

## RISCO DE TOXIDADE DAS CULTURAS IRRIGADAS COM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO BAIXO JAGUARIBE, CEARÁ

Eunice Maia de Andrade<sup>1</sup>; Maria das Graças Mendonça da Cruz<sup>2</sup>; Ana Célia Maia Meireles<sup>3</sup>;  
Luis César de Aquino Lemos Filho<sup>4</sup> & Francisco Elivan Rodrigues Arruda<sup>4</sup>

**Resumo** - O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar as variações anuais dos íons cloreto, sódio e potássio, bem como o risco de toxidade das culturas em decorrência da presença destes elementos nas águas usadas para irrigação no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, Chapada do Apodi, localizado nos municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, Ceará. O trabalho foi realizado com dados de água coletados no rio Jaguaribe, em pontos ao longo do canal principal e em poços profundos existentes no Chapada do Apodi. As amostras de água foram realizadas mensalmente durante o período de dezembro de 1999 a dezembro de 2000. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Água do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), em Limoeiro do Norte, Ceará. Os resultados mostraram que as águas superficiais, rio Jaguaribe, apresentaram concentrações dos íons estudados sempre inferior a  $2 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$  não expressando risco de toxidade para as culturas. As águas subterrâneas apresentaram risco de toxidez para as culturas de severo a moderado, com concentrações variando de 8 a 11  $\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$  para o cloreto e de 3 a 6  $\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$  para o sódio. O elemento potássio apresentou valores muito baixos, sem nenhum risco de degradação; sendo as menores concentrações registradas nas águas subterrâneas.

**Abstract** - The main goal of this study was to evaluate the annual variability of  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  concentration as well as the toxic risk to the crops due to these ions concentration in irrigated water, in Jaguaribe-Apodi irrigation district, sited in Limoeiro do Norte and Quixeré counties, Ceará State, Brazil. Data set used in this study were sampled in Jaguaribe River, some points through irrigation district main channel and wells. Waters were sampled monthly, from December/1999 to December/2000. The physical and chemical analyses were done at Soil and Water Laboratory of Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), in Limoeiro do Norte. Results showed that

---

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Profa do Dep. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, Caixa Postal 6003, Campus do Pici, CEP: 60.455-970 Fortaleza, Ceará, fone: (085) 288.9762/9754; fax: (085) 288.0755, e-mail: eandrade@ufc.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.Sc., técnica da UFC, mgcruz@bol.com.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Estudante do curso de doutorado em Recursos Hídricos da UFC.

<sup>4</sup> Estudantes do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, bolsistas do PIBIC e PET

surface water presented a concentration of studied ions lower than  $2 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$ . This means that surface waters don't offer toxic risk to the crops. Groundwater presented a moderate to severe toxic risk to the crops, with a concentration of  $\text{Cl}^-$  going from 8 to  $11 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$ .  $\text{Na}^+$  concentration ranged from 3 to  $6 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$  offering a moderated risk of crop toxicity. The ion  $\text{K}^+$  showed a low level of concentration without express degradation risk. Groundwater presented the lowest  $\text{K}^+$  concentration.

**Palavras-chave** - irrigação, qualidade das águas, cloreto

**Key-words** - irrigation, water quality, chloride

## INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semi-áridas do globo caracterizam-se por verões longos e secos, alternados por estações chuvosas de curta duração, com alta variabilidade espacial e temporal. Por outro lado, a produção agrícola dessas regiões depende da dotação artificial da água. Pelo fato da irrigação ser concebida como a alternativa para o desenvolvimento sócio-econômico das regiões semi-áridas; esta deve ser manejada racionalmente, visto que as condições climáticas destas zonas são extremamente favoráveis à salinização dos recursos água e solo (Souza, 2000). No planejamento de uma irrigação racional é importante conhecer a água disponível para assim orientar o tipo de manejo a ser aplicado na área irrigada (Medeiros et al., 2000; Souza e Andrade, 2000). A qualidade da água de irrigação pode variar significativamente segundo o tipo e quantidade de sais dissolvidos. Os sais são encontrados em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, e têm sua origem na dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e outros minerais. O conhecimento da concentração dos sais totais presentes na água, sua variação temporal, e o quantitativo dos ânions e cátions, é primordial para o desenvolvimento de um manejo racional do recurso solo nas áreas irrigadas; principalmente em regiões semi-áridas, onde os ecossistemas são extremamente frágeis. (Queiroz et al., 1997; Albizuri e Bianco, 1997; Carter, 1975). No Nordeste brasileiro, as águas empregadas na irrigação são oriundas de açudes e poços, as quais apresentam uma alta variabilidade temporal e espacial da sua qualidade. O emprego de águas de má qualidade na irrigação pode gerar danos sérios ao meio ambiente, com sérios reflexos socioeconômicos. Leprun (1983) destaca que águas oriundas de regiões sedimentares são predominantemente bicarbonatadas e sulfatadas; enquanto aquelas encontradas no embasamento cristalino há predominâncias unicamente de águas cloretadas, sódicas ou magnesianas. Através do conhecimento dos níveis de elementos presentes nas águas é que se

