

Eixo Temático ET-02-016 - Saneamento Ambiental

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O USO DE ÁGUA SALOBRA E SALINA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Vanessa Rosales Bezerra¹, Carlos Antônio Pereira de Lima¹,
Luis Reyes Rosales Montero², Keila Machado de Medeiros³

¹UEPB.

²UFCG.

³UFRB.

RESUMO

A escassez de recursos hídricos no semiárido nordestino, proporcionou a ampla busca por águas, sendo as águas subterrâneas as mais viáveis economicamente e fáceis de obter, o que justificou o alto número de poços perfurados nos últimos anos durante a crise hídrica e o que acarretou também na transposição do rio São Francisco como medida paliativa. No entanto, o uso dessas águas de poços, por vezes salobra ou salina, é impróprio para consumo humano ou uso doméstico sem tratamento prévio. Alternativas para o uso de águas salobras ou salinas, então, são o uso na piscicultura ou mesmo na agricultura e irrigação, para cultivo de algumas hortaliças que suportam concentrações grandes de sais dissolvidos. Outra medida que está sendo largamente utilizada são os processos de dessalinização através de membranas de micro e ultrafiltração, capazes de retirar a maior parte dos sais contidos em águas, tornando próprias para o consumo humano.

Palavras-chave: Águas salobras; Membranas; Recursos hídricos; Nordeste; Agricultura.

INTRODUÇÃO

O Nordeste é uma região que sempre enfrentou vários problemas com a escassez de recursos hídricos no Brasil. Entretanto, especialistas dizem que o problema da seca no Nordeste trata-se mais de um problema político do que propriamente natural. Isto porque já se tem tecnologia suficiente para amenizar o problema da escassez de água.

O país enfrentou uma crise hídrica nos últimos anos, de modo que a perfuração de poços artesianos ou semi-artesianos foi bastante discutida como possível solução para os problemas de recursos hídricos no país. Apesar do clima semi-árido, predominante em várias partes da região, há reservas de águas subterrâneas (os aquíferos) suficientes para resolver grande parte dos problemas de abastecimento.

A irregularidade das chuvas no semiárido nordestino reduz a disponibilidade de água superficial nos reservatórios, por sua vez há grande necessidade dos habitantes e dos animais da região semiárida utilizar à água subterrânea. Assim o número de poços subterrâneos tem aumentado, sendo estas fontes hídricas importantes para os humanos e suprimindo também a necessidade dos animais (REBOUÇAS, 1999; PORTO et al., 2004). Os poços artesianos são uma alternativa pouca explorada na agropecuária em função da sua salinidade. As rochas cristalinas são características dos solos áridos nordestinos, e são elas que salinizam a água. A implementação de novas tecnologias, como a dessalinização de águas através do uso de membranas, vem sendo considerado, visto que se tratam de processos inovadores. Portanto, uma das alternativas para a destinação desta água salobra é o aproveitamento em tanques de piscicultura e posterior reutilização na irrigação de culturas tolerantes a salinidade, aproveitando o enriquecimento em matéria orgânica (HERMES et al., 2014).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Recursos hídricos no Nordeste

A água é um dos constituintes inorgânicos em maior quantidade no homem, mais de 60% de sua massa é constituída por água. Sua qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação antrópica. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais, assim, o estudo da qualidade da água é fundamental, tanto para se estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso da água. Com relação às condições climáticas o Brasil é considerado o país com a região semiárida mais populosa do mundo, atualmente a população é estimada em 21 milhões de habitantes. Na região do agreste Paraibano predomina o clima Semiárido, caracterizando-se por altas temperaturas, elevadas taxas de evaporação e baixos níveis de precipitação, que favorece a escassez de água nesta região (IBGE, 2010).

O problema da seca no Semiárido brasileiro é mais um problema social do que natural, visto ser um fenômeno conhecido e a sua ocorrência, previsível. A partir deste conhecimento prévio, torna-se imprescindível o desenvolvimento de ações sustentáveis através de políticas públicas que impeçam esse fenômeno natural, tornar-se um flagelo, que perdura desde o período colonial (LIRA et al., 2012).

Outro problema enfrentado pelos moradores do clima Semiárido é que, mesmo contendo uma grande quantidade de recursos hídricos subterrâneos, esta água contém alta concentração de sais, o que a torna imprópria para consumo. A ingestão excessiva dos sais presentes na água causa doenças e até a morte de pessoas e animais. O Semiárido também é uma região de seca em decorrência da falta de chuvas.

