



Ambiente & Água - An Interdisciplinary  
Journal of Applied Science

ISSN: 1980-993X

[ambi-agua@agro.unitau.br](mailto:ambi-agua@agro.unitau.br)

Universidade de Taubaté  
Brasil

Rocha Neves, Antônia Leila; Pereira Alves, Mailson; Feitosa de Lacerda, Claudivan; Raj  
Gheyi, Hans

Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades  
rurais de Pentecoste-CE

Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 12, núm. 1, enero-  
febrero, 2017, pp. 125-135

Universidade de Taubaté  
Taubaté, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92849789011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



## **Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades rurais de Pentecoste-CE**

[doi.org/10.4136/ambi-agua.1722](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1722)

**Received: 06 Aug. 2015; Accepted: 05 Nov. 2016**

**Antônia Leila Rocha Neves<sup>1\*</sup>; Mailson Pereira Alves<sup>1</sup>;  
Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>1</sup>; Hans Raj Gheyi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil  
Departamento de Engenharia Agrícola

<sup>2</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA, Brasil  
Núcleo de Engenharia de Água e Solo/CCAAB

\*Autor correspondente: e-mail: leilaneves7@hotmail.com,  
mailsonpa@gmail.com, cfeitosa@ufc.br, hans@pq.cnpq.br

### **RESUMO**

Os dessalinizadores de água salobra de poços são bastante utilizados para dotar as comunidades rurais do semiárido brasileiro com água potável, sendo considerada uma tecnologia social de convivência com a seca. No entanto, na dessalinização, além da água potável, é gerada uma água residuária (rejeito) altamente salina que pode gerar sérios impactos ambientais negativos. Objetivou-se avaliar a qualidade da água e a percepção dos usuários quanto aos aspectos socioambientais relacionados à utilização de equipamentos de dessalinização instalados em oito localidades em Pentecoste, Ceará (Mulungu, Muquenzinho, Irapuá, Macacos, Barra do Leme, Capivara, Lagoa da Porta e Providência). Em cada localidade, foram coletadas três amostras de água do poço, dessalinizada e de rejeito, para caracterização físico-química. Os valores de CE para o rejeito variaram de 4,2 a 7,6 dS m<sup>-1</sup>, representando riscos para o ambiente de acordo com padrões estabelecidos mundialmente. A localidade de Muquenzinho apresenta os maiores valores de pH, CE, Na e Ca para água do poço, dessalinizada e rejeito, em relação às demais localidades. A maior parte do rejeito gerado é utilizada para alimentação animal e a grande maioria da população, independente da localidade, não tem conhecimento se o uso desse rejeito causa algum dano à saúde humana ou ao ambiente.

**Palavras-chave:** água subterrânea, rejeito de dessalinizador, salinidade, Semiárido.

### **Socio-environmental aspects and quality of water from desalination plants in rural communities of Pentecoste-CE**

### **ABSTRACT**

Desalination plants are of great interest as an alternative to supply drinking water to hundreds of locations in the Brazilian semi-arid region and it is a social technology to cope with drought. However, desalination waste can contaminate groundwater and cause serious environmental impacts. The objective of this work was, therefore, to evaluate the quality of water and the perception of users regarding the socio-environmental aspects of the use of

desalination equipment installed at eight locations in the municipality of Pentecoste, Ceará. The towns of Mulungu, Muquenzinho, Irapuá, Macacos, Barra do Leme, Capivara, Lagoa da Porta, and Providência were visited. In each location, three samples were taken of desalinated well water, and desalination wastes were collected in plastic bottles, and their chemical composition was analyzed. The values of EC<sub>w</sub> of the waste ranged from 4.2 to 7.6 dS m<sup>-1</sup>, representing risks to the environment per established standards worldwide. The locality of Muquenzinho has the highest values of pH, EC<sub>w</sub>, Na and Ca at different water sources. Most of the desalination waste generated is used for animal feed and the vast majority of the population, regardless of location, is not aware whether the use of waste water may be harmful to human health or to the environment.