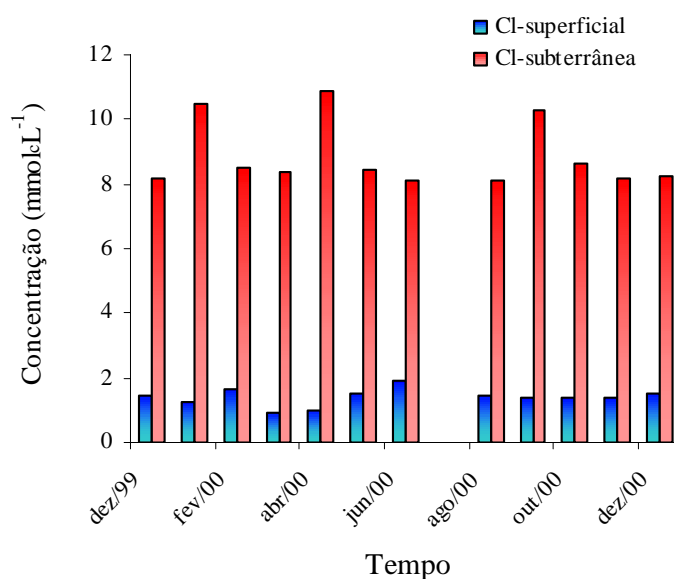
poderá escolher a cultura a ser implantada, o sistema de irrigação a ser adotado e o manejo a ser aplicado (Cruz, 2001). Considerando-se as fontes de água para irrigação no semi-árido do Nordeste, o presente estudo teve como objetivo comparar os riscos oferecidos pelas águas superficiais e subterrâneas para o meio ambiente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área objeto de nosso estudo dista aproximadamente, 200 km da cidade de Fortaleza, entre as coordenadas geográficas 05°06'38" e 05°11'39" de Latitude Sul e ao oeste de Greenwich entre as paralelas 37°52'21" e 37°56'05" de Longitude; situada no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA); com aproximadamente 10.000 ha, localizada na Chapada do Apodi, na parte baixa do Vale do Jaguaribe. A topografia da região é suavemente plana com declividade variando de 1 a 3%. A geologia da região da Chapada do Apodi é descrita como calcário, com alto potencial de armazenamento de água (CEPA-32, 1980). A precipitação apresenta uma distribuição unimodal com concentração máxima no outono (março-abril) com uma pluviosidade média de 750mm. O clima é quente e semi-árido, com temperatura média superior a 18°C no mês mais frio (BSw'h'), segundo a classificação de Köppen. . Nesta área, foi realizado o monitoramento da qualidade das águas superficiais, rio Jaguaribe, o qual é perenizado pelo açude Orós e das águas subterrâneas empregadas na irrigação do DIJA. As coletas de água foram realizadas mensalmente no período de dezembro de 1999 a dezembro de 2000. Os sete pontos de amostragem deste estudo foram: 1. rio Jaguaribe, mais especificamente na estação de elevação da água, conhecido por barragem das pedrinhas; 2. piscina de contenção do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi; 3. próximo à Adutora Cabeça-Preta; 4. canal da ponte próximo a propriedade FRUTACOR; 5. piscina de contenção situada na propriedade FRUTACOR, DIJA (Pisc. DIJA). Todos esses pontos foram considerados pertencentes ao canal principal de distribuição da água do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi. Os pontos de número 6 e 7 eram poços profundos situados no município de Quixeré, na Fazenda Boa Esperança (CV-Q) e na propriedade FRUTACOR (JT-Q), respectivamente. Para o poço da Fazenda Boa Esperança (CV-Q), não foi possível efetuar as coletas nos meses de janeiro e abril, devido à impossibilidade de acesso ao local, em conseqüências das chuvas. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Solos do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), de acordo com a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Para avaliação dos riscos de salinidade e toxidez das águas empregadas na irrigação da Chapada do Apodi, desenvolveu-se estudos comparativos entre as concentrações dos íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  presentes nas águas superficiais e subterrâneas bem como suas variações ao longo do ano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações do íon cloreto presentes nas águas superficiais e subterrâneas empregadas na irrigação no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi, durante o período estudado podem ser vistas na Figura 1. Pela referida figura observa-se que a concentração do íon cloreto para as águas superficiais apresenta praticamente os mesmos valores durante o período estudado. O menor valor foi de  $0,91 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  observado nos meses de março e abril, como uma decorrência da adição de águas novas oriundas da estação chuvosa. Para os meses restantes o valor do referido elemento se manteve inferiores a  $2,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , não expressando nenhuma limitação de uso para consumo humano ou irrigação. Este íon passa a representar limitações ao uso da água quando sua concentração é superior a  $3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  (Ayres e Westcot, 1999).