Segundo Silveira e França (2009) a solução empregada para ter o acesso à água nestas regiões é a exploração de águas subterrâneas por meio de poços. Evidentemente não é suficiente ter acesso à água, é necessário que tenha um controle de qualidade por meio de avaliação da necessidade de um eventual tratamento da mesma, com a finalidade de evitar doenças veiculadas pelo simples consumo da água. Com esse problema que surgiu a dessalinização de água através de processos com membranas, como uma alternativa viável para amenizar a problemática da seca, visando a produção de água de boa qualidade para o consumo humano, apresentando resultados bastante satisfatórios à alimentação e saúde pública.

Dessalinização de águas via membranas

No Brasil, o emprego da dessalinização de água ainda é pouco divulgado, embora no Nordeste seja aplicado o processo de osmose reversa para dessalinização de águas salobras oriundas de poços para o abastecimento de pequenas comunidades (SOUZA, 2006). De acordo com Queiroz et al. (2013) atualmente em decorrência da degradação dos recursos hídricos e a dificuldade de manter a água potável por meio das tecnologias de tratamento convencional, a utilização dos processos de separação por membranas passa a ser a opção de tratamento para a produção de água potável.

A tecnologia de separação por membranas envolve a utilização de membranas sintéticas, porosas ou semipermeáveis, orgânicas ou inorgânicas e em configuração adequada, para separar de um fluido de partículas sólidas de pequeno diâmetro, bactérias, vírus, moléculas orgânicas, compostos iônicos de baixo peso molecular e até gases. Na microfiltração (MF), ultrafiltração (UF) e osmose inversa (OI), a pressão hidráulica é utilizada para promover a separação entre a água e os contaminantes e é a água que atravessa a membrana. Já no processo de eletrodialise, a separação é obtida por uma diferença de potencial elétrico aplicado entre as membranas e neste caso são os contaminantes que atravessam a membrana, (HABERT et al., 2006).

A osmose inversa é um processo de separação líquido-líquido, que emprega uma membrana densa semipermeável altamente permeável à água e altamente impermeável a microrganismos, coloides e sais dissolvidos. Com a aplicação de uma pressão maior que a osmótica, o solvente passa pela membrana, a qual age como barreira de fluxo aos solutos,

possibilitando a separação do solvente e dos solutos. A necessidade de água potável é um fato cada vez mais preocupante. Pequenas comunidades ou sítios localizados no semiárido Brasileiro, muitas vezes, não possuem acesso à água de boa qualidade. Em muitas dessas localidades, são perfurados poços artesanais com a esperança de se ter acesso aos aquíferos. No entanto, devido às formações cristalinas do solo da região Nordeste, inúmeros poços são abandonados por conta das elevadas concentrações de sais encontradas na água. Águas com essas características, muitas vezes, são tratadas por meio de dessalinização através de sistemas de membranas de osmose inversa. Com o auxílio de programas ou de projetos de desenvolvimento, algumas comunidades têm sido beneficiadas pela instalação de sistemas de dessalinização, para a produção e distribuição de água potável. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água produzida por dois dessalinizadores que abastecem duas localidades do Estado da Paraíba no Brasil.

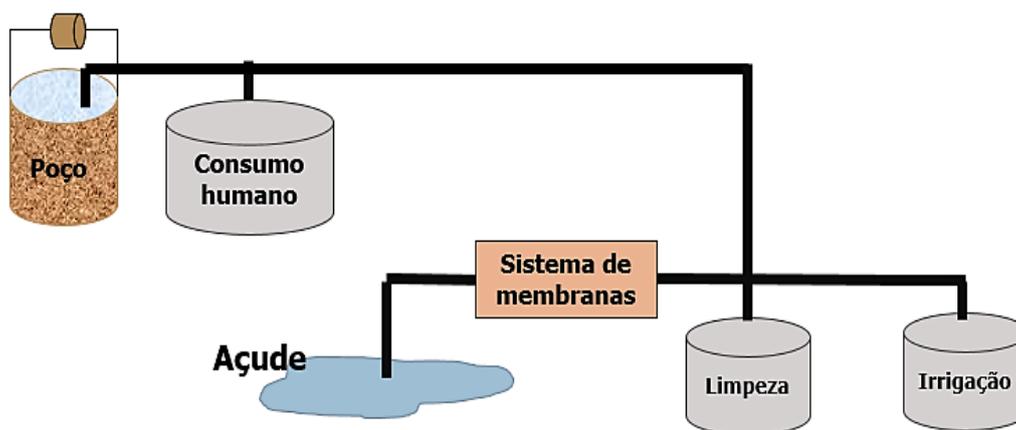


Figura 1. Sistema proposto de captação de águas subterrâneas e tratamento via membranas.

