

5P04151

DOC Nº AT07070

XVII SBRI

ABRH
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS

30
Anos

XVII SIMPÓSIO
BRASILEIRO
DE RECURSOS
HÍDRICOS

25 a 29
NOV 2007
SÃO PAULO

8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos
dos Países de Língua Oficial Portuguesa

✓

AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS DO AÇUDE ARARAS UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO, BACIA DO ACARAÚ - CEARÁ¹

Ana Célia Maia Meireles²; Eunice Maia de Andrade³; Horst Frischkorn⁴; Lindbergue Araújo Crisostomo⁵ e Helba Araújo de Queiroz Palácio⁶

RESUMO --- Os grandes reservatórios instalados no Semi-árido nordestino brasileiro apresentam como um dos principais usos o abastecimento hídrico de perímetros irrigados, requerendo um monitoramento da qualidade dessas águas. Foram amostradas as águas do açude Araras, que abastece o Distrito de Irrigação Araras Norte, na bacia do Acaraú - Ceará, no período de abril/2003 a setembro/2005, com o objetivo de avaliar tipo químico predominante das águas e sua classificação para fins de irrigação segundo classificação proposta pelo United States Department of Agricultural (USDA) e pelo University of Califórnia Committee Consultants (UCCC). Os resultados mostraram que as águas são predominantemente bicarbonatadas sódicas, apresentando baixa mineralização durante o período de estudo. Segundo a classificação do USDA, as águas apresentam baixo risco de salinidade e sodicidade, enquanto utilizando a classificação do UCCC, às águas apresentaram baixo risco de salinidade com moderado a severo risco de gerar problemas por sodicidade. Isto leva a crer que para um uso sustentável do solo nesta região, um manejo adequado da água e do solo deve ser adotado para que sejam evitados problemas, em longo prazo, de redução da produtividade e abandono das áreas irrigadas.

ABSTRACT --- One of the mainly consumptive use of the stored water in dam sited in Northeast semiarid region of Brazil is Irrigation District; than, the water quality monitored are essential. In this study, the Araras dam water that supply the Irrigation District of Araras Norte, Ceará, was monitored from April/2003 to Sept./2005, with aim of to evaluate the mainly chemical composition as well as the its classification to irrigation use. Water was investigated according to The United States Department of Agricultural (USDA) and the University of California Committee Consultants (UCCC) classifications. Results showed up that water was mostly hydrocarbonate sodium showing a low mineralization during the studied period. In relation to salinity risk water presents low risk of salinity in both classifications. On the other hand, USDA method classified water as low risk of sodicity and water presents a medium to severe risk of sodicity according to UCCC classification. This guide to believe that to get a sustainable use of soil and water, a best management practice should be adopted to avoid, a long term, production decrease and abandon of irrigated area problems.

Palavras-chave: salinidade, sodicidade, classificação das águas

1) Parte do trabalho de tese apresentado pelo primeiro autor ao Depto. de Eng. Hidráulica e Ambiental, CT/UFC.
2) Enga. Agrônoma, D.Sc em Eng. Civil – Recursos Hídricos, Depto. de Eng. Hidráulica e Ambiental, CT/UFC. Av. dos Expedicionários 4774, apto. 201, Benfica, Fortaleza-Ce, e-mail: ameireles2003@yahoo.com.br
3) Enga. Agrônoma, Ph.D, Bolsista do CNPq, Profa. do Depto. de Eng. Agrícola/CCA/UFC, e-mail: eandrade@ufc.br
4) Físico, D.Sc, Prof. Adjunto do Depto. de Eng. Hidráulica e Ambiental, CT/UFC, e-mail: cariri@ufc.br
5) Eng. Agrônomo, Ph.D, Pesquisador da Embrapa – Agroindústria Tropical, Fortaleza-Ce, e-mail: lindbergs@cpnat.embrapa.br
6) Licenciada em Ciências Agrícolas, MSc. em Irrigação e Drenagem, Profa. da EAFIGT, Iguatu-CE, e-mail: helbaraujo23@yahoo.com.br

1 - INTRODUÇÃO

As águas armazenadas em reservatórios superficiais podem sofrer significativas mudanças em escala temporal que alteram, sensivelmente, não só os processos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas no seu interior, como também, as condições de uso para os beneficiários dessa água (Silva, 2002). A forte influência das condições climáticas do Semi-árido nordestino sobre estas águas, pode tornar os reservatórios verdadeiros depósitos dos elementos químicos presentes nos ecossistemas e nos sedimentos, cuja fonte é representada pela água de drenagem resultante da precipitação sobre a área da bacia hidrográfica.

