

Avaliação da qualidade das águas de poços em comunidades e assentamentos rurais em Mossoró-RN

Christiano R. Cosme¹, Nildo da S. Dias², Mikhael Rangel de Souza Melo³, Andler Milton de Paiva Oliveira⁴, Gleydson de Freitas Silva⁵, Edymara S. R. de Moura⁶

¹Engº Agrônomo, Prof. Adjunto I, Centro de Engenharia, UFERSA/Mossoró - RN, Brasil

²Engº Agrônomo, Prof. Associado II, Centro de Ciências Agrárias, UFERSA/Mossoró - RN, Brasil

³Engº Agrônomo, Mestrando em Manejo de Solo e Água - PPGMSA, UFERSA/Mossoró - RN, Brasil

⁴Engº Agrônomo, Mestre em Irrigação, UFERSA/Mossoró - RN, Brasil

⁵Gestor Ambiental, UNP/Mossoró - RN, Brasil

⁶Engenheira Agrônoma, Mestre em Irrigação, UFERSA/Mossoró - RN, Brasil

E-mail autor correspondente: mikhael.rangel@yahoo.com.br

Artigo enviado em 22/08/2017, aceito em 29/04/2018.

Resumo: As águas subterrâneas são apontadas como uma alternativa viável para garantir o acesso das comunidades rurais do nordeste à água, a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares. Muitas comunidades rurais de Mossoró, RN, são abastecidas com água proveniente do aquífero Jandaíra, de elevada concentração de sais, sendo utilizada na irrigação de culturas sem o manejo adequado para o seu uso sustentável, o que pode acarretar em problemas de salinização. Devido aos impactos causados pelo uso de águas salobras na irrigação, para viabilizar a sua utilização deve-se adotar práticas de manejo da água e solo para o controle da salinidade. Desta forma se faz necessário caracterizar essas águas, para que seja possível estabelecer um manejo do sistema solo-água-planta da área irrigada. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água para fins de irrigação de comunidades rurais de Mossoró, abastecidas com águas salobras provenientes de poços tubulares, fornecendo estas informações como uma ferramenta de auxílio para o manejo adequado da utilização destas águas na irrigação. As análises dos resultados indicaram que as águas de poços de todas as comunidades apresentaram alto grau de restrição de uso para a irrigação quanto aos riscos de salinização, sodicidade e toxicidade de íons cloreto, necessitando de práticas de manejo.

Palavras-chave: Salinidade, águas salobras, irrigação.

Evaluation of wells waters quality in communities and settlements from rural zone of Mossoro-RN

Abstract: Groundwater is identified as a viable alternative to ensure the access of rural communities in the northeast to water from public investment in drilling wells. Many rural communities in Mossoró, RN, are supplied with water from the aquifer Jandaíra, high salt concentration, being used for irrigation of crops without any management for use sustainability use, which can result in problems of salinization. Due to the impacts caused by use of brackish water in irrigation, to enable their use should always adopt water and soil management practices for salinity control. Therefore, is necessary to

characterize these waters, so that you can establish a management system of soil-water-plant of the irrigated land. Thus, this study aimed to evaluate the water quality for irrigation in rural communities of Mossoró, supplied with brackish water from wells, providing this information as a tool to aid the proper management of the use of groundwater for irrigation. The analysis results indicated that saline water wells from all communities showed high degree of use restriction for irrigation due soil sodifications and salinity risks and chloride toxicity, requiring management practices.

Keywords: Salinity, brackish waters, irrigation.

Introdução

O semiárido brasileiro apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população.

As águas subterrâneas é uma das alternativas viável para a maioria da população rural ter acesso à água no semiárido, a partir da perfuração de poços tubulares. Nos últimos dez anos, verifica-se que o número de poços perfurados captando água do aquífero Jandaíra tem crescido a uma taxa elevada, como também tem aumentado as vazões de exploração dessas unidades, com poços produzindo até 200 m³ h⁻¹ (DINIZ FILHO, 2003).

De acordo com BRASIL (2005) o município de Mossoró-RN apresenta 749 poços, dos quais 68 são destinados ao atendimento comunitário. Nessa região, cerca de 50 comunidades rurais utilizam a água salobra proveniente do aquífero calcário da formação Jandaíra como fonte hídrica para abastecimento doméstico, porém, na maioria das vezes, essa água, devido à alta salinidade, há restrições de uso para fins de irrigação e consumo humano. Neste caso, sua utilização fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e ao manejo da irrigação.

