

616
631
PL
LUCILANE LIMA GOMES

DIAGNOSTICO DA SALINIDADE DO
SOLO NO PERIMETRO IRRIGADO DE
ITANS, CAICO - RN.

Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de Mos-
soró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

MOSSORO

R. G. NORTE - BRASIL

MARÇO - 1994

416
3d
NOG

LUCILANE LIMA GOMES

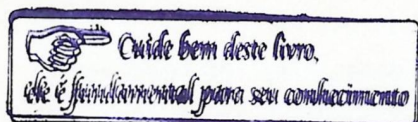
120010 TOLU
ORÇAMENTO
RECEITA
RECEITA
RECEITA
RECEITA
RECEITA
RECEITA

**DIAGNOSTICO DA SALINIDADE DO
SOLO NO PERIMETRO IRRIGADO DE
ITANS, CAICO - RN.**

120010 TOLU	120010 TOLU
ORÇAMENTO	ORÇAMENTO
RECEITA	RECEITA
RECEITA	RECEITA
RECEITA	RECEITA
RECEITA	RECEITA
RECEITA	RECEITA
RECEITA	RECEITA

Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola Superior de Agricultura de Mossoró para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.



MOSSORÓ

R. G. NORTE - BRASIL

MARÇO - 1994

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

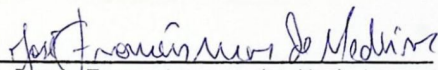
LUCILANE LIMA GOMES

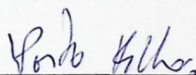
**DIAGNOSTICO DA SALINIDADE DO
SOLO NO PERIMETRO IRRIGADO DE
ITANS, CAICO - RN.**

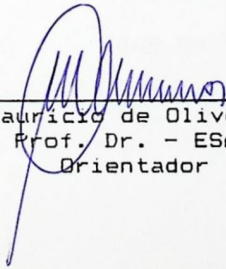
Orientador: Maurício de Oliveira

Monografia apresentada a Escola
Superior de Agricultura de Mos-
soró para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM: 14 / MARÇO / 1994


José Francismar de Medeiros
Engº. Agrº. Ms. - ESAM
Co - orientador


Francisco de Q. Porto Filho
Prof. Ms. - ESAM
Conselheiro


Maurício de Oliveira
Prof. Dr. - ESAM
Orientador

BCOT UFRRN CAMPUS MOSSORÓ	
Patrimônio Nº	20300759/1
Registro Nº	32.780
Data:	05/10/2015
Chamada Nº	633.416

BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA Escola Sup. de Agricultura de Mossoró - RN	
32.780	23/06/94

Ficha catalográfica preparada pelo setor de catalogação e classificação da biblioteca "Orlando Teixeira", ESAM.

Gomes, Lucilane Lima	
6631d	Diagnóstico da salinidade do solo no perímetro irrigado de Itans, Caicó - RN / Lucilane Lima Gomes. -- Mossoró - RN, ESAM, 1994.
62p.	
1. solos - salinidade 2. sodicidade 3. irrigação 4. Semi-árido	
CDD. 631.416	

Com gratidão aos meus pais, especialmente
minha mãe, Maria Lima, pelo sacrifício
em prol da instrução de seus filhos.

Em homenagem aos meus irmãos, Lucia-
no, Lucileudo e Iza, pelo incentivo
e amizade.

Com carinho aos sobrinhos, Alex,
Marília e Marcília, pela alegria
que me proporciona.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

- A Deus que me fez participante de sua filiação, inteligência, bondade e vida, nunca me abandonando nos momentos difíceis.
- Ao Dr. Maurício de Oliveira, pela orientação e estímulo constante durante a elaboração desse trabalho.
- Ao Professor da ESAM, Francisco de Queiroz Porto Filho e o Engº. Agrº. José Francismar de Medeiros pela sugestões apresentadas nesse trabalho.
- Ao Departamento Nacional de Obras Conta à Seca (DNOCS), na pessoa do Engº. Agrº. Francisco de Moraes, por ter permitido a coleta das amostras de solos no Perímetro Irrigado de Itans.
- A Toda equipe do Laboratório de Solos da ESAM, pelo carinho mim dispensado.
- Aos Amigos que formam a casa 05 da vila acadêmica da ESAM, que souberam manter um laço de amizade e respeito durante a realização do curso.
- Ao Colega de curso, Afonso Duarte, pelo auxílio na coleta das amostras.

Ao Irmão e amigo, Lucileudo Gomes, pela amizade e momentos de alegria e tristeza, vitórias e derrotas que juntos passamos durante o curso.

A Escola Superior de Agricultura de Mossoró , pela oportunidade concedida na realização deste curso, e ao Departamento de Solos e Geologia pela realização deste trabalho.

A Todos que, de qualquer maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

DADOS BIBLIOGRAFICOS DO AUTOR

LUCILANE LIMA GOMES, filho de José Tomaz Gomes e Maria Lima Gomes, nasceu no dia 3 de agosto de 1968, na cidade de Russas, Estado do Ceará.

Cursou o 1º e 2º grau no Centro Educacional Coronel José Epifânio das Chagas, na cidade de Morada Nova, Ceará. Ingressou no curso de agronomia em março de 1989, na Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM.

Durante o curso foi bolsita de trabalho durante um ano no setor de produção de mudas da ESAM, e pelo período de um ano e meio no projeto bicho-da-seda do Departamento de Fitossanidade da mesma Instituição.

No momento defende monografia para ser laureado Engenheiro Agrônomo.

SUMARIO

	Página
EXTRATO.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Extensão da Salinidade no Nordeste.....	04
2.2. Origem dos Sais e Salinização dos Solos.....	05
2.3. Classificação dos Solos Afetados por Sais.....	08
2.4. Efeito da Salinidade Sobre as Plantas e o Solo	09
2.4.1. Sobre as Plantas.....	09
2.4.2. Sobre o Solo.....	10
2.5. Qualidade da Água para Irrigação.....	13
2.6. Práticas de Manejo e Recuperação de Solos Afe-	
tados por Sais.....	16
3. MATERIAL E METODOS.....	19
3.1. Localização.....	19

3.2. Clima.....	19
3.3. Coleta e Preparação do Material.....	21
3.4. Procedimento Analítico.....	21
3.4.1. Análises Físicas.....	21
3.4.2. Complexo Sortivo.....	23
3.4.3. Extrato 1:5.....	23
3.4.4. Determinações Complementares.....	25
3.5. Classificação do Solo Quanto à Salinidade.....	25
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Caracterização Geral dos Lotes.....	26
4.1.1. Complexo Sortivo.....	26
4.1.2. Granulometria.....	28
4.1.3. Retenção de Umidade.....	30
4.1.4. Análise Físico-Química.....	30
4.2. Diagnóstico da Salinidade.....	37
4.3. Recomendações de Uso do Solo.....	39
4.3.1. Manejo do Solo e da Água.....	39
4.3.2. Monitoramento da Salinidade.....	44
5. CONCLUSÕES.....	46
6. RESUMO.....	47
7. LITERATURA CITADA.....	49
APÊNDICE.....	56

EXTRATO

GOMES, L. L. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, março de 1994. Diagnóstico da Salinidade do Solo no Perímetro Irrigado de Itans, Caicó-RN. Professor Orientador: Maurício de Oliveira. Co-orientador: Eng^o. Agr^o. José Francimar de Medeiros. Conselheiro: Prof. Francisco de Queros Porto Filho.

O trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado de Itans, no Município de Caicó-RN, com objetivo de diagnosticar a salinidade do solo do referido perímetro. Coletou-se amostras de solos, em sete lotes irrigados em 39 pontos, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, onde determinou-se o pH, PST e CEes. Com os dados analíticos obtidos classificou-se o solo quanto à salinidade. A partir dos resultados, concluiu-se que 62,8% e 40,8% da área estudada, respectivamente, nas camadas 0-10 e 10-20 cm de profundidades estão afetadas por sais, havendo predomínio de solos salinos sódicos.

1. INTRODUÇÃO

A área irrigada no Brasil tem aumentado continuamente com objetivo de incrementar a produção de alimentos. No trópico semi-árido brasileiro, uma das estratégias oficiais do Governo Federal para redução dos desvios ecológicos de escassez de água, tem sido ao longo dos anos, a implantação de perímetros irrigados. Tais projetos de colonização, contudo, têm trazido diversos problemas para o meio ambiente, principalmente pela degradação da fertilidade do solo devido ao avanço do processo de salinização induzida.

De acordo com AZEVEDO *et al.* (1987), com a implantação de projetos de irrigação nessas regiões, o surgimento de problemas como a salinidade e/ou excesso de sódio, se dá quando a drenagem é limitada em consequência da baixa permeabilidade dos solos bem como condições topográficas desfavoráveis. Em decorrência, tem-se verificado o incremento de áreas consideráveis no Nordeste com problemas de sais.

Segundo DAKER (1984), maior parte das áreas

salinas estão situadas em regiões áridas e semi-áridas, que abrangem cerca de 55% da área continental do globo. O Nordeste brasileiro apresenta 52% de sua superfície caracterizada como região semi-árida (SUDENE, 1977). Somente nos perímetros irrigados do DNOCS, GOES (1978) estimou que aproximadamente 25 a 30% de suas áreas estejam salinizadas.

No município de Caicó-RN, a prática da irrigação é uma atividade importante em virtude da ocorrência de deficit hídrico pronunciado. O Perímetro Irrigado de Itans/Sabugi, foi concebido com objetivo de promover o desenvolvimento da agricultura do município que tem toda sua área territorial em solos rasos, com clima semi-árido. Há registros de incrementos negativos na produtividade das culturas nas áreas irrigadas do citado perímetro, provavelmente pelo avanço na degradação do solo devido ao fenômeno da salinização, dentre outros fatores do meio.

Conforme MEDEIROS (1992), embora os sais tenham sua origem na intemperização das rochas ou dissolução dos minerais dos solos, a principal fonte de sais em solo irrigado, é a própria água de irrigação, a qual pode apresentar diferentes teores de sais. Dependendo da qualidade da água, estima-se que uma lâmina de 30 cm, pode incorporar entre 0,1 e 5 toneladas de sais no solo (RICHARDS, 1977).

Esses sais trazidos pelas águas superficiais e subterrâneas através de movimentos horizontais e verticais que, juntamente com os já existentes no solo, a evaporação e a falta de lixiviação (lavagem) ocasionam a deposição dos

mesmos em torno das raízes, causando às plantas um crescimento irregular e baixo rendimento. Considerando-se a transcendência econômica e social do problema de salinização, urge, portanto, que sejam realizados estudos no sentido de amenizar e/ou viabilizar a recuperação dessas áreas afetadas.

O presente trabalho tem como objetivo diagnosticar a salinidade do solo no Perímetro Irrigado de Itans e sugerir práticas alternativas de manejo do solo e da água na área estudada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Extensão da salinidade no Nordeste

Na região Nordeste, na maioria dos perímetros irrigados, com exceção daqueles que apresentam elevada pluviometria e boas condições de drenagem natural, há problemas de salinidade que produzem diminuição nos rendimentos das culturas, chegando até o abandono total das áreas. Estima-se que, aproximadamente 20% da área irrigada (2.500 hectares) até meados de 1976, estavam afetados por sais. A salinidade pode avançar quando, não se adotam medidas mínimas de caráter preventivo (PIZARRO, 1976).

Uma levantamento realizado no projeto de irrigação de São Gonçalo (área útil de 2.860 ha), localizado em Sousa, na Paraíba, feita por CORDEIRO (1977), detectou que 24% da área em operação mostravam problemas de salinidade. PEREIRA (1976) enfatiza os dados e estima que 35% da área útil do mesmo projeto tem problemas de alcalinidade.

De acordo com a revisão realizada por Pereira citado em CORDEIRO (1988), no levantamento de cerca de 1.110.000 Km nos estados da Bahia ao Ceará, foram mapeados no levantamento de reconhecimento-exploratório áreas correspondente a 85.931 Km de diferentes solos afetados pela salinidade natural (Planossolo Solódico, Solonetz Solodizado, Solonchack Solonétzico, Halomofico e outros), representando 7,74% da área. GOES (1978) avalia que cerca de 25 a 30% das áreas irrigadas apresentam problemas de salinidade. Durante sessenta e cinco sondagens no perímetro irrigado de Cachoeira-PE, WANDERLEY (1976), constatou que 20% da área total apresenta solo salinos e salinos-sódicos. Já o estudo de levantamento detalhado no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB, realizado por MILLAR & CORDEIRO (1978), mostrou que 24% da área em operação estava afetada. Levantamento efetuado mais recentemente por CORDEIRO *et al.* (1988), nos solos referentes a 20 setores do mesmo perímetro, não considerados no primeiro estudo, revelou que cerca de 40% da área encontram-se afetada por sais.

2.2. Origem dos sais e salinização dos solos

Os solos salinos se encontram principalmente em regiões de clima arido e semi-arido. Em clima úmido, os sais solúveis originalmente presentes nos materiais do solo e os formados pela intemperização dos minerais, comumente são levados, por percolação, as camadas inferiores até o lençol

freatico e daí transportados aos oceanos. Enquanto, nas regiões áridas, além da lixiviação não ser completa, a intensa evapotranspiração concorre para a concentração dos sais no solo e nas águas superficiais (RICHARDS, 1977; DAKER, 1984).

