

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA
CAPIÁ-AL, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

POR

LEONE DE MENDONÇA LEITE
(Engenheiro Agrônomo)

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO / 1991

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA
CAPIÁ-AL, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

LEONE DE MENDONÇA LEITE

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA
CAPIÁ-AL, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Mestre em Ciências
(M. Sc.).

Área de Concentração: Engenharia de Irrigação e Drenagem

Orientadores: Norma César de Azevedo

Hans Raj Gheyi

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO / 1991



L533c Leite, Leone de Mendonca
Caracterizacao da qualidade da agua superficial na Bacia
Capia - AL para fins de irrigacao / Leone de Mendonca
Leite. - Campina Grande, 1991.
96f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Agricola) -
Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
Tecnologia.

1. Irrigacao 2. Bacia Hidrografica Superficial - 3.
Salinidade - Agua - 4. Recursos Hidricos 5. Dissertacao I.
Azevedo, Norma Cesar de, M.Sc. II. Gheyi, Hans Raj, Dr.
III. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB).
IV. Título

CDU 626.81/.84(043)

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA
CAPIÁ-AL, PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

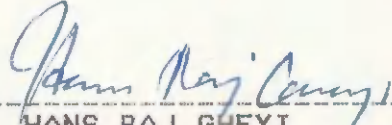
por

LEONE DE MENDONÇA LEITE

Dissertação Aprovada em : 21 / 02 / 1991



NORMA CÉSAR DE AZEVEDO
ORIENTADORA - M. Sc.



HANS RAJ GHEYI
ORIENTADOR - DOUTOR



LÚCIA HELENA GAROFALO CHAVES
EXAMINADORA - DOUTORA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
FEVEREIRO / 1991

ao meu pai

HELSON DE MENEZES LEITE

(In Memorium)

as minhas filhas:

LÊDA ROSA CECCHINI BRAGA LEITE

LAYS ROSA CECCHINI BRAGA LEITE

e sobrinha:

ISABELA LEITE MOURA

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade que me deu para concluir o presente estudo preservando-me física e mentalmente nos momentos difíceis pelos quais passei.

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Alagoas, pela oportunidade para realização do curso.

Ao PROINE-CNPq, pela ajuda prestada tornando possível a realização do presente estudo.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para que fosse possível o presente trabalho.

R E S U M O

O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade da água superficial e sua variação em diferentes estações climáticas, na bacia do Capiá-A1, assim como verificar o efeito daquelas águas nas características do solo. Realizaram-se duas coletas, cada uma com 107 amostras, em dois períodos distintos: uma durante o mês de março de 1989 (período seco) e a outra no mês de junho de 1990 (período chuvoso).

As análises químicas das amostras coletadas no período seco indicaram que 94,40% são águas com salinidade muito alta, 52,34% com concentração de sódio muito elevada, 2,80% possuem salinidade média e 25,23% com baixo a médio teor de sódio. Na segunda amostragem, observou-se um decréscimo das águas com salinidade muito elevada para 93,46% e um aumento das águas com baixo e médio teor de sódio para 27,10% do total das amostras.

Em ambos os períodos, nas análises relativas ao boro observou-se que 2,80% das águas possuem problemas fitotóxicos. Já com relação a cloreto e sódio, a fitotoxicidade apresentou elevados índices de 94,40 e 95,33 % respectivamente, na primeira coleta, e na segunda amostragem, ambos os íons apresentaram sérios problemas em 85,98 e 86,93 %, respectivamente.

Dos solos analisados 61,11% encontram-se com valores de CEs menores que 1,5 mmhos/cm. Detectou-se, ainda, uma correlação linear significativa entre a relação de adsorção de sódio do extrato de saturação e a percentagem de sódio trocável.

A B S T R A C T

The purpose of this study was to evaluate the quality of the surface water and its seasonal variation in Capiá-AL hydrological basin, as well as to check out effect of these waters on the soil characteristics. Two samplings were made, each one with 107 samples, in two distinct periods: one in March of 1989 (dry period) and the second in June of 1990 (rainy season period).

The chemical analysis of the water collected during dry period showed that 94.40 % of the studied waters have too high salinity levels, 52.34 % has high sodium concentration, 2.80 % has average salinity and 25.23 % show low to medium sodium concentration. In the second sampling, waters with very high salinity showed a reduction to 93.46% and waters with low to medium concentration of sodium increased to 27.10 %.

