

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL PARA IRRIGAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ

<sup>1</sup>LUIZ CARLOS G. CHAVES, <sup>2</sup>EUNICE M. ANDRADE, <sup>3</sup>REBECA M. FEITOZA,  
<sup>4</sup>JOSEILSON O. RODRIGUES, <sup>5</sup>DEBORAH M. B. ALEXANDRE

<sup>1</sup>Mestre em Agronomia Irrigação e Drenagem, bolsista do INCTSal, Depto. de Eng<sup>a</sup> Agrícola, UFC, Fortaleza - CE, Fone: (0XX85) 3366.9762, luizcarlosguerreiro@gmail.com. <sup>2</sup>Eng<sup>a</sup> Agrícola, Prof<sup>a</sup>. Ph.D, Depto. de Engenharia Agrícola, Pesquisador do INCTSal, CCA/UFC, Fortaleza-CE. <sup>3</sup>Graduanda em Agronomia, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE. <sup>4</sup>Mestre em Eng<sup>a</sup> Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE. <sup>5</sup>Doutoranda em Eng<sup>a</sup>. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE.

Trabalho apresentado no SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SALINIDADE  
12 a 15 de outubro de 2010  
Fortaleza, CE, Brasil

**RESUMO** – A qualidade da água para irrigação é caracterizada pela natureza dos sais constituintes. A pesquisa objetivou elaborar um perfil potencial da distribuição espacial da qualidade da água superficial para irrigação no Estado do Ceará, nos períodos seco e chuvoso. Os dados foram provenientes das coletas de água nos reservatórios do estado, realizadas pela COGERH, no período de 1998 a 2006. Utilizando-se a Condutividade Elétrica (CE) e a Razão de Adsorção de Sódio (RAS) classificou-se as águas para fins de irrigação de acordo com a classificação proposta pelo USSL e através da ferramenta SIG espacializou-se esses dados para todo o Estado. Os resultados mostraram que a maior parte do Ceará apresentou potencialmente águas do tipo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> nos dois períodos e apenas no período chuvoso 0,01% do território revelou potencial para águas do tipo C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>.

**PALAVRAS-CHAVE** – RAS-água, salinidade-água, SIG

**ABSTRACT** – The quality of the irrigation water is identified by the composition of its salts. This study was carried out to create a potential spatial distribution of the quality of surface water to irrigation in the Ceará State, Brazil on both dry and wet seasons. Surface water was sampled in the reservoirs by COGERH from 1998 to 2006. It was analyzed Electric Conductivity (EC) and Sodium Adsorption Ratio (SAR) in the sampled water. The USDA Salinity Laboratory was used to define water class to irrigation using. GIS tools were used to distribute the data along of the surface Ceará State. Results showed that the great part of state presented irrigation water type C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> on both dry and wet seasons. Only on wet season looks 0.01% of the surface has irrigation water type C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>.

**KEY WORDS** – SAR-water, salinity-water, GIS

### INTRODUÇÃO

Dentre os principais fatores que causam a salinização, a água utilizada na irrigação pode contribuir para elevar o teor de sais na solução do solo. Assim, a avaliação da qualidade da água utilizada na irrigação é imprescindível, principalmente em regiões áridas e semiáridas, caracterizadas por baixos índices pluviométricos, distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e intensa evapotranspiração, que

favorecem o processo de salinização e sodificação, isto é, a acumulação gradativa de sais e/ou sódio trocável, na zona radicular das plantas dos solos irrigados (GHEYI et al., 2004).

O estado do Ceará, localizado no nordeste brasileiro, caracteriza-se como uma região onde a intensa evapotranspiração, geralmente maior que as precipitações anuais, compromete a qualidade das águas de reservatórios abertos e fechados (SILVA et al., 2004). Nas condições do nordeste a salinidade média nos açudes tende a ser menor do que a dos rios, cacimbões e poços rasos, de forma que o tipo de solo apresenta-se como o indicador do nível de salinidade das águas superficiais (SANTOS, 2000).

Assim, o monitoramento da qualidade da água de irrigação e um diagnóstico antecipado de ocorrência dessas águas tornam-se importantes ferramentas para prevenir a salinização de novas áreas.

