

PROBLEMAS DE SAIS NAS ÁREAS EM OPERAÇÃO AGRÍCOLA DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO
DE SÃO GONÇALO^{1/}

GILBERTO GOMES CORDEIRO^{2/} e AGUSTIN A. MILLAR^{3/}



(A ser apresentado no Congresso de Irrigação e Drenagem, Salvador,
setembro 1978).

1/ Contribuição do Convênio DNOCS/SUDENE/EMBRAPA

2/ Engº Agrº M.S., Pesquisador do CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE.

3/ Engº Agrº Ph.D., Especialista em Pesquisa de Irrigação da FAO, Projeto
PNUD/FAO-BRA/74/008. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE.

Problemas de sais nas áreas
1978 FL - 00066



32057-1

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal caracterizar os problemas de sais no Projeto de Irrigação de São Gonçalo do DNOCS, em Souza-PB, visando a formulação de normas de manejo de solos e água.

Os estudos realizados foram de caráter geral sobre salinidade e conduzidos em 31 setores em operação agrícola do Projeto. Numa área de 1.294 hectares foram tomadas amostras, em quadrículas de 100 m de lado, às seguintes profundidades: 0-30, 30-60, 60-90 cm, totalizando 3.960 amostras. Em todas as amostras foram realizadas determinações de condutividade elétrica do extrato de saturação, pH, cálcio, magnésio, sódio, potássio, hidrogênio mais alumínio e alumínio trocável.

Foram feitos mapas setoriais de isolinhas químicas, definindo as áreas com diferentes problemas de sais.

Da análise dos resultados obtidos concluiu-se que o Projeto de Irrigação de São Gonçalo apresenta solos sódicos em 24% da área em operação, e solos salinos-sódicos em 4% da mesma área. Para as áreas afetadas por problemas de sais se fazem recomendações de manejo de culturas mais apropriadas, e de uso de gesso para a correção.

INTRODUÇÃO

O aumento da superfície irrigada no mundo é basicamente proporcional à necessidade de se produzir alimento em maior quantidade e qualidade, suficientes para atender a demanda da população mundial. Cerca de 80% dos solos irrigados no mundo estão localizados em zonas áridas e semi-áridas. A irrigação nessas regiões, acarreta perigo de aumentar a concentração de sais solúveis e sódio trocável, decorrentes, em grande parte, da baixa eficiência da irrigação e drenagem insuficiente. Esse problemas de sais atingem muitas vezes dimensões que afetam sensivelmente os rendimentos das culturas chegando em casos extremos a inutilizar os solos para produção agrícola.

Segundo Pizarro (12), na maioria dos perímetros irrigados do Nordeste existe problemas de salinidade que produzem diminuição nos rendimentos dos cultivos, chegando até ao abandono total das áreas. Nos projetos de irrigação do Nordeste, se estima que aproximadamente 20% da superfície atualmente irrigada estão afetadas por sais. Pizarro e Damasceno, citados por Goes (4) lançaram um alerta para o grave problema que se vem delineando, citando inclusive o caso do Projeto de Irrigação de Ceraima, localizado na Bahia que com 2 anos de atividade, de 619 ha em operação, tem 16 ha salinizados e abandonados, e outros 176 ha apresentam problemas menores de sais. Alguns trabalhos foram feitos no Nordeste, visando o aprimoramento e aplicação de tecnologias para o reconhecimento, e recuperação de solos afetados por sais (1, 10, 11, 15), contudo insuficientes para definir práticas de manejo e uso das áreas afetadas.

Para manter uma agricultura permanente sob irrigação em região árida ou semi-árida, é necessário o acompanhamento da evolução química dos solos submetidos a regime de irrigação intensiva a fim de caracterizar o aparecimento dos problemas de sais e a adoção de práticas de manejo.

O propósito deste trabalho foi caracterizar os problemas de sais do Projeto de Irrigação de São Gonçalo do DNOCS, visando a formulação de normas de manejo de solos e água.