In both periods, analysis of boron showed that 2.80 % of the waters have phytotoxic problems. As for chloride and sodium, phytotoxic levels were found in 94.40 and 95.33 % samples, respectively, in the first collection, and in the second sampling, these ions showed serious problems in 85.98 and 86.93 % of the waters, respectively.

Among the soil samples analysed, 61,11 % had CEs values lower than 1.5 mmhos/cm. A significant linear correlation between sodium adsorption ratio of saturation extract and the exchangeable sodium percentage was found.

LISTA DAS TABELAS

	pág.
TABELA 1 - Limites permissíveis para classes da água de irrigação, segundo SCOFIELD (1936)	6
TABELA 2 - Classes de água para irrigação segundo WILCOX & MAGISTAD (1943).....	7
TABELA 3 - Classificação das águas baseadas na salinidade efetiva, segundo DONEEN (1954).....	17
TABELA 4 - Avaliação da qualidade da água,segundo CHRISTIANSEN et alii (1977).....	20
TABELA 5 - Sensibilidade das culturas aos limites de boro nas águas de irrigação, segundo WILCOX (1960)....	21
TABELA 6 - Classificação da água para irrigação conforme o valor do CSR, segundo EATON (1950).....	22
TABELA 7 - Guia para interpretação da água de irrigação segundo AYERS & WESTCOT (1985).....	23
TABELA 8 - Resultados analíticos das determinações químicas de águas da Bacia Capiá-AL. (1a.Coleta Marco/89).....	38
TABELA 9 - Resultados analíticos das determinações químicas de águas da Bacia Capiá-AL. (2a.coleta Junho/90).....	41
TABELA 10 -Dados pluviométricos de alguns municípios da Bacia Capiá-AL, em 1989	47

	pág.
TABELA 11 -Dados pluviométricos de alguns municípios da Bacia Capiá-AL, em 1990	47
TABELA 12 -Confiabilidade das análises químicas e classe de águas da Bacia Capiá-AL. (1a.Coleta Março/89)....	54
TABELA 13 -Confiabilidade das análises químicas e classe de águas da Bacia Capiá-AL. (2a.Coleta Junho/90)....	57
TABELA 14 -As equações de regressão, coeficiente de cor- relação (r) e coeficiente de determinação (R ²) em diferentes épocas	64
TABELA 15 -Resultados analíticos das determinações quími- cas e físicas dos solos da Bacia Capiá-AL	65

LISTA DAS FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1- Diagrama de classificação das águas segundo WILCOX (1948).....	8
FIGURA 2- Diagrama de classificação das águas, segundo THORNE & THORNE (1951).....	9
FIGURA 3- Diagrama para a classificação das águas para irrigação, segundo RICHARDS (1954).....	11
FIGURA 4- Nomograma para determinar a RAS da água e para estimar o valor correspondente para a PST do solo que está em equilíbrio com a água referida.....	15
FIGURA 5- Diagrama para classificação das águas para irrigação segundo THORNE & PETERSON (1954).....	18
FIGURA 6- Diagrama de classificação das águas conforme o teor de sódio, segundo WILCOX (1958).....	19
FIGURA 7- Mapa do estado de Alagoas, com a localização da Bacia Capiá-AL.....	30
FIGURA 8- Isoietas das médias anuais do agreste Alagoano	32
FIGURA 9- Variação da CE da água na Bacia Capiá-AL: 1a. Coleta (Março/89)	44
FIGURA 10- Variação da CE da água na Bacia Capiá-AL: 2a. Coleta (Junho/90)	45
FIGURA 11- Variação da relação de adsorção de sódio da água na Bacia Capiá-AL: 1a. Coleta (Março/89)	48
FIGURA 12- Variação da relação de adsorção de sódio da água na Bacia Capiá-AL: 2a. Coleta (Junho/90)	49
FIGURA 13- Distribuição de frequência das amostras de água, por cada classe: 1a. Coleta (Março/89)	50

	pág
FIGURA 14- Distribuição de frequência das amostras de água, por cada classe: 2a. Coleta (Junho/90)	51
FIGURA 15- Diagrama de dispersão : Somatório de cátions global (SC _g) X CE	60
FIGURA 16- Diagrama de dispersão : Sódio global (Na _g) X CE ...	62
FIGURA 17- Diagrama de dispersão : Cloreto global (Cl _g) X CE ..	63
FIGURA 18- Diagrama de dispersão : Relação de adsorção de sódio do extrato X Percentagem de sódio trocável das amostras de solo	67