Diante do exposto o presente trabalho objetivou realizar um perfil potencial da qualidade das águas superficiais, para fins de irrigação levando-se em conta a salinidade e a sodicidade, no estado do Ceará, nos períodos seco e chuvoso.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes do monitoramento das águas superficiais do Estado do Ceará, realizado pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH, no período de 1998 a 2006. No total, foram monitorados 48 reservatórios abrangendo todo o território cearense, conforme mostrado na Figura 1.

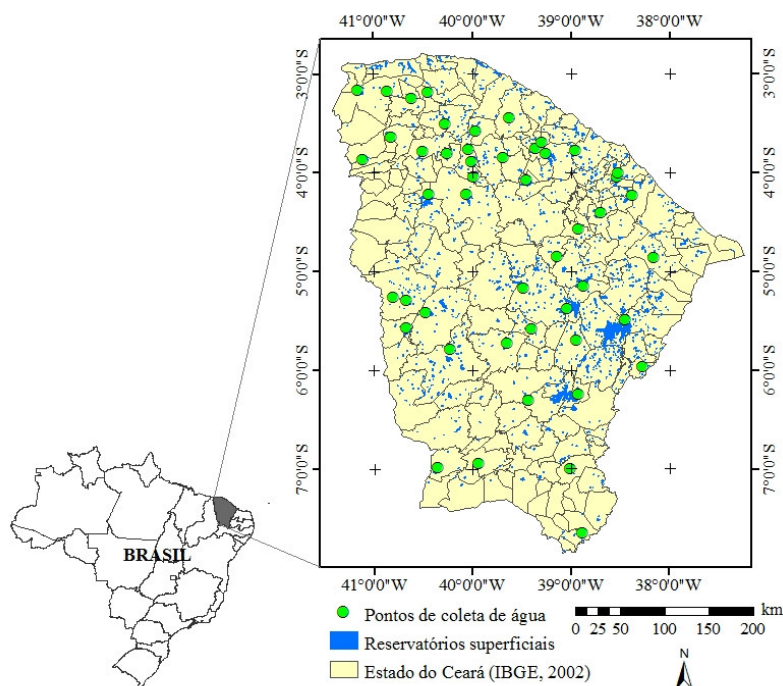


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta de água, realizada pela COGERH, no Estado do Ceará, entre 1998 e 2006

Neste trabalho, analisou-se a Condutividade Elétrica (CE) em  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e os parâmetros de Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e Sódio ( $\text{Na}^+$ ) para posteriormente se determinar a Razão de Adsorção de Sódio (RAS), seguindo a Equação 1.

$$\text{RAS} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0,5} \quad (1)$$

Com o uso da ferramenta QUALIGRAF 2009, desenvolvido e disponibilizado pela FUNCEME foi feita a classificação da água para fins de irrigação nos períodos seco (julho a dezembro) e chuvoso (janeiro a junho), utilizando-se a classificação proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (USSL), que leva em consideração a CE e a RAS, para os riscos de salinização e/ou sodificação da água.

Os valores de classificação conhecidos para cada ponto de medida gerados no QUALIGRAF foram espacializados, utilizando-se a interpolação dos dados por meio da *krigagem*, utilizando rotinas específicas de um SIG implementado através do software ArcGis 9.3/ArcMap pelo módulo “ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Interpolation”, o qual deu origem aos mapas que representam a espacialização potencial dos dados para os períodos seco e chuvoso. Deve-se levar em consideração que as imagens raster geradas são representadas por polígonos que recobrem toda a superfície do estado do Ceará, isto porque procurou-se realizar uma representação potencial da qualidade das águas de irrigação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plotando-se os dados no QUALIGRAF (Figura 2) para o período seco observa-se que as águas do estado foram classificadas em quatro classes: C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> e C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, demonstrando que de acordo com a classificação proposta por Richards (1954) as águas analisadas apresentam de baixo a alto perigo de salinização, e quanto a sodificação o risco varia de baixo a médio. Neste período, dos 48 reservatórios analisados, 36 (75%) estão na classe C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, 9 (18%) na classe C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, 2 (4%) reservatórios em C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> e apenas 1 reservatório, o Pompeu Sobrinho localizado no município de Choró porção central do estado, teve suas águas classificadas como C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>.

