

**Espacialização da  
Porcentagem de Sódio  
Trocável do Solo no Perímetro  
Irrigado Califórnia, em  
Canindé de São Francisco,  
Sergipe**





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-1953

Dezembro, 2010

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61***

## **Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe**

Julio Roberto Araujo de Amorim

Marcus Aurélio Soares Cruz

Ronaldo Souza Resende

Luis Henrique Basso

José Gomes Silva Filho

Aracaju, SE

2010

## **Embrapa Tabuleiros Costeiros**

AV. Beira-mar, 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE

Tel (0\*\*79) 4009-1300

Fax (0\*\*79) 4009-1369

E-mail: sac@cpatc.embrapa.br

## **Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Ronaldo Souza Resende*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Edson Patto Pacheco, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Ivênio Rubens de Oliveira, Joézio Luis dos Anjos, Josué Francisco da Silva Junior, Luciana Marques de Carvalho, Semíramis Rabelo Ramalho Ramos e Viviane Talamini.*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Joseete Melo Cunha*

Tratamento das ilustrações: *Nathalie de Góis Paula*

Fotos da capa: *Julio Roberto Araujo de Amorim*

Editoração eletrônica: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

## **1ª Edição**

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Tabuleiros Costeiros

---

Amorim, Julio Roberto Araujo

Espacialização da porcentagem de sódio trocável do solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe / Julio Roberto Araujo Amorim ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

17 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 61).

Disponível em [http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2010/bp\\_61.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/bp_61.pdf)

1. Irrigação. 2. Água. 3. Sistema de irrigação. 4. Solo. 5. Sódio. I. Cruz, Marcus Aurélio Soares. II. Resende, Ronaldo Souza. III. Basoi, Luiz Henrique. IV. Silva Filho, José Gomes. V. Título. VI. Série.

---

CDD 631.7

©Embrapa 2010

# Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	14
Referências.....	15

# **Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe**

---

*Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>1</sup>*

*Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>2</sup>*

*Ronaldo Souza Resende<sup>3</sup>*

*Luis Henrique Basso<sup>4</sup>*

*José Gomes Silva Filho<sup>5</sup>*

## **Resumo**

O Perímetro Irrigado Califórnia, situado no município de Canindé de São Francisco, Estado de Sergipe, possui área total de 3.980 ha com 272 lotes irrigados predominantemente por sistemas de aspersão convencional. Nos últimos anos, tem-se notado o aparecimento de problemas de sais em alguns lotes do perímetro, o que poderá inviabilizar a implantação de culturas em algumas áreas destes lotes. Este trabalho objetivou avaliar os resultados da Porcentagem de Sódio Trocável (PST) de 192 amostras de solo, coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, em pontos aleatoriamente distribuídos em 96 lotes irrigados, antes e após o período chuvoso do ano de 2008. Constatou-se uma predominância de valores baixos para PST, com ocorrências pontuais de valores altos apenas em locais próximos aos drenos escavados e aos caminhos de drenagem natural.

Palavras-chave: irrigação, sodicidade, geoprocessamento, análise espacial.

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M. Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, jramorim@cpatc.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro-civil, D. Sc. em Recursos Hídricos, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, mascrus@cpatc.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, ronaldo@cpatc.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Ciências, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, lhbasso@cpatsa.embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Especialista em Irrigação e Drenagem, técnico da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – Emdagro, Canindé de São Francisco, SE, sillvva@bol.com.br

# Spatial Distribution of Soil Exchangeable Sodium Percentage in California Irrigation District, in Sergipe State, Brazil

---

## Abstract

*California Irrigation District, located in the municipality of Canindé de São Francisco, in the State of Sergipe, has a total area of 3,980 ha with 272 lots predominantly irrigated by sprinkling. Actually, salt problems have been observed in soils of some lots of the Irrigation District, which may contribute to crop production decrease. This study aimed at evaluating the Exchangeable Sodium Percentage (ESP) of 192 soil samples collected on the depths of 0 to 20 cm and of 20 to 40 cm, at points randomly disposed in 96 irrigation lots. Samples were collected at these points at the beginning and at the end of raining period of 2008 year. Analyses of soil samples have produced low mean values of ESP, with only high values of ESP situated at few points near drainage lines.*