MATERIAIS E MÉTODOS

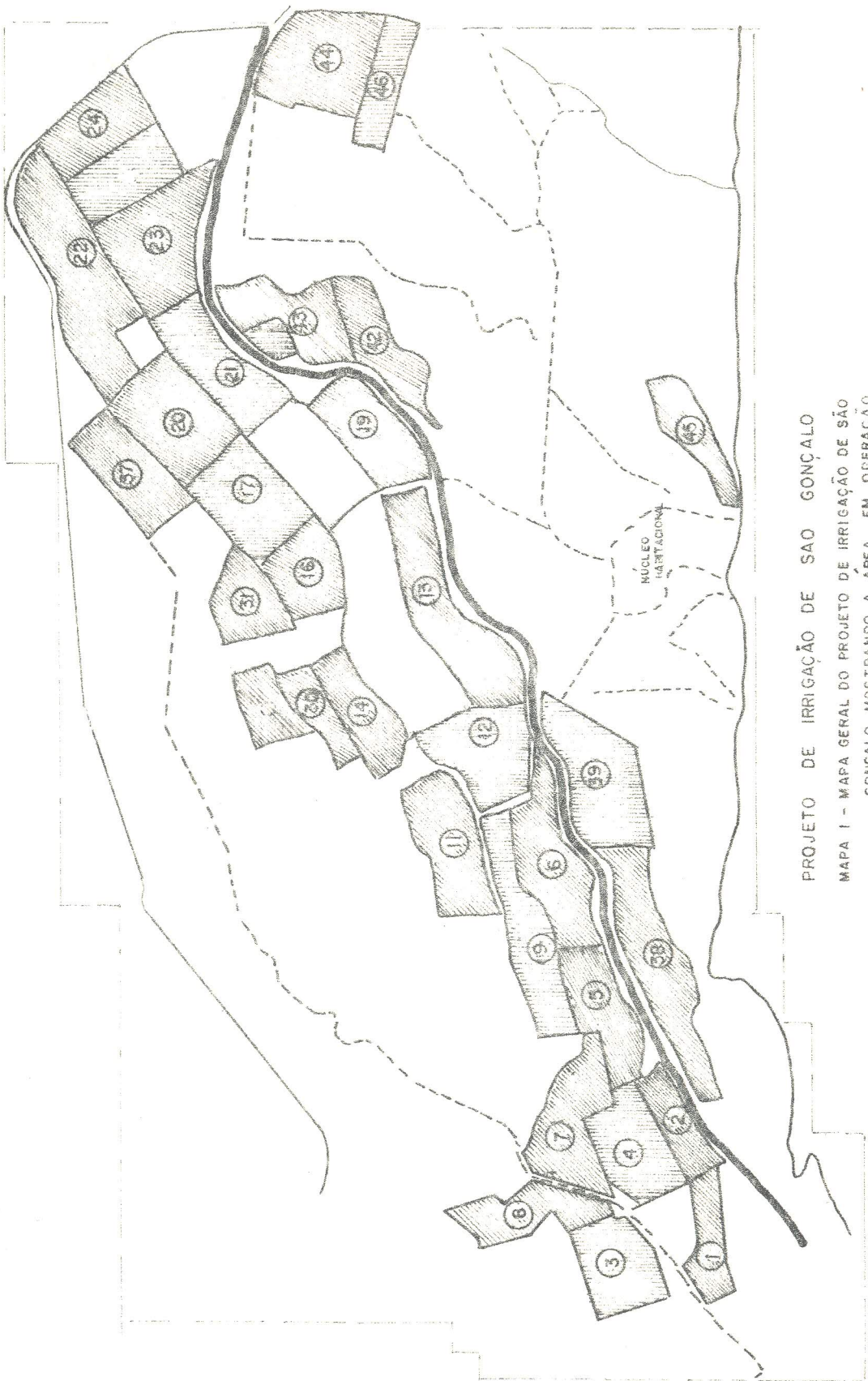
Descrição Geral da Área

O Perímetro de Irrigação de São Gonçalo do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), está localizado no Município de Souza-PB. De acordo com Hargreaves (5) a região é semi-árida. As maiores precipitações ocorrem no verão e outono e a temperatura média anual é superior a 18°C.

Os solos predominates na área do Projeto são aluviais. Os estudos pedológicos da área mostram uma ocorrência de solos com textura de 64%, média de 33% e arenosa de 3%. Cerca de 80% dos solos aluviais argilosos apresentam perfis com profundidade variando de 1 a 3 m sobre areia (8). Os dados de permeabilidade mostram valores de condutividade hidráulica (K) menor que 5 mm/h em 67% de área. Destes 67%, três quartos apresentam K igual a zero. Através de sondagens profundas realizadas na área pela Hidroservice (6), foi observado que a profundidade da camada impermeável varia de 0-13,8 m, formando uma bacia em forma de concha.

Coleta de Amostras e Preparação

As perfurações para coleta de amostras foram executadas em quadriculas de 100 metros, utilizando um trado tipo holandês, tomando-se amostras de camadas de 30 cm até 90 cm de profundidade, coletando-se 3.960 amostras num total de 31 setores do Projeto, indicados no Mapa 1. Os lugares de traçagem, foram marcados sobre mapas setoriais na escala 1:2.000. No laboratório, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira de 2 mm, e submetidas a análises físicas e químicas. Em 21 perfurações, com lençol freático a menos de 90 cm, coletaram-se amostras de água para análises químicas.



