



DESSALINIZAÇÃO: UM RECURSO PARA O ENFRENTAMENTO DA ESCASSEZ HÍDRICA

Tatiana Martinez Moreira – tmartinez.moreira@gmail.com
Universidade de São Paulo – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Av. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária
05508-000 – São Paulo – SP

Samara Rodrigues Ataliba Bezerra – samtecquimica@gmail.com
Universidade de São Paulo – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Av. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária
05508-000 – São Paulo – SP

Resumo: *A escassez hídrica tem se aprofundado devido principalmente as mudanças climáticas. Estas mudanças afetam o ciclo natural da água, o que causa alterações drásticas nos ecossistemas do planeta, afetando diversos setores da sociedade e ameaçando essencialmente a sustentabilidade ambiental. Como resposta, tem surgido novas técnicas para o tratamento de água, como a dessalinização. Essa tecnologia vem assumindo um papel importante como uma solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano e agricultura, contudo o elevado consumo de energia, impactos ambientais e econômicos representam as suas principais desvantagens, condicionando o desenvolvimento desta técnica. Este trabalho tem objetivo de discutir sobre a dessalinização, visando trazer maiores informações e esclarecimentos sobre essa tecnologia.*

Palavras-chave: *Escassez hídrica, sustentabilidade, dessalinização.*



DESALINATION: A RESOURCE TO TACKLE WATER SCARCITY

Abstract: *Water scarcity has deepened mainly due to climate change. These changes affect the natural water cycle, which causes drastic changes in the planet's ecosystems, affecting various sectors of society and essentially threatening environmental sustainability. In response, there has been new techniques for water treatment, desalination. This technology has assumed an important role as an alternative solution for water supply for human consumption and agriculture, yet the high energy consumption, environmental and economic impacts represent their main drawbacks, affecting the development of this technique. This study aimed to discuss desalination, aiming to bring information and clarification on this technology*

Keywords: *water scarcity, sustainability, desalination.*

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para a qualidade de vida, desenvolvimento econômico, social e ambiental, porém é também um recurso que está se tornando escasso. As alterações climáticas cada vez mais expressivas acentuam as variações no ciclo da água, havendo assim uma crescente diminuição na sua disponibilidade e qualidade, o que gera desafios significativos para a população na atualidade.

De acordo com a Sabesp (2016), 75% da superfície do planeta é coberta por água. Da totalidade de água existente 97,5% é água salgada, restando apenas 2,5% de água doce. De toda a água doce existente, apenas 0,3% é superficial, cerca de 29,9% é subterrânea, cerca de 68,9% da água existente encontra-se no estado sólido (calotes polares, icebergs, etc.) e 0,9% outros aspectos.

A água doce disponível se apresenta cada vez mais insuficiente para suprir a necessidade da humanidade, pois os recursos não são uniformemente distribuídos ao longo do planeta e dependem não só dos padrões do clima e precipitação, mas também das próprias estruturas geológicas (LEUSBROCK, 2011). O Brasil detém em seu território 13,7% da água doce do mundo, deste total, 80% estão nos rios da Amazônia, São Paulo abriga apenas 1,6% de toda essa fatia brasileira (SABESP, 2016).

Ao constatar estas condições percebe-se que, cada vez mais, a água doce existente, é insuficiente para responder à acentuada procura dos diversos setores e a busca constante deste recurso tem-se tornado cada vez maior. Segundo Araújo (2013), a escassez hídrica ocorre quando a procura por água doce excede a oferta em um determinado domínio. De forma genérica, essa escassez é vista como o ponto em que o impacto global de utilização colide com o fornecimento ou a qualidade da água, na medida em que a procura não é plenamente satisfeita.

A demanda por água doce e o crescimento demográfico estão interligados, a população mundial está em torno dos 7,3 bilhões de habitantes e projetada para dobrar nos próximos 50 a 90 anos, enquanto os recursos hídricos renováveis permanecem constantes. Atualmente, mais de 400 milhões de pessoas vivem em regiões com escassez hídrica. Esta população é estimada para subir para 2,8 bilhões de pessoas até 2025. Isto é, aproximadamente 35% da população total projetada. Pelo menos 1 bilhão dessas pessoas estarão vivendo em países que enfrentam escassez de água absoluta, definida como menos de 500m³/hab/ano (COOLEY *et al.*, 2006).

Neste contexto, pesquisas para desenvolvimento de recursos capazes de aproveitar as águas salobras e salinas são fundamentais. A inserção de tecnologias capazes de tratar a água e deixá-la própria para a utilização humana é uma realidade cada vez mais presente e a dessalinização se encaixa nessa perspectiva.

Para Coolley *et al.*, (2006), a dessalinização oferece o potencial de uma fonte ilimitada de água doce purificada a partir dos oceanos de água salgada. Os benefícios da dessalinização são grandes, porém os custos econômicos, culturais e ambientais de sua ampla comercialização continuam elevados. Geralmente há a utilização de outros recursos mais econômicos como alternativa para o tratamento da água, como a recuperação de fontes locais de água de baixa qualidade, transposições de bacias hidrográficas, a reutilização de águas residuárias, e implementação de planos de ordenamento territorial inteligentes.

A escassez de água doce juntamente com eventos como secas prolongadas, já estão afetando grandes áreas em países ao redor do mundo, desde os que mais precisam de água, localizados no Oriente Médio, até países como Austrália, Espanha, China, Sri Lanka, costa oeste dos EUA, a maioria das ilhas oceânicas e até mesmo partes do Reino Unido e do Nordeste do Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2015).

