



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPEs – LATINDEX
Nº. 13 – Ano VII – 05/2018
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Dessalinização de águas: o cenário atual brasileiro e suas projeções

Prof. Dr. Cristiano Agenor Oliveira de Araújo
Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM
Campus Mucuri/Teófilo Otoni - Minas Gerais - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8015054807690894>
E-mail: cristianoagenor@ufvjm.edu.br

Cristian Campos Nunes
<http://lattes.cnpq.br/1213904109721035>
Felipe Teixeira Borges
<http://lattes.cnpq.br/1344496973617488>
Marina Senna Flores Catta Preta
<http://lattes.cnpq.br/8730549621950207>
Lucas Matos Antunes Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2026550462123929>

Discentes do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/UFVJM

Resumo: A água doce é de extrema importância para as necessidades básicas de todos os seres habitantes no planeta e é integrante fundamental em processos industriais de produção alimentícia de uma sociedade. Porém, nem sempre seus meios de captação e disponibilidade são acessíveis, demandando assim buscas de alternativas viáveis para sua obtenção. Em face deste problema e a grande disponibilidade de água salgada nos oceanos e salobra em poços, uma solução para esta situação é o uso do processo de dessalinização. Em 1980, a capacidade mundial de dessalinização era estimada em 5 milhões de m³ dia⁻¹, já no final de 2013 a capacidade chegou à 80,9 milhões de m³ dia⁻¹. Neste trabalho foi realizada vasta revisão bibliográfica dos trabalhos voltados para dessalinização que têm sido realizados no Brasil, foram levantados dados do Programa Água Doce, principal projeto de dessalinização do governo brasileiro. Além disso, este trabalho

refere-se a um estudo sobre o a distribuição de recursos hídricos no Brasil, levantamento de dados do Programa Água Doce e projeções das regiões que sofrerão com a escassez de água no país.

Palavras-chave: Dessalinização. Recursos Hídricos. Água doce. Demanda hídrica. Projeções.

Introdução

A escassez de água doce no mundo tem preocupado a humanidade, visto que, a água é vital para a sobrevivência de todos os seres vivos, bem como é responsável por diversos ciclos de renovação do planeta.

A água é um dos recursos mais abundantes da Terra, porém, a maior parte da disponibilidade é água salgada, cerca de 97%, os outros 3%, que representam a quantidade de água doce da terra, estão distribuídos nos polos (na forma de gelo), águas subterrâneas, rios e lagos. Em relação ao total dessa água doce, quase 70% estão congelados em geleiras, outros 30% estão em águas subterrâneas profundas de difícil acesso e apenas 0,25% se encontram em rios e lagos (KALOGIROU, 2005).

Segundo relatório da Organização Mundial de Saúde (WHO/UNICEF, 2013), cerca de 768 milhões de pessoas permanece sem acesso à água tratada. De acordo com estudo publicado pela UNESCO (2003) estima-se que as mudanças climáticas serão responsáveis por cerca de 20% do aumento da escassez mundial de água, ainda neste estudo foi apontado que até 2050 entre dois e sete bilhões de pessoas sofrerão com escassez de água.

Logo, percebe-se a necessidade de procurar novas fontes de água, sendo que a dessalinização surge como alternativa devido à grande disponibilidade de água salobra e salina. Buluswar *et al.* (2014), em sua pesquisa sobre os 50 principais desafios enfrentados pelo homem, apontou que o principal deles é desenvolver um novo método de dessalinização de larga escala, de baixo custo e que utilize energias renováveis.

Os avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de diversos métodos para dessalinização de água. Entre os principais processos utilizados destacam-se a osmose reversa (OR), destilação de multiestágios flash (MEF) e destilação por múltiplos efeitos (DME), além destes métodos, destaca-se ainda a

eletrodiálise (ED), porém, este método destina-se a dessalinização de águas com baixa salinidade (COMPAIN, 2011). A dessalinização tem sido utilizada para obtenção de água potável em diversos países ao redor do globo como Estados Unidos, Emirados Árabes, Kuwait, Austrália, entre outros (KHAWAJI *et al.*, 2008).