Os sais solúveis do solo consistem principalmente em várias proporções dos cátions sódio, cálcio e magnésio e dos ânions cloretos e sulfatos, sendo que, em quantidades menores, se encontram o cátion potássio e os ânions bicarbonatos, carbonatos e nitratos. A fonte original, e, de certo modo, a mais direta da qual provém estes sais, são os minerais primários que se encontram no solo e nas rochas expostas da crosta terrestre (RICHARDS, 1977; DAKER, 1984; CORDEIRO, 1988; CRUCIANI, 1989). Durante o processo de intemperização química que compreende hidrólise, hidratação, dissolução, oxidação e carbonatação, estes constituintes são gradualmente liberados e solubilizados (RICHARDS, 1977; CRUCIANI, 1989).

GHEYI *et al.* (1992), afirma que em solos das regiões áridas e semi-áridas, havendo boas condições de drenagem, os cations predominantes adsorvidos à micela são os de Ca e Mg. No entanto, em solos com drenagem inadequada ou alagados, durante o processo de concentração dos sais pela evaporação ou evapotranspiração, o cálcio e o magnésio na forma de carbonatos bem como de sulfato de cálcio são precipitados, devido serem os sais de menor solubilidade entre os acumulados. aumentando, deste modo, a proporção de sódio solúvel na solução do solo. BRADY (1989), enfatiza que em solos das re-

giões áridas bem drenados, os cátions cálcio e magnésio predominam, seguidos de sódio, potássio e hidrogénio. Quando a drenagem é insuficiente, há acumulação de sais alcalinos e o cátion sódio desloca o cálcio, dando origem aos solos sódicos.

A intemperização das rochas, *de per si* raramente tem ocasionado acumulação de grandes quantidades de sais em um determinado lugar (PIZARRO, 1978). Os solos salinos geralmente se encontram em áreas que recebem sais de outros lugares, tendo a água o principal agente transportador (RICHARDS, 1977).

PEREIRA (1981) afirma que, as altas concentrações de sais solúveis e de sódio trocável presentes nos solos afetados por sais são decorrentes das condições climáticas, topográficas e natureza do material de origem.

No entanto, o problema da salinidade tem maior importância econômica e social, quando, em consequência da irrigação, um solo normal torna-se salino. Neste caso, de acordo com BARRIOS (1976), os fatores diretamente responsáveis pela salinização podem ser assim relacionados: (a) uso de água de irrigação com alta concentração salina; (b) excesso de água de irrigação, que eleva o nível do lençol freático, permitindo o acúmulo de sais na superfície do solo, em decorrência da evaporação; (c) falta ou deficiência de drenagem; (d) elevação do lençol freático em decorrência da perda de água por infiltração nos canais e reservatórios; (e) acumulação de água de irrigação nas partes mais baixas do terre-

no. Em geral, a combinação de dois ou mais desses fatores é a causa da salinização das áreas irrigadas.

2.3. Classificação dos solos afetados por sais

Existem várias classificações para solos afetados por sais sendo que cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens. As quatro classificações mais importantes são a russa, a francesa, a da FAO e a americana. No Brasil, praticamente todos os laboratórios de salinidade trabalham com a classificação americana, proposta pelo USDA (United States Department of agriculture). Esta classificação utiliza fundamentalmente três parâmetros: Condutividade Elétrica no extrato de saturação (CEes); Porcentagem de Sódio Trocável (PST) e o pH na pasta de saturação (pHps).

Na classificação de solos afetados por sais, aplica-se o termo normal àqueles, cuja condutividade elétrica da pasta de saturação (CEes) é menor que 4 dS/m, porcentagem de sódio trocável (PST) é menor que 15% e pH inferior a 8,5. Os solos salinos são aqueles cuja CEes é maior que 4 dS/m e a PST é menor que 15%. Esses solos, com o pH geralmente inferior a 8,5, podem ser reconhecidos pela presença de crostas brancas na sua superfície, provocadas pela precipitação de sais. Os solos salinos sódicos são aqueles, cuja a CEes é maior que 4 dS/m e a PST é maior 15%. O pH raramente ultrapassa 8,5. Por último, os solos sódicos são aqueles que a CEes é menor que 4 dS/m e a PST é maior que 15%. O pH geral

mente varia de 8,5 a 10, e a grande dispersão de argila provoca sérios problemas de permeabilidade (RICHARDS, 1977).

2.4. Efeito da salinidade sobre as plantas e solo

2.4.1. Sobre as plantas

Quando as plantas se desenvolvem sob condições de salinidade e sodicidade, um dos sintomas mais característicos é a inibição do crescimento produzidos pelos sais, manifestado por desuniformidade na germinação, manchas desnudas, plantas definhadas e uma grande variabilidade espacial no crescimento geral. Todos esses indícios resultam em uma baixa produtividade das culturas (CORDEIRO, 1987).

Os danos causados pela salinidade são devidos principalmente à elevada pressão osmótica na solução do solo, o que reduz a disponibilidade de água para a planta. Como o efeito osmótico depende da concentração de sais, então existe uma relação direta entre a condutividade elétrica (CE) e a pressão osmótica (CRUCIANI, 1989).

Os sais, além de afetarem a disponibilidade de água, causam perturbação nutricional às plantas, dependendo do tipo de sal e do tipo de planta, o que dificulta a generalização. Por exemplo, sódio e cloro são responsáveis pelos danos às folhas de plantas frutíferas. O boro é um micronutriente que pode atingir níveis tóxicos em pequenas concentrações. Deve ser salientado que a toxidez, como é considera

da. não envolve necessariamente a ação direta do sal ou íons na superfície vegetal ou tecidos. Ela pode ser causada em parte através de efeitos na absorção de nutrientes essenciais ou metabolismo da planta (CRUCIANI, 1989).

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), a salinidade reduz a disponibilidade de água de forma similar para todos os tipos de plantas; no entanto, nem todos as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade. Algumas culturas são mais tolerantes que outras e podem extrair água com mais facilidade. A causa dessa diferenças de tolerância não é bem conhecida, entretanto, dados experimentais indicam que a tolerância das culturas é de 8 a 10 vezes superior à das culturas não tolerantes.

Para BRADY (1989), a capacidade dos vegetais superiores desenvolverem-se satisfatoriamente em solos salino depende de vários fatores interligados, dentre os quais se destaca: a constituição fisiológica da planta, seu estágio de crescimento e seus hábitos radiculares. SILVA (1983), afirma que espécies de crescimento lento são mais tolerantes aos sais do que de crescimento rápido.

2.4.2. Sobre o solo

Enquanto a acumulação de sais solúveis torna o solo floculado, fofo e bem permeável, o aumento do sódio trocável poderá torná-lo adensado, compactado quando seco, disperso e pegajoso quando molhado. Devido a estes fatos, o solo

sódico apresenta permeabilidade baixa, e qualquer excesso de água ficará acumulado na superfície do solo, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas por falta de aeração (GHEYI *et al.*, 1992).

Segundo CRUCIANI (1989), as propriedades físicas do solo são muito afetadas pela concentração de sódio no solo. A permeabilidade é talvez a mais crítica, sendo consequência do excesso de sódio uma impermeabilização do solo com redução drástica da sua condutibilidade hidráulica.

Quando há deficiência de chuvas para lavagem dos solos salinos, a tendência da argila é tornar-se sódica, naturalmente com a gradativa evolução do pH, modificação da estrutura granular, tornando-a mais impermeável e de uso mais restrito para agricultura (FONTENELE, 1976).

De acordo com AYERS & WESTCOT (1991), a dispersão do solo e a destruição de sua estrutura ocorre unicamente quando o teor de sódio supera o de cálcio numa proporção acima de 3:1. Este teor relativo de sódio provoca problemas sérios de infiltração da mesma maneira que uma salinidade muito baixa da água. Isto se deve à falta de cálcio suficiente para contrabalançar os efeitos dispersantes do sódio.

Conforme ZARTMAM & GICHURU (1984), os efeitos dos sais da água de irrigação nas propriedades do solo têm sido intensivamente pesquisados. Muitos estudos indicam que sais de cálcio geralmente melhoram as propriedades físicas do solo pela floculação de suas partículas, enquanto sais de sódio provocam deteriorização das propriedades físicas por

causa de seus efeitos dispersivos.

O efeito adverso do sódio trocável nas propriedades físicas do solo é bem conhecido, ainda que não se saiba precisamente a que PST o solo começa a perder a sua estrutura. Frequentemente, uma PST de 10-15% se apresenta como nível crítico. Nos solos arenosos uma PST de 25% poderá não mostrar efeito na estrutura do solo. Ao contrário, em solo argilosos uma PST de 5% já é considerada como alta, particularmente, em solos com minerais de argila do tipo 2:1, expansiva como a montmorilonita. Por este motivo para a classificação de solo sódico, em alguns países, o limite da PST é inferior a 15% (GHEYI *et al.*, 1992).

Para estimar a PST, RICHARDS (1977) apresenta dois procedimentos: (i) direto, no qual se determina o conteúdo de sódio trocável e a capacidade de troca de cátions através da seguinte relação: $100Na/CTC$; (ii) indireto, que estima a PST a partir da RAS, isto é, utilizando os cátions solúveis. BOWER & HATCHER (1962) observaram que para solos afetados por sais, a RAS do extrato de saturação talvez seja a melhor maneira de comparar os efeitos de Na sobre o crescimento das plantas e, sua correlação com PST, permite verificar os resultados da determinação direta dessa última característica do solo.

Sinanuworg e El-Swaify, citados por PEREIRA (1981), através de estudos de equilíbrio pesquisaram o intercâmbio Na-cations divalentes e derivaram a constante de Gapon para três vertissolos do Hawaí. Os valores de coefi-

cientes de regressão obtidos indicaram uma relação linear entre relação de sódio trocável (RST) e relação de adsorção de sódio (RAS). As constantes a e b da equação de regressão $RST = a + bRAS$, previamente reportadas por RICHARDS (1977), fornecem estimativas aproximadas e razoáveis da RST. Portanto, a estimativa da RST mediante a RAS, permite também a estimativa da PST do solo, pela equação: $PST = (RST/1 + RST)100$ (GHEYI *et al.*, 1992). Convém lembrar que, a estimativa da PST mediante este procedimento só deverá ser efetuada após a verificação da relação entre a RST e RAS.

2.5. Qualidade da água para irrigação

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), a qualidade da água pode variar significativamente segundo o tipo e quantidade de sais dissolvidos. As quantidades de sais são relativamente pequenas, porém significativas, tendo sua origem na intemperização das rochas e dissolução lenta do calcário, do gesso e de outras minerais.

AYERS & WESTCOT (1991) afirmam que, os problemas mais comuns que acontecem no solo os quais avaliam os efeitos da qualidade da água, são relacionados com a salinidade, a velocidade de infiltração, toxicidade e outros problemas. Eles ainda ressaltam que os efeitos adversos da qualidade da água dependem do solo, do clima, da habilidade e conhecimento no manejo do sistema água-solo-planta por parte do usuário.

Nas águas superficiais, o clima e o material de origem são fundamentais na determinação de sua composição, enquanto para águas subterrâneas, o teor de sais depende da origem da água, do curso sobre o qual flui, assim como da lei de solubilização dos íons, baseado no contato da água e subtrato que o armazena (Yaron, citado por MEDEIROS (1992) e SILVA JUNIOR, 1993).

Os principais fatores que controlam a salinização das águas subterrâneas do nordeste são apontadas por CRUZ & MELO (1969) em ordem decrescente de influência: (1) clima, (2) modo de ocorrência das águas (aquíferos livres e confinados), (3) condições de circulação (zoneamentos verticais) e (4) natureza geológica (influência litológica). No entanto, SANTOS *et al.* (1984), ao explicar as causas e processos que levaram a salinização das águas subterrâneas do aquífero fraturado da região cristalina semi-árida do Rio Grande do Norte, mesmo com base em estudos parciais, estabeleceram que existe uma estreita relação entre a salinidade das águas e as características das diferentes associações de solos presentes, ou seja, solo salinos - água salgada e solo não salinos - água doce ou salobra.

LARAQUE (1989), estudando o teor de sais das águas referentes a 33 açudes disseminados na zona semi-árida do Nordeste, observou que o tipo de solo da bacia hidrográfica do açude pode ser um parametro para avaliar o risco de salinização das mesmas, como também, açudes superdimensionados, sem transbordamentos frequentes, podem ter suas águas

salinizadas com o decorrer do tempo.

Em estudo para caracterizar as águas de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha-PB (MRH-89) utilizando 160 amostras de água de diferentes fontes, coletadas nas épocas chuvosa e seca, Costa citado por MEDEIROS (1992) conclui que, via de regra, o Na predomina em relação ao Ca e Mg, no entanto, na época chuvosa, com a diminuição da concentração de sais nas águas, em alguns municípios pode ser verificada a recíproca, sobretudo onde as concentrações de HCO_3 eram maiores do que as de Cl. Quanto ao ânions, o autor observou a tendência de predominância de HCO_3 ou cloreto para águas de concentrações de sais abaixo ou acima de $750\mu\text{S/cm}$, respectivamente.

