

DE-OK

## ◆ Aproveitamento dos Rejeitos da Dessalinização

Por  
Everaldo Rocha Porto  
Miriam Cleide Cavalcante de Amorim  
Odilon Juvino Araújo  
Luiz Gonzaga Albuquerque Silva Júnior  
*Embrapa Semi-Árido, Petrolina - PE, Brasil.*

### RESUMO:

Por sua comprovada eficiência na relação custo/quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa (RO) destaca-se de outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em algumas comunidades no Nordeste do Brasil. Porém, o seu crescente desenvolvimento e utilização poderão trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejadas no solo. Com o objetivo de adequar a técnica da osmose inversa às águas salinas oriundas dos aquíferos do cristalino e de avaliar técnicas de manejo eficiente dos rejeitos, a fim de evitar problemas ambientais, o projeto pretende dessalinizar águas por osmose inversa e estudar alternativas para uso e condicionamento adequado dos rejeitos. Os estudos estão sendo realizados no Campo Experimental de Manejo da Caatinga do CPATSA, onde já existem poços perfurados e unidades de osmose inversa instaladas. Os sistemas propostos como manuseio dos rejeitos são: evaporação com precipitação seletiva dos sais; utilização como água de irrigação para cultivo de forrageiras halófitas e como meio líquido para melhorar o sabor de tilápias oriundas de viveiros de terra.

### 1. INTRODUÇÃO

A escassez ou a falta de água potável para consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria na qualidade de vida em populações rurais das regiões áridas e semi-áridas. É comum, no meio rural, encontrar homens e animais partilhando da mesma fonte de água, comprometendo não só a qualidade de água como também agravando o problema de saúde do homem do campo.

Há muito se estudam soluções para o problema da disponibilidade de água no semi-árido nordestino, porém as medidas adotadas não resolveram o problema. A abertura de poços no semi-árido é uma das muitas tentativas de minimizar o problema da escassez de água, esta prática está associada a problemas de salinização das águas subterrâneas. Klaus Kreysing et alii (1973) verificaram que, nos núcleos do Polígono das Secas, cerca de 80% das águas dos poços perfurados apresentam teores de sais acima do aceitável para o consumo humano que, de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), é de 200 mg/l. No município de Petrolina, de acordo com dados da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário, foram cadastrados 600 poços tubulares no total, com vazão média por poço de 1,0 m<sup>3</sup>/h e profundidade média de 40m, porém, em quase 60% das águas desses poços, os níveis de sais são superiores ao aceitável para consumo humano, apresentando uma média de 2500 mg de sais/l.

Diante da escassez de água de boa qualidade, a necessidade de viabilização do uso de águas subterrâneas no semi-árido é evidente, de forma que as técnicas de dessalinização surgem como uma alternativa inovadora e comprovadamente eficaz de conversão de água salgada em água potável. Por sua comprovada eficiência a relação custo/quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa destaca-se de outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em algumas comunidades no Nordeste do Brasil. Porém, o seu crescente desenvolvimento e utilização poderão trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejadas no solo, com total ausência de critério ou normas ambientais. Neste caso, duas situações antagônicas e conflitantes desafiam a sociedade e exigem alternativas que permitam a conciliação do crescimento populacional e da atividade industrial com o meio ambiente: a demanda por água de boa qualidade e a disposição dos resíduos de tratamento da água. De acordo com Missimer (1994), citado por Moraes (1995), as opções de disposição dos resíduos da dessalinização, dependendo das suas características e do meio ambiente local, incluem a descarga em água superficial, injeção em poço profundo, lagoas de percolação e espalhamento na superfície do solo e a concentração-evaporação para obtenção dos sais e redução do volume. Considerando o ambiente do semi-

árido, outras opções de manejo dos rejeitos são merecedoras de estudos, como pode ser o caso do cultivo de plantas tolerantes ao sal e ao mesmo tempo produtoras de forragem, além cultivo de espécies de peixes de boa adaptação à água salina.

