



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

# PRODUÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA DESSALINIZADA EM PLATAFORMA DE PETRÓLEO

Hélio Ribeiro Gomes Filho<sup>1</sup> - heliogfilho@gmail.com

Edêmea Faria Carlos da Rocha<sup>2</sup> - edemearocha@gmail.com

Vicente de Paulo Santos de Oliveira<sup>3</sup> - vicentedepaulosantosdeoliveira@yahoo.com.br

## Resumo

As plataformas de petróleo contam com dois tipos de dessalinização para produção de água em suas unidades: destilação a vácuo cujo princípio consiste em destilar a água do mar através da geração de vácuo e diminuindo a temperatura de ebulição e por osmose reversa onde a água do mar percorre um conjunto de membranas retendo as partículas salinas. Com o aumento da demanda do consumo em função do aumento do contingente de bordo para a manutenção das unidades (degradação por tempo decorrido de operação), algumas unidades dessalinizadoras apresentam dificuldades no atendimento de suas propostas de projeto. Problemas de manutenção, dimensionamento, depreciação do sistema, podem ser apontados como causas da perda de eficiência e consequente da autonomia da plataforma na produção e consumo de água doce. Situação que remete a necessidade de um aporte significativo de água doce, enviada às unidades de produção via rebocador. Os rebocadores são o principal meio de suprimento de insumos às unidades da bacia de Campos para o transporte de alimentos, materiais, equipamentos, água doce entre outros. No entanto, além do custo operacional deste transporte, aumenta-se a captação e tratamento de água do manancial conhecido como Brejo da Severina.

**Palavras chave:** Dessalinização. Plataforma de petróleo. Osmose reversa.

## Introdução

A escassez de água é cada vez mais um problema atual que afeta vários setores da sociedade, ameaçando também a sustentabilidade ambiental. Como resposta, surgem novas propostas para disponibilidade de água potável às populações e setor industrial, dentre elas, a dessalinização para o tratamento da água do mar ou salobra.

Enquanto o processo de captação e tratamento de água proveniente de rios e lagos tornam-se mais dispendiosos (considerando-se sua redução e grau de contaminação), a dessalinização, antes limitada pelo alto custo de implantação e manutenção do projeto, encontra-se atualmente mais acessível, em função da grande quantidade já instalada em várias partes do mundo e não somente em países ricos, como no princípio.

A dessalinização foi muito utilizada inicialmente para abastecer os municípios e indústrias de regiões áridas e semiáridas, no entanto, esta tecnologia tem se tornado um excelente aliado como recurso primário para o tratamento de água e, sobretudo nas décadas mais recentes,

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Ambiental – Instituto Federal Fluminense (IFF).

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Ambiental – Instituto Federal Fluminense (IFF).

<sup>3</sup> Prof. Dsc. Diretor da Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental (UPEA) Instituto Federal Fluminense (IFF)



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

tem sido cada vez mais utilizada. Os impactos ambientais e econômicos são os principais aspectos que condicionam a proliferação desta técnica de tratamento de água (ARAÚJO, 2013).

Pode-se ressaltar que esta técnica se difunde rapidamente, não apenas com o propósito de uso domiciliar, mas também para fins industriais. No Brasil e no mundo tem sido muito utilizada no segmento de petróleo, especialmente nas plataformas em alto mar.

As plataformas de petróleo são sistemas operacionais de extração, processamento e transferência de petróleo e gás natural e podem ser do tipo: de perfuração ou de produção.

Conforme BESSA (2010), as plataformas de perfuração servem para encontrar o óleo em poços ainda não explorados, uma tarefa nada fácil, que tem início com a partir de uma série de pesquisas geológicas e geofísicas que localizam bacias promissoras e analisam os melhores pontos para perfurá-las.

Após ser perfurado, o poço passa por várias etapas até estar apto a produzir, neste momento são instaladas as plataformas de produção para operacionalização do campo produtor. BESSA (*op cit*) ressalta: São elas que efetivamente extraem o petróleo localizado no fundo do mar, levando-o à superfície, onde o óleo é separado de outros compostos, como água e gás. Dependendo da profundidade em que se encontra o poço, podem ser construídos dois tipos de plataforma de produção: as fixas e as flutuantes, chamadas de semissubmersíveis.