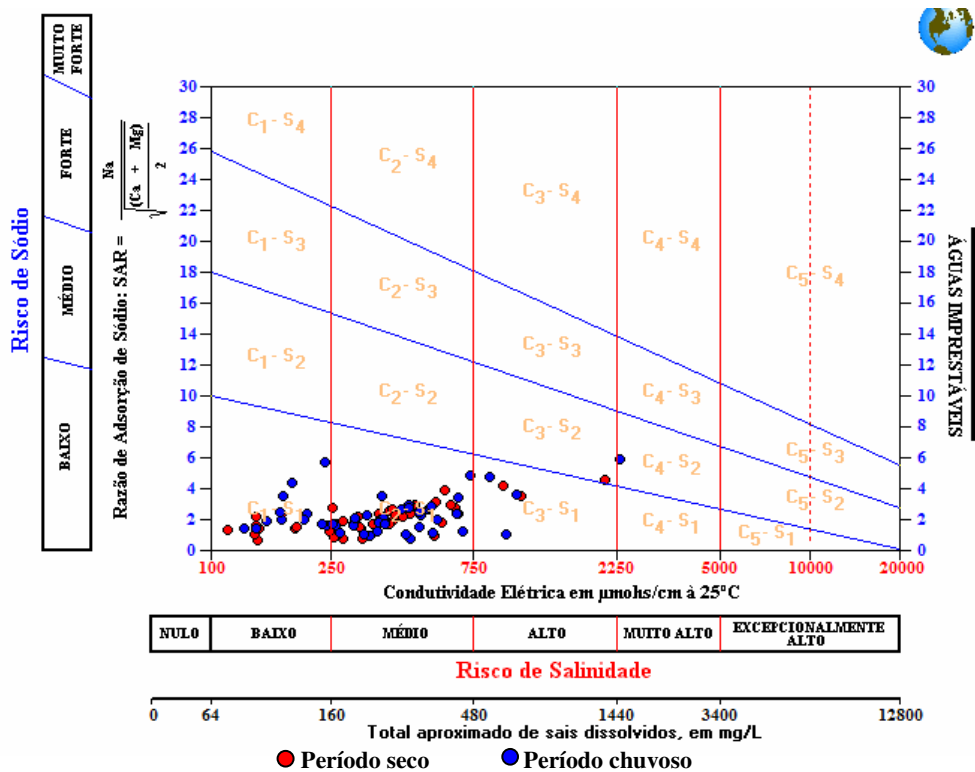


Figura 1 – Classificação das águas amostradas para fins de irrigação, nos períodos seco e chuvoso, para o estado do Ceará, utilizando o QUALIGRAF 2009.

Já para o período chuvoso verificou-se as seguintes classes:  $C_1S_1$ ,  $C_2S_1$ ,  $C_3S_1$  e  $C_4S_2$ , mostrando que no geral não ocorreram variações no teor de sódio, com relação a concentração de sais solúveis. Observa-se que neste período a salinidade variou de baixo risco ( $C_1$ ) a risco muito alto de salinização ( $C_4$ ); deve-se destacar que isto ocorreu apenas para o reservatório Pompeu Sobrinho, no município de Choró, parte central do Estado. Constatou-se também pela distribuição dos pontos no gráfico da referida figura que as classes não apresentaram grande variação, visto que 67% dos pontos amostrados estão na classe  $C_2S_1$ , 25% na  $C_1S_1$ , 6% na classe  $C_3S_1$  e apenas 2% são do tipo  $C_4S_2$ .

