

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL


CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO DA MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA DE
CATOLÉ DO ROCHA-PB (MRH - 89).

por 

RUBENS GERMANO COSTA
(ENGENHEIRO AGRÔNOMO)



CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

NOVEMBRO - 1982


CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO DA MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA DE
CATOLÉ DO ROCHA - PB (MRH - 89)

RUBENS GERMANO COSTA

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO DA MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA DE
CATOLE DO ROCHA - PB (MRH - 89)

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE PÓS
GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ENGENHARIA CI-
VIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA,
EM CUMPRIMENTO AS EXIGÊNCIAS PARA OBTEN-
ÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS(M.Sc)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS (IRRIGAÇÃO)

ORIENTADOR: HANS RAJ GHEYI

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

NOVEMBRO - 1982



C837c

Costa, Rubens Germano.

Caracterização da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catolé do Rocha - PB (MRH - 89) / Rubens Germano Costa. - Campina Grande, 1982.

89 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1982.

"Orientação : Prof. Dr. Hans Raj Gheyi".

Referências.

1. Água - Qualidade - Irrigação - Catolé do Rocha (PB).
2. Qualidade de Água de Irrigação - Catolé do Rocha - PB.
3. Dissertação - Engenharia Civil. I. Gheyi, Hans Raj. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 631.67:556(043)

"Porque o SENHOR é quem dá a sabedoria,
e de sua boca é que procede a ciência
e a inteligência" P.V. 2.6

A meus pais, irmãos e parentes

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde física e mental que me proporcionou, durante a execução deste trabalho.

Ao Professor, Dr Hans Raj Gheyí, pela valiosa ajuda e orientação nas diferentes etapas de execução e elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, pelos esforços despendidos para a minha formação moral e educacional.

A Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE - ARACAJU); na pessoa do seu chefe, Dr. Jorge do Prado Sobral e do seu sub-chefe, Dr. Emanuel Richard C. Donald, pela oportunidade concedida.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), na pessoa do seu chefe, Dr. José de Alencar Nunes Moreira e do seu chefe adjunto técnico, Dr. Eleusio Curvelo Freire, pelo apoio na publicação deste trabalho.

Ao professor, Dr. Hugo Orlando Carvallo Guerra, pelas sugestões nas diversas etapas deste empreendimento.

A coordenação, professores e colegas do curso de pós-graduação em engenharia civil da Universidade Federal da Pa-

raíba, pela contribuição científica.

A Coordenação de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, na pessoa do Dr. José Onaldo Montenegro e a todos os técnicos que fazem a microrregião de Catolê do Rocha, pelo apoio e colaboração, na escolha das propriedades e coleta das amostras de água.

Ao Engenheiro Químico, Marcos Antônio Firmino Batista e aos estagiários Francisco de Assis Silva, José de Arimatéia Matos, Luiza Teixeira de Lima e Maria do Socorro Ferreira de Lima, pela colaboração na execução dos trabalhos de laboratório.

Aos colegas e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola do CCT da UFPB, Campus II, que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

Ao CNPq e CAPES, pela ajuda financeira.

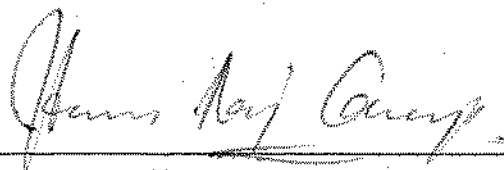
Ao Sr. Vandenberg dos Santos pelos trabalhos de datilografia.

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO DA MICRORREGIÃO HOMOGÊNEA DE
CATOLE DO ROCHA - PB (MRH - 89)

por

RUBENS GERMANO COSTA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/11/1982

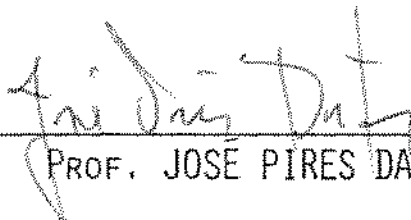


PROF. HANS RAJ GHEYI

ORIENTADOR



PROF. HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA



PROF. JOSÉ PIRES DANTAS

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

NOVEMBRO - 1982

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo, avaliar a qualidade da água de irrigação e sua variação estacional, em 8 municípios da microrregião homogênea de Catoíê do Rocha, como também verificar o efeito da água de irrigação nas características do solo. Foram efetuadas duas coletas de 160 amostras de águas superficiais e subterrâneas; a primeira durante o mês de novembro de 1980 (período seco) e a segunda, no mês de maio de 1981 (após o período chuvoso).

As análises da primeira amostragem indicaram que 74,3% das águas estudadas pertencem a classe de águas de boa qualidade, 20,9% a classe com alto perigo de salinidade e 4,8% a classe com muito alto perigo de salinidade e/ou sodicidade. Os resultados da segunda amostragem revelaram que houve uma diminuição na concentração de sais e o percentual de águas de boa qualidade passou a ser 81,9%. Por outro lado, observou-se um decréscimo de 4 e 3,6% das águas com alto e muito alto perigo de salinidade, respectivamente. Em ambas coletas encontrou-se que 8% das amostras apresentaram níveis fitotóxicos de boro e apenas 3% mostraram concentrações indesejáveis de carbonato de sódio residual. Contudo, o município de Bom Sucesso apresentou a melhor qualidade de água, na microrregião

estudada.

Quanto a influência da qualidade da água de irrigação sobre as características químicas do solo, observou-se uma correlação linear significativa entre a relação de adsorção de sódio do extrato de saturação e a percentagem de sódio intercambiável dos solos irrigados e não irrigados. Constatou-se ainda, uma ligeira tendencia de aumento nos valores de con dutividade elétrica de extrato de saturação dos solos irrigados, em relação aos adjacentes não irrigados.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the quality of the irrigation water and its seasonal variation, in eight municipalities of the Catolé do Rocha homogeneous microregion as well as to verify the influence of the irrigation water quality on some characteristics of the soils. For this, two water samplings were conducted, the first one in November 1980 (dry period) and the second in May 1981 (after the rainy season). In each sampling 160 surface and sub-surface water samples were collected.

The analysis of the first sampling showed that 74.3 % of the studied waters are of good quality for irrigation, 20.9% have a high hazard of salinity and 4.8% are waters with a very high hazard of salinity and/or sodicity. The results of the second sampling showed a reduction in the salt concentration of the waters and thus an increase in the percentage of good quality waters (81.9 %). On the other hand, a decrease of 4.0 and 3.6% was observed in waters with high and very high hazards of salinity, respectively. In both the samplings 8.0% of the water samples showed phytotoxic levels of boron and undesirable concentrations of residual sodium carbonate were found to be present in 3% water samples. The Bom Sucesso municipality showed the best quality of

irrigation water.

With respect to the influence of the quality of the irrigation water on the chemical properties of the soil, a significant linear correlation was found between the sodium adsorption ratio of the saturation extract and the exchangeable sodium percentage of the irrigated and non-irrigated soils. Furthermore, in case of irrigated soils, a slight increase of electrical conductivity of saturation extract in comparison to adjacent non-irrigated soils was observed.

ÍNDICE

	pag.
AGRADECIMENTOS	
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPITULO I	
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II	
REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1. FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA AGUA DE IRRIGAÇÃO	4
2. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO	6
3. EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS PROPRIEDADES DO SOLO E NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS	20
CAPÍTULO III	
MATERIAIS E MÉTODOS	26
1. - DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	26
1.1 - Situação geográfica	26
1.2 - Clima e vegetação	27
1.3 - Solo e Relêvo	27
1.4 - Disponibilidade de terras irrigáveis	29

2 - COLETA DAS AMOSTRAS	29
3 - METODOLOGIA	30
3.1 - Análise das águas	30
3.2 - Análise dos solos	32
4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO	33
5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
1 - QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E SUA VARIAÇÃO:	35
1.1 - Município de São Bento	35
1.2 - Município de Brejo do Cruz	37
1.3 - Município de Brejo dos Santos	40
1.4 - Município de Riacho dos Cavalos	42
1.5 - Município de Bom Sucesso	45
1.6 - Município de Jericó	48
1.7 - Município de Catolê do Rocha	48
1.8 - Município de Belém do Brejo do Cruz	55
1.9 - Considerações gerais para a microrregião	57
2 - EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NAS CARAC. TERÍSTICAS DOS SOLOS	64

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES	70
LITERATURA CITADA	73
APÊNDICES	78

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

A região semi-árida do Nordeste brasileiro, totaliza cerca de 850.000 Km², o que representa cinquenta e dois por cento (52%) de sua superfície (SUDENE, 1977). Nesta região, devido a sua condição propícia de clima, os solos podem sofrer processos de salinização e/ou sodificação. Segundo RICHARDS (1954) embora a intemperização dos minerais primários seja a causa principal da acumulação de sais solúveis no solo, existem poucos exemplos de formação de solos salinos e sódicos desta forma.

A principal fonte de sais em solos irrigados, é a própria água de irrigação. Assim, dependendo da qualidade da água, uma lâmina de 30 cm pode incorporar entre 0,1 e 5 toneladas por hectare de sais no solo, podendo estes serem levados para a superfície do solo através do processo de evapotranspiração, causando conseqüentemente, sérios prejuízos à produção agrícola. De acordo com estudos preliminares de GOES (1978), em média, vinte e cinco por cento (25%) da área dos vários perímetros irrigados sob responsabilidade do Departamen-

to Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), está salinizada.

REBOUÇAS & MARINHO (1972) e PONTES (1975) citam que no Nordeste brasileiro, existem recursos hídricos suficientes (24 bilhões de m³), armazenados em açudes públicos e privados ou em reservatórios subterrâneos, que permitem a exploração de suas vazantes mesmo nos anos de longas estiagens ou seca intensa. Assim, para suprir as necessidades crescentes de alimentos e incentivar a fixação do homem ao campo, uma das alternativas seria a implantação de novas áreas sob uma agricultura irrigada.

Sabe-se que em regiões áridas e semi-áridas, a concentração de sais nas águas de irrigação varia bastante de um local para outro e há evidência dessa variação ao longo do tempo, principalmente no caso de pequenos açudes (comunicado pessoal; MAYER, 1980)*. A falta de uma informação completa e sistemática quanto a qualidade de água, poderá conduzir ao uso de águas de qualidade inadequada para irrigação, com os consequentes efeitos deletérios nas propriedades físicas e químicas dos solos.

No Estado da Paraíba está sendo implantada uma programação de irrigação, abrangendo toda a meso-região semi-árida do Estado. De acordo com FIPLAN (1980), a programação será iniciada na microrregião de Catolé do Rocha, por apresentar um potencial agrícola superior as demais áreas do semi-árido paraibano. Assim, o presente trabalho teve como objetivos:

* MAYER, O.R. Chefe do laboratório de água e solo, DNOCS, Campina Grande-PB.

a) avaliar a qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas, da microrregião homogênea de Catolé do Rocha-PB, para irrigação.

b) estudar a variação da qualidade destas águas em estações diferentes.

c) verificar o efeito da água de irrigação nas características do solo.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade da água para irrigação nem sempre é definida com perfeição, no entanto, pode ser avaliada pela concentração, composição e caracterização química dos constituintes solúveis que ela contém. Segundo AYERS & WESTCOT (1976) e CHRISTIANSEN et alii (1977), a conveniência de uma água para irrigação deve ser avaliada conjuntamente ao estudo das condições locais de uso, tomando como base os fatores relacionados com a água, o solo e a planta.

1 - FATORES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

WILCOX (1955), ALLISON (1964), SHAINBERG & OSTER (1978), BERNARDO (1978) e outros, apontam como características mais importantes que qualificam uma água com respeito ao seu uso para irrigação, quatro parâmetros básicos:

a) Concentração total de sais solúveis

A concentração total de sais da água para irrigação pode ser expressa por um dos seguintes termos:

- Condutividade elétrica (CE), dada em mmhos ou μ mhos/

cm a 25^o C.

- Sólidos dissolvidos totais (SDT), dado em miliequivalente por litro (meq/l), partes por milhão (ppm) ou toneladas por hectare (t/ha).

- Salinidade total (ST) em miliequivalente por litro (meq/l).

- Salinidade efetiva (SE) também em meq/l.

b) Concentração relativa de sódio em relação a outros cátions.

A quantidade relativa de sódio pode ser expressa em:

- Percentagem de sódio em relação aos outros cátions (Na%)

- Relação de adsorção de sódio (RAS)

- Relação de adsorção de sódio ajustada (RAS ajust.)

c) Concentração de boro ou íons fitotóxicos.

Segundo WILCOX (1960) e WALLIHAN et alii (1978) os problemas de toxidez surgem quando os cultivos absorvem certos componentes existentes nas águas naturais, acumulando-os em quantidades tais, que produzem a redução nos seus rendimentos. Isto ocorre especificamente com boro e cloro, os quais podem ser expressos em ppm ou meq/l.

d) Concentração de carbonatos e bicarbonatos em relação a concentração de cálcio e magnésio.

De acordo com EATON (1950), o teor desses íons, exercem influência direta sobre a quantidade de sódio e pode ser expresso em termos de carbonato de sódio residual (CSR), em meq/l.

2 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

Para se classificar uma água, quanto a conveniência para irrigação não se deve estudar cada parâmetro isoladamente e sim, levar em consideração o conjunto de fatores que determinam a qualidade da água, relacionados com seus efeitos no solo, na cultura e no manejo da irrigação (CHRISTIANSEN et alii, 1977).

Vários autores têm proposto esquemas de interpretação e classificação da água para irrigação. WILCOX (1948), RICHARDS (1954), AYERS & WESTCOT (1976) e outros, se baseiam nos fatores que determinam sua qualidade, principalmente na salinidade total e na quantidade relativa de sódio. SCOFIELD (1936), WILCOX & MAGISTAD (1943) e CHRISTIANSEN et alii (1977) consideram a concentração de cloreto, sulfato, boro etc.

SCOFIELD (1936), editou uma tabela com os limites permissíveis para diferentes classes de água de irrigação, considerando a salinidade total, cloretos, sulfatos em adição a percentagem de sódio (TABELA 1)

TABELA 1. Limites permissíveis para classes da água de irrigação, segundo SCOFIELD (1936).

Classes de Água	SOLIDOS DISSOL. TOTAIS		SÓDIO ¹	CLORETOS	SULFATOS
	CE (µmhos/cm)	ppm	%	meq/l.	meq/l.
1. Excelente	< 250	< 175	< 20	< 4	< 4
2. Boa	250 - 750	175 - 525	20 - 40	4 - 7	4 - 7
3. Permissível	750 - 2000	525 - 1400	40 - 60	7 - 12	7 - 12
4. Duvidosa	2000 - 3000	1400 - 2100	60 - 80	12 - 20	12 - 20
5. Impropria	> 3000	> 2100	> 80	> 20	> 20

1. % dos cátions totais

WILCOX & MAGISTAD(1943) adotaram uma classificação simplificada, apresentada na tabela 2, onde levaram em consideração o conteúdo de sais e o percentual de sódio e boro.

TABELA 2. Classes de água para irrigação, segundo WILCOX & MAGISTAD (1943).

Classes de Água	unhos/cm	CONTEÚDO DE SAIS		SÓDIO ¹ %	BORO ppm
		p.p.m	t/acre-pe ^d /		
1 ^a /	<1000	<700	<1	<60	<0,5
2 ^b /	1000 - 3000	700 - 2000	1 - 3	60 - 75	0,5 - 2,0
3 ^c /	>3000	>2000	>3	>75	>2,0

1. % dos cátions totais

a/ Excelente a boa - adaptada a maioria dos cultivos em diversas condições.

b/ Boa a duvidosa - provavelmente já não se adapta as plantas sensíveis aos sais.

c/ Duvidosa a insatisfatória - deve ser usada somente em condições especiais.

d/ Para transformar em t/ha (30cm), multiplica-se pelo fator de 2,5.

Posteriormente, WILCOX (1948) sugeriu um esquema de classificação em forma de diagrama (FIGURA 1). Esse diagrama apresenta a inconveniência de classificar como excelentes, as águas com baixa concentração de sais e alto teor de sódio. THORNE & THORNE (1951), também sugeriram uma classificação, baseada em dois fatores:

1) a condutividade elétrica, representada pelas classes de 1 a 5;

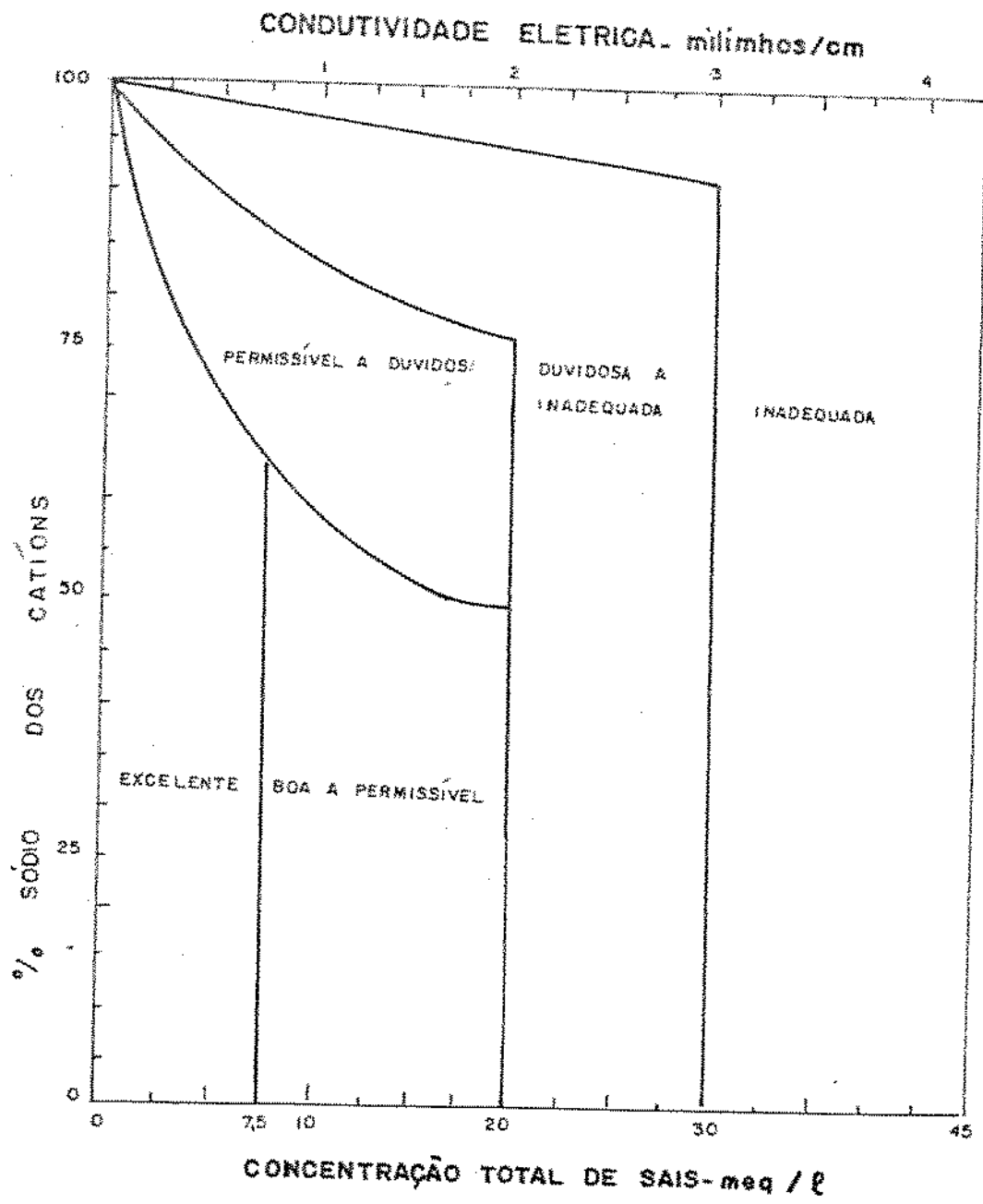


FIGURA 1. Classificação de águas segundo WILCOX (1948)

2) A percentagem de sódio em cations totais, que cubra as classes de A e E. O diagrama está exposto na FIGURA 2 e apresenta a mesma limitação da classificação de WILCOX (1948).

RICHARDS (1954) apresentou um diagrama para classificação da água de irrigação, adotado pelos técnicos do U.S. Salinity Laboratory e que tem tido um uso generalizado desde sua publicação. A classificação é baseada na condutividade elétrica como indicadora do perigo de salinidade e na relação de adsorção de sódio como indicadora do perigo de alcalinização (sodificação) do solo. O diagrama é apresentado na FIGURA 3 e sua interpretação é a seguinte:

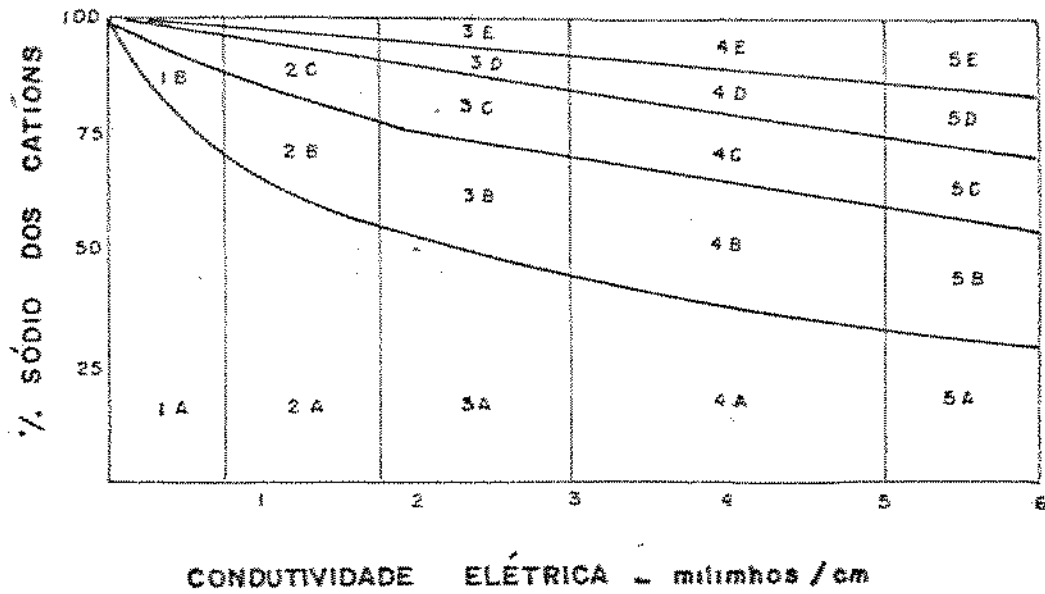
a) Quanto ao perigo de salinidade:

As águas são divididas em quatro classes, em função de sua concentração total de sais solúveis.

C_1 - Água com salinidade baixa (condutividade elétrica entre 0 e 250 $\mu\text{mhos/cm}$, a 25°C). Pode ser usada para irrigação de todas as culturas e em todos os solos, sem ocasionar salinidade ou decréscimo na produção agrícola.

C_2 - Água com salinidade média (condutividade elétrica entre 250 e 750 $\mu\text{mhos/cm}$, a 25°C). Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas tolerantes aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle a salinidade.

C_3 - Água com salinidade alta (condutividade elétrica entre 750 e 2250 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C). Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem, requer práticas especiais para o controle da salinidade e só se aplica na irrigação de plantas tolerantes aos sais.



- A - Classe excelente
- B - Classe boa
- C - Classe permissível
- D - Classe ruim
- E - Classe indesejável

FIGURA 2. Diagrama de classificação das águas, segundo THORNE & THORNE (1951).