No Brasil, os sistemas de dessalinização instalados se concentram na região do semiárido, devido aos longos períodos de seca aliado a grande quantidade de reservatórios subterrâneos de água salobra. O maior programa de dessalinização vigente no país é o Programa Água Doce (PAD). O objetivo do programa foi implantar dessalinizadores em áreas do semiárido nos poços tubulares contendo água salobra ou salina para serem usados como fonte de abastecimento (PROGRAMA ÁGUA DOCE: DOCUMENTO BASE, 2012).

O desenvolvimento econômico e a saúde individual geram mudanças nos padrões de vida da população o que impacta o consumo mundial de água, para mais ou para menos. O PIB pode indicar diversos aspectos econômicos e sociais, inclusive consumo de água. Segundo Dias *et al.* (2010) o consumo de água está diretamente associado ao valor do PIB, uma vez que, países mais ricos apresentam maior consumo médio de água per capita.

Este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão dos principais estudos sobre dessalinização desenvolvidos no país. Além disso, realizar uma estimativa das capitais litorâneas que poderão enfrentar uma situação de escassez de água nos próximos anos.

Revisão Bibliográfica

Diante do cenário atual pesquisadores brasileiros de diferentes áreas têm voltado seus olhares para o tema dessalinização. Foi feita uma revisão dos principais estudos que têm surgido no Brasil voltados para dessalinização.

Fadigas e Dias (2007) propuseram modelo de dessalinização por OR que utiliza pistões internos especiais instalados em colunas de dessalinizadores. Este modelo faz uso da energia eólica para bombear água para um reservatório superior, onde em seguida essa carga hidráulica é convertida em energia potencial gravitacional que impulsiona o pistão. Ainda segundo os autores o consumo específico de energia deste sistema seria próximo $2,8 \text{ kWh m}^{-3}$, sendo necessários dois moinhos, cujo rotor teria 3 m de diâmetro, para dessalinizar um 1 m^3 de água, a

pressão do processo seria 67 bar e a velocidade média do vento requerida seria de $8,08 \text{ m s}^{-1}$.

Brião *et al.* (2014) estudaram a viabilidade da utilização da osmose reversa para se obter água potável na região sul do Brasil através do aquífero Guarani. Sendo as águas deste reservatório em algumas regiões caracterizadas pelo elevado teor de sólidos dissolvidos, como o sulfato e o flúor. Em sua pesquisa realizaram experimentos buscando encontrar as melhores condições para o processo, a água utilizada durante os experimentos apresentava salinidade de 3000 mg L^{-1} , as melhores condições operacionais foram obtidas a pressão de 2 MPa, velocidade de fluxo cruzado de $1,61 \text{ m s}^{-1}$, sendo a taxa de produção de permeado igual a 75%.

Porto *et al.* (2001) avaliaram o comportamento da Erva-Sal irrigada com o rejeito da dessalinização de água por osmose reversa, visando a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inapropriado do mesmo. As mudas para o experimento foram plantadas em uma área de 1728 m^2 , a irrigação feita semanalmente, totalizando 75 L de água por planta por semana com salinidade média de $11,38 \text{ dS m}^{-1}$. Foi feita medição de condutividade elétrica da solução do solo para determinação dos sais totais do solo (antes e depois do cultivo) e estimativas dos quantitativos de sais acumulados nos tecidos da planta, através da determinação de cinzas totais. Estima-se que foi adicionado ao solo, para uma densidade de $1.111 \text{ plantas ha}^{-1}$, o total de $29.117 \text{ kg ha}^{-1}$ de sais, a estimativa da quantidade de sal retirada pelo cultivo da Erva-Sal é de 1.145 kg ha^{-1} . Ou seja, nas condições analisadas a retirada de sais pela Erva-Sal corresponde a 3,9% do total de sais aplicados no solo pelo rejeito.

