

2-3

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Influência da Irrigação na Salinização e Sodifi-
cação dos Solos do Projeto de Irrigação de São
Gonçalo 1/.

Gilberto Gomes Cordeiro 2/

Gerard Zylstra 3/

Agustin A. Millar 4/

computador RU OK

1/ Contribuição do Convênio SUDENE/DNOCS/EMBRAPA

2/ Engº Agrº M.Sc., Pesquisador do CPATSA, Petrolina-PE.

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

4/ Engº Agrº, Ph.D. Coordenador da área de Irrigação do IICA no
Brasil.



RESUMO

Para esclarecer a influência da irrigação e as condições de drenagem no desenvolvimento de problemas de salinidade e sodicidade nos solos do Projeto de Irrigação de São Gonçalo, foram escolhidos 25 pontos fixos de amostragens permanentes distribuídos na área em operação do projeto.

Durante quatro anos seguidos foram tomadas amostras de solo até 90 cm de profundidade, para determinação de pH, condutividade elétrica e cátions trocáveis. Também foram feitas observações mensais do lençol freático durante um ano em todos os pontos de amostragens^{AA}. 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 parece ser devido a boa qualidade da água de irrigação em combinação com certo grau de drenagem natural ao Rio Piranhãs que deve existir na área em atual operação.

INTRODUÇÃO

O Projeto de Irrigação de São Gonçalo está situado no estado da Paraíba a 9 km a sudeste da cidade de Souza. O Projeto tem uma área total de 4.100 ha, dos quais 1.900 ha são irrigáveis e providos de infraestrutura para irrigação, entretanto até o presente a área em operação só tem chegado a 1.300 ha aproximadamente.

O Projeto é conhecido há muitos anos por apresentar notáveis problemas de salinidade em seus solos. O DNOCS, nos anos 1968/70, contratou a Companhia Consultora Hidroservice para fazer um levantamento detalhado de solos e um estudo dos problemas de drenagem do projeto (Hidroservice 1970). Posteriormente nos anos 1976/77 através do Convênio SUDENE/DNOCS/EMBRAPA foi realizada uma amostragem sistemática da área em atual operação visando um diagnóstico mais detalhado do estado de salinidade na área (Cordeiro 1977). Foram tomadas amostras do solo a três profundidades (0-30, 30-60 e 60-90 cm) numa rede de pontos de 100 x 100 m (uma amostragem por ha cultivado). Da análise das 3.960 amostras se concluiu que 24% da área em operação apresentava solos sódicos, caracterizados por uma percentagem de sódio trocável maior que 15%, dos quais uma pequena parte de aproximadamente 4% também mostrava altos conteúdos de sais solúveis (CE 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 deste estudo se chegou a conclusão que os conhecidos problemas de salinidade no projeto de São Gonçalo, são principalmente de alta sodicidade, que afeta a estrutura do solo, e não de alta concentração de sais que diminuem a disponibilidade de água para os cultivos (Ayers & Westcot 1976). Atualmente, por força

do mesmo convênio, está se fazendo a complementação deste estudo para o restante da área irrigável do projeto.

Visando um melhor esclarecimento da possível influência da irrigação e das condições de drenagem no desenvolvimento do problema de sodicidade no solo, se decidiu fazer amostragens periódicas em 25 pontos fixos, distribuídos na área em operação do projeto. O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados desta pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na área em operação do Projeto (1.300 ha) foram escolhidos 25 pontos ao acaso, distribuídos em toda área e localizados em lotes trabalhados, regularmente, pelos colonos com cultivos de banana, arroz e tomate principalmente.

Em cada ponto se fez uma amostragem de solo em três profundidades (0-30, 30-60 e 60-90 cm) a intervalos de um ano nos meses de novembro/dezembro dos anos 1978, 1979, 1980 e 1981. Foi instalado também em cada ponto um poço de observação para verificar a flutuação do lençol freático com observações realizadas mensalmente de nov/1979 a nov/1980. Os poços de observação alcançaram a profundidade de 2.40 m abaixo do nível do terreno. No laboratório do Centro de Pesquisa do Trópico Semi-Árido (CPATSA) em Petrolina as amostras foram submetidas as seguintes determinações químicas:

- pH em água (extrato 1:1).
- CE do extrato de saturação.
- Cátions trocáveis (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) e cálculo da porcentagem de sódio trocável (PST).
- Cátions e Ânions solúveis no extrato de saturação (somente nas amostras de 1978).