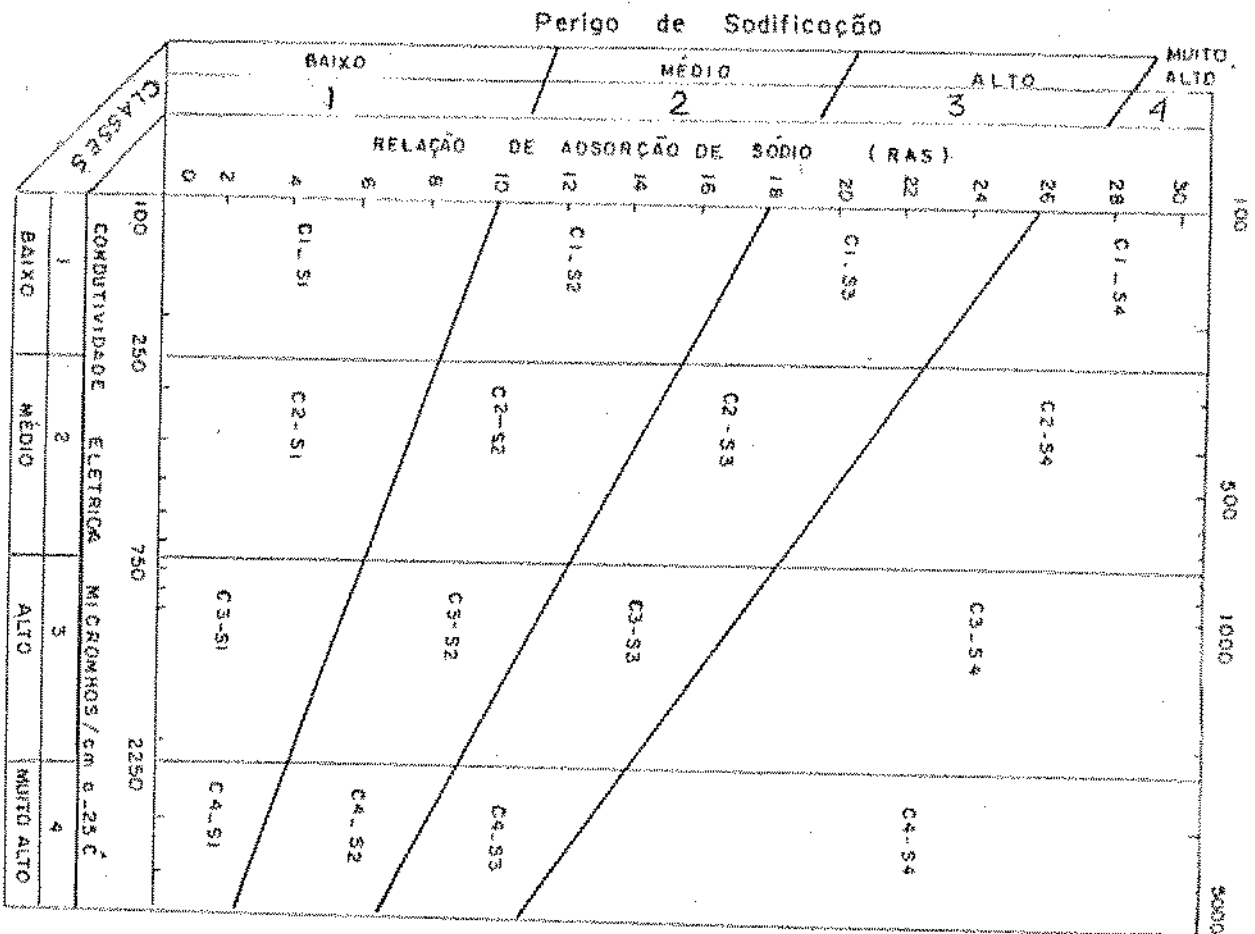


FIGURA 3. Diagrama de classificação de águas de irrigação, segundo RICHARDS (1954)

S₄ - Água com salinidade muito alta (condutividade elétrica entre 2250 e 5000 µmhos/cm, a 25^oC). Não é apropriada para irrigação sob condições normais, mas pode ser usada, ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais, tais como solos muito permeáveis e de boa drenagem e/ou plantas altamente tolerantes aos sais.

b) Quanto ao perigo de alcalinização ou sodificação.

Richards menciona a RAS como uma forma precisa para se avaliar o perigo de sodificação do solo, a qual pode ser calculada pela expressão abaixo:

$$RAS = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

com as concentrações de Na⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, em meq/l.

As águas são divididas em quatro classes, em função da acumulação do sódio no solo e conseqüentemente os seus efeitos nas condições físicas do solo.

S₁ - Água com baixa concentração de sódio - (RAS ≤ 18,87 - 4,44 log CE) Pode ser usada para irrigação em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

S₂ - Água com concentração média de sódio - (18,87 - 4,44 log CE < RAS < 31,31 - 6,66 log CE) Sô pode ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicos de boa permeabilidade.

Sob condições restritas de lixiviação ela apresenta um perigo de sodificação considerável em solos de textura fina e com alta capacidade de troca catiônica (CTC).

S₃ - Água com alta concentração de sódio - (31,31 - 6,66 log

CE \times RAS \leq 43,75 - 8,87 log CE). Pode produzir n \acute{e} veis cr \acute{i} ticos de s \acute{o} dio troc \acute{a} vel na maioria dos solos, se fazendo necess \acute{a} rio pr \acute{a} ticas especiais de manejo do solo, boa drenagem, alta lixivia \tilde{c} o e adi \tilde{c} o de mat \acute{e} ria org \acute{a} nica.

S $_4$ - \bar{A} gua com muito alta concentra \tilde{c} o de s \acute{o} dio - (RAS $>$ 43,75 - 8,87 log CE). \acute{E} geralmente impr \acute{o} pria para irriga \tilde{c} o, pode ser usada ocasionalmente em solos bem drenados ou com presen \tilde{c} a de g \tilde{e} ssO.

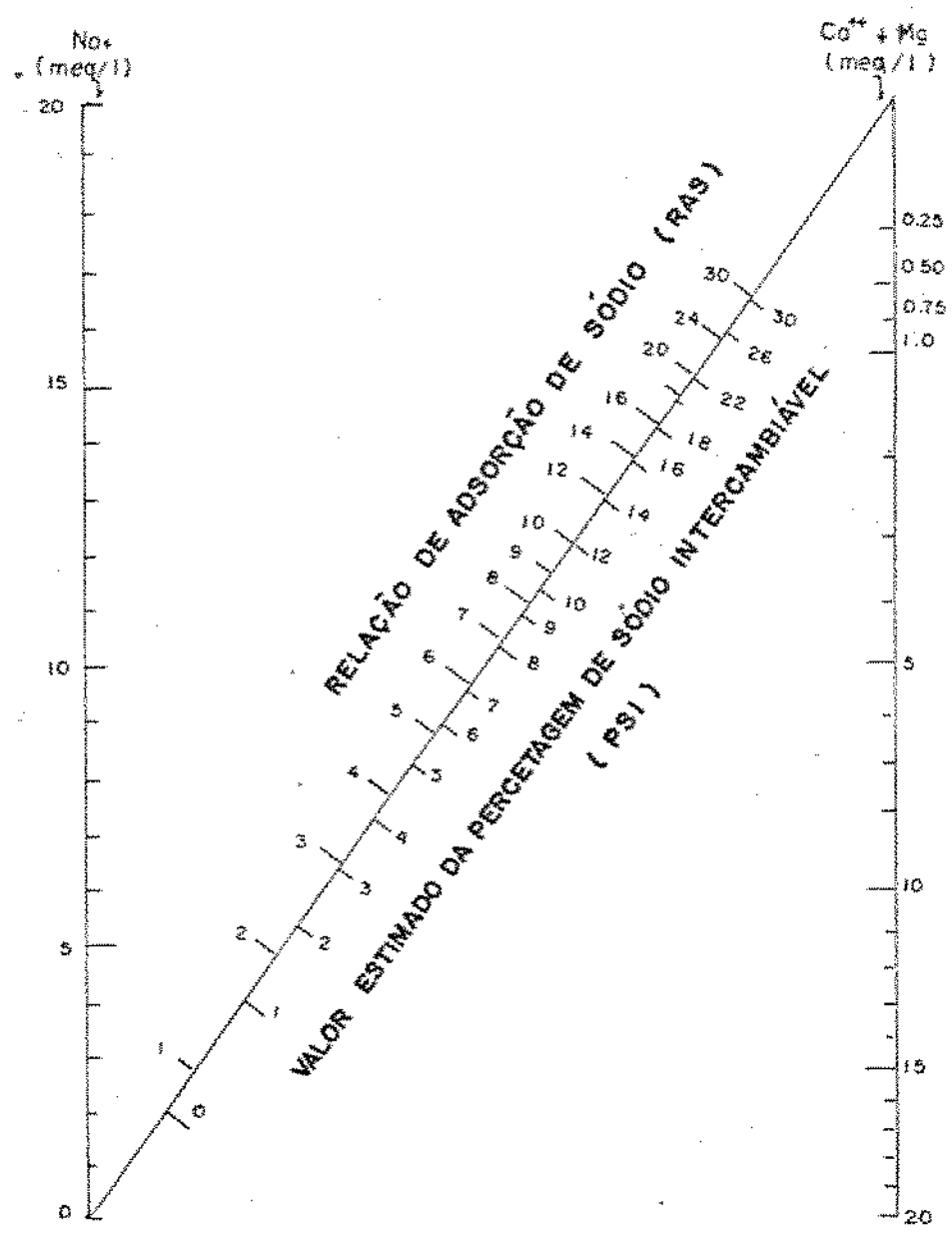
No tocante aos efeitos do s \acute{o} dio, Richards observou uma rela \tilde{c} o entre a RAS do extrato saturado do solo e a percentagem de s \acute{o} dio intercambi \acute{a} vel (PSI) do solo, portanto, sugeriu um nomograma para se estimar a PSI do solo em equil \acute{i} brio com o extrato, o qual \acute{e} apresentado na FIGURA 4. O mesmo diagrama pode ser usado para determinar a RAS do extrato ou da \bar{a} gua de irriga \tilde{c} o.

AYERS & WESTCOT (1976), modificaram o conceito da RAS, em fun \tilde{c} o das diferentes combina \tilde{c} oes de sais presentes nas \bar{a} guas e acrescentaram os efeitos dos carbonatos e bicarbonatos ao conceito antigo da RAS, mediante o valor de pHc.

O novo conceito \acute{e} chamado de RAS ajust. e pode ser calculada pela seguinte equa \tilde{c} o:

$$\text{RAS ajust.} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \cdot 1 + (8,4 - \text{pHc})$$

onde Na $^+$, Ca $^{++}$ e Mg $^{++}$ s \acute{a} o expressos em meq/l e (8,4 - pHc) \acute{e} o \acute{i} ndice de satura \tilde{c} o de Langelier, cujo uso foi proposto por BOWER et alii (1965; 1968), para estimar a precipita \tilde{c} o de carbonatos da \bar{a} gua de irriga \tilde{c} o como uma fun \tilde{c} o do grau de satura \tilde{c} o de CaCO $_3$ na solu \tilde{c} o do solo. O c \acute{a} lculo do pHc \acute{e} a-



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
COORDENADORIA GERAL DE PESQUISA
RUA APOLÔNIO VARELA, S/N - 20531-900 - RIO DE JANEIRO, RJ
68.100 - CUNHA BRANCA - PARQUE

FIGURA 4. Nomograma para determinação da RAS e estimativa da PSI do solo.

presentado no apêndice 1.

THORNE & PETERSON (1954) adotaram um sistema de classificação bastante semelhante a que foi proposta por RICHARDS (1954), a qual está apresentada na FIGURA 5. Nota-se que houve uma alteração nos limites de classes, quanto ao perigo de salinização.

DONEEN (1954) baseou sua classificação no termo salinidade efetiva (SE), isto envolve a solubilidade dos sais e as reações que ocorrem na solução do solo. A SE foi definida como sendo a salinidade total da água menos a concentração de CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ e CaSO_4 . O autor justifica que alguns dos sais da água de irrigação tem solubilidade limitada e conseqüentemente precipitam-se no solo, assim, não podem contribuir para a salinidade do solo. Sua tentativa de classificação baseada na SE, é apresentada na TABELA 3, para três condições de solo diferentes.

TABELA 3. Classificação de águas de irrigação, baseado na salinidade efetiva, segundo DONEEN (1954).

Condições do Solo	Salinidade Efetiva	Classe 1	Classe 2	Classe 3
-Solos com más condições de lixiviação	meq/l	3	3 - 5	5
	p.p.m	165	165-275	275
-Solos com médias condições de lixiviação	meq/l	5	5 - 10	10
	p.p.m	275	275-550	550
-Solos com boas condições de lixiviação	meq/l	7	7 - 15	15
	p.p.m	385	385-825	825

WILCOX (1958), mais uma vez, estudando a qualidade da água para irrigação, está de acordo com os limites recomendados por RICHARDS (1954), no entanto, sugeriu uma diferente

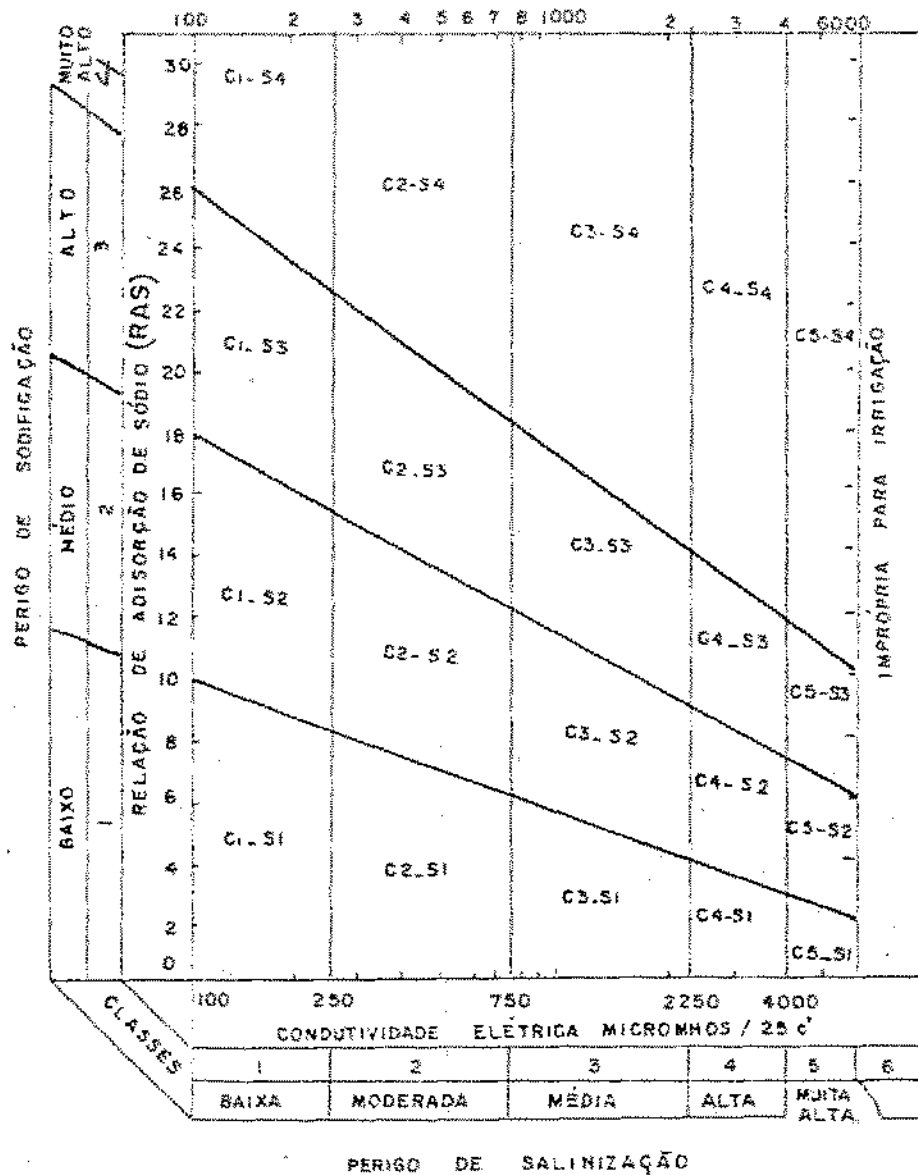


FIGURA 5. Diagrama para classificação de águas para irrigação, segundo THORNE & PETERSON (1954).

classificação baseada no teor de sódio, mostrada na FIGURA 6.

17

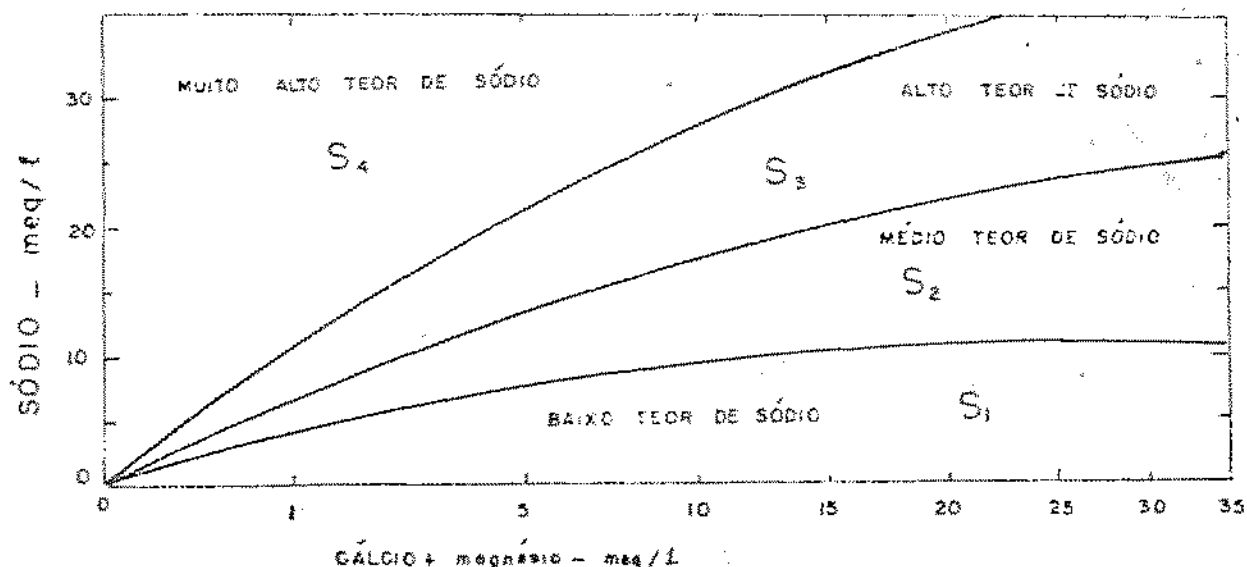


FIGURA 6. Diagrama de classificação de água baseada no teor de sódio segundo WILCOX (1958):

CHRISTIANSEN et alii (1977) propuseram um procedimento para classificação da água de irrigação, no qual consideram sete fatores que alteram a sua qualidade:

- 1) CE em mmhos/cm, a 25^oC
- 2) porcentagem de sódio (%Na)
- 3) RAS
- 4) carbonato de sódio (Na₂CO₃), em meq/l
- 5) cloro (Cl⁻) em meq/l
- 6) SE em meq/l
- 7) boro (B), em ppm

A classificação proposta avalia cada um dos sete fato-

res em seis classes, como mostra a TABELA 4.

TABELA 4. Avaliação de qualidade da água, segundo CHRISTIANSEN et alii (1977).

Classes	CE mmhos/cm a 25°C	Na ⁺ %	RAS	Na ₂ CO ₃ meq/l	Cl ⁻ meq/l	SE meq/l	B p.p.m
1	0,5	40	3	0,5	3	4	0,5
2	1,0	50	6	1,0	6	8	1,0
3	2,0	70	9	2,0	10	16	2,0
4	3,0	80	12	3,0	15	24	3,0
5	4,0	90	15	4,0	20	32	4,0
6	>4,0	>90	>15	>4,0	>20	>32	>4,0

1. % dos cátions totais

Nessa classificação, a água é avaliada por fator, por tanto, não deve ser preestabelecido que a água deva pertencer a uma mesma classe para todos os fatores. No entanto, uma água com classe 6 para todos os fatores, será imprópria para irrigação.

Com relação ao efeito da concentração de boro, vários autores comentam que o nível de concentração que se torna tóxico, varia de acordo com a espécie vegetal. Em razão desta variação, SCOFIELD (1936), propôs uma classificação de boro, com os limites de concentração baseados na tolerância da cultura a ser implantada (TABELA 5).

TABELA 5. Limites permissíveis de boro, segundo SCOFIELD(1936)

Classe para boro	Plantas sensíveis (p.p.m)	Plantas semitolerantes (p.p.m)	Plantas tolerantes (p.p.m)
1 - Excelente	< 0,33	< 0,67	< 1,00
2 - Boa	0,33 - 0,67	0,67 - 1,33	1,00 - 2,00
3 - Permissível	0,67 - 1,00	1,33 - 2,00	2,00 - 3,00
4 - Duvidosa	1,00 - 1,25	2,00 - 2,50	3,00 - 3,75
5 - Inadequada	> 1,25	> 2,50	> 3,75

YARON (1973), em trabalhos desenvolvidos na região costeira de Israel com a cultura de citrus, justificou ser o cloreto o íon a se tornar problema em certas regiões. Daí então, elaborou uma tabela, com os limites permissíveis quanto ao perigo das altas concentrações de cloretos, fazendo uma relação com a textura do solo, conforme mostra a TABELA 6.

TABELA 6. Limites permissíveis para cloretos, segundo YARON (1973)

Condutividade elétrica (µmhos/cm a 25°C)	Cloretos (meq/l)	TEXTURA DO SOLO		
		GROSSA	MÉDIA	FINA
1200	6,0	C1 ₁	C1 ₁	C1 ₁
1200 - 1500	6,0 - 7,5	C1 ₁	C1 ₁	C1 ₂
1500 - 1750	7,5 - 9,0	C1 ₁	C1 ₁	C1 ₃
1750 - 2250	9,0 - 15,0	C1 ₁	C1 ₂	C1 ₄

C1₁ - Não perigosa

C1₂ - Pequeno risco

C1₃ - Médio risco

C1₄ - Perigosa

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso 884 - Tel. (07) 331 7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

EATON (1950) estudando a significância dos carbonatos e bicarbonatos nas águas de irrigação, propôs uma classificação baseada no conceito de CSR que é calculado da seguinte maneira:

$$CSR = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++}).$$

Nesta relação, os constituintes iônicos são expressos em meq/l. O mesmo autor acrescenta ainda que:

a) Águas com CSR inferior a 1,25 meq/l, são normalmente apropriadas para irrigação.

b) Águas com CSR entre 1,25 e 2,50 meq/l, seriam acei-

táveis.

c) Águas com CSR superior a 2,50 meq/l não seriam recomendadas para irrigação.

YARON (1973) está de acordo e destaca que o teor de bicarbonato na água exerce influência direta sobre a quantidade de sódio, conseqüentemente alterando o valor da RAS, isto porque nas águas com elevadas concentrações de bicarbonatos há tendência para a precipitação do cálcio e do magnésio sob a forma de carbonatos, aumentando a proporção de sódio na solução do solo.

AYERS & WESTCOT (1976) também colaboram para o estudo de classificação e interpretação da água de irrigação e apresentaram suas diretrizes, conforme mostra a TABELA 7.

De uma maneira geral, estas diretrizes são baseadas nos fatores que determinam a qualidade da água para irrigação e devem constituir um meio útil para se fazer uma prévia avaliação da idoneidade da água para fins de utilização na agricultura.

3 - EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS PROPRIEDADES DO SOLO E NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS.

HELWEG et alii (1980), citam que, normalmente em regiões áridas e semi-áridas, a concentração de sais é maior, o que vai se somar aos problemas constantes de salinização e alcalinização em solos irrigados. Portanto, a ação da água de irrigação sobre os diferentes tipos de solo irá depender de sua qualidade, das propriedades dos solos e especialmente das condições de drenagem e do balanço de água e sais no subsolo.

TABELA 7. Diretrizes para interpretação da qualidade de água para irrigação, segundo AYERS, & WESTCOT (1976).