Soares A. (2008) analisou o desempenho de um sistema de um dessalinizador com dois elementos de membranas de osmose reversa em série fazendo uso dos painéis fotovoltaicos, sem a utilização de baterias. Foi constatado que a produtividade está diretamente relacionada com a taxa de radiação solar. Para a faixa de concentração de $1200 \text{ a } 1500 \text{ mg L}^{-1}$ foi obtida uma capacidade média de produção de permeado de $0,17 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Levando em consideração os custos de componentes do sistema, de instalação e manutenção foi constatado que é possível fornecer água permeada para 41 famílias a um custo de $\text{R\$ } 6,8 \text{ m}^{-3}$.

Menezes *et al.* (2012) estudaram a dessalinização de águas salobras por adsorção de sais a partir de materiais biológicos como sementes, para

dessedentação humana familiar no Semiárido. Foi usada água de salinidade de 0,7% nos testes (de ocorrência frequente no semiárido baiano). Foram analisados 10 tipos diferentes de sementes, dentre elas a semente de umbu se destacou por conter baixo teor de sódio intrínseco (0,010%), tendo purificação prévia mais simples e removendo da água salobra cerca de 24 % do teor de sal referente a cloreto de sódio quando pulverizada e seca a 250 °C e em contato com a água por 10 min, tendo a vantagem que pode ser encontrada facilmente em grandes quantidades na região semiárida baiana.

Rosa *et al.* (2012) estudaram a adaptação de um sistema de dessalinização de pequeno porte através de seu acoplamento a um gerador fotovoltaico para sua utilização em um sistema de tratamento domiciliar do tipo SPU/dual-system. Foi verificada a necessidade de um fornecimento de 74 Wh dia⁻¹ para suprir a potência de operação para a produção de 30 L dia⁻¹ de água potável (suficiente para consumo diário de uma família da zona rural da região Nordeste do Brasil), considerando-se uma água de alimentação com 2.000 mg L⁻¹ de sólidos totais dissolvidos. Sendo que essa demanda pode ser atendida, incluindo no dimensionamento dos Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares um incremento de 20 W na unidade de geração e 30 Ah na unidade de acumulação.

Lima (S. D.,) pesquisador autodidata de Laguna, no Sul catarinense desenvolveu método de dessalinização usando pedaços de bambu com microrganismos com objetivo de atender a população do Nordeste. A água salgada é submetida a microrganismos que se estabelecem em pedaços de bambu, rico em amido que serve como fonte de alimento para os microrganismos na falta de outro, em cerca de 25 minutos a dessalinização acontece. A tecnologia se mostra atraente por ser simples, barata e gerar menos resíduos que os processos tradicionais. Segundo o pesquisador, a retirada 1 milhão de m³ de água de alimentação gera apenas 250g de resíduo.

Matos *et al.* (2016), defenderam a utilização do concentrado proveniente da dessalinização de águas como meio de cultivo alternativo de algas para a produção de biocombustíveis. Segundo os autores o concentrado poderia ser combinado com meios convencionais de cultivo, obtendo dessa forma uma produção satisfatória de biomassa. Ainda neste estudo foi constatado que a algas marinhas, como a *Nannochloropsis gaditana*, apresentam melhor desenvolvimento e maior tolerância a

elevados teores de sais, sendo cultivadas com até 75% de concentrado salino na composição do meio de cultivo. Os autores sugeriram ainda que devem ser realizados estudos sobre a produtividade dessas algas a partir do concentrado da dessalinização na região nordeste do Brasil, devido à elevada radiação solar, que supostamente melhoraria o desenvolvimento das algas.

França et al. (2012) tem usado o rejeito da dessalinização para criação de peixes (tilapia), usando o concentrado dessa criação enriquecido em matéria orgânica para irrigação da Erva-Sal (*Atriplex Nummularia*) que é usada na produção de feno para engorda de caprinos e/ou ovinos da região. Concluindo assim um sistema de produção integrado ambientalmente sustentável e sendo o grande diferencial do programa PAD. (Programa Água Doce: Documento Base 2012).