Assim como nas indústrias convencionais, essas unidades fora da costa (plataformas offshore) dependem do uso intensivo de água para a operação e manutenção dos seus sistemas industriais. As unidades operacionais de produção de petróleo da bacia campos, contam com dois tipos principais de tecnologias na produção de água dessalinizada: destilação a vácuo cujo princípio consiste em destilar a água do mar através da geração de vácuo e diminuindo a temperatura de ebulição e por osmose reversa onde a água do mar percorre um conjunto de membranas retendo as partículas salinas.

Os sistemas de dessalinização nem sempre estão dimensionados para suprir as atuais necessidades diárias de consumo da unidade operacional, situação que se agrava se considerarmos a depreciação dos equipamentos em função do tempo de operação, problemas de manutenção, aumento da capacidade de processamento, entre outros, que podem contribuir para o déficit na oferta de água produzida. O que corrobora SATAMINNI, 2010 apud FREITAS (2011).

Estima-se que as plataformas de petróleo utilizam em média 60.000 litros de água doce por dia, sendo esse número o somatório da água utilizada para consumo humano, para abastecer banheiros e acomodações e a água industrial, que é a água utilizada para produzir vapor em caldeiras que abastecem as turbinas (p.15).

Com o objetivo de complementarem suas demandas, as plataformas contam com o suprimento adicional de água potável que é transportada da base operacional em terra através de rebocadores até à unidade de produção marítima.

A água captada em Macaé – RJ, na localidade denominada Brejo da Severina é processada na estação de tratamento de água localizada na base das plataformas em Imbetiba, junto a um Píer, onde é coletada pelos navios rebocadores e transportada até as plataformas, que estão localizadas a uma distância de 170 km e 200 km da costa de Macaé. Apesar da excelência no tratamento desta água produzida na Estação de Tratamento de Água - ETA de Imbetiba, o transporte através de rebocadores pode comprometer sua qualidade pela possibilidade de contaminação nos tanques de armazenamento ou durante o processo de transferência para a plataforma. Neste estudo pretende-se investigar as melhores práticas alcançadas no processo de dessalinização de água salgada e identificar a contribuição socioambiental desta prática.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

### 1. - Método

A metodologia utilizada no presente estudo baseou-se em dados secundários com pesquisa bibliográfica sistemática na literatura acadêmica e pesquisa documental obtida na base de dados BDTD do IBICT e SCIELO. Utilizou-se ainda o site de buscas do Google Acadêmico e sites do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Organização das Nações Unidas (ONU).

### 2. - Dessalinização da água

A dessalinização consiste na remoção ou redução da concentração de sais e sólidos dissolvidos da água salgada, para obter água doce. Removendo ainda outros componentes químicos, orgânicos e biológicos, se aplica a água do mar ou água salobra.

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 forma 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 apud ARAÚJO 2013 p.10).

A separação do sal da água, por evaporação, é uma prática antiga, utilizada pelo homem bem antes da era cristã, quando o bem maior não era a água e sim o sal. O processo era natural como no ciclo hidrológico. No período das grandes navegações marinheiros usavam a técnica na tentativa de obter água doce.

A ideia da dessalinização é bem antiga. Há milhares de anos, marinheiros já usavam a evaporação solar para separar o sal da água do mar. Hoje em dia, as usinas empregam técnicas como destilação, osmose reversa, dessalinização térmica e congelamento (ROCA, 2014).

Para ARAÚJO (2013), a dessalinização é um processo de tratamento, com grande potencial, mas ainda pouco utilizada, globalmente, como fonte primária para abastecimento de água, no entanto, ao passo que a tecnologia nesta área evolui, as perspectivas futuras são cada vez mais promissoras.

A ideia da dessalinização é bem antiga. Há milhares de anos, marinheiros já usavam a evaporação solar para separar o sal da água do mar. Hoje em dia, as usinas empregam técnicas como destilação, osmose reversa, dessalinização térmica e congelamento (ROCA, 2014).

O processo de dessalinização, embora apresente um custo ainda elevado, se comparado ao processo convencional de obtenção de água potável, deve ser analisado como uma possibilidade futura. Conforme relatório WHO (2007), mais de 12.000 plantas de dessalinização estava em operação em todo o mundo produzindo cerca de 40 milhões de metros cúbicos de água por dia.

A dessalinização, antes restrita aos países ricos, como os pertencentes à Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP), EUA e Europa, já começa a ser utilizada em outras regiões. SOUZA (2006) cita que:

Muitos países no Oriente Médio descobriram que a solução disponível para o problema da escassez de água doce era a dessalinização da água do mar ou salobra. No final de 1991, tinha sido instalado em todo o mundo, um total de 8.886 unidades de dessalinização com capacidade



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

total de 15.562 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/dia. A proporção maior de capacidade está instalada na Arábia Saudita (24,4%), seguida dos EUA (15,2%), Os Emirados Árabes (10,6%) e Kuwait (9,1% (p.85).