PROJETO DE IRRIGAÇÃO DE SÃO GONÇALO
 MAPA I - MAPA GERAL DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DE SÃO
 GONÇALO MOSTRANDO A ÁREA EM OPERAÇÃO
 USADA NO PRESENTE ESTUDO

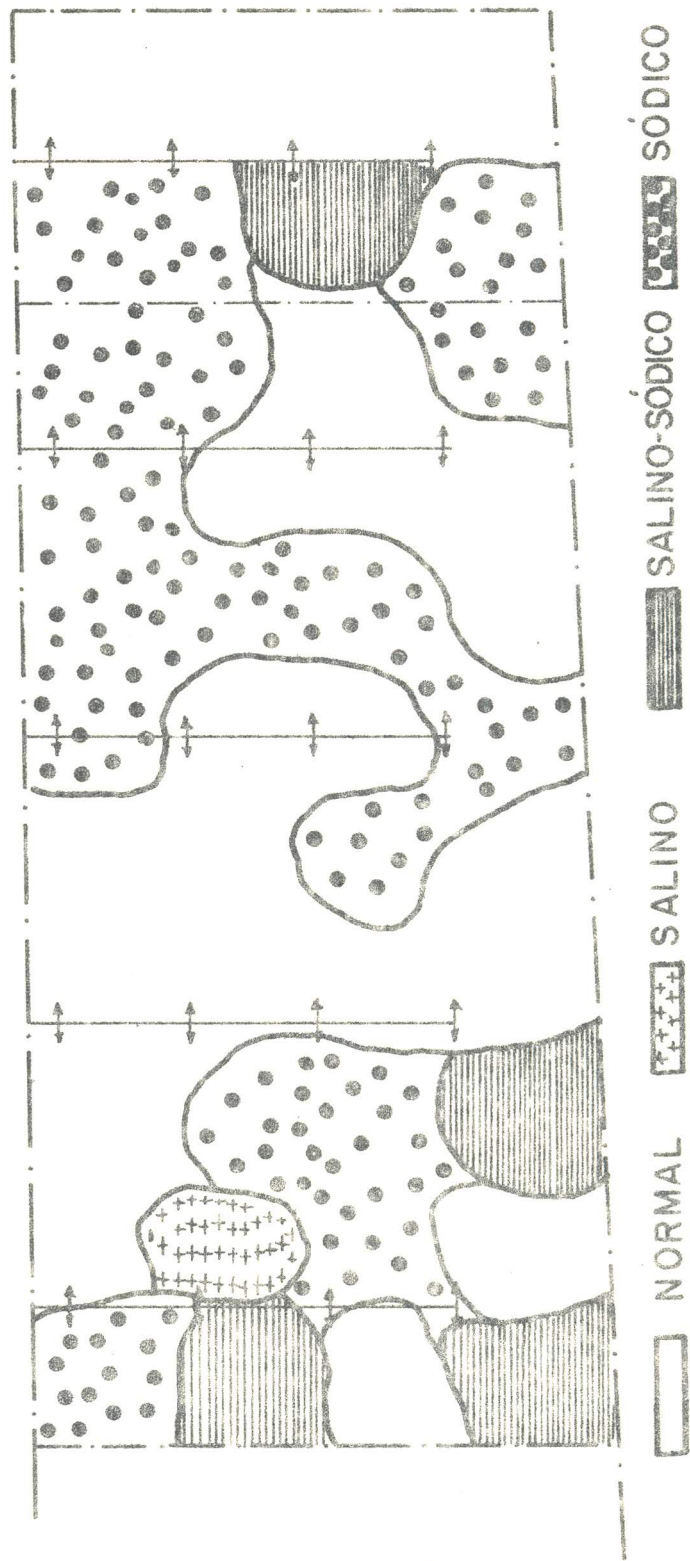
Determinações Químicas

No laboratório do CPATSA/EMBRAPA fizeram-se determinações de condutividade elétrica do extrato de saturação, pH em água e KCl, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio e Alumínio trocável, de acordo à metodologia tradicional (13, 14). Para as amostras que apresentaram condutividade elétrica acima de 1 mmho/cm, adotou-se uma metodologia diferente. Essas amostras foram lavadas com solução de álcool etílico a 60% em volume até reação negativa de cloreto e sulfato, antes de ser efetuada a extração com solução de acetato de amônio 1N pH 7 (2). O emprego direto do acetado de amônio 1N pH 7 na determinação de cations permutáveis, não tem aplicação em solos contendo sais solúveis. Neste caso seu uso fornece resultados imprecisos e a soma dos valores analíticos encontrados fica acrescida desses sais.

Também fizeram-se determinações de cations e anions solúveis. Dos extratos de saturação foram tiradas alíquotas para determinações de cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, bicarbonatos, cloretos, e sulfatos, segundo metodologia tradicional (3, 7, 13). Determinações qualitativas e quantitativas de gesso residual no solo foram feitas de acordo à metodologia de Richards (13).

