

PROPOSTA DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ESTAÇÕES DE DESSALINIZAÇÃO.

F. P. de Souza Antas¹, J. J. R. de Freitas², A. M. de Oliveira³, N. da S. Dias⁴,
A. de Oliveira Lima⁵, O. N. de Souza Neto⁶.

RESUMO: Devido o rejeito salino gerado nas estações de dessalinização por osmose reversa, a avaliação da vulnerabilidade para definir as áreas críticas de monitoramento das águas do processo de dessalinização tem sido uma ferramenta importante para delinear as redes de monitoramento necessárias para a vigilância de possíveis locais de salinização. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas amostradas em estações de dessalinização na Mesorregião do Oeste Potiguar Brasileiro por meios de um índice de qualidade capaz de fornecer uma avaliação relativa da vulnerabilidade das águas ao potencial de salinização. O presente estudo desenvolve um índice de avaliação da qualidade das águas estações de dessalinização utilizando inicialmente os parâmetros químicos CE, relação de adsorção de sódio, relação Mg^{2+}/Ca^{2+} e os íons sódio, cloreto e bicarbonato. O Índice de Avaliação da qualidade das águas das estações de dessalinização apresentou bom desempenho, podendo ser acrescido de parâmetros referentes ao solo e à cultura explorada. O maior grau de impacto do uso da terra foi registrado em amostras de rejeito salino seguidas das águas de poços.

PALAVRAS-CHAVE: Salinização do solo, água de poço salino, contaminação do lençol freático.

A PROPOSED INDEX FOR WATER-QUALITY ASSESSMENT FROM INLAND DESALINATION PLANTS

ABSTRACT: Due the saline tailing generated from desalination stations by reverse osmosis, a vulnerability assessment to define areas critical for the monitoring of water from desalination process has been an important tool for delineating the monitoring networks required for surveillance of potential salinization sites. The objective of this study was evaluate quality of

¹ Professor, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN - Currais Novos-RN.

² Acadêmico de Engenharia Agrônômica, UFRSA, Mossoró - RN. CEP: 59.625-900. Fone (84) 99691-1969. E-mail: jair_ufersa@yahoo.com.br

³ Professor Adjunto I da Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas -RN.

⁴ Professor Associado II DCAT da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró - RN;

⁵ Professor Ajunto do Departamento de Gestão Ambiental da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

⁶ Professor Assistente, DCETH/UFRSA - Angicos -RN.

water sampled from desalination stations in the Meso-region of Brazilian Potiguar West by means of a quality index capable of providing a relative evaluation of vulnerability of water to potential of salinization.. Initially the evaluation index of water quality was develop to using the chemical parameters EC, sodium adsorption ratio, Mg^{2+} / Ca^{2+} ratio and sodium, chloride and bicarbonate ions. The evaluation index of water quality of desalination stations presented good performance, being able to add parameters referring to soil and the culture explored. The highest degree of impact of land use because of the water quality from desalination station was recorded in samples of salt reject followed by well water.

KEYWORDS: Soil salinization, brackish water well, groundwater contamination.

INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos hídricos no semiárido tem sido um obstáculo à produtividade e ao desenvolvimento (Cirilo, 2008). Devido ao regime pluvial irregular, a produção agrícola sofre restrições, pois, o baixo índice pluviométrico muitas vezes é incapaz de suprir a demanda hídrica populacional e das culturas, sendo necessária a adoção da irrigação para que as culturas exploradas venham atingir desenvolvimento adequado e produtividades economicamente competitivas (Andrade et al., 2012).

Como alternativa para garantia da segurança alimentar e nutricional das famílias rurais as águas subterrâneas podem ser utilizadas para consumo e, também, para a produção agrícola. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam na maioria dos casos restrições de uso por apresentarem problemas de salinidade (Ayers & Westcot, 1999).

Todavia, a aplicação da tecnologia da dessalinização permite a viabilização dos mesmos através do uso do método de dessalinização por osmose reversa (Soares et al., 2006), que, mesmo tendo a produção de rejeito salino como fator limitante (Bush et al., 2016; Khanzadad et al., 2017), possibilita, a produção de alimentos (Santos et al., 2010).

