

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO NA MESORREGIÃO DO OESTE POTIGUAR, BRASIL

Claudio Rodrigues Anders¹, Mikhael Rangel de Souza Melo², Nildo da Silva Dias³,
Ana Cláudia Medeiros Souza⁴, Jeane Cruz Portela³, Francisco Souto de Sousa Junior³

RESUMO

A dessalinização das águas salobras pode constituir-se em uma oportunidade para o desenvolvimento regional, entretanto, fazem-se necessárias avaliações de impactos ambientais, devido o rejeito salino gerado. O objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas das águas de estações de tratamento por osmose reversa (água de poço, água dessalinizada e rejeito salino) na Mesorregião do Oeste potiguar, Brasil. Foram investigadas 10 estações de tratamentos de água salobra por osmose reversa (6 assentamentos e 4 comunidades rurais). Amostras de água do poço, rejeito da dessalinização e a água potável das estações de tratamentos foram coletadas para determinação dos parâmetros físico-químicas CE_a , RAS, pH e os íons Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ e Ca^{2+} . As análises dos resultados indicaram que as águas de poços e de rejeito salino de todas as comunidades apresentaram alto grau de restrição de uso para a irrigação quanto aos riscos de salinização e toxicidade de íons cloreto, sendo necessário o uso de práticas de manejo, como, por exemplo, o cultivo de plantas tolerantes à salinidade e a aplicação de fração de lixiviação de sais. No entanto, as águas dessalinizadas são adequadas para fins irrigação.

Palavras-chave: qualidade de água, sustentabilidade ambiental, reuso de água.

CHARACTERIZATION OF WATERS FROM INLAND DESALINATION PLANTS IN THE MESOREGION FROM WEST POTIGUAR, BRASIL

ABSTRACT

Desalination of brackish water it's an opportunity for regional development, however, are necessary environmental impact assessments, due the reject brine generated. The objective of this study was to assessments the physic-chemical properties of waters from inland desalination plants by reverse osmosis (well water, desalination water and reject brine) in the Mesoregion

¹ Extensionista do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/RN, e-mail: crandersap@gmail.com.

² Mestrando do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – PPGMSA/UFERSA, e-mail: mikhael.rangel@yahoo.com.br.

³ Professores Doutores da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), e-mail: nildo@ufersa.edu.br; jeaneportela@ufersa.edu.br e franciscosouto@ufersa.edu.br.

⁴ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – PPGMSA/UFERSA, e-mail: anaclaudia.gambiental@hotmail.com.

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
NA MESORREGIÃO DO OESTE POTIGUAR, BRASIL

from Potiguar West, Brazil. Ten inland desalination plants (6 at settlements and 4 at rural communities) have been investigated. Water samples of wells, desalination water and, reject brine were taken from inland desalination plants to determine the physico-chemical parameters EC_w , SAR pH and, ions Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ e Ca^{2+} . The analysis results indicated that both saline water wells and reject brine from all communities showed high degree of use restriction for irrigation due soil salinity risks and chloride toxicity, requiring management practices, for example, cultivating plant tolerant to salinity and, use of salt leaching fraction. However, the desalination waters are suitable for irrigation.

Keywords: water quality, environment sustainability, water reuse.

INTRODUÇÃO

Em regiões afligidas pela escassez de água como, por exemplo, a porção semiárida do Nordeste do Brasil, a produção de alimentos deve está fundamentado em princípios e técnicas de convivência com a seca, bem como no aproveitamento de fontes alternativas e uso racional dos recursos hídricos disponíveis.

Neste contexto, numerosas tecnologias sociais de convivência com o semiárido têm sido utilizadas para melhorar o acesso e a disponibilidade hídrica, principalmente, para atender a demanda rural difusa existente em regiões áridas e semiáridas como, por exemplo, as barragens subterrâneas e as cisternas de placas (LIMA et al., 2013; LIMA et al., 2017) e, ainda as águas subterrâneas a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares (SOARES et al., 2006).