Em regiões semi-áridas, os grandes reservatórios construídos têm grande parte de suas águas destinadas ao abastecimento de projetos de irrigação. Esta prática tem sido largamente utilizada como forma de garantir a produção agrícola, mas a intensificação e a expansão de áreas irrigadas têm, contudo, levado a acelerada degradação dos recursos naturais, quando medidas de controle e/ou preventivas desta prática não são adotadas.

No Nordeste brasileiro não existem levantamentos detalhados do problema de salinização nos diversos perímetros irrigados; contudo, estudos de Góes (1978) mostraram que cerca de 25 a 30% das áreas irrigadas apresentam problemas de salinização e, de acordo com levantamento realizado em 1991 pelo DNOCS, nos Estados do Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Bahia, em média, 12% da superfície agrícola útil foi desativada e 7,6% está salinizada (Santos, 2000; Gheyi, 2000).

As águas utilizadas para irrigação, mesmo com teores baixos de sais, podem ser um importante fator de comprometimento do solo se não for manejada corretamente, sendo este um dos principais impactos negativos da agricultura irrigada (Scaloppi & Britto, 1986; Andrade et al., 2006). Estudos científicos e algumas experiências localizadas têm demonstrado, no entanto, que práticas convencionais de redução dos problemas decorrentes da salinidade e/ou sodicidade são onerosas e, na maioria das vezes, inviáveis do ponto de vista econômico (Oliveira, 1997).

As águas podem ser classificadas para uso na irrigação por meio de diferentes diagramas, sendo o mais utilizado o diagrama proposto pelo United States Department Agricultural – USDA que considera a CE como indicadora do perigo de salinização do solo e a RAS como indicadora do risco de sodificação e redução da infiltração no solo. Nesse diagrama, à medida que a salinidade da água aumenta diminui o risco de causar sodicidade (Ayers & Westcot, 1999).

Atualmente, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação – FAO recomenda (Santos, 2000) o uso do diagrama de classificação proposto pelo University of Califórnia Committee Consultants – UCCC (Pizarro, 1985), onde a condutividade elétrica (CE) também é considerada como indicadora do perigo de salinidade, mas a RAS é agora corrigida (RAS^o) para indicar o risco de sodicidade. A RAS^o prevê melhor os problemas de infiltração

causados nos solos por concentrações altas de sódio ou baixas de cálcio nas águas utilizadas para irrigação.

Tendo em vista a continuidade do perímetro irrigado Araras Norte (com 3.225 ha), empreendimento agrícola instalado na parte alta da bacia do Acaraú, a quantidade e a qualidade da água passam a constituir-se numa das principais preocupações da administração da bacia. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do açude Araras e a existência ou não de restrição de seu uso para irrigação.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da área

A barragem Paulo Sarasate, do Açude Araras, localizada no município de Varjota - Estado do Ceará, dista cerca de 250 km da cidade de Fortaleza. Barramento sobre o rio Acaraú (Figura 1), a sua bacia hidrográfica cobre uma área de 3.520 km², com o reservatório apresentando uma bacia hidráulica de 96,25 km², o que permite um volume máximo de acumulação de 890,11 hm³.