PEREIRA *et al.* (1992), estudando a qualidade das águas superficiais na região do Seridó-RN, mensalmente, por um período de 4 (quatro) anos, verificou que, as águas de excelente qualidade tiveram de pouca a nenhuma dependência da pluviosidade, na sua concentração salina. As de qualidade boa a regular apresentaram uma ascensão aproximadamente constante na concentração de sais com a diminuição da pluviosidade nos meses secos. Enquanto, as classificadas com ruim ou péssimas, tiveram um aumento brusco na concentração de sais nos meses secos.

De acordo com PEREIRA *et al.* (1992), as águas classificadas de regular a excelente qualidade para irrigação na região do Seridó-RN, representam 71,9% das fontes pesquisadas. Este número é bastante expressivo e pode ser equipa-

rado ao obtido por COSTA et al. (1982) na vizinha região de Catolé do Rocha-PB (74,3% de boa qualidade). No entanto, deve-se ressaltar que os primeiros autores utilizaram a classificação descrita por PIZARRO (1978), enquanto, os segundos utilizaram a descrita por RICHARDS (1977), que é bem mais conservadora e, portanto, se deduz que a região do Seridó-RN contém proporcionalmente um número maior de fontes de água com maior salinidade que a região de Catolé do Rocha-PB.

2.6. Práticas de Manejo e Recuperação de Solos Afetados por Sais

A qualidade da água e o seu manejo nas irrigações e as condições de lixiviação e de drenagem do solo são aspectos importantes e que devem ser sempre observados. Inicialmente, em todo o projeto de irrigação, deve-se observar e corrigir todas as condições que possam agravar o problema de salinidade, com as perdas excessivas de água por infiltração nos sistema de armazenamento, condução e distribuição. Do mesmo modo, deve-se num distrito de irrigação, controlar o volume de água e o calendário de entrega de tal maneira a evitar o uso de uma quantidade excessiva, ou de um volume pequeno, não suficiente a uma edequada lixiviação do solo (DAKER, 1984).

Conforme GHEYI et al., (1992), existem, fundamentalmente, duas técnicas de recuperação de solos afetados por sais, que são a lavagem dos sais e aplicação de me-

lhoradores químicos. Entretanto, existem ainda outras técnicas auxiliares tais como: subsolagem, aração profunda, aplicação de adubos orgânicos, etc., que têm a função não exatamente de recuperar os solos, mas de tornar mais eficientes as técnicas fundamentais. Raramente se consegue a recuperação de solos salinos e/ou sódicos com o emprego de uma técnica apenas. Para se ter um processo de recuperação bem sucedido, usa-se a combinação de duas ou mais técnicas. Por exemplo, para solos salinos, as lavagens e aplicação de adubos orgânicos; solos sódicos, aplicação de melhoradores químicos, lavagens e adubos orgânicos.

Segundo BRADY (1989), têm-se utilizado três métodos gerais nas práticas de manejo, para manter ou melhorar a produtividade dos solos salinos e alcalinos. O primeiro é a erradicação, o segundo é a conversão de alguns sais em formas menos prejudiciais e, o terceiro, poderá ser designado como controle. Os dois primeiros consistem em tentativas para eliminar alguns sais, por processos diversos, ou torná-los menos tóxicos. No terceiro, são utilizados procedimentos de manejo agrícola que mantêm os sais tão bem distribuídos no perfil do solo, que evite concentração tóxica na zona radiculares das culturas.

PEREIRA & SILVA (1976), em solos salinos sódicos do Perímetro Irrigado de Poço da Cruz, observaram efeito benéfico da aplicação de gesso (5-20 t/ha) na diminuição da percentagem de sódio trocável, mostrando, assim, a possibilidade de melhorar os solos afetados do perímetro.

Adição de matéria orgânica em suas diversas formas, também tem sido estudada, a qual exerce uma considerável influência nas características físicas e químicas do solo, principalmente no que se refere a capacidade de troca de cátions e estabilidade dos agregados (MALAVOLTA, 1976; BRADY, 1989).

Dhawan *et al.*, citados por DHAWAN & MAHAJAN (1968), estudando o valor do esterco de curral, da Sesbania aculeata e da Ipomoea-grandiflora para melhorar os solos salinos e sódicos, verificaram efeito benéfico sobre as características desses solos.

DHAWAN & MAHAJAN (1968), ao estudarem o melhoramento dos solos salinos e sódicos pelo emprego da palha do arroz, verificaram diminuição no teor de sais solúveis, pH, índice de dispersão e percentagem de sódio trocável.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Localização

O presente trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado de Itans, situado, a 5 Km da cidade de Caicó-RN. O projeto está à jusante do açude público de Itans, banhado pelo rio Barra Nova. Tem uma área de 236 hectares, sendo apenas 108 hectares com terras irrigadas.

A área do projeto está incluída nos limites geográficos das coordenadas $6^{\circ}27'45''$ de latitude sul e $37^{\circ}05'45''$ de longitude oeste. Sua altitude media é de 151 m em relação ao nível do mar, na região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, no município de Caicó (Figura 1).

3.2. Clima

O clima da região é do tipo BSw^h segundo a classificação de Köppen, e 4aTh, pela classificação de Gaus-

sen (Brasil, 1971). A área pertence à diferenciação climática do tipo mediterrâneo quente semi-árido, com 7 a 8 meses secos, com temperatura máxima absoluta inserindo-se na isoterma de 38°C e pluviometria em torno de 750 mm (NIMER, 1989).

3.3. Coleta e preparação do material

As amostras de solos foram coletadas nos lotes irrigados do 1 ao 7, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, no terço inferior, médio e superior da margem direta do rio Barra Nova, seguindo-se a planta do projeto de irrigação. Ao todo, foram coletadas 78 amostras, conforme croqui apresentado na Figura 2.

No laboratório de Solos da ESAM, as amostras foram seca ao ar, destorroada e peneiradas em tamiz com abertura de 2,0 mm para obtenção da terra fina saca ao ar (TFSA). Na TFSA foram efetuadas as análises físicas, químicas e físico-químicas, conforme procedimentos específicos.

3.4. Procedimento analíticos

3.4.1. Análises físicas

A análise granulométrica foi feita pelo método da pipeta, através da agitação mecânica e do dispersante hexametáfosfato de sódio (EMBRAPA, 1979). Umidade de retenção foi determinada em panela de Richards, usando a pressão de

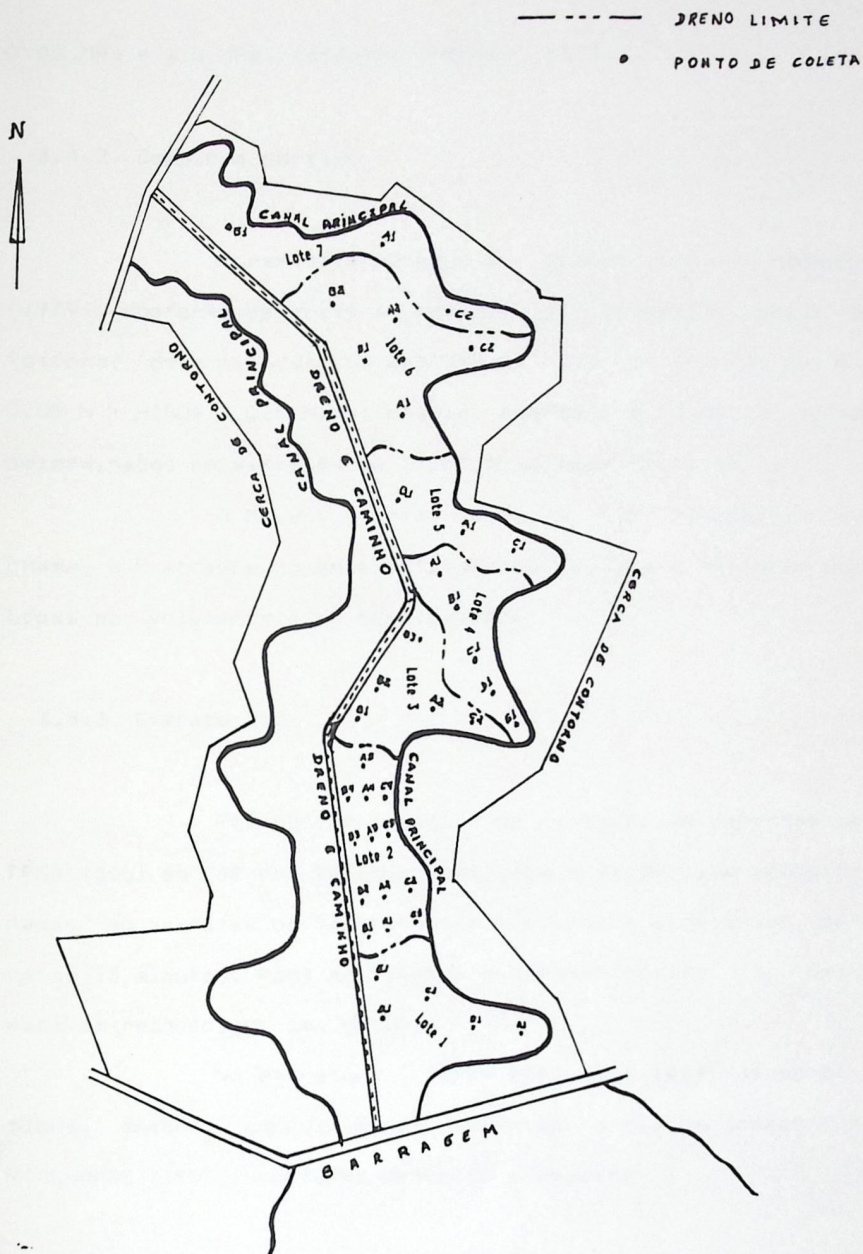


FIGURA 2: Distribuição dos pontos de coleta de amostras de solos na área irrigada do Perímetro de Itans (outubro de 1993).

0,03 MPa e 1,5 MPa, conforme EMBRAPA (1979).

3.4.2. Complexo sortivo

Foram determinados de acordo com a EMBRAPA (1979), conforme descrito a seguir: a) potássio, sódio e fósforo, determinados no extrato de 1:10 com solução de HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N; b) cálcio, magnésio e alumínio foram determinados em extratos de 1:10 de solução KCl 1 N;

O Na e o K foram dosados por fotometria de chama, o P através do espectrofotometro, Ca, Mg e Al foram obtidos por volumetria de complexação.

3.4.3. Extrato 1:5

Foi obtido a partir da agitação de amostras de TFSA (50g) em 250 cm³ de água destilada e deionizada acondicionadas em garrafas de Stohmann com movimentos giratórios, durante 15 minutos. Após agitação a suspensão obtida foi deixada em repouso por uma noite.

No extrato 1:5 foram efetuadas leituras de cátions, ânions, condutividade elétrica e pH, de acordo com RIACHARDS (1977), conforme descrito a seguir:

CATIONS:

- Determinação de Na e K

A metodologia de extração do Na e K no ex-

trato de 1:5 foi feito por fotometria de chama de emissão (EMBRAPA, 1979).

- As quantidades de Ca e Ca + Mg

Foram determinados por volumetria de complexação (EMBRAPA, 1979). Usou-se como indicadores murexida e eriochrome black-T, respectivamente, para o Ca e Ca + Mg. Suas determinações foram efetuadas pela titulação com EDTA 0,025 N.

ANIONS:

Para a extração dos anions CO_3 e HCO_3 no extrato 1:5 foram utilizados indicadores fenolftaleína e metilorange, respectivamente. Suas determinações foram efetuadas pela titulação com solução de H_2SO_4 0,05 N (EMBRAPA, 1979).

Na obtenção do íon cloreto (Cl) no extrato 1:5 foi usado como indicador o cromato de potássio e sua determinação foi efetuado pela titulação com Nitrato de prata (AgNO_3) 0,05 N (EMBRAPA, 1979).

CONDUTIVIDADE ELETRICA

Para determinação da condutividade elétrica, foram efetuadas as leituras no extrato 1:5, utilizando-se condutivímetro, conforme EMBRAPA (1979).

pH

As determinações de pH foram efetuadas em água nas proporções 1:1, 1:2,5 e 1:5 (RICHARDS, 1977).

3.4.4. Determinações complementares

Utilizando-se os valores da condutividade elétrica no extrato aquoso 1:5, estimou-se a condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes) através da expressão $CEes = 10,7546CE_{1:5} - 0,6939$, proposta por CASTRO (1992).

Com os teores de cátions no extrato aquoso 1:5 determinou-se a $RAS_{1:5}$ pela expressão $RAS = Na / [(Ca + Mg) / 2]^{\frac{1}{2}}$ proposta por RICHARDS (1977).

3.5. Classificação do Solo Quanto à Salinidade

Para cada lote, a partir da PST, CEes e pH médios para as camadas 0-10 cm e 10-20 cm de profundidade, classificou o solo como normal, salino, salino-sódico e sódico, conforme RICHARDS (1977).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização Geral dos Lotes

4.1.1. Complexos Sortivo

Os dados do Quadro 1, evidenciam alta fertilidade natural dos solos nas profundidades amostradas, havendo contudo a presença de íon sódio (Na) com valores elevados em todos os lotes estudados, além de restrições de potássio em alguns lotes. Os altos teores de fósforo no solo podem ser explicados devido o histórico do uso das áreas amostradas bem como se pode atribuir ao extrator empregado (Mehlich: $H_2SO_4 + HCl$), que pode extrair parte do fósforo supostamente ligado ao cálcio, dado aos altos valores de pH observados.