No caso específico das águas subterrâneas, elas podem ser utilizadas para consumo e, também, para a produção agrícola como garantia da segurança alimentar e nutricionais das famílias rurais. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam na maioria dos casos restrições de uso para dessedentamento humano, por apresentarem problemas de salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999).

Para solucionar este problema, o 'Programa Água Boa' do Governo Federal tem instalado, 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

captação e purificação da água salobra de poços. O emprego desta tecnologia acaba por amenizar as precárias condições do abastecimento hídrico nas localidades nordestinas contempladas pelos programas governamentais neste âmbito. Assim, problema da salinização dos mananciais não torna estes recursos inexploráveis já que, a tecnologia da dessalinização permite a viabilização dos mesmos no Nordeste do Brasil (SOARES et al., 2006).

Entretanto, no processo de dessalinização se gera, além da água potável, um rejeito altamente salino e de poder poluente elevado. Considerando o número de dessalinizadores nesta região, estimado em torno de 2000 equipamentos, um grande volume de rejeito está sendo gerado no semiárido brasileiro que, na maioria dos casos, não está recebendo qualquer tratamento ou aproveitamento e, mesmo assim, está sendo despejado no solo ou nos corpos hídricos, causando a desertificação das áreas (PORTO et al., 2001).

A eliminação inadequada do rejeito salino das estações de tratamento de água salobra pode poluir os recursos hídricos subterrâneos e resultar em um profundo impacto nas propriedades do solo se for descarregada por aplicação em terra (MOHAMED et al., 2005)

Por outro lado, o rejeito salino produzido pode ser aproveitado para fins de irrigação, desde que seja rigorosamente manejado. Mas, para garantir o uso sustentável do rejeito salino, fazem-se necessários a avaliação do potencial de uso

agrícola dos rejeitos salinos descartados no processo de dessalinização. Além disso, visando o manejo de mistura de águas a fim de reduzir a salinidade da água e seus riscos potenciais, também, torna-se importante avaliar a qualidade das águas de poços e dessalinizadas. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo caracterizar físico e quimicamente a água de poço, do rejeito da dessalinização e a água dessalinizada de estações de tratamento por osmose reversa situadas na mesorregião do Oeste Potiguar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na zona rural do município de Mossoró – RN, situada na mesorregião Oeste Potiguar (4° 39' 39" S e 37° 23' 13" O e altitude de 34 m). De acordo com Carmo Filho e Oliveira (1995), o clima da região é muito quente e semiárido, na classificação de Köppen é do tipo BSw^h, com temperatura média anual em torno de 27 °C, precipitação anual média em cerca de 700 mm e umidade relativa do ar média de 68,9%.

Foram investigadas águas de dez estações de tratamentos de água salobra por osmose reversa, sendo 6 em projetos de assentamentos (Boa Fé, Cabelo de Negro, Oziel Alves, Santa Elza, Maracanaú e Fazenda Nova) e 4 em comunidades rurais (Serra Mossoró, Espinheirinho, Passagem do Rio e Santana). Nestas localidades, as águas tratadas eram utilizadas para fins de consumo humano, mediante informações de CPRM/MME (2005).

As campanhas de coletas de amostras de águas foram realizadas nos anos de 2011 e 2012, em um período crítico na região quanto à precipitação pluvial. Coletaram-se amostras das águas do processo de dessalinização em três fontes distintas: água do poço (AP), utilizada no processo de osmose reversa e para os animais; rejeito da dessalinização (AR) que, devido à elevada salinidade, é descartado no solo pela população sem qualquer tratamento

e utilização e, a água dessalinizada (AD), utilizada exclusivamente para o consumo humano. As amostras de água foram acondicionadas em garrafas plásticas, opacas, de 500 mL, hermeticamente fechadas e conduzidas para análise físico-químicas de acordo Palacios e Aceves (1970). As análises das amostras de água foram realizadas no Laboratório de Fertilidade e Nutrição de Plantas, do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Foram determinados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica (CE em dS m^{-1}), potencial hidrogeniônico (pH), as concentrações de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954) e EMBRAPA (1997). Realizou-se também, o cálculo da RAS, da dureza da água e de sólidos dissolvidos totais (SDT).

