



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Simpósio Brasileiro sobre o uso  
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

## INFLUÊNCIA DOS ÍONS NA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO SOLO NO PERÍMETRO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ, CEARÁ

José Frédson Bezerra Lopes<sup>1</sup>; Fernando Bezerra Lopes<sup>2</sup>;  
Eunice Maia de Andrade<sup>3</sup>; Deodato do Nascimento Aquino<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estudante de Agronomia da UFC, e-mail: fredsonufc@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem), – UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, bolsista do CNPq. e-mail: lopesfb@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Eng. Agra, Ph.D, Prof<sup>a</sup> do Depto. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE, e-mail: eandrade@ufc.br

<sup>4</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>, Mestrado em Irrigação e Drenagem, e-mail: deoagro@yahoo.com.br

**RESUMO:** Com o objetivo de se avaliar a influencia dos íons na condutividade elétrica da solução do solo realizou-se esse trabalho em uma área irrigada, localizada no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú (PIBAU), Ceará. Para se monitorar a concentração dos sais no perfil do solo foram coletadas amostras na área irrigada para as camadas de 0 a 0,30 m, 0,30 a 0,60 m, 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m, no período de março de 2003 a novembro de 2007. Os íons considerados neste estudo foram  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . A área vem sendo irrigada desde 2001 e o sistema de irrigação empregado é a microaspersão. Para se avaliar a relação entre a concentração dos principais íons com a condutividade elétrica desenvolveu-se as curvas de melhor ajuste entre os íons e a CE. Os resultados mostraram que a CE apresentou uma maior sensibilidade as concentrações dos íons cálcio e o magnésio, e uma baixa sensibilidade ao íon cloreto. Na camada de 0,60 a 0,90 a CE apresentou uma maior sensibilidade aos íons de cálcio e potássio.

**Palavras-Chave:** salinidade, concentração de íons, sais totais

## ION INFLUENCE OVER ELECTRIC CONDUCTIVITY OF SOIL SOLUTION IN IRRIGATED PERIMETER OF BAIXO ACARAÚ, CEARÁ, BRAZIL

**ABSTRACT:** This study was carried out to identify the ion influence over the Electric Conductivity (EC) of soil solution in fields of Irrigated Perimeter of Baixo Acaraú, Ceará, Brazil. Salt concentration in the soil profile was monitored in the following layers: 0 a 0.30 m, 0.30 a 0.60 m, 0.60 a 0.90 m e 0.90 a 1.20 m. Samples were collected from Mar./2003 to Nov./2007. In this study was considered the ions of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Area has been irrigated since 2001 and the irrigated system design was microirrigation. The relationship among ions concentrations and EC was identified by fitness of the line. Results showed up that EC presented a higher sensibility to the concentration of calcium and magnesium

ions. The lowest sensibility was presented in relation to chloride. In the layer of 0.60 -0.90 m, EC showed a higher sensibility to calcium and potassium ions.

**Keywords:** salinity, ion concentration, total salts

## INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada tem alcançado grande expressividade no setor produtivo mundial, com uma área irrigada no mundo em torno de 260 milhões de hectares, correspondente a 17% da área cultivada, e respondendo por 40% da produção total de alimentos (Barreto & Silva, 2004).

Com o crescimento da agricultura irrigada, passaram a ocorrer problemas advindos de um manejo inadequado. Sua prática, principalmente em zonas secas, tem pressionado o meio ambiente de forma dramática com impactos que podem conduzir à degradação do solo, com perdas parciais ou totais da produtividade (Rhoades et al., 1992; Souza et al., 2000; Andrade et al., 2004). A solução do solo nas áreas irrigadas apresenta, de forma geral, um nível de salinidade superior ao da água de irrigação, devido aos sais solúveis existentes no solo, principalmente na camada superior (Ben-Hur et al., 2001).

Nas regiões de baixa precipitação pluvial a lavagem dos sais deve ser realizada, como forma de manter a salinidade do solo em um nível aceitável. Já em regiões onde a precipitação é relativamente alta, a sua ocorrência durante a estação chuvosa pode assegurar a lavagem dos sais (Ben-Hur et al., 2001; Andrade et al., 2004).

Nas áreas irrigadas, onde as técnicas de manejo não visam conjuntamente à aplicação da água, à conservação da capacidade produtiva dos solos, ao uso eficiente de sistemas de drenagem e à aplicação adequada de fertilizantes, poderá resultar na degradação do solo pela salinidade (Causapé et al., 2004; Smedema & Shiati, 2002; Andrade et al., 2001).