*Keywords: irrigation, sodicity, geoprocessing, spatial analysis.*

## INTRODUÇÃO

Os solos afetados por sais ocorrem geralmente nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro em que são observadas condições de elevadas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação pluvial ao longo do ano, que contribuem para a presença de solos de caráter sódico e solódico, os quais se formam pelo em consequência da salinização primária, resultante do processo natural da ação do intemperismo sobre as rochas e minerais primários presentes no solo, (RICHARDS, 1954; OLIVEIRA, 1997).

Por sua vez, os problemas de sais induzidos ou provocados pela ação antrópica, decorrem do manejo inadequado da irrigação praticado nessas áreas, principalmente em perímetros irrigados, em que inexitem sistemas de drenagem natural e/ou implantando, bem como esses não funcionam de forma eficiente devido à falta de manutenção.

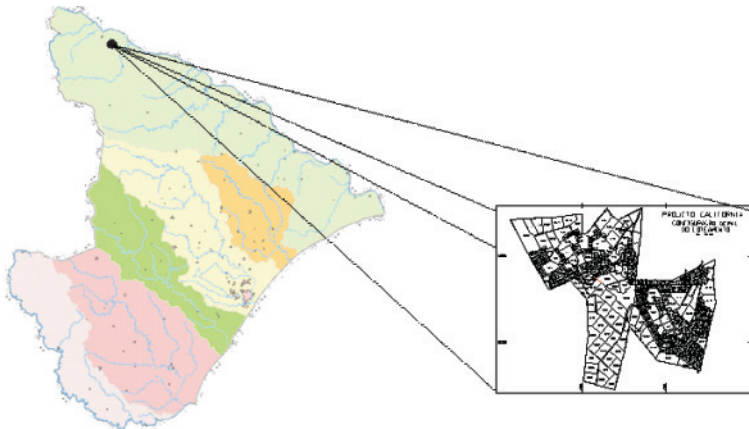
O excesso de sais solúveis e/ou sódio trocável, que caracterizam os solos afetados por sais como salino, salino-sódico ou sódico, dificulta a absorção de água do solo pelas plantas, induz à toxicidade de íons específicos (sódio e cloreto, principalmente), causa desequilíbrio nutricional e impede a infiltração de água no solo, provocando redução do crescimento e diminuição do rendimento das culturas (AYERS; WESTCOT, 1994; HOLANDA; AMORIM, 1997; AMORIM et al., 2002; AMORIM et al., 2008; HOLANDA et al., 2010). Isso implica necessidade de recuperação do solo por meio de lixiviação ou lavagem dos sais acumulados para fora da zona do sistema radicular das culturas e/ou uso de condicionadores orgânicos e químicos, como, por exemplo, matéria orgânica vegetal (esterco de curral, palha de palmeiras, adubos verdes, etc.) e gesso agrícola e resinas, respectivamente, elevando, consideravelmente, os custos de produção (HOLANDA et al., 1998; HOLANDA; AMORIM, 1997; AGUIAR NETTO et al., 2007; AMORIM et al., 2008; HOLANDA et al., 2010).

A classificação dos solos quanto à sodicidade (solos sódicos e não-sódicos) tem por base os teores de sais solúveis e de sódio trocável. Assim, a quantidade de sódio trocável presente no solo em relação aos demais cátions adsorvidos é muito importante nos estudos de solos afetados por sais, sobretudo quando há predominância do íon sódio em relação aos demais cátions trocáveis no complexo sortivo.

O presente estudo objetivou avaliar a distribuição espacial da porcentagem de sódio trocável (PST) dos solos no Perímetro Irrigado Califórnia, durante os períodos seco e úmido do ano de 2008, como meio de avaliação do grau de sodicidade dos solos afetados por sais.

## Material e Métodos

O Perímetro Irrigado Califórnia, que foi implantado e está em operação desde 1987 no município de Canindé de São Francisco, localizado no extremo noroeste do Estado de Sergipe e inserido na Mesorregião do Alto Sertão Sergipano (Figura 1).