**Keywords:** desalinization wastes, groundwater, salinity, Semi-arid.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à escassez de águas superficiais, o uso de águas subterrâneas tem aumentado muito em todo mundo. Estimativas apontam que 300 milhões de poços foram perfurados no mundo nas três últimas décadas. Praticamente todos os países do mundo, desenvolvidos ou não, utilizam água subterrânea para suprir suas necessidades. A Europa, por exemplo, tem 75% de sua população atendida com água do subsolo, percentual passível de atingir 90% em países como Suécia, Holanda e Bélgica (Medeiros et al., 2011; Oster et al., 2012). No Brasil, estima-se que pelo menos metade do abastecimento de água potável seja fornecido por recursos hídricos subterrâneos (Silva et al., 2007).

Embora as águas subterrâneas sejam uma alternativa viável para garantir o acesso das comunidades rurais do nordeste à água, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso para dessedentamento humano por apresentarem problemas de salinidade (Ayers e Westcot, 1999).

Nas comunidades rurais do Nordeste brasileiro, a utilização de águas subterrâneas de poços tubulares é uma alternativa ao abastecimento d'água. No entanto, há uma grande limitação na utilização desses poços para enfrentamento da escassez hídrica, que é o elevado teor de sais dissolvidos (Silva et al., 2007; Fernandes et al., 2010; Santos et al., 2011).

Para solucionar este problema, há cerca de seis anos o 'Programa Água Boa' do Governo Federal instalou, em várias comunidades rurais do Nordeste, estações de tratamentos de água por osmose reversa a fim de obter água potável para as famílias por meio da dessalinização da água salobra de poços.

Entretanto, no processo de dessalinização se gera, além da água potável, um rejeito altamente salino e de poder poluente elevado. No semiárido brasileiro, mais de 3 mil dessalinizadores de osmose reversa estão em funcionamento, com a função de transformar a água salobra de poços e açudes em água potável. Segundo a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), foram construídos cerca de 4.500 poços em comunidades de todo o Ceará, em seus 184 municípios. Ao todo, a SOHIDRA já instalou um total de 450 dessalinizadores em 87 municípios (Ceará, 2011; 2012).

A produção do rejeito proveniente da dessalinização da água pode contaminar o lençol freático e gerar sérios impactos ambientais no solo. Dependendo do equipamento e da qualidade da água do poço, a quantidade de rejeito gerado é da ordem de 40 a 70% do total de água salobra retirada (Beltrán e Koo-Oshima, 2006; Porto et al., 2006; Wanderley, 2009). Destaca-se, portanto, a necessidade de aproveitamento do rejeito com atividades da agricultura como piscicultura e/ou mineração evitando-se, assim, impactos ambientais negativos (Soares et al., 2006; Ceará, 2008; Wanderley, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade da água de dessalinizadores em oito localidades no município de Pentecoste, Ceará, e a percepção dos usuários quanto aos aspectos socioambientais relacionados à utilização de equipamentos de dessalinização instalados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos meses de novembro e dezembro de 2009, em oito comunidades localizadas no município de Pentecoste (3°47'S; 39°16'W, e altitude de 45 m), Ceará, (Mulungu, Muquenzinho, Irapuá, Macacos, Barra do Leme, Capivara, Lagoa da Porta e Providência). Pentecoste fica localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Curu e conta com o açude Pereira de Miranda, que abastece a sede do município. O município possui população, estimada no ano de 2010, de 35.400 habitantes (IBGE, 2012), com uma área territorial de 1.378 km<sup>2</sup>, sendo que parte das comunidades não dispõe de fontes de abastecimento de água durante o ano todo.

O aspecto geral das localidades estudadas é semelhante em muitas características, tais como: se encontram na mesma região de clima semiárido, possuem vegetação caatinga, a população fica acomodada apenas numa pequena área central, a presença de estabelecimentos comerciais, escola e casas.