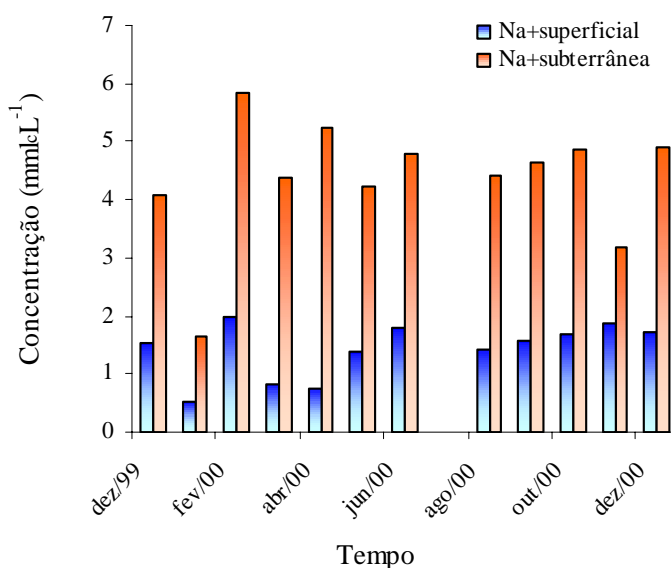


**Figura 1.** Concentração do cloreto das águas superficiais e subterrâneas na Chapada do Apodi, municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, Ceará. Dez/99-Dez/00

A concentração de cloreto nas águas subterrâneas chega a ser seis vezes superior às aquelas observadas nas águas superficiais, confirmando os resultados apresentados por Leprun (1983). Tal comportamento pode ser em decorrência da rocha em que se encontra o aquífero. A concentração de cloreto mostra-se extremamente elevada, apresentando valores superiores ou bem próximo ao limite ( $9 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) inferior da classe de toxicidade  $T_3$  para as águas de irrigação por superfície como por aspersão; sendo, portanto, altamente prejudicial à utilização dessa água tanto na irrigação quanto no consumo humano. A grande superioridade da concentração do cloreto observada nas águas subterrâneas é mais agravante, pela ação específica de toxicidade deste íon do que pelo risco de salinidade do solo. A toxidez do cloreto é decorrente da facilidade com que este elemento se desloca na solução do solo, sendo absorvido pelas raízes e translocado às folhas, onde se desencadeia o processo da toxicidade (Ayres e Westcot, 1999). As plantas com elevadas

concentrações de  $\text{Cl}^-$  apresentam necroses e queimaduras nas folhas; porém, a absorção de cloreto pelas culturas irrigadas não depende somente da qualidade da água, mas também do seu conteúdo no solo e da capacidade da planta em excluir-lo.

