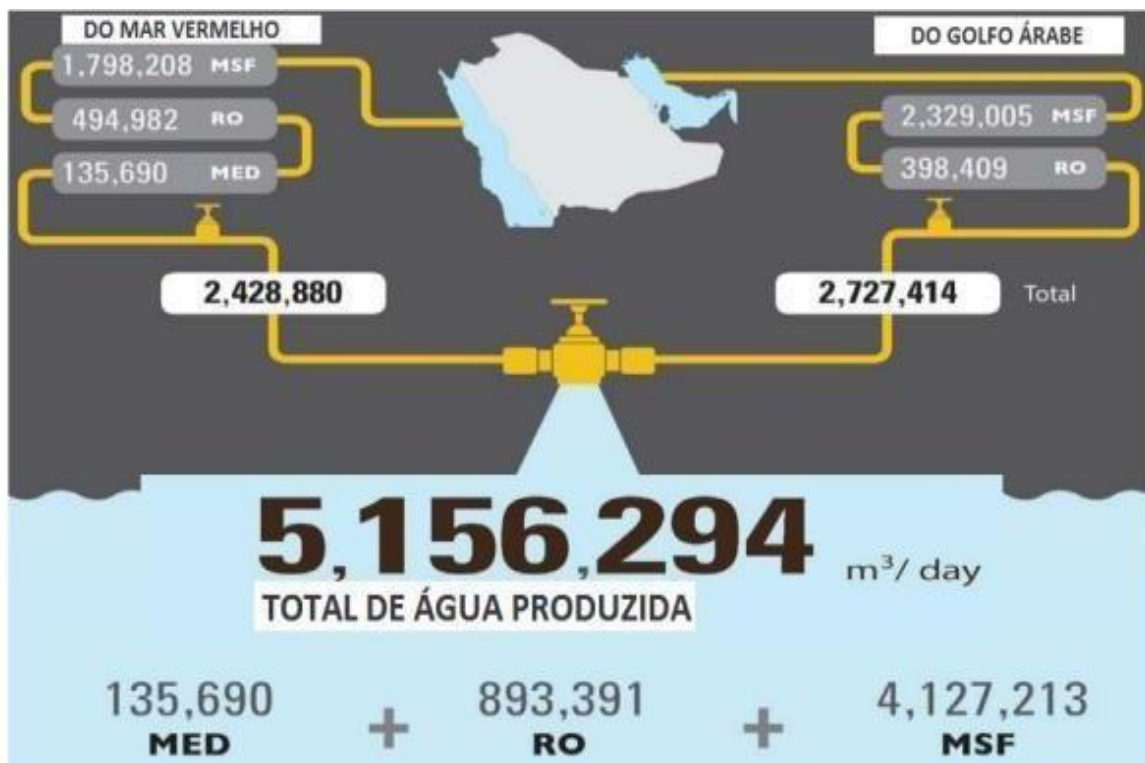
[...]a destinação ambientalmente apropriada do efluente gerado no processamento de dessalinização. Geralmente, o efluente é lançado num reservatório de contenção para evaporação, evitando a degradação do solo. No entanto, dependendo das características físico-químicas deste concentrado, o mesmo conseguirá ser destinado a outros usos como dessedentação animal ou irrigação para agricultura biossalina (JÚNIOR,2020).

Em Israel as usinas de dessalinização fornecem 670 milhões de metros cúbicos por ano, dos 880 milhões consumidos domesticamente no país. O governo

de Israel investe maciçamente em dessalinização (mais de US\$ 3,5 bilhões por ano), com 39 unidades em funcionamento. A planta de Sorek é a maior do país, com capacidade diária de produção de 560.000 m³ de água dessalinizada, a um custo de 0,52 US\$/m³ de água produzida (Torri, 2015). Israel encontra-se em constante investimento em suas plantas de dessalinização, já que a região necessita dessas tecnologias devido a maior captação dos recursos hídricos serem de água salgada.

Na Arábia Saudita, uma boa extensão do país é banhada pelo Golfo Árabe e o Mar Vermelho. A partir do Mar Vermelho se dessaliniza 2.428.880 m³ de água por dia, enquanto, do Golfo Árabe, são dessalinizados 2.727.414 m³ de água por dia, totalizando 5.156.294 m³ de água dessalinizada por dia (Torri, 2015) sendo um país com uma grande capacidade de dessalinização.

Figura 5 - Capacidade de produção de água dessalinizada da Arábia Saudita.