LISTA DOS APÊNDICES

	pág.
APÊNDICE 1- Metodologia para cálculo da RAS ajustada (RASaj), segundo AYERS & WESTCOT (1976) e SHAINBERG & OSTER (1978)	77
APÊNDICE 2- Metodologia para o cálculo da RAS corrigida (RASc) segundo AYERS & WESTCOT (1985)	79
APÊNDICE 3- Tolerância relativa ao boro (B) das principais culturas, segundo AYERS & WESTCOT (1985)	81
APÊNDICE 4- Tolerância relativa ao sódio (Na ⁺) das principais culturas segundo AYERS & WESTCOT (1985)	82
APÊNDICE 5- Tolerância relativa ao cloreto (Cl ⁻) das princi- pais culturas segundo AYERS & WESTCOT (1985)	83
APÊNDICE 6- A redução da produção de acordo com a condutivida- de elétrica (CE) do extrato de saturação do solo e a CE da água de irrigação, AYERS & WESTCOT (1985)	84
APÊNDICE 7- Mapas de localização da área estudada e dos pontos de coleta da água e solo	85
APÊNDICE 8- Método turbidimétrico para determinação do sulfato (SO ₄ ²⁻), segundo WPEF (1980)	88
APÊNDICE 9- Metodologia para o cálculo do balanço iônico, segun- do Scoeller (1962), citado por VOGEL (1979)	91
APÊNDICE 10-Quadros da ANOVA das regressões	92

Í N D I C E

	pág.
Agradecimentos	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista das Tabelas	ix
Lista das Figuras	xi
Lista dos Apêndices	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO	1
------------------	---

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA	4
1-Características que Determinam a Qualidade da Água para Irrigação	4
2-Classificação das Águas para fins de Irrigação	6
3-Efeito da Qualidade da Água nas Propriedades do Solo.....	22
4-Efeito da Salinidade no Desenvolvimento das Plantas	27
4.1-Considerações gerais	27
4.2-Efeito osmótico	27

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS	29
1-Descrição da Área Estudada	29
1.1-Situação geográfica	29
1.2-Clima e vegetação	29
1.3-Solo e relevo	31
1.4-Disponibilidade de terras irrigáveis	31

2-Coleta das Amostras	33
3-Metodologia	34
3.1-Análise das águas	34
3.2-Análise dos solos	34
4-Classificação das Águas para fins de irrigação	35
5-Análise Estatística	35
6-Confiabilidade das Análises	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
1-Qualidade das Águas de Irrigação e sua Variação	37
2-Características dos solos.....	61
3-Considerações finais	68

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES	69
LITERATURA CITADA	71
APÊNDICES	76

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A desorganização periódica das atividades agrícolas da região semi-árida do nordeste é decorrente principalmente das secas cíclicas.

Segundo CARVALHO (1973), no estudo dos problemas da seca alguns elementos fundamentais devem ser considerados, assim como os aspectos climáticos que são caracterizados por:

- Chuvas predominantemente concentradas num único período (3 a 5 meses), variando as médias, com distribuição muito irregular, apresentando coeficiente de variação superior a 30 % .
- Temperatura média anual muito elevada.
- Insolação muito forte, com uma média anual de 2.800 h/ano .
- Umidade baixa .
- Evaporação elevada .

Estes fatores contribuem para a concentração dos sais nos solos e águas superficiais da região semi-árida brasileira a qual possui cerca de 850.000 km², representando 52 % da área do Nordeste (SUDENE, 1977).

Assim, deve-se ter critérios rigorosos na escolha da água para irrigação, principalmente nesta região, pois segundo RICHARDS (1954) as águas para irrigação podem contribuir com 100 a 5.000 kg de sal por hectare em uma lâmina de 30 cm .

Embora seja pequena a representatividade numérica da área irrigada no Nordeste brasileiro isto não significa a impraticabilidade da irrigação, mas a dificuldade de imprimir um ritmo mais rápido ao processo.

As principais causas desta lentidão podem ser assim resumidas:

- a) Acumulação de água em grandes reservatórios, sem uma preocupação imediata com irrigação.
- b) Deficiência e em alguns casos ausência de estudos necessários à implantação e operação dos projetos de irrigação.
- c) Inexistência de um plano de irrigação.
- d) Desconhecimento por parte do agricultor nordestino das técnicas de irrigação e dificuldades em assimilá-las a curto prazo.