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com auxílio do software estatístico SPSS[®]. As águas foram classificadas e interpretadas quanto os riscos de salinidade e sodicidade, de acordo com os parâmetros do USSL (RICHARDS, 1954), utilizando-se um diagrama de classificação para cada tipo de água analisada, com auxílio da ferramenta Excel[®].

Consideraram-se também, as diretrizes da FAO, para a avaliação da qualidade da água para fins irrigação (AYERS; WESTCOT, 1999), especialmente, para os riscos de toxidez de íons específicos das amostras das águas, visando sua utilização agrícola e manejo adequado da irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação das avaliações químicas da água dessalinizada, água de poço e rejeito salino dos poços tubulares equipados com dessalinizadores com osmose reversa encontram-se na Tabela 1.

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
NA MESORREGIÃO DO OESTE POTIGUAR, BRASIL

Tabela 1. Estatística descritiva referente aos resultados das três fontes de água.

Fonte de variação	Água dessalinizada			Água de poço			Água de rejeito salino		
	μ	Σ	CV	μ	σ	CV	μ	Σ	CV
pH	6,8	0,35	5,2	7,3	0,41	5,6	7,6	0,38	5
CE _a (dS m ⁻¹)	0,3	0,35	112,62	2,5	2,05	80,9	3,2	2,75	86,5
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,5	0,28	59,54	1,7	1,69	97,8	1,4	1,53	108,4
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,5	0,59	121,29	11,1	6,11	55,2	13,9	8,51	61,2
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,8	0,65	83,12	7,9	6,04	76,4	11,5	11,51	100
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,4	2,83	116,27	18,8	26,06	138,6	22,6	31,23	137,9
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,2	0,28	166,49	2	2,74	137,6	2,7	3,6	132
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,6	0,43	71,15	4,9	3,69	75,06	5,6	4,22	75,2
RAS	0,9	0,71	79,9	0,6	0,68	106,2	0,5	0,56	119,7

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CE_a: condutividade elétrica da água; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cl⁻: cloro; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato; e RAS: reação de adsorção de sódio; μ : média; σ : desvio padrão e; CV: coeficiente de variação.

Verifica-se elevado coeficiente de variação (CV) dos parâmetros: condutividade elétrica da água (CE_a) 112,62, 80,9 e 86,5%, respectivamente; razão de adsorção de sódio (RAS) 79,9, 106,2 e 119,7%, respectivamente. Entre os cátions destaca-se o Ca²⁺ com 121,29, 55,2 e 61,2%, respectivamente; enquanto, entre os ânions sobressai o CO₃²⁻ com 166,49, 137,6 e 132,0%, respectivamente.

O pH apresentou os menores coeficientes de variação, 5,2, 5,6 e 5,0%, respectivamente. Estas variações, provavelmente, indicam uma alta variação espacial dos dados, o que não permite extrapolação dos resultados de análises de água entre as localidades rurais.

Cosme (2011) também observou resultados semelhantes em amostras de águas de poços e, portanto, sugeriu que as avaliações químicas relativas à qualidade das águas de poços sejam feitas individualmente, para cada local, pois não é possível extrapolar dados de uma comunidade para outra, permitindo uma correta avaliação dos riscos e tomada de decisão quanto ao manejo adequado da água para fins de irrigação.

Ainda em relação à Tabela 1 observa-se aumento nos valores médios de pH (6,8, 7,3 e 7,6), CE (0,3, 2,5 e 3,2), íons Ca²⁺ (0,5, 11,7 e 13,9), Mg²⁺ (0,8, 7,9 e 11,5), Cl⁻ (2,4, 18,8 e 22,8), CO₃²⁻ (0,2, 2,0 e 2,7) e HCO₃⁻ (0,9, 0,6 e 0,5), e redução da RAS

(0,9, 0,6 e 0,5) nas águas de rejeito salino em relação às águas de poços seguidas das águas dessalinizadas.