Fonte: Torri (2015)

Na figura 5, podemos observar o total de água produzida por dia na Arábia Saudita, o governo pretende aumentar esta produção usando o método de dessalinização por osmose reversa e energias renováveis para a alimentação da planta. O custo do processo varia segundo o tamanho da planta instalada, da qualidade da água disponível, do tratamento necessário para sua potabilização, automação da planta operada, custos com energia, dentre outros.

A depender do tamanho da planta sendo maior que 500.000m³ o custo varia entre 0,50 US\$/m³ e 1,00 US\$/m³, uma planta com sistema médio entre 12.000 a 60.000 m³ a variabilidade de custo é entre 0,44 US\$/m³ a 1,62 US\$/m³ e para unidades ainda menores com capacidade de 1.000m³ o custo fica entre 1,78 US\$/m³ a 15,20 US\$/m³. (Torri,2015). As plantas podem usar sistemas híbridos para reduzir estes custos, além de fontes de energia para o processo renováveis, como energia eólica ou solar.

Com o estudo sobre a dessalinização da água para torná-la potável deve ser feita uma análise de potabilidade antes de ser distribuída para as regiões e existe uma classificação segundo o órgão responsável para que a água seja realmente própria para o consumo.

A classificação entre água doce, salobra e salgada é em função das diferenças de salinidade estabelecida pela Resolução n.º 537 de 2005 do Conselho Nacional de Meio ambiente (CONAMA,2005), sendo a água doce ter salinidade igual ou inferior a 0,5%, águas salinas possuir salinidade igual ou superior a 30% e a água salobra entre 0,5% e 30%. Salinidade é a concentração total de íons dissolvidos na água, quanto maior for este valor maior serão encontrados sólidos dissolvidos presentes na água.

Quadro 2 – O sabor da água conforme a concentração de sólidos totais dissolvidos

Palatabilidade	Sólidos Dissolvidos(mg/l)
Excelente	menos que 300
Boa	entre 300 e 600
Razoável	entre 600 e 900
Pobre	entre 900 e 1.200
Inaceitável	maior que 1.200

Fonte: Torri (2015)

A água potável além dos sais presentes possui também gases dissolvidos, sílica, matéria orgânica e inorgânica que podem ter a presença de sólidos em suspensão que são impurezas que não se dissolvem na água, enquanto a maioria são solúveis.

A quadro 3 informa a quantidade que pode estar na água e sua quantidade máxima:

Quadro 3 – Condições de qualidade de água

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Alumínio Dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/ L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250mg/L Cl
cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P

Fonte: CONAMA (2005)

A água não deve conter materiais flutuantes, óleos e graxas, odor ou gosto, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis, não possuir efeito tóxico ao organismo, sua turbidez deve estar até 40 unidade nefelométrica de

turbidez, sua cor deve estar natural e seu pH de 6,0 a 9,0, sua condutividade deve estar entre 50 a 1.500us/cm, sua dureza total até 500 mg/L CaCo₃ dentre outros. (CONAMA,2005).

A salinidade da água do mar fica entre 33.000 mg/l e 38.000 mg/l, não sendo própria para consumo sem um processo de tratamento. Sendo inapropriada para consumo, a água salgada necessita de um processo de dessalinização que consiste em um processo de retirada de sal e outros minerais, transformando-a em água doce, porém ainda é necessário que após o processo seja corrigido o pH e os minerais da água.

Para se obter a água potável é necessário um sistema de dessalinização. Este equipamento é parte principal do sistema de dessalinização.

