

ACSA

**Agropecuária Científica
no Semiárido**



Avaliação da qualidade das águas dos rios São Francisco e Jaguaribe para fins de irrigação

Pedro H. D. Batista¹, Anny K. Feitosa², Francisco E. Leite³, Maria M. Sales⁴, Kevin B. Silva⁵

Recebido em 28/08/2015; Aceito para publicação em 02/05/2016

*Autor para correspondência

¹Mestrando em Engenharia Agrícola na UFRPE, Recife. giga_pedro@hotmail.com

²Professora no curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem no IFCE, Iguatu. anny.feitosa@ifce.edu.br

³Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem no IFCE, Iguatu. fedsonleite@hotmail.com

⁴Graduanda em Tecnologia em Irrigação e Drenagem no IFCE, Iguatu. monnallysa2011@hotmail.com

⁵Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem no IFCE, Iguatu. kevinbrasil_tid2@yahoo.com.br

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das águas dos rios São Francisco e Jaguaribe para fins de irrigação. Foram realizadas coletas durante o mês de setembro de 2014 em dois pontos: no rio Jaguaribe a coleta foi no município de Iguatu-CE e no Rio São Francisco em Petrolina-PE, correspondente ao período de seca nos dois estados. Os parâmetros de qualidade de água avaliados foram: condutividade elétrica da água (CE), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), sódio (Na^{+}), potássio (K^{+}), carbonato (CO_3^{-2}), bicarbonato (HCO_3^{-}), cloreto (Cl^{-}), RAS (razão de adsorção de sódio) e SDT (sólidos dissolvidos totais). Foi possível observar que, segundo a classificação de Richard as águas do Rio São Francisco apresentam baixa salinidade e baixa sodicidade. Sendo assim, apropriadas para o uso na irrigação. Já as águas do Rio Jaguaribe, apresentam uma salinidade média e baixa sodicidade, indicando que sua utilização está propícia a causar danos às culturas, sendo necessário tomar alguns cuidados especiais para sua utilização na irrigação.

Palavras-chave: qualidade de água, salinidade, sodicidade, toxidez

Assessment of water quality of the rivers São Francisco and Jaguaribe for irrigation

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the water quality of the rivers São Francisco and Jaguaribe for irrigation purposes. Sampling was carried out during the month of September 2014 in two points: the river Jaguaribe collection was in Iguatu-CE municipality and the São Francisco River in Petrolina-PE, corresponding to the period of drought in both states. The quality parameters of this water were: electric conductivity (CE), hydrogenionic potential (pH), calcium (Ca^{+2}), magnesium (Mg^{+2}), sodium (Na^{+}), potassium (K^{+}), carbonate (CO_3^{-2}), bicarbonate (HCO_3^{-}), chloride (Cl^{-}), RAS (sodium adsorption ratio) and TDS (total dissolved solids). It was observed that, according to Richard rating waters of the São Francisco River have low salinity and low sodicity. Thus,

suitable for use in irrigation. Since the waters of the Rio Jaguaribe, have a medium and low sodicity salinity, indicating that their use is prone to cause damage to crops, it is necessary to take special care to use for irrigation.

Keywords: water quality, salinity, sodicity, toxicity

INTRODUÇÃO

A água está diretamente ligada à sobrevivência do homem e animais, devido influenciar nas condições econômicas, sociais e comunitárias, e constitui-se ainda em um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população (ASPÁSIA et al., 2002).

A água é um parâmetro fundamental para o êxito da utilização da irrigação, no entanto, a avaliação da qualidade da água, muitas vezes, é negligenciada no momento da elaboração do projeto de irrigação. Como consequência, a irrigação poderá produzir efeitos indesejáveis na condução de uma cultura comercial ou servir como veículo para contaminação da população, no momento em que ocorre a ingestão dos alimentos que receberam a água contaminada.

Ayers & Westcot (1976) afirmam que a qualidade da água para irrigação está relacionada a seus efeitos prejudiciais aos solos e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados à sua utilização. Ainda segundo os autores, os problemas causados pela qualidade da água podem ser resumidos nos seguintes efeitos principais: salinidade, permeabilidade do solo e toxidez às plantas cultivadas.