A quantidade de água doce produzida no mundo a partir deste processo está crescendo rapidamente. À medida que a necessidade de suprimentos de água doce se torna maior, com isso melhoram as tecnologias CAMPOS (2007) e os custos unitários são reduzidos. A substituição de membranas representa um ponto crítico na manutenção do sistema.

Porém encontra-se com valores mais acessíveis diminuindo cerca de 10% por ano. A estimativa de mercado é que dentro de 5 anos, o custo das membranas deve cair cerca de 29% (WATERONLINE, 2010 *apud* Freitas 2011).

Conforme CAMPOS (2007), na formação dos custos, de um aparelho de dessalinização por osmose reversa, o valor das membranas chega a atingir o percentual de até 67% do valor total de um aparelho com vazão de 1.800 litros/hora.

Independente do custo de produção, que pode variar de acordo com o processo de dessalinização adotado, disponibilidade energética, e condições físico químicas da água processada, a adoção do processo de dessalinização em navios e plataformas de petróleo, torna-se extremamente viável, pois, transforma um produto abundante disponível em recurso utilizável, e ainda apresenta a vantagem de se obter água pura, desmineralizada, essencial para aumento da vida útil dos equipamentos industriais.

Podem ser diversas as origens de água para o processo de dessalinização. Além dos recursos superficiais, como os mares e oceanos que fornecem água salgada, outras fontes, de origem subterrânea, como os aquíferos, podem fornecer água salobra e salgada. Esta última origem representa cerca de 1% da totalidade de água existente no planeta (NRC, 2008 *apud* ARAÚJO 2013 p.9).

Portanto além do benefício econômico e ambiental a dessalinização da água no Brasil, por exemplo, pode representar uma das principais alternativas no combate a seca no Nordeste. Conforme CAMPOS (*op cit*), o Ceará detém 9,6% do espaço geográfico nordestino, sendo o único estado brasileiro em que o semiárido ocupa 93,5% da sua área total, portanto, tornando-se bastante vulnerável aos efeitos da seca.

O Programa "Água Doce" do Ministério do Meio Ambiente prevê no nordeste, o uso de água doce a partir de água subterrânea salobra ou salina que é captada por meio de poço tubular profundo e armazenada em um reservatório de água bruta. Em seguida, essa água passa pelo dessalinizador, que utiliza o processo de osmose reversa (MMA, 2013). O projeto prevê o acesso mínimo de 5 litros de água potável por pessoa/dia nas localidades beneficiadas.

Para torná-las potáveis, ou seja, apropriada ao consumo humano, é necessário fazer a dessalinização, a qual a água passa por processos. Em todo o mundo são adotados quatro métodos diferentes para promover a conversão da água salgada em doce: a osmose inversa, a destilação multiestágios, a dessalinização térmica e o método por congelamento. São eles (SABESP, 2014.):

**I) Osmose inversa:** também conhecida como osmose reversa, ocorre quando se exerce forte pressão em uma solução salina. A água atravessa uma membrana semipermeável, dotada de poros microscópicos, responsáveis por reter os sais, os microorganismos e outras impurezas. Desta forma, o líquido puro se "descola" da solução salgada, ficando separado em outro local. As estações de dessalinização atuais utilizam tecnologia de ponta, com membranas osmóticas sintéticas;

**II) Destilação multiestágios:** neste processo, utiliza-se vapor em alta temperatura para fazer com que a água do mar entre em ebulição. A nomenclatura "multiestágios" se justifica por conta da passagem da água por diversas células de ebulição-condensação, garantindo um elevado grau de pureza. Neste processo, a própria água do mar é usada como condensador da água que é evaporada;



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

**III) Dessalinização Térmica:** é um dos processos mais antigos, imitando a circulação natural da água. O modo mais simples, a “destilação solar”, é utilizada em lugares quentes, com a construção de grandes tanques cobertos com vidro ou outro material transparente. A luz solar atravessa o vidro, a água do líquido bruto evapora, os vapores se condensam na parte interna do vidro, transformando-se novamente em água, que escorre para um sistema de recolhimento. Dessa forma, separa-se a água de todos os sais e impurezas. Em lugares frios ou com carência de espaço, esse processo pode ser feito gerando-se calor através de energia. A melhor solução, neste caso, é a utilização de energia solar, que é mais barata e na agride o meio ambiente, e

**IV) Congelamento:** é um processo que ainda exige estudos de viabilidade e novas tecnologias. Nele, a água do mar ou salobra é congelada. Quando a congelamos, produzimos gelo puro, sem sal. Então através do congelamento/descongelamento obtêm-se água doce.