Através da Figura 2 pode-se observar a variação temporal do sódio durante o período estudado. A concentração do referido elemento nas águas superficiais foi sempre inferior a  $2,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , sendo os menores valores ( $0,54 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) registrados no mês de abril. Tal comportamento deve estar associado à estação chuvosa, ocasionando a renovação das águas e conseqüente diluição dos elementos solúveis presentes na água.



**Figura 2.** Concentração do sódio das águas superficiais e subterrâneas na Chapada do Apodi, municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, Ceará. Dez/99-Dez/00

As concentrações de sódio observadas ao longo de todo o período estudado, para as águas superficiais, não apresentam nenhum risco de toxicidade para as plantas, segundo a classificação apresentada por Ayers e Westcot (1999), a qual considera a água sem nenhuma restrição ao uso para a irrigação quando a concentração de sódio é inferior a  $3,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . As águas do rio Jaguaribe expressaram concentrações de sódio inferiores aquelas encontradas por Silva Junior et al., (1999) e Silva Filho (2000) em outras regiões do semi-árido nordestino.

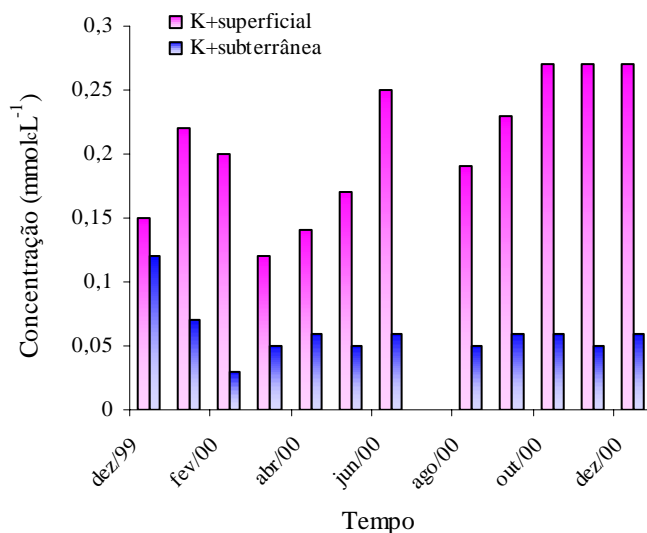
Os valores de sódio, superiores a  $3,00 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  registrados nas águas subterrâneas da Chapada do Apodi (Figura 2) caracterizam a concentração do sódio como sendo de moderada a elevada, indicando a necessidade de cautela quanto ao uso dessa água para irrigação, procurando implantar sempre culturas adaptadas a estas condições, tal como a que já existe na propriedade que é a bananeira. As referidas águas expressaram um grau de toxicidade moderado para irrigação por superfície, sendo classificada como  $T_2$  ( $3-9 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) de acordo com Gheyi et al. (1997). Já para

irrigação pressurizada, a água apresenta um grau de moderado a severo, devendo-se evitar o uso destas águas em solos de textura fina ou solos que apresentem baixa taxa de infiltração (Santos, 2000). Os sintomas típicos de toxicidade do sódio aparecem em forma de queimaduras ou necroses ao longo das bordas das folhas, aparecendo primeiro nas folhas mais velhas.

As concentrações do íon potássio durante o período estudado podem ser vistas na Figura 3. Pode-se observar uma tendência de aumento das concentrações do referido íon durante a estação seca para as águas superficiais. Este comportamento foi também observado por Silva Filho et al. (2000) em estudo da qualidade das águas do açude Epitácio Pessoa na região semi-árida da Paraíba. Acredita-se que tal comportamento seja decorrência das perdas hídricas devido a alta taxa de evaporação existente na região semi-árida do nordeste, que é em torno  $176,5 \text{ mm.mês}^{-1}$ .

Mesmo os maiores valores do  $\text{K}^+$  registrados neste estudo para as águas superficiais apresentam concentrações bem inferiores aos limites superiores registrados por Ayers e Westcot (1999) que é de  $2 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$ . Em relação as águas subterrâneas, as concentrações do referido íon foram bem inferiores aqueles registrados nas águas superficiais, variando de  $0,15 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$  a  $0,03 \text{ mmol}_e\text{L}^{-1}$ . Tais resultados concordam com os estudos de Leprun (1983) quando observou que as águas do semi-árido apresentam baixas concentrações íon potássio com predominância de águas cloretadas e sódicas.