Segundo SANTOS (1981), num levantamento feito em 1970, pela Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem, com sede na Índia estimou-se que a área total irrigada no mundo era de 203 milhões de hectares, dos quais 50,7 milhões (25 % do total destas áreas) estavam salinizados. GOES (1978) afirma que aproximadamente 25 % das áreas irrigadas nos perímetros irrigados no Nordeste do Brasil apresentam problemas de salinização, a exemplo do perímetro de São Gonçalo na Paraíba.

Um estudo de viabilidade técnico-econômico de irrigação realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) em 1979 na bacia Capiá-AL, indicou uma área de 18.450 ha irrigáveis, propiciando a execução de um projeto executivo para implementação do projeto de irrigação, o qual no entanto não se aprofundava no que

concerne a qualidade das águas. Vale salientar, que de acordo com o levantamento de solos SUDENE (1975), uma grande percentagem dessa área é de solos bruno não cálcicos, com pouca profundidade o que pode concorrer para o aparecimento de problemas de salinização na área com a implantação de projetos de irrigação.

Desta forma o presente trabalho teve como objetivos :

- a) Avaliar a qualidade das águas superficiais, da bacia Capiá-Al, para fins de irrigação.
- b) Estudar a variação da qualidade destas águas em estações diferentes.

Assim, com as informações contidas neste trabalho pretende-se fornecer subsídios para uma melhor avaliação sobre a viabilidade de implantar irrigação na referida área.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

Embora existam diversos critérios e classificações para avaliar a qualidade de água para irrigação, no entanto nem sempre é possível classificá-la com perfeição. Usualmente se avalia a qualidade da água pela composição, concentração e caracterização química dos constituintes solúveis. Segundo AYERS & WESTCOT (1985), deve-se avaliar a água de irrigação em conjunto com o estudo das condições locais a que se destina, tomando-se como base os parâmetros relacionados com a água o solo e a planta.

A utilização de águas de qualidade inferior em irrigação tem ocasionado problemas muito sérios no decorrer do tempo modificando completamente as características do solo. KOVDA (1973) afirma que o suprimento de uma lâmina de água artificialmente dá origem a mudanças profundas nas condições hidroquímicas de um solo.

Existe um problema de salinidade quando os sais se acumulam na zona radicular à uma concentração tal que ocasiona perdas nas produções das culturas.

1-Características que Determinam a Qualidade da Água para Irrigação

As características mais importantes que determinam a qualidade da água para irrigação, segundo RICHARDS (1954), SHAINBERG & OSTER (1978), AYERS & WESTCOT (1985) e BERNARDO (1987) são:

a) Concentração total de sais solúveis que pode ser expressa em partes por milhão (ppm), meq/l ou o que é mais usual em relação a con-

utividade elétrica (CE), dada em mmhos ou umhos/cm a 25^o C.

-Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), dado em miliequivalentes por litro (meq/l), partes por milhão (ppm) ou toneladas por hectare (t/ha).

-Salinidade Total (ST) em meq/l .

-Salinidade Efetiva (SE) também expressa em meq/l .

b) Permeabilidade do solo ou proporção relativa de sódio, em relação a outros cátions, podendo ser adequadamente expressa em:

-Porcentagem de sódio em relação aos outros cátions (Na⁺ %) .

-Relação de adsorção de sódio (RAS) .

-Relação de adsorção de sódio ajustada (RASaj) .

-Relação de adsorção de sódio corrigida (RASc) .

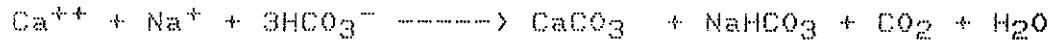
c) Concentração de boro ou outros elementos que podem ser tóxicos. O boro é o elemento encontrado frequentemente nos mananciais, em concentrações baixas. Segundo WILCOX (1960) e WALLIHAN et alii (1978) os problemas de toxidez têm início no processo de absorção pelas culturas, acumulando-se e produzindo a queda nos seus rendimentos.

d) Concentração de bicarbonato em relação a concentração de cálcio mais magnésio.

A interação dos quatro fatores citados acima constituem a base para a classificação da água para irrigação. Havendo vários modelos propostos, WILCOX (1948), RICHARDS (1954) e AYERS & WESTCOT (1985) entre outros .

Em águas que contém concentrações elevadas de íons de bicarbonato, o cálcio e magnésio tendem a precipitar , sob a forma de carbo-

atos, reduzindo, assim sua concentração na solução do solo, aumentando a proporção de sódio, tendo em vista a solubilidade do carbonato de sódio ser superior à dos carbonatos de cálcio e de magnésio ocorrendo a seguinte reação química :



Conforme EATON (1950), o teor dos íons mencionados, influencia diretamente a quantidade de sódio favorecendo a elevação da percentagem possível deste cátion no solo .