O alumínio trocável foi analisado, não sendo detectado. A ausência do alumínio é explicado pelos valores de pH, acima de 7,0 o que provoca sua precipitação para formas insolúveis (FASSBENDER, 1984). A reação do solo variou de

QUADRO 1. Variação da fertilidade geral do solo nos lotes estudados no perímetro irrigado de Itans, em outubro de 1993.

Lote	Prof.	pH (1:2,5)	Complexo Sortivo				P
			Ca	Mg	K	Na	
(cm)		-	----- cmolo.kg ⁻¹ -----				
1	0 - 10	7,4	8,54	5,28	0,45	2,26	125,6
	10 - 20	7,6	7,60	4,76	0,30	1,45	140,4
2	0 - 10	7,3	6,00	3,92	0,26	6,64	98,4
	10 - 20	7,6	5,61	3,29	0,15	3,11	89,5
3	0 - 10	7,3	3,88	1,92	0,28	1,41	78,2
	10 - 20	7,5	3,62	1,94	0,14	1,15	65,2
4	0 - 10	7,6	3,92	2,62	0,35	8,71	90,8
	10 - 20	7,6	3,00	2,10	0,24	4,90	78,6
5	0 - 10	7,4	5,70	3,27	0,37	0,75	87,3
	10 - 20	7,5	3,43	2,97	0,25	0,52	77,7
6	0 - 10	7,7	3,24	1,78	0,32	2,30	115,0
	10 - 20	7,6	3,10	2,06	0,28	1,04	121,0
7	0 - 10	7,6	10,07	7,60	0,18	9,18	31,3
	10 - 20	7,7	9,93	5,70	0,12	5,60	42,3

neutra a fortemente alcalina nas 78 amostras de solos estudadas (Apendice). Depreende-se disto, a possibilidade de indícios de avanço da salinidade nos materiais analisados.

4.1.2. Granulometria

Os valores médios das diferentes frações granulométricas nos estratos e lotes estudados são apresentados no Quadro 2.

Observa-se pequena variação na distribuição das partículas nas duas profundidades de amostragens. Quanto à classificação textural dos lotes, 43% são de areia franca, 43% são franco arenoso e apenas 14% correspondente ao lote 7, são solos de textura franco-argilo-arenoso (Apendice). O percentual de areia fina é sempre superior ao de areia grossa, indicando solos de textura média, com predomínio de frações mais finas (areia fina e silte). São elevados os teores de silte, o que pode oferecer problemas de infiltração de água no solo, quando sob condições inundadas, em decorrência do encrostamento, ou até mesmo "fragipã", oferecendo resistência a deformação quando seco. Os mais altos teores de argila são registrados nos lote 1 e 7, dado a condição topográfica de ambos. O lote 1 fica nas proximidades do açude, em área de menor cota do terreno (leito de vazante do Rio Barra Nova). O lote 7, fica no extremo Nordeste do perímetro, ao final do dreno principal. É uma área de péssima drenagem, com incidência de plantas higrófilas e halomórficas.

QUADRO 2. Análise granulométrica e retenção de umidade nas duas profundidades de solos amostrados no perímetro irrigado de Itans.

Lote	Prof.	Granulometria				Umidade ¹		
		A.G.	A.F.	Silte	Argila	CC	PMP	AD
		----- (%) -----				-----		
1	0 - 10	17	44	23	16	19,51	9,18	10,33
	10 - 20	17	46	22	15	18,67	8,36	10,31
2	0 - 10	10	55	25	10	16,52	5,95	10,57
	10 - 20	10	54	25	11	15,98	5,46	10,52
3	0 - 10	19	61	14	6	15,93	3,30	12,63
	10 - 20	16	63	14	7	16,26	3,20	13,60
4	0 - 10	9	69	16	6	15,62	3,37	12,25
	10 - 20	11	66	15	8	15,48	3,52	11,96
5	0 - 10	23	52	16	9	10,40	3,96	6,46
	10 - 20	23	52	16	9	10,07	4,04	6,03
6	0 - 10	14	64	17	5	11,93	3,06	8,87
	10 - 20	14	64	16	6	11,21	2,65	8,56
7	0 - 10	18	34	26	22	27,87	13,46	14,41
	10 - 20	24	36	21	19	22,23	11,97	10,26

¹CC, capacidade de campo (0,03 MPa); PMP, ponto de murcha permanente (1,5 MPa); AD, água disponível.

4.1.3. Retenção de Umidade

A umidade do solo retida a tensões de 0,03 MPa e a 1,5 MPa, que estima capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente (QUADRO 2), possibilita constatar que praticamente não houve variações de água retida às tensões aplicadas de lote para lote em relações as profundidades estudadas. Embora existam diferenças quanto aos conteúdos de água disponível, influenciado pelos teores de argila do solo. Tal afirmativa é corroborada pelos coeficientes de correlação (r) apresentados no Quadro 3. Observa-se, que as frações granulométricas mais grosseiras apresentaram correlação negativa com a retenção de água. Enquanto as de textura finas, a correlação foi positiva, visto que a umidade retida pelo solo é um fenômeno de superfície, ou seja, maior superfície específica (menor diâmetro de partícula), maior retenção de água pelo solo.

4.1.4. Análise físico-química

Os indícios de que o processo de salinização se instalou e avança nos solos podem ser evidenciados no Quadro 4. Em todos os lotes registram valores de pH próximos de 8,0, quer determinados na solução de solo (proporção 1:1 e 1:2,5), quer determinados na solução aquosa (extrato 1:5), evidenciando solos de PST elevada.

Os valores de condutividade elétrica (CE) no extrato 1:5 (Quadro 4), mostram uma diminuição da mesma com o

QUADRO 3. Matriz de correlação de Pearson entre as frações granulométricas do solo e retenção de água pelo solo em amostras do perímetro irrigado de Itans.

Fração granulométrica	Umidade ¹	
	CC	PMP
Areia Grossa	- 0,0549 ^{ns}	- 0,1307 ^{ns}
Areia Fina	- 0,5414**	- 0,7937**
Silte	0,4311**	0,5488**
Argila	0,7608**	0,9058**

¹CC, capacidade de campo (0,01MPa); PMP, ponto de murcha permanente (1,5 MPa).

QUADRO 4. Parametros fisico quimicos de solos nas duas profundidades amostrada em areas do perimetro irrigado de Itans.

Lote	Prof.	pH ¹	pH ²	pH ³	CE ³	CE _{ss}
	(cm)	-	-	-	---- dSm ⁻¹ ----	
1	0 - 10	7,5	7,4	7,3	0,34	3,0
	10 - 20	7,7	7,6	7,3	0,39	3,5
2	0 - 10	7,5	7,3	7,3	1,66	17,2
	10 - 20	7,8	7,6	7,5	0,40	3,6
3	0 - 10	7,6	7,3	7,1	0,36	3,2
	10 - 20	8,0	7,5	7,3	0,15	0,9
4	0 - 10	7,9	7,6	7,4	3,05	32,1
	10 - 20	7,9	7,6	7,4	1,13	11,5
5	0 - 10	7,7	7,4	7,2	0,24	1,9
	10 - 20	7,8	7,5	7,2	0,15	0,9
6	0 - 10	8,0	7,7	7,5	0,53	5,0
	10 - 20	8,0	7,6	7,4	0,22	1,6
7	0 - 10	7,9	7,6	7,9	1,59	16,4
	10 - 20	8,1	7,6	8,1	0,64	6,2

¹ Determinado no extrato aquoso 1:1.

² Determinado no extrato aquoso 1:2,5.

³ Determinado no extrato aquoso 1:5.

aumento da profundidade, provavelmente devido as altas taxas de evapotranspiração na area de estudo, como também, devido a maioria dos lotes se encontrava em pousio.

Os solos dos lotes 2, 4, 6 e 7, exibiram maiores totais de cátions e ânions no extrato 1:5. Percebe-se que nesses predoambientes ions cloretos e sódio predominam em relação aos demais (Quadro 5). Verifica-se ainda uma abundância desses ions na profundidade 0-10 cm em todos os lotes estudados, evidenciando o provável efeito da ascensão capilar dos sais na época mais seca do ano (período em que foram coletadas as amostras).

Observa-se no Quadro 6, um aumento considerável dos valores médios dos elementos alcalinos e alcalinos terrosos no extrato 1:5 em relação aos trocáveis nas duas profundidades estudadas. Estes valores percentuais elevados do sódio e potássio, decorreu da drenagem insuficiente nos lotes. Durante o processo de concentração dos sais pela evaporação ou evapotranspiração, o cálcio e magnésio são precipitados, por serem os sais de menor solubilidade entre os acumulados, aumentando, portanto, desse modo, a proporção dos sais alcalinos na solução do solo (BRADY, 1989; GHEYI *et al.*, 1992).

Examinando os valores da matriz de correlação simples entre a PST e os elementos alcalinos, alcalinos terrosos e RAS do solo em estudo (Quadro 7), observa-se que o sódio no extrato 1:5 explica a PST em 84,86% dos casos, podendo ser utilizado para tal fim, pois não difere estatísti-

QUADRO 5. Cátions e ânions determinados nos extratos aquosos 1:5 nas duas profundidades de amostragem dos solos do perímetro irrigado de Itans.

Lote	Prof.	Cátions				Ânions ¹	
		Ca	Mg	K	Na	HCO ₃	Cl
	(cm)	mmol.dm ⁻³					
1	0 - 10	1,08	0,90	0,58	2,17	1,52	2,06
	10 - 20	1,12	0,98	0,62	2,34	1,40	2,80
2	0 - 10	1,92	1,95	0,93	9,37	1,50	11,66
	10 - 20	0,84	0,63	0,38	3,21	1,34	3,63
3	0 - 10	0,84	0,60	0,34	1,92	0,80	2,88
	10 - 20	0,68	0,44	0,44	1,06	0,84	1,32
4	0 - 10	2,06	1,72	0,39	3,35	0,84	26,32
	10 - 20	0,70	0,90	0,42	7,61	0,88	9,24
5	0 - 10	0,77	0,90	0,46	1,23	1,40	1,87
	10 - 20	0,67	0,32	0,40	0,84	1,13	1,37
6	0 - 10	0,82	0,48	0,34	3,48	1,08	4,12
	10 - 20	0,64	0,32	0,33	1,51	1,24	1,88
7	0 - 10	1,10	1,17	0,22	11,16	2,47	12,27
	10 - 20	0,97	1,53	0,67	5,37	2,20	4,27

¹ Apenas as amostras do Lote 7, cujo pH no extrato 1:5 foi superior a 8,0 apresentaram carbonatos nos limite de detecção do método analítico empregado (0,8 e 0,4 mmol.dm⁻³, respectivamente, para as profundidades 10 e 20 cm).

QUADRO 6. Estimativa da relação percentual de elementos alcalinos e alcalino-terrosos determinados no extrato 1:5 e trocáveis na diferentes profundidades de amostragem dos solos do perímetro irrigado de Itans.

Lote	Prof.	Relação (E1:5/trocável)			
		Ca	Mg	K	Na
	(cm)	----- % -----			
1	0 - 10	13,4	22,4	166,8	108,9
	10 - 20	15,7	23,1	237,1	154,2
2	0 - 10	30,3	42,3	207,3	193,2
	10 - 20	16,0	21,3	268,0	111,3
3	0 - 10	21,9	29,7	145,9	135,4
	10 - 20	19,0	20,0	350,2	98,9
4	0 - 10	46,0	56,0	111,7	128,5
	10 - 20	24,6	26,5	163,9	134,1
5	0 - 10	13,8	32,0	112,8	157,3
	10 - 20	12,7	33,5	161,2	160,4
6	0 - 10	24,8	28,0	105,2	151,8
	10 - 20	20,8	15,9	153,7	143,7
7	0 - 10	12,4	15,4	108,5	115,7
	10 - 20	10,0	27,5	572,5	91,6

QUADRO 7. Matriz de correlação de Pearson entre percentagem de sódio trocável (PST) com elementos extraídos do complexo de troca dos solos e no extrato 1:5.

Característica	Extrato 1:5	Trocável
Ca	0,3956**	- 0,0666 ^{na}
Mg	0,3051**	0,0195 ^{na}
K	- 0,1181 ^{na}	- 0,1291 ^{na}
Na	0,8386**	0,8957**
RAS	0,8137**	-

camente ao nível de 1% do sódio no complexo sortivo.

O cálcio, magnésio e potássio não explica a PST em nenhum dos extratores utilizados.

4.2. Diagnóstico da salinidade

O Quadro 8, sumaria o nível de salinidade em duas profundidade nos lotes cultivados desde 1977, na área irrigada do perímetro de Itans. Através dos valores médios da Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes), percentagem de Sódio Trocável (PST) e do pH, podemos verificar que, o problema dominante na maioria dos lotes são de solos afetados por sais dos tipos: salino, salino sódico e sódico degradado. Apenas o lote 5, apresentou-se sem acúmulo de sais prejudiciais às culturas, mas se não adotarem medidas mínimas de caráter preventivo, o aparecimento do problema poderá ocorrer. A posição topográfica associada a textura média, com predomínio de areia sobre as frações mais fina pode explicar a razão pela qual o citado lote não apresentam problemas quanto à salinidade.