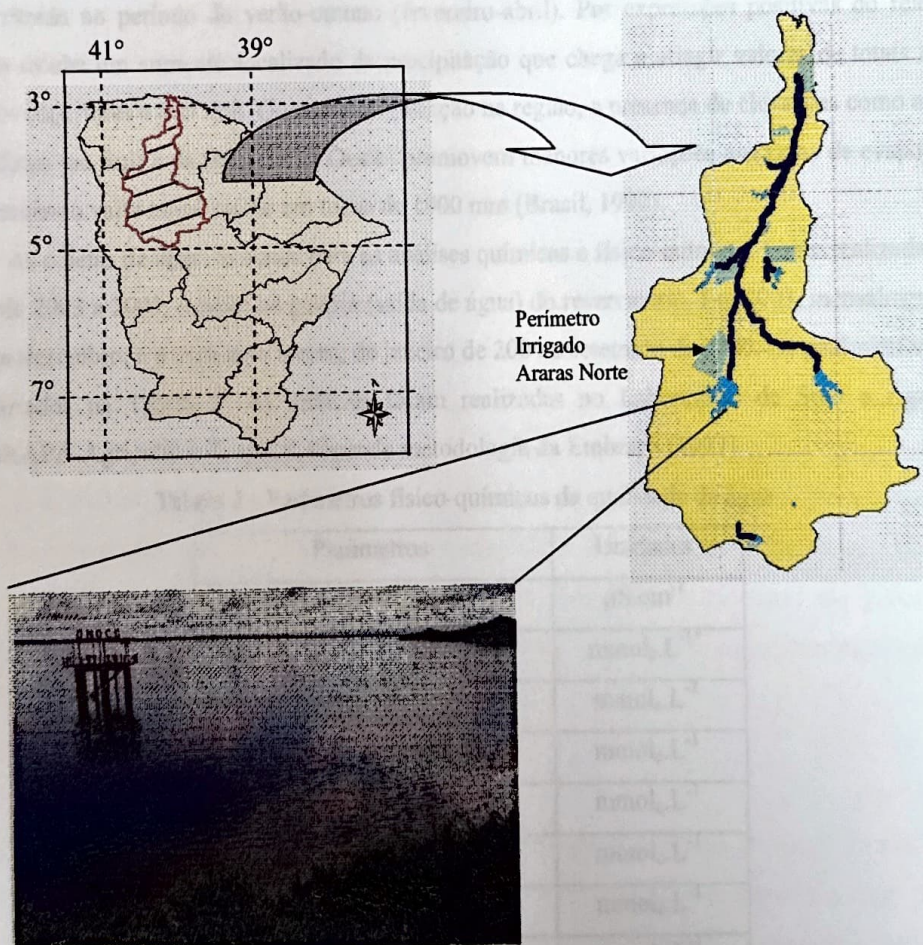


Figura 1 – Localização da bacia do Acaraú no Estado do Ceará e do açude Araras na bacia.

O quarto maior reservatório do Estado do Ceará, o açude Araras tem como finalidade a perenização e controle das cheias do rio Acaraú, a irrigação de 14.000 ha nas várzeas do mesmo rio, além do desenvolvimento da piscicultura e o aproveitamento de culturas na área de montante (DNOCS, 2004).

O solo predominante na região do reservatório e do perímetro irrigado é classificado, segundo IPLANCE (1992), como Luvissoilo. Estes solos apresentam alta fertilidade natural possuindo em sua composição, elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, constituídos, principalmente, dos gnaisses, granitos, quartzitos anfibolitos e migmatitos, os quais são fontes de nutrientes para as plantas. Apresenta, freqüentemente, pedregosidade superficial e susceptibilidade à erosão, principalmente a do tipo laminar, requerendo o uso de práticas de conservação.

Como em todo o Estado, o principal problema com relação à pluviometria na região consiste muito mais na irregularidade do regime do que na quantidade de chuvas. Segundo a classificação de Köppen a zona climática da região é do tipo BSw'h', clima semi-árido quente, com chuva anual concentrada no período do verão-outono (fevereiro-abril). Por expressões positivas do relevo, a região recebe um aumento localizado de precipitação que chega a atingir valores de totais anuais médios superiores a 800 mm. Quanto à evaporação na região, a presença de elevações como a Serra das Matas (ao Sul) e da Ibiapaba (a Oeste) promovem menores variações nas taxas de evaporação, apresentando valor anual médio em torno de 1900 mm (Brasil, 1992).