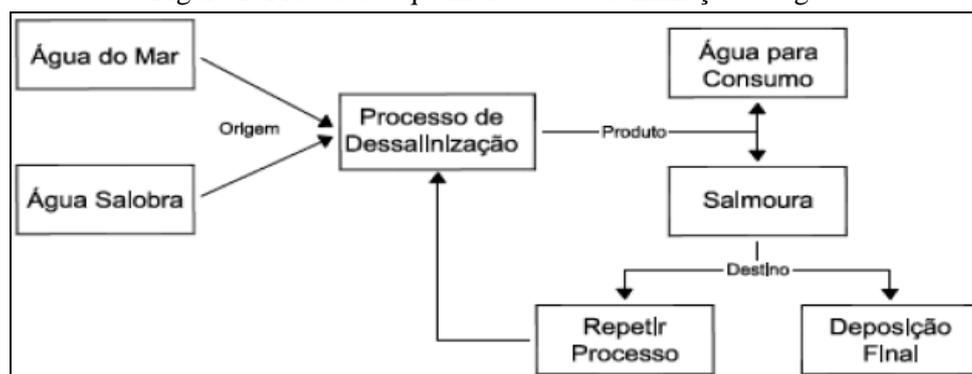
Este trabalho tem objetivo de discutir sobre a dessalinização, visando trazer maiores informações e esclarecimentos sobre essa tecnologia, que atualmente é pouco utilizada no Brasil.

2. DESSALINIZAÇÃO

O ciclo hidrológico da Terra efetua naturalmente o processo de dessalinização da água utilizando a energia solar. No ciclo da água, esta evapora dos oceanos, lagos e superfícies da terra, ficando os sais nos meios de origem. O vapor de água doce forma as nuvens que após sofrer um processo de precipitação cai na terra em forma de chuva e neve. A água move-se através dos solos, dissolvendo os minerais, tornando-se cada vez mais salgada. É desta maneira que os oceanos são constituídos por água salgada, devido a este processo natural de evaporação, precipitação, e escoamento que permite um constante movimento do sal da terra para o mar, onde se acumula ao longo tempo (COOLEY *et al.*, 2006).

De acordo com Araújo (2013), a dessalinização consiste na remoção ou redução da concentração de sais e sólidos dissolvidos da água salgada (água do mar e/ou salobra) para obter água doce. Além da remoção de minerais, este processo, pode ainda remover outros componentes químicos, orgânicos e biológicos. A figura 1 demonstra o processo esquemático de dessalinização da água.

Figura 1: Processo esquemático de dessalinização da água.



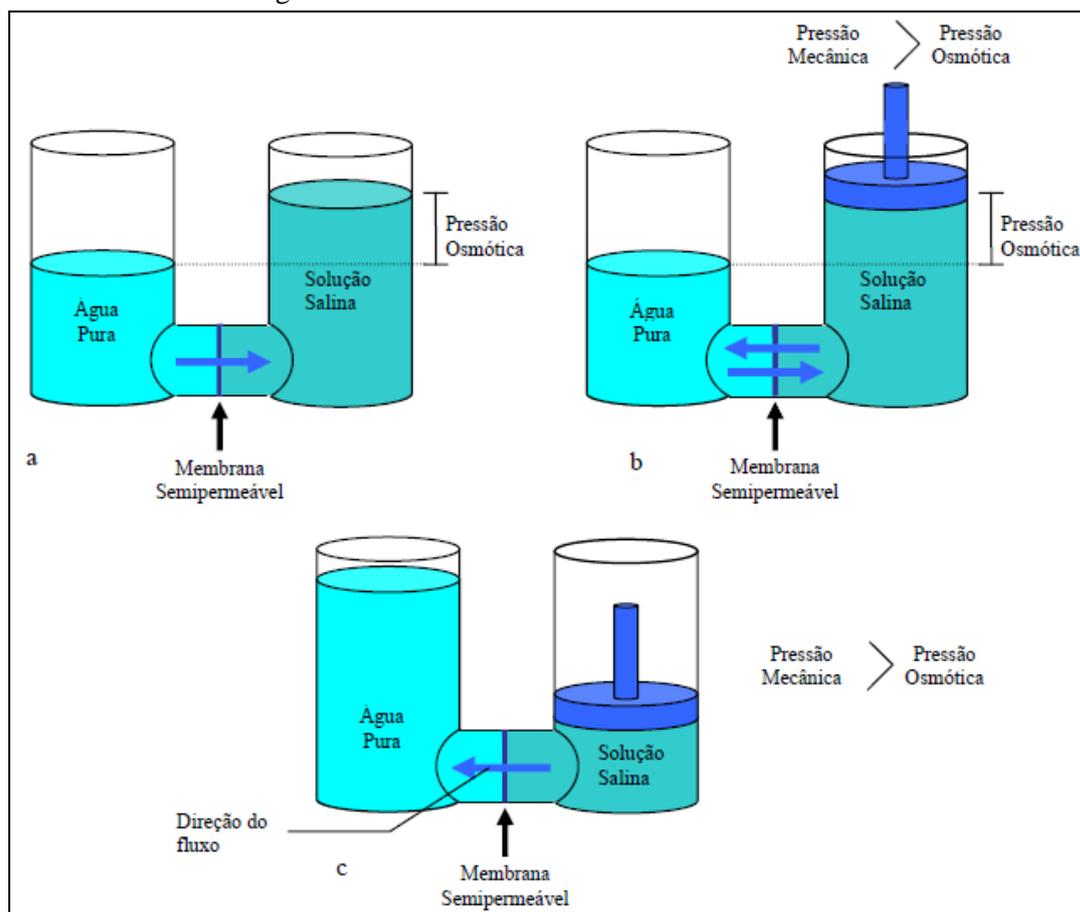
Fonte: (Adaptado de ARAÚJO, 2013)

Este processo pode ser realizado principalmente através de dois métodos de separação: membranas ou por via térmica. O processo de membranas, utiliza uma membrana relativamente permeável que permite que as moléculas de água passem através dela (BRANCO, 2013). A seletividade da membrana está diretamente ligada com o diâmetro de poro e nível de seletividade de sua rede polimérica. Atualmente, são divididas de acordo com tamanho do elemento a ser removido e podem ser apresentadas da seguinte maneira: Microfiltração, Ultrafiltração, Nanofiltração e Osmose

Inversa. O tratamento de dessalinização por membranas pode ser realizado por Osmose Inversa (OI) e Eletrodialise (ED) (SILVA, 2008).