Assim, com o objetivo de adequar a técnica da osmose inversa às águas salinas oriundas dos aquíferos do cristalino no semi-árido do estado de Pernambuco e de avaliar técnicas de manejo eficiente dos rejeitos, a fim de evitar problemas ambientais, está sendo desenvolvido, no Campo Experimental de Manejo da Caatinga do CPATSA, o projeto que pretende dessalinizar águas por osmose inversa e estudar alternativas para uso e condicionamento adequado dos rejeitos. Os sistemas propostos como manuseio dos rejeitos são: evaporação com precipitação seletiva dos sais; utilização como água de irrigação para cultivo de forrageiras halófitas e como meio líquido para melhorar o sabor de tilápias oriundas de viveiros de terra. A execução do projeto conta com o apoio de pesquisadores e bolsistas do CPATSA, da Universidade Federal da Paraíba, do Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, da Universidade do Arizona-U.S.A., da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco-CODEVASF, e da Companhia Pernambucana de Saneamento-COMPESA-Gerência Regional Petrolina.

## **2. AÇÕES DESENVOLVIDAS NO PROJETO**

### **2.1. Avaliação de Unidades Dessalinizadoras no Município de Petrolina**

Com o objetivo de avaliar e caracterizar os problemas resultantes dos despejos no solo, foram avaliadas amostras de solo submetido, por um período de aproximadamente um ano, à dejeção dos dois sistemas de RO, localizados nas comunidades de Rajada e Uruás, no município de Petrolina-PE. Os parâmetros avaliados para determinar o seu potencial em causar problemas ao solo ou às culturas foram a condutividade elétrica (CE), o pH, o resíduo seco, cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, sulfato, cloreto e RAS (Relação de Adsorção de Sódio). Foram coletadas amostras de solo em contato direto com o rejeito ou no local dos despejos (ponto 1) e solo ainda sem contato com o rejeito, distando 15,0 m do local dos despejos (ponto 2). As amostras foram coletadas com uso do trado, a três profundidades (0-30, 30-60 e 60-90 cm) em Rajada e à profundidade de 0-30 cm em Uruás. As determinações químicas foram feitas segundo metodologia descrita por Richards (1954).

De acordo com os resultados da Tabela 1, o rejeito apresentou CE acima do limite aceitável para evitar problemas de salinização do solo e valor de RAS indicando índice de sodificação alto e médio em Rajada e Uruás, respectivamente. O percentual de cloretos apresentado em ambos os casos ficou em torno de 90%, acima do máximo aceitável de 10% (Pizarro, 1978), cujo efeito já se inclui na condutividade elétrica, uma vez que é o ânion predominante em elevadas CE. Os rejeitos apresentaram índices de magnésio ( $(\text{Mg}/(\text{Ca} + \text{Mg}) \cdot 100)$ ) de 71% em Rajada, e 62% em Uruás, ambos acima do índice de toxidez do solo que, de acordo com Pizarro (1978), é de 50%. Em ambos os casos, a água do rejeito apresentou a proporção Ca/Mg menor que a unidade, podendo produzir deficiência nas plantas, caso não haja no solo suficiente cálcio para contrabalancear seus efeitos (Ayres & Westcot, 1991). Os resultados das análises químicas do solo (Tabela 2) confirmaram o potencial do rejeito em causar problemas ao mesmo. A alta CE dos rejeitos elevou os valores da CE no extrato de saturação de ambos os solos, ficando acima do limite de 4,0 dS/m, que caracteriza o solo como salino e prejudicial ao desenvolvimento das culturas (Richards, 1954). No ponto 1 de Rajada, mais de 15% da capacidade de permuta deste solo mostrou-se ocupada por sódio, de forma que, baseando-se na classificação proposta pelo U.S. Salinity Laboratory (Richards, 1954), os valores apresentados indicam solos salino-sódicos em Rajada e salinos em Uruás. Os teores de magnésio na solução de solo confirmaram o indicativo de intoxicação por este íon específico, como pode ser observado através dos valores da proporção Ca/Mg menores que a unidade, tanto em Rajada como em Uruás. As análises do solo mostraram que ambos os solos, em contato com o rejeito, foram afetados por sais.