Problema de Irrigação	GRAU DO PROBLEMA		
	Sem problema	Problema crescente	Problema severo
Salinidade (afeta a disponibilidade de água para as culturas)			
CE (mmhos/cm)	< 0,75	0,75 - 3,0	> 3,0
Permeabilidade (afeta a taxa de infiltração)			
CE (mmhos/cm)	> 0,5	0,5 - 0,2	< 0,2
RAS ajust. ^{1/}			
montmorilonita (2 : 1)	< 6	6 - 9 ^{2/}	> 9
ilita-vermiculita (2 : 1)	< 8	8 - 16 ^{2/}	> 16
caolinita-sesquióxidos (1 : 1)	< 16	16 - 24 ^{2/}	> 24
Toxicidade específica dos íons			
Sódio ^{3/4/} (RAS ajust.)	< 3	3 - 9	> 9
Cloretos ^{3/4/} (meq/l)	< 4	4 - 10	> 10
boro (mg /l)	< 0,75	0,75 - 2,0	> 2,0
Efeitos diversos (afetam culturas susceptíveis)			
NO ₃ ⁻ - N ou NH ₄ - N (meq/l)	< 5	5 - 30	> 30
HCO ₃ ⁻ (meq/l) Quando usada a aspersão	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH	faixa normal de 6,5 - 8,4		

1/ Valores apresentados para o tipo de mineral de argila predominante no solo, pois a estabilidade estrutural varia entre os vários tipos de argila (Raillings, 1966 e Rhoades, 1975). É menos provável se a salinidade da água for baixa.

2/ Usar o limite inferior se CE < 0,4 mmhos/cm
Usar a gama intermediária se CE = 0,4 - 1,6 mmhos/cm
Usar o limite superior se CE > 1,6 mmhos/cm.

3/ A maioria das culturas de árvores e plantas ornamentais lenhosas é sensível ao sódio e aos cloretos (usar os valores apresentados). A maioria das culturas anuais não é sensível (Usar a Tabela de salinidade).

4/ Com a irrigação por aspersão em culturas sensíveis, o sódio ou cloretos acima de 3 meq/l sob certas condições, resultou em excesso de absorção foliar e danos às culturas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
 CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
 LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA
 AV. BRASÍLIA, 1730 - CEP 59.072-970 - NITERÓI, RJ
 FONE: (21) 216-7100
 FAX: (21) 216-7100

Segundo RICHARDS (1954), a concentração de sais na solução do solo, é, via de regra, 2 a 10 vezes maior do que a concentração de sais correspondente a da água que está sendo usada para irrigação deste solo e menciona que este aumento da concentração é o resultado da extração contínua da umidade pelo sistema radicular das plantas e pela evaporação.

DAKER (1970), está de acordo e afirma que ligeiras diferenças na textura, podem provocar um movimento desigual na distribuição da água nas camadas do solo e, conseqüentemente, uma grande desuniformidade quanto a acumulação de sais ao longo do perfil. A distribuição de sais nos solos salinos e alcalinos podem ocorrer na superfície ou num horizonte inferior, como podem estar mais ou menos bem distribuídos em todo o perfil. Segundo o mesmo autor, o principal fator que pode concorrer para desuniformidade dos sais, quer no sentido horizontal quer no vertical, é o sistema de irrigação e o manejo de solo e água.

Kovda, citado por MAGALHÃES (1978), menciona que, em Israel, foram aplicados 500 a 700mm de água de irrigação, que continha de 2 a 15 meq/l de cloretos, por estação de irrigação. Partindo do princípio que a água de irrigação incrementa apreciável quantidade de sais ao solo, foi verificado que os sais introduzidos com a água de irrigação acumulavam-se no perfil de 0-150cm. Em solos leves, com as precipitações de inverno, todos os sais solúveis eram lixiviados, enquanto que em solos mais pesados isso só se verificava no perfil superior a 0-90 cm. Ainda cita o autor que camponeses no norte da África, vêm utilizando água do subsolo com conteúdo de sais

atê de 7g/l para irrigação de oásis arenosos, sem causar a salinização dos solos.

BATISTA (1978) estudando as técnicas de irrigação numa região carente de recursos naturais básicos, de solo e água, em Israel, cita que com o objetivo de explorar uma área do deserto, caracterizada por condições extremamente desfavoráveis com relação aos altos níveis de salinidade da água e do próprio solo, obtiveram produções elevadas, como por exemplo 200 toneladas de tomate e 60 toneladas de melão por hectare, culturas essas classificadas como semi-tolerantes aos sais, de acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

CORDEIRO & MILLAR (1978), identificando os problemas de sais no projeto de irrigação de São Gonçalo, em Sousa-PB, concluíram que 24% da área em operação apresentam sódicos e 4% da mesma área, solos salinos-sódicos. Para tanto, atribuem estes resultados à falta de manejo adequado de solo e água e fazem recomendações de culturas mais apropriadas e do uso de gesso para a correção desses solos.

ZYLSTRA & SALINAS (1973) e CAMACHO (1975), estudando a salinização do solo e a qualidade da água subterrânea, afirmam que a salinização é um processo que pode ou não ser acentuado pela aplicação da água de irrigação na produção agrícola. Este processo depende de uma ampla variação nos parâmetros relativos a cultivo, salinidade do solo e qualidade da água.

AYERS & WESTCOT (1976) ressaltam que a planta, para extrair água de uma solução salina, terá que vencer o potencial

osmótico, devido a presença de sais. Assim, a medida que diminui a água disponível do solo, o déficit de água e os efeitos osmóticos se tornam maiores durante o crescimento da cultura.

Um outro grande problema de áreas irrigadas é com respeito à permeabilidade dos solos, ou seja, a facilidade com que a água penetra no solo e, geralmente, mede-se pela velocidade de infiltração. Normalmente este problema ocorre pelo efeito de determinados sais no solo ou por falta de sais na água de irrigação (efeito eletrolítico).

Segundo RHOADES (1972) e OSTER & SCHROER (1979), se a água aplicada no solo contiver mais carbonatos e bicarbonatos do que cálcio e magnésio, após a evaporação e utilização pelas plantas, o cálcio e o magnésio se precipitam sob a forma de carbonatos, aumentando a concentração relativa de sódio no complexo do solo e, conseqüentemente, afetando a permeabilidade, por se constituir um agente muito ativo de dispersão da fração argila do solo.

AYERS & WESTCOT (1976) comentam que a permeabilidade reduzida afeta a camada superior do solo, trazendo como consequência a redução da quantidade de água armazenada na zona radicular, enquanto que a salinidade reduz a disponibilidade desta reserva.

SCOFIELD & HEADLEY (1921), através de vários experimentos para recuperação de solos sódicos, resumiram os resultados concluindo que as águas duras tornam as terras brandas e as águas brandas as endurecem, o sódio na água de irrigação exerce influência principalmente nas propriedades físicas do solo e segundo QUIRK & SCOFIELD (1955), a concentração

crítica de sódio intercambiável que causa um decréscimo na permeabilidade inicial do solo é de 10 - 15%. Por outro lado, águas com elevado teor de eletrólitos causam a um aumento na permeabilidade de solos alcalinos.

Com respeito aos efeitos de concentrações excessivas de sais sobre o crescimento dos vegetais, AYERS & WESTCOT (1976) apresentaram os diversos graus de tolerância aos sais pelas plantas em termos de redução da produção, sendo os níveis de salinidade dados pela CE do extrato de saturação do solo e a CE da água de irrigação. Os resultados são apresentados para as principais culturas do Nordeste no Apêndice 2.

Um outro elemento que tem sido estudado com especial atenção é o boro, devido à alta toxicidade às plantas, quando presente mesmo em baixa concentração. Porém, o nível de concentração que o torna tóxico varia de acordo com a espécie vegetal.

Assim, RICHARDS (1954) elaborou uma tabela indicando a tolerância relativa ao boro, das principais culturas (Apêndice 3).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria para Assuntos Acadêmicos
Coordenação Geral de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso 882 - 51100-970 - João Pessoa - PB
68.100 - *Conselho Unificado* - Paraíba

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho constituiu em um levantamento da qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas, potencial - mente utilizáveis para irrigação, na microrregião homogênea de Catolê do Rocha-PB, bem como um estudo de seus efeitos, nas propriedades dos solos.

1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

1.1 - Situação geográfica

A microrregião homogênea de Catolê do Rocha situa-se a Noroeste do Estado da Paraíba, entre os meridianos $37^{\circ}10'$ e $38^{\circ}00'$ de longitude oeste e os paralelos $6^{\circ}02'$ e $6^{\circ}40'$ de latitude Sul. Limita-se ao norte, leste e oeste com o Estado do Rio Grande do Norte e ao sul com a microrregião do Alto Piranhas da Paraíba. É composta pelos municípios de Belém do Brejo do Cruz, Bom Sucesso, Brejo do Cruz, Brejo dos Santos, Catolê do Rocha, Jericó, Riacho dos Cavalos e São Bento.

1.2 - Clima e Vegetação

De acordo com a classificação de Thornthwaite, a microrregião possui clima semi-árido (Índice hídrico entre - 40 e - 20), com a temperatura média mensal flutuando durante o ano entre 25 e 29°C e a precipitação anual entre 700 e 874mm em anos normais e 445 e 600mm em anos considerados secos (FLIPLAN, 1980). Setenta e oito por cento (78%) da precipitação anual ocorre principalmente nos meses de fevereiro a maio, sendo outubro a dezembro os meses que apresentam as maiores evapotranspirações e conseqüentemente maior necessidade de irrigação. Na TABELA 8 apresentam-se os dados médios climáticos dos vários municípios da microrregião homogênea de Catalão do Rocha-PB. A vegetação nativa da microrregião é do tipo caatinga hiperxerófila, com predominância de plantas espinhosas e rica em cactáceas e bromeláceas.

1.3 - Solo e Relêvo

Uma análise sumária da base geológica da microrregião estudada, permite constatar como material originário, as rochas do pré-cambriano e a plutônica ácida (UFPB / FUNAPE, 1978). A maioria dos solos tais como: Aluviais, Podzólico, Vermelho Amarelo Eutrófico, Bruno não cálcico e os solos Litólicos Eutróficos encontrados na região provêm das rochas do pré-cambriano.

As rochas plutônicas estão representadas pelos granitos, que ocorrem em diversos tipos. Dessas rochas originam -

TABELA 8. Dados climáticos da Microrregião Homogênea de Catolê do Rocha - PB

MUNICÍPIO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	EVAPOTRANSPIRAÇÃO	DEFICIÊNCIA HIDRICA	ÍNDICE HIDRICO
	MÉDIA ANUAL	MÉDIA ANUAL	POTENCIAL MÉDIA ANUAL	MÉDIA ANUAL	DE THORNTHWALLE
	mm	°C	mm	mm	
Belém do Brejo do Cruz	707,5	26,5	1.584,0	870,0	- 33,0
Bom Sucesso	810,0	26,0	1.700,0	820,0	- 29,0
Brejo do Cruz	827,0	26,1	1.543,0	880,7	- 34,0
Brejo dos Santos	820,0	26,5	1.700,0	807,3	- 31,0
Catolê do Rocha	874,4	26,9	1.707,0	814,0	- 27,0
Jericó	810,0	26,5	1.650,0	862,0	- 31,0
Riacho dos Cavalos	830,0	26,0	1.617,0	869,0	- 32,0
São Bento	710,0	26,0	1.550,0	900,0	- 35,0
MICRORREGIÃO	707,5 - 874,4	26,0 - 26,9°	1.543,0 - 1.707,0	807,3 - 900,0	- 27 a - 35

Fontes:

CEPA (1973) e SAA/PB (1978) Citado pela FIPLAN (1980)

de vários solos, como: o Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico, textura média cascalhenta e solos Litólicos Eutróficos, textura arenosa e/ou média. O relevo enquadra-se na unidade morfológica denominada Depressões Sertanejas (MA/EPE/SUDENE/DRN, 1972), fazendo parte da superfície de pediplanação com pequenas inselbergues. Verifica-se, portanto, o domínio do relevo com formas suavemente onduladas e são nos trechos mais susceptíveis à erosão ocorrem movimentações correspondentes ao relevo ondulado.

1.4 - Disponibilidade de Terras Irrigáveis.

De acordo com estimativas da FIPLAN (1980), as terras potencialmente irrigáveis desta microrregião totalizam 22.600 ha, com uma disponibilidade hídrica anual total de 1.590 milhões de m³. Atualmente, as áreas efetivamente irrigáveis compreendem apenas 3.760 ha, sendo que os municípios de Riacho dos Cavalos e São Bento contribuem com 1.040 e 1.100 ha, respectivamente.

2 - COLETA DAS AMOSTRAS

Foram efetuadas três coletas de amostras de água durante o período de novembro de 1980 a agosto de 1981. As duas primeiras coletas de 160 amostras de água foram realizadas nos meses de novembro de 1980 e maio de 1981, correspondendo ao período mais seco e após as chuvas, respectivamente. No mês de agosto de 1981, realizou-se a terceira coleta em nove (09) propriedades, com projetos de irrigação já

implantados, nos municípios de Brejo dos Santos e Catolé do Rocha. Com o objetivo de estudar o efeito da água de irrigação nas características do solo, foram coletadas 18 amostras de solo em áreas irrigadas e não irrigadas adjacentes a essas propriedades.

A FIGURA 7 mostra a área em estudo e o respectivo número de amostras de água coletada em cada município. No apêndice 4, encontra-se uma descrição completa, da fonte, propriedade e o respectivo nome do proprietário de onde foi coletada a amostra de água, para cada município. Para a coleta das amostras de água, usou-se garrafas de polietileno, com capacidade de 1 litro e adotou-se a metodologia descrita por BERNARDO (1978).

As amostras de solo foram coletadas com um trado manual, nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm do perfil. Após as coletas, as amostras de água e de solo foram elevadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba.- Campina Grande - PB, onde foram analisadas.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Análise das Águas

Para avaliação da qualidade da água de irrigação, foram feitas as seguintes determinações:

- . pH
- . Condutividade Elétrica (CE)
- . Cálcio

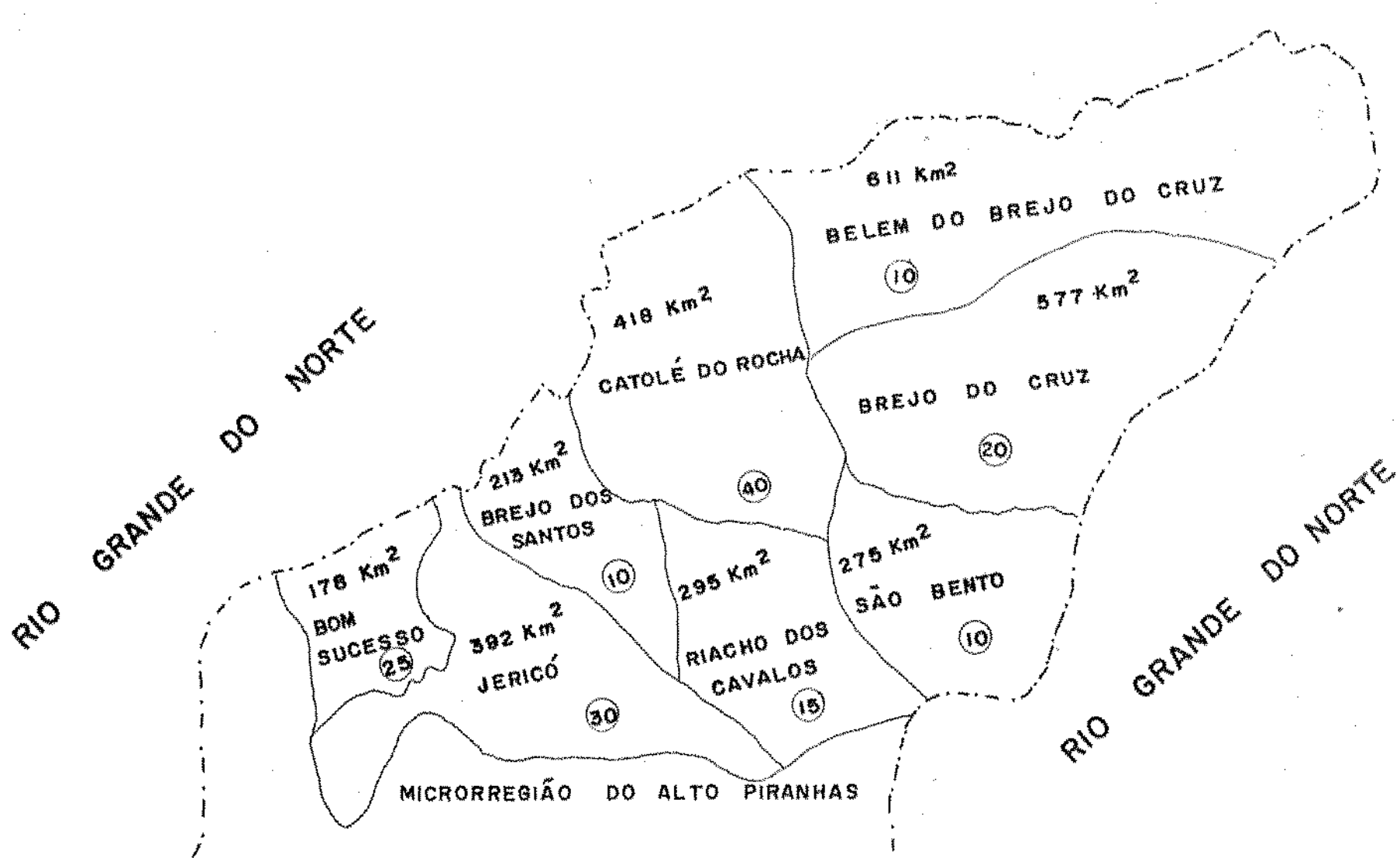


FIGURA 7. Microrregião homogênea de Catolê do Rocha, com a área e o respectivo número de amostra de água coletada em cada município.

- . Magnésio
- . Sódio
- . Potássio
- . Carbonato.
- . Bicarbonato
- . Cloréto
- . Sulfato e
- . Boro

Com exceção do sulfato para realização destas determinações foi utilizada a metodologia proposta por RICHARDS (1954). Quanto ao sulfato inicialmente se aplicou o teste qualitativo, usando-se $BaCl_2$ a 10%. Nas amostras que indicaram presença de SO_4^{--} , efetuou-se a determinação quantitativa, adotando-se o método proposto por CHAUHAN & CHAUHAN (1979), o qual se encontra descrito sucintamente no Apêndice 5.

3.2 - Análise dos Solos

Após a secagem, as amostras foram destorroadas e passadas por peneiras de 2mm, em seguida foram determinados os seguintes parâmetros:

- . Análise granulométrica.
- . pH da pasta saturada
- . Condutividade elétrica do extrato (CE_5)
- . Cálcio, magnésio, sódio e potássio no extrato e
- . Cálcio, magnésio, sódio e potássio trocável.

Para a análise granulométrica, utilizou-se o método do

densímetro descrito por VETTORI & PIETRANTONI (1960), com algumas modificações seguidas pela EMBRAPA (1979).

A pasta saturada para determinação do pH e retirada do extrato foi preparada de acordo com o procedimento descrito por RICHARDS (1954), a qual foi deixada em repouso durante 12 horas. O extrato foi retirado mediante uma bomba de vácuo comum. A percentagem de unidade na pasta foi determinada através da secagem de uma parte da pasta, numa estufa a temperatura de 105°C, durante 24 horas.

No extrato de saturação, as análises de CE e dos cátions solúveis foram determinadas pela mesma metodologia citada para análise das águas, enquanto que para cálcio e magnésio trocável usou-se a metodologia recomendada pela EMBRAPA (1979) e o sódio e potássio foram determinados através de fotometria de chama.

4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO

Com base nos resultados analíticos, as águas foram classificadas quanto à conveniência para irrigação, de acordo com o perigo de salinidade e sodicidade, pelos padrões propostos por RICHARDS (1954), carbonato de sódio residual, pelos limites recomendados por EATON (1950) e boro, segundo os limites propostos por SCOFIELD (1936). Foram seguidas ainda as diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação, recomendadas por AYERS & WESTCOT (1976).

3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com o objetivo de se conhecer a interdependência dos parâmetros estudados, determinou-se a correlação entre concentração total dos sais solúveis (a soma dos cátions) das águas e a relação de adsorção de sódio do extrato de saturação com a percentagem de sódio intercambiável do solo, seguindo-se a metodologia descrita por GOMES (1970).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 - QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E SUA VARIAÇÃO.

Os resultados das análises das águas de irrigação, da microrregião de Catolé do Rocha - PB, para efeito de uma melhor interpretação, serão apresentados e discutidos por cada município, para as duas coletas.

1.1 - Município de São Bento

Os resultados das análises efetuadas nas amostras deste município, são apresentados na tabela 9 A e B. Analisando-se cada parâmetro, observa-se que os valores de pH para as duas coletas, estão entre 6,65 e 8,40. Os limites encontrados são considerados como normais de acordo com a classificação de AYERS & WESTCOT (1976). A CE foi relativamente baixa em relação a outros municípios e somente duas amostras na 1ª coleta, apresentaram CE acima de 750 umhos, enquanto que na 2ª coleta, apenas uma amostra ultrapassou esse limite. Com excessão das amostras 6 e 7, nota-se uma grande diminuição

TABELA Nº 9 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO - PB.

A - 1ª COLETA

AMOSTRA	pH	CE (µmhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BORO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
001	6,95	315	0,58	0,82	1,36	0,19	2,95	0,70	0,00	1,75	0,00	2,46	1,62	C ₂ S ₁	0,00
002	7,40	123	0,38	0,43	0,34	0,13	1,28	0,20	0,00	1,12	0,00	1,32	0,53	C ₂ S ₁	0,00
003	7,20	277	0,84	0,59	0,94	0,16	2,53	0,60	0,00	2,04	0,00	2,64	1,11	C ₂ S ₁	1,55
004	7,80	650	1,17	1,89	2,80	0,08	5,94	1,60	0,00	4,56	0,00	6,16	2,26	C ₂ S ₁	0,00
005	7,10	440	0,72	0,84	2,22	0,19	3,97	1,00	0,00	2,92	0,00	3,92	2,51	C ₂ S ₁	0,63
006	7,00	1860	2,38	3,22	10,00	0,09	15,69	10,80	0,00	4,68	0,00	15,48	5,97	C ₃ S ₂	0,41
007	7,10	305	0,55	0,87	1,16	0,03	2,61	0,50	0,00	1,48	0,00	1,93	1,37	C ₂ S ₁	0,00
008	7,70	310	0,94	0,62	1,06	0,15	2,77	0,90	0,00	1,84	0,00	2,74	1,20	C ₂ S ₁	0,00
009	6,75	475	1,39	1,24	1,52	0,18	4,33	1,30	0,00	2,68	0,00	3,98	1,32	C ₂ S ₁	0,00
010	7,00	815	1,98	2,49	3,02	0,10	7,59	2,50	0,00	3,96	0,50	6,96	2,02	C ₃ S ₁	0,00

B - 2ª COLETA

AMOSTRA	pH	CE (µmhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BORO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
001	6,75	118	0,63	0,87	0,07	0,07	1,64	0,35	0,00	1,03	0,00	1,43	0,08	C ₁ S ₁	2,05
002	7,10	100	0,37	0,93	0,08	0,10	1,48	0,30	0,00	0,84	0,00	1,14	0,09	C ₁ S ₁	0,00
003	8,40	127	0,53	0,97	0,14	0,10	1,74	0,55	0,00	1,03	0,00	1,63	0,16	C ₁ S ₁	0,00
004	7,90	495	1,23	1,57	0,13	0,25	3,23	1,70	0,48	2,12	0,00	4,30	0,15	C ₂ S ₁	1,00
005	7,20	114	0,53	0,77	0,10	0,06	1,46	0,40	0,00	1,16	0,00	1,56	0,12	C ₁ S ₁	0,00
006	6,80	1980	2,63	3,27	11,90	0,10	17,90	11,90	0,24	5,04	0,00	17,18	6,92	C ₃ S ₂	0,00
007	6,90	390	0,99	1,91	1,00	0,03	3,93	0,90	0,00	1,72	0,00	2,62	0,83	C ₂ S ₁	1,15
008	8,00	298	1,11	1,49	0,72	0,13	3,45	1,00	0,28	1,68	0,00	2,96	0,63	C ₂ S ₁	1,00
009	6,70	272	0,84	1,36	0,63	0,10	2,93	0,80	0,00	1,72	0,00	2,52	0,60	C ₂ S ₁	0,00
010	6,65	410	1,40	0,70	0,68	0,15	2,93	1,35	0,00	2,44	0,00	3,79	0,66	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

nos valores de CE, após as precipitações. Os cátions apresentaram a seguinte predominância na 1ª e 2ª coletas, respectivamente: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$ e $\text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$, sendo que os íons de K^+ se encontram em concentrações desprezíveis. Quanto aos ânions, HCO_3^- predominaram nas duas coletas sobre os Cl^- , exceto na amostra 6, por outro lado CO_3^{--} e SO_4^{--} foram encontrados em pequenas concentrações em algumas amostras.