Para que a agricultura irrigada se mantenha produtiva, deve-se reduzir a incorporação de sais aos solos, bem como, promover a recuperação dos solos já salinizados. O risco de salinização tende a aumentar com o uso da fertirrigação, uma vez que os adubos químicos apresentam consideráveis percentuais de sais, além dos resíduos tóxicos como nitratos, nitritos e metais pesados (Causapé et al., 2004). Estes elementos, aliados aos sais contidos naturalmente na água e no solo estão sujeitos a se acumularem no solo em decorrência da evaporação e/ou evapotranspiração.

Como a condutividade elétrica de uma solução é proporcional à sua concentração iônica (Ferreira, 1997) realizou-se esse trabalho objetivando identificar dentre os íons: cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sódio ( $\text{Na}^{2+}$ ) potássio ( $\text{K}^{+}$ ) e cloreto ( $\text{Cl}^{-}$ ) aqueles em que a salinidade total (CEs) apresenta uma maior sensibilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú – PIBAU, Figura 1, localizado na região norte do Estado do Ceará, porção baixa da Bacia do rio Acaraú, abrangendo os municípios de Marco, Bela Cruz e Acaraú. O PIBAU está distante, aproximadamente, 220 km da capital do estado. Os solos do Perímetro são classificados, em sua maioria, como Luvisolos e uma parcela mínima sobre Luvisolos (EMBRAPA, 1999). O suprimento hídrico do PIBAU é feito pela Barragem Santa Rosa, com água de classificação C<sub>1</sub>S<sub>2</sub> (Mesquita, 2004).

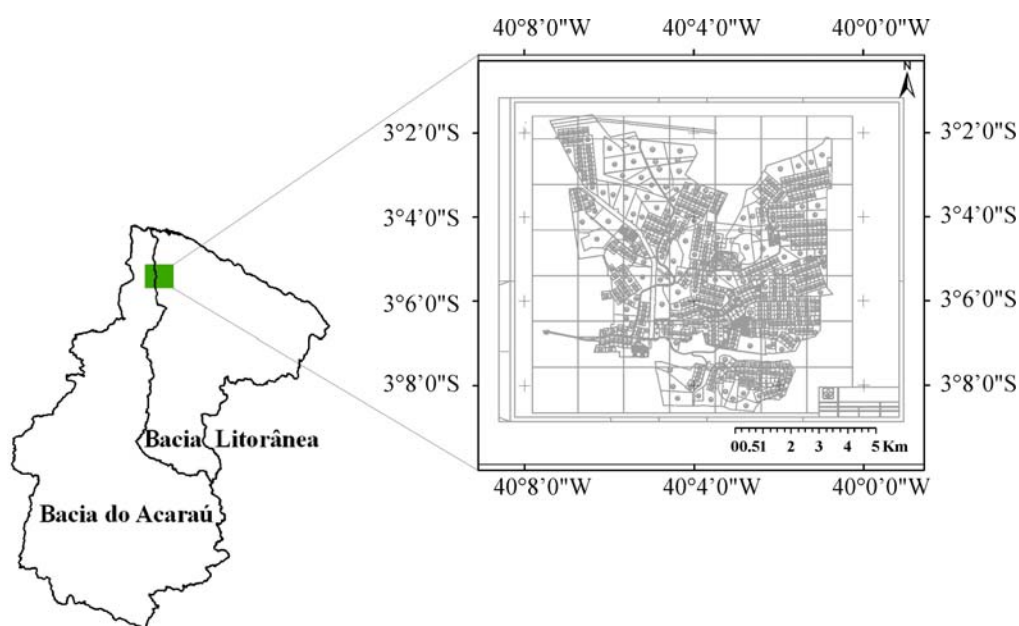


Figura 1 – Localização do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará.