**Tabela 1.** Características químicas do permeado e rejeito procedentes de Rajada e Uruás.

Análises	Unidades	Rajada		Uruás	
		Permeado	Rejeitado	Permeado	Rejeitado
pH		6,8	8,5	6,2	6,5
CE 25°C	mmhos/cm	0,64	13,43	0,21	8,07
Resíduos Seco	mg/l	409	10.960	139	7.511
Dureza Total	mgCaCO3/l	60	3.063	25	3.143
Ca <sup>++</sup>	meq/l	0,6	18,0	0,3	23,6
Mg <sup>++</sup>	meq/l	0,6	43,2	0,2	39,2
Na <sup>+</sup>	meq/l	3,53	61,00	1,13	11,6
K <sup>+</sup>	meq/l	0,08	1,41	0,07	0,69
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	meq/l	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	meq/l	0,30	11,00	0,55	7,50
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	meq/l	0,29	3,99	0,16	2,49
Cl <sup>-</sup>	meq/l	4,45	110,50	1,15	65,00
RAS	Na/((Ca+Mg)/2)0,5	4,58	11,03	2,26	2,07

Amostras coletadas em 11/06/96.

**Tabela 2.** Características químicas do extrato de saturação dos solos.

	pH	CE dS/m	Ca <sup>++</sup> meq/l	Mg <sup>++</sup> meq/l	Na <sup>+</sup> meq/l	K <sup>+</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/l	Cl <sup>-</sup>
<b>Rajada</b>								
Pto 1 0 - 30cm	7,9	12,78	30,0	44,0	59,4	1,39	3,00	126,0
30 - 60cm	7,8	11,56	27,0	42,0	53,0	0,63	2,50	113,0
60 - 90cm	7,8	9,74	24,0	28,0	51,1	0,41	3,00	97,0
Pto 2 0 - 30cm	6,4	0,75	4,0	4,0	2,83	0,35	3,00	7,5
30 - 60cm	6,0	1,38	8,0	4,0	1,78	0,37	1,50	12,0
60 - 90cm	5,6	2,35	12,0	12,0	2,68	0,21	3,00	23,0
<b>Uruás</b>								
Pto 1 0 - 30cm	7,6	5,09	21,0	26,0	8,30	0,56	2,50	49,5
Pto 2 0 - 30cm	6,9	0,21	1,0	0,5	0,42	0,20	1,50	1,00

Pto 1 = Ponto 1. Local de despejo dos rejeitos.

Pto 2 = Ponto 2. 15m distante do ponto 1.

## 2.2. Sistema de Dessalinização e Condicionamento do Rejeitos

No Campo Experimental de Manejo da Caatinga do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), existem seis poços tubulares com teores de sais acima do aceitável para consumo humano, porém todos passíveis de tratamentos de purificação via dessalinização. Foi selecionado, para implantação do sistema de dessalinização, o poço tubular mais próximo da área disponível para o sistema de evaporação e das instalações físicas já existentes.

Saindo do poço, a água é pré-tratada e bombeada para um tanque de armazenamento. Deste, é bombeada para pré-filtros e, em seguida, é injetada sob pressão no dessalinizador. A produção de água purificada é de 480 l/h e é distribuída para o consumo humano nos campos do CPATSA. O rejeito produzido é 2117,6 l/h; uma parte é levada para os tanques de evaporação e o excedente para o tanque de armazenamento, conforme diagrama da Figura 1.

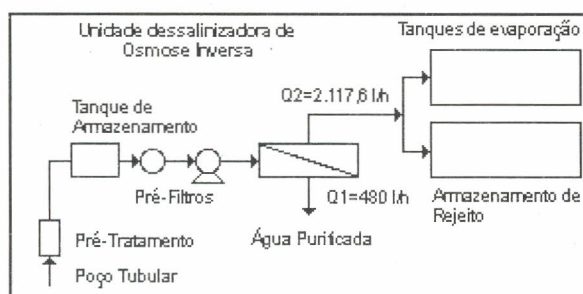


Figura 1: Diagrama do sistema de dessalinização e condicionamento dos rejeitos.

## 2.3. Sistema de Dessalinização

### 2.3.1. Características químicas das águas em estudo

Após o sistema implantado e em funcionamento, iniciaram-se os testes e acompanhamento da qualidade química das águas em estudo, isto é, alimentação (água do poço), permeado (água purificada) e água do rejeito (rejeito). A análise físico-química da água de alimentação mostrou, através do cálculo do Índice de Saturação, a necessidade da utilização de um pré-tratamento a fim de prevenir o depósito de sais incrustantes nas membranas de modo a prolongar sua vida útil e manter a eficiência do equipamento. As características químicas das águas encontram-se na Tabela 3 e representam os resultados obtidos quinzenalmente no dessalinizador do Campo Experimental do CPATSA. A comparação entre estas características também pode ser observada através da Figura 2.