Os resultados revelaram que a presença de HCO_3^- até certo ponto, explica a predominância dos íons de Na^+ na 1ª coleta, pois devido a alta temperatura, sais de Ca^{++} e/ou Mg^{++} são precipitados em forma de carbonatos, consequentemente aumentando a concentração relativa de Na^+ . Com exceção da amostra 6, todas as outras pertencem às classes de baixo perigo de sódio (S_1) e de acordo com a classificação de RICHARDS, (1954) a maioria das amostras pertencem às classes C_1S_1 e C_2S_1 .

Quanto à concentração de B, apenas uma amostra em ambas as coletas apresentou teor superior a 1,25 ppm, valor considerado por SCOFIELD (1936) como sendo tóxico para culturas sensíveis. Devido à baixa concentração de CO_3^{--} e HCO_3^- nenhuma amostra apresentou valor de CSR superior a 2,50 meq/l, considerado por EATON (1950) como indesejável para água de irrigação.

1.2 - Município de Brejo do Cruz.

Os resultados das amostras deste município são apresentados na tabela 10A e B. Os valores de pH encontram-se entre 6,50 e 7,70 para as duas coletas. A concentração de sais

TABELA Nº 10 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE BREJO DO CRUZ

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	CLASSE		BOM (meq/l)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻		RAS	DA ÁGUA*	
011	6,80	145	0,35	0,49	0,62	0,10	1,56	0,30	0,00	0,96	0,00	1,26	0,95	C1S1	0,00
012	7,00	550	1,11	0,88	2,80	0,07	4,86	1,90	0,00	2,84	0,00	4,74	2,81	C2S1	0,00
013	6,90	174	1,20	0,19	0,75	0,19	2,33	0,30	0,00	1,36	0,00	1,66	0,90	C1S1	0,00
014	7,00	530	0,52	1,64	2,30	0,10	4,56	2,30	0,00	2,00	0,00	4,30	2,21	C2S1	0,00
015	6,70	154	0,40	0,40	0,75	0,07	1,62	0,40	0,00	1,04	0,00	1,44	1,18	C1S1	0,16
016	7,30	540	1,17	0,73	2,80	0,10	4,80	2,10	0,00	2,56	0,00	4,66	2,87	C2S1	0,00
017	7,60	770	2,01	1,31	3,26	0,30	6,88	2,90	0,00	3,60	0,00	6,50	2,53	C3S1	0,11
018	7,60	760	2,10	1,08	3,26	0,31	6,75	2,80	0,00	3,60	0,00	6,40	2,58	C3S1	0,00
019	7,40	415	0,79	0,61	2,14	0,06	3,60	1,50	0,00	1,96	0,00	3,46	2,55	C2S1	0,00
020	7,10	710	1,03	0,77	3,74	0,18	5,72	3,60	0,00	1,92	0,00	5,52	3,94	C2S1	0,00
021	6,80	162	0,60	0,64	0,80	0,25	2,29	0,40	0,00	0,84	0,00	1,24	1,01	C1S1	0,53
022	7,20	765	0,64	0,60	5,00	0,06	6,30	4,00	0,00	1,92	0,00	5,92	6,35	C3S2	0,35
023	7,70	795	0,97	0,54	4,84	0,10	6,45	4,00	0,00	2,20	0,00	6,20	5,58	C3S1	0,50
024	6,50	100	0,49	0,31	0,20	0,05	1,05	0,20	0,00	0,72	0,00	0,92	0,31	C1S1	0,23
025	7,30	700	0,71	0,66	4,26	0,07	5,70	2,50	0,00	2,48	0,00	4,98	5,16	C2S1	0,50
026	7,30	550	0,32	0,27	3,74	0,10	4,43	2,60	0,00	1,56	0,00	4,16	6,94	C2S1	0,83
027	7,30	450	0,66	0,90	2,38	0,19	4,13	1,20	0,00	2,52	0,00	3,72	2,69	C2S1	0,10
028	7,20	810	1,00	0,96	4,40	0,10	6,46	4,20	0,00	2,12	0,00	6,32	4,44	C3S1	0,30
029	6,90	370	0,83	0,42	1,90	0,06	3,21	1,50	0,00	1,64	0,00	3,14	2,41	C2S1	0,85
030	7,30	360	1,24	0,51	1,36	0,10	3,21	1,30	0,00	1,76	0,00	3,06	1,45	C2S1	0,10

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 10 - (CONTINUAÇÃO)

B - 2ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	RAS	CLASSF DA ÁGUA*	BOM (p.p.m)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
011	6,75	108	0,60	0,44	0,12	0,10	1,26	0,60	0,00	0,92	0,00	1,52	0,16	C ₁ S ₁	0,30
012	6,60	530	1,05	1,10	2,04	0,07	4,26	2,20	0,00	2,44	0,00	4,64	1,97	C ₂ S ₁	0,00
013	6,75	122	0,65	0,66	0,14	0,14	1,59	0,40	0,00	1,04	0,00	1,44	0,17	C ₁ S ₁	0,00
014	6,50	325	1,01	1,05	0,68	0,08	2,82	1,10	0,00	1,82	0,00	2,92	0,57	C ₂ S ₁	0,40
015	6,70	112	0,63	0,39	0,18	0,11	1,31	0,35	0,00	0,96	0,00	1,21	0,25	C ₁ S ₁	0,00
016	6,65	420	1,41	0,72	1,12	0,10	3,35	1,45	0,00	2,58	0,00	4,03	1,08	C ₂ S ₁	0,40
017	7,00	274	1,24	0,62	0,50	0,19	2,55	1,00	0,00	1,62	0,00	2,62	0,51	C ₂ S ₁	0,00
018	7,10	135	0,76	0,35	0,18	0,13	1,42	0,60	0,00	1,08	0,00	1,68	0,24	C ₁ S ₁	1,40
019	6,65	185	0,57	0,67	0,30	0,14	1,68	0,70	0,00	1,34	0,00	2,04	0,38	C ₁ S ₁	0,20
020	6,55	360	1,10	0,47	0,76	0,33	2,66	1,55	0,00	1,76	0,00	3,31	0,86	C ₂ S ₁	0,00
021	7,00	108	0,71	0,37	0,08	0,15	1,31	0,50	0,00	1,20	0,00	1,70	0,10	C ₁ S ₁	0,90
022	6,95	845	1,23	0,60	4,42	0,18	6,43	5,75	0,00	2,20	0,00	7,95	4,63	C ₃ S ₁	3,50
023	7,10	1080	1,51	1,41	5,76	0,18	8,86	6,20	0,24	1,98	0,00	8,42	4,76	C ₃ S ₁	3,70
024	6,50	102	0,54	0,48	0,12	0,07	1,21	0,35	0,00	0,72	0,00	1,07	0,16	C ₁ S ₁	1,30
025	6,90	610	0,74	0,82	3,36	0,10	5,02	2,65	0,00	2,52	0,00	5,17	3,80	C ₂ S ₁	0,30
026	7,05	256	0,95	0,49	0,63	0,16	2,23	1,00	0,00	1,48	0,00	2,48	0,74	C ₂ S ₁	0,00
027	7,00	172	0,46	0,95	0,25	0,14	1,80	0,80	0,00	1,44	0,00	2,24	0,29	C ₁ S ₁	2,40
028	7,40	192	0,87	0,60	0,16	0,16	1,79	0,50	0,00	1,28	0,00	1,78	0,18	C ₁ S ₁	1,20
029	6,60	420	0,92	0,70	1,75	0,08	3,45	2,10	0,00	1,60	0,00	3,70	1,94	C ₂ S ₁	0,90
030	6,70	284	1,18	0,79	0,56	0,10	2,63	1,00	0,00	1,54	0,00	2,54	0,56	C ₂ S ₁	0,50

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

solúveis nas águas foi relativamente baixa e com exceção das amostras 22, 23, 24 e 29, nota-se que, após as chuvas, houve uma diminuição considerável nos valores de CE. Na 1ª coleta, 75% das amostras apresentaram CE abaixo de 750 μ hos, enquanto que para 2ª coleta, o percentual aumentou para 90%. Na 1ª coleta, os cátions e ânions apresentaram a mesma seqüência de predominância do município de São Bento e, na 2ª coleta, observou-se uma diminuição na concentração dos sais e os cátions passaram a apresentar seguinte ordem: $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+ > K^+$. Quanto aos ânions não se constatou alteração na seqüência em relação à 1ª coleta. Os níveis de B para a 1ª coleta foram baixos; no entanto, para 2ª coleta, algumas amostras apresentaram níveis tóxicos para culturas sensíveis. Com respeito a CSR, nenhuma amostra apresentou problema nas duas coletas.

1.3 - Município de Brejo dos Santos.

A tabela 11 A e B mostra os resultados das águas estudadas neste município. Os valores de pH de todas as amostras mantiveram-se entre 6,80 e 7,95 e a concentração de sais solúveis foi relativamente alta, em comparação com os municípios de São Bento e Brejo do Cruz. Nota-se que 40% das amostras estudadas apresentam valores de CE acima de 750 μ hos, nas duas coletas e, com exceção da amostra 36, houve uma diminuição nos valores de CE após as chuvas. Na 1ª coleta os cátions apresentaram a seguinte seqüência de predominância: $Na^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+$, sendo K^+ em pequenas quantidades. Quan

TABELA Nº 11 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE BREJO DOS SANTOS

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BORDA (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
031	7,30	203	0,86	0,54	0,70	0,17	2,27	0,40	0,00	1,24	0,00	1,64	0,83	C ₁ S ₁	0,00
032	7,20	660	1,22	0,59	3,86	0,27	5,94	3,50	0,24	1,60	0,00	5,34	4,06	C ₂ S ₁	0,00
033	7,50	3150	12,59	7,48	10,00	0,04	30,11	21,80	0,40	3,20	4,50	29,90	3,15	C ₄ S ₁	0,00
034	7,20	555	1,91	0,94	2,50	0,20	5,55	1,70	0,00	3,32	0,00	5,02	2,09	C ₂ S ₁	0,00
035	7,60	630	1,10	0,74	3,74	0,18	5,76	2,60	0,00	2,68	0,00	5,28	3,89	C ₂ S ₁	0,00
036	6,80	830	1,71	1,03	4,12	0,24	7,10	5,10	0,00	0,96	1,00	7,06	3,51	C ₃ S ₁	0,00
037	7,00	625	1,02	0,68	2,50	0,27	4,47	3,00	0,00	0,92	0,00	3,92	2,71	C ₂ S ₁	0,00
038	7,45	2480	3,55	2,43	16,00	0,17	22,15	14,80	0,80	5,10	2,00	22,70	9,25	C ₄ S ₃	0,00
039	7,90	2640	2,79	3,26	17,40	0,19	23,64	16,80	0,80	4,76	0,50	22,76	10,01	C ₄ S ₃	0,00
040	7,30	740	1,15	1,25	4,54	0,41	7,35	3,00	0,24	3,00	1,50	7,74	4,14	C ₂ S ₁	0,00

B - 2ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BORDA (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
031	6,80	212	0,80	0,90	0,32	0,13	2,15	0,80	0,00	0,96	0,00	1,76	0,34	C ₁ S ₁	0,00
032	7,20	615	1,40	0,80	2,13	0,30	4,63	2,80	0,00	2,28	0,00	5,08	2,03	C ₂ S ₁	0,00
033	7,20	2380	9,00	4,50	7,06	0,10	20,66	18,20	0,00	2,52	0,00	20,72	2,71	C ₄ S ₁	0,00
034	7,15	505	2,20	0,80	1,12	0,35	4,47	1,50	0,00	2,90	0,00	4,40	0,91	C ₂ S ₁	0,00
035	7,70	580	1,60	0,90	2,13	0,16	4,79	3,70	0,25	2,44	0,00	6,39	1,90	C ₂ S ₁	0,00
036	6,95	1020	2,30	1,60	4,27	0,29	8,46	7,50	0,00	1,04	0,00	8,54	3,05	C ₃ S ₁	0,00
037	7,10	440	1,50	0,70	1,61	0,26	4,07	1,75	0,00	1,84	0,00	3,59	1,53	C ₂ S ₁	0,00
038	7,95	1360	2,70	1,10	9,46	0,27	13,53	9,45	0,48	3,60	0,00	13,53	6,86	C ₃ S ₂	0,00
039	7,60	1570	3,10	1,60	11,90	0,28	16,88	10,20	0,32	3,36	0,00	13,88	7,76	C ₃ S ₂	0,00
040	7,55	585	2,30	0,90	2,04	0,24	5,48	1,50	0,56	3,92	0,00	5,98	1,61	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

to aos ânions os Cl^- predominaram em relação aos HCO_3^- e os CO_3^{--} e SO_4^{--} apresentaram-se em pequenas concentrações. Os resultados revelaram que quando o valor de CE é alto, os íons de Cl^- predominam em relação aos HCO_3^- e à medida que estes valores de CE diminuem, ocorre a inversão na seqüência, passando os HCO_3^- a apresentarem maior concentração do que os Cl^- . Com respeito à 2ª coleta, não houve modificação na ordem de predominância, em relação a 1ª coleta. Devido a alta concentração relativa de Na^+ , as amostras 38 e 39 apresentaram valores relativamente altos de RAS e conseqüentemente, constatou-se alto perigo de sodificação.

Não se verificou perigo de B ou de CSR, nas amostras estudadas em ambas as coletas.

1.4 - Município de Riacho dos Cavalos

Na tabela 12 A e B, apresentam-se os resultados analíticos das águas deste município. Observa-se que os valores de pH apresentam-se na faixa normal, entre 6,60 e 8,40 para as duas coletas. Com respeito a concentração de sais solúveis nas águas, na 1ª coleta 47% das amostras apresentaram valores de CE abaixo de 750 μmhos e após as precipitações, observou-se que este percentual aumentou para 80%. Com exceção das amostras 48, 51 e 53 observou-se uma diminuição nos valores de CE, após as chuvas. Os cátions e ânions apresentaram a mesma seqüência de predominância do município de Brejo dos Santos, nas duas coletas. Quatro amostras apresentaram níveis de B superiores a 1,25 ppm em ambas as coletas e uma amostra na

TABELA Nº 12 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE RIACHO DOS CAVALOS

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				Σ CATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				Σ ANIONS (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BORDO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
041	7,30	780	1,69	1,29	3,83	0,19	7,00	3,80	0,24	2,40	0,00	6,44	3,13	C ₃ S ₁	0,33
042	7,50	420	1,39	1,36	1,60	0,05	4,40	0,50	0,00	3,28	0,50	4,28	1,36	C ₂ S ₁	0,00
043	6,60	395	0,80	0,32	0,80	0,40	2,32	1,60	0,00	0,24	0,00	1,84	1,06	C ₂ S ₁	0,40
044	7,60	1020	1,53	1,31	6,64	0,14	9,62	4,40	0,00	4,24	1,00	9,64	5,57	C ₃ S ₂	0,33
045	7,90	830	1,44	3,25	4,26	0,05	9,00	1,00	0,72	7,08	1,00	9,80	2,78	C ₃ S ₁	0,00
046	7,20	1320	1,98	1,51	8,26	0,19	11,94	7,90	0,00	3,00	0,00	10,90	6,26	C ₃ S ₂	0,50
047	8,10	2160	3,10	6,84	10,00	0,05	19,99	10,90	1,12	7,92	0,00	19,94	4,48	C ₃ S ₂	2,19
048	8,00	730	1,38	1,66	4,00	0,13	7,17	3,00	0,40	2,84	0,50	6,74	3,24	C ₂ S ₁	1,90
049	7,65	970	1,99	3,35	3,50	0,33	9,17	4,10	0,40	3,16	0,50	8,16	2,14	C ₃ S ₁	0,10
050	7,40	850	1,72	1,89	4,54	0,16	8,31	3,50	0,00	3,92	0,00	7,42	3,38	C ₃ S ₁	0,50
051	7,00	176	0,82	0,38	0,34	0,18	1,72	0,30	0,00	1,20	0,00	1,50	0,43	C ₁ S ₁	0,78
052	8,40	740	1,57	0,57	4,00	0,46	6,60	3,10	1,68	1,80	0,00	6,58	3,86	C ₂ S ₁	0,28
053	6,90	650	1,30	0,94	3,62	0,14	6,00	3,30	0,00	2,44	0,00	5,74	3,42	C ₂ S ₁	0,30
054	6,70	940	2,66	2,01	3,50	0,16	8,33	5,40	0,00	2,32	0,00	7,72	2,29	C ₃ S ₁	1,53
055	7,10	680	1,52	1,40	3,02	0,25	6,19	3,60	0,00	2,00	0,00	5,60	2,49	C ₂ S ₁	1,73

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 12 - (CONTINUAÇÃO)

B - 2ª COLETA

AMOSTRA	pH	CE (umhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	CLASSE RAS DA ÁGUA*	HARDNESS	
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
041	7,50	512	1,44	0,96	2,04	0,23	4,67	2,70	0,24	1,88	0,00	4,82	1,86	C ₂ S ₁	0,00
042	7,30	440	1,80	1,30	1,35	0,10	4,55	1,40	0,40	2,88	0,00	4,68	1,08	C ₂ S ₁	0,00
043	7,20	125	0,70	0,50	0,16	0,12	1,48	0,60	0,00	0,96	0,00	1,56	0,20	C ₁ S ₁	0,00
044	7,60	550	1,50	1,20	2,04	0,21	4,95	2,90	0,40	2,36	0,00	5,66	1,75	C ₂ S ₁	0,00
045	7,20	174	1,00	0,90	0,12	0,15	2,17	0,70	0,00	2,68	0,00	3,38	0,12	C ₁ S ₁	1,50
046	7,65	800	1,74	1,61	3,85	0,26	7,46	4,90	0,00	1,48	0,00	6,38	2,97	C ₃ S ₁	0,00
047	7,80	365	0,98	0,92	1,22	0,03	3,15	2,20	0,00	1,68	0,00	3,88	1,25	C ₂ S ₁	0,00
048	7,45	830	1,96	1,68	3,14	0,17	6,95	4,20	0,40	3,20	0,00	7,80	2,32	C ₃ S ₁	0,00
049	7,30	595	1,55	1,92	1,35	0,08	4,90	3,60	0,00	1,28	0,00	4,88	1,02	C ₂ S ₁	1,00
050	7,20	510	1,40	1,37	1,61	0,17	4,55	2,50	0,00	2,56	0,00	5,06	1,37	C ₂ S ₁	0,00
051	6,95	515	0,72	0,69	0,18	0,11	1,70	0,90	0,00	1,12	0,00	2,02	0,21	C ₂ S ₁	1,00
052	7,60	585	1,98	1,30	2,04	0,08	5,40	2,50	0,48	2,88	0,00	5,86	1,59	C ₂ S ₁	0,00
053	7,10	820	2,50	1,19	3,48	0,19	7,36	4,10	0,00	3,68	0,00	7,78	2,56	C ₃ S ₁	0,00
054	7,05	690	2,50	1,45	1,89	0,10	5,94	4,00	0,24	2,56	0,00	6,80	1,34	C ₂ S ₁	0,00
055	7,05	296	0,98	0,77	0,63	0,10	2,48	0,80	0,00	1,24	0,00	3,04	0,67	C ₂ S ₁	2,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

1ª coleta apresentou valor de CSR acima de 2,50 meq/l, valor considerado indesejável, de acordo com os limites proposto por EATON (1950).

Os resultados revelaram que este foi o município que apresentou maior variação na qualidade da água, durante as estações estudadas, 80% das amostras chegaram a mudar de classe de uma coleta para outra.

1.5 - Município de Bom Sucesso.

Os dados analíticos são apresentados na tabela 13 A e B. Como foi verificado em outros municípios, o pH manteve-se na faixa normal para as duas coletas e a CE esteve abaixo de 750 μ mhos, constatando-se que todas as águas estudadas neste município pertencem às classes de água de boa qualidade e poderiam ser usadas para irrigação da maioria das culturas e solos, evitando assim, de práticas especiais de manejo de solo e água. Na 1ª coleta os cátions e ânions apresentaram a mesma seqüência do município de São Bento. Com respeito à 2ª coleta, os cátions apresentaram a seguinte ordem: $Ca^{++} > Na^+$ $Mg^{++} > K^+$ e os ânions não se modificaram em relação a 1ª coleta. Quanto ao perigo de B, apenas três amostras na 1ª coleta e uma na 2ª, apresentaram concentrações acima de 1,25 ppm. Por outro lado não foi identificado nenhuma amostra com valor de CSR acima de 2,50 meq/l, nas duas coletas.

Os resultados mostraram que este município foi o que apresentou a melhor qualidade de água de irrigação, em toda a microrregião estudada.