Na análise final dois pontos deixaram de ser incluídos por diferentes causas que tornaram impossível a sua consideração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH encontram-se resumidos na Tabela 1. Da análise estatística verificou-se que houve diferença significativa entre os anos. Todavia do intervalo de valores pH encontrados nos quatro anos consecutivos se conclui que os valores pH estão dentro dos limites normais para o desenvolvimento dos cultivos e não apresentam nenhuma indicação ao desenvolvimento de condições indesejáveis para produtividade do solo no período do estudo.

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

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

Os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação em mmhos/cm a 25°C, encontram-se resumidos na Tabela 2.

Da análise estatística se verificou que não há diferença significativa entre os anos, indicando que os dados não mostram uma tendência de acumulação de sais solúveis no perfil do solo no período de observação, na profundidade de amostragem de até 90 cm. Nota-se também

que todos os pontos de observação mostram baixos valores de condutividade elétrica. Só um ponto no ano 1979 mostrava valores de CE maior que 4 mmhos/cm, considerado valor limite para solos normais. Entretanto nos anos seguintes voltou a baixar para valores menores que 4 mmhos/cm.

TABELA 2. Valores de CE (mmhos/cm a 25°C) de 23 pontos fixos de amostragem para os quatro anos de observação.

Ano	CE média (n= 69)	CE mínimo	CE máximo
1978	0,50 ± 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

Os valores de capacidade de troca de cátions nos 23 pontos de amostragens variam de 4 até 28 meq/100g de solo, segundo distribuição mostrada na Tabela 3. Conclui-se do quadro que se trata na maioria (88%) de solos de textura leve e média, apresentando apenas 12% de solos com textura pesada (Buckman e Brady, 1966).

TABELA 3. Distribuição de valores CTC nos 23 pontos de amostragens permanentes em três profundidades (69 amostras, valores médios de 4 anos).

CTC meq/100k	Número de Amostras	%
4 a 10	29	42
10 a 20	32	46
20 a 28	8	12
	69	100

Os valores de Porcentagem de Sódio Trocável (PST) estão resumidos na Tabela 4.

TABELA 4. Valores de PST nos 23 pontos fixos de amostragens para os quatro anos de observação.

Ano	PST médio	PST mínimo (n= 69)	PST máximo
1978	3,57 ± 4,89	0,99	33,04
1979	2,92 ± 1,79	1,11	10,99
1980	3,36 ± 4,52	0,46	26,75
1981	3,27 ± 4,00	0,40	24,55

Da análise estatística se verificou que não há diferença significativa entre os anos, indicando que os dados não mostram uma tendên

cia de aumento do PST durante a duração da pesquisa. Os altos valores do desvio padrão em relação a média, tal qual, os altos valores de PST máximo na Tabela 4 são devido a somente dois pontos (21 e 9) que mostram valores de PST muito maiores que os demais pontos como é mostrado na Tabela 5.

TABELA 5. Distribuição de valores PST nos 23 pontos de amostragens permanentes em três profundidades (69 amostras).

PST	Número de Amostras	%
< 5	55	80
5 - 9,9	8	12
10 - 14,9	3	4
> 15	3	4
	69	100

Da Tabela 5 conclui-se que 96% das amostras apresentam valores de PST menores que 15% e 80% das amostras valores de PST menores que 5%. Esta distribuição de valores PST concorda bem com os valores de Relação de Adsorção de Sódio (RAS) determinado com base no conteúdo de sais solúveis do extrato de saturação, conforme está mostrado na Tabela 6 (Richards 1954). Os valores de RAS correspondem às mesmas amostras e 2, 9 e 9.