Os dados empregados no trabalho foram coletados no período de março de 2003 a novembro de 2007 e se referem ao monitoramento da salinidade do solo, em um lote de categoria Pequeno Produtor, com área total de 8,0 ha. As coletas foram realizadas em uma subárea de 4,0 ha, cultivada com banana (*Musa sp*), irrigada por micro aspersão, que no início do estudo estava com dois anos de implantação. As amostras de solo foram coletadas às profundidades de 0 a 0,30 m, 0,30 a 0,60 m, 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m, na projeção da copa das plantas, em quatro pontos aleatórios, formando uma amostra composta para cada profundidade. As campanhas de coleta ocorreram de forma bimestral no período de março de 2003 a setembro de 2005, em 2006, nos meses de abril e novembro e em 2007 nos meses de abril, julho e novembro. Depois de coletado, o solo foi acondicionado em sacos plásticos, fechado, identificado e enviado ao Laboratório de Análise de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical-

Fortaleza, CE, para determinação da condutividade elétrica (CEs) e dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  pelo extrato de saturação na suspensão 1:1, empregando a metodologia de Richards (1954).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentados os gráficos da relação entre condutividade elétrica (CE) e a concentração iônica, para as profundidades de 0 a 0,30 m; 0,30 a 0,60 m; 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m.

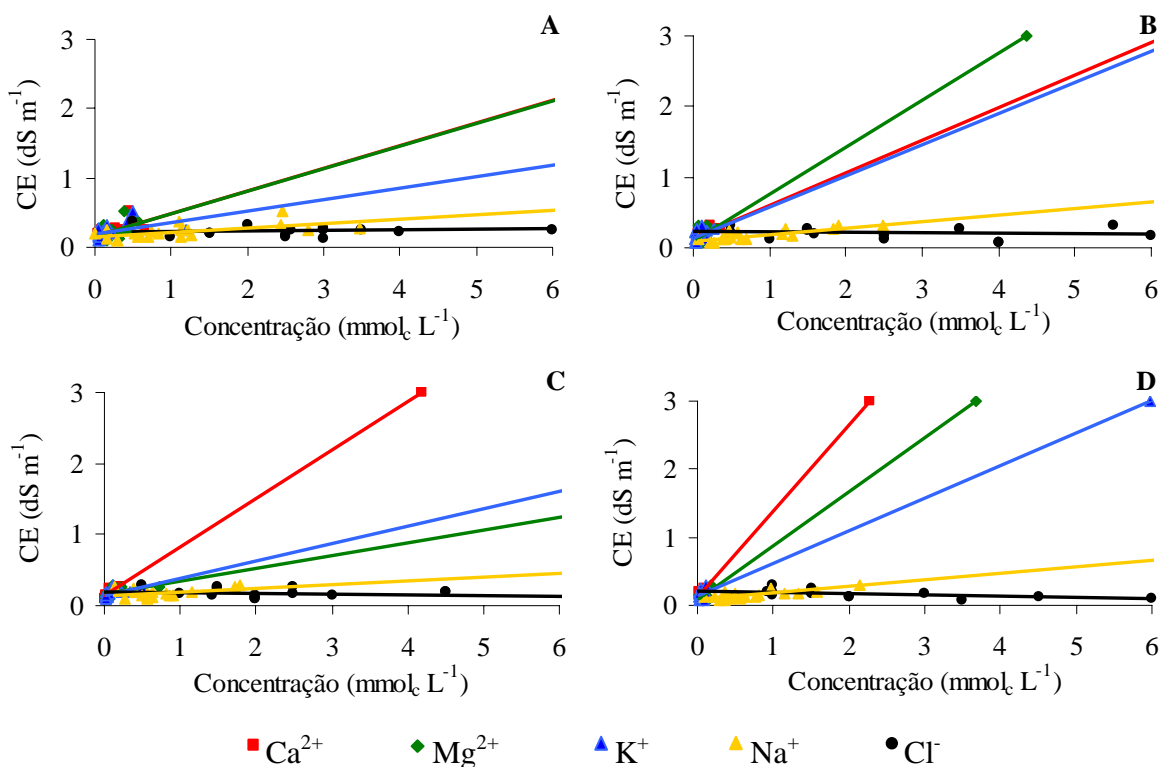


Figura 2 – Relação entre concentração iônica e condutividade elétrica (CE) do extrato de solo:água 1:1 nas camadas 0 a 0,30 m (A); 0,30 a 0,60 m (B); 0,60 a 0,90 m (C) e 0,90 a 1,20 m (D) na área irrigada, em estudo no PIBAU, Ceará

Para a camada superior (Figura 2) observa-se que as retas de maior declividade, ou seja os íons que apresentam maior influência na condutividade foram o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), os quais apresentam a mesma contribuição. Em seguida, apareceram o potássio ( $\text{K}^+$ ), o sódio ( $\text{Na}^+$ ) e o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ). Deve-se levar em consideração que esses íons no solo provem, em sua maioria, dos sais adicionados à área através dos fertilizantes minerais. Esses fertilizantes têm índices salinos que alteram a pressão osmótica do solo (Aquino, 2003), interferindo, portanto, no processo de concentração do íon na solução, além disso, a solubilidade dos diversos sais é bastante influenciada pela temperatura do solo (Pizarro, 1978; Ferreira, 1997).