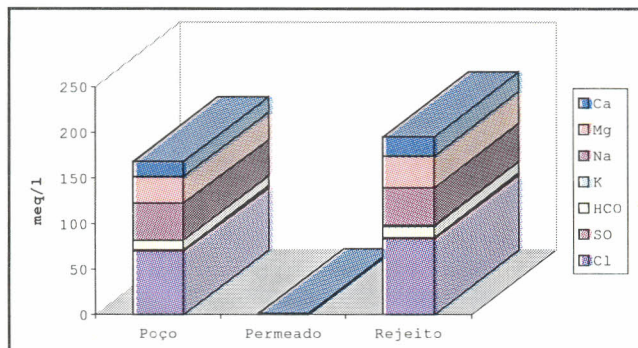


Figura 2: Comparação das Composições das Águas

### 2.3.2. Composição química provável

Através do diagrama colunar (CEDERSTOM, 1964), foi estimada, a partir das características químicas das águas do poço, permeado (purificada) e rejeito, suas prováveis composições químicas. Partindo-se dos dados da Tabela 3, foi encontrada a seguinte composição química provável nas águas do sistema:

- água do poço: 26% de sais cálcicos; 30% de sais de magnésio; 44% sódicos.
- água purificada: 27% de sais cálcicos; 30% de sais de magnésio; 43% sódicos.
- rejeito: 20% de sais cálcicos; 12,2% de sais de magnésio; 67,8% sódicos.

### 2.3.3. Taxa de Remoção dos Sais e Nível de Recuperação do Sistema

De acordo com a composição química das águas de alimentação, permeado e rejeito do sistema, apresentada na Tabela 3, bem como produção de permeado de 480 l/h e produção de rejeito de 2117,6 l/h, as seguintes taxas foram observadas: TRS de 98,8% e nível de recuperação de 20%.

## 2.4. Aproveitamento dos Rejeitos

### 2.4.1. Precipitação seletiva dos sais

O sal é um produto de grande importância, tanto para o homem, como para o animal, como para a indústria. O condimento de alimentos, a conservação de carnes, pescados e couros, a produção industrial de barrilha, soda, cloro e seus derivados com aplicação na produção de inseticidas, plásticos e borrachas, fabricação de papel, sabões, óleos vegetal e mineral e na indústria de vidros são exemplos bastante comuns. O setor agropecuário representa outra área de enorme consumo: o sal é indispensável na criação e engorda de suínos, caprinos ovinos e bovinos. No processo tradicional de sua produção, a água é captada do mar e posta a evaporar em reservatórios abertos para concentração dos sais. À medida que a água evapora, os sais concentram-se e precipitam-se, um de cada vez, de acordo com suas características químicas.

A partir dos dados de composição da água em estudo - os quais indicaram a presença de pelo menos cinco tipos de sais - e da metodologia de produção de sal marinho, foi dimensionado um sistema de "bacias de evaporação" com material necessário à sua construção. O dimensionamento dos tanques foi baseado na composição química provável do rejeito, partindo-se de um volume de 1000 litros. Foram dimensionados quatro tanques com as seguintes dimensões de largura, comprimento e profundidade: 2,00 x 2,00 x 0,25m; 1,00 x 2,00 x 0,15m; 1,00 x 1,00 x 0,15m e 1,00 x 1,00 x 0,15m.

Inicialmente, o processo de evaporação foi realizado utilizando-se os rejeitos oriundos do dessalinizador de Rajada. Seu acompanhamento constou da medição do volume evaporado, através da medição da lâmina de água nas bacias ou tanques, e da evaporação medida em Tanque Classe A, instalado no experimento, além da verificação da precipitação dos sais. Posteriormente, em abril/97, a pesquisa recebeu seu próprio dessalinizador e os equipamentos necessários ao acompanhamento do processo *in loco*, com um condutivímetro e um aerômetro de Baumé. A partir de maio/97 foram iniciados testes nos quais, além dos fatores já citados, usaram-se como parâmetros de acompanhamento as análises físico-químicas dos rejeitos e dos sais obtidos por precipitação e concentrações do rejeito atingidas pela evaporação, medidas através de aerômetros ou densímetros Baumé.