TABELA Nº 13 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE BOM SUCESSO

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhôs/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA *	BOPO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
056	6,85	620	1,96	1,23	1,90	0,15	5,24	3,60	0,00	1,12	0,00	4,72	1,50	C ₂ S ₁	0,37
057	7,25	263	0,68	0,38	1,36	0,08	2,50	0,70	0,00	1,64	0,00	2,34	1,86	C ₂ S ₁	0,48
058	7,30	745	2,07	1,38	2,38	0,21	6,04	4,30	0,00	1,16	0,00	5,46	1,81	C ₂ S ₁	0,65
059	7,35	375	1,10	0,59	1,68	0,10	3,47	1,30	0,00	2,00	0,00	3,30	1,83	C ₂ S ₁	0,18
060	7,50	355	1,02	0,74	1,40	0,25	3,41	1,20	0,00	2,32	0,00	3,52	1,49	C ₂ S ₁	0,70
061	6,85	282	0,84	0,58	1,06	0,10	2,58	1,20	0,00	1,12	0,00	2,32	1,25	C ₂ S ₁	0,28
062	7,30	315	0,70	0,64	1,52	0,12	2,98	1,00	0,00	1,12	0,50	2,62	1,85	C ₂ S ₁	0,43
063	7,35	272	1,06	0,48	0,90	0,09	2,53	0,60	0,00	1,80	0,00	2,40	1,02	C ₂ S ₁	1,20
064	8,00	530	1,78	0,62	2,22	0,16	4,78	1,80	0,00	2,76	0,00	4,56	2,02	C ₂ S ₁	0,10
065	7,70	590	2,54	1,12	1,60	0,23	5,49	0,90	0,24	3,36	0,00	4,50	1,18	C ₂ S ₁	0,48
066	7,50	272	0,66	0,49	1,36	0,09	2,60	0,80	0,00	1,68	0,00	2,48	1,80	C ₂ S ₁	0,80
067	7,00	220	0,87	0,53	0,66	0,09	2,15	0,70	0,00	1,44	0,00	2,14	0,78	C ₁ S ₁	1,20
068	7,00	212	0,70	0,42	0,80	0,16	2,08	0,70	0,00	0,76	0,00	1,46	1,06	C ₁ S ₁	1,00
069	7,35	400	1,43	0,69	1,48	0,10	3,70	1,70	0,00	1,80	0,00	3,50	1,43	C ₂ S ₁	3,30
070	7,20	430	1,10	0,88	1,90	0,12	4,00	1,40	0,00	2,20	0,00	3,60	1,90	C ₂ S ₁	0,18
071	7,25	370	1,08	0,60	1,68	0,09	3,45	1,20	0,00	2,00	0,00	3,20	1,83	C ₂ S ₁	0,00
072	7,30	465	1,33	0,69	2,04	0,09	4,15	2,50	0,00	1,64	0,00	4,14	2,02	C ₂ S ₁	1,50
073	7,30	242	0,90	0,53	0,80	0,11	2,34	0,40	0,00	1,12	1,00	2,52	0,94	C ₁ S ₁	1,05
074	7,40	460	1,40	0,97	1,82	0,11	4,30	1,50	0,00	2,52	0,00	4,02	1,67	C ₂ S ₁	2,20
075	7,15	240	0,56	0,78	0,90	0,09	2,33	1,00	0,00	1,68	0,00	2,68	1,09	C ₁ S ₁	0,50
076	7,30	280	0,70	0,52	1,36	0,08	2,66	0,80	0,32	1,30	0,00	2,42	1,74	C ₂ S ₁	0,00
077	7,10	395	1,09	0,65	1,70	0,08	3,52	1,60	0,00	1,36	0,00	2,96	1,82	C ₂ S ₁	0,15
078	7,50	295	0,81	0,56	1,36	0,13	2,86	0,80	0,00	1,84	0,00	2,64	1,64	C ₂ S ₁	0,05
079	7,10	465	1,38	0,49	1,96	0,09	3,92	2,50	0,40	1,60	0,00	4,50	2,03	C ₂ S ₁	0,00
080	6,75	242	0,89	0,54	0,80	0,10	2,33	0,60	0,00	1,24	0,00	1,84	0,94	C ₁ S ₁	0,58

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 13 - (CONTINUAÇÃO)

B - 2ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	BOB (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻				
056	6,90	310	1,24	0,80	0,63	0,11	2,78	1,10	0,00	1,16	0,00	2,26	0,62	C ₂ S ₁	0,89
057	6,80	335	0,85	0,87	1,16	0,08	2,96	1,20	0,00	2,24	0,00	3,44	1,25	C ₂ S ₁	0,76
058	6,50	330	1,11	1,03	0,72	0,10	2,96	1,45	0,00	1,08	0,00	2,53	0,69	C ₂ S ₁	0,60
059	6,90	365	1,33	0,73	1,28	0,09	3,43	1,55	0,00	2,60	0,00	4,15	1,26	C ₂ S ₁	0,80
060	7,20	216	0,85	0,57	0,50	0,06	1,98	1,00	0,00	1,28	0,00	2,28	0,59	C ₁ S ₁	0,47
061	6,60	238	0,81	0,54	0,63	0,08	2,06	1,10	0,12	1,04	0,00	2,26	0,76	C ₁ S ₁	0,69
062	7,20	400	1,18	0,81	1,48	0,13	3,60	1,50	0,16	2,52	0,00	4,18	1,48	C ₂ S ₁	0,87
063	7,20	228	0,91	0,59	0,60	0,08	2,18	0,90	0,00	1,28	0,00	2,18	0,69	C ₁ S ₁	0,57
064	7,50	232	0,63	0,62	0,63	0,06	1,94	1,10	1,16	0,80	0,00	2,06	0,80	C ₁ S ₁	0,57
065	7,30	550	2,19	1,19	1,48	0,20	5,06	2,60	0,12	2,40	0,00	5,12	1,13	C ₂ S ₁	0,80
066	7,10	325	0,97	0,76	1,12	0,10	2,95	1,30	0,00	1,60	0,00	2,90	1,20	C ₂ S ₁	0,83
067	6,80	204	0,88	0,58	0,40	0,08	1,94	0,80	0,00	1,16	0,00	1,96	0,46	C ₁ S ₁	0,47
068	6,90	236	1,01	0,61	0,44	0,06	2,12	0,80	0,00	0,76	0,00	1,56	0,48	C ₁ S ₁	0,49
069	6,80	303	1,22	0,61	0,80	0,17	2,80	1,10	0,00	1,96	0,00	3,06	0,83	C ₂ S ₁	0,60
070	6,90	570	1,69	1,20	2,29	0,14	5,32	1,80	0,24	3,60	0,00	5,64	1,90	C ₂ S ₁	1,30
071	7,20	353	1,56	0,92	0,96	0,12	3,56	1,10	0,00	2,36	0,00	3,46	0,86	C ₂ S ₁	0,69
072	6,80	335	1,18	0,73	1,16	0,08	3,15	1,10	0,00	1,24	0,00	2,34	1,19	C ₂ S ₁	0,80
073	6,60	278	1,13	0,72	0,60	0,13	2,58	1,60	0,00	0,96	0,00	2,56	0,62	C ₂ S ₁	0,60
074	7,00	355	1,08	0,89	1,22	0,09	3,28	1,70	0,00	1,72	0,00	3,42	1,23	C ₂ S ₁	0,69
075	6,60	208	0,83	0,63	0,40	0,08	1,94	1,00	0,00	1,20	0,00	2,20	0,46	C ₁ S ₁	0,70
076	6,50	300	0,78	0,73	1,22	0,10	2,83	1,20	0,00	1,80	0,00	3,00	1,40	C ₂ S ₁	0,80
077	6,90	310	1,24	0,76	0,63	0,11	2,74	1,30	0,00	1,16	0,00	2,46	0,62	C ₂ S ₁	0,85
078	7,10	300	0,99	0,60	1,06	1,18	3,83	2,00	0,00	1,80	0,00	3,80	1,13	C ₂ S ₁	0,60
079	6,80	340	1,16	0,84	1,00	0,50	3,50	2,10	0,00	0,84	0,00	2,94	1,00	C ₂ S ₁	0,80
080	6,80	268	1,02	0,73	0,56	0,10	2,41	1,00	0,00	1,16	0,00	2,16	0,60	C ₂ S ₁	0,85

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

1.6 - Município de Jericó

Os resultados das análises encontram-se na tabela 14 A e B. Observa-se que, para as duas coletas, os valores de pH estão nos limites normais e 33% das amostras, apresentaram valores de CE acima de 750 μ mbos. Após as chuvas constatou-se que em 80% das amostras houve diminuição nos valores de CE.

Em ambas as coletas os cátions apresentaram a seguinte ordem de predominância: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{K}^+$. Quanto aos ânions, mesmo havendo a predominância dos HCO_3^- na maioria das amostras, os Cl^- apresentaram valores bastante aproximados e mais uma vez constatou-se que com o aumento da CE, os Cl^- passavam a predominar. Apenas três amostras apresentaram níveis de B acima de 1,25 ppm nas duas coletas e devido à presença de altas concentrações de HCO_3^- e CO_3^{--} , nas amostras 98 e 100 observou-se valores de CSR acima de 2,50 meq/l.

Comparando-se os resultados obtidos com os municípios de São Bento, Brejo do Cruz e Bom Sucesso, nota-se que a concentração de sais ou RAS nas águas deste município é relativamente elevada e, conseqüentemente, as águas são de qualidade inferior aos referidos municípios.

1.7 - Município de Catolé do Rocha.

Os dados das análises das amostras de água deste município são apresentados na tabela 15 A e B. Os resultados revelaram que os valores de pH apresentaram-se normais para as duas coletas e que a concentração de sais solúveis nas águas

TABELA Nº 14 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE JERICÓ

A - 1ª COLETA

AMOSTRA	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				CATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ANIONS (meq/l)	RAS DA	CLASSE DA ÁGUA *	BORO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻				
081	8,10	870	1,22	1,68	5,14	0,10	8,14	3,40	0,24	3,88	0,00	7,52	4,26	C3S1	0,77
082	8,00	890	1,20	1,64	5,76	0,13	8,73	4,00	0,00	3,72	1,00	8,72	4,83	C3S1	0,72
083	7,50	350	0,91	0,52	1,74	0,10	3,27	1,40	0,00	1,60	0,00	3,00	2,06	C2S1	0,41
084	7,40	425	0,69	0,51	2,92	0,13	4,25	1,80	0,00	1,52	0,00	3,32	3,76	C2S1	0,71
085	7,20	290	0,94	0,53	1,28	0,08	2,83	1,20	0,00	1,04	0,00	2,24	1,49	C2S1	1,06
086	7,90	3050	7,70	9,16	10,00	0,13	26,99	20,40	0,40	6,24	0,00	27,04	3,44	C4S1	0,70
087	7,30	390	0,93	0,67	2,14	0,10	3,84	1,60	0,24	1,68	0,00	3,52	2,39	C2S1	0,81
088	7,30	210	0,43	0,34	1,12	0,10	1,99	0,70	0,00	1,12	0,00	1,82	1,81	C1S1	0,71
089	7,30	330	0,92	0,72	1,28	0,08	3,00	1,50	0,00	1,28	0,00	2,78	1,41	C2S1	0,61
090	7,85	530	2,67	2,08	0,94	0,11	5,80	0,70	0,72	3,68	0,00	5,10	0,61	C2S1	0,27
091	7,40	278	0,63	0,58	1,60	0,07	2,88	0,80	0,00	1,64	0,00	2,44	2,06	C2S1	0,11
092	7,90	1560	1,25	6,59	8,26	0,01	16,11	6,00	0,64	7,48	1,50	15,62	4,17	C3S1	0,51
093	7,25	192	0,68	0,51	0,58	0,07	1,84	0,40	0,00	1,32	0,00	1,72	0,75	C1S1	1,04
094	7,50	730	1,35	1,24	3,50	0,18	6,27	2,90	0,00	3,36	0,00	6,26	3,08	C2S1	1,42
095	7,50	610	1,52	1,78	3,26	0,05	6,61	0,90	0,00	5,12	0,00	6,02	2,53	C2S1	0,08
096	7,50	370	1,42	1,27	1,06	0,24	3,99	0,50	0,00	2,92	0,00	3,42	0,91	C2S1	1,60
097	7,60	1310	2,13	1,72	9,18	0,24	13,27	5,70	0,32	4,24	2,00	12,26	6,62	C3S2	0,47
098	8,30	2780	0,71	1,94	22,20	0,02	24,87	13,30	1,36	9,36	0,00	24,02	19,32	C4S4	1,08
099	7,40	525	0,96	1,02	2,38	0,14	4,50	2,30	0,16	2,20	0,00	4,66	2,39	C2S1	1,17
100	8,10	2500	1,97	6,21	15,20	0,13	23,51	10,90	1,38	9,92	1,00	23,20	7,51	C4S2	0,61
101	7,35	150	0,67	0,47	0,20	0,16	1,50	0,30	0,00	1,24	0,00	1,54	0,26	C1S1	2,31
102	8,10	2600	2,09	7,21	14,80	0,10	24,20	15,80	1,60	6,40	0,00	23,80	6,86	C4S2	2,50
103	7,30	445	0,65	0,51	2,50	0,05	3,71	2,00	0,00	1,60	0,00	3,60	3,28	C2S1	0,00
104	8,00	315	0,86	0,43	1,68	0,09	3,06	1,00	0,24	1,56	0,00	2,80	2,09	C2S1	0,16
105	8,10	754	1,36	2,91	4,54	0,10	8,91	1,30	0,72	5,60	1,00	8,62	3,11	C3S1	0,29
106	8,00	2000	2,44	2,54	13,60	0,11	18,69	10,00	0,64	6,36	1,00	18,00	8,61	C3S2	0,00
107	7,30	420	1,05	0,55	2,38	0,10	4,08	1,70	0,00	2,08	0,00	3,78	2,66	C2S1	0,63
108	7,20	278	0,70	0,40	1,22	0,16	2,48	1,60	0,00	0,96	0,00	2,56	1,64	C2S1	0,60
109	7,70	570	1,12	0,93	3,50	0,14	5,69	1,70	0,32	2,64	1,00	5,66	3,46	C2S1	0,16
110	7,40	214	0,64	0,24	0,94	0,07	1,89	0,80	0,00	1,08	0,00	1,88	1,41	C1S1	0,40

* De acordo com a classificação proposto por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 14 - (CONTINUAÇÃO)

B - 2ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	DORO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻				
081	7,50	750	0,85	1,34	4,75	0,09	7,03	3,20	0,00	3,72	0,00	6,92	4,54	C ₃ S ₁	0,00
082	7,45	770	0,98	1,55	4,42	0,09	7,04	3,00	0,24	2,92	0,00	6,16	3,93	C ₃ S ₁	1,86
083	6,50	282	0,53	0,97	0,96	0,11	2,57	1,00	0,00	1,16	0,00	2,16	1,10	C ₂ S ₁	0,00
084	6,75	355	1,23	0,89	0,68	0,39	3,19	1,10	0,32	1,52	0,00	2,94	0,66	C ₂ S ₁	0,20
085	6,70	350	1,26	0,92	0,68	0,39	3,25	1,05	0,00	2,24	0,00	3,29	0,65	C ₂ S ₁	0,10
086	7,25	1540	2,73	3,26	8,06	0,11	14,16	9,55	0,72	2,76	0,00	13,03	4,66	C ₃ S ₁	0,00
087	6,95	405	1,46	1,12	1,22	0,13	3,93	1,60	0,16	2,12	0,00	3,88	1,07	C ₂ S ₁	0,00
088	6,65	245	1,15	0,65	1,12	0,19	3,11	1,30	0,00	1,32	0,00	2,62	1,18	C ₂ S ₁	0,10
089	6,70	332	1,05	0,77	1,22	0,06	3,10	1,20	0,00	1,74	0,00	2,94	1,27	C ₂ S ₁	0,80
090	7,00	133	0,84	0,61	0,07	0,05	1,57	0,40	0,00	1,28	0,00	1,68	0,98	C ₁ S ₁	0,30
091	6,65	230	0,92	0,62	0,60	0,08	2,22	0,80	0,00	1,48	0,00	2,28	0,68	C ₁ S ₁	1,80
092	7,35	840	1,64	2,47	3,36	0,23	7,70	4,20	0,32	2,68	0,00	7,20	2,34	C ₃ S ₁	0,00
093	6,90	153	0,58	0,79	0,23	0,08	1,68	0,50	0,00	1,16	0,00	1,66	0,27	C ₁ S ₁	1,48
094	7,65	455	1,11	1,02	1,89	0,10	4,12	1,90	0,40	1,96	0,00	4,26	1,83	C ₂ S ₁	0,00
095	7,10	365	1,33	1,43	0,90	0,03	3,69	0,70	0,32	2,96	0,00	3,98	0,75	C ₂ S ₁	1,20
096	7,30	320	1,50	1,05	0,60	0,07	3,22	0,70	0,32	2,32	0,00	3,34	0,53	C ₂ S ₁	2,50
097	7,15	590	0,94	1,05	3,04	0,15	5,18	2,20	0,32	2,32	0,00	4,84	3,05	C ₂ S ₁	1,15
098	7,85	2460	0,95	3,30	19,95	0,07	24,27	14,40	1,36	8,24	0,00	24,00	13,70	C ₄ S ₃	0,00
099	7,00	405	1,30	1,29	1,22	0,13	3,94	1,60	0,32	1,88	0,00	3,80	1,07	C ₂ S ₁	0,60
100	7,70	875	1,27	2,05	4,75	0,06	8,13	4,20	0,64	3,08	0,00	7,92	3,68	C ₃ S ₁	0,50
101	6,90	152	0,91	0,62	0,14	0,13	1,80	0,60	0,00	1,48	0,00	2,08	0,16	C ₁ S ₁	0,30
102	7,85	840	1,19	1,91	4,42	0,06	7,58	3,90	0,88	2,76	0,00	7,54	3,55	C ₃ S ₁	0,00
103	6,80	282	0,86	0,51	1,12	0,04	2,53	0,90	0,00	1,48	0,00	2,38	1,35	C ₂ S ₁	0,45
104	6,85	272	1,09	0,71	0,63	0,10	2,53	1,10	0,00	1,80	0,00	2,90	0,66	C ₂ S ₁	0,80
105	7,25	850	2,49	3,04	3,36	0,17	9,06	2,20	0,80	5,92	0,00	8,92	2,02	C ₃ S ₁	0,10
106	7,30	1820	2,83	2,70	11,45	0,13	17,11	10,10	0,96	5,24	0,00	16,30	6,89	C ₃ S ₂	0,00
107	7,45	400	0,97	0,94	1,69	0,09	3,69	1,80	0,24	2,04	0,00	4,08	1,73	C ₂ S ₁	0,00
108	6,75	275	1,04	0,69	0,44	0,12	2,29	0,90	0,00	0,80	0,00	1,70	0,47	C ₂ S ₁	1,60
109	7,65	890	1,48	1,70	4,93	0,07	8,18	4,20	0,30	3,32	0,00	8,32	3,90	C ₃ S ₁	0,00
110	6,80	345	1,09	0,63	1,06	0,09	2,87	1,30	0,00	1,36	0,00	2,66	1,14	C ₂ S ₁	0,15

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS(1954).

TABELA Nº 15 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO ROCHA

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	RAS	CLASSE DA ÁGUA*	DURO (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻				
111	6,70	355	0,97	0,45	1,36	0,13	2,91	1,30	0,00	1,16	0,00	2,46	1,61	C ₂ S ₁	0,10
112	7,30	340	1,42	0,65	2,50	0,16	4,73	1,60	0,48	2,52	0,00	4,60	2,46	C ₂ S ₁	0,48
113	7,10	400	0,90	0,69	1,74	0,13	3,46	1,40	0,00	1,72	0,00	3,12	1,96	C ₂ S ₁	0,13
114	7,50	630	1,42	0,71	3,14	0,19	5,46	2,50	0,80	1,76	0,00	5,06	3,04	C ₂ S ₁	0,20
115	7,30	525	1,30	0,82	2,38	0,15	4,65	1,60	0,40	2,44	0,00	4,44	2,31	C ₂ S ₁	0,85
116	6,70	360	0,92	0,54	1,48	0,14	3,08	1,40	0,00	1,24	0,00	2,64	1,73	C ₂ S ₁	0,10
117	6,85	370	0,84	0,56	1,36	0,16	2,92	1,50	0,00	1,28	0,00	2,78	1,62	C ₂ S ₁	0,20
118	7,50	535	0,89	0,53	2,92	0,16	4,50	2,60	0,00	1,80	0,00	4,40	3,46	C ₂ S ₁	0,70
119	7,10	705	1,65	1,48	1,48	0,16	4,77	2,60	0,48	3,12	0,00	6,20	1,18	C ₂ S ₁	0,45
120	6,70	185	0,29	0,49	0,70	0,05	1,53	0,70	0,00	0,92	0,00	1,62	1,12	C ₁ S ₁	0,20
121	7,00	400	0,87	0,52	1,74	0,14	3,27	0,50	0,00	1,60	1,00	3,10	2,09	C ₂ S ₁	0,20
122	6,90	395	0,93	0,67	1,74	0,13	3,47	1,60	0,00	1,56	0,00	3,16	1,94	C ₂ S ₁	0,10
123	7,20	765	2,05	1,38	3,26	0,07	6,76	2,70	0,56	3,48	0,00	6,74	2,49	C ₃ S ₁	0,40
124	7,80	640	1,70	0,90	2,92	0,23	5,75	2,70	0,48	2,32	0,00	5,50	2,56	C ₂ S ₁	0,43
125	7,10	780	2,24	1,84	3,02	0,16	7,26	3,10	0,32	3,08	0,00	6,50	2,11	C ₃ S ₁	0,00
126	7,10	580	1,40	1,31	2,60	0,07	5,38	2,10	0,00	2,68	0,00	4,78	2,23	C ₂ S ₁	0,60
127	7,50	5000	2,52	5,09	42,60	0,60	50,81	49,40	0,48	3,44	0,00	53,32	21,85	C ₄ S ₄	0,55
128	6,90	405	0,98	0,42	1,90	0,13	3,43	1,00	0,00	1,64	0,00	2,64	2,27	C ₂ S ₁	0,60
129	7,20	1260	1,55	1,61	8,06	0,07	11,29	6,40	0,64	4,00	0,00	11,04	6,41	C ₃ S ₂	0,40
130	6,55	370	0,92	0,48	1,52	0,18	3,10	1,60	0,00	1,36	0,00	2,96	1,81	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

INSTITUTO DE PESQUISA EM QUÍMICA
 LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS
 Rua Américo de Almeida, 562 - Tel. 252-2211
 CEP 13.082-900 - Catolés do Rocha - SP

TABELA Nº 15 - (CONTINUAÇÃO)

A - 1ª COLETA (CONTINUAÇÃO)

AMOSTRA	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS (meq/l)	CLASSE		BORD (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻		RAS	DA ÁGUA*	
131	6,85	395	0,95	0,59	1,74	0,13	3,41	1,50	0,00	1,60	0,00	3,10	1,98	C ₂ S ₁	0,00
132	7,25	530	1,47	0,87	2,60	0,17	5,11	1,80	0,00	2,68	0,00	4,48	2,40	C ₂ S ₁	0,10
133	7,10	980	2,07	1,90	4,54	0,12	8,63	4,60	0,80	2,84	0,00	8,24	3,22	C ₃ S ₁	0,28
134	7,15	985	2,12	2,09	4,40	0,12	8,73	4,40	0,40	3,28	0,00	8,08	3,03	C ₃ S ₁	0,00
135	7,50	355	0,92	0,71	1,40	0,14	3,17	1,40	0,00	1,12	0,00	2,52	1,55	C ₂ S ₁	0,00
136	7,10	785	2,44	1,56	3,02	0,16	7,18	3,50	0,40	3,16	0,00	7,06	2,13	C ₃ S ₁	0,00
137	6,85	575	1,20	0,72	2,80	0,12	4,84	2,80	0,00	1,56	0,00	4,36	2,85	C ₂ S ₁	1,10
138	7,40	870	1,39	0,65	5,14	0,19	7,37	4,60	0,32	2,08	0,00	7,00	5,08	C ₃ S ₁	0,00
139	7,60	775	2,31	1,72	3,01	0,17	7,21	3,20	0,48	3,00	0,00	6,68	2,12	C ₃ S ₁	0,30
140	6,75	565	0,97	0,69	3,02	0,10	4,78	2,70	0,00	1,80	0,00	4,50	3,31	C ₂ S ₁	3,00
141	6,70	360	0,97	0,51	1,36	0,15	2,99	1,40	0,00	1,04	0,00	2,44	1,58	C ₂ S ₁	0,00
142	6,55	370	0,97	0,50	1,40	0,15	3,02	1,40	0,00	1,32	0,00	2,72	1,63	C ₂ S ₁	0,00
143	6,35	610	1,32	0,95	2,14	0,40	4,81	4,20	0,00	0,64	0,00	4,84	2,01	C ₂ S ₁	0,00
144	7,10	730	1,66	0,99	3,74	0,23	6,62	2,90	0,16	3,08	0,00	6,14	3,25	C ₂ S ₁	0,00
145	7,25	360	0,94	0,63	1,48	0,16	3,21	1,50	0,00	1,16	0,00	2,66	1,67	C ₂ S ₁	0,70
146	6,55	370	1,04	0,36	1,48	0,17	3,05	1,50	0,00	1,28	0,00	2,78	1,76	C ₂ S ₁	0,00
147	6,85	740	1,33	0,81	3,62	0,32	6,08	3,30	0,00	2,40	0,00	5,70	3,49	C ₂ S ₁	0,00
148	6,85	400	1,00	0,40	1,82	0,12	3,34	1,40	0,00	1,64	0,00	3,04	2,17	C ₂ S ₁	0,20
149	7,10	640	1,47	0,46	3,26	0,20	5,39	2,80	0,00	2,68	0,00	5,48	3,32	C ₂ S ₁	0,00
150	6,80	810	2,24	1,87	2,92	0,17	7,20	3,40	0,24	3,48	0,00	7,12	2,03	C ₃ S ₁	0,23

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 15 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO ROCHA