Qualidade da água para irrigação

Os requisitos de qualidade da água para os diversos usos dependem dos perigos associados à sua composição. Os perigos dizem respeito às condições que podem resultar em efeitos adversos aos organismos vivos ou ao meio ambiente. Estes perigos devem ser avaliados e gerenciados, geralmente através de padrões de qualidade. Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos e fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo.

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (águas para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinadas ao uso industrial (SILVA, 2011).

Riscos associados ao uso da água

- Contaminação microbológica: do homem e outros organismos; dos cursos d'água e do solo;
- Contaminação química: do homem e outros organismos; dos cursos d'água e do solo;
- Degradação de materiais e equipamentos: nas atividades nas quais a água é utilizada.

Problemas relacionados à qualidade da água

A adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total, mas, também do tipo de sais. À medida que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas se agravam, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação determina-se,

também, pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso a longo prazo (AYERS; WESTCOT, 1999).

A qualidade da água de irrigação é tradicionalmente definida principalmente pela quantidade total de sais dissolvidos, mas problemas com ferro (Fe), manganês (Mn), bactérias e algas, contidas na água ou sistemas de irrigação, também devem ser considerados.

Os problemas mais comuns, segundo os quais se avaliam os efeitos da qualidade da água relacionados à salinidade, são a velocidade de infiltração da água no solo e a toxicidade, além de outros.

Salinidade

A principal consequência do aumento da concentração total de sais solúveis de um solo é a redução do seu potencial osmótico, o que prejudica as plantas, em razão do decréscimo da disponibilidade de água daquele solo. A salinização depende da qualidade da água usada na irrigação, do seu manejo, da existência e do nível de drenagem natural e, ou, artificial do solo, da profundidade do lençol freático e da concentração original dos sais no perfil do solo (BERNARDO et al., 2006).

Infiltração da água

O termo “problema de infiltração” será usado para indicar o efeito da salinidade, em relação à facilidade com que a água entra e se desloca nos primeiros centímetros do solo. Um problema de infiltração torna-se evidente quando a água de irrigação não atravessa a superfície do solo à velocidade suficientemente rápida para permitir a renovação da água consumida pela cultura entre duas irrigações.

Toxicidade

Os problemas de toxicidade aparecem quando certos íons do solo ou da água são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente altas a um ponto que possa provocar danos a cultura e reduzir o seu rendimento.

Outros problemas

Existem vários outros problemas relacionados à qualidade de água para irrigação que valem a pena serem mencionados, são eles:

- O excessivo crescimento vegetativo;
- O retardamento na maturação das culturas e sua tendência ao acamamento, provocados por altas concentrações de nitrogênio na água de irrigação;
- As manchas nas folhas e frutos provocadas por depósito de sais, devido à aplicação de água contendo altos teores de bicarbonato, gesso ou ferro, por aspersão e irregularidades frequentemente associadas às águas de pH anormal.

Parâmetros para avaliação da qualidade da água

São vários os parâmetros que determinam a qualidade da água para fins de irrigação. Porém, a qualidade da água de irrigação é melhor avaliada quando determinada pelo conteúdo total de sais, pela composição iônica e pela proporção relativa entre as espécies de íons.

A composição iônica da água de irrigação não é estática, mas está num contínuo estado de mudança ou equilíbrio dinâmico. Este fato altera as proporções relativas entre os íons presentes na água. Assim, a avaliação da qualidade de uma água para fins de irrigação deve basear-se nas variações sazonais do seu conteúdo salino. Diferentemente dos sistemas de classificação adotados na geoquímica, na indústria e, na engenharia sanitária, o uso de vários tipos de água para irrigação tornou necessária a criação de um sistema específico.