Segundo Richards (1954), ao se classificar uma água para irrigação supõe-se que, ela será usada sob condições médias com respeito à textura do solo, velocidade de infiltração, drenagem, quantidade de água usada, clima e à tolerância dos cultivos aos sais.

Os principais parâmetros a serem avaliados na água para irrigação contemplam aspectos físico-químicos e biológicos, que definem sua adequação ou não para o uso, são eles: pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, e íons, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos.

Entre as propriedades que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento da maioria das culturas (BERNARDO, 1987).

Os sais contribuem para a elevação do potencial osmótico na solução do solo, o que influi diretamente no movimento da água e no desenvolvimento das plantas (RICHARDS, 1954).

Outro fator importante é a quantificação do nível de ferro na água, pois esse metal é muito abundante na crosta terrestre. Conforme Hernandez *et al.* (2001), após a oxidação de Fe^{+2} para Fe^{+3} , o mesmo fica retido nas paredes do tubo, provocando o aumento nas perdas de carga e afetando o sistema de irrigação, assim a alta concentração de sedimentos em suspensão pode causar o entupimento de gotejadores.

As altas concentrações de salinidade/sodicidade da água podem causar consequências nas áreas cultivadas, inibindo as características de crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo avaliadas de três maneiras: através do estresse salínico, pela alta toxicidade, através do acúmulo de íons específicos e também, por desordem nutricional.

A sodicidade determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a capacidade de infiltração (PIZARRO, 1997).

A Toxicidade refere-se ao efeito de alguns íons sobre as plantas, sendo eles o cloreto, o sódio e o boro, que quando encontrados em concentrações elevadas podem causar danos às culturas, reduzindo a produção. (Nakai et al., 2013).

Diante do exposto, com o presente estudo objetivou-se avaliar a qualidade das águas dos rios São Francisco e Jaguaribe para fins de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo avaliou-se a qualidade da água para fins de irrigação, provenientes dos rios São Francisco e Jaguaribe. No Rio São Francisco a água foi coletada no município de Petrolina, no estado de Pernambuco, (Latitude 9°24'15.6", Longitude 40° 30'00" W). O clima da região é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen, correspondendo a uma região climaticamente árida, sendo a quadra chuvosa de janeiro a abril. O índice pluviométrico anual é de 571,5 mm. A temperatura média anual é de 26,4 °C (LEÃO, 2002). No Rio Jaguaribe, a água foi coleta no município de Iguatu (Latitude 6°22'26.1" S, Longitude 39°17'32.8" W), possui clima classificado, de acordo com Köppen, como BSw^h, ou seja, semiárido quente e seco, com chuvas concentradas no outono/inverno, com temperatura média mensal sempre superior a 18 °C (MACIEL et. al., 2014).

As amostras de água foram coletas nos dias 20 e 21 de setembro de 2014 respectivamente em Iguatu e Petrolina, na extensão limite da zona fótica, na profundidade máxima de 0,30 m, em ambos os pontos. Após a coleta, as

amostras foram levadas ao Laboratório de Água, Solo e Tecido Vegetal/LABAS, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE, Iguatu. Todas as análises de água foram realizadas conforme metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005).

Os parâmetros de qualidade de água avaliados foram: condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), sódio (Na⁺), potássio (K⁺), carbonato (CO₃⁻²), bicarbonato (HCO₃⁻), cloreto (Cl⁻) e SDT (Sólidos dissolvidos Totais) A condutividade elétrica e o pH foram determinados por leitura direta, por meio de condutivímetro e peagâmetro, respectivamente. O Na⁺ e o K⁺ foram determinados por espectrofotometria. O Ca⁺², Mg⁺², Cl⁻, CO₃⁻² e HCO₃⁻ por meio de titulação. A partir dos valores de Na⁺, Ca⁺², Mg⁺² foi calculada a razão de adsorção de sódio (RAS), por meio da Equação 1.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad (1)$$

em que:

Na⁺ é o teor de sódio na água, mmolc L⁻¹.

Ca⁺² é o teor de cálcio na água, mmolc L⁻¹.