Dentre os íons analisados neste estudo ficou claro, para as subterrâneas, ser o cloreto o elemento que apresenta um maior risco de toxidade para as culturas do DIJA, seguindo pelo sódio.



**Figura 3.** Concentração do potássio das águas superficiais e subterrâneas na Chapada do Apodi, municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, Ceará. Dez/99-Dez/00

## CONCLUSOES

- As concentrações dos íons cloreto, sódio e potássio presentes nas águas do rio Jaguaribe não representam risco de toxicidade para as culturas irrigadas do Distrito de Irrigação do Jaguaribe-Apodi (DIJA).
- As águas subterrâneas do DIJA apresentam limitação em relação as altas concentrações de cloreto e sódio, podendo desenvolver toxidez nas culturas irrigadas; sendo necessário observar o tipo de cultura, e o manejo a ser utilizado.
- As águas analisadas apresentaram variações sazonais, com uma maior concentração de sais no período seco e menor no período chuvoso.
- As variações das concentrações dos íons estudados, para as águas subterrâneas, não apresentaram relação com a sazonalidade do clima da região. Comportamento distinto foi observado para as águas superficiais.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBIZURI, R.G.; BIANCO, C. A qualidade da água em reservatórios do setor elétrico. In: Anais... *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Vitória, n. 3, p. 53-59, 1997.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. *A qualidade da água na agricultura*. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem 29(Revisado). Campina Grande- PB: UFPB: Trad.:Gheyi, H.R; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V. 1991, 218p.
- CARTER, D.I. Problems of salinity in agriculture. In: POLJAKOF-MAYBER, A. & J. GALE. *Plants in saline environments*. New York, Springer-Verlag, 1975. 213p.
- CEPA-32 - *Distrito de Desenvolvimento Rural Integrado*. Volume I, Tomo I. Situação Geográfica, Recursos Humanos e Recursos Naturais. 272pp. 1980.
- CRUZ, M. G. M. *Avaliação da Qualidade das águas superficiais e subterrâneas do distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi*. Fortaleza: UFC, 2001. 66 p. (Dissertação de Mestrado)
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solos*. 2ª ed., Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solos, 212p. 1997.
- GHEYI, H.R., QUEIROZ, J.E., MEDEIROS, J.F. – In: Simpósio “*Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*”. Campina Grande: UFPB, 1997. 383p.
- LEPRUN, J.C. *Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste*. Relatório de fim de convênio de manejo e conservação de solos do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE, 1983. P.91-141.
- MEDEIROS, Y.D.P.; SOUZA, J.M.F.; FIGUEIRA, C.C.; SILVA, S.C. Monitoramento da qualidade da água para o desenvolvimento sustentável do semi-árido baiano. Anais... V

- Simpósio de Recursos Hídricos no Nordeste*, 21 a 24 de novembro 2000 Natal, RN; ABRH: 2000. p.280.
- PIZARRO, F. *Drenage agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid: Agrícola Española , 1978. 521p.
- QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, A.C.; SOUTO, J.S.; FOLEGATTI, M.V. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 26, Campina Grande-PB: UFPB/SBEA, 1997, Cap.3, p. 66-108.
- SANTOS, J.G.R. *A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática*. Campina Grande-PB, 2000. 171p.
- SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, F. A ; LIMA, E. M; COSTA, J. R. M. *Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo pela irrigação*. Irriga, v. 5, nº 2. Botucatu, 2000.
- SILVA JÚNIOR, J.N.; GHEYI, H.R.; e MEDEIROS, J.F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 3, n.1, Campina Grande, 1999. p. 11-18.
- SOUZA, F. *Irrigação desenvolvimento e tecnologia*. Fortaleza. Imprensa Universitária. UFC, 2000. 94p.
- SOUZA, F.; ANDRADE, E.M. Avaliação das condições de salinidade dos açudes públicos no Estado do Ceará. *Anais... V Simpósio de Recursos Hídricos no Nordeste*, 21 a 24 de novembro 2000 Natal, RN; ABRH: 2000. p.267.