No perfil posterior (Figura 2B) a CE apresentou maior sensibilidade (maior inclinação da reta) ao íon  $\text{Mg}^{2+}$ . Chaves et al. (2006) encontraram resultados semelhantes na mesma camada

(0,30 a 0,60 m), onde a CE teve maior sensibilidade ao íon  $Mg^{2+}$ . Quanto às camadas 0,60 a 0,90 m (Figura 2C) e 0,90 a 1,20 m (Figura 2D), as mesmas apresentaram uma distribuição da concentração iônica-condutividade elétrica com relativa similaridade, tendo o  $Ca^{2+}$  maior contribuição em ambas às camadas, seguida do  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^{2+}$  e  $Cl^-$  (0,60 a 0,90 m) e  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^{2+}$  e  $Cl^-$  (0,90 a 1,20 m). As camadas inferiores são menos influenciadas pelo manejo da irrigação não havendo grandes diferenças na concentração iônica. Um outro ponto a ser considerado é que a partir de 0,50 m de profundidade a temperatura do solo permanece estável (Tubelis & Nascimento, 1980) não havendo uma maior influencia da temperatura sobre a concentração iônica, como nas camadas superiores. Já com relação aos íons  $Na^{2+}$  e  $Cl^-$ , observou-se que o mesmo apresentou baixa interferência nos valores de condutividade elétrica, (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D). Para estes íons, a tendência da linha de melhor ajuste mostra que elevadas mudanças nas concentrações correspondem a pequenas variações da CE. D'Almeida (2002), analisando o risco de salinização em Cambissolos irrigados da Chapada do Apodi, empregou regressão linear múltipla para avaliar a influencia dos íons estudados nos valores de condutividade, constatando que o íon  $Cl^-$  foi o que exerceu maior influencia nos valores de CE na primeira camada. Estas diferenças, entre as áreas estudadas, se devem aos tipos de solos predominante na região do PIBAU (solos arenosos, com baixa concentração de argila) em comparação aos do outro perímetro (solos mais argilosos).

## CONCLUSÃO

Os íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , de modo geral, foram os que mais influenciaram na condutividade elétrica em todas as camadas, com exceção da camada (0,60 a 0,90 m) que foram os íons  $Ca^{2+}$  e  $K^+$ . Os íons  $Na^+$  e  $Cl^-$  mostram-se constantes em todas as camadas estudadas, tendo pouca influencia nos valores da condutividade elétrica do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, B. F. **Adubos e Adubação**. Fortaleza: UFC. 2003. 241p. (Material Didático).
- ANDRADE, E. M.; D'ALMEIDA, D. M. B.; MEIRELES, A. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; ARRUDA, F. E. R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.9-16, 2004.
- BEN-HUR, M.; LI, F. H.; KEREN, R., RAVINA, I.; SHALIT, G. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under high water table conditions. **Soil Science Society of América Journal**. Madison, v.65, p.65-191, 2001.

- CAUSAPÉ, J., D. QUÍLEZ, R. ARAGUÉS. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level II. Salt and nitrate loads in irrigation return flows. *Agricultural Water Management* 70 (2004) 211-228.
- CHAVES, L. C. G., ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A., NESS, R. L. L., LOPES, J. F. B. Risco de degradação em solo irrigado do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n.7, p.292-298, 2006.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A. **Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodi – CE**. Fortaleza, 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FERREIRA, P. A. **Aspectos físico-químicos do solo**. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. de (Ed.). *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, 1997. p.27-66.
- MESQUITA, T. B. **Caracterização da qualidade das águas empregadas nos Distritos irrigados da Bacia do Acaraú**. Fortaleza, 2004. 62f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editora Agrícola Española, 1978. 261p.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 48).
- RICHARDS, L. A. (ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. USDA Agricultural handbook 60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954. 160p.
- SOUSA, R. A. **Efeitos da salinidade e da composição iônica da água de irrigação sobre o desenvolvimento de plantas de feijão-de-corda cv. Pitiúba**. 2006. 87p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374p.