Neste sistema, as classificações são principalmente baseadas no conteúdo total de sais solúveis da água (responsável pelo efeito osmótico), e no conteúdo de sódio (Na⁺, íon

responsável pelas mudanças químicas e físicas no solo), e pelo efeito de íon específico nas plantas.

Condutividade elétrica (CE) e Total de Sólidos Dissolvidos (TSD) - Fornecem uma medida quantitativa do total de sais dissolvidos na água de irrigação. Os sais são constituídos substancialmente pelos íons sódio, cálcio, magnésio, cloreto, carbonato e bicarbonato.

O sódio (Na⁺), o cálcio (Ca²⁺) e o magnésio (Mg²⁺), íons carregados positivamente (chamados cátions), são expressos em milimol carga por litro (mmolc.L-1). Estes cátions são indispensáveis para o cálculo da razão de adsorção de sódio (RAS). A concentração de sódio é também necessária para identificar alguns efeitos tóxicos em plantas. O potássio (k) contribui ligeiramente para a salinidade.

O cloreto (Cl⁻), o sulfato (SO₄⁼), o carbonato (CO₃⁻) e o bicarbonato (HCO₃⁻), íons carregados negativamente (chamados ânions), são expressos em milimol carga por litro (mmolc.L-1). Os ânions bicarbonato (HCO₃⁻) e o carbonato (CO₃⁼) são usados para o ajustamento da RAS pela precipitação do carbonato de cálcio. Concentrações de cloreto (Cl⁻) são necessárias para identificar problemas potenciais de toxicidade deste íon em plantas.

O carbonato não é geralmente o maior constituinte, a não ser que o pH da água exceda de 8,0. O potássio (K⁺) pode estar presente, mas suas concentrações mantêm-se baixa.

O pH é um importante fator na avaliação da conveniência de uma água para irrigação. O pH é um índice que caracteriza o grau de acidez ou de alcalinidade da água ou do solo. No caso das águas para irrigação, o pH normal é entre 6,5 e 8,4. Águas com pH acima de 8,4 podem provocar entupimentos nos sistemas de irrigação localizados, devido à precipitação do carbonato de cálcio (CaCO₃). Por outro lado, águas com valores de pH baixos podem corroer rapidamente os componentes metálicos do sistema de irrigação por aspersão.

O Boro é outro fator a ser observado. Está presente nas águas subterrâneas em concentrações relativamente altas, acontecendo o contrário nas águas de fontes superficiais. Expresso em mg/L, é tóxico para algumas plantas em concentrações menores do que 1,0 mg/L.

Além das características físico-químicas, outros fatores também devem ser levados em consideração e analisados em conjunto, quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação. Entre esses fatores podem ser apontados:

- Características do solo;
- Tolerância das culturas a serem exploradas;
- Condições climáticas locais;
- Manejo de irrigação e drenagem.

As diretrizes utilizadas na classificação do grau de restrição da água para irrigação referem-se aos problemas potenciais, tais como salinidade, permeabilidade ou infiltração, toxicidade de íons específicos e outros, sobretudo aos efeitos ao longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas, nas condições e manejo agrícola.

Produção de plantas irrigadas com água salobra

A mamona (*Ricinus communis*) é uma planta rústica, resistente à seca e produz em média uma boa quantidade de biomassa, 20 ton/ha. Sua capacidade de resistir ao estresse hídrico é uma das principais características e motivo para seu cultivo na região semiárida. Apesar de apresentar um alto teor de proteínas, não é recomendável seu uso para ração animal, uma vez que ela apresenta princípios ativos tóxicos e alergênicos. Irrigada com água salobra, apresentou produtividade baixa (11 ton/ha), mesmo mantendo teores dentro da média em matéria seca (26,95%). Por ser uma cultura que exige maior espaçamento para plantio, e ter limitação para uso animal, seu plantio irrigado com água salobra em pequena propriedade tende a ter baixa adesão.

A variedade de milho BRS Catingueiro foi desenvolvida para a região semiárida, tendo como principal característica a precocidade, podendo ser colhida em até 90 dias, com

produtividade média de duas a três toneladas por hectare. Fora do ciclo de chuvas e irrigado com água salobra, seu rendimento foi baixo, com apenas 500 kg/ha. Porém, dada a importância da cultura na produção de concentrado energético para os animais, pesquisas complementares devem ser realizadas para que se melhore sua produção fora do período chuvoso.