**Figura 1.** Localização do Perímetro Irrigado Califórnia em Canindé de São Francisco, Sergipe. Fonte: (AMORIM et al., 2010).

A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Bssh, clima muito quente, semiárido, tipo estepe, com estação chuvosa centrada nos meses de abril, maio e junho. A precipitação pluviométrica média anual da região é de 483,9 mm e a temperatura média do ar está compreendida entre as isothermas 25 e 26 °C, as temperaturas mínimas mensais entre 18 e 22 °C e as máximas mensais compreendidas entre 28 e 34 °C (CAVALCANTI et al., 2006; SOUZA et al., 2009).

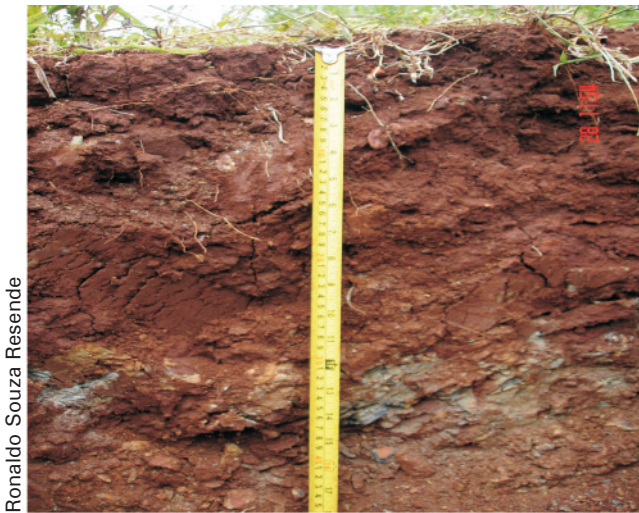
O perímetro possui uma área de 3.980 ha, com 333 lotes, incluindo-se os



irrigados (272) e os dependentes de chuva (61), predominando a exploração de culturas como acerola, banana, goiaba, manga, graviola, abóbora, aipim, amendoim, feijão-de-corda, milho, quiabo e tomate (SERGIPE, 2004).

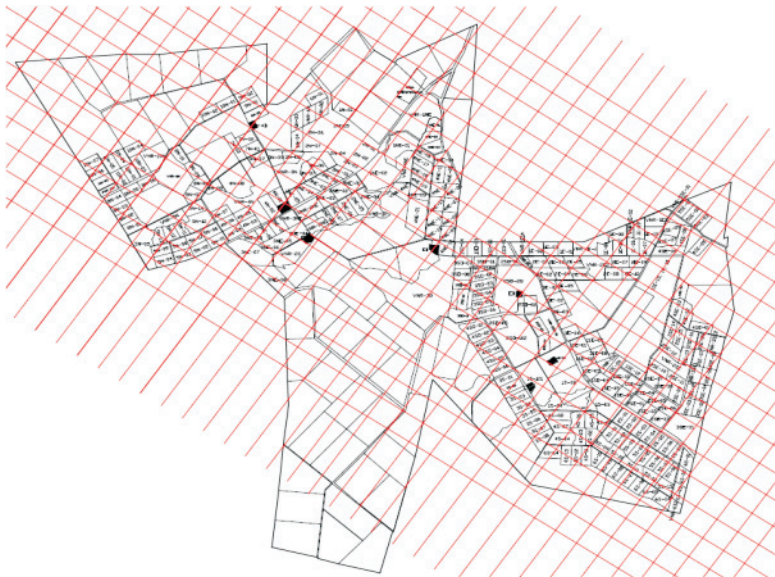
Nas áreas irrigadas do perímetro, é utilizada com predominância a tecnologia de irrigação por aspersão convencional (80% da área) e, embora tenha havido um crescimento da ordem de 430% na área irrigada por microaspersão (passando de 71 ha, em 2007, para 306 ha, em 2010), apenas 20% da área do perímetro é contemplada com a tecnologia de irrigação localizada (AMORIM et al., 2010), cujos sistemas são abastecidos pela água de captação no Rio São Francisco.

Os solos predominantes na área do perímetro são Luvissolo, Neossolo Litólico eutrófico, Vertissolos, Cambissolos Eutróficos e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (COHIDRO, 2001). A maioria desses solos se caracteriza por baixa capacidade de drenagem e elevados teores de argila. São solos extremamente rasos e não ultrapassam os 30 cm em algumas áreas, atingindo uma camada rochosa caracterizada pela ocorrência de fraturas (Figura 2) que, em muitos casos, pode auxiliar o processo de lavagem ou lixiviação dos sais que se acumulam no perfil do solo.



**Figura 2.** Perfil do solo característico do Perímetro Irrigado Califórnia.

As duas amostragens de solo (1ª e 2ª coletas) foram realizadas em pontos aleatórios definidos por meio de uma grade retangular uniforme com unidades de aproximadamente 12 ha, lançada sobre o mapa de lotes irrigados, buscando-se não direcionar as coletas apenas para os locais sabidamente afetados por sais, como forma de se retratar o estágio atual de sais em todo o perímetro (Figura 3).



**Figura 3.** Grade retangular uniforme, com unidades de aproximadamente 12 ha, lançada sobre o mapa de lotes irrigados do Perímetro Irrigado Califórnia.

Esse procedimento resultou em 96 pontos de coleta georreferenciados, totalizando 192 amostras de solo coletadas a trado (Figura 4), nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, abrangendo cerca de 40% dos lotes irrigados.



Julio Roberto Araujo de Amorim

**Figura 4.** Coleta de amostras de solo utilizando-se trado em área de lote no Perímetro Irrigado Califórnia.

A primeira coleta de amostras de solos foi realizada em março de 2008, no início do período das chuvas na região, e a segunda, em setembro de 2008, no final do período chuvoso. As amostras de solo coletadas, com aproximadamente 3,0 kg cada, foram enviadas ao Laboratório do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) para realizar as análises químicas e determinar os cátions trocáveis:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ , segundo os procedimentos definidos pela Embrapa (1997), utilizados no cálculo da PST.

Para tanto, lançou-se mão da relação conhecida como Porcentagem de Sódio Trocável (PST), cujo valor é obtido pela seguinte equação (RICHARDS, 1954; AYERS; WESTCOT, 1994):

$PST = \frac{Na}{(Ca + Mg + K + Na + H + Al)} \cdot 100$	(1)
--	-----

O somatório dos cátions no denominador da equação (1) é denominado Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e representa o total de cátions que o solo pode reter na superfície coloidal e está disponível à absorção pelas plantas (EMBRAPA, 1997).

A classificação dos solos quanto à sodicidade foi realizada de acordo com os critérios propostos por Massoud (1971), citado por Pizarro Cabello (1985; 1996), que agrupam as classes de PST conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação dos solos quanto à sodicidade em função da PST.

Classe	PST
Não-sódicos	< 7%
Ligeiramente sódicos	7% - 10%
Mediamente sódicos	11% - 20%
Fortemente sódicos	21% - 30%
Excessivamente sódicos	> 30%

Os valores obtidos foram submetidos à análise exploratória básica, por meio da determinação de parâmetros estatísticos de tendência central e de dispersão. A partir dos valores limites das classes constantes na Tabela 1, foram produzidos mapas de espacialização dos valores de classes de solo relativas à distribuição da PST no Perímetro Irrigado Califórnia (ESRI, 2008).

## Resultados e Discussão

Os valores de PST para as duas profundidades de coleta estão representados na Tabela 2 com base nos resultados da análise exploratória realizada. Observa-se que, com relação aos valores médios de PST, os solos seriam enquadrados como não-sódicos (Tabela 1); no entanto, os valores de desvio padrão e de coeficiente de variação elevados indicam a presença de valores extremos expressivos.

**Tabela 2.** Resultados da análise exploratória para PST, para o início (1ª coleta) e fim (2ª coleta) do período chuvoso nas amostras de solo a duas profundidades no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, SE, ano de 2008.

Descritores estatísticos	1ª coleta		2ª coleta	
	0 a 20 cm	20 a 40 cm	0 a 20 cm	20 a 40 cm
Média	1,23	1,45	1,57	1,69
Mínimo	0,32	0,38	0,31	0,24
Quartil 1	0,56	0,59	0,58	0,65
Mediana	0,71	0,77	0,76	0,84
Quartil 3	0,93	1,14	1,00	1,42
Maximo	37,80	26,50	62,00	40,00
Desvio Padrão	3,82	2,93	6,27	4,15
CV (%)	309,13	202,57	398,38	245,58

Pode-se verificar, ainda, que há um leve aumento nos valores médios de PST com o aumento da profundidade, o que pode refletir o processo de lavagem dos sais da camada mais superficial do solo, concentrando-os na parte do solo situada acima da camada de regolito. Quanto a esta observação, vale-se ressaltar que, para os valores máximos, o comportamento foi inverso, indicando, portanto, porcentagens de sódio trocável superiores na camada mais superficial (Tabela 2). Tal fato pode estar relacionado, provavelmente, ao acúmulo natural de sais nas regiões mais baixas onde estão localizadas as linhas drenagem. Este comportamento é mais acentuado no ponto P038, localizado em uma área do perímetro (lote 4SO-06) que, visivelmente, apresenta-se em processo avançado de salino-sodificação (Figura 5).

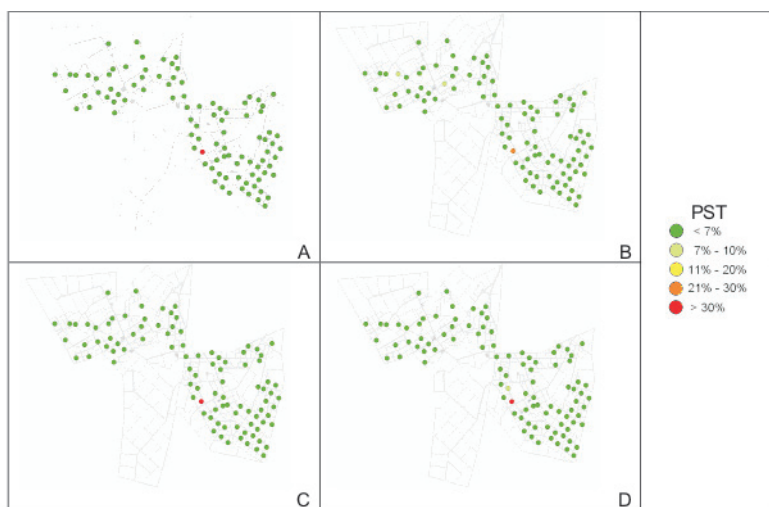
Julio Roberto Araujo de Amorim



**Figura 5.** Ponto de coleta P038 (lote 4SO-06) próximo ao dreno e linha de drenagem natural no Perímetro Irrigado Califórnia.

Avaliando-se, comparativamente, os resultados obtidos para os períodos de início e de final do período de chuvas, constata-se uma redução nos teores de sais e aumento nos valores médios da PST dos solos no perímetro, excetuando-se o ponto P038, que apresenta notada elevação nos teores de sais, principalmente de sódio.

O comportamento espacial da PST, no Perímetro Irrigado Califórnia, pode ser visualizado pelos mapas apresentados na Figura 6. Observa-se que, para amostras coletadas na profundidade 0 a 20 cm, há apenas um ponto situado na porção centro-sudeste do perímetro (P038) com valor de PST superior ao limite considerado para classificação de solos como não-sódicos, inclusive classificando-se como Excessivamente sódicos, para os dois períodos de análise (Figuras 5A e C).



**Figura 5.** Distribuição espacial dos valores de PST do solo no Perímetro Irrigado Califórnia. A: 1ª coleta, amostras de 0 a 20 cm; B: 1ª coleta, amostras de 20 a 40 cm; C: 2ª coleta, amostras de 0 a 20 cm; e D: 2ª coleta, amostras de 20 a 40 cm.

Considerando-se a profundidade de 20 a 40 cm para a primeira coleta, observa-se que há a ocorrência de dois pontos com valores de PST situados entre 7,0 e 10,0% (Figura 5B), na porção noroeste do perímetro, indicando lotes com a ocorrência de solos Ligeiramente sódicos, além do ponto P038, classificado como Fortemente sódico.

Para a segunda coleta, verifica-se que os pontos anteriormente classificados na classe de solo Ligeiramente sódico tiveram seus valores de PST reduzidos, e que um ponto situado próximo ao P038 do lote 4SO-06, inseriu-se nesta classe.

Observou-se ainda que os pontos com valores mais altos de PST situaram-se próximos aos drenos instalados a céu aberto e aos caminhos de drenagem natural do perímetro, com pequenas variações se comparadas às coletas realizadas no início e fim do período de chuvoso. Esta constatação vem corroborar os estudos (AGUIAR NETTO et al., 2007; GOMES et al., 2009) realizados anteriormente no Perímetro Irrigado Califórnia que indicaram a presença de sais nos solos próximos aos drenos escavados, por estes não estarem funcionando adequadamente devido à falta de manutenção, e aos caminhos de drenagem natural.

## Conclusões

- Os valores médios da Porcentagem de Sódio Trocável (PST), para o Perímetro Irrigado Califórnia, apresentam-se abaixo do limite de classificação dos solos como sódicos.
- Dos 96 pontos avaliados, três são classificados como Ligeiramente sódico e um como Fortemente sódico, na coleta no início do período chuvoso, passando a Excessivamente sódico no final do período.
- Os pontos com valores mais altos de PST (afetados por sódio ou processo de sodificação) situam-se próximos aos drenos instalados a céu aberto e aos caminhos de drenagem natural do perímetro.

## Agradecimentos

Aos técnicos agrícolas da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (COHIDRO), Joaquim Ribeiro dos Santos, Edmilson Cordeiro Bezerra e Antônio Roberto Ramos, pelo auxílio na realização das coletas, e ao CNPq pelo financiamento parcial da pesquisa.

## Referências

AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S. et al. **Determinação da eficiência de uso da água na parcela de irrigação, no perímetro irrigado Califórnia, em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros, 2010. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 109).

AMORIM, J. R. A. de; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. et al. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção do alho (*Allium sativum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 167-176, fev. 2002.

AMORIM, J. R. A. de; HOLANDA, J. S. de; FERNANDES, P. D. Qualidade da água na agricultura irrigada. In: Albuquerque, P. E. P. de; Durães, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 6, p. 255-316.

AGUIAR NETTO, A. O.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V. et al., Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1640-1645, nov./dez. 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water Quality for Agriculture**. 3. ed. Rome: FAO, 1994. 174 p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper 29).

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. de P. R.; SOUSA, F. de A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.



COHIDRO. **Relatório 2001**. Aracaju, 2001. 34 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p.

ESRI. **ArcGIS Desktop Help. v. 9.1**. Disponível em: <[Http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm)>. Acesso em: 20 jun. 2008.

GOMES, C. C. S.; AGUIAR NETTO, A. O.; BARROS, A. C. et al. Perfil da produção agrícola no Perímetro Irrigado Califórnia-SE. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.

HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (Ed.). **Manejo e controle de salinidade em agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997. cap. 5. p. 1-27.

HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de; FERREIRA NETO, M. et al. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal/CNPq, 2010. cap. 4, p. 41-60.

HOLANDA, J. S. de; VITTI, G. C.; SALVIANO, A. A. et al..Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico, decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 387-394, 1998.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R. et al. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap.1, p.1-35.

PIZARRO CABELLO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Agrícola Española S. A., 1985. 542 p.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación**. 2. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 471 p.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Handbook, 60).

SERGIPE. Governo do Estado. **Programa de desenvolvimento sustentável do Semiárido sergipano:** documento conceptual do projeto. Aracaju, 2004.

SOUSA, I. F. de; SILVA, V. de P. R. da; SABINO, F. G. et al. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 633–644, 2010.

**Embrapa**

---

*Tabuleiros Costeiros*

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