A Osmose Inversa acontece quando uma pressão mecânica superior à pressão osmótica é aplicada no lado da solução mais concentrada, invertendo-se, desta maneira, o sentido do fluxo de solvente que atravessa a membrana (SILVA, 2008). A figura 2 mostra o mecanismo de osmose e osmose inversa.

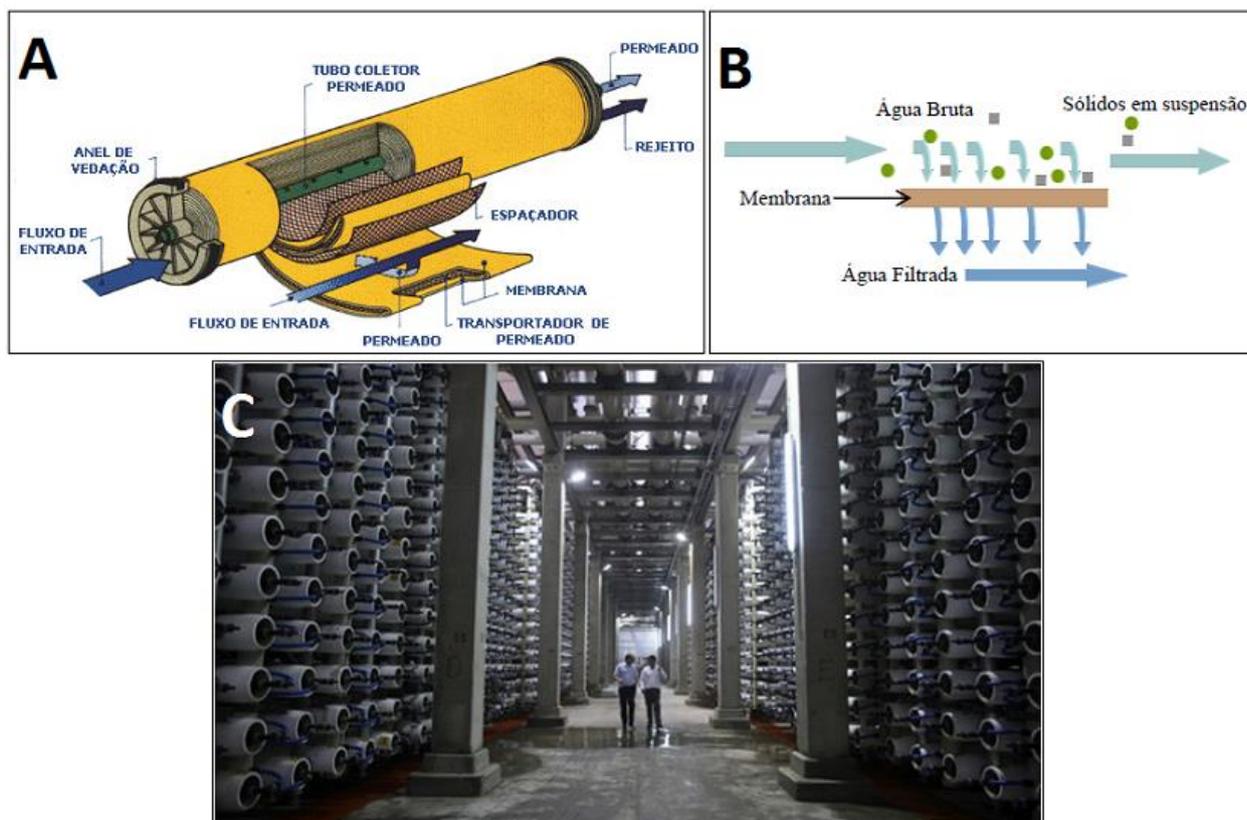
Figura 2: Mecanismo de osmose e osmose inversa.



Fonte: (Adaptado de SILVA, 2008).

Para modelos mais avançados de membranas, como os de Osmose Inversa, Nanofiltração, Ultrafiltração e Microfiltração, o fluido atravessa a membrana em fluxo cruzado ou tangencial, ou seja, em um contato paralelo a área da membrana. O processo de dessalinização ocorre pelo uso de elementos de membranas em escala industrial do tipo espiral com fluxo cruzado. A figura 3A mostra um exemplo desse tipo de módulo espiral, a 3B o modelo de fluxo cruzado e a 3C o sistema de tratamento por membranas localizado em Israel.

Figura 3: **A** – exemplo de módulo de membrana espiral; **B** – modelo de fluxo cruzado; **C** – sistema de tratamento por membranas localizado em Israel.