Estudos realizados pela Embrapa Semiárido e por outras instituições de pesquisa e ensino do Nordeste têm mostrado que o cultivo e a utilização de forrageiras arbóreas ou arbustivas, introduzidas e adaptadas às condições climáticas da região, servem para amenizar e superar o problema da estacionalidade de alimento. Entre estas espécies destacam-se a gliricídia e a leucina. A maniçoba, é uma planta nativa da caatinga que como as demais plantas do gênero *Manihot*, produzem em seu metabolismo o ácido cianídrico, tóxico aos animais, mas que pode ser eliminado na sua secagem. Estas plantas irrigadas com água salobra apresentaram ótimas produtividades no primeiro corte, nove meses após seu plantio. Este período é recomendado para o estabelecimento das culturas.

As três espécies de plantas quando submetidas a altas quantidades de sais, tratando-se de uma situação acima do normal em termos de carga salina. Apesar da maniçoba não resistir ao estresse ao qual foi submetida, não significa que em situações mais brandas de teores salinos, os produtores não consigam manter sua produção. A gliricídia e a leucena, dentro das condições de alta salinidade, mostram-se promissoras para a manutenção da alimentação do rebanho em épocas críticas.

Mesmo considerando a indisponibilidade de recursos hídricos para a maioria da população sertaneja, um enorme avanço está a caminho para quem dispõe de água de boa qualidade para irrigação. Para comunidades difusas, que dispõem apenas da água salobra, a novidade está na possibilidade de produção familiar da palma forrageira utilizando essa água.

Utilização de águas salinas na piscicultura

Devido às altas concentrações de sal em águas de poço ou mesmo as águas resultantes do concentrado, após o tratamento via membranas, excedente da dessalinização, não se pode simplesmente lançar este concentrado no meio-ambiente, assim é possível implementar um sistema de criação de tilápias alimentado pelo rejeito do sistema de dessalinização.

Tilápias são peixes que suportam águas com concentrações superiores a 15 g/L de sal e pH entre 6 e 8,5, tendo um ótimo valor nutricional. Elas se reproduzem facilmente e crescem rapidamente. A Tilápia do Nilo é uma das espécies mais procuradas para criação em escala industrial, por apresentar rápido crescimento, grande rusticidade, fácil manejo e alto nível de rendimento. Além disso, possui carne de ótima qualidade, poucas espinhas e de bom paladar.



Figura 2. Peixe tilápia proveniente da piscicultura utilizando águas salinas.

METODOLOGIA

Devido à escassez de água na região do Nordeste, a população sentiu necessidade de buscar águas por outras fontes, dessa forma vários poços foram cavados. No entanto, a utilização de águas subterrâneas não deve ocorrer sem tratamento prévio.

Além disso, atualmente com a transposição do rio São Francisco, muitos dos poços que eram utilizados para fins de subsistência, hoje estão parados sem uso. Portanto alguns dos destinos para essas águas subterrâneas que contém grande quantidade de sais dissolvidos é a utilização na agricultura, bem como na piscicultura. Além disso uma tecnologia bastante inovadora no momento é a utilização de sistemas de membranas para a dessalinização e purificação de águas com destino ao consumo humano.

A metodologia de pesquisa utilizada, dessa forma, para elaborar este artigo foi o estudo de caso. O presente estudo foi realizado com base nos dados acerca dos poços cadastrados em algumas cidades da Paraíba, e algumas metodologias de uso dessas águas.

RESULTADOS

Ao todo, são 3.676 poços cadastrados no Estado da Paraíba, sendo 95% artesanais, de grande profundidade. Na região da Rainha da Borborema a procura pela perfuração de poços artesanais aumentou significativamente. Empresas legalizadas no seguimento reclamam da falta de fiscalização por parte do conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea-PB) e aumento das perfuratizes clandestinas (FIGUEIREDO, 2016).