Campos (2007) avaliou a viabilidade de cinco sistemas dessalinizadores situados em municípios cearenses, no semiárido brasileiro, constatou que dois destes eram inviáveis nas condições de usos às quais estavam sujeitos. Estes sistemas apresentavam vazões diferentes (400 e 600 L h⁻¹), e não atingiam seu potencial de produção devido à falta de monitoramento e ou tempo de funcionamento, dessa forma, não atingiam o potencial de produção encarecendo os custos de produção.

Demanda hídrica brasileira e projeções

Dados obtidos no Censo Demográfico 2010 indicaram que as regiões metropolitanas de capitais dos estados situados no litoral possuem cerca de 33.890.492 de habitantes, que representa cerca de 18% da população brasileira. Incluindo a região metropolitana de São Paulo, que possui 19.683.975 habitantes, e está a poucos quilômetros do litoral, esse número alcança 53.574.467 habitantes, cerca de 28%, ou seja, mais de um quarto da população do país. Nessas regiões concentram-se os alguns dos maiores PIB's e volumes de água consumida.

O PIB pode indicar diversos aspectos econômicos e sociais, inclusive consumo de água. Segundo Dias et al. (2010) o consumo de água está diretamente associado ao valor do PIB, uma vez que, países mais ricos apresentam maior consumo médio per capita. A Tabela 1 mostra os valores de PIB per capita e população para as capitais litorâneas, para o ano de 2014.

Tabela 1 - População e PIB per capita das capitais litorâneas em 2014

Capitais	População estimada (2014)	PIB per capita (R\$)
São Paulo/SP	11.895.893	52.796,78
Rio de Janeiro/RJ	6.453.682	46.461,82
Salvador/BA	2.902.927	19.505,84
Fortaleza/CE	2.571.896	22.057,20
Recife/PE	1.608.488	31.513,07
Belém /PA	1.432.844	20.034,40
São Luís/MA	1.064.197	24.737,98
Vitória/ES	352.104	66.375,05
Natal/RN	862.044	22.128,84
Maceió/AL	1.005.319	18.205,44
João Pessoa/PB	780.738	22.366,71
Florianópolis/SC	461.524	37.546,32
Aracaju/SE	623.766	23.877,20
Macapá/AP	446.757	19.925,56

Fonte: IBGE **Cidades**.

Em relação ao consumo médio de água per capita mostrado na Tabela 2, os maiores volumes consumidos são observados no Rio de Janeiro, seguido de Florianópolis, Vitória e São Paulo, sendo estes valores já esperados, uma vez que, estas capitais apresentam um maior PIB per capita. Observa-se ainda, que nas capitais de Alagoas e Amapá, são observadas grandes discrepâncias no volume de água consumido, em relação às demais capitais, esta diferença é novamente observada, quando comparados ao consumo médio nacional, que segundo o levantamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016) era de 162 L hab⁻¹ dia⁻¹ em 2014.

Tabela 2 - Consumo de água per capita nas capitais em 2014

Capitais	Consumo médio de água per capita (L hab ⁻¹ dia ⁻¹).
São Paulo/SP	166,6
Rio de Janeiro/RJ	300,9
Salvador/BA	142,4
Fortaleza/CE	119,3
Recife/PE	103,5
Belém/PA	106,5
São Luís/MA	114,0
Vitória/ES	239,1
Natal/RN	120,8
Maceió/AL	82,0
João Pessoa/PB	152,5
Florianópolis/SC	255,7
Aracaju/SE	159,8
Macapá/AP	52,6

Fonte: Adaptado de Ministério das cidades (SNIS).

Logo a partir das informações apresentadas pretende-se estabelecer uma relação entre a demanda hídrica, o PIB e a população, objetivando estimar quais destas capitais tendem a apresentar uma situação de estresse ou escassez de água ao final da próxima década.