Os valores das análises químicas de água dessalinizada das diferentes estações de tratamento encontram-se na Tabela 2. Verificou-se que, segundo Richards (1954), 70% das águas foram classificadas como C₁S₁ (baixo risco de salinidade e sodicidade) e 20% classificadas como C₂S₁ (médio risco de salinidade e baixo de sodicidade), podendo esta última ser usada para irrigação, requerendo lixiviação moderada de sais.

Na comunidade rural Boa Fé, a água dessalinizada foi classificada como C₃S₁, isto é, água com alto risco de salinização e baixo risco de sodificação, não sendo indicada para fins de irrigação, especialmente, em solos com deficiência de drenagem agrícola. Entretanto, em solos agricultáveis, o uso desta água requer o uso de plantas tolerantes à salinidade e práticas de lixiviação de manutenção da salinidade do solo (Tabela 2).

Não há restrição de uso das águas dessalinizadas em 90% das amostras analisadas quanto aos riscos de salinidade (CE < 0,7 dS m⁻¹). Apenas na comunidade de Boa Fé, as análises das amostras de água são de alto risco de salinidade e moderada riscos de sodicidade (C₃S₁). É importante ressaltar que, quando se cultiva em solos de textura média, a baixa salinidade das águas, pode causar problemas com infiltração de

Tabela 2. Avaliação da qualidade das águas dessalinizadas para fins de irrigação em estações de tratamento por osmose reversa no Oeste Potiguar.

Localidades	pH	CE _a dS m ⁻¹	mmol _c L ⁻¹						RAS	Classificação de Richards
			Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
Oziel Alves	6,5	0,2	0,9	0,3	0,6	1,6	0,6	0,0	1,4	C ₁ S ₁
Boa Fé	6,7	1,2	0,5	2,0	2,2	10,2	0,7	0,0	0,3	C ₃ S ₁
Serra Mossoró	6,4	0,1	0,4	0,2	0,1	1,4	0,0	0,5	1,2	C ₁ S ₁
Santa Elza	6,8	0,1	0,4	0,1	0,2	1,0	0,0	0,4	1,1	C ₁ S ₁
Fazenda Nova	6,5	0,2	0,2	0,4	1,2	0,9	0,0	1,2	0,2	C ₁ S ₁
Maracanaú	7,6	0,6	0,0	0,8	1,0	3,3	0,4	1,2	0,0	C ₂ S ₁
Santana	6,5	0,2	0,8	0,0	0,5	0,9	0,0	0,5	2,5	C ₁ S ₁
Espinheirinho	7,0	0,3	0,7	0,8	1,2	2,0	0,0	0,7	0,7	C ₂ S ₁
Passagem do Rio	6,7	0,2	0,5	0,3	0,5	1,9	0,0	0,9	0,9	C ₁ S ₁
Cabelo de Negro	7,1	0,0	0,3	0,1	0,3	1,1	0,0	0,8	0,6	C ₁ S ₁

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CE_a: condutividade elétrica; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cl: cloro; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato; e RAS: reação de adsorção de sódio.

água. Neste caso, em todas as comunidades tem-se verificado este risco, exceto para a comunidade Boa Fé (CE > 0,7 dS m⁻¹ e RAS entre 0-3 mmol L⁻¹).

As amostras de águas de todas as comunidades não apresentam grau de restrição de uso quanto aos riscos de toxidez por cloreto (Cl⁻ < 4 mmol_c L⁻¹), exceto para a comunidade Boa Fé que apresentou severa restrição de uso (Cl⁻ > 10 mmol_c L⁻¹). Com relação aos riscos de toxidez por íons Na⁺, todas as águas dessalinizadas não apresentaram restrições de uso (Na⁺ < 10 mmol_c L⁻¹) em sistemas irrigadas por aspersão e gotejamento.

A sensibilidade ou a tolerância das culturas ao excesso de cloreto é bastante variável. Por exemplo, as frutíferas começam a mostrar sintomas de danos com concentrações de cloreto acima de 3 g kg⁻¹, já as espécies tolerantes podem acumular até 40 a 50 g kg⁻¹ de cloreto sem manifestar qualquer sintoma de toxicidade (DIAS; BLANCO, 2010). Deste modo, a escolha da cultura tolerante é um fator importante quando se utiliza água salobra para a irrigação.