Realizou-se uma pesquisa qualitativa junto às famílias beneficiadas por dessalinizadores, e também nas localidades onde o dessalinizador não estava em funcionamento, utilizando a técnica de entrevista com aplicação de questionários; a duração das entrevistas foi, em média, de 20 min, pois o fato de o questionário estar composto de 62 perguntas de múltipla escolha fazia com que o processo fosse facilitado. Os questionários foram submetidos a uma revisão e análise de consistência, e após esta análise iniciou-se o processo de criação da planilha. A análise tabular pela padronização e codificação dos dados levou à interpretação em tabelas baseado na frequência relativa e absoluta das respostas (Pinheiro e Callado, 2005; Campos et al., 2004).

Inicialmente foi aplicado um questionário na localidade de Providência para verificar a consistência das perguntas. Este trabalho inicial foi considerado o pré-teste. Em seguida, elaborou-se o questionário definitivo intitulado “Avaliação dos Dessalinizadores de Pentecoste - CE” dividido em dez partes e contendo 62 perguntas. O questionário continha perguntas sobre a caracterização familiar dos habitantes, a caracterização da propriedade, acesso a terra e migração, as fontes de água utilizadas pelos moradores (poço, rio, açude, água do vizinho, dessalinizador, cisterna ou sistema de abastecimento) e o uso da mesma (consumo direto, alimentação, higiene pessoal, consumo animal e agricultura), o aparelho de dessalinização e a água já utilizada pelos moradores antes da implantação do mesmo; procurava-se na mesma sessão saber a quantidade de água adquirida pelas famílias/dia e se esta quantidade era suficiente, os aspectos ambientais das localidades e o destino do rejeito do dessalinizador.

Para facilitar a análise dos dados foi criado um livro de códigos do questionário utilizado em que cada pergunta passava a ter um código associado, assim como cada possível resposta relacionada a esta pergunta, gerando assim 1.377 códigos. A leitura e interpretação deste livro foram auxiliadas por uma planilha eletrônica elaborada no software Microsoft Excel, finalizando o processo de tabulação múltipla e análise estatística descritiva.

Em cada comunidade foram coletadas amostras de água do poço, dessalinizada e de rejeito, para realização das análises: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE, em dS m<sup>-1</sup>), sódio (Na, em mmolc L<sup>-1</sup>), potássio (K, em mmolc L<sup>-1</sup>) e Cálcio (Ca, mmolc L<sup>-1</sup>). As amostras foram armazenadas em garrafas plásticas e, em seguida, refrigeradas e transportadas em caixa de isopor e analisadas em triplicatas no laboratório de relações solo-

água-planta do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Os dados de qualidade de água foram interpretados de acordo com a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), e de acordo com o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (Richards, 1954), o University of California Committee of Consultants (Pizarro, 1985) e Ayers e Westcot (1999).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verifica-se que dos oito dessalinizadores instalados em Pentecoste, Ceará, apenas quatro estavam em funcionamento. O equipamento instalado na localidade de Mulungu está em funcionamento há 16 anos e atende a 35 famílias, onde cada família paga R\$ 5,00 por mês e tem direito a 40 litros de água dessalinizada por dia. Na localidade de Muquenzinho o equipamento está em funcionamento há 5 anos e atende 26 famílias, onde cada família paga R\$ 5,00 por mês e tem direito a 20 litros de água dessalinizada por dia. O dessalinizador da localidade Irapuá atende 62 famílias, e quem paga R\$ 0,50 tem direito a 20 litros por dia, sendo que o mesmo está em funcionamento há 6 anos. Em Lagoa da Porta, o dessalinizador funciona desde 2005, atende um total de 15 famílias, porém o valor e a quantidade de litros não foram estabelecidos, de modo que cada família consome a quantidade que precisa. Os dessalinizadores das localidades Providência e Barra do Lemo foram recuperados, porém as comunidades estão aguardando a religação da energia elétrica, portanto o dessalinizador não está em funcionamento. Já na localidade de Capivara os equipamentos estão aguardando manutenção.