TABELA 6. Distribuição de valores RAS determinados dos extratos de saturação.

RAS	Número de Amostras	%
< 1	50	73
1 - 1,9	14	20
2 - 3,9	1	1
4 - 5,9	2	3
> 10	2	3
	69	100

Dos dados acima apresentados se deve concluir que os pontos de amostragens que foram escolhidos ao acaso caíram quase todos em solos de classe normal, não apresentando alta concentração de sais solúveis nem alto teor de sódio trocável. Esta situação se deve indubitavelmente a qualidade da água de irrigação e as condições de drenagem natural na atual área em operação onde foi realizada a pesquisa.

Na Tabela 7 pode se observar dados de algumas análises da água de irrigação, realizadas durante o ano de 1980. Da análise média se conclui que a água é de baixo conteúdo de sais, todavia os sais presentes consistem na maior parte de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Ao concentrar-se a água do solo, como resultado do uso da água por evapotranspiração, pode haver tendência de precipitar-se carbonatos de cálcio e magnésio, aumentando assim a relativa con

TABELA 7. Análise da água de irrigação utilizada no Projeto São Gonçalo.

Data 1980	Canal	Cátions							ânions				RAS ajustado	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Soma	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Soma	pH		CE
												mmhos/cm		
	janeiro Norte	0,9	0,6	0,81	0,14	2,45	0	1,85	0	0,85	2,70	7,4	0,28	
	Sul	0,9	0,6	0,87	0,24	2,61	0	1,90	0	0,95	2,85	6,8	0,31	
	Fevereiro Norte	1,1	0,9	0,20	0,61	2,81	0	1,70	0,03	0,60	2,33	7,1	0,21	
	Sul	1,0	0,7	0,20	0,60	2,50	0	1,75	0,03	0,70	2,48	7,1	0,21	
	Julho Norte	1,0	0,4	0,59	0,15	2,14	0	1,75	0,07	0,50	2,32	7,2	0,24	
	Sul	1,0	0,6	0,58	0,15	2,33	0	1,80	0,08	0,50	2,38	7,1	0,23	
	Agosto Norte	2,6	0,7	1,02	0,48	4,80	0	2,95	0,03	2,00	4,98	6,7	0,53	
	Sul	2,4	1,2	1,10	0,55	5,25	0	2,80	0,03	2,15	4,98	6,3	0,61	
	Média	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
	a) Conc. 5 vezes	(6,8)	(3,6)	3,4	1,9	(15,6)	0	(10,3)	0,15	5,2	(15,7)		(1,65)	(1,49)
	b) Conc.5 X com. precipitação (estimada)	4,3		3,4	1,9	9,6		4,2	0,15	5,2	9,55		0,8	2,3
	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)
	d) Conc.10 x com. precipitação (estimada)	4,5		6,7	3,7	14,9		4,4	0,3	10,3	15,0		1,3	4,5

centração de sódio.

Classificando-se esta água segundo as normas do manual 60 do USDA, temos: $CE = 0,33$ mmhos, $RAS = 0,66$ e $C.S.R. = 2,06 - (1,36 + 0,71) = 0$, água de classe C_2S_1 com ausência de carbonato de sódio residual, sendo considerada de boa qualidade para irrigação.

Classificando-se a água segundo as novas normas da FAO (Ayers & Westcot 1976) temos: $CE = 0,33$ mmhos e RAS ajustado = $0,99$. Concluímos que é improvável causar problemas de alta concentração de sais solúveis, porém pode causar problemas de baixa permeabilidade na capa superior do solo pela baixa condutividade elétrica da água. O valor do RAS ajustado parece ser muito abaixo do limite crítico de 6 para a argila do tipo montmorilonita, sendo assim improvável que esta água possa causar problemas de salinidade, usando-se em solos de textura média a leve sempre que haja uma pequena percentagem de lavagem.