Levando-se em consideração estes aspectos, objetivou-se avaliar a qualidade das águas amostradas em estações de dessalinização na Mesorregião do Oeste Potiguar Brasileiro por meios de um índice de qualidade capaz de fornecer uma avaliação relativa da vulnerabilidade das águas ao potencial de salinização.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas amostradas em estações de dessalinização na Mesorregião do Oeste Potiguar Brasileiro por meios de um índice de

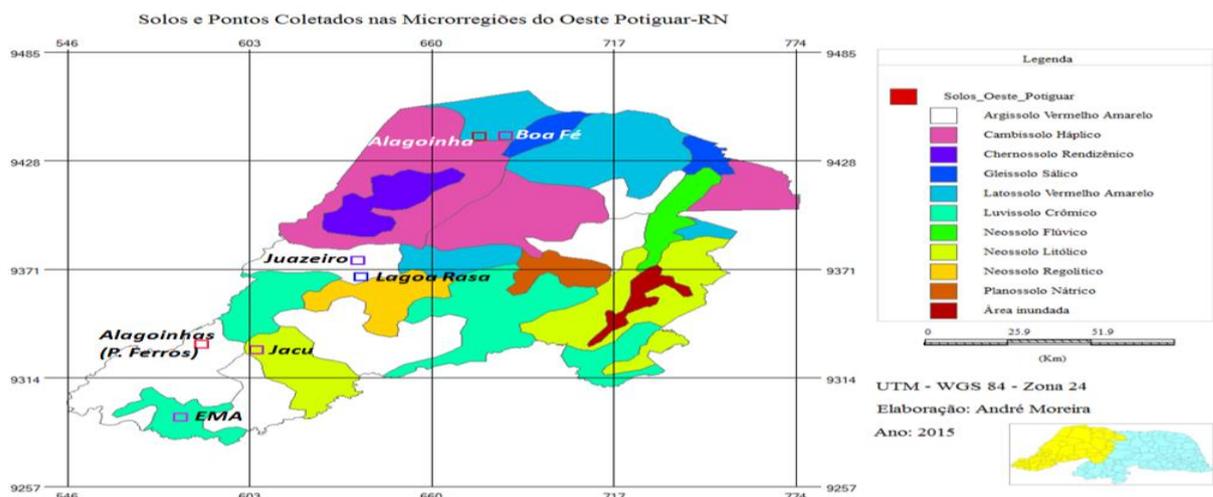
qualidade capaz de fornecer uma avaliação relativa da vulnerabilidade das águas ao potencial de salinização.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas amostrais foram realizadas no período compreendido entre outubro de 2013 e novembro de 2014 em sete comunidades do Oeste Potiguar (Figura 1) providas de abastecimento por unidades de captação e tratamento de água por dessalinização.

O clima nesta região pode ser classificado como do tipo Bsw'h'. No que se refere a distribuição de chuvas, existem duas estações bem definidas, apresentando um período de expectativa de chuva que se estende de janeiro a maio, com uma precipitação média anual de 612,4 mm, temperatura média 26,1 °C, com mínima de 21,2 °C e máxima de 32,0 °C, onde apresenta uma evapotranspiração potencial de 1.552,40 mm ano⁻¹ (SEMARH, 2009).

Após diagnóstico, as coletas foram realizadas de forma plena em quatro épocas amostrais nas estações dessalinizadoras de sete comunidades: Boa Fé – Mossoró; Alagoinha – Mossoró; Lagoa Rasa – Apodi; Juazeiro – Apodi; Alagoinhas – Pau dos Ferros; Jacu – Francisco Dantas e Ema – José da Penha (Figura 1).



Fonte: Oliveira (2016).

Figura 1. Mapa de solos (IBGE) da área experimental, mesorregião do Oeste Potiguar, com a localização dos pontos coletados no início da pesquisa.

As amostras foram coletadas em quatro períodos, com interstício de três meses, em cada comunidade, de modo a retratar ou abranger todas as estações do ano, verificando o comportamento das alterações das águas: E1 = outubro/novembro (2013) – período seco,

praticamente sem chuvas; E2 = fevereiro/março (2014), início do período chuvoso; E3 = junho/julho (2014), final do período chuvoso e E4 = outubro/novembro (2014), fechando o ciclo de doze meses, novamente no período seco.

Coletou-se água de três fontes por comunidade: água salobras de poços (poço) – sem qualquer tratamento; águas purificadas e a água de rejeito salino. O procedimento de coleta era feito após o funcionamento por 5 minutos do aparelho dessalinizador, e as amostras, armazenadas em garrafas plásticas, opacas, de 500 mL, hermeticamente fechadas acondicionadas em caixa térmica com gelo e em seguida conduzidas para análise laboratorial.