Mg⁺² é o teor de magnésio na água, mmolc L⁻¹.

As Tabelas 1 e 2 mostram os índices de salinidade e sodicidade para fins de irrigação segundo Ayers & Westcot (1991). Com os resultados obtidos foi possível classificar a salinidade e sodicidade das águas em estudo.

Com os resultados obtidos foi possível classificar a salinidade e sodicidade das águas em estudo.

Tabela 1 - Classificação da água quanto ao risco de salinidade

Classes de Salinidade	CEa (dS.m ⁻¹)	Problema de Salinidade
C1	<0,7	Nenhum
C2	0,7-3,0	Moderado
C3	>3,0	Severo

Ayers & Westcot (1991).

Tabela 2 - Riscos de problemas de infiltração no solo pela sodicidade da água (Ayers & Westcot, 1991)

Classes de Sodicidade			
RAS (mmol L ⁻¹)	S1 Sem Problemas	S2 Problemas crescentes	S3 Problemas Severos
CE (dS m ⁻¹)			
0-3	>0,70	0,70-0,20	<0,20
3-6	>1,20	1,20-0,30	<0,30
6-12	>1,90	1,90-0,50	<0,50
12-20	>2,90	2,90-1,30	<1,30
20-40	>5,00	5,00-2,90	<2,90

Ayers & Westcot (1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, os valores dos parâmetros avaliados da qualidade da

água do Rio Jaguaribe foram superiores aos da água oriunda do Rio São Francisco (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores dos parâmetros avaliados em pontos de coleta localizados nos rios Jaguaribe e São Francisco

Pontos de coleta	Parâmetros											
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	CE	SDT	pH	RAS	Classificação
	(mmolc L ⁻¹)							(dS m)	(mg L ⁻¹)			
Rio Jaguaribe	1,68	1,84	3,97	0,28	0	2,2	2,22	0,73	467,2	6,8	3	C2S1*
Rio São Francisco	0,32	0,56	0,12	0,08	0	0,23	0,28	0,075	48	6,4	0,16	C1S1**

Grau de restrição médio quanto à salinidade e baixo quanto à sodicidade; ** grau de restrição baixo quanto à salinidade e a sodicidade.

Quanto à concentração dos íons Ca⁺² e Mg⁺², os valores foram da ordem de 1,68 e 1,84 mmolc L⁻¹ no ponto de coleta situado em Iguatu-CE na bacia do Rio Jaguaribe; valores bem menores de Ca⁺² e Mg⁺² da ordem de 0,32 e 0,56 mmolc L⁻¹ foram observados em Petrolina-PE na bacia do São Francisco. A soma das concentrações de cálcio e magnésio presentes na água expressa a

dureza total da água (Sá, 2012). Na irrigação podem causar incrustações nos equipamentos e tubulações. Neste estudo os valores encontram-se abaixo do limite de 5,0 mmolc L⁻¹ para Ca⁺²+Mg⁺² estabelecido por Ayers & Westcot (1999), o que não traria riscos o uso desta água para irrigação.

A presença do íon Na^+ ($3,97 \text{ mmolc L}^{-1}$) nas águas do Rio Jaguaribe está acima do limite estabelecido por Ayers & Westcot (1999), que é de $3,0 \text{ mmolc L}^{-1}$. Ou seja, o íon Na^+ nessas águas podem causar danos às culturas trazendo problemas de toxidez. Os níveis de Na^+ encontrados nessas águas são 30 vezes maior que os níveis verificados no ponto de coleta localizado no Rio São Francisco, com valor da ordem $0,12 \text{ mmolc L}^{-1}$. Estes baixos valores da concentração do íon Na^+ nas águas estão de acordo com os relatos de Cordeiro et al. (2003) ao avaliarem a qualidade das águas na mesma bacia do Rio São Francisco. A concentração deste íon nas águas está abaixo do limite para consumo humano estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece o valor máximo da concentração de Na^+ de $8,60 \text{ mmolc L}^{-1}$ (200 mg L^{-1}).