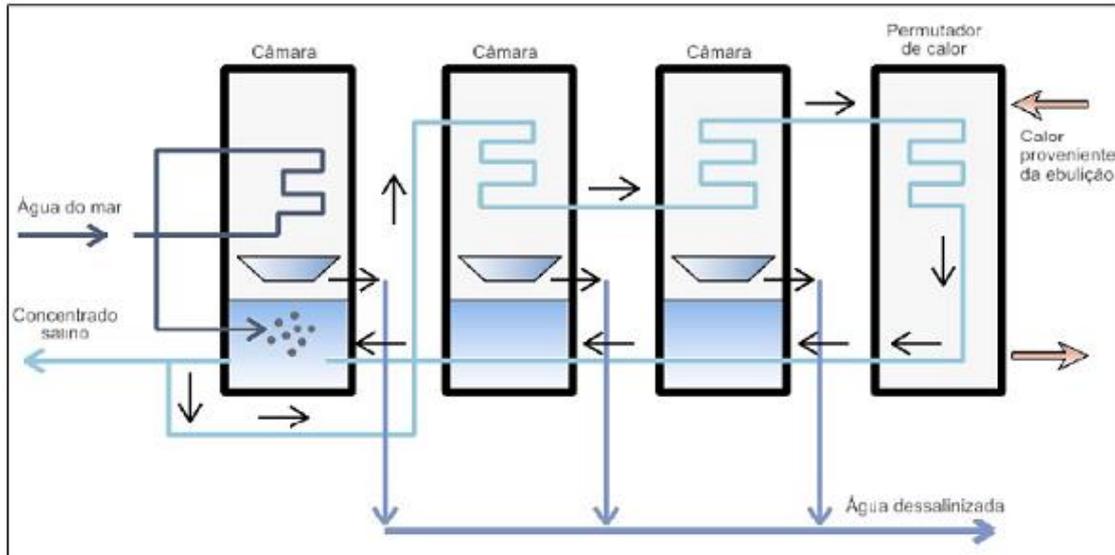


Fonte: (Adaptado de SILVA, 2008 e SANTOS & BIBIANO, 2016).

Nos processos térmicos, a destilação da água salgada é realizada com recurso a uma fonte de calor, que pode ser obtida através da utilização de combustíveis fósseis, energia solar ou geotérmica (EL-GHONEMY, 2012). Esse tratamento pode ser realizado por:

- **Destilação Flash com Múltiplos Estágios (MSF):** Até ao início da década de 90 a evaporação Multi-Flash foi a técnica mais comum no processo de dessalinização da água. Esta evaporação, consiste na ebulição da água em etapas sucessivas, onde é controlada a pressão e a temperatura. Neste método recorre-se a um conjunto de evaporadores com pressões ligeiramente menores entre eles. A diminuição da pressão entre evaporadores proporciona imediatamente a ebulição da água à medida que esta atravessa cada um dos evaporadores. O vapor sobe até aos condensadores, arrefecendo depois ao longo de tubulações onde circula a salmoura. A água doce é conduzida para o exterior da câmara e a salmoura é enviada para o meio receptor, ou para destino final, conforme mostra a figura 4 (ARAÚJO, 2013).
- **Destilação por Compressão de Vapor (CV):** Este método é semelhante ao processo Multi-Flash, no entanto, recorre à utilização de um compressor para o vapor gerado, de forma a aumentar a temperatura da água para que esta evapore mais rapidamente. É considerado por alguns autores como sendo um dos processos de destilação térmica mais eficientes, pois tem uma grande capacidade de dessalinização mesmo quando a água possui níveis de sólidos totais dissolvidos em alta concentração (ARAÚJO, 2013).

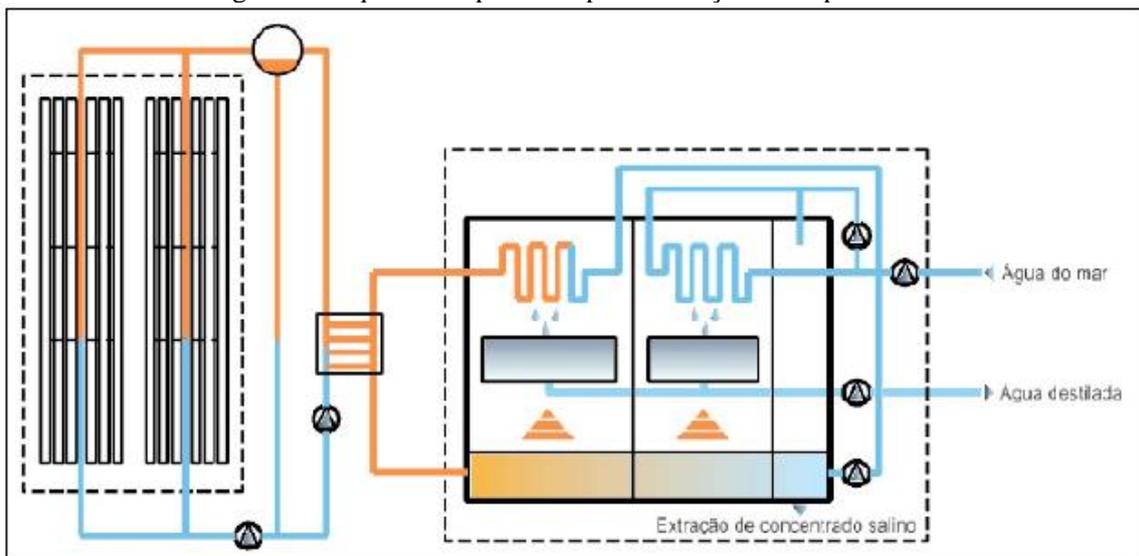
Figura 4: Esquema do processo por evaporação Multi-Flash.



Fonte: (Adaptado de ARAÚJO, 2013).