2-Classificação das Águas para fins de Irrigação

SCOFIELD (1936), elaborou uma tabela com os parâmetros para diferentes classes de água de irrigação, considerando a salinidade total, cloretos, sulfatos em adição a percentagem de sódio (Tabela 1).

Em seguida WILCOX & MAGISTAD (1943), propõem uma classificação simplificada, onde levaram em consideração o conteúdo de sais e o

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

Classes de água	Sólidos dissol.totais		Sódio *	Cloretos	Sulfatos
	CE(umhos/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-Imprópria	> 3000	> 2100	> 80	> 20	> 20

* -Percentual em relação aos outros cátions .

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

Classes de água	CE (umhos/cm)	Conteúdo de sais		Sódio (%)	Boro
		ppm	t/acre*		
1a	<1000	<700	< 1	<60	<0,5
2b	1000-3000	700-2000	1-3	60-75	0,5-2,0
3c	>3000	>2000	>3	>75	>2,0

1a - Excelente a boa - adaptada a maioria dos cultivos em diversas condições

2b - Boa a duvidosa - provavelmente já não se adapta as plantas sensíveis aos sais.

3c - Duvidosa a insatisfatória - deve ser usada somente em condições especiais.

* Multiplica-se por 2,5 para transformar em t/ha.

percentual de sódio e boro (Tabela 2) .

WILCOX (1948), idealizou um diagrama (Figura 1) para ser utilizado na classificação das águas de irrigação, tendo como fator limitante ao seu uso o fato de classificar como excelentes, as águas com baixa concentração de sais e alto teor de sódio .

THORNE & THORNE (1951), basearam seu diagrama (Figura 2) em dois pontos principais para avaliar as águas no estado de Utah (USA):

a) A condutividade elétrica, representada por 5 classes .

b) A percentagem de sódio dos cátions totais, que caracteriza as classes de A a E .

No entanto este diagrama apresenta o mesmo fator limitante na sua utilização que o diagrama de WILCOX (1948) .