Classificando-se ainda a água segundo o sistema de Van Der Molen (1973) considerando a precipitação de carbonato de cálcio e magnésio ao concentrar-se a água dentro do solo pelo efeito do consumo de água pelas plantas, temos ao concentrar-se a água cinco vezes as concentrações indicadas na linha a da Tabela 7 e estimando a concentração de $Ca+Mg$ e HCO_3 que fica em solução depois de precipitar-se parte do Ca e Mg como carbonatos através do uso do monograma dado por Van Der Molen, obtemos as concentrações tal como indicado na linha b. Nota-se que a CE diminui a $0,8$ e o valor RAS aumenta a $2,3$ ambos valores sem perigo nenhum para as condições do solo. Ainda que se produza uma concentração de dez vezes temos as concentrações antes e depois da precipitação de carbonatos de cálcio e magnésio tal como indicado nas linhas c e d da Tabela 7, concluindo-se que tanto a CE de $1,3$ mmhos como o valor RAS de $4,5$ não chegam entretanto a valo

res críticos, o que leva a conclusão de que a composição dos sais dissolvidos na água de irrigação não causam uma situação perigosa com respeito a sodificação do solo ou ao desenvolvimento de altas concentrações de sais solúveis, sempre que haja uma pequena fração da água aplicada passando através do perfil do solo e drenando-se.

Com respeito a drenagem nos pontos da pesquisa se pode notar o seguinte:

A profundidade média do lençol freático como pode ser observado nos 23 poços de observação, variam de 0,74 à 2,32 m. abaixo do nível do terreno;

A profundidade máxima observada nos 23 poços varia de 1,30 a 2,40 m, ou mais já que a profundidade dos poços era de 2,40 m;

A profundidade mínima varia de 0,00 à 2,00 m;

Não existem drenos subterrâneos na área em estudo, os drenos parcelares abertos são distanciados a 200 m, com profundidade média de aproximadamente 1,5 m, encontrando-se em geral em mal estado de conservação, podendo entretanto drenar certas quantidades de água freática. Se sabe que em grande parte da área existe um extrato arenoso de boa condutividade hidráulica no subsolo (Hidroservice 1970) o qual pode permitir alguma drenagem subterrânea natural ao rio Piranhas, que atravessa a área estudada, e cujo leito foi retificado, ampliado e aprofundado nos anos 1971/1972.

CONCLUSÕES

Durante os quatro anos desta pesquisa não foi possível detectar um aumento de salinidade nem de sodicidade do solo nos 23 pontos de

amostragens permanentes, escolhidos ao acaso na área em atual operação do Projeto de Irrigação de São Gonçalo. Aparentemente isto se deve a boa qualidade da água de irrigação em combinação com certo grau de drenagem natural que existe nesta área. Para maior confirmação destas conclusões é recomendável se repetir as amostragens nos mesmos pontos após um período de cinco anos.

Cabe destacar que na parte restante do projeto, atualmente sem operação, a situação será menos favorável, pois os solos desta área na maioria apresentam textura pesada, com perfil muito pouco permeável e uma situação menos favorável para uma situação de drenagem natural (Hidroservice 1970).

Também se conclui que os problemas de solos sodificados do projeto não são devidos a irrigação com água do açude de São Gonçalo, porém deve haver existido desde antes do início da irrigação, originando-se na formação do próprio solo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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

BUCKMAN, H.O. & BRADY N.C. Natureza e propriedades dos solos; com pendio universitário sobre edafologia. 3 ed. Rio de Janeiro Freitas Bastos, 1974. 594p. il.

CORDEIRO, G.G. Caracterização de sais dos solos irrigados do Projeto São Gonçalo. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, Cen de Ciências e Tecnologia, 1977. 108p. Tese Mestrado.

HIDROSERVICE. Engenharia de Projetos Ltda., São Paulo, SP. Projeto detalhado de recuperação hidro-agrícola da bacia de irrigação de São Gonçalo. São Paulo, 1970. V.1 e 2.

MOLEN, W.H. van der. Salt balance and leaching requirement. INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT, Wageningen, Netherlands. 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 sodicos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1970. 172p. il. (USDA Manual de Agricultura 60).