B - 2ª COLETA

AMOSTRA	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				Σ CATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				Σ ANIONS (meq/l)	CLASSE	DUREZA (ppm)	
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻				
111	8,20	271	0,95	0,67	0,80	0,07	2,49	1,00	0,00	1,48	0,00	2,48	0,88	C ₂ S ₁	0,10
112	6,60	460	1,26	0,63	2,04	0,14	4,07	1,60	0,00	1,76	0,00	3,36	2,10	C ₂ S ₁	0,10
113	8,20	270	0,86	0,60	0,80	0,06	2,32	0,95	0,00	1,48	0,00	2,43	0,93	C ₂ S ₁	0,00
114	6,80	490	1,11	0,59	2,64	0,10	4,44	1,75	0,00	2,28	0,00	4,03	2,86	C ₂ S ₁	0,00
115	7,00	650	1,43	1,01	3,85	0,14	6,43	2,95	0,00	3,02	0,00	5,97	3,48	C ₂ S ₁	0,30
116	7,00	585	1,48	0,84	2,93	0,17	5,42	2,35	0,00	2,33	0,00	4,68	2,72	C ₂ S ₁	0,00
117	6,70	835	1,70	1,00	4,93	0,21	7,84	4,05	0,00	3,04	0,00	7,09	4,24	C ₃ S ₁	0,00
118	6,90	565	1,06	0,64	3,26	0,16	5,12	2,90	0,00	1,64	0,00	4,54	3,53	C ₂ S ₁	0,80
119	8,40	645	1,39	1,48	3,48	0,04	6,39	2,60	0,72	2,72	0,00	6,04	2,91	C ₂ S ₁	0,25
120	6,80	720	1,67	1,07	2,85	0,12	6,71	3,50	0,00	2,54	0,00	6,04	3,28	C ₂ S ₁	0,10
121	6,50	535	1,43	0,94	2,38	0,10	4,85	2,80	0,00	1,42	0,00	4,22	2,19	C ₂ S ₁	0,00
122	6,50	532	1,12	1,33	2,38	0,09	4,92	2,80	0,00	2,16	0,00	4,96	2,15	C ₂ S ₁	0,00
123	7,20	1100	2,79	2,33	6,11	0,10	11,33	4,50	0,00	5,84	0,00	10,34	3,81	C ₃ S ₁	0,00
124	7,00	670	1,55	1,02	3,72	0,16	6,45	2,90	0,24	2,80	0,00	5,94	3,28	C ₂ S ₁	0,15
125	7,00	710	2,10	1,50	2,93	0,14	6,67	3,10	0,28	3,16	0,00	6,54	2,18	C ₂ S ₁	0,00
126	6,65	462	1,09	0,94	2,04	0,13	4,20	1,60	0,00	1,80	0,00	3,40	2,02	C ₂ S ₁	0,50
127	6,50	1010	1,98	1,18	5,88	0,17	9,21	6,50	0,00	2,24	0,00	8,74	4,67	C ₃ S ₁	0,00
128	6,85	570	0,92	0,91	2,73	0,16	4,72	3,00	0,00	2,08	0,00	5,08	2,86	C ₂ S ₁	0,00
129	7,20	1680	2,16	2,55	9,46	0,07	14,24	8,90	0,56	5,04	0,00	14,50	6,17	C ₃ S ₂	0,00
130	6,60	425	1,60	0,66	1,06	0,17	3,49	1,55	0,00	2,24	0,00	3,79	0,99	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

TABELA Nº 15 - (CONTINUAÇÃO)

B - 2ª COLETA (CONTINUAÇÃO)

AMOSTRA Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS	CLASSE	POPO	
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	(meq/l)	Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻	(meq/l)	RAS	DA	(meq/l)
131	7,30	285	1,13	0,53	0,56	0,18	2,40	1,35	0,00	1,40	0,00	2,75	0,61	C ₂ S ₁	0,00
132	7,10	720	2,26	1,36	2,47	0,13	6,22	3,20	0,32	2,96	0,00	6,48	1,83	C ₂ S ₁	0,00
133	7,05	403	1,63	1,18	0,76	0,13	3,70	0,90	0,00	3,10	0,00	4,00	0,64	C ₂ S ₁	0,00
134	7,00	400	1,78	0,89	0,72	0,14	3,53	1,00	0,00	3,10	0,00	4,10	0,62	C ₂ S ₁	0,00
135	7,20	1100	2,61	2,32	4,93	0,10	9,96	4,60	0,76	5,20	0,00	10,56	3,14	C ₃ S ₁	0,00
136	7,20	282	1,11	0,60	0,54	0,17	2,42	1,30	0,00	1,46	0,00	2,76	0,58	C ₂ S ₁	0,00
137	6,75	720	1,62	1,01	2,93	0,13	5,69	3,50	0,24	2,16	0,00	5,90	2,55	C ₂ S ₁	0,00
138	6,50	1000	1,97	1,60	4,93	0,18	8,68	6,40	0,00	2,24	0,00	8,64	3,69	C ₃ S ₁	0,00
139	7,60	302	1,34	0,76	0,56	0,17	2,83	1,35	0,32	1,44	0,00	3,11	0,54	C ₂ S ₁	0,00
140	6,50	740	1,30	1,06	3,36	0,10	5,82	4,05	0,00	1,96	0,00	6,01	3,09	C ₂ S ₁	0,00
141	6,60	455	1,23	0,64	1,55	0,15	3,57	1,60	0,00	1,84	0,00	3,44	1,60	C ₂ S ₁	0,00
142	7,05	705	2,03	1,54	2,04	0,17	5,78	3,15	0,00	3,24	0,00	6,39	1,52	C ₂ S ₁	0,00
143	7,10	530	1,45	0,93	1,48	0,25	4,11	2,75	0,00	1,96	0,00	4,71	1,35	C ₂ S ₁	0,10
144	7,00	558	1,36	1,02	1,89	0,19	4,46	2,45	0,00	1,96	0,00	4,41	1,73	C ₂ S ₁	0,00
145	6,80	490	1,15	0,60	1,75	0,11	3,61	1,90	0,00	2,54	0,00	4,44	1,87	C ₂ S ₁	0,10
146	6,50	740	1,34	0,92	2,93	0,11	5,30	3,95	0,00	2,28	0,00	6,23	2,75	C ₂ S ₁	0,00
147	6,70	290	1,05	0,73	0,48	0,20	2,46	1,00	0,00	2,02	0,00	3,02	0,50	C ₂ S ₁	0,00
148	6,70	830	1,58	1,17	3,14	0,22	6,11	4,00	0,00	2,94	0,00	6,94	2,68	C ₃ S ₁	0,00
149	6,65	450	1,12	0,79	1,41	0,14	3,46	1,75	0,00	1,73	0,00	3,53	1,44	C ₂ S ₁	0,00
150	7,05	710	2,09	1,45	2,13	0,17	5,84	3,15	0,00	3,34	0,00	6,49	1,60	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

foi relativamente baixo. Observou-se que após as chuvas 62,5% das amostras apresentaram valores de CE abaixo de 750 μmhos . Os cátions e ânions mantiveram a mesma predominância dos municípios de Brejo dos Santos e Riacho dos Cavalos nas duas coletas. Entretanto, as concentrações de HCO_3^- e Cl^- foram bastante aproximadas. A amostra 127 apresentou um alto valor de CE na 1ª coleta e, conseqüentemente, alta concentração de Na^+ , Cl^- e RAS. Esta água não seria recomendada para irrigação, pois, de acordo com a classificação de RICHARDS (1954), constituiria num perigo muito alto de salinização e sodificação (Classe - C_4S_4) nos meses mais secos do ano. Por outro lado, após as chuvas houve uma diminuição drástica na concentração de sais solúveis, resultando numa modificação de classe (C_3S_1) e, conseqüentemente, mostrando a possibilidade desta água ser usada para irrigação das culturas tolerantes aos sais. Isto significa que não se deve fazer recomendações de utilização de uma água de irrigação, baseado apenas nos resultados de uma análise e sim, procurar analisá-las em diferentes estações do ano.

1.8 - Município de Belém do Brejo do Cruz.

Os resultados são apresentados na tabela 16 A e B. Observa-se que 80% das amostras estudadas apresentaram valores de CE abaixo de 750 μmhos , em ambas as coletas, muito embora a amostra 158 apresentou, na 1ª coleta, alta concentração relativa de Na^+ , Cl^- e HCO_3^- , constituindo perigo alto e muito alto de salinização e sodificação, respectivamente. Os ca

TABELA Nº 16 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES QUÍMICAS E CLASSES DE ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE BELÉM DO BREJO DO CRUZ

A - 1ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (umhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	DA ÁGUA*	DUREZA (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻				
151	7,40	510	1,39	1,10	2,38	0,11	4,98	1,80	0,00	2,72	0,00	4,52	2,13	C ₂ S ₁	0,60
152	7,90	590	1,84	1,55	2,14	0,20	5,73	1,70	0,00	4,04	0,00	5,74	1,64	C ₂ S ₁	0,10
153	7,30	550	1,52	1,03	2,38	0,11	5,04	1,90	0,00	2,80	0,00	4,70	2,11	C ₂ S ₁	0,93
154	7,20	305	0,72	0,66	1,68	0,04	3,10	1,30	0,00	1,64	0,00	2,94	2,02	C ₂ S ₁	0,40
155	7,40	440	1,35	0,94	1,96	0,16	4,41	1,60	0,00	2,16	0,00	3,76	1,83	C ₂ S ₁	0,55
156	7,30	390	0,94	0,67	1,90	0,16	3,67	1,50	0,00	1,96	0,00	3,46	2,12	C ₂ S ₁	1,18
157	6,75	640	0,92	0,84	3,02	0,14	4,92	2,80	0,72	1,28	0,00	4,80	3,21	C ₂ S ₁	0,05
158	8,40	2100	0,49	0,93	19,00	0,03	20,45	8,10	2,64	8,52	1,00	20,26	22,54	C ₃ S ₄	0,30
159	8,10	1530	1,13	2,62	8,48	0,19	12,42	8,70	0,00	3,56	0,00	12,26	6,70	C ₃ S ₂	0,70
160	7,30	690	1,50	1,10	3,38	0,18	6,16	3,10	0,00	2,76	0,00	5,86	2,96	C ₂ S ₁	0,23

B - 2ª COLETA

AMOSTRA Nº	pH	CE (umhos/cm)	CATIÕES (meq/l)				ΣCATIÕES (meq/l)	ANIÕES (meq/l)				ΣANIÕES (meq/l)	RAS	DA ÁGUA*	DUREZA (ppm)
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻				
151	7,00	500	1,40	1,18	1,82	0,12	4,52	2,10	0,00	2,60	0,00	4,70	2,13	C ₂ S ₁	0,40
152	7,00	810	2,08	1,99	3,36	0,06	7,49	4,00	0,00	3,96	0,00	7,96	2,35	C ₃ S ₁	0,40
153	6,85	174	0,64	1,00	0,90	0,19	2,73	0,70	0,00	1,36	0,00	2,06	0,99	C ₁ S ₁	0,30
154	7,00	318	1,00	0,90	0,96	0,18	3,04	1,20	0,00	2,00	0,00	3,20	0,98	C ₂ S ₁	0,00
155	6,85	550	1,79	1,59	1,75	0,11	5,24	1,80	0,00	3,62	0,00	5,42	1,34	C ₂ S ₁	1,10
156	6,90	375	1,01	0,98	1,22	0,16	3,37	2,35	0,00	2,10	0,00	4,45	1,22	C ₂ S ₁	0,70
157	6,65	555	1,29	1,02	2,38	0,10	4,79	1,50	0,00	1,80	0,00	3,30	2,21	C ₂ S ₁	0,30
158	6,65	552	1,32	0,96	2,38	0,11	4,77	2,35	0,00	2,00	0,00	4,35	2,22	C ₂ S ₁	0,30
159	6,95	830	2,35	2,55	3,36	0,05	8,31	3,85	0,00	3,82	0,00	7,67	2,14	C ₃ S ₁	0,40
160	7,20	705	2,20	1,84	2,83	0,07	6,94	3,00	0,00	3,86	0,00	6,86	1,99	C ₂ S ₁	0,00

* De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).

ções e ânions apresentaram a mesma predominância do município de Jericó. Quanto ao perigo de B, todas as amostras estudadas apresentaram baixo nível de concentração do elemento e devido à alta concentração de CO_3^{--} e HCO_3^- , a amostra 158 apresentou valor de CSR acima de 2,50 meq/l, a qual não poderia ser recomendada para irrigação, principalmente em solos de textura fina.

1.9 - Considerações gerais para a microrregião.

Segundo AYERS & WESTCOT (1976), a faixa normal de pH para água de irrigação, está entre 6,50 e 8,40, portanto todas as águas estudadas na microrregião de Catolé do Rocha apresentaram valores normais, sendo que os municípios de Riacho dos Cavalos, Jericó e Belém do Brejo do Cruz, apresentaram os valores mais elevados devido a presença dos íons de HCO_3^- e CO_3^{--} Nestas amostras. Quanto aos valores de CE, na 1ª coleta 14 amostras apresentaram valores muito altos (CE > 1500 μmhos) e após as precipitações observou-se uma diminuição drástica nos valores de CE, nestas amostras.

A FIGURA 8 mostra a distribuição das amostras por cada classe de CE, e a variação dos resultados obtidos entre a 1ª e 2ª coleta. Nota-se que na 1ª coleta, das 160 amostras analisadas, 119 apresentaram CE < 750 μmhos enquanto que para a 2ª coleta, este número aumentou para 131 amostras, possivelmente pelo efeito das chuvas na recarga subterrânea no caso de águas de poços ou devido a diluição dos sais, nas águas superficiais.

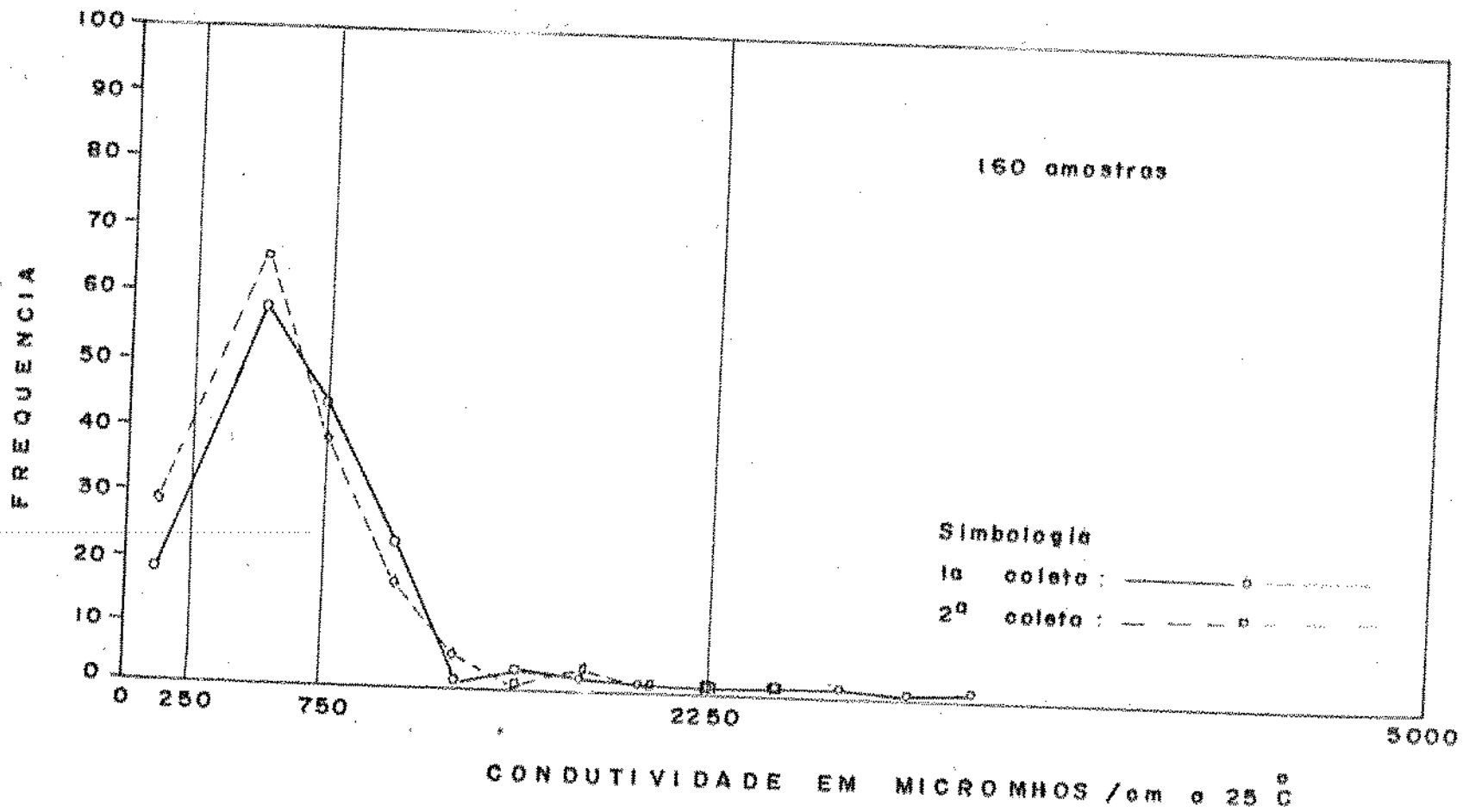


FIGURA 8. Distribuição de Frequência das amostras de água, por cada classe de condutividade elétrica.

Com respeito aos cátions, via de regra o Na^+ predominou em relação ao Ca^{++} e Mg^{++} enquanto que o K^+ apresentou-se em quantidades desprezíveis. Quanto aos ânions observou-se que, no caso das águas com alta concentração de sais, sempre havia uma predominância dos íons de Cl^- , em relação aos outros ânions e à medida que diminuía a concentração destes sais, ocorria uma inversão e os HCO_3^- passavam a predominar em relação aos Cl^- . Com os valores de CE e RAS, as águas foram classificadas quanto ao perigo de salinidade e de sódio, de acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954) e os resultados são apresentados na TABELA 17. Analisando-se a TABELA 17, nota-se que na 1ª coleta, 74,3% das amostras de água são de excelente e boa qualidade (CE < 750 μmhos e baixo perigo de sódio) e que após as precipitações este percentual aumentou para 81,9%. Essas águas, poderiam ser utilizadas sem restrição na maioria dos solos e culturas, com pouca probabilidade de ocasionar perigo de salinização e/ou sodificação. Nota-se também que 20,9% e 16,9% das amostras analisadas apresentaram alto perigo de salinização na 1ª e 2ª coleta, respectivamente. No entanto, adotando-se práticas especiais de manejo de solo e água, estas águas poderiam ser usadas para irrigação de culturas tolerantes ou em solos de boa drenagem.

Por outro lado, 4,8% das amostras na 1ª coleta apresentaram um perigo muito alto de salinidade e/ou sodicidade enquanto que, na 2ª coleta, apenas 1,2% das amostras apresentam valores de CE > 2,250 μmhos . De acordo com os critérios de RICHARDS (1954) e AYERS & WESTCOT (1976), estas amostras só poderiam ser usadas ocasionalmente, adotando-se práticas

TABELA 17. Percentagem relativa das diferentes classes de água da microrregião de Catolô do Rocha-PB, baseado na classificação de RICHARDS (1954).

CLASSIC	PERIGO DE		QUALIDADE	
	SALINIDADE	SODICIDADE	DA ÁGUA	2ª Coleta
C ₁ S ₁	Baixo	Baixo	Excelente	11,2
C ₂ S ₁	Médio	Baixo	Boa	63,1
C ₃ S ₁	Alto	Baixo	Regular	14,7
C ₃ S ₂	Alto	Médio	Regular	5,6
C ₃ S ₄	Alto	Muito Alto	Inadequado	0,6
C ₄ S ₁	Muito Alto	Baixo	Inadequado	1,2
C ₄ S ₂	Muito Alto	Médio	Inadequado	1,2
C ₄ S ₃	Muito Alto	Alto	Inadequado	1,2
C ₄ S ₄	Muito Alto	Muito Alto	Inadequado	1,2

especiais de manejo de solo e água, culturas tolerantes aos sais e sob condições de solos de boa drenagem. Vale salientar que o uso inadequado das águas de alto ou muito alto perigo de salinidade poderia causar uma acumulação excessiva de sais, principalmente no solos de textura fina. Neste caso é indispensável acrescentar nas lâminas de água a serem aplicadas, a necessidade de lixiviação calculada de acordo com as recomendações de RICHARDS (1954).

Quanto ao perigo de B, apenas 8% das amostras apresentaram teores acima de 1,23 ppm, em ambas as coletas e, levando-se em consideração os valores de CSR, de acordo com os limites propostos por EATON (1950), somente 3% das águas apresentaram limites inadequados para irrigação. Com respeito ao íon específico de Cl^- , 7% das amostras apresentaram teores acima de 9,0 meq/l, as quais de acordo com YARON (1973) poderiam constituir grande risco em sua utilização em solos de textura fina.