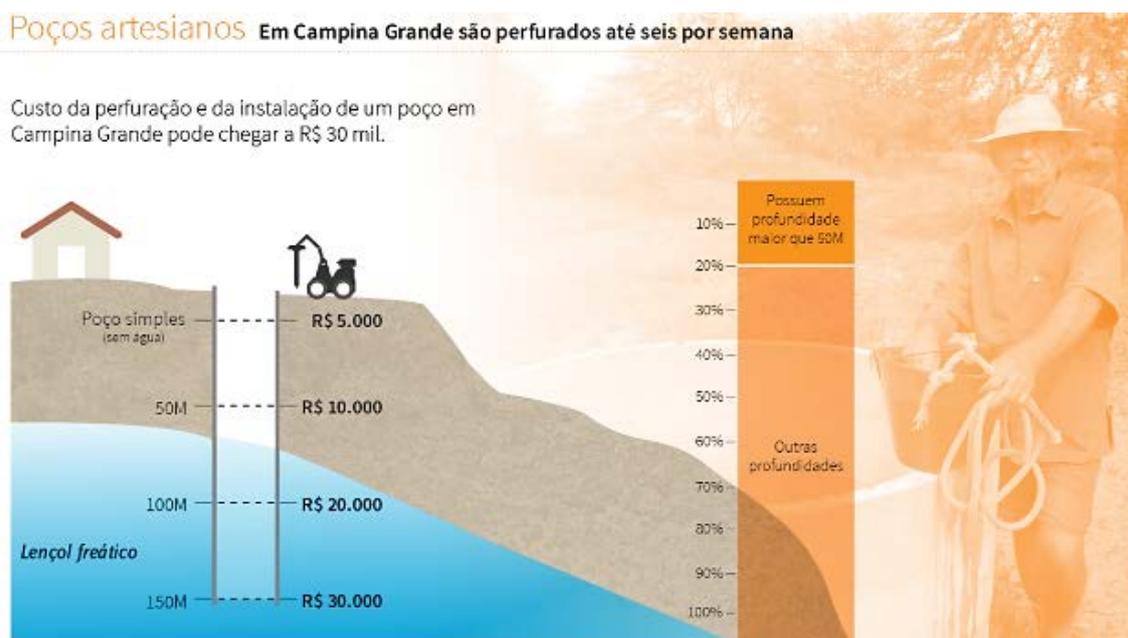


Figura 3. Perfuração de poços em Campina Grande.

A presença de águas no subsolo varia de profundidade de acordo com diversos fatores relacionados ao solo, como declividade, porosidade das partículas, altitude, vegetação, entre outros. Quanto mais distante da superfície estiver os aquíferos, mais profundo terá de ser o poço para obtenção de água.

Ao chegar nessas camadas saturadas de água por meio de perfurações, ocorre o bombeamento dessas águas para a superfície para uma finalidade de uso, como o consumo próprio humano, uso doméstico, entre outros.

No entanto, a avaliação da qualidade dessas águas subterrâneas é extremamente importante, pois muitas vezes estas vêm com altas concentrações de sais dissolvidos, sendo tratadas como águas salobras ou salinas. De forma que são impróprias para consumo direto.

Uma alternativa altamente viável para melhorar a qualidade dessas águas é a utilização de tecnologias com o uso de membranas para a dessalinização. Uma alternativa nova no mercado, porém bastante eficaz na remoção de impurezas.