**Tabela 1.** Situação dos dessalinizadores de Pentecoste-CE (Dezembro de 2009).

Localidades	Nº de famílias	Situação atual
Providência	13	Desativado
Mulungu	35	Em funcionamento
Muquenzinho	26	Em funcionamento
Irapuá	62	Em funcionamento
Macacos	58	Desativado
Barra do Lemo	20	Desativado
Capivara	32	Desativado
Lagoa da Porta	15	Em funcionamento

Na Tabela 2, encontram-se os valores de pH, CE, Na, K e Ca da água do poço, dessalinizada e rejeito, coletadas nas localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta, onde os equipamentos se encontravam em funcionamento, atendendo a população com água potável. Em geral, os maiores valores de pH, CE, Na e Ca para água do poço, dessalinizada e rejeito se encontram na localidade de Muquenzinho. Os valores de pH, CE, Na e Ca são elevados na água do poço e do rejeito de todas as localidades citadas na Tabela 2. A elevada concentração de Na e de outros íons na água do poço e do rejeito, pode contribuir para a salinidade dos solos quando o destino desse rejeito é o solo ou uma lagoa, causando impactos ambientais negativos para as gerações futuras. Os dessalinizadores apresentaram

grande eficiência, reduzindo consideravelmente a salinidade das águas, porém tornam o pH relativamente ácido, abaixo dos valores recomendados para o consumo humano.

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a disponibilidade de água para as plantas é afetada pela presença de sais no solo e na água. Ainda segundo estes autores, a velocidade com que a água se infiltra no solo é reduzida por teores altos de sódio e baixos de cálcio no solo e na água. Embora 3/4 da superfície terrestre sejam cobertos por água, as expectativas para este século são preocupantes quanto à disponibilidade de água potável para o consumo humano, tanto pelo crescimento populacional como, principalmente, pela poluição dos reservatórios naturais, rios, lagos, depósitos subterrâneos, etc (Holanda et al., 2010).

Os corpos d'água do território nacional seguem classificação e padrões de qualidade determinados pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Esta resolução classifica as águas do Território Nacional em doces (salinidade  $<0,5\%$ ), salobras (salinidade entre 0,5 e 30‰) e salinas (salinidade  $>30\%$ ), e indica seus usos preponderantes. De acordo com esta resolução, as águas dos poços e do rejeito da Tabela 2 são enquadradas como salobras e a água dessalinizada como água doce (Brasil, 2005).

A média de salinidade das amostras de água do poço e rejeito das localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta é de 4,38 e 5,73 dS  $m^{-1}$ , respectivamente (Tabela 2). De acordo com a classificação da água para irrigação (Richards, 1954; Pizarro, 1985; Ayers e Westcot, 1999) essas fontes hídricas apresentam elevado risco de salinidade, se enquadrando na classe de salinidade C4. Não são apropriadas para irrigação sob condições normais, porém podem ser usadas ocasionalmente em circunstâncias muito especiais. Os solos devem ser permeáveis, a drenagem adequada, devendo ser aplicada água em excesso para se obter uma boa lixiviação de sais e, mesmo assim, devem ser explorados com culturas altamente tolerantes aos sais. De acordo com o MMA (2005) estas águas se classificam como salobras apresentando valores de condutividade elétrica bem superiores ao limite estabelecido para o consumo humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011) que é de 0,8 dS  $m^{-1}$ . Portanto, tanto a água dos poços quanto a água do rejeito são impróprias para os seres humanos.

A média da salinidade das amostras de água dessalinizada das localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta é de 0,08 dS  $m^{-1}$ , que de acordo com dados da OMS (2011) pode ser utilizada para consumo humano, visto que o limite preconizado é de até 0,8 dS  $m^{-1}$ . Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo controle envolve as determinações de pH. Existe uma condição denominada "pH ótimo" de floculação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados. O pH é padrão de potabilidade, devendo os valores nas águas para abastecimento público serem mantidos na faixa de 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde. Observando-se os valores de pH das referidas localidades temos uma média de 5,65, um pouco abaixo do que dita o Ministério da Saúde (Brasil, 2011).