A relação entre a CE e o somatório dos cátions está apresentada nas FIGURAS 9 A e B, para a 1ª e 2ª coleta, respectivamente. Os coeficientes de correlação foram altamente significativas e em média: 94% de variabilidade na CE pode ser estimada pelo somatório dos cátions. Verificou-se ainda que o valor da interseção em ambos os casos foi praticamente igual a zero, mostrando assim uma correlação linear entre os parâmetros estudados. Observou-se também que o quociente resultante da relação entre a CE ($\mu\text{mhos/cm}$) e a concentração total dos sais (meq/l) variou entre 109 e 116, indicando uma boa exatidão nas análises efetuadas. Nos Estados Unidos, Ri-

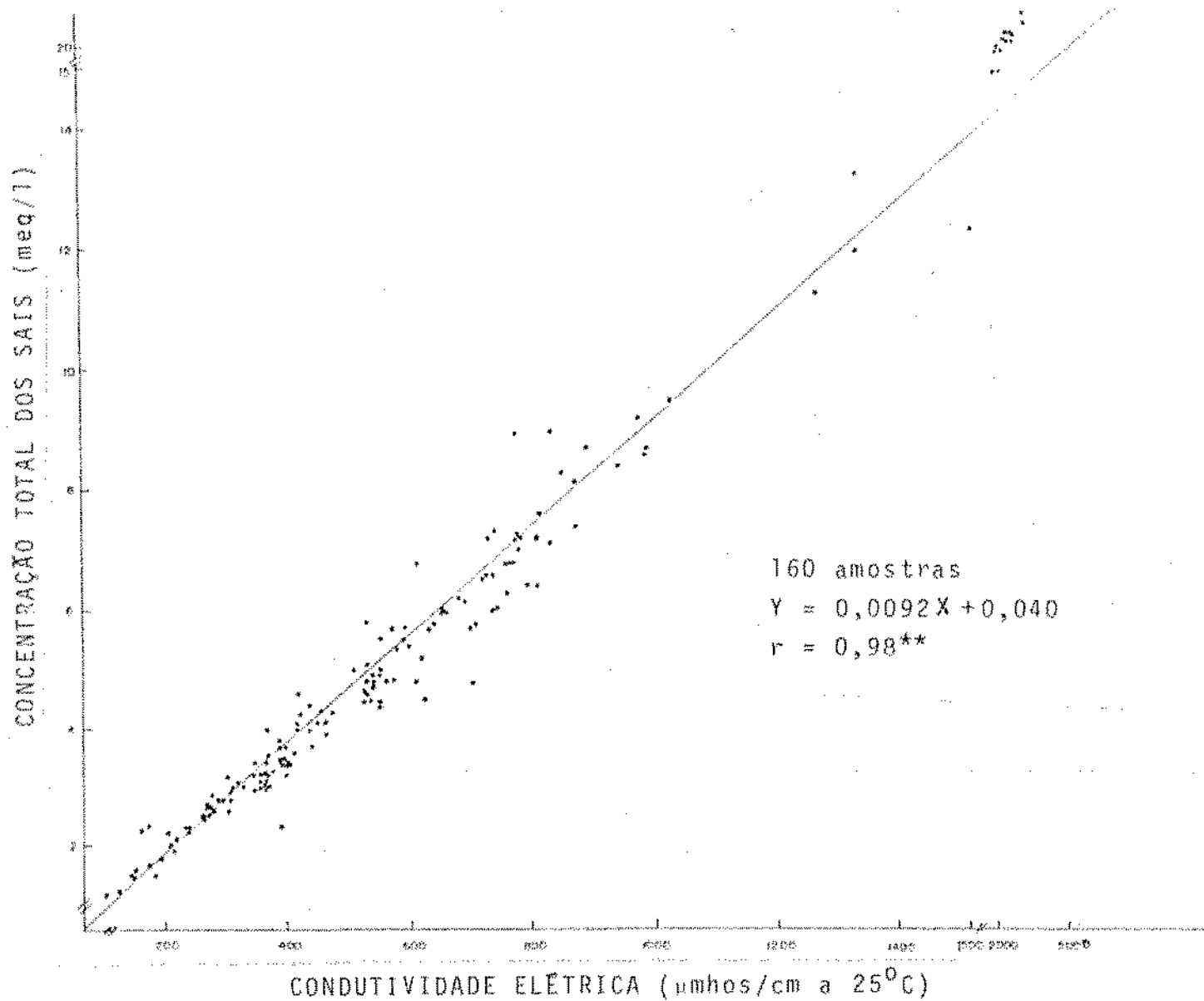


FIGURA 9.A - Correlação entre a condutividade elétrica e a concentração total de sais, para 1ª coleta

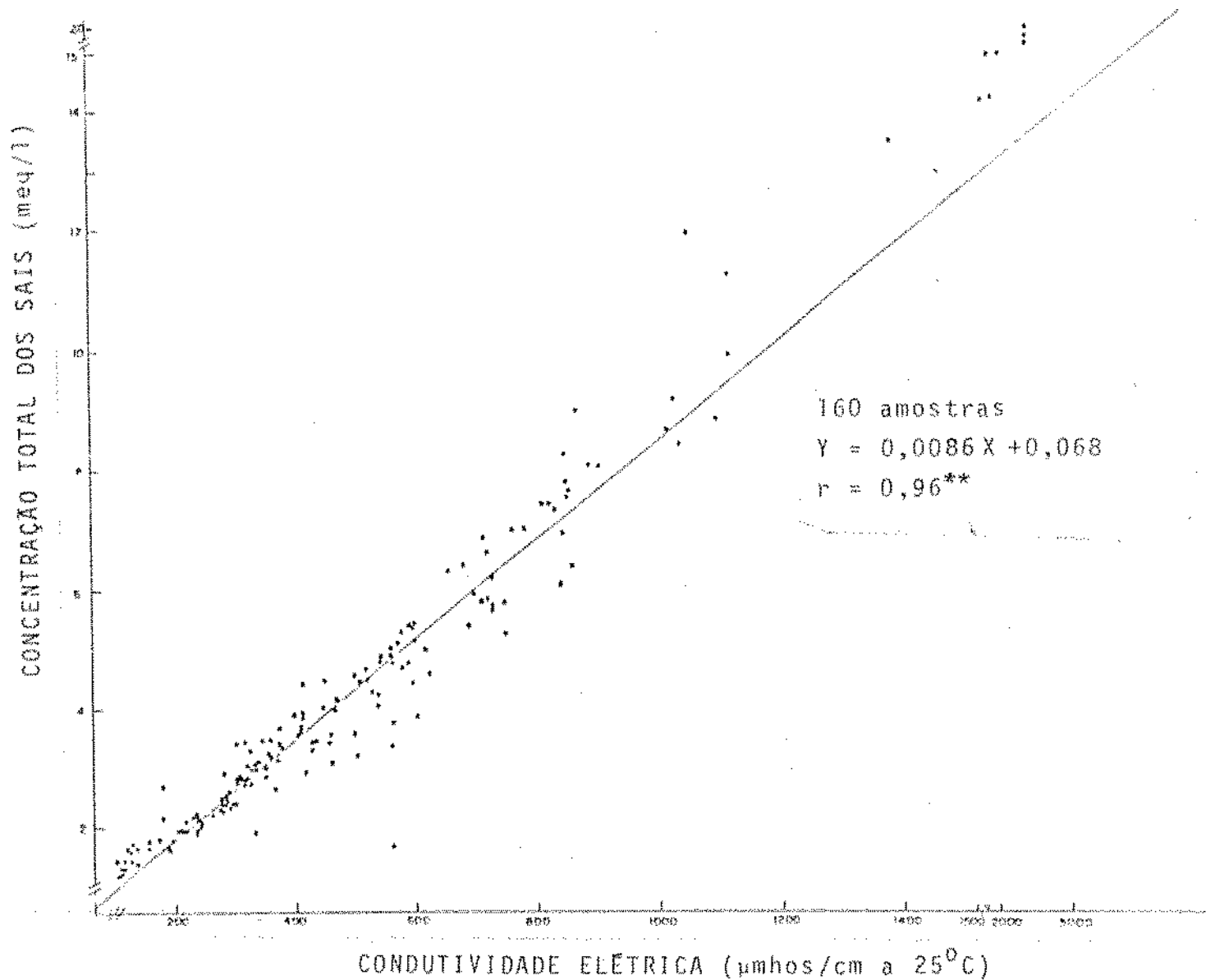


FIGURA 9.B - Correlação entre a condutividade elétrica e a concentração total de sais, para 2ª coleta

CHARDS (1954) encontrou este valor igual a 110, em águas superficiais e subterrâneas ricas em Na^+ e Cl^- . Como era de se esperar, o somatório dos cátions apresentou valores praticamente iguais ao somatório dos ânions, constituindo uma outra maneira de comprovar a exatidão das análises.

2 - EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS

Os resultados de todas as determinações efetuadas nas amostras de solo são apresentados na tabela 18. Analisando-se cada parâmetro separadamente, observou-se que a maioria das amostras pertencem à classificação textural franco arenosa. Os valores de pH estão dentro dos limites normais para o desenvolvimento dos cultivos. Dados semelhantes foram encontrados por CORDEIRO et alii (1982) para solos normais do projeto de irrigação de São Gonçalo - PB. Os resultados de CE_5 mostraram que apenas cinco amostras (2 não irrigadas e 3 irrigadas) apresentaram valores acima de 4 mmhos. Comparando-se as amostras de solos das áreas irrigadas e não irrigadas de uma mesma propriedade, nota-se uma ligeira tendência no aumento dos valores da CE_5 das áreas irrigadas.

Com respeito aos cátions solúveis, nas amostras com valores elevados de CE_5 , constatou-se a predominância dos íons de Na^+ em relação ao Ca^{++} e Mg^{++} . À medida que estes valores diminuíam, o Ca^{++} e Mg^{++} passavam a predominar resultando conseqüentemente nos baixos valores de RAS do extrado. Quanto aos cátions trocáveis, notou-se predominância do cálcio se-

TABELA 18. Resultados analíticos das determinações efetuadas nas amostras de solo

CÓDIGO	LARGURA	TEXTURA	CLASSIFICAÇÃO	FAZIA DE SATURAÇÃO (%)	PERCENTUAL DE SATURAÇÃO (%)	CATIONES SOLUBILIZADOS					CATIONES TROCADILHOS					CIC	PSI
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Co ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		
ANÁLISE*	cm	%	TEXTURA ARGILA	%	TEXTURA SILETE ARGILA	%	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Co ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	mg/100g
11	0-30	61	20	09	FRANCO ARENOSO	7,2	26,0	21,5	34,8	1,4	7,15	7,73	2,19	0,30	0,68	13,77	2,18
12	30-60	51	20	19	"	7,0	9,0	7,0	12,2	0,5	4,47	7,03	3,02	0,39	0,27	11,36	7,34
13	0-30	51	25	14	"	6,5	31,0	31,3	31,4	3,5	5,21	6,21	2,09	0,16	0,22	2,17	1,74
14	0-30	56	24	20	"	5,5	16,0	13,5	14,1	0,9	3,80	8,61	1,76	0,16	0,23	12,73	1,37
15	0-30	52	22	10	"	7,9	8,0	4,0	29,3	0,9	11,96	5,03	1,60	0,33	0,22	7,15	4,53
16	0-30	58	20	17	"	8,0	3,0	2,0	12,8	0,6	6,00	2,74	0,98	0,18	0,19	4,05	4,69
17	0-30	43	36	21	FRANCO	7,9	4,60	4,0	24,7	0,3	11,23	5,36	1,65	0,32	0,30	7,66	6,79
18	0-30	64	21	15	FRANCO ARGILOSO	7,2	3,50	6,0	16,1	0,3	7,32	3,52	1,31	0,25	0,09	5,17	3,61
19	0-30	71	19	10	"	5,7	3,9	3,0	0,5	0,7	0,29	1,55	1,25	0,07	0,18	3,07	2,52
20	0-30	73	16	11	"	5,6	3,9	2,0	0,7	0,1	0,40	1,46	1,47	0,10	0,10	2,02	2,77
21	0-30	73	18	12	"	6,5	3,0	2,0	0,0	0,2	2,50	3,05	1,35	0,13	0,13	4,77	2,20
22	0-30	52	22	15	"	6,4	6,4	2,0	2,1	0,2	1,31	4,77	1,48	0,31	0,13	5,13	3,60
23	0-30	64	25	16	"	7,2	3,60	6,0	9,0	1,0	3,40	3,11	1,35	0,05	0,15	4,37	1,31
24	0-30	71	19	16	"	7,5	5,0	5,0	5,0	0,7	2,23	2,92	1,59	0,05	0,12	4,25	1,18
25	0-30	71	15	14	"	5,7	4,0	3,0	2,3	0,5	1,15	2,51	1,11	0,05	0,13	4,10	1,22
26	0-30	72	16	12	"	5,5	4,0	3,0	2,3	0,5	1,21	2,11	1,43	0,05	0,13	3,72	1,04
27	0-30	68	18	14	"	5,5	4,0	5,0	4,0	0,2	1,82	3,41	1,40	0,03	0,02	3,05	1,61
28	0-30	65	20	15	"	5,7	4,0	6,0	3,2	0,2	1,03	3,52	1,38	0,07	0,07	4,92	1,32
29	0-30	62	23	11	"	6,6	3,0	3,0	8,6	0,3	4,97	5,40	2,43	0,11	0,11	7,49	2,19
30	0-30	62	26	12	"	5,9	4,0	3,0	12,8	0,2	6,76	5,51	2,63	0,11	0,07	8,52	7,46
31	0-30	53	27	20	FRANCO ARGILLO ARENOSO	7,2	4,0	2,0	6,7	1,8	0,40	3,37	2,93	0,04	0,13	7,70	0,26
32	0-30	48	33	19	FRANCO	7,1	4,0	1,0	0,7	1,1	0,44	3,37	2,19	0,04	0,13	6,96	0,89
33	0-30	56	18	26	FRANCO ARGILLO ARENOSO	6,5	0,93	4,0	2,3	0,5	1,15	1,59	2,19	0,04	0,25	4,18	0,26
34	0-30	49	19	37	"	6,2	4,0	4,0	2,3	0,3	1,15	3,59	1,69	0,05	0,25	5,42	1,68
35	0-30	77	13	10	FRANCO ARGILOSO	7,0	1,94	4,0	4,0	2,7	2,02	1,71	1,31	0,07	0,22	3,52	2,09
36	0-30	78	12	10	"	7,2	1,00	4,0	3,5	0,6	1,71	2,95	1,05	0,01	0,18	2,81	0,35
37	0-30	78	12	10	"	7,2	2,04	4,0	5,0	0,6	3,03	2,62	1,62	0,02	0,13	3,03	0,13
38	0-30	74	14	12	"	6,9	2,14	4,0	5,4	0,7	2,70	2,76	1,30	0,13	0,13	4,29	0,20
39	0-30	74	13	09	"	7,4	1,35	4,0	5,0	1,4	0,66	3,71	1,68	0,01	0,23	5,83	0,18
40	0-30	64	24	12	"	6,3	0,66	3,0	0,5	0,3	0,29	4,54	2,64	0,02	0,20	7,81	0,41
41	0-30	69	20	11	"	6,8	0,92	3,0	4,0	2,7	0,5	4,15	1,94	0,10	0,13	6,52	1,58
42	0-30	61	25	14	"	6,6	1,08	4,0	2,7	0,5	1,27	5,35	2,00	0,09	0,07	7,41	1,21
43	0-30	51	30	27	FRANCO	6,9	1,72	3,0	6,0	0,4	3,24	6,20	4,00	0,31	0,12	12,93	2,69
44	0-30	51	23	26	FRANCO ARGILOSO	7,0	0,47	3,0	3,0	1,4	0,1	5,63	2,23	0,11	0,17	5,17	1,31
45	0-30	57	23	20	"	6,8	0,78	3,0	3,0	1,6	0,1	1,04	2,25	0,11	0,22	7,73	1,52

* Para a numeração das amostras de água.

** N1 = Não Irrigado; I = Irrigado.

*** Classificação da USDA.

guido do magnésio e quantidades desprezíveis de sódio e potássio. Baseado nos resultados da RAS do extrato e a PSI do solo, observou-se uma correlação linear significativa, a qual é apresentada na Figura 11. Nota-se que para os solos estudados, a partir dos valores da RAS do extrato, pode-se estimar com aproximação a PSI do solo, pela seguinte equação:

$$PSI = 0,36 RAS + 0,94 \quad (r = 0,71^{**})$$

Por outro lado, não se constatou uma relação entre a RAS da água usada na irrigação e a PSI dos solos irrigados. Estes resultados, embora sendo contrários aos de RICHARDS (1954) possivelmente são devido ao curto prazo de introdução de práticas de irrigação*, nos locais estudados e os cátions intercambiáveis do solo ainda não alcançaram o equilíbrio com relação aos cátions da solução do solo, provenientes de água de irrigação. Sabe-se que os efeitos da qualidade da água de irrigação nos solos dependem de um conjunto de fatores e se fazem sentir a longo prazo. Portanto, os resultados obtidos no presente estudo servirão como base para estudos posteriores dos vários projetos a serem implantados na microrregião de Catolê do Rocha - PB.

Os resultados analíticos das amostras de água coletadas simultaneamente com as amostras de solo são apresentados na tabela 19. Comparando-se estes resultados com os obtidos na 1ª e 2ª coletas, observou-se que, via de regra, as águas apresentaram valores intermediários de CE, cátions e ânions, os quais confirmam a hipótese que a maioria das águas apre-

* Um ano

** Significativa a nível de 1%.

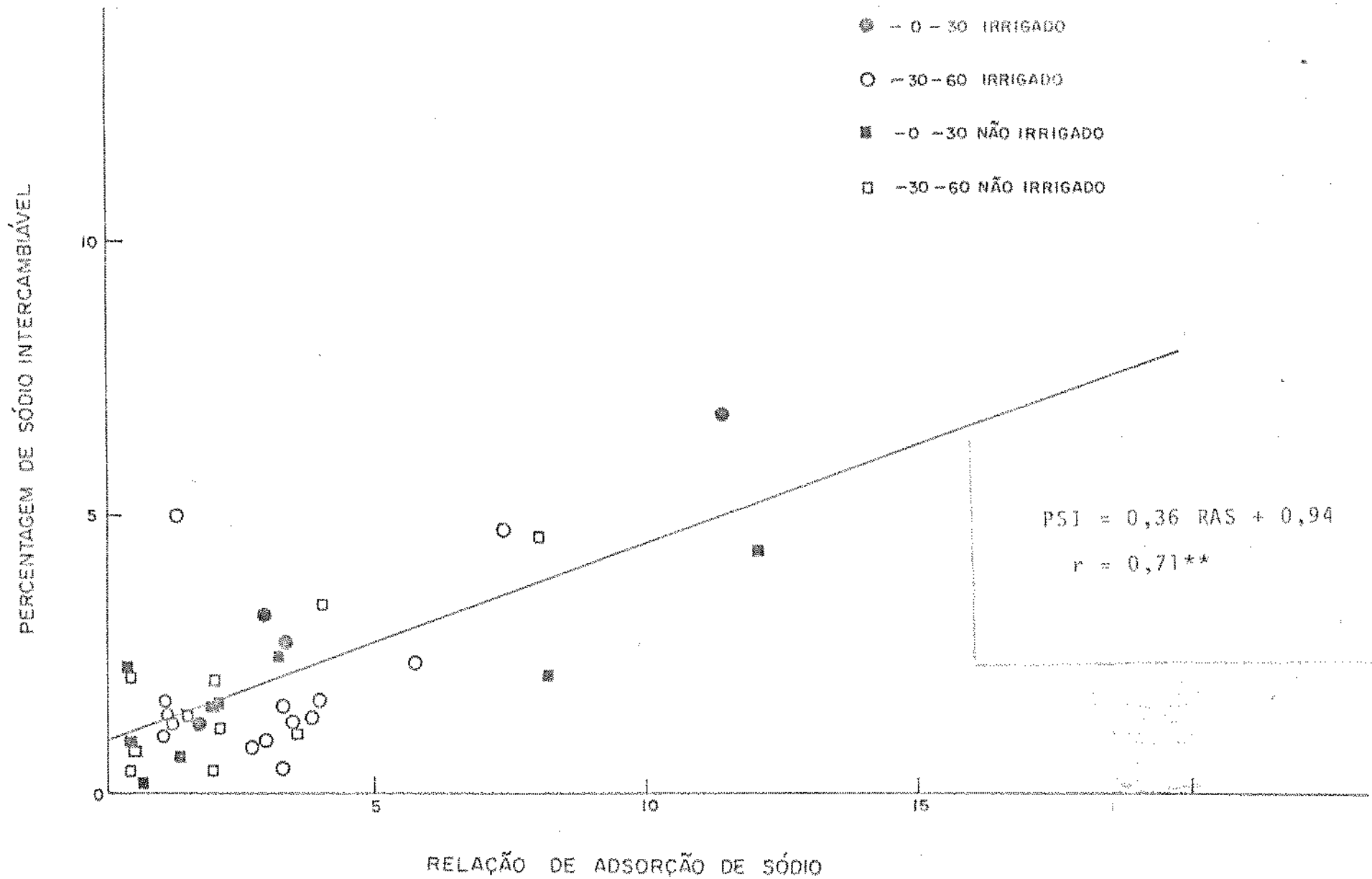


FIGURA 11. Correlação entre a relação de adsorção de sódio do extrato e a percentagem de sódio intercambiável das amostras de solo.

TABELA 19. Resultados analíticos das determinações químicas efetuadas nas amostras de água utilizadas nos solos irrigados.

3ª COLETA (mes de agosto)

AMOSTRA* Nº	pH	CE (µmhos/cm)	CATIONES (meq/l)				ΣCATIONES (meq/l)	ANIONS (meq/l)				ΣANIONS meq/l	RAS	CLASSE DA ÁGUA
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		Cl ⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻			
33	7,10	2.520	10,90	2,90	10,46	0,04	24,30	21,00	0,00	3,12	0,00	24,12	3,98	C ₄ S ₁
36	6,40	675	1,40	0,90	3,36	0,21	5,77	5,10	0,00	0,84	0,00	5,94	3,05	C ₂ S ₁
114	6,70	590	1,50	0,70	3,48	0,14	5,82	3,20	0,00	2,68	0,00	5,88	3,31	C ₂ S ₁
121	6,70	580	1,50	1,90	2,29	0,10	5,79	3,10	0,00	2,80	0,00	5,90	1,76	C ₂ S ₁
122	6,70	470	1,60	0,30	2,85	0,22	4,97	2,60	0,00	1,88	0,00	4,48	2,94	C ₂ S ₁
137	6,80	420	0,90	0,50	2,55	0,10	4,05	2,50	0,00	1,64	0,00	4,14	3,04	C ₂ S ₁
140	6,50	540	1,30	0,60	3,26	0,10	5,26	3,30	0,00	1,64	0,00	4,49	3,36	C ₂ S ₁
144	6,90	640	1,60	0,90	3,72	0,21	6,43	3,50	0,00	2,92	0,00	6,42	3,32	C ₂ S ₁
149	6,70	560	1,20	0,60	3,26	0,27	5,33	3,10	0,00	2,48	0,00	5,58	3,43	C ₂ S ₁

* Mesma numeração da 1ª e 2ª coleta.

sentaram qualidade relativamente inferiores nos meses mais quentes (novembro, dezembro) e, após as precipitações, ocorre uma diminuição nos valores de CE, melhorando a qualidade da água. No período da 3ª coleta (agosto e setembro) os valores de CE começam novamente a aumentar em relação a 2ª coleta, mostrando assim a variação da qualidade da água, durante todo o ano.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Os resultados analíticos das 160 amostras de águas superficiais e subterrâneas, estudadas nas diferentes estações para a microrregião de Catolê do Rocha-Pb, permitem enumerar as seguintes conclusões:

1 - As amostras analisadas apresentaram valores de pH na faixa normal entre 6,5 e 8,4. Via de regra, o Na^+ predominou em relação ao Ca^{++} e Mg^{++} e o K^+ apresentou-se em pequenas concentrações. No entanto após as chuvas, com a diminuição da concentração de sais nas águas, observou-se em alguns municípios a predominância do Ca^{++} e Mg^{++} sobre o Na^+ , principalmente nas amostras em que os HCO_3^- apresentavam-se com maior concentração do que os Cl^- .

2 - O quociente da relação a CE ($\mu\text{mhos/cm}$) e o somatório dos cátions (meq/l) variou em média entre 109 a 116 para a 1ª e 2ª coleta, respectivamente.

3 - Quanto aos ânions, observou-se a predominância de HCO_3^- e Cl^- para águas de concentrações de sais abaixo e acima de 750 μmhos , respectivamente, enquanto que CO_3^{--} e SO_4^{--}

apresentaram-se em quantidades desprezíveis. Devido à baixa concentração de CO_3^{--} e HCO_3^- , apenas 3% das amostras apresentaram valores inadequados de CSR e 7% das amostras mostraram teores de Cl^- acima de 9,0 meq/l, as quais poderiam constituir grande risco em sua utilização em solos de textura fina.

4 - De acordo com a classificação de Richards, nos meses mais críticos do ano (1ª coleta), 74,3% das águas estudadas podem ser consideradas de boa qualidade (Classes C_1S_1 e C_2S_1), sendo que o município de Bom Sucesso apresentou melhor qualidade de água. Após as chuvas (2ª coleta), observou-se uma diminuição na concentração de sais e o percentual de águas de boa qualidade passou a ser 81,9%.

5 - Para a 1ª e 2ª coleta, 20,9 e 16,9% das amostras apresentaram alto perigo de salinidade, respectivamente, as quais poderiam ser usadas para irrigação, adotando-se práticas especiais de manejo de solo e água, enquanto que apenas 4,8% na 1ª coleta e 1,2% na 2ª apresentaram perigo muito alto de salinidade e/ou sodicidade, podendo ser utilizadas ocasionalmente, sob condições de boa drenagem e/ou culturas tolerantes aos sais.

6 - Quanto ao B, apenas 8% das amostras nas duas coletas apresentaram concentrações acima 1,25 ppm, a qual é considerado como tóxica para as culturas sensíveis tais como: abacate, laranja, limão, uva etc.

7 - Quanto aos solos estudados, observou-se que existe uma correlação linear significativa entre a RAS do extrato de saturação e a PSI do solo e constatou-se também uma ligeira tendência de aumento nos valores de CE_s dos solos irrigados em

relação aos não irrigados. Devido ao curto prazo de implantação dos projetos de irrigação não verificou-se correlação entre a RAS da água de irrigação e a PSI do solo, portanto estes resultados não podem ser considerados como conclusivos e servirão como base para estudos posteriores destas áreas.

LITERATURA CITADA

ACCIOLY, J.C. Determinação de boro em águas do Estado do Piauí; Brasil. Ciência Agronômica, Fortaleza, 6: 3-5, 1976

✓ ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. California, united states salinity laboratory, 1964. p. 139-178.

* AYERS, R.S. Quality Water for Irrigation. Journal of the Irrigation and Drainage, 130:135 - 53, 1973.

✓ AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. Water quality for agriculture. Rome, FAO, 1976, 97p.

✓ BATISTA, M.D. Técnica de Irrigação no Estado de Israel. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1978. 6p.

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 463p.

BERNARDO, S. Qualidade da água para irrigação. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 27p.

✓ BOWER, C.A; OGATA, G; TUCKER, J.M. An index of the tendency of CaCO_3 to precipitate from irrigation waters, Soil Sci, 29:91-92, 1965.

