



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA EM *Saccharum officinarum* NO SERTÃO PARAIBANO: RISCOS AO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E AO SOLO

José de Sousa Ramalho Neto¹; Vinicius Batista Campos²; Roberto Vital dos Santos³; Aresque Machado de Almeida³, José Adeilson M. Nascimento⁴, Lourival Ferreira Cavalcante⁵

RESUMO

O desenvolvimento agrícola depende da disponibilidade de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, além do seu uso adequado, visando aumentar a produtividade e reduzir os impactos ambientais negativos. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água utilizada para irrigação na cultura da cana de açúcar no município de Conceição, estado da Paraíba, Brasil, observando os riscos ao sistema de irrigação e ao solo. O experimento foi realizado entre os meses de abril e novembro de 2007, em oito localidades do município com histórico de cultivo da cana de açúcar. Foram coletadas amostras de água para determinação de pH, condutividade elétrica (CE), relação da adsorção de sódio (RAS), cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato. O pH de 78,9% das amostras situou-se acima de 7 e, portanto, caracteriza as águas como de natureza alcalina. As águas expressam baixo risco de salinizarem e de sodificarem os solos.

Palavras-chave: Manejo de água; salinidade; Obstrução de emissores.

QUALITY OF THE WATER USED IN *Saccharum officinarum* IN THE SEMIARID REGION OF PARAÍBA STATE, BRAZIL: RISK TO THE IRRIGATION SYSTEM AND THE SOIL

ABSTRACT

Agricultural development depends on water availability, both in quantity and quality, as well as their appropriate use in order to increase productivity and reduce the negative environmental impacts. In this sense, the study aimed to evaluate the quality of water used for irrigation in the culture of sugar cane in the city of Conceição, Paraíba State, Brazil, noting the risks to the irrigation system and soil. The experiment was conducted between April and November 2007 in eight locations in this city with a history of cultivating sugar cane. We collected water samples for determination of pH, electrical conductivity (EC), sodium adsorption ratio (SAR), calcium, magnesium, sodium, potassium, chloride, sulfate, carbonate and bicarbonate. The pH of 78.9% of the samples was above 7 and therefore characterized as the water alkaline in nature. The waters express low risk salinizing sodificarem and soils.

Keywords: Water management; salinity; Emitters obstruction.

Trabalho recebido em 09/01/2012 e aceito para publicação em 28/12/2012.

¹Engenheiro Agrônomo, Assessoria de Grupo Especializada Multidisciplinar em Tecnologia e Extensão (AGEMTE), João Pessoa, - PB.

²Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari. Rua Nilo Peçanha n° 1263, Bairro Cajari, Laranjal do Jari – AP. CEP: 68920-000. vinicius.campos@ifap.edu.br.

³Projeto COOPERAR, Governo do Estado da Paraíba, Cabedelo – PB. CEP: 58310-000.

⁴Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

⁵Professor Visitante-CAPES, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ocupa atualmente uma área de aproximadamente cinco milhões de hectares, distribuídos nas mais diferentes regiões edofoclimáticas do Brasil. Dentre os Estados destacam-se Alagoas, Pernambuco, na região Nordeste, São Paulo e Minas Gerais no Sudeste e Paraná na região Sul, responsáveis por 85% a 95% da produção nacional, da ordem, de 285 milhões de toneladas, com geração de um milhão de empregados diretos (CÂMARA et al., 1996). Entretanto, a produção na safra 2005/2006 atingiu 436,8 milhões de toneladas com um incremento superior a 53%, em relação ao ano de 1996 (CONAB, 2006).

A associação dos produtores de cana-de-açúcar, do município de Conceição - PB, Condôminos Agroindustrial dos Engenhos do Vale do Piancó (CAEVAP) pretende revitalizar a atividade dos engenhos da região, tendo em vista a sua aptidão agrícola à produção de rapadura e outros produtos derivados da cana de açúcar. No entanto, a qualidade da água de irrigação dos mananciais subterrâneos, pode limitar a produção, uma vez que o excesso de sais solúveis e de sódio trocável degrada física e quimicamente o solo, reduz a disponibilidade de água e nutrientes ao nível de comprometer o

crescimento, a produtividade das plantas (AYERS; WESTCOT, 1999), inclusive da cana-de-açúcar, refletindo-se na heterogeneidade da lavoura, perda de rendimento em álcool ou açúcar e da qualidade da produção obtida, como por exemplo sais na rapadura, conhecido salitre. Além disso, o solo da região apresenta pré-disposição à salinidade, o que resulta em sérios riscos para a atividade agrícola.

A cultura da cana-de-açúcar é classificada como moderadamente sensível ao efeito dos sais, apresentando perdas no seu rendimento potencial em condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) a partir de 1,7 dS m⁻¹ e quando irrigada com águas de condutividade elétrica acima de 1,1 dS m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1999). No entanto, avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*saccharum* spp) em solos com diferentes níveis texturais, Santana et al.(2007) constatou que a cultura mostrou-se sensível a salinidade da água de irrigação durante sua fase inicial de cultivo, com perdas posteriores no que diz respeito a massa seca de raízes e parte aérea e redução da evapotranspiração com incremento dos sais da água de irrigação.

Além dos riscos potenciais as culturas, alguns compostos encontrados na água de irrigação contribuem sobremaneira

para danos ao sistema de irrigação. Egreja Filho et al. (1999) reporta que a alcalinidade excessiva das águas destinadas à fertirrigação pode criar uma série de inconvenientes, que vão desde o entupimento dos emissores, pela precipitação de carbonatos e fosfatos, até a redução da disponibilidade de micronutrientes para as culturas.

As substâncias químicas dissolvidas na água de irrigação, por exemplo, o carbonato de cálcio e o sulfeto de cálcio em altas concentrações, podem precipitar e eventualmente formar incrustações nas paredes das tubulações e emissores, restringindo a passagem da água. Problemas com incrustações e corrosão das tubulações são frequentes quando se utilizam águas subterrâneas (RIBEIRO et al., 2005).

Segundo Medeiros et al. (2003) as determinações de pH e CEa (condutividade elétrica) fornecem subsídios para se avaliar a possibilidade de precipitação de sais e a indução da salinidade em função da prática da irrigação; a relação de adsorção de sódio (RAS) assume papel preponderante, posto que a combinação CE e RAS serve para avaliar os perigos que a água oferece, respectivamente, em termos de indicação de salinidade e aumento dos teores de

sódio na solução do solo e, conseqüentemente, problemas de infiltração (Richards, 1954).

O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água para fins de irrigação da cana-de-açúcar, no Município de Conceição – PB, levando em consideração o seu potencial de obstrução de emissores de água em sistemas de irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de abril a novembro de 2007, com amostras de água para fins de irrigação, em algumas propriedades do município de Conceição – PB. O município está localizado na região Oeste do Estado da Paraíba, limitando-se a Leste com Santana de Mangueira e Ibiará, a Norte Bonito de Santa Fé, a Nordeste São José de Caiana e Diamante, a Oeste com Mauriti no Ceará e a Sul Santa Inês, ocupando uma área de 577,6 km². A sede municipal apresenta uma altitude de 470 m e coordenadas geográficas de 38° 30' 32'' longitude oeste e 07° 33' 43'' de latitude sul (Figura 1).

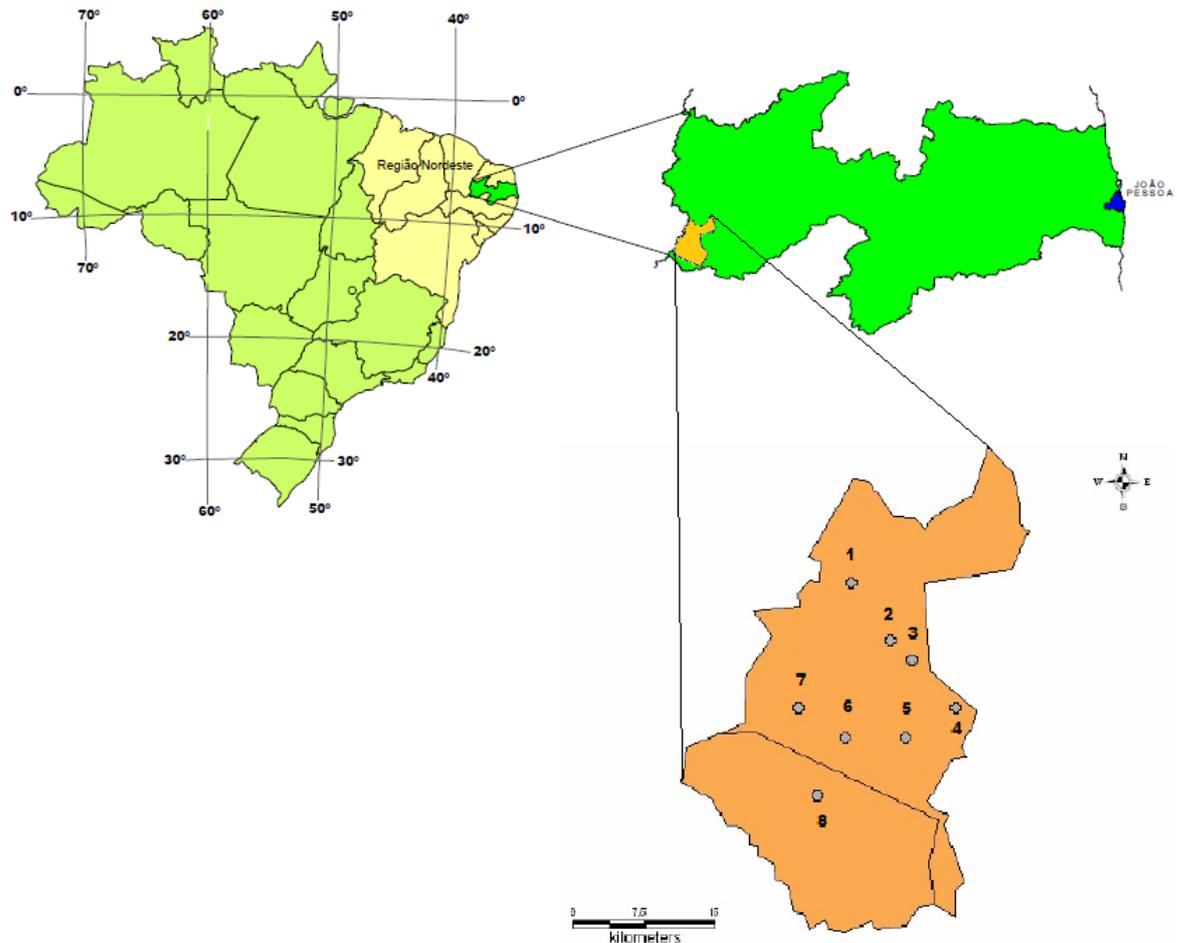


Figura 1. Mapa do Brasil e do Estado da Paraíba, destacando o município de Conceição.

Foram obtidas amostras de águas de mananciais de superfície e subterrâneos, nas propriedades de Bela Aurora (1), Ladeira vermelha (2), Maria Soares (3), Campos dos Doricos (4), Campo Velho (5), Fazenda Baraúnas (6), Espinheiros (7) e Monte Alegre (8) (Figura 1).

As referidas localidades foram escolhidas pela representatividade do cultivo da cana-de-açúcar na região. Um *check-list* foi realizado antes de partir para coleta das amostras, evitando a não realização da amostragem e análises pela

falta de algum equipamento ou material. Utilizou-se de frascos de polipropileno, quimicamente inertes, acondicionados em isopor sob refrigeração de 4 °C (APHA, 2005) e encaminhadas ao Laboratório de Solo e Água do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

A condutividade elétrica foi determinada a 25°C pelo uso do condutivímetro Orion modelo 150. O pH foi determinado por potenciometria; os teores de cálcio, magnésio, sódio, e potássio, cloreto, carbonato, bicarbonato, e

sulfato, adotando as mesmas metodologias descritas por RICHARDS (1954) e EMBRAPA (1997).

Para fim de irrigação as águas foram classificadas com base nos perigos de sais pela condutividade elétrica (CEa) e perigos de sódio (sodicidade) pela relação de adsorção de sódio (RAS) conforme critérios de AYERS e WESTCOT (1999). Com a finalidade de fertirrigação, foram admitidos também os riscos potenciais de toxicidade e da possibilidade da obstrução aos emissores com gotejadores e microaspersores na irrigação por aspersão de alta frequência (CAVALCANTE et al., 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em grande parte das amostras, 78,9%, o pH situou-se acima de 7 e, portanto, caracteriza as águas como de natureza alcalina. No entanto, essa percentagem não compromete o uso agrícola das águas uma vez que a faixa de pH oscila entre 6,5 e 8,4 (HOLANDA & AMORIM, 1997; AYERS & WESTCOT, 1999).

Quanto à salinidade e quanto à sodicidade, os riscos potenciais das águas salinizarem e degradarem os solos são baixos. Pelos resultados da Tabela 1, 68,4% das águas apresentam condutividade elétrica inferior a $0,7 \text{ dS m}^{-1}$. Nessa faixa de

salinidade as águas, de acordo com AYERS e WESTCOT (1999), não oferecem riscos de serem utilizadas para irrigação das respectivas áreas.

O restante 31,6% das águas que correspondem às propriedades Bela Aurora (1), Bela Aurora (4), Ladeira Vermelha (6), Maria Soares (9), Fazenda Baraúnas (15), Fazenda Baraúnas (16), a condutividade elétrica varia de 0,7 a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. Águas com esses valores de CE oferecem restrições de natureza ligeiramente a moderada aos solos e às plantas. Com relação à sodicidade avaliada pela relação de adsorção de sódio (RAS) as águas também não evidenciam sérios riscos à irrigação das terras (AYERS e WESTCOT, 1999; SILVA FILHO et al., 2000).

Ao associar o caráter salinidade expresso pela condutividade elétrica e simbolizado por “C” com o caráter sodicidade, a partir da relação de adsorção de sódio - RAS simbolizado por “S”, constata-se os 68,4% das águas apresentam-se riscos baixos (C_1S_1) e os restantes 31,6% riscos médios (C_2S_1) de salinizarem os solos (AYERS e WESTCOT, 1999). Com relação aos efeitos específicos dos sais na Tabela 2, as águas das amostras 4 de Bela Aurora, 9 de Maria Soares, 10 de Campos dos Doricos e 15 Fazenda Baraúnas possuem concentração de sódio superior a $3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$.

Tabela 1. Classificação das águas de cada localidade do Município de Conceição-PB, cultivadas com cana-de-açúcar para fins de irrigação, levando em consideração a irrigação por aspersão convencional.

LOCALIDADE	pH	CE	RAS	SC	AS	Classificação
		dS m ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{1/2}	mmol _c L ⁻¹	mmol _c L ⁻¹	
Bela Aurora	6,6	0,989	0,08	1,03	1,14	C ₂ S ₁
	7,3	0,169	0,14	1,78	1,59	C ₁ S ₁
	7,4	0,300	0,65	3,21	3,27	C ₁ S ₁
	7,6	0,799	2,25	8,07	8,28	C ₂ S ₁
Ladeira Vermelha	7,2	0,421	0,90	4,49	4,49	C ₁ S ₁
	7,5	0,994	0,75		10,14	C ₂ S ₁
	8,4	0,459	1,59	5,03	4,95	C ₁ S ₁
Maria Soares	8,1	0,453	1,98	4,95	4,81	C ₁ S ₁
	8,2	1,399	1,54	14,83	14,70	C ₂ S ₁
Campo dos Dóricos	7,8	0,593	2,84	6,94	6,88	C ₁ S ₁
	7,4	0,563	1,71	6,11	6,24	C ₁ S ₁
Campo Velho	7,0	0,544	1,41	5,82	5,82	C ₁ S ₁
	7,1	0,436	1,01	4,92	4,99	C ₁ S ₁
	7,8	0,456	1,13	4,86	4,92	C ₁ S ₁
Faz. Baraúnas	7,4	1,305	1,60	13,25	13,44	C ₂ S ₁
	7,6	0,940	1,53	10,67	10,65	C ₂ S ₁
Espinheiros	6,9	0,499	1,25	5,31	5,38	C ₁ S ₁
	7,0	0,599	0,95	6,19	6,03	C ₁ S ₁
Monte Alegre	7,7	0,650	0,22	6,47	5,98	C ₁ S ₁

SC = soma dos cátions; SA = soma dos ânions; CE= Condutividade Elétrica; RAS= Relação de Adsorção de Cátions.

Tabela 2. Conteúdos de cátions e ânions das águas, referente a cada localidade do município de Conceição-PB, para fins de irrigação da cana-de-açúcar.

Localidades	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
	0,30	0,55	0,05	0,13	0,20	0,043	0	0,90
Bela Aurora	0,85	0,60	0,12	0,21	0,40	0,045	0	1,15
	1,55	0,80	0,70	0,16	0,50	0,043	0	2,73

	2,55	1,95	3,38	0,19	2,10	0,048	0	6,14
	2,10	1,15	1,14	0,10	0,70	0,048	0	3,74
Ladeira Vermelha	3,55	4,85	1,54	0,09	3,50	0,146	0	6,50
	1,35	1,67	1,94	0,09	0,90	0,044	0,20	3,80
Maria Soares	1,25	1,30	2,24	0,16	1,70	0,067	0,10	2,95
	3,35	7,75	3,61	0,12	6,00	0,260	0,80	7,50
Campos dos	2,10	1,15	3,61	0,08	1,20	0,105	0	5,25
Doricos	2,65	1,05	2,33	0,08	0,80	0,052	0	5,39
	2,20	1,50	2,02	0,10	1,20	0,067	0	4,55
Campo Velho	2,40	1,05	1,32	0,15	0,70	0,045	0	4,25
	2,20	1,10	1,45	0,11	1,10	0,071	0	3,75
Fazenda Baraúnas	5,40	4,25	3,52	0,08	3,20	0,247	0	10,00
	4,00	3,65	2,99	0,03	1,50	0,150	0	9,00
Espinheiros	2,75	0,85	1,67	0,04	0,70	0,080	0	4,60
	3,20	1,45	1,45	0,09	0,50	0,089	0	5,45
Monte Alegre	3,60	1,60	0,35	0,92	1,10	0,084	0	4,80

SC = soma dos cátions; SA = soma dos ânions; CE= Condutividade Elétrica; RAS= Relação de Adsorção de Cátions

As águas das amostras 6 Ladeira Vermelha, 9 Maria Soares e 15 da Fazenda Baraúnas apresentaram concentrações de cloretos superiores a $3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$. Essas concentrações limitam o uso dessas águas por aspersão devido à deposição dos sais serem feita diretamente nas folhas das plantas (AYERS e WESTCOT, 1999).

A ação específica dos íons bicarbonatos das águas divide-se em duas importantes funções que são a elevação do caráter alcalino e sódico dos solos e da obstrução dos emissores pela precipitação de cálcio na forma de bicarbonato, quando utilizados em sistema de irrigação

localizado por gotejamento e por microaspersão. Águas com teores de bicarbonato acima de $5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ já oferecem riscos de entupimento do sistema de irrigação (CAVALCANTE et al., 2006). Dessa forma, as águas das amostras 4 de Bela Aurora, 6 de Ladeira Vermelha, 9 de Maria Soares, 15 e 16 da Fazenda Baraúnas, 18 de Espinheiros oferecem riscos de comprometimento do sistema de irrigação pressurizado de alta frequência (Tabela 2).

Os riscos potenciais de obstrução de emissores dos sistemas de irrigação presentes na Tabela 3 foram obtidos a partir dos teores de bicarbonato (HCO_3^-)

das amostras de água contidas na Tabela 2. Os riscos variam bastante dentro das amostras, 52,63% apresentaram risco médio, 31, 57% risco alto, 10,52% muito alto e 5,26% baixo. Assim sendo, os resultados mostraram que mais de 90 % das águas utilizadas para irrigação da cana-de-açúcar em Conceição-PB oferecem altos riscos de obstrução de emissores e conseqüentemente comprometimento do sistema de irrigação, o que pode levar a distribuição desuniforme da lâmina de água e desenvolvimento heterogêneo das plantas nas áreas irrigadas.

A utilização dessas águas para irrigação, além de medidas mitigadoras ao incremento de sais ao solo e redução dos efeitos destes nas plantas, torna-se necessário um monitoramento periódico do

sistema para que possíveis alterações na vazão normal dos emissores, devido à precipitação de carbonatos e bicarbonatos, sejam detectadas rapidamente, reduzindo os prejuízos às plantas.

Outros trabalhos foram realizados em diferentes regiões com o mesmo intuito a exemplo de Oliveira e Maia, (1998) em diferentes cidades do Rio Grande do Norte, Medeiros et al. (2003) na região produtora de melão localizada na Chapada do Apodi e Ribeiro et al. (2005) no município de Campinas, Estado de São Paulo. A importância de tais avaliações esta no fato de que os custos com materiais para irrigação oneram sobremaneira os custos de produção, merecendo atenção especial e manejo correto para total eficácia e durabilidade.

Tabela 3. Classificação de águas para irrigação de mananciais superficiais e subterrâneos e os riscos potenciais de obstrução de emissores no município de Conceição-PB.

LOCALIDADE	Classificação	Riscos potenciais de obstrução de emissores
Bela Aurora	C ₂ S ₁	Baixo
	C ₁ S ₁	Médio
	C ₁ S ₁	Médio
	C ₂ S ₁	Alto
Ladeira Vermelha	C ₁ S ₁	Médio
	C ₂ S ₁	Alto
	C ₁ S ₁	Médio
Maria Soares	C ₁ S ₁	Médio
	C ₂ S ₁	Alto
Campo dos Dóricos	C ₁ S ₁	Alto

	C ₁ S ₁	Alto
Campo Velho	C ₁ S ₁	Médio
	C ₁ S ₁	Médio
	C ₁ S ₁	Médio
Faz. Baraúna	C ₂ S ₁	Muito alto
	C ₂ S ₁	Muito alto
Espinheiros	C ₁ S ₁	Médio
	C ₁ S ₁	Alto
Monte Alegre	C ₁ S ₁	Médio

4. CONCLUSÕES

- As águas do município de Conceição-PB expressam baixo risco de salinizarem e de sodificarem os solos;
- As localidades estudadas apresentam, exceto para um ponto de coleta da Bela Aurora, riscos de médio a muito alto para obstrução de emissores;
- A ordem decrescente de risco de obstrução de emissores por localidades foi: Fazenda Baraúna>Campo dos Dóricos>Maria Soares>Espinheiros>Ladeira vermelha>Monte Alegre>Bela Aurora.

5. REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Baltimore: APHA, 2005.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 153p.
- BRASIL. MA/EPE. SUDENE/DRN-MA/CONSAP/USAID. **Levantamento exploratório de reconhecimento dos solos do Estado da Paraíba - Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro. Boletim Técnico nº 15, Série Pedologia, 670p. 1972.
- CÂMARA, G. M. S.; ORSI, J. F.; TARDIVO, S. C. Eficiência agrônômica de herbicida no controle de plantas daninhas em cultura de ciclo sequeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, Maceió - AL: STAB, 1996. **Anais...** p.27.
- CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. P.; GONDIM, S. C.; SOUSA, A. P.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; RAPOUSO, R. W. C. **Água para agricultura:**

- irrigação com água de boa qualidade e água salina. Areia: UFPB. 2006. 28p.
- CONAB. **Companhia Nacional de abastecimento**. Brasília: MAPA. 2006.312p.
- EGREJA FILHO, F.B., MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C. Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v.23, n.2, p.415-423, 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2.ed. atual. Rio de Janeiro: 1997.212p. (Embrapa - CNPS. Documento,1).
- HOLANDA, J. S. de. **Manejo e utilização de áreas salinizadas do Vale do Açu**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2000. 95p.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JUNIOR.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3 p.469-472, 2003.
- OLIVEIRA, M.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do rio grande do norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.17-21, 1998.
- RIBEIRO, T. A.; AIROLDI, R. P. S.; PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. Variação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água em um sistema de irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.295-301, 2005.
- RICHADS, L. A. **Diagnostico y Rehabilitacion de Suelos Salinos y Sódicos**. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da América. 5 ed. México: Limusa, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G. VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.
- SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A. et al. Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo irrigado. **Irriga**. Botucatu, v.5, n.2, p.112-123. 2000.