Ressalta-se que, apesar da maioria das águas purificadas por osmose reversa estar apta à irrigação, mas devido a escassez de água potável nas comunidades, cada família é beneficiada com cerca de 20 a 100 L por dia, dependendo da vazão do

poço e do número de famílias beneficiadas. Para casos especiais, como sementeiras de hortas comunitárias, produtos de alto valor agregado, produção de mudas para reflorestamento pode-se usar essas águas tratadas para fins de irrigação, porém faz-se necessário estudo de viabilidade econômica (SOUZA et al., 2015; SOARES et al., 2006).

Os resultados das análises químicas das águas dos poços em estações de tratamento na mesorregião do Oeste Potiguar encontram-se na Tabela 3. Observa-se que, quanto ao risco potencial de salinização do solo pela técnica da irrigação, cerca de 70% das águas de poços foram classificadas como C₃S₁ e as demais como C₄S₁ (Richard, 1954). A concentração salina C₃ indica que é uma água com alto teor de sais, sendo necessário o uso de lâminas de lavagem de manutenção, além do uso de espécies vegetais com maior tolerância à salinidade (DE PASCALE et al., 2013). As águas classificadas como C₄ indicam que é uma água com salinidade muito alta, sendo inadequadas para fins de irrigação, exceto para solos com alta permeabilidade, boa lixiviação, aplicação em excesso de água e uso de plantas resistentes aos sais.

Segundo a classificação de Ayers e Westcot (1999), 67% têm grau de restrição de uso moderado da irrigação (0,75 < CE < 1,5 dS m⁻¹). As águas dos poços das comunidades Maracanaú e Espinheirinho

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
NA MESORREGIÃO DO OESTE POTIGUAR, BRASIL

Tabela 3. Avaliação da qualidade das águas de poços para fins de irrigação em estações de tratamento por osmose reversa no Oeste Potiguar.

Localidades	pH	CE dS m ⁻¹	mmol _c L ⁻¹						RAS	Classificação de Richards
			Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
Oziel Alves	6,7	2,0	0,4	9,3	5,1	10,6	6,2	0,0	0,2	C ₃ S ₁
Boa Fé	6,8	7,6	3,0	24,9	21,5	87,0	7,0	0,0	0,6	C ₄ S ₁
Serra Mossoró	7,3	1,6	4,2	7,4	6,8	5,5	0,0	8,2	1,6	C ₃ S ₁
Santa Elza	7,6	2,2	0,1	10,0	6,1	13,3	0,0	7,4	0,0	C ₃ S ₁
Fazenda Nova	7,4	1,2	2,5	7,2	4,0	4,6	0,0	8,2	1,1	C ₃ S ₁
Maracanaú	7,7	2,9	0,1	12,0	11,8	15,0	1,4	5,9	0,0	C ₄ S ₁
Santana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espinheirinho	7,7	3,3	0,1	13,6	10,5	17,5	2,4	4,1	0,0	C ₄ S ₁
Passagem do Rio	7,1	1,0	3,9	9,2	0,5	12,8	0,0	2,7	1,8	C ₃ S ₁
Cabelo de Negro	7,9	1,0	1,2	6,2	4,8	2,9	1,0	7,6	0,5	C ₃ S ₁

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CEa: condutividade elétrica; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cl: cloro; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato; e RAS: reação de adsorção de sódio.

apresentam moderadas restrições de uso (0,7 - 3,0 dS m⁻¹). Já na comunidade de Boa Fé, foram registradas severas restrições de uso na água (CE_a > 3,0 dS m⁻¹). Além disso, verifica-se que, 67% as águas de poços têm grau de restrição de uso severo para cloreto (Cl⁻ > 10 mmol_c L⁻¹), 23% com severas restrições de uso para irrigação por aspersão e moderada para sistemas localizados (Serra Mossoró e Fazenda Nova). Apenas a comunidade Cabelo de Negro não apresentou restrições de uso com relação aos riscos de toxidez de Cl⁻ (Tabela 3).