Embora não representem de forma real os valores de disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica, a disponibilidade hídrica per capita (DHPC) é utilizada pela ONU como parâmetro para se estimar a quantidade de água disponível por habitante em uma região (Agência Nacional de Águas - ANA, 2005). Ainda segundo a ANA (2005), valores de disponibilidade hídrica per capita (DHPC) inferiores a 500 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ caracteriza uma situação de escassez de água, entre 500 e 1.700 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ é classificada como estresse hídrico e para valores superiores a 1700 m³ hab⁻¹ ano⁻¹ é considerado como situação confortável.

Na Tabela 3 são mostrados os valores de DHPC para os estados referentes às capitais aqui abordadas, onde cinco destes se encontram em situação de estresse hídrico e pertence à região nordeste do país.

Tabela 3 - Disponibilidade hídrica per capita em 2009

Estados	População em 2009	DHPC (m ³ hab ⁻¹ ano ⁻¹)
São Paulo	41.384.039	1.821
Rio de Janeiro	16.010.429	1.833
Bahia	14.637.364	2.461
Ceará	8.547.809	1.815
Pernambuco	8.810.256	1.067
Pará	7.431.020	151.651
Maranhão	6.367.138	13.308
Espírito Santo	3.487.199	5.396
Rio Grande do Norte	3.137.541	1.349
Alagoas	3.156.108	1.412
Paraíba	3.769.977	1.222
Santa Catarina	6.118.743	10.082
Sergipe	2.019.679	1.307
Amapá	626.609	312.795

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2015).

Logo, em caso de escassez de água nas fontes convencionais a dessalinização se apresenta como possível solução para o problema, especialmente devido à proximidade entre os aglomerados urbanos e o Oceano Atlântico.

Materiais e Métodos

Os artigos referenciados neste trabalho foram encontrados através de pesquisas nos sites *Science direct* e *Scielo*. Estes trabalhos foram selecionados de acordo com tema e ano de referência, buscando obter estudos mais recentes sobre a dessalinização.

Para realizar a estimativa da população no ano de 2030, foram utilizados dados disponíveis no site do IBGE sobre projeções da população brasileira e seus

estados, sendo a taxa de crescimento populacional utilizada para cada capital a mesma dos seus respectivos estados.

Foram utilizados os mapas do andamento do PAD, disponíveis no site do MMA, para a contagem e construção da Tabela 6 com relação às obras que foram contratadas, que estão em execução e que foram finalizadas, referentes ao mês de março de 2016.

A partir dos dados sobre disponibilidade hídrica dos estados apresentados na Tabela 10, foi realizada uma projeção para o ano de 2030, onde foi adotado que a disponibilidade hídrica seria constante, sendo considerado apenas o aumento populacional (Tabela 5).

Resultados e Discussões

A Tabela 4 lista de forma objetiva os trabalhos aqui referenciados e desenvolvidos por pesquisadores brasileiros e que buscam atender a demanda das regiões do Brasil que já sofrem ou que poderão sofrer pela escassez de água.

Tabela 4 - Trabalhos voltados para o tema dessalinização desenvolvidos no Brasil

Estudos realizados	Região de interesse do estudo	Pesquisadores
Reaproveitamento do Rejeito da dessalinização para cultivo de algas.	Semiárido brasileiro	Matos <i>et al.</i> (2016).
Utilização da osmose reversa para obtenção de água potável a partir do aquífero Guarani.	Região Sul do Brasil.	Brião <i>et al.</i> (2014).
Propuseram sistemas de dessalinização por osmose reversa utilizando pistões especiais.	Região Sudeste estado de São Paulo.	Fadigas e Dias (2007).
Uso do rejeito da dessalinização para cultivo da erva-sal.	Semiárido brasileiro.	Porto <i>et al.</i> (2001).
Análise do desempenho de um sistema de um	Semiárido brasileiro.	Soares A. (2008).

dessalinizador com dois elementos de membranas de osmose reversa em série fazendo uso dos painéis fotovoltaicos.		
Adsorção de sais presentes na água por espécies de sementes de plantas típicas ou bem adaptáveis em regiões semiáridas.	Semiárido brasileiro.	Menezes <i>et al.</i> (2012).
Adaptação de um sistema de dessalinização de pequeno porte através de seu acoplamento a um gerador fotovoltaico para sua utilização em um sistema de tratamento domiciliar.	Semiárido brasileiro.	Rosa <i>et al.</i> (2012).
Método de dessalinização usando pedaços de bambu com microrganismos.	Semiárido brasileiro.	Galdino Santana de Lima
Avaliação da viabilidade de dessalinizadores no Ceará.	Semiárido brasileiro	Campos (2007).