As coletas de água do açude para as análises químicas e físico-químicas foram realizadas nos anos de 2003 a 2005, sempre na galeria (saída de água) do reservatório. Em 2003, mensalmente de abril a dezembro; e a cada dois meses, de janeiro de 2004 a setembro de 2005. Os parâmetros estão enumerados na Tabela 2. As análises foram realizadas no Laboratório de Solo e Água da EMBRAPA-Agricultura Tropical, segundo metodologia da Embrapa (1997).

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos da qualidade da água

Parâmetros	Unidades
Condutividade elétrica (CE)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
Cálcio (Ca^{2+})	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$ *
Magnésio (Mg^{2+})	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$
Sódio (Na^+)	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$
Potássio (K^+)	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$
Cloreto (Cl^-)	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$
Bicarbonato (HCO_3^-)	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$
Sulfato (SO_4^{2-})	$\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$

* Também denotado como $\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$

A partir dos dados de concentração dos íons presentes nas amostras das águas, obtidos na análise laboratorial, foi utilizado o diagrama de Piper para classificação quanto aos íons dominantes, utilizando o software Qualigraf desenvolvido e disponibilizado pela FUNCEME (Site www.funceme.br).

Os parâmetros geométricos do reservatório também foram levados em consideração no estudo da qualidade da água. As razões entre as áreas da bacia hidráulica (a) e da bacia contribuinte (A) e entre o volume acumulado (V) e a bacia hidrográfica (A) do reservatório estão relacionadas com a capacidade de renovação de suas águas. Quanto maior estas razões, menor a capacidade de renovação das águas e maior o perigo de salinização. A razão entre o volume acumulado (V) e a área da bacia hidráulica (a) está ligada à profundidade média do reservatório e, conseqüentemente, a sua tendência em concentrar sais por evaporação. Em geral, quanto maior seu valor, menor é a concentração salina do reservatório (Santiago, 1984).

Para a classificação das águas para fins de irrigação, levando em consideração ao risco de salinidade e sodicidade, foram utilizados o diagrama do United States Department of Agricultural - USDA (Richards, 1954 apud Ayers & Westcot, 1999) e o diagrama do University of Califórnia Committee Consultants - UCCC (Pizarro, 1985).

No primeiro, considera-se a condutividade elétrica (CE) como indicadora do perigo de salinização do solo e a razão de adsorção de sódio (RAS) como indicadora do risco de sodificação. Nesse diagrama, à medida que a salinidade da água aumenta diminui o risco de causar sodicidade (Ayers & Westcot, 1999). No segundo, a CE também é considerada como indicadora do perigo de salinidade, mas a RAS é agora corrigida (RAS°) para indicar o risco de sodicidade. A RAS° é determinada, calculando o valor de cálcio corrigido (Ca°). Este ajuste corrige a concentração de cálcio na água de irrigação em função do valor de equilíbrio esperado pelo efeito da dissolução do cálcio pelo dióxido de carbono (CO_2), pela precipitação junto a bicarbonatos e pela salinidade, sobre o cálcio originalmente contido na água de irrigação e que não forma parte da água do solo (Santos, 2000). Como as águas na região do Nordeste brasileiro normalmente são pobres em sulfatos este estimador é mais adequado para prever riscos de sodificação ou infiltração de água no solo (Holanda & Amorim, 1997).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Classificação Hidroquímica

De acordo com o diagrama de Piper (Figura 2), as águas coletadas no açude Araras foram classificadas como preferencialmente bicarbonatadas sódicas (94,4% das amostras). Com relação aos cátions, 94,4% das amostras de água analisadas foram classificadas como sódicas e quanto aos ânions, 100% das amostras de água classificadas como bicarbonatadas, independente da estação (seca ou chuvosa) e do ano de coleta.