Pode-se inferir, contudo, que no geral os solos do perímetro apresenta-se predominantemente como salino sódico, com alta variabilidade espacial nos valores dos parâmetros que definem a salinidade, embora a reação do solo apresenta baixa variabilidade (média 7,8 com CV de 6,1%).

QUADRO 8. Estratificação dos níveis de salinidade nos lotes irrigados há cerca de 17 anos no Perímetro Irrigado de Itans.

Lote	Prof.	CE _{es}	PST	pH _{1:1}	Classe ¹
	(cm)	(dS.m ⁻¹)	(%)	-	-
1	0 - 10	3,0	13,6	7,5	Normal
	10 - 20	3,5	22,7	7,7	Sódico
2	0 - 10	17,2	30,5	7,5	Salino sódico
	10 - 20	3,6	26,0	7,8	Sódico
3	0 - 10	3,2	17,9	7,6	Sódico
	10 - 20	0,9	16,0	8,0	Sódico
4	0 - 10	32,1	25,5	7,9	Salino sódico
	10 - 20	11,5	26,0	7,9	Salino sódico
5	0 - 10	1,9	7,1	7,7	Normal
	10 - 20	0,9	6,0	7,8	Normal
6	0 - 10	5,0	24,2	8,0	Salino sódico
	10 - 20	1,6	14,7	8,0	Normal
7	0 - 10	16,4	33,6	7,9	Salino sódico
	10 - 20	6,2	25,8	8,1	Salino sódico
MEDIA	0 - 20	8,3	21,1	7,8	Salino Sódico
CV(%) ²		123	86	6	

¹Segundo a classificação do Laboratório de Salinidade do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

²Coefficiente de Variação.

4.3. Recomendações de uso do solo

4.3.1. Manejo do solo e da água

No início da implantação do projeto Itans já existiam áreas com problemas de sais, ocasionados por antigos pomares cultivados na época. Estas áreas foram aproveitadas com a implantação do projeto e ainda produzem, mas com baixo rendimento, principalmente, as cultura de milho e tomate*.

Além da salinização inicial, o problema se agravou nos últimos anos mediante a obstrução do sistema de drenagem. Durante o período chuvoso, os drenos ficam completamente cheios, encharcando todo o solo e não ocorrendo a lixiviação dos sais.

No manejo dos solos alcalinos e salinos, é extremamente importante a qualidade da água, especialmente no que concerne ao seu conteúdo de sais e a sua RAS. Convém lembrar que a qualidade da água de irrigação poderá variar durante o ano e, de ano para ano (MEDEIROS, 1992). Normalmente, na época seca do ano a água apresenta maiores concentrações de sais e nos anos de menores precipitações pluviométricas, também há uma tendência de ocorrer maiores teores de sais, devido a evaporação acentuada, principalmente, nos reservatórios a céu aberto, em ambiente de clima semi-árido.

* Entrevista com O Engº. Agrº. Francisco de Moraes, em 13/08/91 - arquivo de vídeo do prof. Maurício de Oliveira.

A Figura 3, mostram graficamente, os teores de sais na água do açude Itans no mês de outubro de 1984 e outubro de 1993, classificando-as em C2S1 e C3S1, para os respectivos anos. Verifica-se um incremento nos teores de CE e no pH da água de 1984 para 1993. No ano de 1984 a precipitação pluviométrica foi de 670 mm, enquanto em 1993 o pluviômetro registrou um total de 304 mm, considerada como baixa da média para região.

Na Figura 4 evidencia-se a distribuição geográfica dentro do perímetro irrigado, dos solos nos lotes irrigados. Verifica-se que na superfície (0-10 cm), há um predomínio de solos do tipo salino sódico, correspondendo a 42,0% da área total irrigada, além de 18,1% de solo sódico e 2,7% de solo salinos. Percebe-se contudo, que na profundidade 10-20 cm, predominam solos normais, embora 21,7% dos solos sejam salino sódico, 13,4% é sódico e 5,7% sejam salino (Figura 5), enfatizando as consequências do manejo inadequado do solo e da água.

Embora os solos afetados por sais, apresentem problemas diversos, o seu aproveitamento é possível para diversas finalidades. Adotando-se práticas de recuperação e manejo no conjunto solo-água-plantas, é possível melhorar áreas afetadas por sais.

Para as condições específicas do perímetro irrigado de Itans, práticas relativamente simples podem ser adotadas, principalmente, considerando-se que há um predomínio de solos salinos-sódicos:

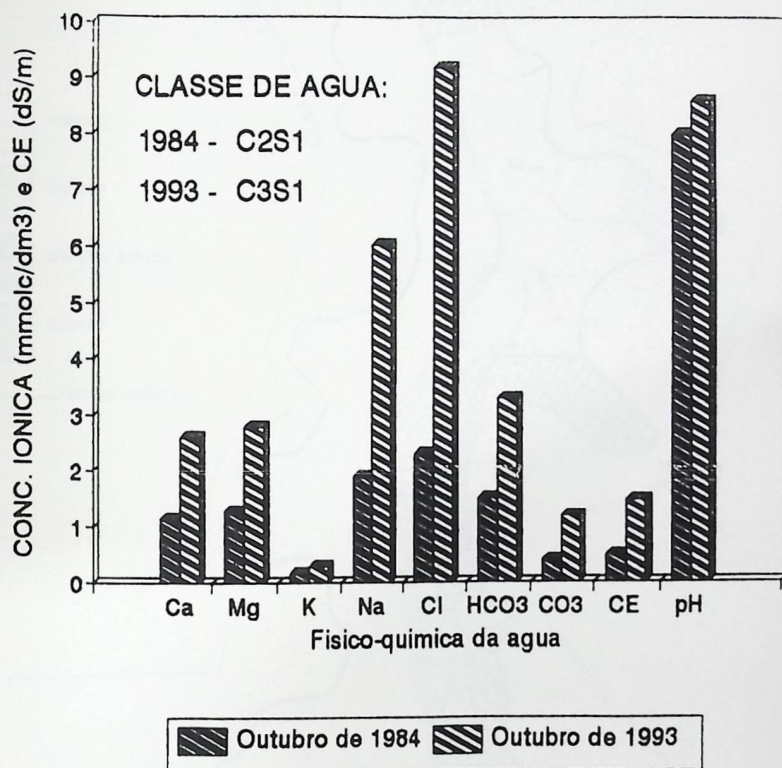


FIGURA 3: Característica Fisico-quimica da agua do acude Itans, nos meses de outubro de 1984 e 1993.

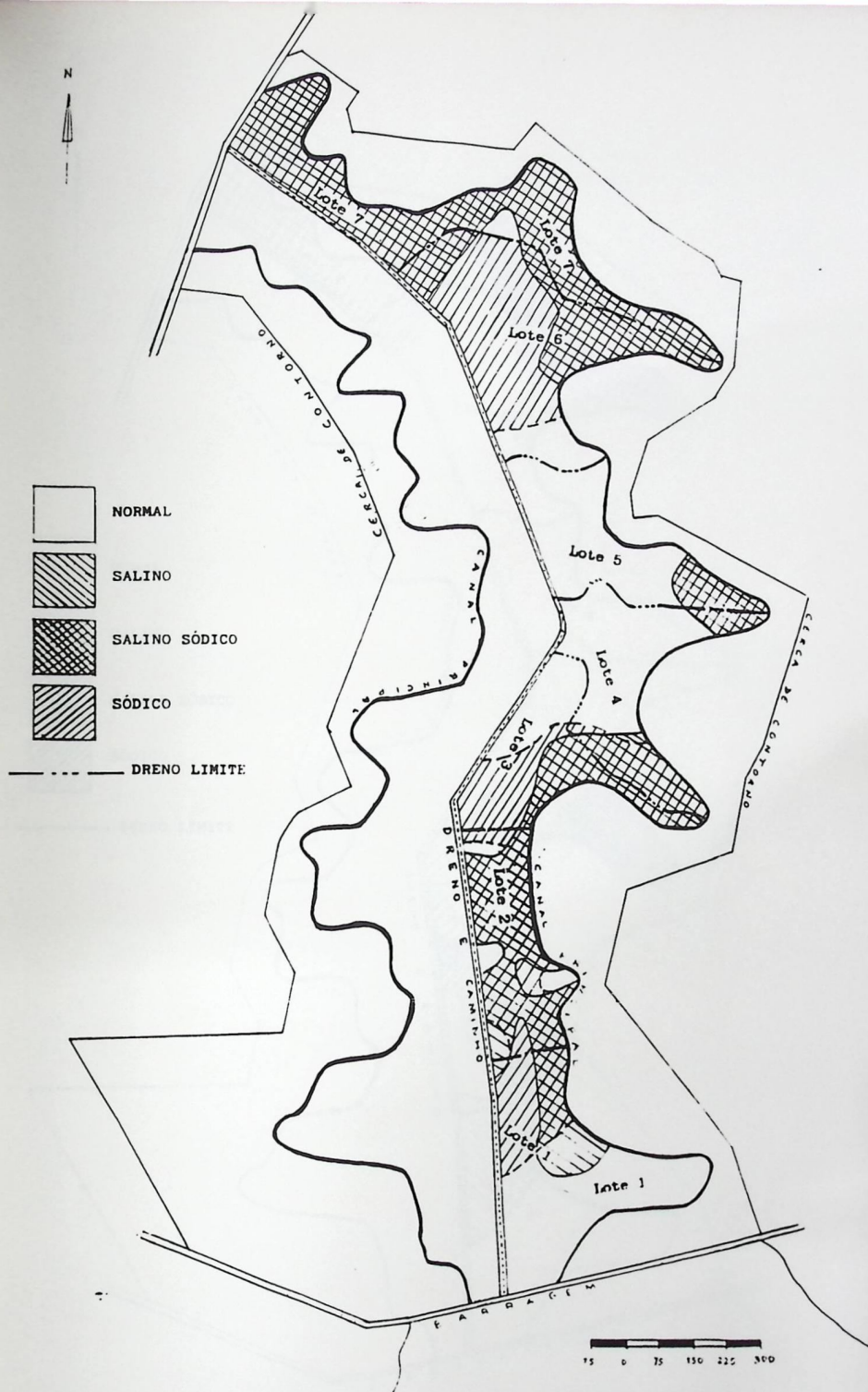


FIGURA 4: Classes de solos afetados por sais na camada de 0-10 cm de profundidade no Perímetro Irrigado de Itans.

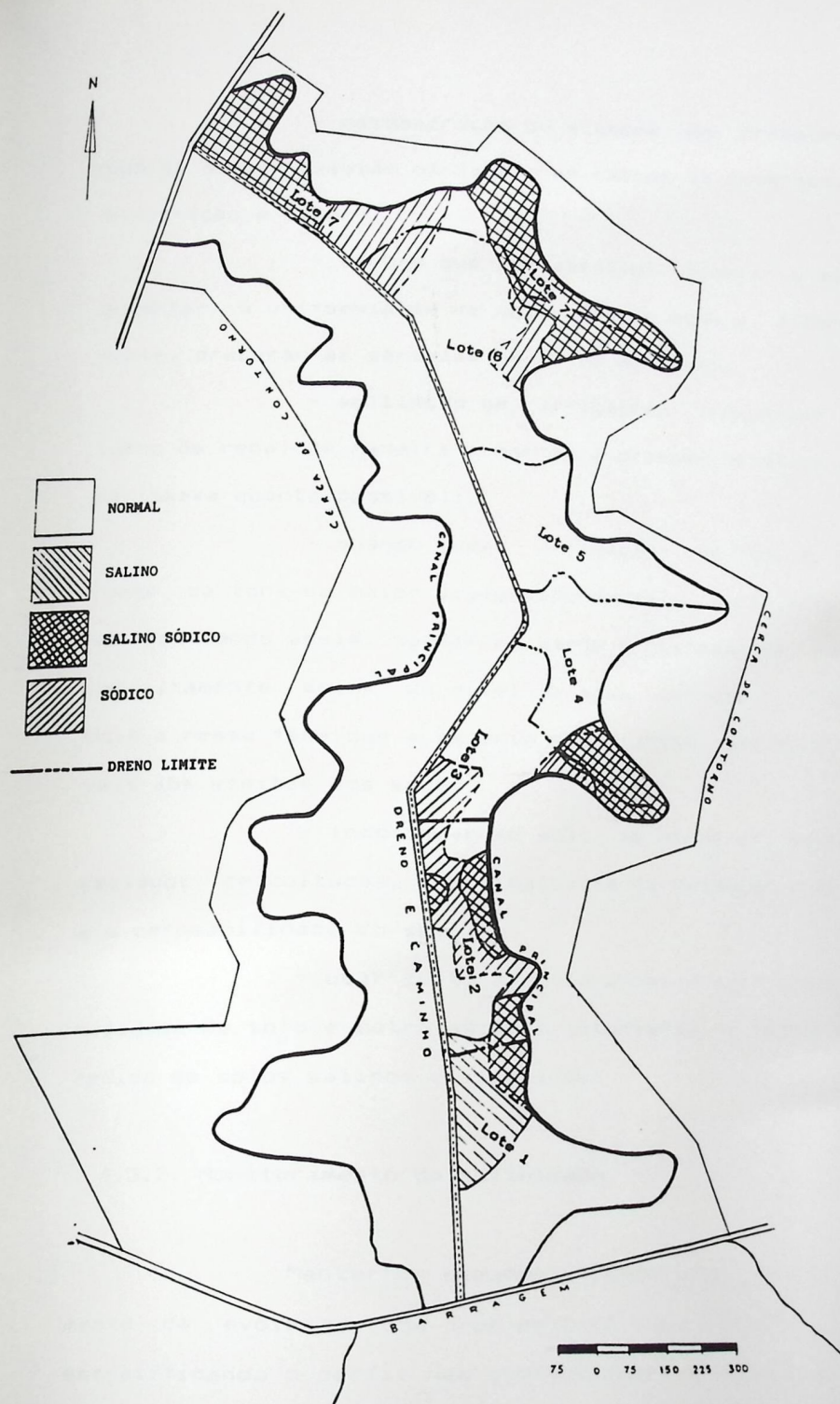


FIGURA 5: Classes de solos afetados por sais na camada de 10-20 cm de profundidade no Perímetro Irrigado de Itans.