Análise da Informação

Com base nos dados químicos para as três profundidades, traçaram-se isolinhas químicas sobre mapas na escala 1:2.000 para definir as áreas com diferentes graus de problema, segundo classificação de Richards (13), seguindo metodologia de Peña (9). Como exemplo, no Mapa 2 incluem-se os dados do setor 37, mostrando os problemas de sais para a camada 0-30 cm de profundidade.



Mapa 2. Problemas de sais no Setor 37 do Projeto de Irrigação de São Gonçalo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Situação Global da Área do Projeto

Os resultados das análises das amostras de solo relativas aos 31 setores em operação do Projeto São Gonçalo, num total de 1.294 ha, em termos de número de amostras por profundidade e faixa química, estão sumarizados nas Tabelas 1 e 2. Para cada uma das diferentes determinações fixaram-se faixas de variação e calculou-se a distribuição das amostras, em porcentagens, dentro dessas faixas (1).

De acordo com os resultados das análises químicas (Tabela 2), verificou-se que aproximadamente 4% da área em operação do Projeto apresenta condutividade elétrica do extrato de saturação maior que 4 mmhos/cm a 25°C e 24% da mesma área revelou porcentagem de sódio trocável superior a 15%, considerando as amostras até 90 cm de profundidade. Isto indica que a maior parte dos solos afetados por sais em São Gonçalo, classificados de acordo com Richards (13), são solos salinos-sódicos e sódicos. Verificou-se que nas áreas em que a CE foi maior de que 4 mmhos/cm e o PSI maior que 15%, para as diferentes profundidades, a CE manteve-se aproximadamente constante no perfil com um ligeiro aumento para a camada de 60-90 cm. Verificou-se ainda, que o PSI cresceu com o aumento da profundidade, indicando lixiviação do sódio.

O pH variou de neutro a alcalino em cerca de 68% da área, sendo que no restante da área a reação foi ácida.

Cerca de 33% da área possui cálcio trocável entre 10 e 19,9 meq/100 g de solo e no restante da área, o cálcio é inferior a 10 meq/100 g de solo, com valores apresentando pequena variação dentro das profundidades consideradas. Os teores de magnésio variaram entre 2 a 5 meq/100 g de solo em aproximadamente 79% da área, e 84% em média possuem potássio entre 0,2 e 2,9 meq/100 g de solo.

Tabela 1. Situação global, em hectare por faixas químicas e profundidades, dos problemas de sais em 1294 ha em operação do Projeto de Irrigação de São Gonçalo, PE.

Profundidade (cm)	C.E. mmhos/cm 25°C			P.S.I.			pH		
	0,0-3,9	4,0-11,9	12,0-19,9	> 20	< 15	> 15			
0 - 30	1242	47	2	3	1058	236	437	812	45
30 - 60	1247	47	0	0	965	329	383	828	83
60 - 90	1242	52	2	1	940	357	404	771	122

Profundidade (cm)	CÁLCIO meq/100 g de solo			MAGNÉSIO meq/100 g de solo			POTÁSSIO meq/100 g de solo		
	0,0-9,9	10,0-19,9	> 20	0,0-1,9	2,0-4,9	> 5	0,0-0,19	0,2-2,9	> 3,0
0 - 30	861	432	1	260	655	379	115	1177	2
30 - 60	838	456	0	276	593	425	226	1067	2
60 - 90	867	430	0	281	549	467	252	1045	0

Tabela 2. Situação global, em termos percentuais por profundidade, dos problemas de sais em 1294 ha em operação do Projeto de Irrigação de São Gonçalo, PB.

Profundidade (cm)	C.E. mmhos/cm 25°C			P.S.I.			pH		
	0,0-3,9	4,0-11,9	12,0-19,9	> 20	< 15	> 15		0,0-6,9	7,0-8,4
0 - 30	95,98	3,63	0,15	0,23	81,76	18,24	33,77	62,75	3,48
30 - 60	96,37	3,63	0,00	0,00	74,57	25,43	29,60	63,99	6,41
60 - 90	95,76	4,01	0,15	0,08	72,47	27,53	31,15	59,44	9,41
Médias	96,04	3,76	0,10	0,10	76,27	23,73	28,17	62,06	6,43

Profundidade (cm)	CÁLCIO			MAGNÉSIO			POTÁSSIO		
	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo	meq/100 g de solo
0 - 30	66,54	33,38	0,08	20,09	50,62	29,29	8,89	90,96	0,15
30 - 60	64,76	35,24	0,00	21,33	45,83	32,85	17,47	82,46	0,35
60 - 90	66,85	33,15	0,00	21,67	42,33	36,01	19,43	80,57	0,00
Médias	66,05	33,92	0,03	21,03	46,26	32,71	15,26	84,43	0,10

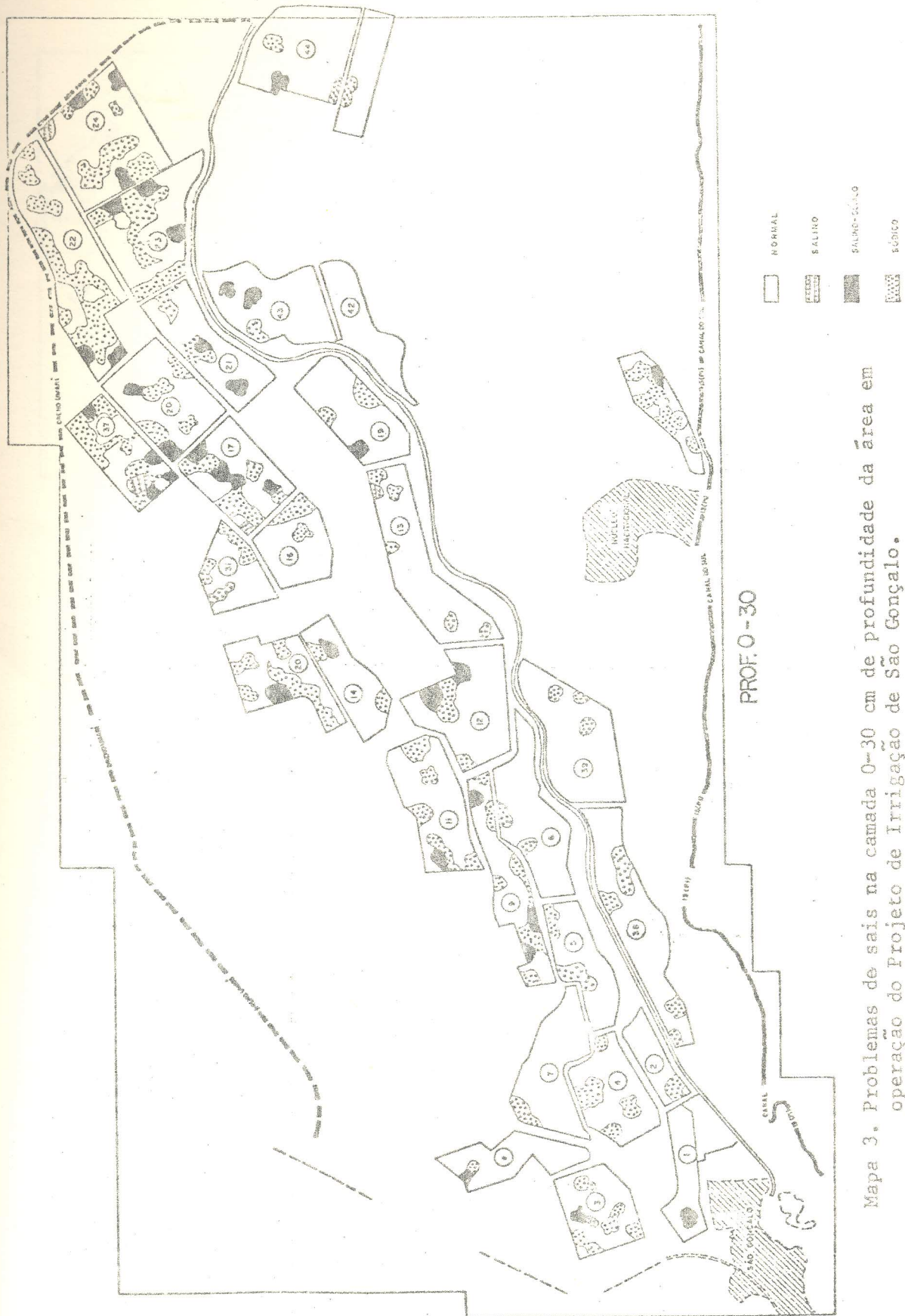
Analisando-se a situação de cada setor, verificou-se que os setores 1, 2, 7, 8, 38, 44 e 46 apresentam problemas mínimos de sais, sendo o setor 42 o único sem problemas. Os setores 3, 9, 17 e 37 apresentam $CE > 4$ mmhos/cm e $PSI > 15\%$, entretanto os setores 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 30, 31, 37, 39, 43 e 45 apresentam $PSI > 15\%$. Por outro lado, verificou-se que os setores 9, 16, 17, 37 e 45 apresentam aproximadamente 50% da área com porcentagem de sódio trocável superior a 15%. O teor de gesso nesses solos na maioria das áreas apresenta valores inferiores a 0,5 meq/100 g solo.

No Mapa 3 se mostra a situação global da área em operação do Projeto, identificando-se por setor os tipos de solo - normal, salino, salino-sódico e sódico - para a camada 0-30 cm de profundidade. O mesmo tipo de formação, a nível de projeto, para a profundidade 30-60 cm é apresentada no Mapa 4.

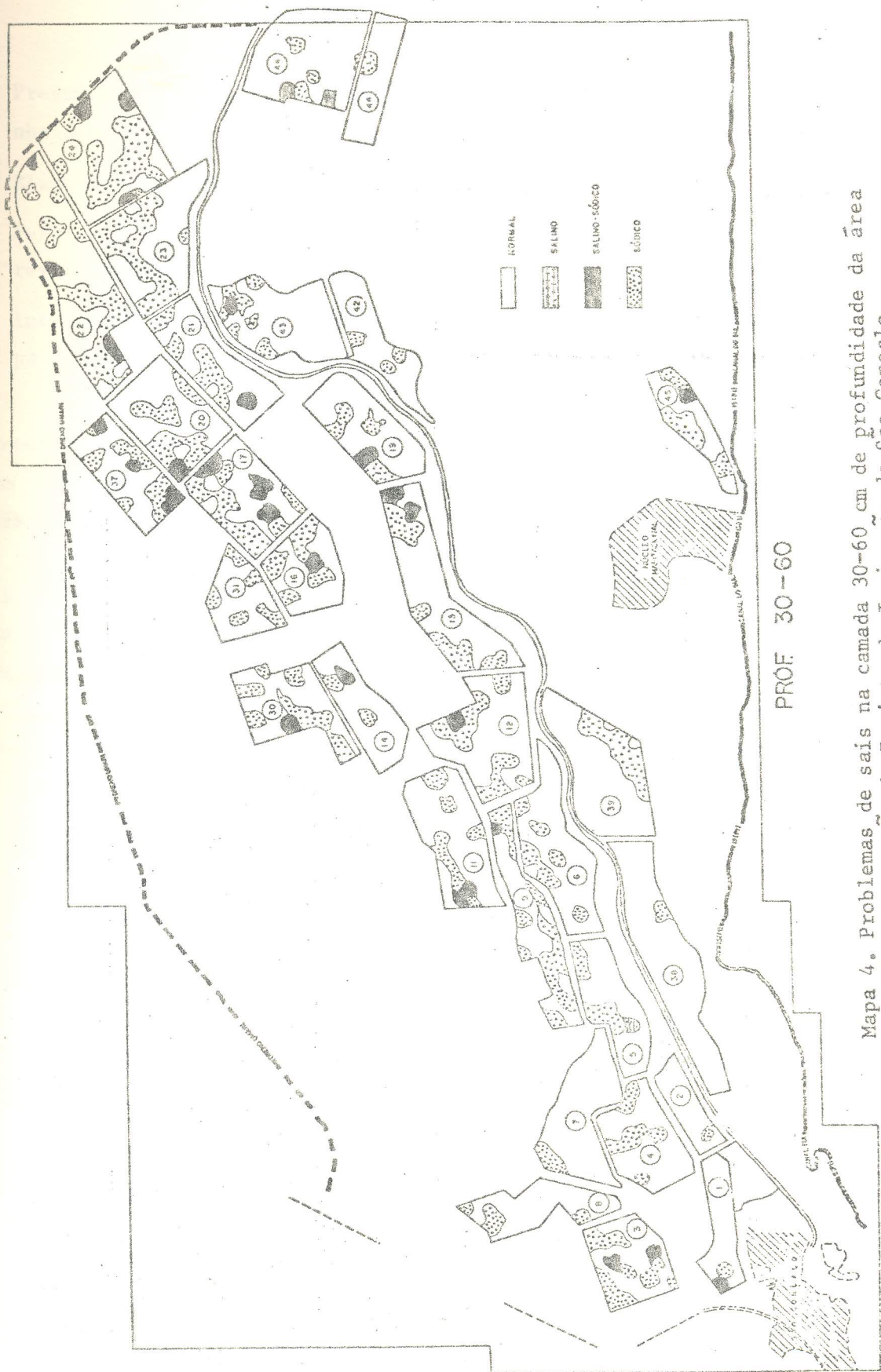
Possibilidade de Manejo na Situação Atual, e Recuperação Mínima por Setor

A operação e manutenção de um projeto de irrigação consiste, além de distribuir uma dotação adequada de água, na conservação dos sistemas e o controle da salinidade. A qualidade da água, as práticas de irrigação e as condições de drenagem são fatores importantes no controle da salinidade e do excesso de sódio. Em função desse estudo, verificou-se que o Projeto de São Gonçalo encontra-se com problemas relacionados com sais solúveis, e particularmente sódio trocável. Esses problemas são agravados mais ainda, devido as características físicas do solo que na sua maioria são de textura argilo-siltosa e com drenagem interna deficiente o que facilita uma maior acumulação de sais solúveis e sódio trocável, acarretando assim sérios problemas para exploração dessa área sob condições de irrigação.

Para as áreas mais seriamente afetadas por problemas de sais, quer seja devido a baixa permeabilidade do solo ou ao nível freático muito alto, deve-se adotar algumas práticas especiais de manejo, sobretudo os seguintes princípios gerais de recuperação de solos salinos e sódicos, que visam contribuir para o êxito das culturas sob irrigação.



Mapa 3. Problemas de sais na camada 0-30 cm de profundidade da área em operação do Projeto de Irrigação de São Gonçalo.



Mapa 4. Problemas de sais na camada 30-60 cm de profundidade da área em operação do Projeto de Irrigação de São Gonçalo.

- a. Prevenção de uma maior salinização ou resalinização depois de que se tenha conseguido a recuperação;
- b. Eliminação do excesso de sais solúveis lavando o perfil do solo;
- c. Permuta do sódio trocável por cálcio trocável e lavagem do sódio solúvel resultante desta reação de intercâmbio;
- d. Introdução de culturas resistentes e extratores de sais durante a etapa inicial de recuperação.

Na Tabela 3, apresenta-se o grau e tipo de problema, em termos percentuais por setor de irrigação, e as práticas que deverão ser introduzidas, bem como o problema dominante por setor e as necessidades de aplicação de gesso calculadas a partir dos dados de PSI e capacidade de troca de cations. As culturas selecionadas correspondem às indicadas na literatura como as mais tolerantes a sais, e exploradas na região. Outras práticas como aração profunda, subsolagem, aplicação de palha, etc., poderão ser introduzidas dependendo do solo. Contudo, qualquer prática de aplicação de gesso e lavagem, deverá estar associada com uma adequada e eficiente rede de drenagem. Da relação de culturas indicadas observa-se que arroz, algodão, tomate e milho são as predominantes devido à sua maior tolerância a sais. Banana e feijão ficam excluídos, exceto naqueles setores e áreas de setores insensíveis de problemas de sais.

Verificou-se que aproximadamente 24% da superfície irrigada em operação está afetada por sódio, podendo prever-se que, caso não se introduzam técnicas de controle e recuperação dos solos, esta porcentagem tenderá a aumentar. A maioria dos solos afetados são recuperáveis mediante uma melhoria de sua drenagem, realização de lavagens e em muitos casos correções químicas, particularmente adição de gesso.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem indicar as seguintes conclusões e recomendações:

Tabela 3. Características do problema nos diferentes setores do Projeto e suas possibilidades de manejo.

Setor ha	Z da área com problema		Problema dominante	Manejo		Necessidade de gesso (t/ha, cama da de 30 cm solo)
	C.E.	Sódio		Cultura	Recuperação	
01	32	< 10	-	Diversas	Nenhuma	-
02	26	< 10	-	Diversas	Nenhuma	-
03	40	10	sódico e salino sódico	Algodão, Arroz, Milho e Tomate	Gesso e lavagem	10,90
04	43	< 10	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	11,00
05	37	< 10	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	19,40
06	49	< 10	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	11,10
07	44	< 10	-	Diversas	Nenhuma	-
08	39	< 10	-	Diversas	Nenhuma	-
09	40	10	sódico e salino sódico	Algodão, Arroz, Milho e Tomate	Gesso e lavagem	21,50
11	45	< 10	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	23,80
12	53	< 10	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	18,00

Tabela 3. (Continuação). Características do problema nos diferentes setores do Projeto e suas possibilidades de manejo.

13	62	< 10	21	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	13,00
14	21	< 10	14	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	21,80
16	21	< 10	48	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	14,30
17	36	14	58	sódico e salino	Algodão, Arroz, Milho e Tomate	Gesso e lavagem	18,90
19	40	< 10	13	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	29,30
21	47	< 10	24	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	15,00
22	64	< 10	41	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	15,90
23	55	< 10	40	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	21,40
24	63	< 10	38	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	11,80
30	30	< 10	34	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	15,60
31	27	< 10	36	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	12,90
37	40	15	48	sódico e salino-sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	18,80

Tabela 3. (Continuação). Características do problema nos diferentes setores do Projeto e suas possibilidades de manejo.

38	54	< 10	< 10	-	Diversas	Gesso e lavagem	-
39	52	< 10	15	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	14,20
42	31	sem problema	-	-	Diversas	Gesso e lavagem	-
43	46	< 10	13	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	9,00
44	74	< 10	< 10	-	Diversas	Gesso e lavagem	-
45	23	< 10	46	sódico	Algodão, Tomate e Arroz	Gesso e lavagem	16,50
46	16	< 10	< 10	-	Diversas	Gesso e lavagem	-

1. O Projeto de Irrigação de São Gonçalo apresenta solos sódicos em 24% da área em operação, e solo salino-sódicos em 4% da mesma área.
2. Uma análise da situação setorial do Projeto indicou que:
 - a. O setor 42 é o único que não apresenta problemas de sais;
 - b. Os setores 1, 2, 7, 8, 38, 44 e 45 apresentam menos 10% da área com problemas de sais;
 - c. Os setores 3, 9, 17 e 37 apresentam problemas de sais solúveis e alta porcentagem de sódio trocável (solos salino-sódicos).
 - d. Os setores 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 37, 39, 43 e 45 apresentam porcentagens de sódio tróçavel superior a 15% (solos sódicos).
 - e. Os setores 9, 16, 17, 37 e 45 apresentam aproximadamente 50% da área afetada por sódio.
3. As necessidades de aplicação de gesso nos solos sódicos variam entre 9 e 29,3 toneladas por hectare.
4. De acordo aos problemas de sais, dominante na maioria dos setores, as culturas mais indicadas são: algodão, arroz, tomate e milho.
5. Recomenda-se, além de introduzir práticas de recuperação dos solos afetados, manter um esquema sistemático de acompanhamento da evolução dos problemas nas áreas não afetadas para que se possam adotar as práticas adequadas de manejo.

SUMMARY

The main objectives of this study were to characterize the salt problems in the São Conçalo Irrigation Project, Souza, PB., and to indicate general soil and water management practices.

General salinity studies were conducted in 1294 ha under cultivation. This area was sampled at three depths 0-30, 30-50 and 60-90 cm, in a 100 m network. Determinations of electrical conductivity, pH and exchangeable cations were done in all the samples.

From the results it was concluded that the São Conçalo Project presents sodic and saline-sodic soils in 24 and 47, respectively, of the irrigated land under operation. Sectorial and general maps of isochemical lines defining areas with different salt problems were made. Recommendations of soil and water management, appropriate crops, and use of gypsum are given for the affected areas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, T.A. dos S., MILLAR, A.A. & FERREIRA, J. Metodologia para acompanhamento da evolução de problemas de sais em áreas irrigadas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 39, Fortaleza, 1975. Fortaleza, ENOC/S/ARID, 1977. v. 3, p. 199-202.
2. DANTAS, H.S. Determinação de cations permutáveis em solos contendo sais solúveis. Recife. Instituto Agronômico do Nordeste, 1961. p. 29-41. (Boletim, 15).
3. EUA. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Washington, D.C., 1967. (Soil Survey Investigation Report 1).
4. GOES, E.S. de. Pré-diagnóstico sobre o problema de salinidade em perímetros de irrigação do Nordeste, Recife, SUDENE/DAA Divisão de Projetos Integrados. 1976. 8 p.
5. HARGREAVES, G.H. Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University, 1974. p. 1-10.
6. HIDROSERVICE ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Projeto detalhado de recuperação hidro-agrícola da bacia de irrigação de São Gonçalo: Levantamento detalhado dos solos. São Paulo, 1970. v. 1. 176 p.
7. JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-hall, 1960. 498 p.
8. MILLAR, A.A. Estudos de drenagem e recuperação de solos sódicos e salino-sódicos, s.l., s.ed., 1973, 8 p. Documento de trabalho apresentado para SUDENE.

9. PEÑA, I. de la. Normas para efectuar estudios de salinidad. Bol. del Comité Directivo Agrícola del Distrito de Riego del Rio Yaqui, Sonora, 7 (23):5-15. 1968-1969.
10. PEREIRA, E. SILVA, J.F. da. Efeito de diferentes níveis de gesso na correção de solos salino-sódicos do perímetro irrigado de Poço da Cruz. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3º, Fortaleza, DNOCS/ABID 1977.
11. PEREIRA, Z.M.R. Possibilidade do uso de água salina na recuperação de solos sódicos do perímetro irrigado de São Gonçalo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3º, Fortaleza, 1975. Fortaleza, DNOCS/ABID, 1977. v.3, p. 208-218.
12. PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Fortaleza, SUDENE/DNOCS, 1976. 466 p.
13. RICHARDS, L.A. (ed.). Diagnóstico e rehabilitación de suelos salinos e sódicos. Washington, USDA, 1954. 172 p. (Manual de Agricultura, 60).
14. VETTORI, L. Métodos de análises de solo. s.l., MA/EPE, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).
15. WANDERLEY, G. Contribuição ao melhoramento dos solos salinos do projeto de Irrigação Cachoeira II. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3º, Fortaleza, 1975. Fortaleza, DNOCS/ABID, 1977. v.3., p. 235-245.