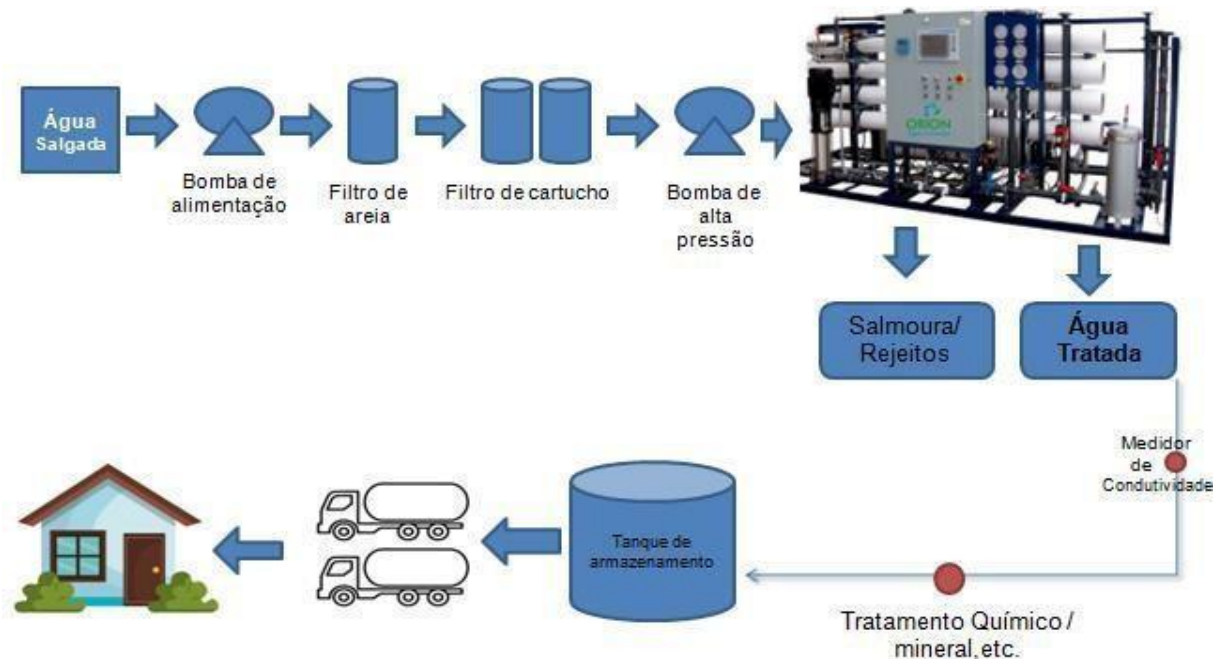
Figura 6 – Módulo de osmose reversa



Fonte: Silva e Quirino (2020)

Na figura 6, podemos observar o módulo de osmose reversa, que contém os filtros para a retirada das impurezas e sais minerais. Possuindo em cada módulo sua própria característica e modelo de interface para controle do operador.

Figura 7 – Fluxograma de processo dessalinização por osmose reversa



Fonte: Adaptado de Silva e Quirino (2020)

Na figura 7 podemos ver o processo inicia-se na captação da água do mar, podendo ser captada via dutos e armazenadas em reservatórios, enviado por uma bomba de alimentação para os filtros para retirada de sólidos existentes na água. Este tratamento é necessário para evitar incrustações na membrana osmótica do processo.

Após o tratamento usa-se uma bomba de alta pressão para o fluido ser enviada a uma membrana semipermeável que necessita de uma pressão externa que ultrapasse a pressão osmótica onde direciona o líquido através da membrana e esta força a separação do líquido e dos rejeitos, esta parte do processo é a mais importante, pois a membrana retém até 99% das partículas.

Após a separação de água pré-tratada e os rejeitos, a água rejeitada é descartada e a água tratada passará por uma célula de condutividade onde será medida a condutividade e analisado o seu parâmetro. Caso o parâmetro esteja alto, a água retornará para o início do processo, voltando para o ponto de captação via válvulas automáticas. Se a condutividade estiver dentro dos parâmetros estabelecidos a água é enviada para o pós-tratamento, onde será adicionado sais minerais, cloro, pH e cloreto, e após esta adição na bomba dosadora a água será

direcionada ao tanque de armazenamento onde será periodicamente analisada e monitorada em amostragens de laboratório.

Este processo necessita de lavagens e limpezas periodicamente para retirada de incrustações e acúmulos. Efetuando uma manutenção preventiva no dessalinizador e em todo o processo, verificando sempre os elementos filtrantes de linha, óleo lubrificante das bombas, verificação dos manômetros, termômetros, das tubulações e suas conexões.

É importante verificar as válvulas existentes no sistema e a descarga da bomba, pois seu uso contínuo pode ocasionar em fadigas das molas de acionamento causando perda de pressão, verificação dos anéis de vedação para evitar a contaminação do produto, e em caso de contaminação é necessário a realização da parada do sistema para substituição das peças.

Feita a manutenção preventiva e se necessário a corretiva, deve-se monitorar o desempenho do dessalinizador para fins de análise de desempenho e eficiência e manter a operação de forma regular e rentável. Sendo necessária a verificação diária de toda a planta e seus equipamentos, monitorando os indicadores, verificando-se os parâmetros da água produzida. Após todo o tratamento a água gerada será enviada para os tanques de armazenamento onde será distribuída para os municípios via carro pipa entre outras opções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou entender o processo de dessalinização por osmose reversa para produção de água potável utilizando a água do mar para a distribuição nas regiões semiáridas. Tendo em vista que já existe um processo de dessalinização de osmose reversa em uso no Nordeste para a água subterrânea salobra e com o pensamento dos limites da mesma, como também contendo problemas com a exploração que afeta a geologia do local.