Verifica-se pelos dados plotados para os dois períodos que a maioria dos reservatórios apresentou águas de boa qualidade podendo se usadas na maioria dos solos com baixo perigo de salinização e sodificação, enquanto que se comparando os períodos infere-se que no chuvoso as águas para irrigação tendem a ter qualidade inferior com o surgimento da classe  $C_4S_2$  que apresentam alto perigo de salinidade, podendo ser utilizadas na irrigação de culturas tolerantes quando se adotar práticas especiais de manejo de água e solo, sendo então necessário o cálculo da necessidade de lixiviação (NL). LOBATO et al. (2008) ao classificar as águas superficiais da parte baixa da Bacia do Acaraú, localizada na porção norte do estado verificaram também que no período chuvoso as águas variaram entre as classes  $C_1S_1$  e  $C_2S_1$  enquanto no período seco, ao contrário do chuvoso, não se observou nenhuma variação, visto que todas as amostras ficaram na classe  $C_2S_1$ . Morais et al. (1998) ao analisar a água para irrigação de diferentes mananciais no município de Mossoró, Rio grande do Norte verificaram que 33,98% e 34,08% das águas em estudo não apresentaram nenhuma restrição de uso com relação a CE e SDT, respectivamente.

Através dos dados pontuais amostrados, utilizando-se o ArcGis 9.3/ArcMap, realizou-se a espacialização do potencial das classes de água para o estado do Ceará também levando em consideração as épocas chuvosa e seca conforme observa-se nas Figuras 3A e 3B.

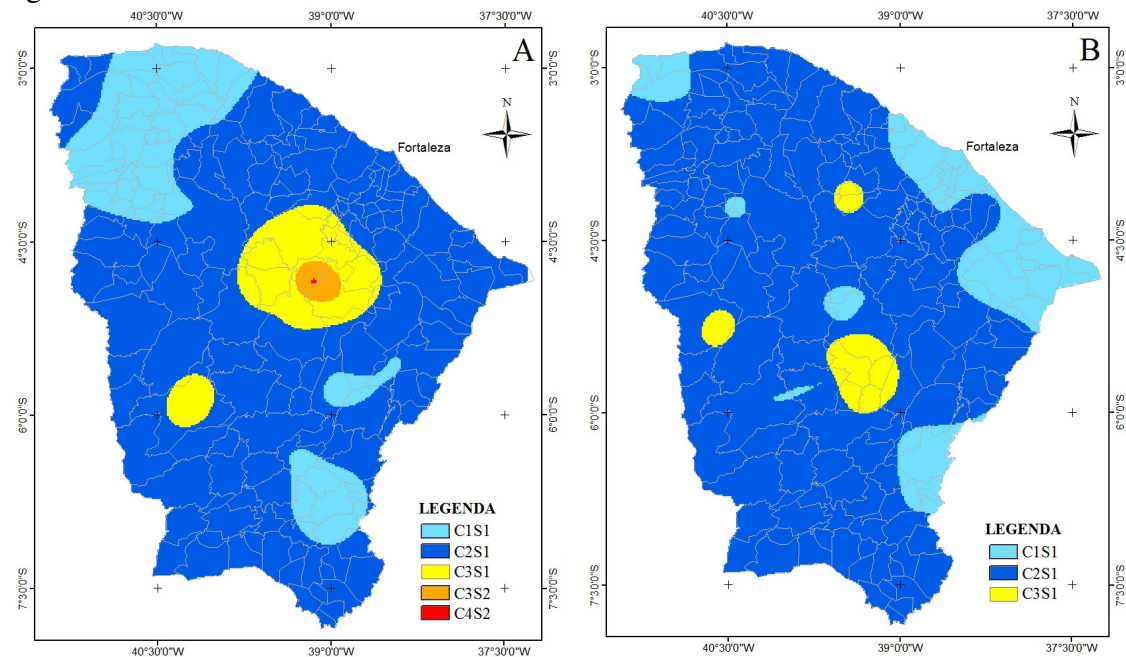


Figura 3 – Distribuição espacial da qualidade das águas superficiais para fins de irrigação no estado do Ceará, para os períodos chuvoso (A) e seco (B), de acordo com Richards (1954).