- **Destilação Múltiplo Efeito (MED):** A destilação de múltiplo efeito inicia-se pela aspersão da água salgada fria sobre o exterior de um conjunto de tubulações quentes, que são aquecidas inicialmente recorrendo a uma fonte de calor externa. O vapor que circula ao longo da tubulação é condensado em água pura. No exterior dos tubos a fina camada de água salgada entra em ebulição assim que absorve o calor do vapor. Ao vapor resultante é retirada a salmoura antes desta prosseguir para outra etapa semelhante. O processo é repetido várias vezes. A água que não evapora regressa novamente à fase inicial, conforme a figura 5 (ARAÚJO, 2013).

Figura 5: Esquema do processo por destilação Múltiplo Efeito.



Fonte: (Adaptado de ARAÚJO, 2013).

Segundo a AMTA (2007), até o ano de 2007, 60% de toda a água dessalinizada consumida no mundo, era oriunda de processos térmicos. Porém, esse quadro vem se modificando. Após a obtenção



de membranas com elevadas capacidades de rejeição de sais (MATSUURA, 2001), e a capacidade de recuperação de boa parte da energia utilizada durante o processo, os métodos térmicos têm perdido espaço para os processos com membranas quando se fala em produção de água em escala industrial (DUGSTAD *et al.*, 2008).

As unidades de dessalinização podem receber água de várias origens, sejam elas superficiais, como oceanos, mares, rios, entre outros, ou subterrâneas, como aquíferos, poços, ou outro tipo de galerias de infiltração, o que irá determinar o grau de salinidade presente. Contudo, um aspecto é transversal a todas estas origens, a presença de contaminantes, sejam estes naturais, ou de proveniência antropogênica (BRANCO, 2013).

Usualmente, as águas superficiais contêm um maior número de contaminantes presentes, bem como, maior quantidade de matéria orgânica. Para muitas águas superficiais existem descargas, controladas ou não, de indústrias, de campos agrícolas, de origem doméstica ou mesmo descargas naturais provenientes de escorrências do solo, que poderão afetar a qualidade da água. Em consequência, deve-se adaptar a linha de tratamento para que se atinja um nível adequado de qualidade da água (BRANCO, 2013).

2.1. Dessalinização no mundo

Muitos países utilizam a dessalinização como técnica para o tratamento e utilização de águas salobras e salinas e obtém sucesso com o resultado, como a Inglaterra, segundo Santos & Bibiano (2016), possui uma população de cerca de 8,3 milhões de habitantes. A cidade de Londres, sofreu com a crise hídrica durante os anos 2000, este cenário se agravou em 2006 e a solução oferecida pelo governo foi a construção de uma usina de dessalinização, responsável por tornar potável a água do mar. A usina foi escolhida por ser a opção mais econômica: devido à proximidade de Londres com o mar, sendo mais viável dessalinizar a água do que transportá-la do Norte do país. Com custo de 270 milhões de libras, a usina inaugurada em 2010 pode fornecer água para 1 milhão de pessoas e chega a produzir até 140 milhões de litros de água potável por dia em funcionamento máximo. Para reduzir os gastos com energia, pois o processo de dessalinização custa, em média, duas vezes mais que o tratamento convencional de água, a usina utiliza biodiesel feito de óleo de cozinha, coletado nos restaurantes da cidade.

Outro país que utiliza a dessalinização é a Austrália, que passou por uma grande seca que começou no fim dos anos 1990 e só foi oficialmente encerrada em 2012. Durante esse período, que prejudicou principalmente a agricultura, o país precisou rever todo o seu sistema hidráulico, investindo em economia e infraestrutura. Dentre os investimentos, houve a construção de usinas de dessalinização, a primeira inaugurada em 2006 na cidade de Perth (figura 6C), considerada a mais seca do país, produz 45 bilhões de litros por ano, equivalente a 17% do total usado na cidade. Hoje são seis no país, sempre ativas. Em algumas regiões há também reúso de água: 21 bilhões de litros são tratados e reutilizados, 13,5% do total. Até 2030 a expectativa é que 30% da água seja de reúso (SANTOS & BIBIANO, 2016).

Israel é internacionalmente conhecido por ter o mais avançado sistema de manejo de água do mundo. Em uma área desértica, suas fontes naturais são escassas para suprir a demanda necessária para toda a população. Apesar disso, tem uma agricultura desenvolvida e raramente passa por crises hídricas. Os bons resultados vêm da combinação de diversas estratégias, centralizadas pelo governo, como a construção de usinas de dessalinização, uma delas em Ashkelon, inaugurada em 2005 e produtora de 13% de toda a água doméstica consumida no país. Atualmente, a usina é responsável por 40% da água potável fornecida no país, processo que custa entre 60 a 80 dólares por metro cúbico (SANTOS & BIBIANO, 2016). Em agosto de 2013, foi inaugurada a planta de Sorek (figura 6A), considerada a maior usina de dessalinização de Israel, produz 200 trilhões de litros de água por ano (GGN, 2016).

Segundo o jornal TNYT (2016), nos EUA, o Estado da Califórnia iniciou em 2015 a construção de uma usina de dessalinização com grandes projeções (figura 6B), situada em San Diego, teve uma estimativa de custo de 1 bilhão e produção calculada de 190 milhões de litros de água potável por dia.

Figura 6: **A** – Usina de dessalinização em Sorek, Israel; **B** – Usina de dessalinização em San Diego, Califórnia; **C** – Usina de dessalinização em Perth, Austrália.



Fonte: (Adaptado de GGN, 2016; TNYT, 2016 e SANTOS & BIBIANO, 2016).