Estudando a possibilidade de expansão da utilização da osmose reversa para também a água salina que dispõe em abundância sobre as costas nordestinas que por sua vez é um recurso com maior disponibilidade hídrica, em suma a aplicação abordada durante este artigo é sim uma alternativa viável pensando não só as vantagens atuais como a eficiência deste processo de dessalinização além das vantagens futuras sendo uma já citada, a amplitude do recurso hídrico utilizado.

Foi analisado que existem alternativas para o rejeito produzido pelo sistema, não sendo somente transportado para os oceanos ou injetado em poços de grande profundidade. A escolha do local do descarte deverá ser pensada, pois existem soluções como bacias de evaporação, redução de volume com o uso de plantas halófitas conseguindo absorver uma abundância de sais, e ainda sendo utilizadas para a alimentação do gado ou em como algumas comunidades cultivam peixes, tipo tilápia utilizando a própria água do rejeito.

A escolha de como deve ser descartado deve-se obedecer às leis estaduais, a geologia da região, o quanto de volume será descartado, os custos envolvidos e deve-se realizar o estudo do impacto ambiental, tendo também a opinião pública sobre o projeto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Gabinete do Ministro. **PORTARIA nº N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. 12 dez. 2011. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.

Acesso em: 17 nov. 2022.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. BACIA HIDROGRÁFICACOMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO: DISCUSSÃO SOBRE OS IMPACTOS DA PRODUÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOSNO BRASIL. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, SP, v. 1, ed. 42, p. 140-161, 2020.1. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953/5482>. Acesso em: 16 nov. 2022.

CONAMA. **RESOLUÇÃO nº N° 357, de 17 de março de 2005**. ALTERADA PELAS RESOLUÇÕES CONAMA N° 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 e N° 430/2011. 18 mar. 2005. Disponível em:

[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_co](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_con)

[n_ama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_con_ama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 17 nov. 2022.

ELIZALDO JÚNIOR, José. **A IMPORTÂNCIA DAS TÉCNICAS E USO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA**. Orientador: Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante. 2020. 8 p. Trabalho de Conclusão de Curso (BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2020.

Disponível em:

https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5948/1/Jos%c3%a9EJ_ART.pdf.

Acesso em: 18 nov. 2022.

FREITAS, Douglas Oliveira de. **A DESSALINIZAÇÃO NO CONTEXTO DA GESTÃO DE ÁGUAS EM ISRAEL: COMPARAÇÃO COM O CASO BRASILEIRO**.

Orientador: Prof. Dr. Edison Dausacker Bidone. 2019. 90 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de recursos hídricos e do meio Ambiente) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2019. Disponível em:

<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/12195/TCC%20DESSALINIZA%c3%87%c>

[3%83O%20%20FINAL%20ALTERADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/12195/TCC%20DESSALINIZA%c3%87%c3%83O%20%20FINAL%20ALTERADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 19 out. 2022.

GAMA, PAULO SERGIO MENDES. **CLARIFICAÇÃO, DESSALINIZAÇÃO E DESMINERALIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR PARA GERAÇÃO DE VAPOR EM CALDEIRAS**. Orientador: Prof. Dr. Arão Pereira da Costa Filho. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial) - Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, 2017. Disponível em:

<https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1503/1/PauloGama.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

SILVA, Flavia Pereira da; QUIRINO, Jonatas Motta. DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA. **TEC-USU**: Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, RJ, v. 3, ed. 2, p. 16-32, 2020.2 . Disponível em:

<http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/1453>. Acesso em: 17

out. 2022.

SILVA, STEFANNY ALVES DE LIMA. **DESSALINIZAÇÃO: UM DOS MÉTODOS DE SE OBTER ÁGUA POTÁVEL**. Orientador: Prof^a Ms. Luclécia Dias Nunes. 2015. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ensino Médio) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, Goiânia, GO, 2015. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/80/o/TCEM2015-Qu%C3%ADmica-StefannyAlvesLimaSilva.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

TORRI, Júlia Betina. **Dessalinização de água salobra e/ou salgada: métodos, custos e aplicações**. Orientador: Aline Schilling Cassini. 2015. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia química) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127799/000970356.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 out. 2022.