**Figura 2** – Sistema de Dessalinização de Água Salina de Poços



Fonte: Site do Ministério do Meio Ambiente

### 3. -Produção e demanda de água doce em plataformas

No Brasil, a utilização de dessalinização pelo processo de osmose reversa teve início com a Petrobras, em 1987, para atender às suas plataformas marítimas. Desde então, devido à sua excepcional eficiência purificadora, a osmose reversa vem sendo utilizada por ser uma tecnologia moderna e muito eficiente em termos de custo para um sistema de purificação de água (FREITAS, 2011).

Com as novas expectativas de operação do Pré-Sal, espera-se um maior consumo de água doce nas atividades de produção de petróleo e gás, o que confirma Freitas (2011), segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore (SINAVAL) estima - se que a demanda por plataformas de produção de diversos tipos será 150 unidades até 2020.

Apesar da iniciativa inovadora, atualmente nem todas as plataformas encontram-se autossuficiente em produção de água doce, o que tem gerado um processo investigativo intenso a fim de eliminar as possíveis causas deste déficit e propor melhorias no sistema que levem a uma geração de água doce suficiente para atendimento a 100% da demanda das unidades operacionais.

Esta medida visa tanto à eficiência operacional quanto a diminuição de impacto ambiental, restringindo ao máximo possível o recebimento de água por navios rebocadores.

Conforme MEZZAVILLA (2013), o aumento do consumo de água doce é consequência, principalmente do aumento do efetivo de trabalhadores a bordo, necessário para atendimento a um plano de manutenção mais extenso dos equipamentos, em função do tempo do tempo de uso.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

Semelhante aos demais processos industriais, as unidades de dessalinização também perdem eficiência com o tempo, produzindo menor volume de água doce. Esses elementos associados geram um grande desafio aos gestores do processo, que necessitam atender a crescente demanda operacional, sem comprometimento da qualidade e quantidade de água disponível a bordo da unidade.

Portanto a autossuficiência em produção de água se justifica tanto pelos benefícios econômicos, quanto ambientais, haja vista a diminuição de emissões atmosféricas da combustão dos motores diesel dos navios rebocadores, e um menor volume d'água captado no manancial.

Das quinze (15) plataformas analisadas em 2012, seis (06) eram autossuficientes<sup>1</sup> em produção de água, quatro (04) encontrava-se com suas capacidades limites de produção, e cinco (05) apresentavam produções inferiores às demandas. A capacidade de produção de água doce de cada sistema depende tanto da sua capacidade nominal de projeto, quanto da eficiência operacional (MEZZAVILLA, *op cit*).

O comparativo de custo feito por Mezzavilla, entre os dois sistemas de dessalinização mais usados em plataformas de petróleo são: osmose reversa e destilação a vácuo, concluiu-se que a o custo utilizando-se osmose reversa chega a 60 % do custo pelo processo destilação a vácuo.

Valores internacionais apontam que o metro cúbico da água (1m<sup>3</sup>) dessalinizada, custa cerca de US\$ 0.60 de custo operacional e US\$ 2.00 de custo de depreciação ou amortização do equipamento. Em números redondos, temos US\$ 3.00 por metro cúbico de água dessalinizada. Já o metro cúbico da água fornecida por rebocadores para as Plataformas Offshore, custa em média US\$20,00 por m<sup>3</sup> (SATTAMINI 2010, *apud* FREITAS 2011).

O empreendimento denominado Super Porto do Açú que encontra-se em fase de implantação em São João da Barra – RJ, na Região Norte do Estado, tem causado grande impacto ambiental na Região gerando inclusive debates entre sociedade civil, empresas do setor portuario e órgãos públicos de gestão ambiental. Sendo a captação de água no Rio Paraíba do Sul, um problema a ser resolvido entre os diversos grupos de discussão. Pode-se dessa forma, sugerir inclusive a adoção pelo empreendimento, do uso de água dessalinizada como forma de atenuação dos impactos ambientais, haja vista que não necessitaria usar os recursos hídricos da região.