Dentre as capitais os maiores PIB's per capita e volumes de água consumidos por pessoa atualmente são das capitais Vitória/ES, São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ e Florianópolis/SC e as projeções apontam que essas capitais continuarão a consumir mais água que as demais em 2030, o que demonstra a relação direta entre consumo de água e PIB.

Tabela 5 - Disponibilidade hídrica per capita em 2030

Estados	População estimada em 2030	DHPC (m ³ hab ⁻¹ ano ⁻¹)
São Paulo	48.437.934	1.555,8

Rio de Janeiro	17.441.020	1.682,6
Bahia	15.863.601	2.270,8
Ceará	9.566.063	1.621,8
Pernambuco	10.112.795	929,6
Pará	9.321.910	120.889,6
Maranhão	7.374.604	11.489,95
Espírito Santo	4.481.671	4.198,6
Rio Grande do Norte	3.847.580	1.100,1
Alagoas	3.514.114	1.268,2
Paraíba	4.274.504	1.077,8
Santa Catarina	8.041.587	7.671,3
Sergipe	2.534.193	1.041,6
Amapá	983.304	199.328,1

Percebe-se na Tabela 5, que dos 14 estados analisados, apenas seis estarão em situação confortável, sendo que todos os demais se encontrarão em situação de estresse hídrico. Observa-se ainda, que dos oito estados restantes, as piores projeções são esperadas para os estados de Pernambuco, Sergipe e Paraíba. Uma vez que, a DHCP considera os valores médios para a população em um estado, estes valores são admitidos para suas capitais.

Tabela 6 - Mapa da situação das obras do PAD por estado (MARÇO 2016)

Situação das Obras do PAD (POR ESTADO)			
Estado	Contratadas	em execução	Finalizadas
Alagoas	25	0	0
Bahia	97	26	23
Ceará	136	12	72
Paraíba	27	13	5
Rio Grande do Norte	42	5	16
Sergipe	35	5	5
TOTAL	362	61*	121

*Número através da contagem pela análise dos mapas, na legenda oficial o número é 65. Fonte: <http://aguadoce.mma.gov.br/mapas.php>

Baseado nos dados obtidos (Tabela 6) quanto a situação do PAD, ao cruzar as informações do panorama das situações das obras com os dados dos convênios em relação ao número de sistemas, observa-se que se somadas todas as situações de obras, as mesmas representam apenas cerca de 40,08% do total de sistemas. Sendo que a maioria do total das obras em andamento são as contratadas, por volta 66,54%, enquanto as em execução 11,21% e as finalizadas 22,25%. Sendo assim, faz-se notar que a situação de andamento do PAD ainda não é a ideal, pois ao levar em conta a meta de atender 1,5 milhões de pessoas beneficiadas até 2019, o progresso está acontecendo lentamente.

Conclusão

Propôs-se neste trabalho realizar um estudo dos processos de dessalinização, bem como, avaliar sua aplicação no Brasil, além de estimar, através de projeções, quais capitais brasileiras enfrentarão problemas com a escassez de água ao fim da próxima década. Percebe-se que o grande foco das pesquisas sobre dessalinização no Brasil é a região semiárida do país, por conta dessa região historicamente sofrer com a escassez de água.

Em relação às estimativas sobre as capitais litorâneas brasileiras, conclui-se que, devem ocorrer mudanças nos hábitos de consumo de água, principalmente para as capitais ditas como mais ricas, sendo evidenciada esta afirmativa através das projeções preocupantes em termos de disponibilidade hídrica. Neste sentido propõem-se ainda, que sejam implantados nestas cidades sistemas de dessalinização que busquem aproveitar o potencial para o fornecimento de água destas, similarmente ao que ocorre em cidades dos Estados Unidos, Oriente Médio, Austrália, entre outros.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Cadernos de recursos: Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005.