Foram analisadas 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^-) em mmolc L^{-1} , de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954). Realizou-se, também, o cálculo da RAS, para classificação das amostras quanto ao risco de sodificação e de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

Para análise dos dados foram estudados 11 indicadores de qualidade de água, que foram utilizadas para a determinação dos índices de qualidade das águas. Os resultados dessas análises foram tabulados em uma planilha do Microsoft Excel TM enquanto as análises estatísticas foram realizadas com o software Action Stat ®. Para avaliar as águas do poço, purificadas e de rejeito foram classificadas, com auxílio do software Excel®, consideraram-se as diretrizes da FAO, para a avaliação da qualidade da água para irrigação (Ayers & Westcott, 1999 visando sua utilização agrícola e manejo adequado da irrigação. A qualidade da água, foram utilizadas as metodologias propostas por Ayers & Westcott (1999).

Para os cálculos dos índices de saturação de Langelier e Ryznar para determinação das tendências incrustantes ou corrosivas tomou-se como base a temperatura de 35 °C por ser a temperatura máxima média nas épocas amostrais (INPE). A alcalinidade foi tomada como sendo a concentração de HCO_3^- em face do pH das amostras dos três tipos de água estar inserido na faixa $4,4 < \text{pH} < 8,4$ conforme APHA (2005).

O Índice Relativo de Qualidade de Água para Irrigação (IRQI) foi elaborado com base no IRQ, levando-se em consideração os parâmetros Condutividade Elétrica, RAS, as concentrações de sódio, cloreto e bicarbonato e a relação $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, por serem parâmetros relacionados aos problemas de salinidade, toxicidade e infiltração.

Adotou-se como Valor Máximo Permitido (VMP) $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ para a CE, $3,0 \text{ (mmolc L}^{-1})$ para a RAS, $3,0 \text{ mmolc L}^{-1}$ para o Cl^- , $1,5 \text{ mmolc L}^{-1}$ para o HCO_3^- e 1 para a relação

Mg^{2+}/Ca^{2+} por serem valores abaixo dos quais não há restrição de uso para a água em irrigação, conforme Ayers & Westcott, (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índices de desvios dos indicadores: quanto mais distante do valor ideal que é zero, pior a qualidade da água.

Para a água purificada, o menor índice das características ocorreu para a CE em Lagoa Rasa e Pau dos Ferros (0,00 em E1) enquanto o maior valor foi denotado para a relação Mg^{2+}/Ca^{2+} (5,53) na comunidade EMA em E3.

Este parâmetro foi preponderante para que esta amostra apresentasse o maior valor de IRQI para a água purificada (0,96). Lagoa Rasa e Pau dos Ferros apresentaram a maior quantidade de parâmetros com índice mínimo, enquanto Boa Fé apresentou mais parâmetros com o maior valor para Vi sendo estes em sódio, cloreto e para a RAS em E3 (0,19; 0,16 e 1,00 respectivamente) e para o bicarbonato em E2 (1,00).

Exceto pelo índice já citado em EMA, todas as amostras de água purificadas obtiveram índices menores que 1. Em 42,89% das amostras, o índice Vi da relação Mg^{2+}/Ca^{2+} foi maior que 1, requerendo atenção para este aspecto uma vez que quanto maior for este índice, menor será a proporção do cálcio em relação ao magnésio. Segundo Ayers & Westcott (1999), quanto menor esta proporção, maior as probabilidades da ocorrência de problemas de infiltração devido à intensificação dos efeitos dispersantes do sódio quando contrastado com o efeito flocculante do cálcio. Maia e Rodrigues (2012) em proposta de índice de qualidade de águas relataram que a perda de produtividade se deve a deficiência de cálcio induzida por excesso de magnésio trocável no solo.

Para a água salobras de poços, os índices dos desvios dos indicadores permaneceram entre 0,05 para o sódio em E3 em Jacu e 3,98 para a RAS em E3 em EMA. Observa-se que Jacu na terceira época de coleta é a amostra com os menores índices em quatro das seis características avaliadas (CE, sódio cloreto e RAS). Ocorreu nesta comunidade e época também o menor valor de IRQI entre as amostras de água salobras de poços (0,29), Oliveira (2016) classificou a água deste poço como sem risco de salinidade e de toxicidade de sódio e de cloretos, porém com risco acentuado de problemas de infiltração em face à sua baixa CE quando comparada com a RAS.