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram obtidos por Monteiro et al. (2009), que avaliaram os dessalinizadores implantados em dez comunidades no semiárido paraibano, com a finalidade de estudar a RAS (Razão de Adsorção de Sódio), a CE (Condutividade Elétrica), e as concentrações de Cálcio, Magnésio e Sódio. Os valores de CE encontrados nos rejeitos por esses autores variaram de 1,05 a 9,28 dS  $m^{-1}$ , com alguns apresentando valores similares aos encontrados nos rejeitos dos dessalinizadores da região de Pentecoste, CE. Nos dois casos observa-se que a maioria dos rejeitos apresenta riscos altos a muito altos de salinização, sendo possível que os riscos de salinização sejam maiores do que os de sodificação do solo.



**Tabela 2.** Características físico-químicas de amostras de água de poço, dessalinizada e rejeito, coletadas em diversas localidades de Pentecoste-CE (Dezembro de 2011).

Localidades	Amostra	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	Na (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	K (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ca (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )
Mulungu	Poço	7,1	3,5	13,7	0,4	9,5
	Dessalinizada	5,4	0,06	0,7	0,0	0,0
	Rejeito	6,9	4,2	14,4	0,4	1,3
Muquenzinho	Poço	7,8	5,3	37,3	0,4	5,9
	Dessalinizada	5,6	0,08	0,6	0,0	0,0
	Rejeito	7,1	7,6	49,3	0,7	16,2
Irapuá	Poço	7,4	3,9	18,4	0,3	12,7
	Dessalinizada	6,1	0,09	0,8	0,0	0,0
	Rejeito	7,6	5,1	23,7	0,4	8,5
Lagoa da Porta	Poço	7,0	4,8	15,8	1,2	11,6
	Dessalinizada	5,5	0,1	0,7	0,1	0,0
	Rejeito	6,5	6,0	17,8	1,5	15,3

Algumas localidades não apresentavam um dessalinizador funcional, tendo o equipamento funcionado durante algum tempo, mas não estava atendendo a população. Na Tabela 3 são apresentados os valores cobrados pelo uso da água dessalinizada, as quantidades disponibilizadas para as famílias, a produção diária de água dessalinizada e a quantidade de rejeitos liberados, levando em consideração uma eficiência de 40% por parte do dessalinizador (Tabela 3). Verifica-se que ocorrem diferenças na gestão do equipamento, o que pode estar associado ao grau de organização das comunidades estudadas.

**Tabela 3.** Custo pela manutenção dos dessalinizadores (R\$/mês), quantidade (L) de água que as famílias têm acesso por dia, água dessalinizada gerada por dia (L) e quantidade de rejeito produzido diariamente (L) nas localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta, Pentecoste-CE.

Localidade	Custo pela Manutenção	Litros/Família/Dia de Água Tratada	Água Tratada/Dia	Rejeito Produzido/Dia
Mulungu	5,00	40	1400	2100
Muquenzinho	5,00	20	520	780
Irapuá	0,50	20	1240	1860
Lagoa da Porta*	-	-	-	-

\*Não haviam valores estabelecidos.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados sobre o destino dado ao rejeito gerado pelo dessalinizador nas localidades com equipamento em pleno funcionamento e se as famílias moradoras tinham alguma informação a respeito dos efeitos do rejeito tanto para saúde humana quanto para o meio ambiente. A maior parte das famílias disse usar o rejeito na alimentação animal. Na localidade de Mulungu o rejeito era utilizado para irrigação.

Das 52 famílias que responderam a respeito do conhecimento sobre os efeitos que o rejeito poderia causar ao meio ambiente, apenas seis delas disseram que tinham conhecimento a respeito ou alguma suspeita. As outras 46 famílias não tinham conhecimento algum sobre os possíveis efeitos do rejeito sobre o meio ambiente e saúde humana.

**Tabela 4.** Destino dado ao rejeito do dessalinizador e nível de informação dos moradores sobre efeitos do rejeito para o homem e meio ambiente nas localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta, Pentecoste-CE.