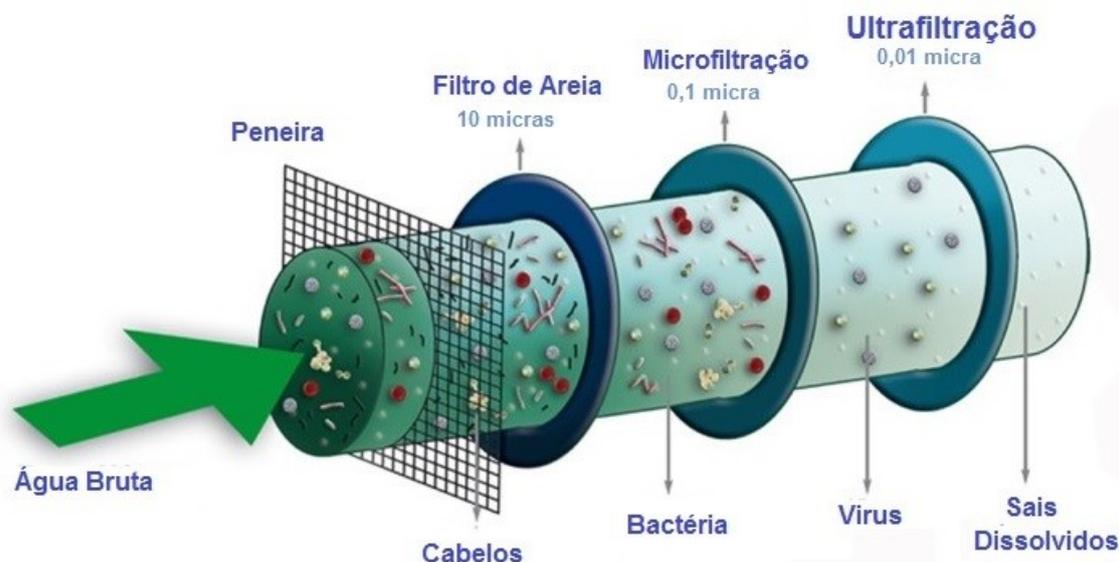


Figura 5. Tecnologia de membranas.

Membranas de nanofiltração são capazes de remover até vírus e bactérias de águas não tratadas. Portanto o uso de membranas para o tratamento de águas subterrâneas, tornam essas águas próprias para consumo humano.

O resíduo da filtração com membranas, por conter altas concentrações de sais podem ser destinados à piscicultura, como por exemplo o cultivo de tilápias, que são peixes capazes de suportar águas com concentrações de sais a cima de 15g/L.

Outro destino para o uso de águas de poços é na agricultura de irrigação, no cultivo de algumas plantas como, mamona, milho catingueiro e glicíndia, que conseguem ser cultivados com águas salobras, sem alteração em suas composições nutricionais.

CONCLUSÃO

O presente trabalho, portanto, abordou o tema da escassez de água no Nordeste e a necessidade que a população teve de implementar uma política de perfuração de poços afim de obter o mínimo de água para subsistência. E como o número de poços atualmente é grande na região da Paraíba.

Além disso foi abordado a necessidade de avaliação do controle de qualidade dessas águas antes do consumo humanos, pois muitas dessas águas são salobras ou salinas, contendo grande concentrações de sais dissolvidos, sendo dessa forma impróprias para consumo humano e uso doméstico.

Dessa maneira, alternativas para o uso de águas salobras ou salinas é o uso na irrigação e agricultura, no cultivo de plantas como mamona, que conseguem suportar o cultivo sem alterações nutricionais na composição. Outra alternativa para a utilização de águas salinas com altas concentrações de sais é o uso na piscicultura, no cultivo de tilápia, por exemplo.

Por fim, uma tecnologia que vem sendo largamente utilizada é o processo de separação e dessalinização via membranas, permitindo, dessa forma que águas salobras ou salinas possam ser apropriadas para consumo humano ou uso doméstico.

REFERÊNCIAS

- ANADÃO, P. **Ciência e tecnologia de membranas**. São Paulo: Artliber, 2010.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- HERMES, L.C.; ARAÚJO, G.L.G.; FAY, E.F.; BOEIRA, R.C. Potencial de uso das águas salobras em sistemas produtivos visando o aumento da capacidade de suporte das comunidades difusas do semiárido com mínimo impacto ambiental. In: Fórum de Divulgação dos Resultados de Pesquisas: Avanços e Oportunidades, 1., 2014, Jaguariúna, SP. Anais... Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2014.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; ARAÚJO, O. J.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 1997, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 1997. v.1, p.51-57.
- PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C.; PAULINO, R.V.; MATOS, A.N.B. Sistema de produção usando o rejeito da dessalinização de água salobra no semi-árido brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 13, 2004, Cuiabá, Livro de resumos... Cuiabá: ABAS, 2004
- REBOUÇAS, A. C. Potencialidade de água subterrânea no semiárido brasileiro. In: Seminário Água Salobra: Fonte de água potável e alternativa de uso do rejeito da dessalinização. 1999, Petrolina. Anais... Petrolina, 1999.
- SILVEIRA, M. C.; FRANÇA, K. B. Avaliação do desempenho de um sistema de dessalinização via osmose inversa para águas salobras. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 10. Anais. São Paulo: USP, 2009.
- SITE CABANA-ON.COM. **Águas no Nordeste: solução está na terra**. Disponível em: <<http://cabana-on.com/Brasil/artigos/artigo30.html>>. Acesso em: 13 dez. 2018.
- SOUZA, A. R. C. **Soluções sustentáveis no uso de águas subterrâneas na Cidade de João Pessoa-PB**. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2015.
- SOUZA, L. F. Dessalinização como fonte alternativa de água potável. **Revista Norte Científico**, v. 1, n. 1, 2006.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.