Boa Fé apresentou os maiores índices dos desvios para CE (2,55 em E2), sódio (3,59 em E4) e bicarbonatos (2,73 em E4) além do maior IRQI para a água salobras de poços (2,07 em

E4). Esta comunidade apresenta maiores valores de condutividade elétrica das águas de poço, variando entre 5,72 e 6,40 dS m⁻¹, o que impede sua utilização, salvo em condições de técnicas de manejo, tais como: mistura de águas e utilização em sistemas hidropônicos. Oliveira (2011) cultivou hortaliças através de sistema hidropônico em fibra de coco, com águas da estação do dessalinizador desta comunidade com poucas perdas de produtividade, evidenciando potencial de utilização destas águas.

Para as águas de rejeito, os menores índices foram registrados em Jacu em E3 (CE, sódio, cloreto e bicarbonato) e em Alagoinha (RAS em E2 e Mg²⁺/Ca²⁺ em E1) enquanto que Pau dos Ferros em E2 apresentou os índices mais elevados em CE, cloreto e bicarbonato (E2) e Mg²⁺/Ca²⁺ (E4) e EMA o maior valor para a RAS (E3). De maneira geral, estas águas são inaptas para o uso em irrigação face à sua elevada salinidade.

Em trabalho semelhante, Anders (2013) afirmou que, das amostras de rejeito analisadas, 60% apresentaram risco extremo de salinização do solo por irrigação, enquanto o 40% restantes foram classificadas, com risco alto de contaminação do solo por excesso de sais solúveis, não sendo apropriada para irrigação em condições normais, podendo ser usada em condições especiais de solos com boa drenagem, desde que se aplique práticas especiais para controle da salinidade, como lâmina de lixiviação adequada se faça uso de culturas bastante tolerantes a sais (ALMEIDA, 2010).

CONCLUSÕES

O Índice de Avaliação da qualidade das águas das estações de dessalinização apresentou bom desempenho, podendo ser acrescido de parâmetros referentes ao solo e à cultura explorada.

O maior grau de impacto do uso da terra em consequência da qualidade das águas de estações de dessalinização foi registrado em amostras de rejeito salino seguidas das águas de poços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. EMBRAPA Cruz das Almas, 2010, 234p. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf acesso em: 20 junho de 2016

ANDERS, C. R. Caracterização química da água de dessalinizadores e dos solos sob a influência do rejeito salino em Mossoró - RN Claudio Rodrigues Anders. -- Mossoró, 2013.56f.

ANDRADE, T. S., MONTENEGRO, S. M. G. L., MONTENEGRO, A. A., & RODRIGUES, D. F. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(5), 496-504, 2012.

APHA, AWWA WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association, 2005.

AYERS, R. S., WESTCOT, D. W, A qualidade da água na agricultura, Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, 2ª Edição, Campina Grande, UFPB, 145p. 1999.

BUSH, J.A.; VANNESTE, J.; CATH, T.Y. Membrane distillation for concentration of hypersaline brines from the Great Salt Lake: Effects of scaling and fouling on performance, efficiency, and salt rejection. *Separation and Purification Technology*, v.170, p.78-91, 2016.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido . *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 61-82, jan. 2008. ISSN 1806-9592.

KHANZADAA, N.K.; JAMAL KHANA, S.; DAVIESB, P.A. Performance evaluation of reverse osmosis (RO) pre-treatment technologies for in-land brackish water treatment. *Desalination*, v.406, p.44-5-0, 2017.

MAIA, C. E.; RODRIGUES, K. K. R. da. Proposal for an index to classify irrigation water quality: a case study in northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 823-830, June 2012.

OLIVEIRA, A. M. Impactos físico-químicos da disposição de rejeito de dessalinizadores das águas de poços em solos do Oeste Potiguar. Tese (doutorado em manejo de solo e água) - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2016.

SEMARH - Secretaria de estado de meio ambiente e dos recursos hídricos - Plano Estadual de Recursos Hídricos. (relatório síntese) Disponível em: <http://www.semarh.rn.gov.br/>. Acesso em: 25 jan. 2017.

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