Localidade	Destino do rejeito			Conhece os efeitos do rejeito	
	Irrigação	Consumo animal	Meio ambiente	sim	não
Mulungu	12	2	-	3	11
Muquenzinho	-	12	1	2	17
Irapuá	3	7	2	1	15
Lagoa da Porta	-	2	-	-	3

Segundo Azevedo (2012), os principais destinos do rejeito dos dessalinizadores em áreas isoladas de regiões semiáridas são: higiene pessoal (banho), lavagem de louça, sanitário, limpeza geral, dessedentação animal, aquicultura, irrigação em plantações (plantas halófitas, capim elefante entre outras) e produção de sais (cristalizadores ou evaporadores). Araújo et al. (2005), avaliando os sistemas de dessalinização de águas no semiárido no Rio Grande do Norte, encontraram que a disposição do rejeito na maioria das comunidades é feita de forma indevida, sendo lançados ao meio ambiente sem nenhum critério, podendo salinizar o solo devido a alta concentração de sais. Em sua grande maioria, os tanques de evaporação de rejeito apresentam fissuras, e o rejeito sólido é disposto no solo sem nenhum tratamento ou aproveitamento. Entretanto, algumas comunidades fazem o aproveitamento desse concentrado para criação de peixes, irrigação, alimentação animal, uso em descargas sanitárias e lavagens.

Experiências exitosas em outros Estados mostram o rejeito sendo aproveitado para produção de camarões e tilápias vermelhas para engorda e para obter sal com a evaporação do rejeito, produzindo cloreto de sódio, cálcio, magnésio, sulfeto de cálcio e sulfeto de magnésio (Pinheiro e Callado, 2005). Segundo Wanderlei (2009), no Ceará a lavagem de roupas, carros e motos possuem a maior frequência em utilização dos rejeitos (38%), mas não há pesquisas mostrando se essas práticas promovem benefícios às pessoas, sendo apenas experiências isoladas e motivadas pela absoluta falta de água de boa qualidade. Mas o que predomina é a drenagem dos rejeitos para terrenos próximos ao sistema e aos cursos de água (60%), que é uma forma mais prática e de baixo custo de descartá-los.

Outro uso desta água salobra poderá ser para o cultivo hidropônico, que poderá contribuir para o aumento da produção nesta área. Na hidroponia, a salinidade tolerada pelas culturas é maior que no cultivo convencional em solos salinos, devido a maior e constante disponibilidade de água nos diversos tipos de sistemas hidropônicos em relação ao cultivo em solo, e a pouca ou inexistente contribuição do potencial mátrico sobre o potencial total da água, devendo isto representar uma maior absorção de água e nutrientes pelas plantas para uma mesma quantidade de sais (Santos et al., 2010a; 2010b; Dias et al., 2010; Paulus et al., 2010; Cosme et al., 2011; Santos et al., 2011; Silva et al., 2011; Maciel et al., 2012).

A Tabela 5 mostra as fontes e diferentes usos da água nas localidades onde o dessalinizador encontrava-se parado. Nas localidades onde não há um equipamento para dessalinização da água do poço em pleno funcionamento, a fonte de água mais utilizada é o açude, seguido do uso de cisternas. O uso da água para irrigação na agricultura é quase nulo, o que caracteriza assim uma agricultura quase exclusivamente de sequeiro. O uso da água do açude em todas as atividades coloca-a como a mais utilizada, porém, para consumo direto e alimentação a água mais utilizada é a retirada das cisternas, e para higiene pessoal, a água do próprio poço.



**Tabela 5.** Diferentes fontes e usos de água nas localidades de Macacos, Barra do Leme e Capivara, Pentecoste-CE.

Localidade	Fonte	Utilização/Número de Famílias				
		Consumo direto	Alimentação	Higiene pessoal	Consumo animal	Irrigação
Macacos	Poço	-	-	-	-	-
	Rio	-	-	-	-	-
	Açude	1	1	7	3	1
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	6	6	-	-	-
	Abastecimento	-	-	-	-	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	-	-	-	-	-
Barra do Leme	Poço	-	-	-	-	-
	Rio	-	-	-	-	-
	Açude	-	1	4	-	-
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	4	4	-	-	-
	Abastecimento	-	-	-	-	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	-	-	-	-	-
Capivara	Poço	1	3	9	3	-
	Rio	-	-	-	-	-
	Açude	7	7	2	4	1
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	1	1	-	-	-
	Abastecimento	1	2	5	2	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	-	-	-	-	-