Tabela 1 – Percentual da distribuição espacial das classes de qualidade das águas superficiais para fins de irrigação no estado do Ceará, para os períodos chuvoso e seco

Período Chuvoso		
Classe	Área (km <sup>2</sup> )	%*
C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	25.076,25	16,85
C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	110.067,75	73,96
C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	12.327,75	8,28
C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	1.336,50	0,90
C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	15,75	0,01
Período Seco		
C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	20.333,25	13,66
C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	123.005,25	82,65
C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	5.485,50	3,69

\* Em relação à área territorial do Estado do Ceará que é de 148.825,60 km<sup>2</sup>, de acordo com o IBGE, 2009, <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ce>. 21 Mai. 2010

Pelas Figuras 3A e 3B constata-se que em ambos os períodos ocorrerem diferenças entre a quantidade de classes pontuais e as potenciais. Para o período chuvoso (Figura 3A) ocorreu o surgimento de uma quarta classe (C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>) na parte central do estado. Enquanto no período seco ocorreu o inverso, ou seja, apareceram apenas 3 classes, mostrando que as águas tendem a ter uma maior variabilidade na qualidade no período chuvoso. LOBATO et al. (2008) ao observar variação semelhante na bacia do Acaraú atribuiu-a ao regime irregular das chuvas, característica muito comum no semiárido nordestino. Entretanto, assim como na classificação pelo QUALIGRAF 73,96% e 82,65% do território do estado (Tabela 1) apresentam potencial para as águas do tipo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. As águas do período chuvoso apresentaram águas de qualidade inferior ao seco com relação ao teor de sódio, chegando a S<sub>2</sub>, na parte ao sul da bacia Metropolitana. Tal fato pode estar associado ao carreamento de sais e outros elementos superficiais pelas águas das chuvas, principalmente das várzeas onde é comum o uso dessas áreas como agricultura de subsistência por pequenos agricultores. Nesta região, que abrange parte das bacias Metropolitana e Banabuiú é onde estão situados os polígonos representativos dos potenciais das águas de pior qualidade para o período chuvoso (C<sub>3</sub>S<sub>2</sub> e C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>) em decorrência da influência das águas do Açude Público Pompeu Sobrinho. No ano de 2002 a FUNCEME ao realizar estudo em sete açudes da Bacia Metropolitana classificou o Pompeu Sobrinho como o que apresentou, no conjunto das amostras, as águas mais impróprias para irrigação, tanto do ponto de vista do teor de sódio passível de ser adsorvido pelo solo, como pelas concentrações de sais presentes na água. Segundo a FUNCEME (2002) é bem provável que a salinização deste reservatório seja resultado do superdimensionamento do mesmo, o que deve ter provocado o acúmulo de sais no açude.

O potencial do estado para as águas do tipo C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> é de 16,85% (época chuvosa) e 13,66% (época seca) e aparece nas partes noroeste e sudeste do estado para os dois períodos, sendo que no chuvoso ela abrange também uma parte do litoral do território.

## CONCLUSÕES

O Ceará apresentou a maior parte do seu território com um potencial para boa qualidade das águas superficiais para fins de irrigação (C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>) nos períodos seco e

chuvoso, não apresentando restrições de uso para a maioria das culturas. Menos de 1% do estado apresentou potencial para águas do tipo C<sub>4</sub>S<sub>2</sub>. Ocorreram maiores variações na salinidade do que na sodicidade em ambos os períodos analisados. As classes de potenciais mostraram-se diferentes das classes geradas a partir dos dados coletados visto este primeiro tratar-se de uma representação gerada a partir do método de interpolação espacial, tratando-se de uma estimativa

## REFERÊNCIAS

FUNCEME. **Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da bacia Metropolitana**. 2000. Disponível em: <<http://www.funceme.br/projetos-1/projetos-concluidos/projeto-qualidade/Qualidade.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2010.

GHEYI, H. R.; LUZ, M. J. S.; BARRETO, A. N.; SILVA, A. A. G. Qualidade da água para irrigação. In: BARRETO, A. N.; SILVA, A. A. G.; BOLFE, E. L. **Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade**. 1.ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. cap.9, p.331-377.

LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C.; CRISOSTOMO, L. A. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n.01, p.167-172, 2008.

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, v. 11, n. 1/2, p. 75-83, 1998.

RICHARDS, I. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SANTOS, J. G. R. A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática. Campina Grande: [s.n.t.], 2000. 171p.

SILVA, E. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; NESS, R. L. L. A qualidade da água de irrigação e atributos físicos do solo: o caso de um neossolo flúvico. In: MENDONÇA, E. S.; XAVIER, F. A. S.; LIBARDI, P. L.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; OLIVEIRA, T. S. **Solo e água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: UFC, 2004. p. 274-297.