#### 4.- Conclusão

Observa-se que as plataformas de petróleo almejam a auto suficiência em produção de água doce, não apenas pelo valor econômico, mas também por considerar importante os indicadores ambientais, tais como diminuição da emissão de descargas atmosféricas no transporte e diminuição da captação de água doce em terra. Por seu aporte financeiro e avançadas tecnologias, tem facilidade no desenvolvimento das melhores práticas de dessalinização, o Setor Petróleo serviria como base de informações á sociedade civil. Os dados obtidos podem servir de bases para pesquisas acadêmicas, objetivando maior conhecimento das variáveis que influenciam um processo do uso de água dessalinizada. Tais informações podem nortear o desenvolvimento e otimização de novos sistemas de dessalinizadores de acordo com as necessidades socioambientais em cada região.

---

O estudo realizado por Mezzavilla (2013) considera autossuficiente, quando o sistema é capaz de atender a unidade operacional com produção excedente de 30% acima da demanda.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

### ABSTRACT

*The platforms basin fields have two types of desalination for water production in its units: vacuum distillation whose principle is to distill the sea water through the vacuum generation and lowering the boiling temperature and reverse osmosis where water the sea runs through a set of membranes retaining the salt particles. With increasing consumer demand due to the increase of the number of board for the maintenance of the units (degradation by elapsed time operation), some desalination units have difficulties in meeting their project proposals. Maintenance problems, sizing, depreciation of the system can be pointed as causes of efficiency loss and consequent autonomy of the platform in the production and consumption of fresh water. Situation which refers to the need for significant freshwater inflow, sent production units via towing vessel. The tugs are the primary means of input supply units, basin fields to transport food, materials, equipment, fresh water among others. However beyond the operating cost of transport, increases the collection and treatment of water from the spring known as the Brejo da Severina.*

**Key words:** Desalination. Oil rig. Reverse osmosis.

### 5. - Referências

ARAÚJO A.C.S.P.A. **Contribuição para o Estudo da Viabilidade/Sustentabilidade da Dessalinização enquanto Técnica de Tratamento de Água**, 2013. 125 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10362/10203> >. Acesso em: 21 de abril de 2014.

BESSA, M. **Como funciona uma plataforma de petróleo no mar?** *Revista Superinteressante*. v. 20, 2012. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-uma-plataforma-de-petroleo-no-mar>> Acesso em: 26 de abril de 2014.

BRASIL, **Programa Água Doce. Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/água/água-potável/sistema-de-dessanilizacao>>. Acesso em: 19 de abril de 2014.

CAMPOS R.T. **Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses**. *RER*, v. 45, n. 04, p. 963-984, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/resr/v45n4/a07v45n4.pdf> >. Acesso em 15 de abril de 2014.

FREITAS, T.D.N. **Produção de água a bordo de navios e plataformas**. Rio de Janeiro, 2011. 49 p. Dissertação (Mestrado). Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEZO, 2011. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/TaynaFreitas.pdf>>. Acesso em 20 de abril 2014.

MEZAVILLA G.R. **Estudo das variáveis de desempenho no processo de dessalinização e opções de melhorias visando a Autossuficiência no atendimento de água doce nas plataformas**, 2013.

ROCA J.L. **Dessalinização você ainda vai beber dessa água**. *Rev. Planeta Terra*. v. 455, 2010. Disponível em <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/meio-ambiente/dessalinizacao-voce-ainda-vai-beber-dessa-água>>. Acesso em: 19 de abril de 2014.



## IV Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos

quantidade e qualidade das águas:  
inovação tecnológica e recursos hídricos



V Fórum do Observatório Ambiental  
Alberto Ribeiro Lamego

ISSN CD-ROM 2316-5049

COMPANHIA DE ABASTECIMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO- SABESP. **Dessalinização da água**. 2014. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/interna/Default.aspx?secaold=100>> Acesso em 27 de ab./2014

SOUZA, L.F. **Dessalinização como fonte alternativa de água potável**. Rev. Norte Científico, v. 1, n. 1, p. 84-97, 2006. Disponível em: <[http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1719](http://bdtd.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1719)>. Acesso em: 20 de abril de 2014.

WHO. **Desalination for Safe Water Supply, Guidance for the Health and environmental Aspects Applicable to Desalination**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2007. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/gdwqrevision/desalination.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/desalination.pdf)>. Acesso em: 26 de abril de 2014.