Foram colocados 1.000 litros de rejeito no primeiro tanque; no decorrer de 21 dias, o volume inicial teve uma redução de 82%, com uma evaporação média de 8,71 mm/dia. A evaporação medida em tanque Classe A, teve média de 9,60 mm/dia. Neste ponto havia sais precipitados e o volume de rejeito existente sugeria mudança de tanque pois, de acordo com o volume existente, já haviam precipitados os sais carbonato e sulfato de cálcio. Os 180 litros restantes foram transferidos para o segundo tanque e o sal precipitado depois recolhido, pesou 1.300 mg. No segundo tanque, decorridos mais sete dias e com uma redução de 80% de volume, a uma evaporação média de 8,86 mm/dia e 9,27 mm/dia no tanque Classe A, o rejeito foi transferido para o terceiro tanque e o sal precipitado, depois de recolhido pesou 560 g. No terceiro tanque, depois de quatro dias, o volume ficou reduzido em 52%, a uma evaporação média de 4,7 mm/dia e 10,77 mm/dia em tanque Classe A. Daí foi transferido para o quarto tanque, deixando no terceiro tanque aproximadamente 5,0 kg de sal. A solução transferida para o quarto tanque permaneceu por mais sete dias, quando foi possível recolher em torno de 1,0 kg de sal. Neste ponto foi encerrado o teste, devido à formação de uma solução gelatinosa de cor esverdeada sem tendência à precipitação. No total foram recolhidos 6560,13 g de sal. Em fevereiro de 1997, o dessalinizador do CPATSA foi instalado e os instrumentos necessários ao acompanhamento qualitativo do experimento também foram adquiridos. Realizados os testes citados, foi construído um tanque de 5 m<sup>3</sup> e iniciando-se o primeiro teste qualitativo em abril. Os resultados deste teste estão em fase de avaliação e novos testes já estão em andamento.

### 2.4.2. Meio líquido para cultivo de Tilápias

O crescimento da piscicultura, com base em raças de tilápias com origem genética do gênero *Oreochromis*, tem obrigado os meios técnico-científicos a buscarem novas alternativas visando à melhoria do produto final, na busca da qualidade e aceitabilidade pelo consumidor. Dentro do universo estudado, incluem-se formas de melhoramento do sabor do produto final através da genética e técnicas de depuração do pescado vivo.

A utilização de água salobra, para controle de grupos de algas que afetam a qualidade do pescado já é usada em regiões do mundo onde se dispõe de água do mar em quantidade e qualidade suficiente para atender, economicamente, às necessidades do processo utilizado.

Em regiões distantes dos mares, oceanos e/ou mananciais naturalmente salgados, torna-se difícil e anti-econômica a utilização deste método. Peculiaridades encontradas na região do semi-árido, através de poços perfurados no cristalino e técnicas de dessalinização, aparecem como formas viáveis para o produtor melhorar seu produto e, através de diluição, devolver a água resultante aos mananciais, sem prejuízo ao meio ambiente.

Por ser uma espécie originária de água doce que se adapta muito bem em água salgada, por sua cor vermelha que favorece no aspecto de mercado, além de uma carne sem espinhas e de boa qualidade, foi escolhido o peixe da espécie Tilápia koina, originária da Malásia, cujo nome científico é *Oreochromia SP.*

Construí-se um tanque com capacidade de aproximadamente 300 m<sup>3</sup>, revestido com manta de PVC especial a fim de evitar contato da água salgada com o solo. Considerando o parâmetro de 1 peixe/m<sup>3</sup> de água, foram colocadas 360 Tilápias com peso médio de 3,2 g com um período de cultivo e engorda de seis meses quando serão avaliadas quanto ao peso e mortalidade a cada trinta dias. Duas vezes ao dia são fornecidas 350 g no período da manhã e 350 g à tarde de ração extrusada flutuante com 28% de proteína bruta. Diariamente são medidas a temperatura, condutividade elétrica, pH e o resíduo seco da água do tanque. O ideal é que se faça uma retirada de 10% da água três vezes por semana, podendo esta ser utilizada para o cultivo das plantas halófitas. Após trinta dias os peixes foram pesados e apresentaram uma média de 22 g e um percentual de 1% de mortalidade. Aos 60 dias a média de peso foi de 82,03 g e mortalidade de 2%, indicando normalidade, tanto no crescimento como na mortalidade dos peixes.