As características químicas das águas deste reservatório praticamente não apresentaram mudanças durante o todo o período observado. De acordo a localização geográfica do açude Araras, ele recebe água de boa qualidade (pouco mineralizada) por influência das serras (precipitações médias anuais superiores a 800 mm). Este comportamento confirma resultados encontrados por Leprun (1983) de que águas oriundas de regiões sedimentares são de baixa salinidade e com predominância do tipo bicarbonatada.

E ainda, segundo estudos de qualidade da água realizados por Audry & Suassuna (1995) em pequenas propriedades nos Estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, 75% das águas estudadas eram de baixa salinidade e, quando apresentavam $CE < 500 \mu S \cdot cm^{-1}$, o teor de bicarbonato era maior que o de cloreto.

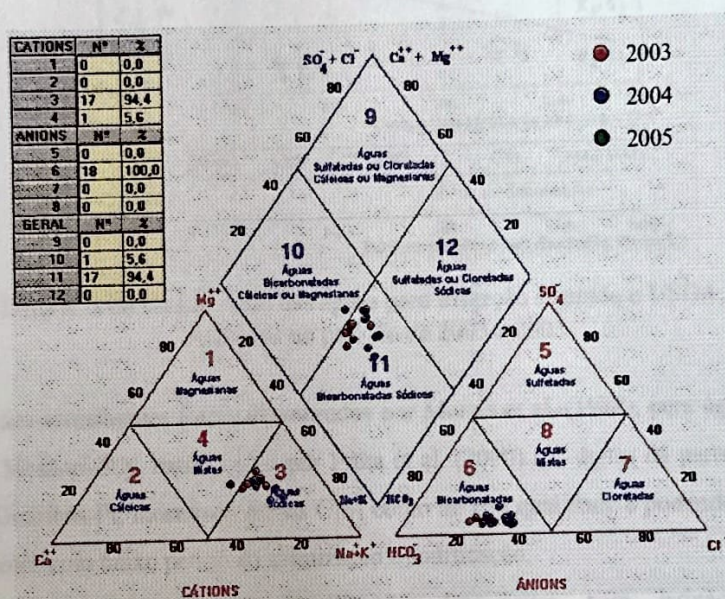


Figura 2 – Classificação das águas do açude Araras segundo o diagrama de Piper

Seus múltiplos usos (abastecimento das cidades, abastecimento do perímetro irrigado e perenização do rio Acaraú), aliado aos seus parâmetros geométricos, favorecem a manutenção da baixa salinidade neste reservatório. Com grande capacidade de acumulação (de 891 hm³), o açude Araras possui razão entre as áreas das bacias hidráulica e contribuinte ($a/A = 2,7\%$) e profundidade média ($V/A = 9,25$ m) que favorecem a renovação, bem como a pouca variação do seu tipo químico durante todo o ano. Avaliação semelhante foi realizada por Santiago (1984) para diferentes reservatórios no Estado do Ceará.

4.2 Classificação para fins de irrigação

Conforme o diagrama de classificação das águas para irrigação do USDA (Figura 3), as águas analisadas foram classificadas como C₁S₁, ou seja, apresentando baixo risco de

salinidade (C_1) e sodicidade (S_1), podendo ser utilizada para irrigação da maioria das culturas e em quase todos os tipos de solos, com pouca probabilidade de gerar problemas de infiltração.