- desobstrução do sistema de drenagem, para que se possa lixiviar os sais, nas épocas de invernos, onde a evaporação é menor.

- sempre que for possível, nivelar o solo para aumentar a uniformidade de aplicação de água e, alternativamente, preparar as parcelas em curva de nível;

- aplicação de irrigações frequentes (menor turno de rega) de maneira a manter a pressão osmótica do solo tão baixa quanto possível;

- quando usar irrigação por sulco, semear longe da zona de maior acumulação de sais, parte alta do camalhão. Sendo assim, semear na parte inclinada dos camalhões imediatamente acima do nível da água (durante a irrigação), pois é nessa fase que a maioria das plantas, são mais sensíveis aos efeitos dos sais;

- incorporar ao solo, se possível, esterco ou resíduos de culturas, com finalidade de melhorar a estrutura e a permeabilidade do solo;

- usar culturas tolerantes à salinidade e sodicidade do solo é outro aspecto importante no manejo bem sucedido de solos salinos e alcalinos;

4.3.2. Monitoramento da salinidade

Manter um esquema sistemático de acompanhamento da evolução dos problemas de sais em todo perímetro, estratificando o perfil nas profundidade de 0-5; 5-10; 10-20;

20-40; 40-60 e 60-90 cm em lotes considerados críticos em termos de salinidade no perfil (lote 2 e 7). No material coletado avaliar as seguintes características: pH (1:1), CEes, PST e RASes. A periodicidade de amostragens devera ser anual, de preferência antes de cada periodo chuvoso (meses de outubro a novembro).

A eficiência do sistema de drenagem pode ser avaliada periodicamente, pelas análise da água de escoamento dos respectivos drenos.

5. CONCLUSÕES

Conforme os dados obtidos nas condições estudadas, podemos concluir que:

No perímetro Irrigado de Itans, o problema da salinização é evidente, havendo, predomínio de solos salinosódicos.

Os solos afetados por sais representam 62,8% e 0,8% da área estudada, respectivamente, nas camadas 0-10 e 0-20 cm de profundidade.

O avanço da salinidade e alcalinidade pode ser incrementado caso práticas de redução e de convivência não sejam adotadas.

6. RESUMO

A implantação de projeto de irrigação nas regiões semi-áridas, leva ao risco de tornar os solos salinizados ou alcalinizados, devido ao avanço do processo de salinização induzida. Objetivando diagnosticar a salinidade do solo no Perímetro Irrigado de Itans, localizado no município de Calco, Rio Grande do Norte, foram coletadas amostras de solos em 39 pontos, nas camadas 0-10 e 10-20 cm de profundidade, no terço inferior, médio e superior da margem direita do rio Barra Nova, em sete lotes irrigados, totalizando 78 amostras. As análises físicas, químicas e físico-químicas foram realizadas de acordo com a metodologia da EMBRAPA, no laboratório de solos da ESAM. Em todas as amostras foram realizadas as seguintes determinações: granulometria, retenção de umidade, complexo sortivo, extrato 1:5, reação do solo na proporção 1:1, 1:2,5 e 1:5, além de fósforo assimilável. Com os dados analíticos obtidos classificou-se o solo quanto à salinidade. A partir dos resultados concluiu-se que 62,8% e 40,8% da área

estudada, respectivamente, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm estão afetadas por sais, havendo predomínio de solos salinos sodicos.

7. LITERATURA CITADAS

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

AZEVEDO, N. C.; GHEYI, H. R. Efeitos da aplicação de corretivos no cultivos de arroz (Oryza sativa L.) irrigado em solo salino-sódico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16., 1987. Jundiaí. Anais... Jundiaí: SBEA/Instituto Agrônômico, 1987. v.1, p.162-170.

OS, J. Prevencion de problemas de drenaje y salinidad de suelos irrigados. Juazeiro, BA: MINTER/SUDENE/IICA, 1976. 23p. (Curso sobre operacion y mantimento de perimetro irrigados).

OWER, C. A. & HATCHER, J. T. Characterization of salt - affectde soils with respect to sodium. Soil Science, v.93, p.275-280, 1962.

BRADY, N. C. Natureza e propriedade dos solos. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastros, 1989. 878p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Levramento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte. Recife, SUDENE, 1971. 531p.

ASTRO, E. B. de. Diagnose da salinidade de solos empregando extratos aquoso diluído (1:5), em bacias hidrográficas do semi-árido do Nordeste do Brasil. Mossoró: ESAM, 1992. monografia (Especialização: Irrigação e Drenagem)-ESAM, 1992.

ORDEIRO, G. G. Caracterização dos problemas de sais dos solos irrigados do projeto São Gonçalo. Campina Grande: UFPB/CCT. 1977. 108p. Dissertação (Mestrado em Solos) - UFPB, 1977.

_____. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnóstico e recuperação. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1988. 16P. (Documentos, 50).

_____. Salinidade em agricultura irrigada. Juazeiro: UNES/CENTRAL/PROINE, 1987. 44p. (Curso de Especialização em Irrigação e Drenagem).

CORDEIRO, G. G.; BARRETO, A. N.; CARVAJAL, A. C. N. Levanta-
mento das condições de salidade e sodicidade do projeto de
irrigação de São Gonçalo (2a parte). Petrolina: EMBRA-
PA/CPTASA, 1988. 57p. (Documentos, 54).

COSTA, R. G.; CARVALHO, H. O; GHEYI, R. H. Qualidade da água
de irrigação da microrregião de Catolé do Rocha-PB. Re-
vista brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.6, n.3,
p.242-244, set/dez. 1982.

CRUCIANI, D. E. A drenagem na agricultura. 4. ed. São Paulo:
Nobel, 1989. 337p.

CRUZ, W. B. & MELO, F. A. C. F. de. Zoneamento químico e sa-
linização das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil.
Boletim de Recursos Naturais, Recife, v.7, n.1/4, p.7-40,
jan/dez. 1969.

DAKER, Alberto. Irrigação e drenagem. 6. ed. Rio de Janeiro:
Freitas Bastos, 1984. v.3.

DHAWAN, C. L. & MAHAJAN, V.P. Melhoramento dos solos salinos
alcalinos pelo emprego da palha do arroz. Fertilite, v.32,
p. 27-36, 1968.

EMBRAPA. SNLCS. Manual de métodos de análises de solos. Rio
de Janeiro, 1979. "não paginado".

FASSBENDER, H. W. Química de Suelos: con énfasis en suelos de América Latina. San José: Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura, 1984. 398p.

FONTENELE, Osmar. Aproveitamento das áreas irrigadas, salinizadas de recuperação antieconômica com criação de peixes. Boletim técnico, Fortaleza, v.34, n.1, p.76-86, jan/jun. 1976.

SHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos. Campina Grande: UFPB, 1992. 70p. (Curso Internacional de Drenagem de Terras Agrícolas, 4).

OES, Edivaldo Sobral. O problema de salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e ação da pesquisa com visto a seu equacionamento. In: REUNIAO SOBRE SALINIDADE EM AREAS IRRIGADAS, Fortaleza, 1978. Anais... Fortaleza: SUDENE/DNOCS, 1978. p.4-24.

ARAQUE, A. Estudo e previsão da quantidade de água de açudes do Nordeste semi-árido brasileiro. Recife: SUDENE, 1989. 95p. (SUDENE. Série hidrográfica, 26).

ALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MEDEIROS, J. F. de. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistadas pelo GAT nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB. 1992. 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Engenharia de Irrigação e Drenagem) - UFPB, 1992.

ILLAR, A. A.; CORDEIRO, G. G. Caracterização dos problemas de sais dos setores de irrigação em operação do projeto São Gonçalo. In: REUNIAO SOBRE SALINIDADE EM AREAS IRRIGADAS, Fortaleza, 1978. Anais... Fortaleza: SUDENE/DNOCS, 1978. P.4-24.

MER, E. Climatologia da região Nordeste. In: _____. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1989. p.315-361. 421p.

RA, E. & SILVA, J. F. da. Efeito de diferentes níveis de gesso na correção de solos salino-sódico do perímetro irrigado de Poço da Cruz. In: SEMINARIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., 1975, Fortaleza. Anais... Recife: DNOCS/ABID, 1976. v.3, p.219-234.

REIRA, F. A. M. Metodologias de análises químicas para solos afetados por sais no Nordeste. Areia: UFPB/CCA. 1981. 71p. Dissertação (Mestrado em manejo e Conservação de Solos) - UFPB, 1981.

PEREIRA, F. A. M., et alii. Qualidade de água para irrigação no Serido-RN. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991. Natal. Anais... Fortaleza: ABID, 1992. v.1. t.1. p.543-562.

PEREIRA, Z. M. P. Possibilidade do uso de água salina na recuperação de solos sódicos do perimetro irrigado de São Gonçalo. In: SEMINARIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., 1975. Fortaleza. Anais... Recife: DNOCS/ABID, 1976. v.3. p.208-218.

PIZARRO, Fernando. Salinidad en los perimetros irrigados del Nordeste de Brasil. In: SEMINARIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., 1975. Fortaleza. Anais... Recife: DNOCS/ABID, 1976. v.3. p. 186-198.

_____. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid: Agrícola Espanola, 1978. 521p.

RICHARDS, L. A. (ed.) Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 6. ed. México: LIMUSA, 1977. 172p.

SANTOS, J. P.; AZEVEDO, S. G. de.; MISTRETTA, G. M. Novos aspectos da salinização das águas subterraneas do cristallino do Rio Grande do Norte. São paulo: IPT, 1984. 27p. (Comunicação Técnica, 314)

SILVA, A. Q. da. Efeitos do cloreto de sódio no crescimento, concentração de nutrientes e de sódio e nas características tecnológicas de seis cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench). Piracicaba: ESALQ. 1983. 175p. Tese de Doutorado.

LVA JUNIOR, L. G. de A. Método empírico para avaliação da qualidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB. 1993. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Engenharia de Irrigação e Drenagem) - UFPB, 1993.

JDENE. Relatório Anual. Recife, 1977. 82p.

DERLEY, Geraldo. Contribuição ao melhoramento dos solos salinos projeto de Irrigação de Cachoeira II. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., 1975, Fortaleza. Anais... Recife: DNOCS/ABID, 1976. v.3, p.235-

MAN, R. E. & GICHURU, M. Saline irrigation water: Effects on soil chemical and physical properties. Soil Science, v.138, n.6, p.417-422, 1984.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE BUREAU OF PLANT INDUSTRY BUREAU OF PLANT INDUSTRY BUREAU OF PLANT INDUSTRY

PLANT	INDUST.	PLANT	INDUST.	PLANT	INDUST.	PLANT	INDUST.	PLANT	INDUST.
1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
11	11	12	12	13	13	14	14	15	15
16	16	17	17	18	18	19	19	20	20
21	21	22	22	23	23	24	24	25	25
26	26	27	27	28	28	29	29	30	30
31	31	32	32	33	33	34	34	35	35
36	36	37	37	38	38	39	39	40	40
41	41	42	42	43	43	44	44	45	45
46	46	47	47	48	48	49	49	50	50
51	51	52	52	53	53	54	54	55	55
56	56	57	57	58	58	59	59	60	60
61	61	62	62	63	63	64	64	65	65
66	66	67	67	68	68	69	69	70	70
71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
76	76	77	77	78	78	79	79	80	80
81	81	82	82	83	83	84	84	85	85
86	86	87	87	88	88	89	89	90	90
91	91	92	92	93	93	94	94	95	95
96	96	97	97	98	98	99	99	100	100
101	101	102	102	103	103	104	104	105	105
106	106	107	107	108	108	109	109	110	110
111	111	112	112	113	113	114	114	115	115
116	116	117	117	118	118	119	119	120	120
121	121	122	122	123	123	124	124	125	125
126	126	127	127	128	128	129	129	130	130
131	131	132	132	133	133	134	134	135	135
136	136	137	137	138	138	139	139	140	140
141	141	142	142	143	143	144	144	145	145
146	146	147	147	148	148	149	149	150	150
151	151	152	152	153	153	154	154	155	155
156	156	157	157	158	158	159	159	160	160
161	161	162	162	163	163	164	164	165	165
166	166	167	167	168	168	169	169	170	170
171	171	172	172	173	173	174	174	175	175
176	176	177	177	178	178	179	179	180	180
181	181	182	182	183	183	184	184	185	185
186	186	187	187	188	188	189	189	190	190
191	191	192	192	193	193	194	194	195	195
196	196	197	197	198	198	199	199	200	200
201	201	202	202	203	203	204	204	205	205
206	206	207	207	208	208	209	209	210	210
211	211	212	212	213	213	214	214	215	215
216	216	217	217	218	218	219	219	220	220
221	221	222	222	223	223	224	224	225	225
226	226	227	227	228	228	229	229	230	230
231	231	232	232	233	233	234	234	235	235
236	236	237	237	238	238	239	239	240	240
241	241	242	242	243	243	244	244	245	245
246	246	247	247	248	248	249	249	250	250
251	251	252	252	253	253	254	254	255	255
256	256	257	257	258	258	259	259	260	260
261	261	262	262	263	263	264	264	265	265
266	266	267	267	268	268	269	269	270	270
271	271	272	272	273	273	274	274	275	275
276	276	277	277	278	278	279	279	280	280
281	281	282	282	283	283	284	284	285	285
286	286	287	287	288	288	289	289	290	290
291	291	292	292	293	293	294	294	295	295
296	296	297	297	298	298	299	299	300	300
301	301	302	302	303	303	304	304	305	305
306	306	307	307	308	308	309	309	310	310
311	311	312	312	313	313	314	314	315	315
316	316	317	317	318	318	319	319	320	320
321	321	322	322	323	323	324	324	325	325
326	326	327	327	328	328	329	329	330	330
331	331	332	332	333	333	334	334	335	335
336	336	337	337	338	338	339	339	340	340
341	341	342	342	343	343	344	344	345	345
346	346	347	347	348	348	349	349	350	350
351	351	352	352	353	353	354	354	355	355
356	356	357	357	358	358	359	359	360	360
361	361	362	362	363	363	364	364	365	365
366	366	367	367	368	368	369	369	370	370
371	371	372	372	373	373	374	374	375	375
376	376	377	377	378	378	379	379	380	380
381	381	382	382	383	383	384	384	385	385
386	386	387	387	388	388	389	389	390	390
391	391	392	392	393	393	394	394	395	395
396	396	397	397	398	398	399	399	400	400
401	401	402	402	403	403	404	404	405	405
406	406	407	407	408	408	409	409	410	410
411	411	412	412	413	413	414	414	415	415
416	416	417	417	418	418	419	419	420	420
421	421	422	422	423	423	424	424	425	425
426	426	427	427	428	428	429	429	430	430
431	431	432	432	433	433	434	434	435	435
436	436	437	437	438	438	439	439	440	440
441	441	442	442	443	443	444	444	445	445
446	446	447	447	448	448	449	449	450	450
451	451	452	452	453	453	454	454	455	455
456	456	457	457	458	458	459	459	460	460
461	461	462	462	463	463	464	464	465	465
466	466	467	467	468	468	469	469	470	470
471	471	472	472	473	473	474	474	475	475
476	476	477	477	478	478	479	479	480	480
481	481	482	482	483	483	484	484	485	485
486	486	487	487	488	488	489	489	490	490
491	491	492	492	493	493	494	494	495	495
496	496	497	497	498	498	499	499	500	500

APPENDICE

QUADRO A1: Cátions trocáveis, pH e fósforo assimilável no solo do Perímetro Irrigado de Itans, outubro de 1993

				pH	Cations Trocaveis				
Lote	Amost.	Prof.	(1:2,5)	Ca	Mg	K	Na	P	
-	-	(cm)	-	-----cmol /kg-----					mg/kg
1	A1	0-10	7,5	13,7	8,0	0,23	2,56	38	
1	A1	10-20	7,7	11,8	7,5	0,29	2,26	49	
1	B1	0-10	7,3	7,4	4,9	0,18	1,34	63	
1	B1	10-20	7,3	6,0	3,9	0,18	1,08	6	
1	C1	0-10	7,3	8,6	6,3	0,82	2,14	65	
1	C1	10-20	7,4	7,3	5,4	0,34	1,42	109	
1	D1	0-10	7,4	4,9	2,0	0,23	1,04	119	
1	D1	10-20	7,8	4,9	1,9	0,21	0,75	109	
1	E1	0-10	7,4	8,1	5,2	0,78	4,24	343	
1	E1	10-20	7,8	8,0	5,1	0,48	1,76	374	

2	A1	0-10	7,4	4,6	2,5	0,19	1,92	100	
2	A1	10-20	7,4	5,4	2,6	0,14	1,25	92	
2	B1	0-10	6,6	5,2	3,2	0,23	1,04	121	
2	B1	10-20	7,0	4,9	2,4	0,13	1,25	106	
2	C1	0-10	7,9	3,5	2,0	0,23	29,77	118	
2	C1	10-20	8,2	3,5	1,9	0,15	14,62	82	
2	A2	0-10	7,7	7,0	3,2	0,15	3,27	118	
2	A2	10-20	7,6	7,3	2,9	0,14	1,50	109	
2	B2	0-10	7,2	6,9	4,8	0,20	2,81	116	
2	B2	10-20	7,4	6,1	4,9	0,15	1,84	147	
2	C2	0-10	7,5	7,5	5,4	0,18	2,09	67	
2	C2	10-20	7,6	8,0	6,3	0,15	2,56	58	
2	A3	0-10	7,9	4,3	1,5	0,14	3,86	90	
2	A3	10-20	8,3	4,3	2,0	0,11	2,35	87	
2	B3	0-10	6,9	4,6	2,8	0,87	0,25	109	
2	B3	10-20	7,7	4,7	2,7	0,16	0,40	100	
2	C3	0-10	6,7	5,3	3,9	0,17	8,39	132	
2	C3	10-20	7,8	3,8	1,5	0,10	4,15	103	
2	A4	0-10	7,4	6,2	4,4	0,18	5,65	82	
2	A4	10-20	7,4	7,4	5,4	0,15	2,39	52	
2	B4	0-10	6,9	6,3	4,3	0,29	8,60	128	
2	B4	10-20	7,9	4,9	2,9	0,21	2,92	118	
2	C4	0-10	7,5	12,2	10,4	0,37	17,62	39	
2	C4	10-20	7,6	7,9	4,8	0,18	4,39	58	
2	A5	0-10	7,6	4,4	2,6	0,22	1,04	59	
2	A5	10-20	7,4	4,7	2,5	0,15	0,83	51	

3	A2	0-10	7,5	4,3	2,3	0,17	1,76	38	
3	A2	10-20	7,0	3,9	2,9	0,12	1,04	24	
3	B1	0-10	7,0	3,2	2,1	0,31	1,29	115	
3	B1	10-20	7,3	3,2	1,7	0,16	1,55	97	
3	C2	0-10	7,5	5,2	2,1	0,25	2,50	45	
3	C2	10-20	7,8	4,9	2,3	0,11	1,97	23	
3	B2	0-10	7,3	3,4	1,5	0,19	0,90	87	
3	B2	10-20	7,5	3,3	1,5	0,12	0,79	82	
3	B3	0-10	7,4	3,3	1,6	0,47	0,60	106	
3	B3	10-20	7,8	2,8	1,3	0,20	0,39	100	

Quadro A1. Continuação...

Lote	Amost.	Prof.	Cations Trocaveis					
			pH:2,5	Ca	Mg	K	Na	P
4	A1	0-10	7,9	2,8	1,5	0,22	0,35	114
4	A1	10-20	7,7	2,4	1,7	0,20	0,29	109
4	B1	0-10	7,9	3,0	2,1	0,24	0,39	100
4	B1	10-20	7,8	2,5	1,8	0,20	0,35	95
4	C1	0-10	7,6	3,2	2,3	0,24	0,60	103
4	C1	10-20	7,5	3,3	2,0	0,22	0,52	90
4	D1	0-10	6,8	6,8	4,7	0,66	2,77	59
4	D1	10-20	6,9	4,7	3,7	0,35	2,60	28
4	E1	0-10	7,6	3,8	2,5	0,39	39,45	78
4	E1	10-20	7,9	2,1	1,3	0,24	20,75	71

5	A1	0-10	7,5	4,0	1,9	0,43	0,15	106
5	A1	10-20	7,6	6,8	4,1	0,28	0,26	95
5	B1	0-10	7,3	7,9	5,0	0,29	0,13	78
5	B1	10-20	7,5	4,5	2,4	0,18	0,35	56
5	C1	0-10	7,5	5,7	2,9	0,40	1,97	78
5	C1	10-20	7,4	5,0	2,4	0,30	0,94	82

6	A1	0-10	7,7	2,9	1,5	0,51	0,96	128
6	A1	10-20	7,7	2,5	1,6	0,24	0,38	112
6	B1	0-10	7,8	2,2	1,1	0,35	0,88	90
6	B1	10-20	7,6	2,8	2,8	0,66	0,86	156
6	A2	0-10	7,7	3,2	2,0	0,32	1,04	118
6	A2	10-20	7,6	3,1	1,7	0,22	0,56	121
6	B2	0-10	7,5	3,3	1,6	0,23	0,29	118
6	B2	10-20	7,3	3,2	2,0	0,18	0,91	115
6	C2	0-10	7,6	4,6	2,7	0,17	7,31	121
6	C2	10-20	7,6	3,9	2,2	0,12	2,51	103

7	A1	0-10	7,5	14,7	7,9	0,23	3,65	61
7	A1	10-20	7,6	12,7	5,8	0,14	2,81	40
7	B1	0-10	7,6	7,6	7,6	0,14	10,07	13
7	B1	10-20	7,7	8,5	4,8	0,09	4,99	40
7	C1	0-10	7,7	7,9	7,3	0,18	13,83	20
7	C1	10-20	7,7	8,6	6,5	0,12	8,99	47

QUADRO A2: Característica físico-química do solo nas duas profundidades amostradas em áreas do Perímetro Irrigado de Itans, em outubro de 1993.

Extrato Aquoso 1:5												
Lote	Amost.	Prof.	pH	CE	Ca	Mg	K	Na	CO ₃	HCO ₃	Cl	RAS
-	-	-	-	dS/m	mmol/dm ³							
1	A1	0-10	7,0	0,42	1,2	0,4	0,18	2,77	0,0	1,4	2,4	3,10
1	A1	10-20	6,9	0,34	0,9	1,1	0,52	2,38	0,0	1,8	1,8	2,38
1	B1	0-10	6,9	0,18	0,7	1,1	0,52	1,39	0,0	1,0	1,6	1,47
1	B1	10-20	7,1	0,12	0,7	1,3	0,74	1,04	0,0	1,0	1,2	1,04
1	C1	0-10	7,0	0,65	1,3	1,1	0,56	3,33	0,0	2,2	3,1	3,04
1	C1	10-20	7,1	0,23	1,1	1,2	0,87	1,65	0,0	1,4	1,6	1,54
1	D1	0-10	7,4	0,20	0,8	1,0	0,61	1,34	0,0	1,2	1,4	1,41
1	D1	10-20	8,1	0,17	1,0	0,6	0,52	1,00	0,0	1,4	1,0	1,12
1	E1	0-10	8,1	0,25	1,4	0,9	1,04	2,04	0,0	1,0	1,8	1,90
1	E1	10-20	7,4	1,08	1,9	0,7	0,44	5,63	0,0	1,4	8,4	4,94
2	A1	0-10	6,9	0,24	0,5	0,3	0,31	2,08	0,0	0,8	2,2	3,29
2	A1	10-20	6,7	0,26	0,8	0,4	0,26	1,69	0,0	0,4	2,6	2,18
2	B1	0-10	6,5	0,73	2,5	2,1	0,13	1,73	0,0	0,5	5,8	1,14
2	B1	10-20	6,6	0,40	1,0	0,8	0,18	1,91	0,0	0,4	3,8	2,01
2	C1	0-10	8,1	5,45	1,0	0,4	0,13	36,59	0,0	1,4	42,0	43,70
2	C1	10-20	8,8	0,96	0,7	0,3	0,56	13,77	0,0	2,2	14,6	19,40
2	A2	0-10	7,3	0,46	0,9	0,3	0,31	3,64	0,0	1,2	3,8	4,70
2	A2	10-20	7,2	0,19	0,7	0,3	0,22	1,56	0,0	1,2	1,2	2,21
2	B2	0-10	6,9	0,88	2,2	1,4	0,05	4,11	0,0	2,2	6,4	3,06
2	B2	10-20	7,2	0,31	0,9	0,6	0,31	2,12	0,0	1,2	2,6	2,45
2	C2	0-10	7,2	0,25	0,7	0,5	0,26	1,99	0,0	1,2	2,0	2,57
2	C2	10-20	7,4	0,25	0,8	0,9	0,44	2,12	0,0	1,4	1,8	2,30
2	A3	0-10	8,1	0,60	0,7	0,8	0,65	4,85	0,0	2,0	4,2	5,60
2	A3	10-20	8,5	0,21	0,8	1,0	0,39	0,26	0,0	2,0	1,4	0,27
2	B3	0-10	6,9	0,11	0,7	0,8	8,87	2,21	0,0	0,8	1,2	2,55
2	B3	10-20	6,7	0,23	0,9	0,8	0,05	0,56	0,0	0,4	2,2	0,61
2	C3	0-10	7,0	2,68	3,7	3,0	0,13	13,86	0,0	0,8	1,8	7,57
2	C3	10-20	7,8	0,52	1,0	0,2	0,56	4,29	0,0	1,2	4,2	5,54
2	A4	0-10	7,6	1,53	1,6	1,4	0,05	7,92	0,0	1,8	11,8	6,47
2	A4	10-20	7,2	0,41	0,9	0,7	0,35	3,03	0,0	1,6	2,8	3,39
2	B4	0-10	7,3	3,05	4,1	3,9	0,31	14,90	0,0	1,4	25,0	7,45
2	B4	10-20	7,7	0,50	0,9	0,6	0,48	3,98	0,0	2,4	3,0	4,60
2	C4	0-10	7,7	5,45	5,7	9,6	0,26	26,67	0,0	4,0	44,0	9,64
2	C4	10-20	7,9	0,86	0,9	0,8	0,52	5,50	0,0	2,0	5,8	5,97
2	A5	0-10	7,5	0,18	0,6	0,8	0,61	1,26	0,0	1,0	1,4	1,51
2	A5	10-20	7,3	0,13	0,6	0,8	0,65	1,00	0,0	1,0	1,2	1,20
3	A2	0-10	7,3	0,46	0,8	0,8	0,53	2,86	0,0	0,8	3,6	3,20
3	A2	10-20	7,4	0,12	0,8	0,9	0,86	1,04	0,0	1,0	1,4	1,13
3	B1	0-10	6,9	0,33	0,9	1,0	0,35	1,00	0,0	0,6	2,8	1,03
3	B1	10-20	7,2	0,17	0,6	0,3	0,31	1,04	0,0	0,6	1,4	1,55
3	C2	0-10	7,2	0,62	1,1	0,7	0,35	3,51	0,0	1,4	4,6	3,70
3	C2	10-20	7,7	0,25	0,8	0,7	0,56	1,78	0,0	1,4	2,2	2,06
3	B2	0-10	7,0	0,27	0,8	0,3	0,20	1,41	0,0	0,6	2,2	1,90
3	B2	10-20	7,1	0,13	0,6	0,2	0,26	1,00	0,0	0,6	1,0	1,58
3	B3	0-10	6,9	0,13	0,6	0,2	0,28	0,84	0,0	0,6	1,2	1,33
3	B3	10-20	7,3	0,06	0,6	0,1	0,23	0,43	0,0	0,6	0,6	0,73