Na localidade de Macacos, 7,69% da população utilizam água do açude para consumo direto, alimentação e irrigação, 53,85% para higiene pessoal e 23,08% para consumo animal (Tabela 5). Nesta mesma localidade, 50% utilizam água da cisterna para consumo direto e 50% para alimentação. Na localidade de Barra do Leme o uso da água do açude é de 20% para alimentação e 80% para higiene pessoal. No caso do uso da água da cisterna, nesta comunidade é de 50% para consumo direto e alimentação. A comunidade da localidade de Capivara utiliza as mais diversas fontes de água disponíveis para os mais diversos fins. Deve-se destacar que a maioria utiliza água do açude, onde 33% do uso desta água são para consumo direto e alimentação.

Nas localidades com dessalinizador em pleno funcionamento, ocorreu o fato das famílias utilizarem água do poço para alimentação e água dessalinizada para consumo direto, como no caso de Mulungu e Lagoa da Porta. Na comunidade de Muquenzinho destaca-se o uso de água dessalinizada para consumo direto e água de cacimba para alimentação, e na comunidade Irapuá destaca-se o uso de água dessalinizada para consumo direto e água de abastecimento

para alimentação (Tabela 6). Como a água dessalinizada é mantida em algumas das localidades com um preço a se pagar, então o consumo ainda é limitado. A água mais utilizada para higiene pessoal é a de poço (Tabela 6). Na localidade de Mulungu, 66,67% da população utiliza a água dessalinizada para consumo direto e 28,57% para alimentação.

**Tabela 6.** Diferentes fontes e usos de água nas localidades de Mulungu, Muquenzinho, Irapuá e Lagoa da Porta, Pentecoste-CE.

Localidade	Fonte	Utilização/Número de Famílias				
		Consumo direto	Alimentação	Higiene pessoal	Consumo animal	Irrigação
Mulungu	Poço	-	6	10	6	-
	Rio	-	-	1	-	-
	Açude	-	-	-	1	-
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	-	1	1	1	-
	Abastecimento	-	5	6	3	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	14	6	1	-	-
Muquenzinho	Poço	2	4	4	2	-
	Rio	-	-	-	1	-
	Açude	-	2	1	-	-
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	-	-	-	-	-
	Abastecimento	-	-	-	-	-
	Cacimba	1	12	14	-	-
	Dessalinizador	18	2	-	-	-
Irapuá	Poço	1	6	7	-	-
	Rio	-	1	1	-	-
	Açude	-	-	-	-	-
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	-	-	-	-	-
	Abastecimento	2	7	8	-	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	14	2	-	-	-
Lagoa da Porta	Poço	1	7	13	9	2
	Rio	-	-	-	-	-
	Açude	-	-	1	-	-
	Vizinhança	-	-	-	-	-
	Cisterna	3	1	-	-	-
	Abastecimento	-	1	3	2	-
	Cacimba	-	-	-	-	-
	Dessalinizador	11	6	-	-	-

#### 4. CONCLUSÕES

A localidade de Muquenzinho apresenta os maiores valores de pH, CE, Na e Ca para água do poço, dessalinizada e rejeito, em relação às demais localidades. Os valores de CE para o rejeito variaram de 4,2 a 7,6 dS m<sup>-1</sup>, representando riscos para o ambiente.

A maior parte do rejeito gerado é utilizada para alimentação animal, e a grande maioria da população, independente da localidade, não tem conhecimento se o rejeito causa algum dano à saúde humana ou ao meio ambiente.

As diversas fontes de água existentes nas localidades não perderam seu uso devido à implantação dos dessalinizadores, porém nas localidades visitadas, onde os equipamentos se encontram em pleno funcionamento, a comunidade se utiliza das águas dessalinizadas geradas por estes equipamentos.

A escassez de água na região, associada à oportunidade para se ter água de boa qualidade, também serve para disciplinar as pessoas a fazer uso racional desse recurso, evitando os desperdícios e o mau uso das fontes de água disponíveis.