✓ BOWER, C.A; WILCOX, L.V; AKIN, G.W; KEYES, MALY G. Sodium hazard of irrigation waters was influenced by leaching fraction and by precipitation of solution of calcium carbonate. Soil Sci., 106:29-34, 1968.

- ✓ CAMACHO, A.M. La salinización del suelo y del agua subterránea, bajo una agricultura de riego deiversificada. Mexico, Secretaria de Recursos Hídricos, 1975. 34p.
- * CAVALCANTE, L.F. Avaliação da qualidade da água de nove açudes paraibanos. Areia, UFPb/CCA, 1980. 8p.
- ✓ CHAUHAN, R.P.S & CHAUHAN, C.P.S. A volumetric method for sulphate determination in soil and irrigations water. Soil Science., 128:1-2. 1979.
- ✓ CRHISTIANSEN, J.E.; OLSEN, E. & WILLARDSON, L.S. Irrigation water quality evaluations, Journal of the Irrigation and Drainage, 103: 155-69, 1977.
- ✓ CORDEIRO, G.G. & MILLAR, A.A. Problemas de sais nas áreas em operação agrícola do projeto de irrigação de São Gonçalo. Petrolina, PE., DNOCS/SUDENE/EMBRAPA, 1978. 21p.
- ✓ CORDEIRO, G.G., ZYLSTRA, G. & MILLAR, A.A. Influência da irrigação na salinização dos solos do projeto de irrigação de São Gonçalo. Petrolina, PE. SUDENE/DNOCS/EMBRAPA, 1982. 13p.
- * CRUZ, W.B; MELO, de F.A.C.F. de Zoneamento químico e salinização das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, 1969. p.1-4 (SUDENE, Bol. Rec. Mat. 17).
- ✓ DAKER, A. Água na agricultura. Irrigação e Drenagem, Volume 3, 3^a Ed. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, S.A, 1970 453p.
- ✓ DONEEN, L.D. Salinization of soil by salts in the irrigation water, Washington. Transactions American Geophysical Union, 1954.p. 943-50.
- ✓ EATON. F.M. Significance of carbonates in irrigation waters. Soil Science, 69:123-33, 1950.

- ✓ EMBRAPA - SNLCS. Manual de Métodos de Análise de Solos. Rio de Janeiro. 1979.
- ✓ FIPLAN. Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba. João Pessoa, 1980. V.1. 302p.
- ✓ GOES, E.S. O problema de salinidade e drenagem em projetos irrigados do nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento. Recife. Pe. SUDENE, DAA. 1978. 20p.
- ✓ GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 4^a Ed. São Paulo, Nobel, 1970. 430p.
- ✓ HELWEG. O.J. de; M. ASCE, D.A.; ASCE, A.M. Estimating Irrigation water quantity and quality. Journal of the Irrigation and Drainage. 157.175-88, 1980.
- * JACOBS, H.S. & WHITNEY, D.A. Determining Water quality for irrigations. Manhattan, Cooperative Extension Service. 1971. 8p.
- ✓ MA/EPE/SUDENE/DRN. Levantamento Exploratório; Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, Convênio MA/CONTAP/USAID/BRASIL, (15), 1972. (pedologia, V.8)
- ✓ MAGALHÃES, P.S.S. Estudo e classificação das águas de irrigação da região de Sombrio - Sc. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1978. 89p. (Tese de Mestrado).
- * MOREIRA NORDEMANN, L.M. Determinação da velocidade de alteração de rochas e estudo da salinidade de águas em região semi-árida do Nordeste. São José dos Campos, S.P. INPE/CNPq 1982. 35p.
- ✓ OSTER, J.D. & RHOADES, J.D. Various indices for evaluating the effective salinity and sodicity of irrigation waters. California, U.S. Salinity Laboratory, 1976. 14p.

- ✓ OSTER, J.D. & SCHROER, F.W. Infiltration as influenced by irrigation water quality. Soil Sci. Soc. of Am. Journal, 43: 444 - 7, 1979.
- ✓ PONTES, J.O. O DNOCS e a Irrigação do Nordeste. sl, DNOCS, 1975. 23p.
- ✓ QUIRK, J.P & SCOFIELD, R.K. The effect of electrolyte concentration in soil permeability. The Journal of Soil Science, 6:163-78. 1955.
- ✓ REBOUÇAS, A.da C. & MARINHO, M.E. Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE-DRN, 1972. 126p.
- ✓ RHOADES, J.D. Quality of water for irrigation. Soil Science, 113: 277 - 84, 1972.
- ✓ RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington. United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60).
- ✓ SCOFIELD, C.S. The salinity of irrigation water. Smithson, Inst. Ann. Ret., 1936. p.275 - 87.
- ✓ SCOFIELD, C.S. & HEADLEY, F.B. Quality of irrigation water in relation to land reclamation. Journal of Agriculture Research, 21:265 - 78, 1921.
- ✓ SHAINBERG, I. & OSTER, J.D. Quality of irrigation water. Bet Dagen, International Irrigation Center, 1978. 65p.
- *SILVA, A.T. Contribuição ao estudo qualitativo das águas utilizadas para irrigação na área do "Km 47". Rio de Janeiro Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1970. p.32-45.
- ✓ SUDENE. Relatório Anual. Recife, PE, 1977. 82p.
- ✓ THORNE, D.W. & PETERSON, H.B. Irrigated soils, Bombay, McGraw-Hill, 1954. 382p.

- ✓ THORNE, J.P. & THORNE, D.W. Irrigation waters of Utah. Utah. Agricultural Experiment Station, 1951. 64p.
- ✓ UFPb/FUNAPE. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. CEPA-Pb. 1978.
- ✓ VETTORI, L & PIERANTONI, H. Análise granulométrica. Novo método para determinar a fração argila. Rio de Janeiro, EPFS, 1968. 8p. (Boletim Técnico, 3).
- ✓ WALLIHAN, E.F; SARPLESS, R. G; PRINTY, W.L. Cumulative toxic effects of boron, lithium and sodium in water used for hydroponic production of tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 14-6. 1978.
- WILCOX, L.V. Boron Injury to plants. Washington. U.S. Department of Agriculture, 1960. 7p.
- WILCOX, L.V. Classification and use of irrigation waters. Washington. U.S. Department of Agriculture, 1955. 19p.
- WILCOX, L.V. Determining the quality of irrigation water. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1958. 6p.
- WILCOX, L.V. Explanation and interpretation of analysis of irrigation waters. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1948. 8p.
- WILCOX, L.V. & MAGISTAD, O.C. Interpretation of analysis of irrigation waters and the relative tolerance of crop plants. Washington. U.S. Bureau of plant Industry, Soil and Agriculture Engineering, 1943. p.
- ✓ YARON, B. Arid zone irrigation. New York, Springer - verlag, 1973. p.
- ✓ ZYLSTRA, G. & SALINAS. H.Y. Calidad del agua de riego. Petrolina, CPATSA, 1973. 9p.

*Literatura não citada no texto.

APĒNDICE

APÊNDICE I - Procedimento para o cálculo da RAS ajustada, segundo AYERS e WESTCOT (1976).

$$\text{RAS ajustada} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} (1 + (8,4 - \text{pHc}))$$

Onde o pHc é definido como:

$$\text{pHc} = (\text{pK}_2 - \text{pKc}) + P(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) + P(\text{Alk}).$$

pK_2 e pKc são os logaritmos negativos da dissolução constante do CH_2O_3^- e o produto da solubilidade do CaCO_3 respectivamente. $(\text{pK}_2 - \text{pKc})$ se obtém da soma de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+$ em meq/l. $P(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$ é o logaritmo negativo da concentração molar de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, e se obtém da soma de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ em meq/l. $P(\text{Alk})$ é o logaritmo negativo da concentração equivalente de CO_3^{--} e HCO_3^- e se obtém da soma de $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ em meq/l.

TABELA PARA O CÁLCULO DO pHc.

Soma da concentração meq/l	$\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c$	$P(\text{Ca} + \text{Mg})$	$p(\text{Alk})$
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,50	2,1	3,1	2,8
2,00	2,2	3,0	2,7

- Continuação.

Soma da concentração meq/l	pK'2 - pK'c	p(Ca + Mg)	p(Alk)
2,50	2,2	2,9	2,6
3,00	2,2	2,8	2,5
4,00	2,2	2,7	2,4
5,00	2,2	2,6	2,3
6,00	2,2	2,5	2,2
8,00	2,3	2,4	2,1
10,00	2,3	2,3	2,0
12,50	2,3	2,2	1,9
15,00	2,3	2,1	1,8
20,00	2,4	2,0	1,7
30,00	2,4	1,8	1,5
50,00	2,5	1,6	1,3
80,00	2,5	1,4	1,1

a salinidade da água de irrigação ou do extrato do solo, segundo AYRES & WESTCOT (1976).

C U L T U R A S	CULTIVOS EXTENSIVOS							
	0%		10%		25%		50%	
	CEs ¹	CEa ²	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa
ALGODÃO (Gossypium hirsutum)	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0
AMENDOIM (Arachis hypogaeae)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3
ARROZ (Oryza sativa)	3,0	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8
FEIJÃO (Phaseolus vulgaris)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4
FEIJÃO DE CORDA (Vigna sinensis)	1,3	0,9	2,0	1,3	3,8	2,5	5,9	3,8
FEIJÃO FAVA (Vicia faba)	1,6	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5
MILHO (Zea mays)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
SOJA (Glicine max)	5,0	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5,0
SORGO (Sorghum bicolor)	4,0	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,2
	F R U T E I R A S							
ABACATE (Persea americana)	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	3,7	2,4
LARANJA (Citrus sinensis)	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2
LIMÃO (Citrus limonea)	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2
MELÃO (Cucumis melo)	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1
UVA (Vitis SSP.)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5

H O R T A L I Ç A S

C U L T U R A S

	0%			10%			25%			50%		
	CE1/	CE2/	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs
ALFACE (Lactuca sativa)	1,3	0,9	2,1	1,4	1,4	3,2	2,1	2,1	5,2	3,4		
BETERRABA (Beta vulgaris)	4,0	2,7	5,1	3,4	3,4	6,8	4,5	4,5	9,6	6,4		
BATATA DOCE (Ipomoea batata)	1,5	1,0	2,4	1,6	1,6	3,8	2,5	2,5	6,0	4,0		
BATATINHA (Solatanum tuberosum)	1,7	1,1	2,5	1,7	1,7	3,8	2,5	2,5	5,9	3,9		
CEBOLA (Allium cepa)	1,2	0,8	1,8	1,2	1,2	2,8	1,8	1,8	4,3	2,9		
CENOURA (Daucus carota)	1,0	0,7	1,7	1,1	1,1	2,8	1,9	1,9	4,6	1,3		
PEPINO (Cucumis sativa)	2,5	1,7	3,3	2,2	2,2	4,4	2,9	2,9	6,3	4,2		
PIMENTA (Capsicum frutescens)	1,5	1,0	2,2	1,5	1,5	3,3	2,2	2,2	5,1	3,4		
REPOLHO (Brassica oleracea capitata)	1,8	1,2	2,8	1,9	1,9	4,4	2,9	2,9	6,3	4,2		
TOMATE (Lycopersicon esculentum)	2,5	1,7	3,5	2,3	2,3	5,0	3,4	3,4	7,6	5,0		

1/ - Condutividade elétrica de extrato de saturação do solo, em mmhos/cm a 25°C.

2/ - Condutividade elétrica da água de irrigação, em mmhos/cm a 25°C.

APÊNDICE 3 - Tolerância relativa ao boro das principais cul-
turas, segundo RICHARDS (1954).

TOLERANTES	SEMI-TOLERANTES	SENSÍVEIS ✓
Alface	Abóbora	Ameixa
Alfafa	Algodão	Pera
Aspargo	Aveia	Maçã
Beterraba	Batata Doce	Uva
Cebola	Cevada	Cereja
Cenoura	Ervilha	Pêssego
Nabo	Girassol	Laranja
Palma	Milho	Limão
Repolho	Trigo	Abacate
	Tomate	Noz
	Feijão de Corda	
	Rabanete	

APÊNDICE 4 - Caracterização do local de coleta das amostras por município, incluindo proprietário, propriedade e tipo de fonte de água.

- SÃO BENTO

Nº DA AMOSTRA	PROPRIETÁRIO	PROPRIEDADE	FONTE DE ÁGUA
001	José Felinto de Moura	Areia Fina	Açude
002	Manoel Dantas de Almeida	Saraiva	Açude
003	Manoel Lucio da Silva	Monte Verde	Açude
004	Manoel Honorato de Sousa	Areia Fina	Poço
005	João Carlos V. da Nóbrega	Boqueirão	Açude
006	José Cândido de Almeida	Vale do Piranhas	Poço
007	José Campio da Cunha	Jenipapo	poço
008	Francisco Clementino	Xique-Xique	Rio Piranhas
009	Manoel Mariz de Sousa	Varzea do Poço	poço
010	Anatildes F. de Freitas	Corredouro	poço

- BREJO DO CRUZ

011	Antonio Ananias Targino	Curral Queimado	Açude
012	Antonio R. Bezerra	Riacho Escuro	Cacimbão
013	Eleodorio J. da Silva	Palha de Cima	açude
014	Severino F. Maia	Prado Monte	Cacimbão
015	Francisco T. Filho	Varzea dos Poltros	Açude
016	Bastílio F. Maia	Prado Monte	Cacimbão
017	Paulo T. da Cruz	Ipoeirás	Cacimbão
018	Emiliano M. Resende	Sinibu	Açude
019	Cícero M. da Silva	Extrema	Poço
020	Olegário Mendes	Cipauha	Cacimbão
021	Júlio T. de Lira	Soares	Açude
022	João F. de Melo	Canubim	Cacimbão
023	Francisco A. Bezerra	Canubim	Cacimbão
024	Cooperativa Agrícola	Pé da Serra	Cacimbão
025	Sebastiana F. Mota	Bom Jardim	Cacimbão
026	Sebastião F. Maia	Canubim	Cacimbão
027	Asteciúdes A. S. Leão	Brandões	Açude
028	João A. de Freitas	Barra da Aurora	Cacimbão
029	Francisco F. de Oliveira	Riacho Escuro	Cacimbão
030	Bento de Sá Cavalcante	Tiu	Cacimbão

- BREJO DOS SANTOS

031	Raimundo Geraldo Filho	Pilar	Poço
032	José Diniz	Pau Ferro	Poço
033	Manoel Januário de Sousa	Baldinho	Poço
034	João G. de Oliveira	Nogueira	Poço
035	Antonio G. de Freitas	Pilar	Poço

APENDICE 4 - (Continuação)

Nº DA AMOSTRA	PROPRIETÁRIO	PROPRIEDADE	FONTE DE ÁGUA
036	José D. de Oliveira	Alto Grande	Poço
037	José Bispo Neto	Pau Ferro	Cacimbão
038	João Pequeno Filho	Cochos	Riacho
039	Francisco F. Claudino	Cochos	Poço
040	Severino L. da Silva	Cachoeirinha	Barragem

- RIACHO DOS CAVALOS

041	Francisco A. Maia	Bom Nome	Poço
042	Severino L. de Sousa	Jenipapeiro	Poço
043	Federico Viana	Bom Nome	Acude
044	Valeriano S. da Silva	Volta	Acude
045	Antonio S. de Almeida	Jenipapeiro	Poço
046	Edésio Almeida Costa	Santana	Poço
047	José Pereira da Silva	Capoeira	Poço
048	Atípico F. da Silva	Berra	Poço
049	José Pereira da Silva	Poço Verde	Poço
050	Paulo Vieira	Riacho dos Cavalos	Acude
051	Boanerges Maia	Logradouro	Acude
052	Francisco José da Silva	Varzea Grande	Poço
053	Dinarte R. de Oliveira	Bom Nome	Poço
054	Severino Fausto	Volta	Poço
055	Aníger B. de Almeida	Jenipapeiro	Acude

- BOM SUCESSO

056	Exedito N. de Abrantes	Oiticica	Poço
057	Alvino Pereira Nunes	Escondidas	Poço
058	José Alves Pereira	Baixas	Poço
059	Antonio O. de Oliveira	Bom Sucesso	Poço
060	Raimundo N. da Silva	Catolezinho	Barragem
061	Manoel Nobre de Abrantes	Camarão	Poço
062	Lucas R. dos Santos	Escondidas	Poço
063	Sandoval H. da Silva	Humaitã	Poço
064	Cleto Pereira da Cruz	Caçara de Cima	Poço
065	José Herculano de Lima	Caçara	Poço
066	Francisco R. da Silva	Escondidas	Poço
067	Antonio H. da Silva	Humaitã	Poço
068	José Cesário da Silva	Baixas	Poço
069	José Origem de Oliveira	Morada Nova	Poço
070	José Matias Filho	Bom Sucesso	Poço
071	Severino Paulino	Bom Sucesso	Poço
072	Antão Gonçalves de Almeida	Bom Sucesso	Poço
073	Raimundo Nobre da Silva	Catolezinho	Poço
074	Manoel Alves de Oliveira	Bom Sucesso	Poço
075	Manoel Henrique Sobrinho	Humaitã	Poço
076	João Duarte Coutinho	Baixas	Poço
077	Nelson Félix de Souza	Arapuá	Poço
078	Francisco Rocha	Baixas	Poço
079	Antonio G. de Almeida	Bom Sucesso	Poço
080	Firmo Ferreira da Cruz	Baixas	Poço

- JERICÓ

NO DA AMOSTRA	PROPRIETÁRIO	PROPRIEDADE	FONTE DE ÁGUA
081	Maria Josefa de Lira	M. Grosso	Poço
082	Jerônimo L. de Figueredo	Malhadinha	Poço
083	Hercílio M. de Oliveira	Frade	Poço
084	Raimundo Inácio de Almeida	Paciência	Poço
085	Umiraci Alves Diniz	Paciência	Poço
086	Antoni Diniz	Malhadinha	Poço
087	Detino Anterino de Souza	V. dos Pedros	Poço
088	Herminio Monteiro da Silva	Carneiro	Poço
089	Raimundo J. de Oliveira	Gangorra	Poço
090	José Aureliano Gomes	Soledade	Poço
091	Antonio de O. Melo	V. dos Cavalos	Poço
092	Zezefredo L. de Oliveira	Malhadinha	Poço
093	Antonio Souza Nobre	Soledade	Açude
094	Honório Deó da Silva	Carneiro	Poço
095	Odon José de Freitas	Soledade	Poço
096	José Alves	Saco do André	Poço
097	José Bernadino Filho	Cercado da Mangueira	Poço
098	José Franklin Filho	V. dos Pedros	Poço
099	Edilson Anterino de Souza	V. da Porta	Poço
100	Francisco Baltazer	Cabeludo	Poço
101	João Rusado de Oliveira	Pitombeira	Açude
102	Adenio Figueira Lima	Bom Jardim	Poço
103	Francisco Vituriano	Carneiro	Poço
104	Severino Alves de Souza	V. dos Cavalos	Poço
105	José A. de Figueiredo	Malhadinha	Poço
106	Pedro Olinto	Granja Quintal	Poço
107	Sebastião G. Mascarenhas	Alto da Palmeira	Poço
108	João Costa de Almeida	Frade	Poço
109	Geraldo Salvino	Alto Alegre	Poço
110	Raimundo S. de Oliveira	Rajada	Poço

Cont...

APÊNDICE 4 - (Continuação)

- CATOLÊ DO ROCHA

Nº DA AMOSTRA	PROPRIETÁRIO	PROPRIEDADE	FONTE DE ÁGUA
111	Manoel P. da Silva	Timbaúba	Poço
112	Francisco V. da Rocha	Boqueirão	Poço
113	Rubens J. de Oliveira	Coco-sic	Poço
114	Dalmo Suassuna Dutra	Boqueirão	Poço
115	Raimundo Soares	Boqueirão	Poço
116	João Fausto de Araújo	Boqueirão	Poço
117	Francisco G. de Freitas	Estrelo	Poço
118	João P. da Silva	Catolê de Baixo	Poço
119	Francisco M. de Vasconcelos	Marcelina	Poço
120	Nivaldo Mendes	Rancho do Povo	Poço
121	Severino Barreto	Cajueiro	Poço
122	Francisco B. da Silva	Cajueiro	Poço
123	Luiz Caetano	São Francisco	Poço
124	Elpidio J. de Araújo	Boqueirão	Poço
125	Francisco das C. A. Serafim	São Domingos	Poço
126	Francisco Olímpio de Paiva	Manicoba	Poço
127	Manoel P. da Silva	Catolê de Baixo	Poço
128	Pedro P. da Silva	Catolê de Baixo	Poço
129	Normando L. dos Santos	Marcelina	Poço
130	Teodorico T. Cavalcante	Barro Furado	Poço
131	Silvio S. Filho	Picos	Poço
132	Lauro F. Maia	São Domingos	Poço
133	Miguel A. da Silva	São Francisco	Poço
134	José Sérgio Maia	Olho d'água	Poço
135	Clemente A. da Silva	São Francisco	Poço
136	Pedro A. da Costa	Santa Isabel	Açude
137	Erivan de S. Barreto	Rancho do Povo	Poço
138	Constantino Normando	Rancho do Povo	Poço
139	Pio Suassuna Neto	Picos	Poço
140	Joselino Benedito	Rancho do Povo	Poço
141	Ivan de Sousa Borges	Manicoba	Poço
142	Benedito Batista Torres	Olho d'água	Poço
143	Janduí P. de Araújo	Brejinho	Poço
144	Enoque Alves dos Santos	Boqueirão	Poço
145	José B. Cavalcante	Cajueiro	Poço
146	Austro Gonçalves Diniz	Rancho do Povo	Poço
147	Manoel Ismael de Sousa	Catolê de Baixo	Poço
148	Paulo Tomas de Brito	Barro Furado	Poço
149	Francisco Serafim da Cunha	Boqueirão	Poço
150	Severino Alves da Silva	São Francisco	Poço

- BELÉM DO BREJO DO CRUZ

151	Edmar Andrade	Cangorra	Poço
152	Urbano Viana Maia	Jarabá	Poço
153	Manoel Linhares de Lira	Cangorra	Poço
154	Justino N. de Azevedo	Santa Casa	Açude
155	José T. de Holanda	Açude Escondido	Poço
156	Elias Uchoa Neto	Santa Casa	Poço
157	Francisco V. Filho	Timbauba	Poço
158	Francisco V. da Silva	Timbauba	Poço
159	José O. M. de V. Neto	Boa Vista	Poço
160	Moisés Viana Maia	Nova Brasília	Poço

APÊNDICE 5 - Método volumétrico para determinação de sulfato em água de irrigação, segundo CHAUHAN & CHAUHAN (1979).

1 - Reativos

A - Solução padrão de ácido clorídico 0.01 N.

B - Indicador vermelho de metila.

C - Solução padrão de cloreto de bário 0,1 N

D - Indicador Sodium - Rhodizonate (15mg de Sodium - Rhodizonate em 5 ml de água destilada).

E - Solução padrão de sulfato de potássio 0,1 N.

2 - Procedimento:

Toma-se uma alíquota da amostra que contenha de 0.005 a 0,4 meq de sulfato, numa placa de porcelana neutraliza-se a alíquota com A usando B. Em seguida adiciona-se um excesso conhecido, normalmente 5 ml de C e agita-se o conteúdo com um bastão de vidro, por poucos minutos, até formar a cor vermelha, coloca-se 10 gotas de D e titula-se adicionando-se lentamente gota por gota de E, agitando-se vigorosamente até a cor vermelha mudar para amarela.

3 - Cálculos

$$\text{meq/l de sulfato} = \frac{(5 - \text{volume de E usado}) \times 0.1 \times 1000}{\text{Volume da alíquota (ml)}}$$

4 - Discussão

Com a adição do excesso de C, o sulfato solúvel da água é precipitado como sulfato de bário (BaSO_4). O excesso de C é titulado com E usando D como indicador, formando um precipitado vermelho, do Barium - Rhodizonate. A solubilidade do composto vermelho é mais alta do que o do BaSO_4 e por isso com a adição de E na solução de bário, o BaSO_4 é preci-

pitado. Com a precipitação completa do excesso de bário, a cor vesselha muda para amarelo, indicando o ponto equivalente.