De acordo com o desenvolvimento os resultados são satisfatórios, restando avaliar, após os seis meses, o sabor dos peixes, para se ter um resultado parcial de uma alternativa eficiente de manejo dos rejeitos da dessalinização por osmose inversa.

#### **2.4.3. Utilização como água de irrigação de plantas halófitas**

O plantio de espécies resistentes ao sal poderá ser uma boa opção de aproveitamento dos rejeitos, por causa de seus mecanismos de tolerância à salinidade, que permitem excretar os sais absorvidos ou acumular-se na biomassa, além do seu potencial forrageiro, importante fonte de nutrientes para ruminantes. De acordo com Miyamoto (1993), a forragem produzida por algumas espécies destas plantas contém aproximadamente 16% de proteína, 0,12% de fósforo e 59% de matéria orgânica.

Por seu excelente potencial como produtora de forragem em ambientes salinos (Malcolm & Swaan, 1989), serão conduzidos dois experimentos com espécies do gênero *Atriplex*, fornecidas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e irrigadas com os rejeitos da dessalinização, num regime de reposição de 100%, 75% e 50% da evaporação potencial, medida em tanque Classe A.

No experimento I, as mudas serão plantadas em vasos com capacidade para 10 litros, contendo solo coletado na área experimental, sendo observadas variáveis fisiológicas, como a fotossíntese, transpiração, condutância estomática, resistência estomática, o potencial hídrico, o potencial osmótico, pressão de turgor e as variáveis ambientais, como temperatura do ar, déficit de pressão e radiação fotossintética ativa, potencial hídrico do solo e condutividade elétrica do solo.

No experimento II, as mudas do experimento I serão plantadas no campo e irrigadas com água proveniente do dessalinizador, sendo realizados os seguintes estudos: crescimento e desenvolvimento, desenvolvimento do sistema radicular e monitoramento da umidade do solo e salinidade.

### **3. CONCLUSÃO**

A dessalinização é uma fonte de água potável que minimiza o problema da escassez de água no semi-árido. O manejo adequado dos seus rejeitos ou subprodutos, a fim de prevenir impactos ambientais, é um desafio à comunidade científica, uma vez que é total a ausência de critério quanto a esses despejos. Assim, toda e qualquer pesquisa que vise minorar este problema merece todo apoio necessário. Entendemos que a disposição dos rejeitos deva ser avaliada como um conjunto de ações, considerando suas características e o meio ambiente local.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

**Ayres, R. S.; Westcot, D. W.**, A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. XXVIII, 218p.: il, 22cm (FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1) Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros, F. A. V. Damasceno.

**CEDERSTOM**, 1964

**Kreysing, K.**, et alii, Salinização da Águas Subterrâneas do Centro do Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro, vol.I, Recife-PE, 1973. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 46)

**Malcolm, C. V.; Swaan, T. C.**, Screening shrubs for establishment and survival on salt-affected soils in southwestern Australia. Technical Bulletin, n. 81, Department of Agriculture of Western Australia.

**Miyamoto, S.**, Potential beneficial uses of inland waters in the Southwestern USA. In: Lieth, H. ; Al Masoom, A. (eds). Towards the Rational use of High Salinity Tolerant Plants, v. 2. p. 407-422, 1993. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

**Moraes, J. A. P.**, Dessalinização: o Condicionamento Ambiental da Disposição dos Resíduos. Documento, Petrolina, 1995.

**Pizarro, F.**, Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid, Agrícola Espanola, 1978. 521p.

**Richards, L. A.**, Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Washington: USDA, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).

**Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário. Prefeitura Municipal de Petrolina**, Estudos Hídricos do Município de Petrolina. vol.I, Petrolina, PE, 1992.

**SUDENE. Departamento de Recursos Naturais.**, (Recife, PE) Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil - fase I: recursos hídricos I águas subterrâneas., 1980.v.7