No Rio Jaguaribe a concentração de K^+ foi da ordem de $0,28 \text{ mmolc L}^{-1}$, valor muito superior ao encontrado no Rio São Francisco, que foi de $0,08 \text{ mmolc L}^{-1}$.

Nos dois pontos de coleta não se constatou presença do íon CO_3^{2-} , assim a água nestes locais não apresenta nenhuma restrição para uso na irrigação, segundo Ayers & Westcot (1999). Essas águas podem apresentar problemas se a evaporação for elevada e a umidade relativa for menor que 30%, principalmente se a irrigação utilizada for por aspersão. Podem acarretar em constantes problemas do carbonato sobre as folhas, frutos e flores, dificultando a comercialização dos produtos, em virtude da má aparência.

Para o íon HCO_3^- , no Rio São Francisco verifica-se concentração da ordem de $0,23 \text{ mmolc L}^{-1}$ e no Rio Jaguaribe da ordem de $2,2 \text{ mmolc L}^{-1}$, sendo estas águas classificadas como nenhuma e moderada com restrição de uso para irrigação (AYERS & WESTCOT, 1999). Estes valores estão

abaixo dos limites recomendados para a irrigação por aspersão, que é de $3,0 \text{ mmolc L}^{-1}$. Segundo Ayers & Westcot (1999), o HCO_3^- geralmente, provém da dissolução de minerais ou intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas).

Resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho foi reportado por Antas & Moraes (2011), em que monitoraram a qualidade das águas do Rio Açú-RN para fins de irrigação e verificaram que, 100% das amostras avaliadas estavam abaixo do valor crítico de $8,5 \text{ mmolc L}^{-1}$.

O critério de salinidade, normalmente, é avaliado em função da condutividade elétrica da água (CE), de modo que água com valores menores que $0,75 \text{ dS/m}$, ou $< 450 \text{ mg L}^{-1}$ de sais dissolvidos totais (SDT) não apresenta restrição ao uso para irrigação; valores entre $0,75 - 3,0 \text{ dS/m}$, $450 - 2000 \text{ mg L}^{-1}$ de SDT apresenta restrição ligeira a moderada e, com valores maiores que $3,0 \text{ dS/m}$, ou $> 2000 \text{ mg L}^{-1}$ de SDT apresenta severa restrição ao uso (ALMEIDA, 2010).

De acordo com a tabela 1, os valores de CE variaram de $0,73$ a $0,075 \text{ dS/m}$ respectivamente para o Rio Jaguaribe e São Francisco. Estudos desenvolvidos por Vasconcelos et al. (2009) nas águas superficiais da microbacia do Baixo Acaraú, porção Norte do Estado do Ceará encontraram valores de condutividade elétrica que variaram de $0,25$ a $0,32 \text{ dS m}^{-1}$, a resolução 357/05 do CONAMA não preconiza limites aceitáveis de condutividade.

Os valores de razão de Adsorção de Sódio (RAS) que representa a relação entre a concentração de sódio em relação ao total de cálcio e magnésio presentes na água, não são avaliados quanto à resolução CONAMA, mas é um importante fator a ser observado quando a água é destinada para fins de irrigação, aliada à condutividade

elétrica da água pode provocar severas restrições quanto ao uso da mesma. De acordo com a tabela 1 as águas do Rio Jaguaribe e São Francisco respectivamente apresentaram RAS na ordem de 3 e 0,16.

Para os fins de irrigação a água do Rio Jaguaribe, especificamente, no município de Iguatu-CE classifica-se quanto à salinidade e sodicidade em C₂S₁; C₂ significa água de média salinidade, podendo ser usada sempre e quando houver uma lixiviação moderada de sais.

Em quase todos os casos se adequa ao cultivo de plantas moderadamente tolerante aos sais, sem necessidade de práticas especiais de controle de salinidade.

S₁ significa água de baixa sodicidade ou com baixa concentração de sódio, podendo ser usada para irrigação na maioria dos solos, com pouca probabilidade de se atingir níveis perigosos de sódio trocável. Entretanto, culturas sensíveis como fruteiras de caroço podem acumular quantidades prejudiciais de sódio.

No ponto de coleta em Petrolina-PE na bacia do São Francisco, a água classifica-se quanto à salinidade e sodicidade em C₁S₁; C₁ enquadra-se em águas de baixa salinidade, que podem ser usadas para irrigação da maioria das culturas em quase todos os tipos de solos, com pouca probabilidade de se desenvolver problemas de salinidade. Se necessária alguma lixiviação de sais, esta é conseguida em condições normais de irrigação, exceto em solos de muito baixa permeabilidade.

As águas classificadas como S₁ apresentam baixa sodicidade ou baixa concentração de sódio, podendo ser usadas para irrigação na maioria dos solos, com pouca probabilidade de se atingir níveis perigosos de sódio trocável. Entretanto, culturas sensíveis como fruteiras de caroço podem acumular quantidades prejudiciais de sódio.

CONCLUSÕES

Conforme os parâmetros avaliados (condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), sódio (Na⁺), potássio (K⁺), carbonato (CO₃⁻²), bicarbonato (HCO₃⁻), cloreto (Cl⁻) e SDT (Sólidos dissolvidos Totais), as águas oriundas dos pontos de coleta localizados em Iguatu-CE (Rio Jaguaribe) e Petrolina-PE (Rio São Francisco) apresentam boa qualidade, sem oferecer riscos à irrigação e podem ser usadas para algumas culturas.

As águas do Rio Jaguaribe apresentam média salinidade e baixa sodicidade (C₂S₁). Já para o ponto de coleta localizado no Rio São Francisco, as águas apresentam baixa salinidade e baixa sodicidade (C₁S₁).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAS, F. P. S.; MORAIS, E. R. C. Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Rio Açú-RN. **Holos**, Natal, v. 4, p. 23-28, 2011.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da Água de Irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca 279 e Fruticultura, 2010.
- APHA-**Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 1368p. 2005.
- ASPÁSIA, C.; CAPOBIANCO, J. P. R.; OLIVEIRA, J. A. P (orgs.). **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio 92**. Rio de Janeiro, Centro Internacional de Desenvolvimento Sustentável, Fundação Getúlio Vargas, Estação Liberdade, 2002.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. A. **A qualidade da água na agricultura**.

1991. 218p. 282 (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).
- BARROSO, A. F.; GOMES, G. E.; LIMA, A. E. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; LIMA, C. A. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6, p. 588-593, 2011.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 488 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, v.141, n.59, p.266, 25 mar. 2004. Seção 1.
- CORDEIRO, E. A.; VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C. **Principais causas de obstrução de gotejadores e possíveis soluções**. Viçosa, MG: UFV, 2003. (Boletim Técnico, 6).
- HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, C. R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R. S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXX, Foz de Iguaçu, **Anais**. 2001 (CD-ROM).
- LEÃO, P. C. S. Comportamento de cultivares de uva sem sementes no Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 734-737, 2002.
- MARINS, R.V.; PAULA FILHO, F.J.; ROCHA, C.A.S. Geoquímica de fósforo como indicadora da qualidade ambiental e dos processos estuarinos do Rio Jaguaribe - costa Nordeste oriental brasileira. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.5 , p.1208-1214.
- MACIEL, W. M; SAAD, J. C. C; MATOS, M. J; MACIEL, H; FERREIRA, A. V. Análise dos custos de produção em cultivo irrigado de bananeira. II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza, 2014. **Anais...** Fortaleza, INOVAGRI, 2014. p.4580-4586.
- NAKAI, E. H; ROSA, H. A; MOREIRA, C. R; SANTOS, R. F. Qualidade da água utilizada em irrigação no rio São Francisco falso braço sul- estado do Paraná. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 4, p. 214 - 224, 2013.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola, 336 Española, 1985. 521p.
- RICHARDS, L. A. **Diagnóstico e rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Editorial Limusa, 1954. 172p.
- SÁ, M.V.C. **Limnocultura/limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC, 2012. 218p. SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n.4 , p. 733-742, 2008.
- VASCONCELOS, R. C.; LEITE, K. N.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; SILVA, L. M. F.; FEITOZA, H. O. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do Baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 30–38, 2009.