2.2. O Brasil e a dessalinização

No Brasil a técnica de dessalinização ainda é pouco utilizada e difundida, está sendo inserida aos poucos principalmente na região Nordeste. Segundo Padovani (2013), o custo e as dificuldades de manutenção em áreas carentes têm tornado difícil o êxito dessa tecnologia no Brasil, neste contexto também há o preconceito e o desconhecimento por parte das autoridades, exceto no semiárido, onde é uma opção viável para obtenção de água potável. Essas áreas se encaixam nas características de locais propícios para utilização da dessalinização, pois apresentam poucos recursos hídricos de superfície e reservatórios subterrâneos salinizados e/ou população relativamente grande, demandando soluções radicais.

A discussão do tema é importante no Brasil, porque a dessalinização de água subterrânea, principalmente pela instalação de dessalinizadores em poços, é uma relevante ferramenta para auxiliar a gestão de recursos hídricos em áreas com carência aguda de água e com substrato salinizado, porém, esta técnica continua sendo muito cara para aplicação em regiões economicamente deprimidas (PADOVANI, 2013).

O sistema por membranas, continua sendo a melhor opção de dessalinização, os valores variam em função do porte e das características da água a ser tratada e da água a ser produzida. Há



sistemas domésticos pequenos para colocar sob a pia da cozinha que custam cerca de 1.000 reais produzindo 8 L/hora até sistemas de centenas de metros cúbicos por hora que custam alguns milhões (PADOVANI, 2013).

Em Pernambuco o processo de dessalinização da água, principalmente da subterrânea, extraída através de poços perfurados em rochas cristalinas, foi iniciado na década de 1990 quando foram instalados de seis a sete dessalinizadores em cada município do Estado, em parceria com as prefeituras que seriam responsáveis pela manutenção do sistema poço-dessalinizador-distribuição da água para a população. No entanto muitas das prefeituras não cumpriram o acordo com a mudança de prefeitos, resultando em perda de grande número de equipamentos que foram completamente sucateados (PADOVANI, 2013).

Nos últimos anos o Governo Estadual, Federal, e o Ministério do Meio Ambiente, segundo Ferreira (2015), vêm desenvolvendo o Programa Água Doce, onde visa o estabelecimento de uma polícia pública permanente de acesso à água de boa qualidade para o consumo humano, incorporando cuidados técnicos, ambientais e sociais na recuperação, implantação e gestão de sistemas de dessalinização, prioritariamente em comunidades rurais do semiárido brasileiro. Fazem parte deste programa, 10 Estados (BA, SE, AL, PE, PB, RN, MA, MG, CE e PI), totalizando 190 instituições envolvidas, com sistema de dessalinização de membranas por Osmose Inversa, alimentado por energia solar. As instalações visam um sistema de produção integrado, desde a captação da água em poços, o tratamento por membranas e a destinação adequada do rejeito salino, que é utilizado na produção de peixes, irrigação, cultivo da agricultura e alimentação de caprinos e ovinos (FERREIRA, 2015).

Em São Paulo, durante a forte crise hídrica que permaneceu entre 2014 e 2015, segundo Rossi (2015), uma empresa do litoral de Bertioga montou um sistema de dessalinização com produção de 16 mil litros por dia. A água é retirada do mar, a cerca de 30 metros de profundidade, e passa por um processo de tratamento de quatro fases. Metade da água retirada do mar se transforma em potável. A outra metade volta para o oceano, com concentração maior de sal. Este rejeito é descartado em vários pontos para não comprometer o meio ambiente. Enquanto uma garrafa de água mineral de 500ml custa, em média 2,5 reais em Santos/SP, esta garrafa de água dessalinizada pode chegar a custar duas ou três vezes mais (ROSSI, 2016).

3. SUSTENTABILIDADE

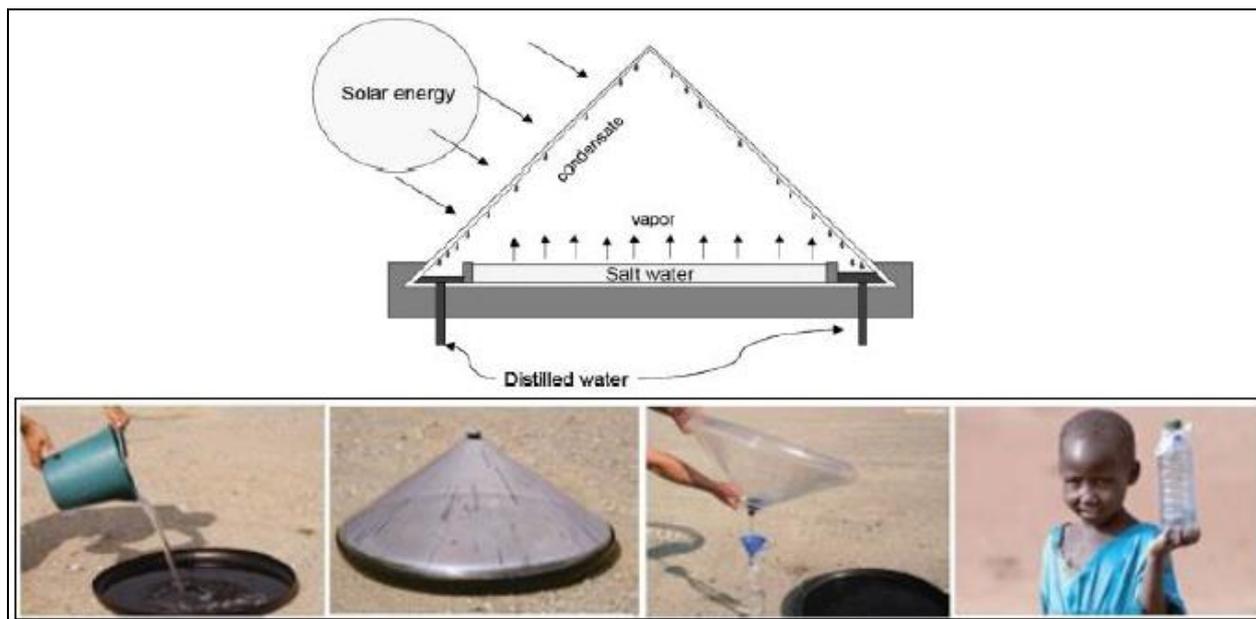
Frente ao exposto, há vários métodos para dessalinização, no entanto, são dispendiosos e alguns dependem de combustíveis fósseis para o seu funcionamento. Assim, é de extrema importância o desenvolvimento de tecnologias de dessalinização de pequena escala, com custos que possam ser suportados pela comunidade, que utilizem fontes de energia renováveis, ao mesmo tempo que reduzam as emissões de gases com efeito de estufa e os custos de operação do sistema. Nesse sentido, é relevante fazer referência ao uso da energia solar como alternativa às fontes convencionais, no processo de dessalinização.