Devido aos impactos causados ao solo pelo uso de águas salobras na irrigação, devem-se adotar algumas práticas adequadas de manejo da relação solo-água-plantas para o controle da salinidade e viabilidade dos cultivos (Feizi et al., 2010; De Pascale et al., 2013, Moreira et al., 2016). Estas medidas são tomadas com base em informações da qualidade da água de irrigação utilizada; sendo estas avaliadas sob três aspectos: riscos de salinidade, sodicidade e toxicidade de íons específicos (SILVA et al., 2011).

Considerando que o abastecimento de água se tornar cada vez mais crítico, significando que a água salgada deve ser utilizada para fins de irrigação, objetivou-se avaliar a qualidade das águas de poços perfurados em comunidades e Assentamentos rurais do município de Mossoró, RN, gerando informações que possam auxiliar no manejo mais adequado da utilização destas águas na irrigação.

Material e Métodos

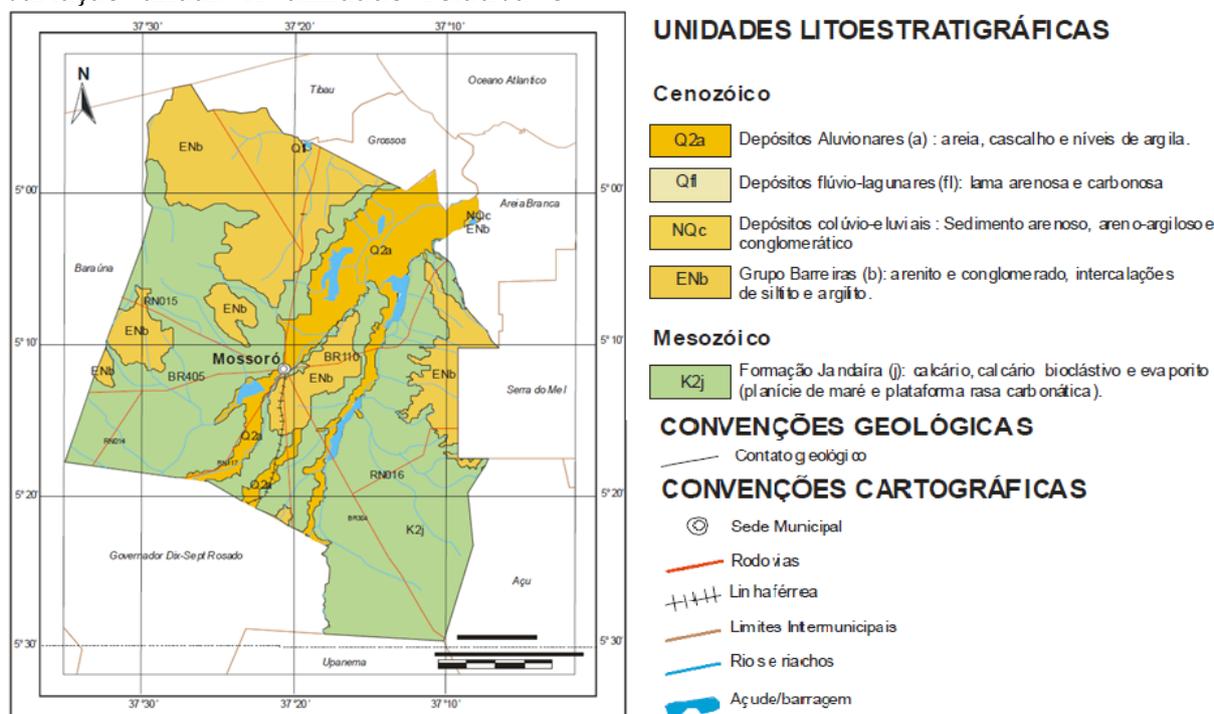
Caracterização da área de abrangência do estudo

O município de Mossoró possui uma altitude média de 16 m e coordenadas 05°11'16,8" de latitude sul e 37°20'38,4" de longitude oeste, distando da capital cerca de 277 km, sendo seu acesso, a partir de Natal,

efetuado através da rodovia pavimentada BR-304. O clima da região é do tipo BSwh', segundo Köppen, isto é, clima semiárido, onde a estação chuvosa atrasa para o outono, sendo a maior incidência de chuvas do verão para o outono. As chuvas têm distribuição bastante irregular no tempo e no espaço, aumentando sobremaneira o risco climático. A média anual de precipitação é de aproximadamente 680 mm. Devido à baixa latitude e à ausência de fatores geográficos influenciadores, a temperatura apresenta-se sem grande variação anual. A umidade relativa é

predominantemente baixa em toda a região. As temperaturas máximas e mínimas do ar têm valores médios iguais a 33,3 e 22,7 °C, respectivamente (CARMO FILHO et al, 1991).