Ainda em relação à Tabela 3, as águas de poços das estações de tratamento não apresentaram restrições de uso, exceto para as comunidades Boa Fé, Serra Mossoró e Passagem do Rio, em que se observaram moderadas restrições de uso. Com relação aos riscos de sodificação, todas as águas de poços avaliadas não apresentam riscos e não há problemas com infiltração de água no solo (CE > 0,7 dS m⁻¹ e RAS entre 0-3 mmol L⁻¹).

Os valores das análises químicas dos rejeitos salinos em estações de tratamento da mesorregião do Oeste Potiguar encontram-se na Tabela 4. Observa-se que, as águas residuárias do processo de dessalinização apresentaram uma maior concentração de sais do que as demais, cujo rejeito é oriundo do processo de osmose reversa do dessalinizador, exceto do rejeito salino

coletado na comunidade Passagem do Rio, que apresentou salinidade menor do que a água coletada do poço.

Das amostras de rejeito salino analisadas, 60% apresentaram risco muito alto de salinização do solo por irrigação (C₄S₁), ou seja, água não apropriada para irrigação em condições normais. Os 40% restantes ficaram na classe C₃S₁ com risco alto de contaminação do solo por excesso de sais solúveis (Tabela 4). Segundo Almeida (2010), em condições especiais de solos com boa drenagem, as águas C₄ podem ser utilizadas para irrigação se aplicado lâmina de lixiviação e/ou se utilizar culturas tolerantes à alta salinidade.

Ainda em relação à Tabela 4, todos as amostras de rejeitos salinos analisadas não apresentam problemas com infiltração de água no solo (CE > 0,7 dS m⁻¹ e RAS entre 0 - 3 mmol L⁻¹), principalmente, devido ao efeito alta condutividade elétrica do rejeito que, em condições de solos com textura média a argilosa, apesar da alta PST, a alta CE mantém as argilas parcialmente floculadas e, conseqüentemente, sem qualquer problemas de infiltração de água (MAAS; HOFFMAN, 1977).

Segundo as diretrizes para interpretar a qualidade da água utilizada para irrigação citada por Ayers e Westcot (1999), verificou-se também que há cinco comunidades que se enquadram no grau de restrição para uso

Tabela 4. Avaliação da qualidade do rejeito salino fins de irrigação em estações de tratamento por osmose reversa no Oeste Potiguar.

Localidades	pH	CE dS m ⁻¹	mmol _e L ⁻¹						RAS	Classificação de Richards
			Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻		
Oziel Alves	7,0	2,6	0,9	11,3	7,4	13,8	7,4	0,0	0,3	C4-S1
Boa Fé	7,0	10,5	3,1	35,1	43,4	110	11,0	0,0	0,5	C4-S1
Serra Mossoró	7,5	2,2	0,1	11,3	9,2	9,0	0,1	11,8	0,0	C3-S1
Santa Elza	7,8	3,4	0,1	16,6	8,2	22,4	0,3	10,4	0,0	C4-S1
Fazenda Nova	8,0	1,4	3,1	7,9	5,2	5,7	0,9	9,0	1,2	C3-S1
Maracanaú	7,8	3,2	0,2	10,7	13,3	15,2	2,4	5,7	0,0	C4-S1
Santana	7,5	3,2	0,1	20,1	5,1	19,5	1,7	7,0	0,0	C4-S1
Espinheirinho	7,6	3,3	0,1	11,9	9,2	15,4	2,1	3,0	0,0	C4-S1
Passagem do Rio	7,6	0,8	3,2	8,1	9,5	11,6	0,5	2,0	1,1	C3-S1
Cabelo de Negro	8,1	1,2	3,2	6,1	4,7	3,8	1,0	7,4	1,4	C3-S1

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CEa: condutividade elétrica; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cl: cloro; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato; e RAS: reação de adsorção de sódio.

considerado severo (Boa Fé, Santa Elza, Maracanaú, Santana e Espinheirinho); as demais comunidades apresentam moderado grau de risco (Tabela 4).