BULUSWAR, S.; MEHTA, Z. F. P.; MITRA, S.; SATHRE, R.; **50 Breakthougs – Critical scientific technological advances needed for sustainable global development**. Berkelye: Institute for Globally Transformative Technologies at the Lawrence Berkeley National Lab - LIGTT, 2014.

BRIÃO V.B.; MAGOGA, J.; HEMKEIMEIER, M.; BRIÃO, E. B.; GIRARDELI, L.; SBEGHEN; L.; FAVARETTO, D. P. C.; **Reverse osmosis for desalination of water from the Guarani Aquifer system to produce drinking water in southern Brazil**. Passo Fundo: Elsevier - Desalination, v.344, p.402–411, 2014.

CAMPOS, R. T.; **Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses**, Brasília: Rev. Econ. Sociol. Rural vol.45 no.4 Out./Dec. 2007.

COMPAIN, P. **Solar energy for water desalination**. In: International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry, 1., 2011, Montigny-le-Bretonneux, France: Elsevier - Procedia Engineering, v.46, p.220-227, 2012.

DIAS, D. M.; MATINEZ C. B.; LIBÂNIO M. **Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água**. Revista Engenharia Sanitária, Belo horizonte,v.15. n.2, p.155-166. Abr./Jun. 2010.

FADIGAS, E.A.F.A.; DIAS, J.R. **Desalination of water by reverse osmosis using gravitational potential energy and wind energy**. São Paulo: Elsevier – Desalination, nº.237, p.140–146, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades>>. Acesso em 19 de fev. de 2017.

KALOGIROU S. A. **Seawater desalination using renewable energy sources**. Nicósia, Chipre: Elsevier - Progress in Energy and Combustion Science, v.31, p.242–281. 2005.

KHAWAJI A. D.; KUTUBKHANAH I. K.; WIE J. **Advances in seawater desalination technologies**. Grécia: Elsevier – Desalination, v.221, p.47-69, 2008.

LIMA, G, S. **“Dessalinizador Natural”** Disponível em: <<http://ondinas-ta.com.br/dessalinizador-natural>>. Acesso em: 31 de março de 2017.

MENEZES, J. S. da., CAMPOS V. P., COSTA T. A. de. **Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra a partir de sementes de umbu (*Spondias tuberosa Arruda Câmara*)**, Química Nova, v. 35, p. 379-385, 2012.

MISNISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Programa Água Doce: Documento Base 2012.** Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/41-agua-doce>>. Acesso em: 26 de set. de 2016.

MMA. **Programa Água Doce.** Disponível em: <<http://aguadoce.mma.gov.br/mapas.php>>. Acesso em: 23 de jan. 2017.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; ARAÚJO, O. J.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*).** Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.111-114, 2001.

ROSA D. J. M., ZILLES R., FEDRIZZI M. C. **Dessalinização de água para uso domiciliar com sistemas fotovoltaicos.** In: IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES, 2012, São Paulo.

SILVEIRA, A. P.; NUVOLARI, A.; DEGASPERI, F. T.; FIRSOFF, W. **Dessalinização de Águas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SOARES, A. K, C. **Avaliação de um dessalinizador via osmose inversa usando energia solar fotovoltaica: estudo do consumo energético e custos.** Dissertação de Mestrado, CCT/UFCG, Campina Grande – PB, 97p. 2008.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2014. Brasília, 2016.

UNESCO; 2003. **Water for people – water for life – the United Nations World Water development report**, UNESCO Publisihing / Berghahn Books.

WHO/UNICEF. 2013. **Progress on Sanitation and Drinking-Water: 2013 Update.** New York, WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 05/2018

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424

Periódico Científico Eletrônico divulgado nos programas brasileiros *Stricto Sensu*

(Mestrados e Doutorados) e em universidades de 38 países,

em diversas áreas do conhecimento.