A dessalinização por destilação solar proporciona água segura para o consumo humano, é de fácil aplicação, fácil transferência aos usuários de comunidades dispersas de agricultores e outros setores sócio ocupacionais sem água potável (MARINHO *et al.*, 2012). Este método se baseia na radiação solar, que é absorvida sob a forma de calor, numa superfície em contato com a água salgada. Assim, a água aquecida é parcialmente evaporada, este vapor de água condensa-se sobre um cone de plástico incolor, que está a uma temperatura mais baixa devido ao contato com o ar ambiente, sendo posteriormente recolhido em um compartimento, onde reserva a água evaporada, conforme figura 7. Esta figura (7) também ilustra um exemplo de um sistema de dessalinizador solar, denominado Watercone®, da Mage Water Management que fundou um projeto piloto no Yemen, com uma produção de 1,7 L/dia (BRANCO, 2013).

Uma pesquisa realizada por Marinho *et al.*, (2012), objetivou a construção de destilador solar com fornecimento de água potável para famílias de agricultores de base familiar no Semiárido do

Nordeste Brasileiro, onde foi utilizado o mesmo princípio do sistema mostrado na figura 7. Em suas conclusões o destilador solar proposto mostrou potencial para resolver problemas em pequena escala de dessalinização de água principalmente no interior do Nordeste brasileiro onde o índice de insolação é alto e o índice pluviométrico baixo. Os volumes de água destilada produzida no destilador estudado (em média de 15,7 L/dia) são suficientes para atender às necessidades de água destinada ao consumo direto de uma família na zona rural, considerando uma família de até sete pessoas e que cada indivíduo deve consumir até 2L dia (MARINHO *et al.*, 2012).

Figura 7: Exemplo de destilador solar sistema Watercone®



Fonte: (Adaptado de BRANCO, 2013).

4. IMPACTOS AMBIENTAIS

A instalação de infraestruturas de dessalinização de água tem crescido rapidamente, principalmente em países desenvolvidos, em busca de uma solução para o problema da escassez hídrica. Devido a este rápido crescimento surgiu igualmente uma preocupação, também crescente, associada aos impactos que esta tecnologia possa provocar. A análise destes impactos é essencial de forma a mitigar os prejuízos que possam ser gerados, garantido a sustentabilidade econômica e ambiental destes sistemas.

As estações de dessalinização produzem dois produtos: a água para consumo e o concentrado salino ou rejeito, o concentrado, muitas vezes, é o produto mais abundante. Nas estações de dessalinização é comum que os subprodutos dos processos de pré tratamento e resíduos químicos sejam levados para o mar juntamente com o concentrado salino (ARAÚJO, 2013). Quanto mais dispersos forem os métodos de destinação dos concentrados salinos, menor será o impacto causado ao meio ambiente, pois há distribuição desse rejeito, não se concentrando em apenas um local.

Em geral, nos países desenvolvidos, segundo Soares *et al.*, 2006, o rejeito está sendo transportado para os oceanos ou injetados em poços de grande profundidade, todavia, outras alternativas estão sendo estudadas, como: bacias de evaporação, redução de volume do rejeito por plantas aquáticas, bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas. A escolha da melhor opção para se dispor o rejeito da dessalinização deve atender, dentre outros fatores, às disponibilidades locais (terra, compatibilidade das águas receptoras e distância), às disponibilidades regionais (geologia, leis



estaduais, geografia e clima), ao volume de concentrado, aos custos envolvidos, à opinião pública e à permissibilidade (MEZHER *et al.*, 2011).

No Nordeste brasileiro, onde se dessaliniza águas salobras mediante dessalinizadores de pequeno porte, outras alternativas que não apenas as usuais devem ser avaliadas e propostas. Para os rejeitos de sistemas de membranas por exemplo, Soares *et al.*, (2006), apontam o uso da evaporação solar para a cristalização dos sais dissolvidos, reduzindo o volume dos efluentes líquidos, transformando-se em produto sólido, o que reduz o contato com o solo e facilita o manuseio.

A obtenção de sais cristalizados decorre da evaporação da água, por intermédio da precipitação dos sais, quando estes atingem seus pontos de solubilidade. A técnica da cristalização de sais utiliza, a seu favor, a elevada demanda evaporativa da atmosfera característica do Nordeste, mas considerando que nem sempre seria interessante perder água por evaporação, há pesquisas avaliando os efluentes líquidos para a criação de peixes como a Tilápia koina (*Oreochromis sp.*) (SOARES *et al.*, 2006).