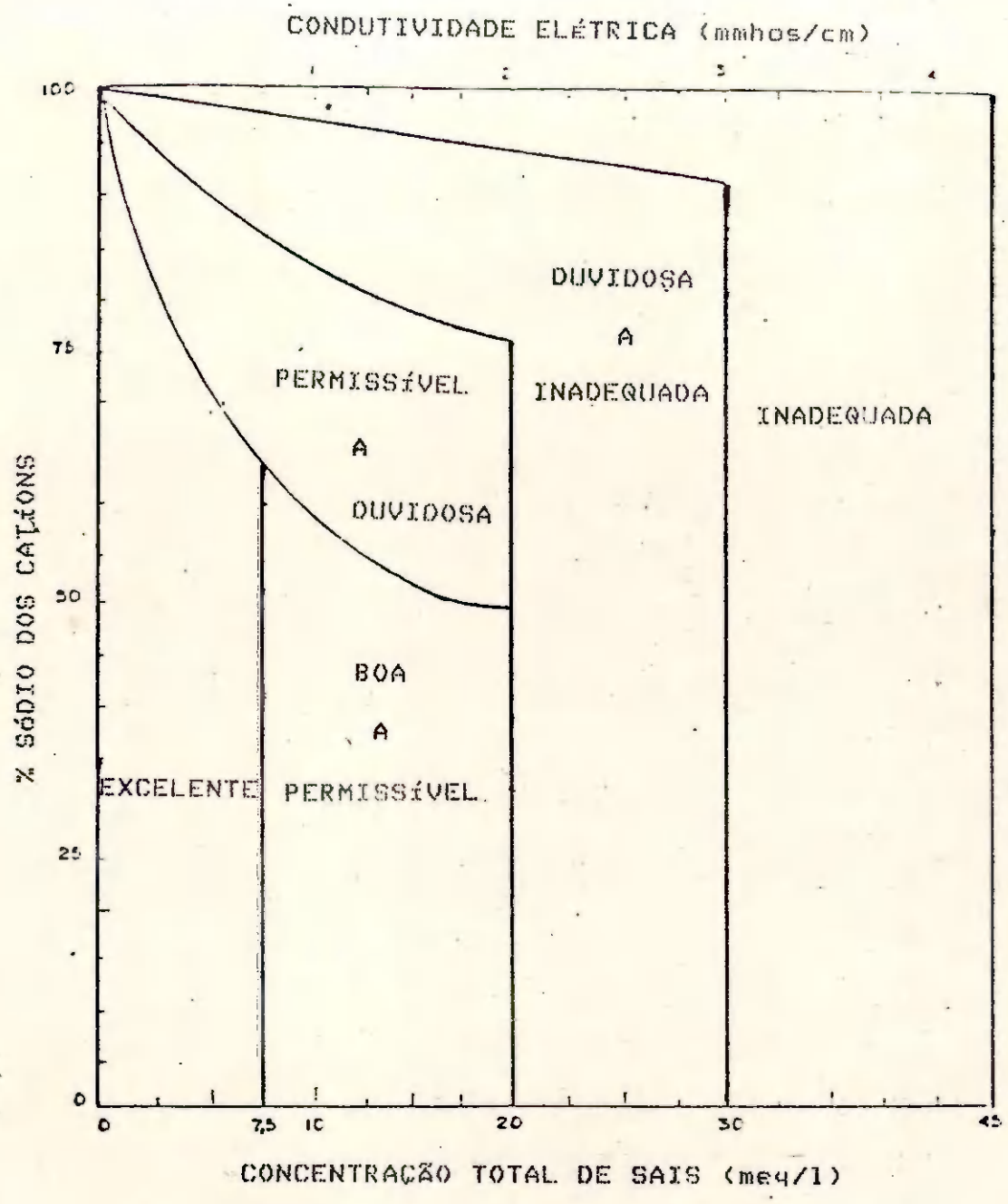
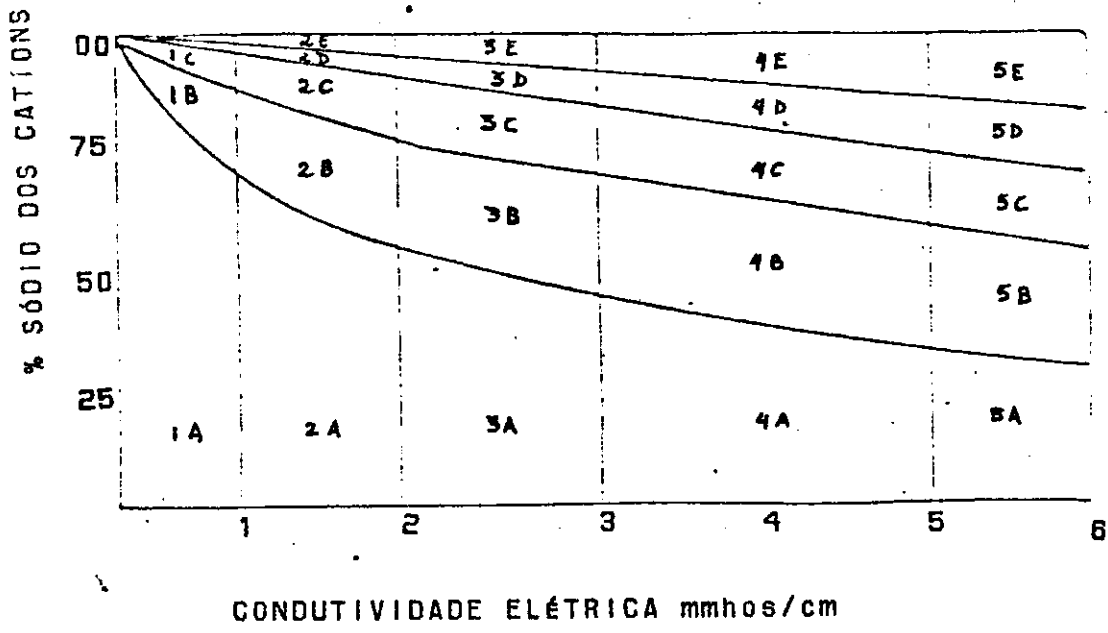


FIGURA 1- Diagrama de classificação das águas segundo WILCOX (1948)



- 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)

Na classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (RICHARDS, 1954), a condutividade elétrica (CE) é indicadora do perigo de salinização do solo, e a relação de adsorção de sódio (RAS), indicadora do perigo de alcalinização ou sodificação do solo, sendo cada uma subdividida em 4 classes.

No diagrama (Figura 3), as curvas que delimitam as diferentes classes de perigo de sódio foram construídas aplicando-se as seguintes equações empíricas :

Curva superior : $S = 43,75 - 8,87 (\log C)$

Curva intermediária : $S = 31,31 - 6,66 (\log C)$

Curva inferior : $S = 18,87 - 4,44 (\log C)$

onde $S = RAS \text{ (mmoles/l)}^{1/2}$ e $C = CE \times 10^6 \text{ (umhos/cm)}$

O significado e interpretação das classes, se resume no seguinte :

a) Perigo de salinização

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua condutividade elétrica, em $\mu\text{mhos/cm}$, a 25°C , ou seja, em função de sua concentração total de sais solúveis:

C₁ - (condutividade elétrica entre 0 e 250 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C).
 Água de baixa salinidade. Pode-se usar para irrigar a maioria das culturas, em qualquer tipo de solo com muito pouca probabilidade de que venham a ocorrer problemas de salinidade. Alguma lixiviação é necessária, porém isso ocorre normalmente nas práticas de irrigação, a exceção dos solos com permeabilidade extremamente baixa .

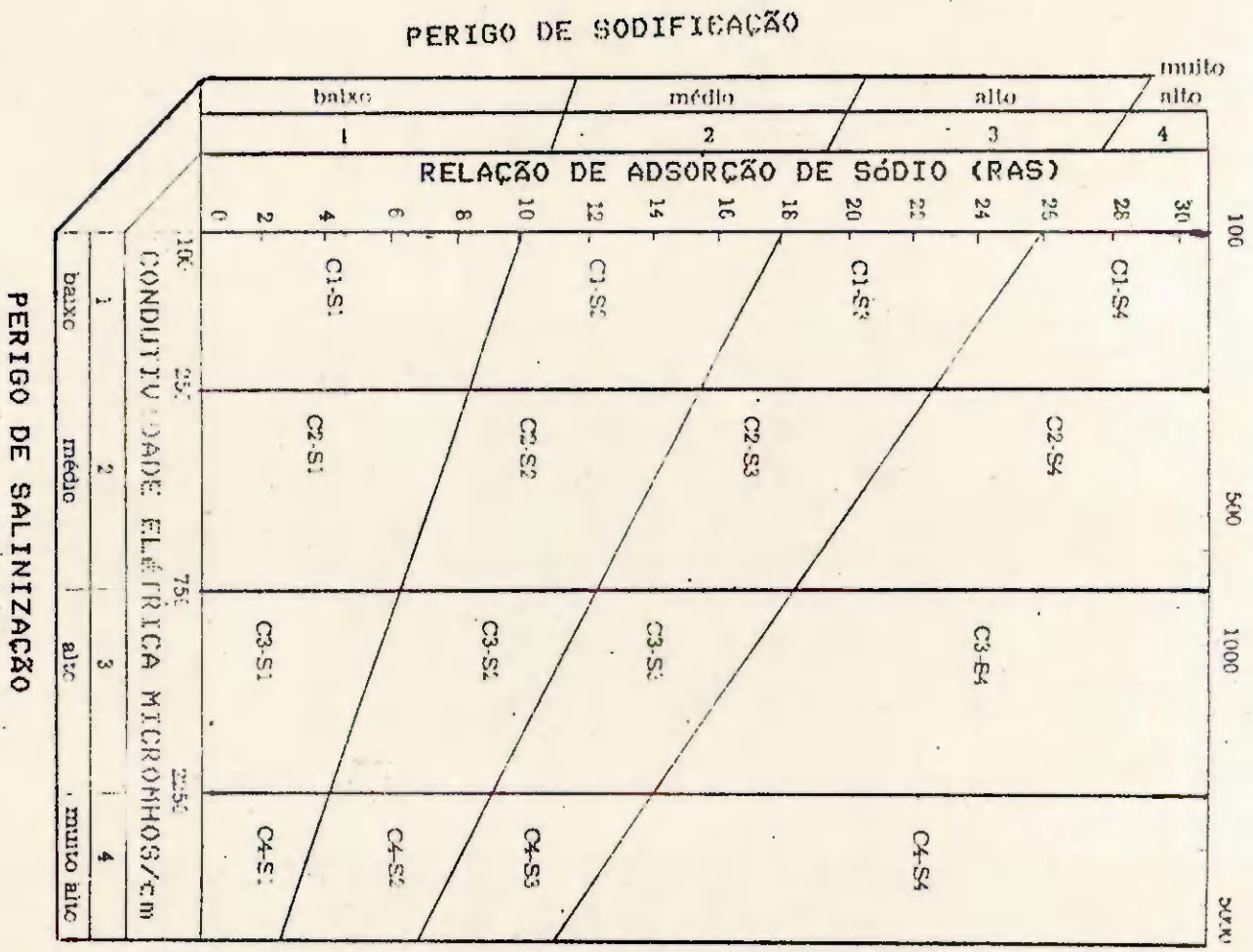


FIGURA 3- Diagrama para a classificação das águas para irrigação, segundo RICHARDS (1954)

C2 -(condutividade elétrica entre 250 e 750 umhos / cm a 25° C)
 Água de salinidade média. Pode-se usar em quase todos os casos sempre que houver um grau moderado de lixiviação, Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, sem práticas especiais de controle de salinidade .