Cosme (2011) ressalta que, mesmo as águas de rejeito com moderada restrição de uso, classe C₃S₁, deve-se ter cuidados especiais quanto a sua disposição no solo, pois, podem causar contaminação dos mananciais hídricos subterrâneos ou salinizar os solos, em virtude da infiltração do rejeito salino no solo, especialmente os de textura arenosa.

Quanto à toxicidade de íons específicos, as águas do rejeito salino apresentaram valores considerados severos quanto aos riscos de toxidez por excesso de Cl⁻ em 70% das amostras, enquanto, 20% apresentam valores inadequados para irrigação por aspersão, mas com restrição moderada para uso em irrigação localizada ou de superfície (Fazenda Nova e Serra Mossoró) e uma comunidade (Cabelo de Negro) tem riscos severos de toxidez por excesso de Cl⁻, somente quando utilizada em sistema de aspersão.

É importante ressaltar que, o sucesso do uso de água salina para irrigação das culturas agrícolas requer práticas de manejo adequadas como, a seleção de culturas tolerantes à salinidade e a adoção de estratégias de aplicação de água que evitem o acúmulo de sais no solo e/ou mantenha

a concentração de sais na zona radicular abaixo da tolerada pela cultura explorada.

CONCLUSÕES

As águas de poços e de rejeito salino de todas as estações de tratamento estudadas apresentaram alto grau de restrição de uso para fins de irrigação quanto aos riscos de salinização e toxicidade de íons cloreto.

Todas as águas dessalinizadas pelo processo de osmose reversa são adequadas para fins irrigação.

A disposição direta do rejeito no solo causa a salinização das áreas, intensificando o processo de desertificação.

A análise e a interpretação da qualidade das águas de poços, rejeitos salinos e águas purificadas por osmose reversa permitem o planejamento e o manejo dos recursos hídricos, evitando problemas com a redução da produção das culturas e o acúmulo de sais na zona radicular.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2010, 234p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed.

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO
NA MESORREGIÃO DO OESTE POTIGUAR, BRASIL

Trad. GHEYI, H. R., MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico.** Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, Série B).

COSME, C. R. **Avaliação da qualidade da água proveniente das estações de tratamento de água salobra na zona rural do município de Mossoró-RN.** 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte.** 2005. 11p.

DE PASCALE, S.; ORSINI, F.; PARDOSSI, A. Irrigation water quality for greenhouse horticulture. In Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops; FAO Plant Production and Protection Paper 217; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2013; p. 169–204.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. **Efeito dos sais no solo e na planta.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCT sal, 2010. 472 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

LIMA, A. O.; DIAS, N. S.; NETO, M. F.; SANTOS, E. J.; REGO, P. R. A.; LIMA-FILHO, F. P. Barragens subterrâneas no semiárido Brasileiro: análise histórica e metodologia de construção. **Revista Irriga**, v.18, n.2, p.200-211, 2013.

LIMA, A. O.; LIMA-FILHO, F. P.; DIAS, N. S.; REGO, P. R. A.; NETO, M. F. Mechanisms controlling surface water quality in the Cobras river sub-basin, northeastern Brazil. **Revista Caatinga**, v.30, p.181-189, 2017.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of irrigation and Drainage Division.** v.103, n. IR2, p.115-134.1977.

MOHAMED, A. M. O.; MARAQA, M.; AL HANDHALY, J. Impact of land disposal of reject brine from desalination plants on soil and groundwater. **Desalination**, v.182, n.1-3, p.411-433, 2005.

PALACIOS, O.; ACEVES, E. **Instructivo para el muestreo registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola.** Chapingo: Colegio de Postgraduados-Escuela Nacional de Agricultura, 1970. 47p.

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

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SOARES, T. M.; SILVA, I. J. O.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F. E. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.730-737, 2006.

SOUZA, F. I. ; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; PORTELA, J. C.; SOUZA, A. C. M. de S.; PORTO, V. C. N.; SOUSA JUNIOR, F. S. Agricultural potential of reject brine from water desalination. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p. 4713-4717, 2015.