## 5. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo do primeiro autor. Ao CNPq e ao INCTSal (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade), pelo apoio financeiro na realização da pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999.153p.
- ARAÚJO A. L. C.; FONSECA A. L.; VALE M. B.; FERNANDES A. K. S.; GADELHA C. P. F. Avaliação dos sistemas de dessalinização de águas no semiárido no Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: ABES 2005.
- AZEVEDO, J. Processo descentralizado e sustentável de oferta de água dessalinizada em áreas isoladas de regiões semiáridas. Disponível em: [http://www2.mre.gov.br/aspa/semiario/data/josema\\_azevedo.htm](http://www2.mre.gov.br/aspa/semiario/data/josema_azevedo.htm). Acesso em: 02 fev 2012.
- BELTRAN, J. M.; KOO-OSHIMA, S. **Water dessalination for agricultural applications**. Rome: FAO, 2006. 60p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] União**, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.
- BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] União**, 12 dez. 2011.
- CAMPOS, R. T.; GOMES, R. K. G.; CAMPOS, K. C. A crise da água no setor agrícola do Ceará: A busca de solução por meio de sistemas de dessalinização. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: UERJ; UFMG, 2004.
- COSME, C. R.; DIAS N. S.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M.; SOUSA NETO, O. N. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 499-504, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000500010>

- CEARÁ. Assembléia Legislativa. **Conselhos de altos estudos e assuntos estratégicos**. Fortaleza: INESP, 2008. 174p.
- CEARÁ. Superintendência de Obras Hidráulicas. **Planilha geral de dessalinizadores**. Disponível em: <http://www.sohidra.ce.gov.br>. Acesso em: 19 jun 2012.
- CEARÁ. Superintendência de Obras Hidráulicas. **Águas subterrâneas**. Disponível em: <http://www.sohidra.ce.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2011.
- DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000700011>
- FERNANDES, F. B. P.; ANDRADE, E. M. DE; FONTENELE, S. DE B.; MEIRELES, A. C. M.; RIBEIRO, J. A. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 86-95, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades: Ceará: pentecoste: infográficos: dados gerais do município**. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/1ACH>. Acesso em: 19 jun. 2012.
- HOLANDA, J. S. DE; AMORIM, J. R. A. DE; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. DE. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. DE. **Manejo da salinidade na agricultura irrigada: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSA, 2010. p. 43-59.
- MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 165-172, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000200006>
- MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 440p.
- MONTEIRO, G. S.; SILVA, J. N.; LESSA LÔBO, H. L. Estudo da razão de adsorção de sódio do rejeito de dessalinizadores implantados no semiárido paraibano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, p. 1-6, 2009.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Genebra, 2011. 564p.
- OSTER, J. D.; LETEY, J.; VAUGHAN, P.; WU, L.; QADIR, M. Comparison of transient state include salinity and matric stress effects on plant yield. **Agricultural Water Management**, v. 103, p. 167-175, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.011>
- PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE J. A.; SOARES, T.M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 29-35, 2010. <http://producao.usp.br/handle/BDPI/5391>

- PINHEIRO, J. C. V.; CALLADO, S. M. Avaliação de desempenho dos dessalinizadores no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 36, 2005. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/687>
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Española S. A., 1985. 542p.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; DUTRA, M. T.; PAULINO, R. V.; BRITO, L. T. L.; MATOS, A. N. B. Rendimento de *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 97-103, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000100015>
- RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C.: U.S. Salinity Laboratory, 1954. 160p.
- SANTOS, A. N.; SILVA, E. F. F.; SOARES, T. M.; DANTAS, R. M. L.; SILVA, M. M. Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 319-326, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000200009>
- SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 961-969, 2010a. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000900008>
- SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; GURGEL, M. T. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. **Ciência Agrotécnica**, v. 34, p. 983-989, 2010b.
- SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, p. 136-159, 2007. <http://dx.doi.org/10.5020/23180730.ano.pi>
- SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 147-155, 2011.
- 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, p. 730-737, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000300028>
- WANDERLEY, R. A. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.