A regulação ambiental existente no Brasil para o descarte correto dos resíduos provenientes dos dessalinizadores é incipiente e necessita de ampliação para atender à demanda existente. Como tecnologia emancipadora, é fundamental que a dessalinização, seja amparada pelas instituições de desenvolvimento regional, para assim anular ou mitigar os efeitos do rejeito sobre os ecossistemas, consentindo com a opinião pública e os interesses das comunidades.

5. CONCLUSÃO

A dessalinização de águas salinas e salobras é uma realidade no mundo. Existem diversas técnicas, onde se sobressaem os sistemas por membranas com a Osmose Inversa. No Brasil deve-se considerar os sistemas de dessalinização em pequena escala, mas com tendência no Semiárido Nordestino, a ampliação dessa tecnologia tanto com o sistema de membranas, quanto com a destilação solar. Nesse contexto é preciso avaliar também os impactos ambientais, e leis que regulamentem os rejeitos da dessalinização, evitando assim danos ao meio ambiente. Assumindo a assertiva de que a água é um elemento do desenvolvimento, deve-se trabalhar pela viabilidade da dessalinização, que já tem se mostrado eficiente em muitos países. A divulgação e compreensão de suas técnicas, associada a sustentabilidade pode ser um grande aliado para implantação dessa tecnologia no Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. M. T. A., American Membrane Technology Association; **Improving America's Waters Through Membrane Treatment and Desalting**; Water Desalination Processes 2409 SE Dixie Highway Stuart, Florida 34996, 2007.

ARAÚJO, A. C. S. P. A.; **Contribuição para o Estudo da Viabilidade/Sustentabilidade da Dessalinização enquanto Técnica de Tratamento de Água**; Dissertação, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Portugal, 2013.

BRANCO, T. F. A.; **O Desafio de Abastecimento Descentralizado de Água: Avaliação do Potencial de Dessalinização por Energia Solar Estudo de Caso: Ilha da Culatra**; Dissertação, Universidade Nova de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Portugal, 2013.

COOLEY, H.; GLEICK, P. H.; WOLFF, G.; **Desalination, with a grain of salt: a California perspective**; California: Alonzo Printing, 2006.



DUGSTAD, J. E.; AABERG, R. J., SKILHAGEN, S. E.; Osmotic power — power production based on the osmotic pressure difference between waters with varying salt gradients. **Desalination**, V. 220, P. 476–482, 2008

EL-GHONEMY, A. M. K.; Water desalination systems powered by renewable energy sources: Review; **Renewable and sustainable energy reviews**, V. 16, P. 1537 – 1556, 2012.

FERREIRA, R. S.; Dessalinização como Alternativa de Abastecimento em Localidades do Semiárido Brasileiro; In: 26º ENCONTRO TÉCNICO AESABESP, CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, **Anais...** São Paulo, Brasil, 2015.

GGN.; JORNAL DE TODOS OS BRASIS; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; Disponível em: <<http://jornalggm.com.br/noticia/projeto-de-abastecimento-com-agua-do-mar-pode-custar-r-6-bilhoes-ao-governo-alcmin>>; Acesso em: jun/2016.

LEUSBROCK, I.; Removal of Inorganic Compounds Via Supercritical Water: Fundamentals and Applications; **Dissertation**, University of Groningen, Netherlands, 2011.

MARINHO, F. J. L.; ROCHA, E. N.; SOUTO, E. A.; CRUZ, M. P.; TAVARES, A. C.; SANTOS, S. A.; MARCOVICZ, F.; Destilador solar destinado a fornecer água potável para as famílias de agricultores de base familiar; **Revista Brasileira de Agroecologia** 7(3): 53-60, 2012.

MATSUURA, T. Progress in membrane science and technology for seawater desalination a review; **Desalination**, V. 134, P. 47-54, 2001.

MEZHER, T.; FATH, H.; ABBAS, Z.; E KHALED, A.; Techno-economic assessment and environmental impacts of desalination technologies; **Desalination**, V. 266, P. 263-273, 2011.

PADOVANI, G.; Garantia de Água Potável; **Revista Água e Meio Ambiente Subterrâneo**, Ano 5, N. 34, P. 12-17, jul/ago 2013.

ROSSI, M.; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/02/empresa-transforma-agua-do-mar-em-potavel-e-produz-16-mil-litros-por-dia.html>>; Acesso em jun/2016.

SABESP; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=97>>; acesso em jun/2016.

SANTOS, J.; BIBIANO, B.; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; disponível em: <<http://veja.abril.com.br/ciencia/como-sao-paulo-pode-superar-a-crise-hidrica/>>; acesso em jun/2016.

SILVA, S. K.; **Sistema de Dessalinização da Comunidade de Uruçu – São João do Cariri - PB: Análises, Monitoramento e Avaliação de um Misturador para o Uso do Concentrado**; Universidade Federal De Campina Grande; Dissertação; Campina Grande, Brasil, 2008.

SILVEIRA, A. P. P.; NUVOLARI, A.; DEGASPERI, F. T.; FIRSOFF, W.; Influência da Aplicação de Vácuo na Dessalinização de Águas Salobras e Salinas por meio de Destilação Térmica; In: 26º ENCONTRO TÉCNICO AESABESP, CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, **Anais...** São Paulo, Brasil, 2015.



SOARES, T. M.; SILVA, I. J. O.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**; V. 10, N. 3, P 730–737, 2006.

T.N.Y.T.; THE NEW YORK TIMES; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/the-new-york-times/2015/04/22/mesmo-com-conta-mais-alta-california-busca-extrair-agua-potavel-do-mar.htm#fotoNav=11>>; Acesso em: jun/2016.

WATERCONE®; **Citação de referências e documentos eletrônicos**; disponível em: <<http://www.watercone.com/mage.html>>; Acesso em jul/2016.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES