

QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA SALINIZAÇÃO E SODIFICAÇÃO DOS SOLOS DO PROJETO DE SÃO GONÇALO¹

GILBERTO GOMES CORDEIRO² GERARD ZYLSTRA³ e AGUSTIN A. MILLAR⁴

RESUMO - Para esclarecer a influência da irrigação e as condições de drenagem no desenvolvimento de problemas de salinidade e sodicidade nos solos aluviais do Projeto de Irrigação de São Gonçalo, foram escolhidos 25 pontos fixos de amostragem permanente distribuídos na área em operação do projeto. Uma vez por ano e durante quatro anos seguidos foram tomadas amostras de solo até 90 cm de profundidade, para determinação de pH, condutividade elétrica (CE) e cátions trocáveis. Também foram feitas observações mensais do lençol freático durante um ano em todos os pontos de amostragens. A água de irrigação foi também amostrada e analisada periodicamente. Com base nos resultados das análises, não foi possível identificar aumento da salinidade nem da sodicidade do solo. Aparentemente, isto deve-se a um equilíbrio de sais provavelmente atingido, favorecido por certo grau de drenagem natural subterrânea ao rio Piranhas, e à relativamente boa qualidade da água de irrigação.

Termos para indexação: drenagem, alcalinidade, modificação das propriedades químicas do solo.

IRRIGATION WATER QUALITY ON THE SALINITY AND SODICITY OF SOILS IN THE SÃO GONÇALO PROJECT

ABSTRACT - In order to explain the influence of irrigation and drainage conditions on the salinity and sodicity built up on the alluvial soils of São Gonçalo Irrigation Project, some 25 points were selected widespread all over the area under operation for permanent sampling. Soil sampling, from 90 cm of depth, took place once a year during four consecutive years for determining the pH, CE and exchange cations. Ground (phreatic) water depth was also recorded once a month during a year in all the sampling sites, as well as irrigation water quality. No change was observed on the soil salinity and sodicity at the end of the study period. This is due, possibly, to a salt equilibrium achieved in the soil profile as a consequence of a certain degree of natural underground drainage towards the Piranhas river and to the relative good quality of the irrigation water.

Index terms: drainage, alkalinity, change of chemical properties of soil.

INTRODUÇÃO

O projeto de irrigação de São Gonçalo está situado no Estado da Paraíba, a 10 km a Sudeste da cidade de Souza. Esse projeto apresenta uma área total de 4.600 ha, dos quais apenas uma área de 2.600 ha é considerada útil, sendo que 1.900 ha já estão providos de infraestrutura para irrigação. Entretanto, até o presente, a área em operação só tem chegado a 1.300 ha, aproximadamente.

Baixas produtividades das principais culturas do projeto têm sido atribuídas a problemas de salinidade dos solos, o que tem justificado diferentes

ações e levantamentos para esclarecer o relacionado com este problema. Diagnóstico mais detalhado da área foi realizado pela HIDROSERVICE (1970) e Cordeiro (1977). Concluiu-se que 24% da área em operação apresentava solos sódicos, caracterizados por uma percentagem de sódio trocável maior que 15%, dos quais 4% mostrava também altos conteúdos de sais solúveis (condutividade elétrica do extrato de saturação maior que 4 mmhos/cm). O restante dos perfis amostrados, representando 76% da área, puderam ser classificados como solos normais, sem altos conteúdos de sais solúveis nem altos teores de sódio trocável (Richards 1954). Como resultado importante desse estudo, chegou-se à conclusão de que os problemas de salinidade do projeto de São Gonçalo são principalmente de altos níveis de sódio, que afetam a estrutura do solo, e não de alta concentração de sais, que diminuem a disponibilidade de água para as culturas (Ayers & Westcot 1976).

Visando um melhor esclarecimento da possível influência da água de irrigação e das condições de

¹ Aceito para publicação em 16 de abril de 1985.
Contribuição do Convênio SUDENE/DNOCS/EMBRAPA.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), BR 428 km 152 Zona Rural, CEP 56300 Petrolina, PE.

³ Eng. - Agrícola, M.Sc., Consultor do ILRI - Holanda para o IICA/EMBRAPA/CPATSA.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., Coordenador da área de irrigação do IICA no Brasil.

drainagem no desenvolvimento da sodicidade do solo, objetiva-se mostrar o efeito da irrigação nos níveis de salinidade e alcalinidade dos solos no projeto de São Gonçalo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos da área do projeto são aluviais, predominantemente de textura pesada (64%) e textura média (33%), de profundidade de 1 m a 3 m sobre areia e valores de permeabilidade menores que 5 mm/h (HIDROSERVICE 1970). A área conta com drenos parcelares abertos com 1,5 m de profundidade e distanciados 200 m, de efeito limitado devido ao mau estado de conservação.

Na área em operação do projeto de irrigação de São Gonçalo (1.300 ha), foram escolhidos 25 pontos ao acaso, para tomada de amostras do perfil do solo em toda área, localizados em lotes trabalhados, regularmente, pelos colonos, com cultivos de banana, arroz e tomate, principalmente. A metodologia de localização dos pontos ao acaso foi visando evitar tendenciosidade na localização e cobriu, dentro do possível, áreas representativas do projeto. Em cada ponto, fez-se amostragem de solo nas camadas de 0-30 cm, 30-60 cm e 60-90 cm uma vez por ano, durante os meses de novembro/dezembro, no período de 1978 a 1981. Foi instalado também, em cada ponto, um poço de observação para verificar a flutuação do lençol freático, com observações realizadas mensalmente de novembro-79 a novembro-80. Esses poços alcançaram até 2,40 m de

profundidade. As seguintes determinações químicas foram realizadas, segundo metodologia tradicional descrita por Richards (1954): pH em água (extrato 1:1) e cálculo da percentagem de sódio trocável (PST) e cátions e ânions solúveis no extrato de saturação (somente nas amostras coletadas em 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística mostrou que houve diferença significativa ao nível de probabilidade de 1%, para o pH entre os anos considerados. Todavia, os valores pH encontrados nos quatro anos de estudos consecutivos estão dentro dos limites normais para o desenvolvimento dos cultivos e não apresentam nenhuma indicação do desenvolvimento de condições indesejáveis para produtividade do solo (Tabela 1).

As menores médias apresentam-se na camada superior (Tabela 2).

Verificou-se, através da análise estatística, que não houve diferença significativa ao nível de probabilidade de 1% para CE do extrato de saturação em mmhos/cm a 25°C entre os anos, indicando que os dados não mostraram uma tendência de acumulação (positiva ou negativa) de sais solúveis

TABELA 1. Valores de pH de 23 pontos fixos de amostragens para os quatro anos de observação consecutivos.

Ano	pH média (M = 69)	pH máximo	pH máximo
1978	6,6 ± 0,4	5,6	8,1
1979	6,8 ± 0,3	6,2	7,5
1980	6,9 ± 0,4	5,8	7,9
1981	6,9 ± 0,3	6,3	7,6

Valor tabelado do Tukey - DMS, 0,08.

TABELA 2. Valores de pH para profundidade nos 23 pontos e quatro anos consecutivos.

Prof.	Médias (n = 92)	pH mínimo	pH máximo
0 - 30	6,75	5,6	7,9
30 - 60	6,84	6,1	8,1
60 - 90	6,84	6,1	7,8

no perfil do solo, até a profundidade de 90 cm, no período de observação considerado (Tabela 3). Nota-se também que todos os pontos de observação mostram baixos valores de CE, diminuindo estes com a profundidade (Tabela 4). Só um ponto mostrou uma elevação de CE, no ano de 1979, até valores maiores que 4, caindo novamente nos anos seguintes. Os valores de capacidade de troca de cátions nos 23 pontos de amostragem variam de 4 até 28 miliequivalentes por 100 g de solo (Tabela 5), o que confirma que 88% dos pontos de amostragens coincidiram com solos de textura leve e 12% com solos de textura pesada.

Os altos valores de desvio-padrão em relação à média, tais como os altos valores de PST máximo na Tabela 6, são devidos somente a dois pontos (21 e 9), que mostram valores de PST muito maiores que os demais pontos. Isto mostra que o PST não apresenta tendência de aumento, ao longo do tempo, nas áreas irrigadas desse projeto de irrigação. Noventa e seis por cento das amostras apresentavam valores de PST menores que 15% e 80% menores que 5. Esta distribuição de valores

PST concorda com os valores de relação de adsorção de rádio (RAS) determinados com base no conteúdo de sais solúveis do extrato de saturação (Tabela 7). Outrossim as menores médias de PST acham-se na camada superficial (Tabela 8).

Dos dados acima apresentados verifica-se que os pontos de amostragens que foram escolhidos não apresentaram alta concentração de sais solúveis nem alto teor de sódio trocável. Isto significa que quase todos os pontos sorteados caíram em solos considerados normais. Esta situação se deve, indubitavelmente, à qualidade da água de irrigação e às condições de drenagem natural da área em operação onde foi realizada a pesquisa.

As águas de irrigação apresentam valores médios de CE de 0,33 mmhos/cm, RAS 0,66 e RAS ajustado 0,99 (Tabela 9). Segundo isto, a água é de classe C_2S_1 : salinidade média e teores médios de sódio (Richards 1954). Os sais predominantes são bicarbonatos de Ca e Mg, observando-se a ausência de CSR.

Águas com estas características não constituem problema nem de acumulação de sais, nem na per-

TABELA 3. Valores de condutividade elétrica (CE) mmhos/ha a 25°C de 23 pontos fixos de amostragens para os quatro anos de observação consecutivos.

Ano	CE média (M = 69)	CE mínimo	CE máximo
1978	0,5 ± 0,43	0,14	3,14
1979	0,66 ± 0,86	0,18	5,44
1980	0,55 ± 0,37	0,14	2,08
1981	0,37 ± 0,27	0,13	2,09

Valor tabelado do Tukey - DMS. 0,13.

TABELA 4. Valores de condutividade elétrica para profundidade nos 23 pontos e quatro anos consecutivos.

Prof.	Média (n = 92)	CE mínimo	CE máximo
0 - 30	0,65	0,26	3,06
30 - 60	0,50	0,15	5,44
60 - 90	0,41	0,13	4,08

Valor tabelado do Tukey - DMS. 0,13.

meabilidade dos solos, nem de efeitos tóxicos de íons específicos, com exceção das concentrações de bicarbonatos acima dos níveis toleráveis, no caso de irrigação por aspersão (Ayers & Westcot 1976).

Supondo um aumento da concentração de cátions e ânions na água de irrigação do projeto e corrigindo-a para a conseqüente precipitação de carbonatos (Molen 1973), observou-se um aumen-

to da CE e da RAS de 242,4% e 348,5%, respectivamente, quando a concentração foi 5 vezes a original. Estes aumentos foram de 393,9% e 681,8% para CE e RAS, respectivamente, quando a concentração considerada foi 10 vezes a original. Nestas condições extremas, os valores de CE (0,8 e 1,3 mmhos/cm), respectivamente, para concentrações 5 e 10 vezes a original) significaram problemas potenciais de salinização. Todavia, considera-

TABELA 5. Distribuição de valores de capacidade de troca de cátions (CT) nos 23 pontos de amostragens permanentes, em três profundidades (69 amostras, valores médios de 4 anos).

CTC meq/100 g	Número de amostras	%
4 a 10	29	42
10 a 20	32	46
20 a 28	8	12

TABELA 7. Distribuição de valores de relação de adsorção de sódio (RAS) determinados dos extratos de saturação.

RAS	Número de amostras	%
< 1,0	50	73
1,0 - 1,9	14	20
2,0 - 3,9	1	1
4,0 - 5,9	2	3
> 10,9	2	3

TABELA 6. Valores de percentagem de sódio trocável (PST) nos 23 pontos fixos de amostragens para os quatro anos de observação.

Ano	PST média (n = 69)	PST mínimo	PST máximo
1978	3,5 ± 4,89	0,99	33,04
1979	2,93 ± 1,79	1,11	10,99
1980	3,36 ± 4,52	0,46	26,75
1981	3,27 ± 4,00	0,40	24,55

DMS = Não determinado em função da não-significância na análise de médias de ano a ano.

TABELA 8. Valores de percentagem de sódio trocável nos 23 pontos e quatro anos consecutivos.

Prof.	Média (n = 92)	PST mínimo	PST máximo
0 - 30	2,84	0,40	16,37
30 - 60	3,59	0,46	33,04
60 - 90	3,42	0,78	25,28

Valor tabelado do Tukey - DMS = 0,75.

TABELA 9. Análises da água de irrigação utilizada no Projeto São Gonçalo, durante ano de 1980.

Data 1980	Canal	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K	Soma cátions	CO ₃ ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼⁼	Cl ⁻	Soma ânions	pH	CE mmhos/cm	RAS	RAS ajustado	
	Norte	0,90	0,60	0,81	0,14	2,45	0	1,85	0,00	0,85	2,70	7,4	0,28	-	-	
	Sul	0,90	0,60	0,87	0,24	2,61	0	1,90	0,00	0,95	2,85	6,8	0,31	-	-	
	Norte	1,10	0,90	0,20	0,61	2,81	0	1,70	0,03	0,60	2,33	7,1	0,21	-	-	
	Sul	1,00	0,70	0,20	0,60	2,50	0	1,75	0,07	0,70	2,48	7,1	0,21	-	-	
	Norte	1,00	0,40	0,59	0,15	2,14	0	1,75	0,07	0,50	2,32	7,2	0,24	-	-	
	Sul	1,00	0,60	0,58	0,15	2,33	0	1,80	0,08	0,80	2,58	7,1	0,23	-	-	
	Norte	2,60	0,70	1,02	0,48	4,80	0	2,95	0,03	2,00	4,98	6,7	0,53	-	-	
	Sul	2,40	1,20	1,10	0,55	5,25	0	2,80	0,03	2,15	4,98	6,3	0,61	-	-	
		1,36	0,71	0,67	0,37	3,11	0	2,06	0,03	1,03	3,13	7,0	0,33	0,66	0,99	
		(6,8)	(3,6)	3,40	1,9	(15,8)	0	(10,3)	0,15	5,20	(15,7)	-	(1,65)	(1,49)	4,6	
Média																
a) Conc. 5 vezes				3,4	1,9	9,6	0	4,2	0,15	5,2	9,55	-	0,8	2,3	-	-
b) Conc. 5 vezes com precipitação (estimada)																
c) Conc. 10 vezes		(13,6)	(7,1)	6,7	3,7	(31,1)	0	(20,6)	0,3	10,3	(31,3)	-	(3,3)	(2,1)	9,45	
d) Conc. 10 vezes com precipitação (estimada)				6,7	3,7	14,9		4,4	0,3	10,3	15,0		1,3	4,5		

-se que só os níveis de RAS = 9,45, obtidos com concentrações 10 vezes a original provocam problemas severos na permeabilidade dos solos, principalmente em argilas pesadas (Ayers & Westcott 1976).

A profundidade média do lençol freático nos 23 poços de observação variou de 0,74 m a 2,92 m abaixo da superfície do solo. Todavia, em alguns locais e como resposta à irrigação, o lençol freático atingiu, eventualmente, a superfície do solo. De maneira geral, o lençol freático manteve-se a níveis aceitáveis, presumivelmente devido a prováveis características favoráveis de drenagem natural do extrato arenoso subjacente.

CONCLUSÕES

1. A salinidade, expressa como GE do extrato de saturação, não sofreu alterações significativas no período de estudo (1971-1980);
2. A percentagem de sódio trocável PST dos solos estudados permaneceu basicamente inalterada, com valores médios de PST 3,3;
3. Os solos são, em geral, de reação neutra, apresentado valores médios de 6,8. Os valores de pH tiveram um aumento gradual significativo a 1%, de ano a ano;
4. As águas de irrigação são de relativa boa qualidade e não oferecem risco nem de salinização nem de alcalinização;
5. A profundidade dos solos e a existência de camadas permeáveis a pouca profundidade favoreceu a drenagem natural e a lavagem de sais.

REFERÊNCIAS

AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. Water quality for agriculture. Rome, FAO, 1976. 97p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 29).

CORDEIRO, G.G. Caracterização de sais dos solos irrigados do Projeto São Gonçalo. Campina Grande, UFPB. Centro de Ciências e Tecnologia, 1977. 108p. Tese Mestrado.

HIDROSERVICE. Serviço de Projetos Ltda., São Paulo, SP. Projeto detalhado de recuperação hidro-agrícola da bacia de irrigação de São Gonçalo. São Paulo, 1970. v.1/2.

MOLEN, W.H. van der. Salt balance and leaching requirements. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT,

Wageningen, Holanda. **Drainage principles and applications; theories of field drainage and watershed runoff.** Wageningen, 1973. v. 2, cap. 9, p.61-100. (ILRI Publication, 16).

RICHARDS, L.A. **Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos.** México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1954. 172p. il. (USDA Manual de Agricultura, 60).