QUADRO A2. Continuação ...

Extrato Aquoso 1:5													
Lote	Amost.	Prof.	pH	CE	Ca	Mg	K	Na	CO3	HCO3	Cl	RAS	
-	-	(cm)	-	dS/m	mmol/dm3								-
4	A1	0-10	7,7	0,10	0,6	0,3	0,23	0,55	0,0	0,8	0,8	0,82	
4	A1	10-20	7,3	0,08	0,5	0,3	0,26	0,36	0,0	0,8	0,8	0,57	
4	B1	0-10	7,8	0,11	0,6	0,3	0,25	0,64	0,0	0,6	1,0	0,95	
4	B1	10-20	7,4	0,08	0,5	0,3	0,29	0,41	0,0	1,0	0,6	0,65	
4	C1	0-10	7,5	0,09	0,5	0,3	0,28	0,69	0,0	0,8	1,2	1,09	
4	C1	10-20	7,2	0,08	0,6	0,3	0,38	0,57	0,0	0,6	0,8	0,85	
4	D1	0-20	6,8	1,75	4,6	4,1	0,66	5,02	0,0	1,0	13,0	2,41	
4	D1	10-20	6,8	0,76	1,0	0,8	0,82	4,24	0,0	0,6	5,4	4,47	
4	E1	0-10	7,4	13,21	4,0	3,6	0,52	9,85	0,0	1,0	115,6	5,05	
4	E1	10-20	8,5	4,70	0,9	0,8	0,33	32,47	0,0	1,4	38,6	35,22	
5	A1	0-10	7,1	0,09	0,6	0,8	0,41	0,22	0,0	1,2	0,8	0,26	
5	A1	10-20	7,2	0,08	0,6	0,7	0,34	0,37	0,0	1,2	1,0	0,46	
5	B1	0-10	7,0	0,08	0,7	0,8	0,35	0,21	0,0	1,0	0,8	0,24	
5	B1	10-20	7,3	0,11	0,6	1,1	0,34	0,62	0,0	1,0	1,1	0,67	
5	C1	0-10	7,4	0,54	1,0	1,1	0,61	3,25	0,0	2,0	4,0	3,17	
5	C1	10-20	7,2	0,25	0,8	0,9	0,52	1,52	0,0	1,2	2,0	1,65	
6	A1	0-10	7,3	0,32	0,6	0,2	0,56	1,86	0,0	1,0	2,8	2,94	
6	A1	10-20	7,2	0,11	0,6	0,2	0,30	0,63	0,0	0,8	1,0	1,00	
6	B1	0-10	7,5	0,28	0,7	0,7	0,50	1,30	0,0	1,6	1,4	1,55	
6	B1	10-20	7,4	0,17	0,6	0,2	0,36	1,30	0,0	1,0	1,8	2,06	
6	A2	0-10	7,5	0,23	0,6	0,2	0,25	1,67	0,0	1,0	1,8	2,64	
6	A2	10-20	7,4	0,08	0,6	0,3	0,33	0,68	0,0	0,3	1,0	1,01	
6	B2	0-10	7,6	0,19	0,6	0,2	0,30	1,33	0,0	0,6	1,6	2,10	
6	B2	10-20	7,2	0,16	0,6	0,3	0,34	1,20	0,0	0,6	1,4	1,52	
6	C2	0-10	7,7	1,64	1,6	1,1	0,11	11,26	0,0	1,2	13,0	9,69	
6	C2	10-20	7,6	0,56	0,8	0,6	0,30	3,72	0,0	3,0	4,2	4,45	
7	A1	0-10	7,6	0,41	0,9	0,9	0,48	3,16	0,0	2,0	2,0	3,33	
7	A1	10-20	7,8	0,29	1,0	1,6	0,39	2,25	0,0	2,2	1,2	2,42	
7	B1	0-10	8,0	2,29	1,4	1,7	0,07	15,37	0,8	2,0	18,4	12,35	
7	B1	10-20	8,2	0,60	0,9	1,6	0,29	4,55	0,4	2,0	3,8	4,15	
7	C1	0-10	8,1	2,08	1,0	0,9	0,12	14,94	0,8	3,4	16,4	15,33	
7	C1	10-20	8,2	1,04	1,0	1,4	1,34	9,31	0,4	2,4	7,8	8,50	

QUADRO A3: Análises granulométrica e retenção de unidade nas duas profundidades de solos amostradas no Perímetro Irrigado de Itans.

Lote	Amost.	Prof.	Granulometria				Classe Textural	Retenção de Unidade	
			A.Grossa	A.Fina	Silte	Argila		CC	PHP
		(cm)	%					%	
1	A1	0-10	15	31	29	25	Franco argilo-arenoso	28,77	14,03
1	A1	10-20	16	34	27	23	" "	29,18	13,69
1	B1	0-10	23	45	19	13	Franco arenoso	18,18	7,62
1	B1	10-20	24	45	19	12	" "	14,41	6,68
1	C1	0-10	16	47	23	14	" "	20,73	10,74
1	C1	10-20	16	45	24	15	" "	24,49	8,93
1	D1	0-10	23	50	18	9	" "	10,51	5,17
1	D1	10-20	22	54	17	7	" "	7,92	3,73
1	E1	0-10	10	47	24	19	" "	19,35	8,36
1	E1	10-20	9	49	24	18	" "	18,33	8,80
2	A1	0-10	3	61	28	8	Franco arenoso	9,58	3,98
2	A1	10-20	2	61	28	9	" "	9,75	3,83
2	B1	0-10	3	66	30	1	" "	8,06	3,43
2	B1	10-20	2	64	26	8	" "	8,17	3,67
2	C1	0-10	6	40	42	12	Franco(textura média)	16,81	6,09
2	C1	10-20	7	39	42	12	" "	16,88	6,08
2	A2	0-10	11	51	27	11	Franco arenoso	11,75	5,13
2	A2	10-20	11	50	26	13	" "	11,05	5,11
2	B2	0-10	18	51	19	12	" "	18,77	5,75
2	B2	10-20	16	53	17	14	" "	20,77	5,96
2	C2	0-10	23	36	24	17	" "	23,73	7,44
2	C2	10-20	24	33	23	20	" "	24,00	8,38
2	A3	0-10	2	68	22	8	" "	23,22	4,28
2	A3	10-20	1	68	23	8	" "	19,63	4,14
2	B3	0-10	18	58	15	9	" "	13,78	3,68
2	B3	10-20	19	59	13	9	" "	11,81	3,58
2	C3	0-10	4	66	20	8	" "	14,47	8,44
2	C3	10-20	4	68	21	7	" "	14,81	3,92
2	A4	0-10	8	55	25	12	" "	19,23	6,42
2	A4	10-20	8	49	28	15	" "	23,32	8,05
2	B4	0-10	10	59	22	9	" "	14,40	4,63
2	B4	10-20	10	61	21	8	" "	12,40	5,32
2	C4	0-10	5	38	39	18	Franco(textura média)	28,89	13,65
2	C4	10-20	1	48	36	15	" "	23,17	8,13
2	A5	0-10	16	60	14	10	Franco arenoso	12,09	4,49
2	A5	10-20	23	52	15	10	" "	11,93	4,86
3	A2	0-10	23	54	14	9	Franco arenoso	16,79	4,26
3	A2	10-20	21	56	14	9	" "	15,67	4,08
3	B1	0-10	26	59	8	7	Areia franca	13,00	2,56
3	B1	10-20	19	62	14	5	" "	15,53	2,70
3	C2	0-10	24	51	18	7	Franco arenoso	16,97	4,23
3	C2	10-20	23	51	15	11	" "	18,85	4,11
3	B2	0-10	16	64	16	4	Areia franca	15,34	2,64
3	B2	10-20	15	65	15	5	" "	16,01	2,66
3	B3	0-10	5	79	13	3	" "	17,57	2,82
3	B3	10-20	4	82	10	4	" "	15,24	2,43

QUADRO A3. Continuação ...

Lote	Amost.	prof.	Granulometria				Classe textural	Retenção de Umidade	
			A.Grossa	A.Fina	Silte	Argila		CC	PMP
-	-	(cm)	%						
4	A1	0-10	8	76	12	4	Areia franca	17,44	2,28
4	A1	10-20	10	74	12	4	" "	16,15	2,20
4	B1	0-10	8	75	13	4	" "	14,83	2,86
4	B1	10-20	8	76	11	5	" "	13,11	2,75
4	C1	0-10	8	70	15	7	" "	16,34	3,49
4	C1	10-20	9	69	15	7	" "	18,45	3,52
4	D1	0-10	12	57	23	8	Franco arenoso	19,01	4,81
4	D1	10-20	14	52	18	16	" "	18,42	5,53
4	E1	0-10	7	65	19	9	" "	10,50	3,42
4	E1	10-20	13	61	18	8	" "	11,28	3,61
5	A1	0-10	15	62	16	7	Franco arenoso	8,74	3,21
5	A1	10-20	19	58	15	8	" "	9,31	3,67
5	B1	0-10	33	45	13	9	" "	8,77	3,69
5	B1	10-20	33	44	13	10	" "	8,42	3,76
5	C1	0-10	20	50	20	10	" "	13,69	4,99
5	C1	10-20	17	52	21	10	" "	12,49	4,70
6	A1	0-10	18	65	13	4	Areia franca	8,61	2,64
6	A1	10-20	17	64	14	5	" "	9,20	2,33
6	B1	0-10	28	57	12	3	" "	9,16	3,94
6	B1	10-20	28	56	11	5	" "	7,57	2,27
6	A2	0-10	5	71	19	5	Franco arenoso	13,51	2,96
6	A2	10-20	6	69	19	6	" "	12,19	2,86
6	B2	0-10	14	62	19	5	" "	13,61	2,46
6	B2	10-20	14	63	17	6	" "	12,92	2,68
6	C2	0-10	5	66	23	6	" "	14,78	3,31
6	C2	10-20	5	70	19	6	" "	14,15	3,11
7	A1	0-10	22	24	30	24	Franco(textura média)	29,96	18,26
7	A1	10-20	31	25	23	21	Franco argilo-arenoso	21,60	11,56
7	B1	0-10	19	40	23	18	Franco argilo-siltoso	24,28	8,26
7	B1	10-20	23	44	18	15	" "	18,83	12,10
7	C1	0-10	14	38	24	24	Franco argilo-arenoso	29,36	13,86
7	C1	10-20	16	40	22	22	" "	26,26	12,25

CC - Capacidade de campo (0,03 MPa).

PMP - Ponto de Murcha Permanente (1,5 MPa).

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075911