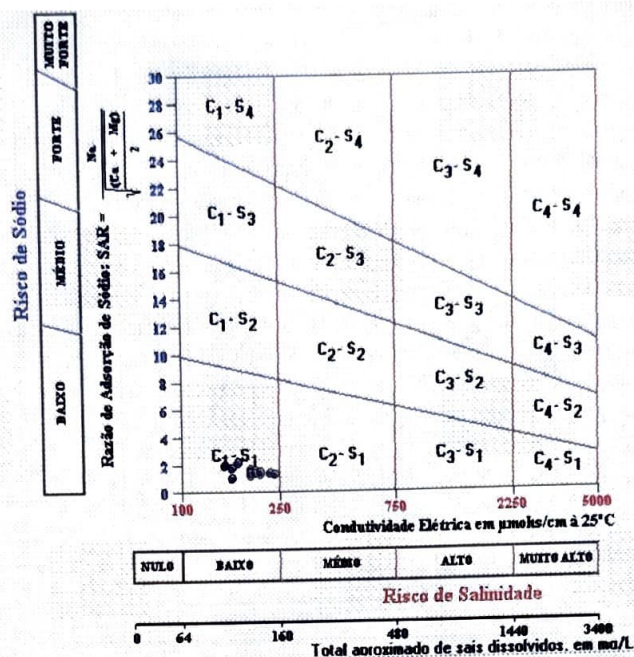


Figura 3 – Diagrama de classificação das águas para irrigação segundo o USDA, para as águas coletadas no período de 2003 a 2005.

Resultados semelhantes foram encontrados por Morais et al. (1998), para águas utilizadas na irrigação em Mossoró-RN, assim como por Frota et al. (2000) nas águas da parte alta e média da bacia do rio Guaribas-Pi, mostrando águas C_1S_1 como de boa qualidade e podendo ser utilizada na maioria dos solos com baixo perigo de salinização e sodificação.

Utilizando o diagrama de classificação das águas para irrigação do UCCC (Figura 4), as águas analisadas foram classificadas como C_1S_2 e C_1S_3 . As águas apresentaram baixo risco de gerar problemas de salinidade (C_1), mas um risco variando de moderado (S_2) a severo (S_3) quanto a gerar problemas de infiltração no solo com o uso desta água na irrigação.

Observa-se que as amostras das águas avaliadas nesta pesquisa apresentaram valores extremamente baixos de razão de adsorção de sódio corrigida ($\text{RAS} < 3$), associados a baixos valores de condutividade elétrica ($\text{CE} < 250 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) podendo levar a problemas de infiltração por sodicidade. Os resultados encontrados estão de acordo com Scaloppi & Britto (1986), onde afirmam que águas com CE inferior a $500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e, particularmente, abaixo de $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ tendem a lixiviar os sais e minerais solúveis, incluindo os de cálcio, reduzindo sua influência sobre a estabilidade dos agregados e estrutura do solo. Desta forma, quando os problemas relativos à

infiltração presentes em áreas irrigadas não são causados pelo efeito da RAS elevada, invariavelmente, são causados devido às águas de salinidade muito baixa.

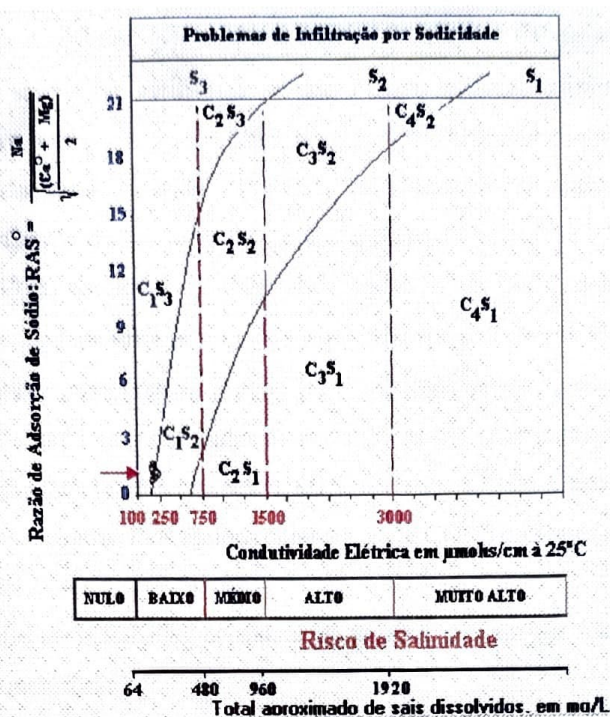


Figura 4 – Diagrama de classificação das águas para irrigação segundo o UCCC, para as águas coletadas no período de 2003 a 2005.

De acordo com o mapa de classificação de restrição de uso das águas, quanto a CE e RAS^o descrito por Andrade et al. (2006), as águas da margem esquerda do rio Acaraú (onde está inserido o açude Araras) foram classificadas como águas que apresentam risco variando de crescente a severo em causar problemas de infiltração no solo. Ainda de acordo com os referidos autores, os solos da área onde está inserido esse açude foram classificados como sendo de baixa a média condição de permeabilidade, apresentando limitações de uso devido às condições de reduzida infiltração, apresentando alto risco em sofrer problemas futuros de infiltração nas áreas irrigadas.

Tal comportamento foi constatado por Chaves (2006) em estudos desenvolvidos no perímetro irrigado Araras Norte, onde foi observada a redução da infiltração, com conseqüente acúmulo de água na superfície do solo. A queda da permeabilidade do solo dificultou e reduziu a drenagem, provocando problemas de salinização, mesmo com águas que, de acordo com a classificação do USDA, não apresentavam nenhum risco.

Estudos de De Nys et al. (2005) avaliando as águas nos campos irrigados do Perímetro Maniçoba, localizado na parte média-baixa da Sub-bacia do rio São Francisco (entre as cidades de Juazeiro(BA) e Petrolina(PE)), colaboram com a interpretação das condições observadas. Os

autores verificaram que a água utilizada para irrigação neste Perímetro era de excelente qualidade salina (CE entre 50 a 110 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$) e sais de origem geológica estavam praticamente ausentes. Contudo, diversas parcelas irrigadas estavam sendo abandonadas sob a alegação de problemas de salinidade. A análise do solo em parcelas irrigadas mostrou que a CE do solo apresentava valores abaixo de níveis de salinidade, verificando-se que o termo salinização era adotado para diferentes tipos de degradação e restrições do solo, não especificamente acúmulo de sais na zona das raízes. b

Com relação a variação observada na qualidade da água utilizando diferentes metodologias de avaliação da Razão de Adsorção de Sódio (RAS e RAS^o), também verificada por Oliveira & Maia (1998) em águas de diferentes mananciais no Rio Grande do Norte. Os autores verificaram que a sodicidade sofre uma grande variação nos resultados obtidos, corroborando com a hipótese de que muitas vezes uma água pode ser classificada subestimando o risco de sódio que a mesma contém. De acordo com os resultados encontrados por estes autores, frequentemente o uso da RAS, como originalmente proposto pelo USDA, tem subestimado o risco de sodicidade por não considerar os efeitos de outros íons (ânions como HCO_3^- e CO_3^{2-}) presentes na água.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, considerando as condições em que foram avaliados, permitem tirar as seguintes conclusões:

- As águas do açude Araras são predominantemente bicarbonatadas sódicas (94,4% das amostras) por influencia do tipo de solo, rico em sódio e potássio. Contudo, suas condições de renovação, favorecida pela ocorrência de chuvas orográficas na região, pelos seus parâmetros geométricos e pela sua dinâmica de uso, fazem com que suas águas apresentem baixa salinidade mesmo durante a época seca do ano.
- De acordo com o diagrama do USDA, as águas do açude Araras foram classificadas como C_1S_1 , indicando baixo risco de gerar problemas de salinidade e sodicidade.
- A classificação para fins de irrigação utilizando o diagrama proposto pelo UCCC, mostrou que as águas apresentaram baixo risco em gerar problemas de salinidade, mas um risco variando de moderado a severo em gerar problemas de infiltração por sodicidade.
- Os resultados encontrados devem ser levados em consideração e avaliados para o local de uso, como forma de indicar um manejo mais adequado tanto da água e como do solo, uma vez que não são poucas as parcelas irrigadas que são abandonadas nos perímetros do Nordeste, tendo muitas vezes, sido apontada exclusivamente à salinização como a causa de tais problemas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Banco Mundial/PRODETAB 016-01/01 pelo apoio financeiro sem o qual esta pesquisa não poderia ser realizada, a EMBRAPA - Agroindústria Tropical pelo apoio nas