Geologicamente, Mossoró encontra-se inserido na Província Borborema, sendo constituído pelos sedimentos da Formação Jandaíra (K2j), do Grupo Barreiras (ENb), depósitos Colúvios-eluviais (NQc), Flúvio-lagunares (Qfl) e depósitos Aluvionares (Q2a), como pode ser observado na Figura 1.



Fonte: BRASIL (2005)

Figura 1. Mapa Geológico do município de Mossoró, RN

Coleta e análise físico-química das amostras de água

Inicialmente foram pesquisadas as comunidades rurais do município de Mossoró, RN, na qual tinham como fonte de abastecimento, poços artesianos, a partir dos cadastros na Prefeitura do Município. Com base nas informações

acerca da localização dos poços das comunidades rurais de Mossoró, contidas no Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (BRASIL, 2005), e com o auxílio do software Google Earth®, foram localizadas as comunidades rurais e, a

partir daí, foram selecionadas 22 comunidades para coleta das amostras de água. Posteriormente, foi realizado o planejamento das datas das visitas às comunidades dividindo-as em grupos em função da sua localização, num total de seis visitas.

As campanhas de coletas de amostras foram realizadas de setembro a outubro de 2010, por ser um período crítico na região quanto à precipitação.

Em cada comunidade foi coletada uma amostra da água, as quais foram acondicionando em garrafas plásticas, opacas, de 500 mL, hermeticamente fechadas e conduzidas para análise físico-química. A Tabela 1 lista as comunidades visitadas, detalhando as datas das visitas e as coordenadas UTM dos poços, coletadas com auxílio de um aparelho receptor GPS Garmim etrex®.

Tabela 1. Comunidades visitadas onde foram coletadas as amostras das águas de poços para avaliação da qualidade

Comunidades	Coordenada UTM do dessalinizador			
	Datum -WGS 84 / Zona UTM - 24 M			
Boa Fé	E	684075	S	9441345
Puxa Boi	E	684435	S	9438886
São Romão	E	675227	S	9457149
Córrego Mossoró I	E	667418	S	9455195
Lagedo I	E	675696	S	9441016
Arisco I	E	677034	S	9444529
Bom Destino	E	675043	S	9439254
Serra Mossoró	E	673476	S	9434068
Assent. Barreira vermelha	E	663602	S	9424039
Com. Barreira Vermelha	E	663851	S	9424998
Santa Rita de Cássia	E	663381	S	9425393
Cabelo de Negro	E	669442	S	9420253
Recreio	E	653302	S	9422675
Santa Elza	E	664120	S	9434548
Fazenda Nova	E	666264	S	9433190
São José I	E	662779	S	9428266
São José II	E	663423	S	9430815
São Cristóvão	E	662659	S	9429684
Camurupim	E	680582	S	9415182
Picada I	E	680235	S	9418381
Maracanaú	E	700659	S	9409009
Espinheirinho	E	703648	S	9396001

As análises físico-químicas 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 Semiárido – UFERSA. Foram determinados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica (CE_a 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 e de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). Foi realizada a estatística descritiva de todos os parâmetros analisados, com auxílio do software estatístico Assistat®.

As águas foram classificadas e interpretadas quanto os riscos de salinidade e sodicidade, de acordo com os parâmetros do United States Salinity Laboratory - USSL, de Riverside, que é baseado nos estudos realizados por Richards (1954), confeccionando-se um diagrama de classificação para cada tipo de água analisada, utilizando a ferramenta Excel®, considerando também, as diretrizes da FAO para a avaliação da qualidade da água para irrigação (AYERS; WESTCOT, 1999).

Foram construídos mapas para identificar as comunidades que apresentaram águas de poços e de rejeito, com alto risco de salinização dos solos (elevadas CE da água) e de sodicidade (águas com elevada RAS), com auxílio do software Google Earth®

Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra os resultados das análises físico-químicas das águas dos poços das comunidades rurais de

Mossoró, RN. Pode-se verificar que o pH variou de 6,64 (Serra Mossoró) a 7,93 (Cabelo de negro), porém estando dentro da faixa ideal de pH para fins de irrigação. A maior concentração salina foi encontrada no poço da comunidade Camurupim (4,25 dS m⁻¹) seguido das comunidades Espinheiros e Picada I (3,21 e 2,75 dS m⁻¹, respectivamente). Já os poços com as menores CE foram registrados nas comunidades Pau Brando e Arisco I (0,22 e 0,52 dS m⁻¹, respectivamente). As águas dos poços de todas as comunidades têm água com baixo risco de sodicidade (RAS < 10), excetos nos poços das comunidades São Romão, Pau Branco e Boa Fé.

A qualidade das águas dos poços varia, principalmente, em função do material de origem e da rocha onde a água está confinada. Silva et al. (2007) comprovou que, em poços localizados no aquífero cristalino a água tem alta CE e STD em relação ao situados em solos de embasamento sedimentar.

Tabela 2. Características físico-químicas das águas de poços das comunidades rurais de Mossoró, RN

Identificação	pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	SDT
		dS m ⁻¹									mg L ⁻¹
Assent. B. Vermelha	7,52	1,55	0,05	2,86	18,0	8,1	18,0	8,3	0,0	0,79	1240,0
Comum. B. Vermelha	7,62	1,58	0,10	2,50	15,8	11,5	20,0	7,6	0,0	0,68	1264,0
Santa Rita de Cássia	7,70	1,28	0,12	2,06	13,5	10,6	16,6	7,7	0,4	0,59	1024,0
São José II	7,81	1,01	0,13	1,74	9,5	12,0	12,0	7,8	0,6	0,53	808,0
São Cristóvão	7,46	1,46	0,07	2,73	15,2	9,2	18,4	7,8	0,0	0,78	1168,0
São José I	7,63	1,38	0,14	2,35	14,1	11,0	19,2	7,5	0,0	0,66	1104,0
Cabelo de Negro	7,93	0,91	0,18	1,28	9,5	6,7	6,0	8,2	0,8	0,45	728,0
Recreio	7,21	1,19	0,04	2,07	14,6	8,0	14,4	8,4	0,0	0,61	952,0
Picada I	7,53	2,75	0,05	4,97	21,6	17,9	55,6	8,4	0,0	1,12	2200,0
Camurupim	7,59	4,25	0,01	0,80	31,2	21,3	88,8	9,5	0,0	0,16	3400,0
Maracanaú	7,47	2,52	0,70	3,96	3,0	26,2	2,4	6,6	0,2	1,04	2016,0
Espinheirinho	7,46	3,21	0,57	11,56	19,7	23,9	7,2	5,9	0,3	2,48	2568,0
Serra Mossoró	6,64	1,26	0,25	2,55	5,6	10,8	7,2	0,0	7,9	0,89	1010,0
Santa Elza	7,05	1,72	0,08	4,58	8,5	9,1	14,8	0,4	5,1	1,54	1378,0
Fazenda Nova	6,72	0,92	0,04	1,62	4,6	8,5	5,0	0,3	6,1	0,63	739,7
Bom Destino	7,45	0,60	0,40	4,35	10,0	7,5	6,2	0,0	12,2	1,47	479,6
Arisco I	7,04	0,52	0,12	7,23	11,2	4,2	10,0	0,0	9,9	2,61	416,0

Lajedo I	7,04	0,81	0,16	1,25	4,0	4,4	10,6	0,0	7,8	0,6	645,6
São Romão	6,97	1,52	0,05	43,26	9,3	3,2	15,6	0,0	7,4	17,3	1213,0
Puxa Boi	6,59	0,63	0,86	4,05	20,3	2,0	0,0	0,0	1,1	1,2	504,0
Pau Branco	6,93	0,22	3,83	72,73	12,9	4,0	53,8	0,0	3,7	25,02	176,0
Boa Fé	7,13	0,88	4,10	247,05	27,8	38,5	51,0	0,0	4,3	42,91	704,0
Córrego Mossoró I	6,70	1,22	0,05	2,79	7,7	2,3	5,2	0,0	6,3	1,25	972,0

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CE: condutividade elétrica da água; K: potássio; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cl: cloro; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato; RAS: reação de adsorção de sódio; SDT: sólidos dissolvidos totais.

A análise dos resultados indica que, exceto o pH, houve grande variabilidade dos valores de CE, RAS, e SDT, bem como dos teores cátions e ânions, devido ao elevado coeficientes de variação destes parâmetros (Tabelas 3 e 4). Esta variabilidade pode ser atribuída ao pequeno número de amostras analisadas, em virtude da quantidade de comunidades existentes

na região do estudo. Todavia, torna evidente a importância de se caracterizar as águas dos poços destas comunidades individualmente, a fim de evitar extrapolações de resultados de análises de águas de uma determinada comunidade para outra, o que permite, assim, um correto planejamento e manejo da sua utilização na agricultura.

Tabela 2. Estatísticas descritivas referentes aos parâmetros das águas de poços das comunidades rurais de Mossoró, RN

	pH	CE	RAS	SDT
Média	7,2 6	1,43	4,56	1147,31
Desvio Padrão	0,3 9	0,95	10,25	763,31
Coeficiente de Variação (%)	5,4 1	66,5 6	224,76	66,53

pH H₂O: potencial de hidrogênio; CE: condutividade elétrica da água; RAS: reação de adsorção de sódio; SDT: sólidos dissolvidos totais.

Tabela 3. Estatísticas descritivas referentes aos sais das águas de poços das comunidades rurais de Mossoró, RN

	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
Média	13,42	11,33	18,70	19,90	0,52	4,10	3,22
Desvio Padrão	7,23	8,85	52,40	21,62	1,10	97,61	3,83
Coeficiente de Variação (%)	53,92	78,03	280,20	108,73	210,70	4,00	119,00

Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Na⁺: sódio; Cl: cloro; K: potássio; CO₃²⁻: carbonato; HCO₃⁻: bicarbonato.

Na Figura 2, pode-se inferir que, exceção na amostra de água do poço da comunidade Pau Branco, todas as amostras foram classificadas na

categoria C₂ (águas de salinidade média), chegando até a categoria C₄ (águas de salinidade muito alta).

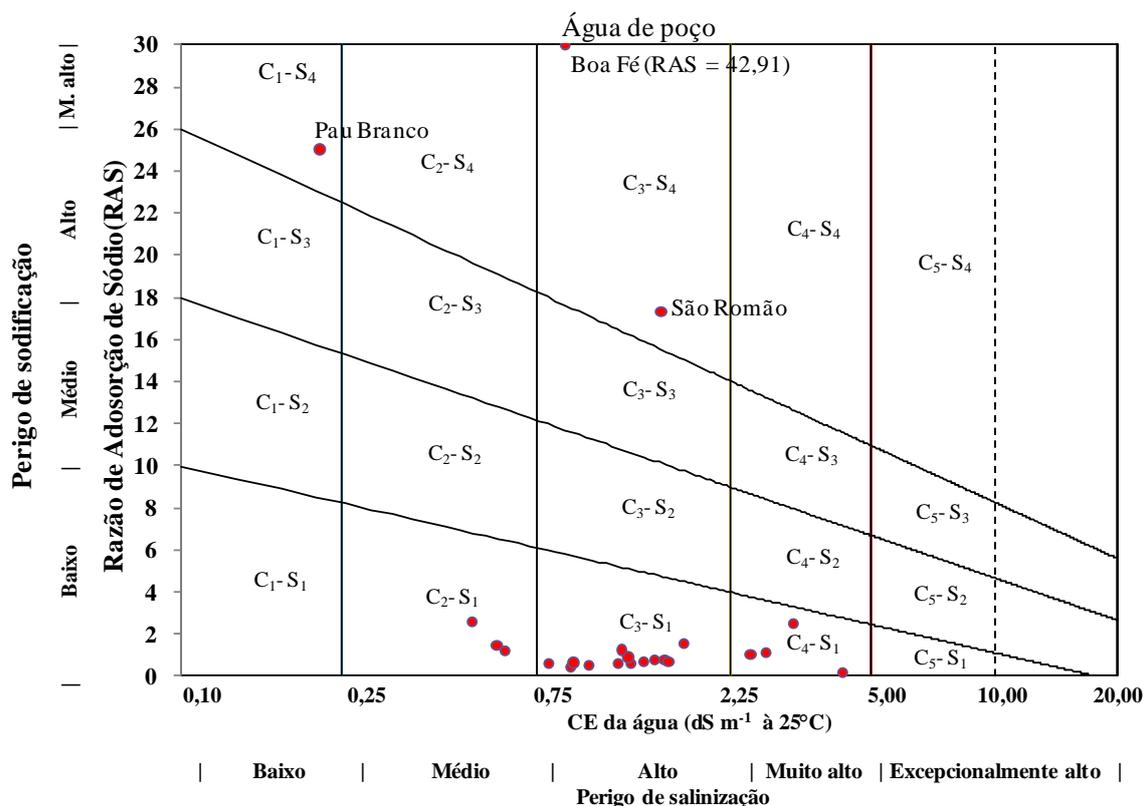


Figura 2. Diagrama de classificação de águas para irrigação quanto ao perigo de salinização do solo das águas dos poços das comunidades rurais do município de Mossoró, RN. (Adaptado de Richards (1954)).

Apenas 13,04 % das águas dos poços das comunidades rurais estudadas são classificadas em C_2S_1 , que são águas consideradas boas para a prática da irrigação, por apresentarem um nível médio de salinidade e baixo de sodicidade (Tabela 5), podendo ser

usadas em solos que permitam uma lixiviação moderada de sais, como os solos silto-arenosos, siltosos ou areno-argilosos, e se prestam ao cultivo da maioria dos vegetais. Enquadram-se nesta classificação as comunidades Bom Destino, Arisco I e Puxa Boi.

Tabela 4. Percentagens relativas das diferentes classes de água para água dos poços das comunidades rurais de Mossoró, RN, com base na classificação do USSL

Classes	Perigo de		%	Qualidade da água
	Salinidade	Sodicidade		
C_1S_4	Baixo	Muito Alto	4,35	Ruim
C_2S_1	Médio	Baixo	13,04	Boa
C_3S_1	Alto	Baixo	56,52	Regular
C_3S_4	Alto	Muito Alto	8,70	Ruim
C_4S_1	Muito Alto	Baixo	17,39	Ruim

As águas dos poços são predominantemente C_3S_1 , com 56,52% das águas, e são consideradas de qualidade regular, apesar do baixo nível de sodicidade, mas devido ao alto teor de sais; incluem-se nesta classificação as águas dos poços das comunidades Barreira Vermelha (assentamento), Barreira vermelha (comunidade), Santa Rita de Cássia, São José I, São José II, São Cristóvão, Cabelo de Negro, Recreio, Serra Mossoró, Santa Elza, Fazenda Nova, Lagedo I e Córrego Mossoró. Estas águas sofrem restrições quanto a sua utilização para a irrigação, não podendo ser utilizada em solos com drenagem deficiente, por depositarem no solo uma grande quantidade de sais, que conseqüentemente se acumulam no solo próximo a zona radicular das plantas, aumentando a cada irrigação seus teores, podendo vir a gerar problemas de salinidade no solo, afetando sua estrutura e comprometendo o rendimento das culturas sensíveis aos sais (VASCONCELOS et al., 2009).

Para viabilizar a utilização das águas com elevada salinidade, necessita de adoção de práticas especiais de manejo da água e do solo para o controle da salinidade como a drenagem e lâmina de lixiviação. Neste caso, por exemplo, poderiam ser cultivadas irrigando-se com estas águas, culturas moderadamente sensíveis à salinidade como abóbora, alface, batata-doce, melancia, melão, milho, girassol e mamona (AYERS; WESTCOT, 1999).

Somam-se 30,44% as águas dos poços das comunidades rurais que são de elevada restrição para uso na irrigação; destes 17,39% são C_4S_1 e restringem-se quanto a salinidade, nesta classificação estão as comunidades com maiores níveis de salinidade da água dos poços, quais sejam: Camurupim (4,25 dS m^{-1}), Espinheirinho (3,21 dS m^{-1}), Picada

I (2,75 dS m^{-1}) e Maracanaú (2,52 dS m^{-1}). Águas com elevados níveis salinos com CE próximas ou superiores a 3,0 dS m^{-1} , têm seu uso na irrigação condicionado a uma série de fatores que dependem do tipo de solo, do clima da região e de manejo da água. Considerando boas condições de manejo do sistema água-solo-planta, culturas tolerantes podem ser cultivadas, tais como mamão, abacaxi e algodão são exemplos destas culturas (AYERS; WESTCOT, 1999).

Constatou-se que 8,70% das amostras de água tem elevadas restrições quanto a salinidade e sodicidade (C_3S_4), representada pelas comunidades São Romão e Boa Fé, ainda, 4,35% possuem elevada restrição quanto a sodicidade (C_1S_4), representado pela comunidade Pau Branco. Estas águas apresentaram elevada Razão de Adsorção de Sódio (RAS), devido às elevadas concentrações de sódio, sendo, portanto, águas que com severas restrições para o seu uso na irrigação, devido ao elevado risco de sodificação do solo.

De acordo com Diniz Filho et al. (2000), as águas do Sistema Aquífero Jandaíra são predominantemente cloretadas mistas, podendo apresentar-se também como cloretadas sódicas, evidenciando assim, os elevados níveis de sódio nas águas dos poços de algumas comunidades, influenciando diretamente na sua qualidade para irrigação. O processo de salinização no aquífero ocorre, predominantemente, pela dissociação da calcita e dolomita, que são os principais minerais componentes da matriz rochosa desta formação (MENDONÇA et al., 2002).

Considerando estes dois fatores e as diretrizes da FAO (AYERS; WESTCOT, 1999), das águas de poço estudadas, 73,91% não provocam problemas de

infiltração no solo, 17, 39% têm grau de restrição de ligeira a moderada e apenas 8,70% apresentam-se com restrições severas a sua utilização na irrigação por serem potenciais causadores de problemas de infiltração nos solos (Tabela 6). Morais et al., (1998), analisando um banco de dados com

1077 amostras de águas da região de Mossoró, RN, onde predominavam amostras de poços tubulares, encontrou resultados semelhantes aos do presente estudo, os valores percentuais de 55,52, 38,82 e 5,66%, correspondendo na mesma ordem aos graus de restrição citados no presente estudo.

Tabela 5. Restrições quanto a problemas de infiltração nos solos causados pela sodicidade da água, em conjunto com a CE

Grau de restrição ¹	Frequencia das amostras (%)
Nenhuma	73,91
Ligeira a moderada	17,39
Severa	8,70

¹Adaptado de Ayers e Westcot (1999)

Com relação aos teores dos íons Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- e Cl^- presentes nos diferentes tipos de águas estudadas, a média de amostras de água com teores de íons dentro dos limites normais para as águas dos poços foi de 68,8%. Apenas o cátion Mg^{2+} e o ânion CO_3^{2-} , apresentaram número de

amostras com teores além dos considerados normais, enquanto que para os demais íons (Ca^{2+} , Na^+ , HCO_3^- e Cl^-) mais de 80% das amostras apresentaram teores normais para águas de irrigação, segundo Ayers e Westcot (1999) (Tabela 7).

Tabela 6. Percentagens de valores normais à água de irrigação, para água dos poços das comunidades rurais de Mossoró, RN

Parâmetros ¹	Valores Normais	Unidade	Poço
Conteúdo de sais			
CE	0 - 3,0	dS m ⁻¹	91,3
SDT	0 - 2000	mg L ⁻¹	82,61
Cátions e Ânions			
Ca^{2+}	0 - 20	mmol _c L ⁻¹	82,61
Mg^{2+}	0 - 5	mmol _c L ⁻¹	26,09
Na^+	0 - 40	mmol _c L ⁻¹	86,96
CO_3^{2-}	0 - 0,1	mmol _c L ⁻¹	39,19
HCO_3^-	0 - 10	mmol _c L ⁻¹	95,65
Cl^-	0 - 30	mmol _c L ⁻¹	82,61
Vários			
pH	6 - 8,5	-	100
RAS	0 - 15	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	86,96

¹Adaptado de Ayers e Westcot (1999)

Partindo das diretrizes apontadas por Ayers e Westcot (1999), para a toxicidade de íons específicos de acordo

com o método de irrigação utilizado, verificou-se que com relação à toxicidade por sódio, nas amostras de

água analisadas independentemente do sistema de irrigação utilizado, 43,48%, das águas dos poços apresentaram restrições ligeiramente moderadas a severas (Tabela 8). Todavia, as águas que não apresentam restrições, 56,52%

podem causar problemas, uma vez que a toxicidade devida aos íons de sódio pode se manifestar mesmo com quantidades relativamente baixas desses íons.

Tabela 7. Restrições de uso da água em função do teor de sódio e cloro para as águas dos poços analisadas

Grau de restrição ¹	Frequência (%)	
	Restrição ao Na ⁺	Restrição ao Cl ⁻
Irrigação por aspersão		
Nenhuma	56,52	8,70
Ligeira a moderada	26,09	34,78
Severa	17,39	56,52
Irrigação por superfície		
Nenhuma	56,52	8,70
Ligeira a moderada	43,48	91,30
Severa	-	-

¹Adaptado de Ayers e Westcot (1999)

Com relação à toxicidade pelo íon cloreto (Tabela 8), tal como o íon sódio os percentuais de restrição foram iguais independentemente do sistema de irrigação considerado. Porém os percentuais de restrição foram bem superiores aos do sódio. Apenas 8,70% das águas dos poços analisadas não têm nenhuma restrição para a sua utilização, ou seja, mais de 90,0% destas águas apresentam restrições ligeiramente moderadas a severas. As comunidades Camurupim, Picada I, Pau Branco e Boa Fé, foram as apresentaram os teores de Cl⁻ mais elevadas.

Segundo Flores (1990), excessos de cloreto no protoplasma ocasionam distúrbios em relação ao balanço iônico (K⁺ e Ca²⁺ em relação ao Na⁺), bem como os efeitos específicos destes íons sobre as enzimas e membranas.

Conclusões

A maioria das águas dos poços das comunidades rurais possuem restrições

de uso na irrigação quanto aos riscos de salinização e sodificação principalmente nas comunidades São Romão; Boa Fé e Pau Branco.

A maioria das águas analisadas apresentam restrições de uso na irrigação com relação a toxicidade por Cl⁻, principalmente as comunidades Camurupim, Picada I, Pau Branco e Boa Fé.

Referências Bibliográficas

AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Trad. GHEYI, H. R., MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).

CARMO FILHO, F.; ESPÍNDOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (Jan de 1988 a Dez de 1990). Mossoró: ESAM/FGD. **Coleção Mossoroense**, 121p, 1991.

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.

DINIZ FILHO, J. B.; MELO, J. G.; BARROSO, T. T.; DUARTE, U. **Potencialidades e consumo de águas subterrâneas no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim/RN.** In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1, e CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH, 2000. CD-ROM.

DINIZ FILHO, W. D. O. FIGUEREDO, E. M. Diagnóstico preliminar das causas que afetam o rebaixamento de nível potenciométrico do aquífero Jandaíra – Região de Baraúna, RN. **SERHID – Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.** (Relatório Técnico), 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FEIZI, M.; HAJABBASI, M. A.; MOSTAFAZADEH-FARD, B. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. **Australian Journal Crop Science.** 2010, 4, 408–414.

FLORES, H. E. Polyamines and plant stress In: LASCHER, R. G.; CUMMING, J. R. **Stress responses in plants:**

adaptation and acclimation mechanisms. New York, Wiley-liss, p. 217-39, 1990.

MENDONÇA, L. A. R.; SANTIAGO, M. M. F.; FERNANDES, M. A. B.; FRISCHKORN, H.; LIMA, J. O. G. **Mecanismos de salinização dos aquíferos cársticos nas chapadas do Araripe e Apodi.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12. Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte.** Recife, CPRM/PRODEEM, 2005.

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M. Qualidade da água para irrigação em amostras Analíticas do banco de dados do departamento de Solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN. **Caatinga,** Mossoró, RN, 11(1/2): 75-83, 1998.

MOREIRA, V. O. G.; Hernandez, F. F. F.; Marques, E. da S.; Luna. N. R. Salinidade da água do rio curu - Ceará no período de estiagem. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada,** v.10, n.2, p. 507 - 514, 2016.

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

SILVA, F. J. a. da; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. de. Águas subterrâneas no Ceará –

poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 136-159, 2007.

SILVA, I. N.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de Água na Irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n 03, 2011.

VASCONCELOS, R. S.; LEITE, K. N.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; SILVA, L. M. F; FEITOSA, H. O. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do Baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.1, p.30-38, 2009.