coletas e análises das águas e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado que manteve o primeiro autor durante sua pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, E.M.; BATISTA, T.M.; TEIXEIRA, A.S.; MEIRELES, M.; SOUZA, B.F.S. “*Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS*”. *Ciência Agrônômica*, v.37, n.3, p.280-287, 2006.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. *A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino*. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/orig2.html>>. Acesso em: 12 set 2003.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. *A qualidade da água na agricultura*. 2.ed. Traduzido por H.R. Gheyi; J.F. Medeiros; F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29)
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas de 1961-1990*. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação/ Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84p.
- CHAVES, L.C.G. *Salinidade e impacto da irrigação no Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado Araras Norte, Dipan, Ceará*. 2006, 79f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- DE NYS, E.; RAES, D.; LE GAL P.; SPEELMAN, S. *Evaluation of the salinization pattern of irrigated fields in Maniçoba irrigation scheme (Brazil)*. Disponível em: <<http://www.pcsi.ird.fr/sempsi2/communications/DeNys.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2005.
- DNOCS. *Barragens e Perímetros irrigados*. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais>>. Acesso em: 9 set. 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- FROTA, D. M.; GIL, M.M.L.; RAMALHO, A.C.; VIEIRA, V.; CALDAS, B. “*Water quality in Guaribas river basin for irrigation use*”. In: German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems – Achievements and Prospects of Cooperative Research, Hamburg, p.505-510, 2000.
- GHEYI, H.R. “*Problemas de salinidade na agricultura irrigada*”. In: Agricultura, Sustentabilidade e o O Semi-Árido. OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R.C. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. 406p.
- GOES, E.S. “*Problemas de salinidade e drenagem em projetos de irrigação no Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento*”. In: Reunião sobre a Salinidade em Áreas Irrigadas do Nordeste. Fortaleza, 1978. 56p.

- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. A. *Manejo e controle da salinidade da água na agricultura irrigada*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Campina Grande, 1997, Cap.5, p.137-169.
- IPLANCE. Instituto de Planejamento do Ceará. *Atlas do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE. 1997. CD-ROM
- LEPRUN, J.C. *Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste: Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro*. Recife: SUDENE, p.91-141, 1983.
- MORAIS, E.R.C.; MAIA, C.E.; OLIVEIRA, M. *Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solo e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN*. Caatinga, v.11, n.1/2, p.75-83, 1998.
- OLIVEIRA, M. "Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais". In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, 1997, cap.1, p.1-35
- OLIVEIRA, M. e MAIA, C.E. "Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na região sedimentar do estado do Rio Grande do Norte". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.2, n.1, p.17-21. 1998. www.agriambi.com.br
- PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos*. ed. Madrid: Editora Agrícola Española, S.A., 1985, 542p.
- SANTIAGO, M. M. F. *Mecanismos de salinização em regiões áridas. Estudo dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré*. 1984. 176 p. Tese (Doutorado - Instituto de Geociências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- SANTOS, J.G.R. *A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática*. Campina Grande: UFPB, 2000. 171p.
- SCALOPPI, E. D.; BRITTO, R. A. L. "Qualidade da água e do solo para irrigação". *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.139, p.80-94, 1986.
- SILVA, L.M.C. *Açudes e reservatórios: mecanismos técnicos, legais e institucionais para uma gestão sustentável*. 2002. 319F. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal de Brasília. Brasília, 2002.

Quadro 1 – Valores de CE, RAS e RAS° utilizados.

Período	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	RAS	RAS°
Abril/2003	190	0,96	1,20
Mai/2003	190	1,37	1,70
Jul/2003	210	1,18	1,42
Ago/2003	200	1,23	1,46
Set/2003	200	1,34	1,54
Out/2003	210	1,26	1,45
Nov/2003	230	1,23	1,42
Dez/2003	240	1,18	1,37
Jan/2004	170	1,70	2,17
Mar/2004	150	1,47	1,97
Mai/2004	160	1,46	1,85
Set/2004	190	1,21	1,50
Nov/2004	210	1,08	1,32
Jan/2005	200	1,27	1,62
Mar/2005	160	0,85	1,07
Mai/2005	190	1,15	1,40
Jul/2005	200	1,14	1,40
Set/05	210	1,26	1,53