C3 -(condutividade elétrica entre 750 e 2.250 umhos / cm a 25° C).
 Água com salinidade alta. Não se pode utilizar em solos cuja drenagem seja deficiente. Mesmo com drenagem adequada pode-se necessitar práticas especiais de controle de salinidade, desta forma deve ser usada apenas em culturas muito tolerante a sais .

C4 -(condutividade elétrica entre 2.250 a 5.000 umhos / cm a 25°C).
 Água com salinidade muito alta. Não é apropriada para irrigação,, sob condições normais, porém pode ser utilizada ocasionalmente em circunstâncias muito especiais. Os solos devem ser permeáveis e a drenagem adequada, devendo-se aplicar uma lâmina em excesso para conseguir uma boa lavagem. A água deve ser usada apenas para culturas altamente tolerantes a sais .

1) Espaço maior.
 b) Perigo de alcalinização ou sodificação

A classificação das águas de irrigação com respeito ao perigo de sodificação, se baseia primordialmente no efeito que tem o sódio trocável sobre as condições físicas do solo.

O perigo de sodificação do solo é avaliado através da RAS que é calculada pela seguinte expressão:

$$RAS = \frac{Na^+}{[(Ca^{++} + Mg^{++}) / 2]^{1/2}}$$

Sendo as concentrações de Na^+ , Ca^{++} e Mg^{++} expressas em meq/l ,

— Do ponto de vista da RAS, as águas podem ser divididas em 4 classes:

S1 - Água com baixa concentração de sódio - Pode ser usada para irrigação na maioria dos solos com pouca probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável. No entanto algumas culturas muito sensíveis como o abacateiro, podem ser afetadas por essa água.

S2 - Água com média concentração de sódio - Em solos de textura fina com alta capacidade de troca catiônica (CTC) e sob baixa condição de lixiviação, essa água apresenta perigo de sodificação bastante acentuado, a não ser que o solo contenha gesso. Estas águas só podem ser utilizadas em solos de textura grossa ou em solos orgânicos de boa permeabilidade.

S3 - Água com alta concentração de sódio - Pode produzir níveis tóxicos de sódio trocável na maior parte dos solos, necessitando de manejo especial, boa drenagem, fácil lixiviação e adição de matéria orgânica. Em solos com alto teor de gesso, pode não alcançar níveis tóxicos de sódio trocável. Podendo requerer o uso de corretivos químicos para substituir o sódio trocável, a não ser no caso de apresentar salinidade muito alta, quando o uso de corretivo não seria viável.

S4- Água com muito alta concentração de sódio - é inadequada para irrigação, exceto quando sua salinidade é baixa ou média e quando a utilização de corretivos for viável, e em solos bem drenados.

Ocasionalmente, a água de irrigação pode dissolver uma boa porcentagem de cálcio nos solos calcáreos, de forma que diminui

extraordinariamente o perigo de sodificação. Isso ocorre com águas C1-S3 e C1-S4. Solos calcáreos com pH elevado ou em solos não calcáreos o nível de sódio nas águas C1-S3, C1-S4 e C2-S4, pode ser melhorado adicionando-se gesso. Nas áreas irrigadas com água C2-S3 e C3-S2 é benéfico se adicionar gesso, periodicamente ao solo .

Os técnicos do Laboratório de Salinidade dos E.U.A elaboraram também um nomograma (Figura 4), para calculo da RAS da água de irrigação e a estimativa da percentagem de sódio trocável (PST) do solo em equilíbrio com esta água.

AYERS & WESTCOT (1976), introduziram as modificações proposta por Bower et alii (1965 e 1968) consistindo no uso do índice de saturação de Langelier (IL) que considera as diferentes combinações de sais presentes nas águas e acrescenta os efeitos dos carbonatos e bicarbonatos da água de irrigação como uma função do grau de saturação de CaCO_3 na solução do solo, ao antigo conceito da RAS. O índice aplicado é :

$$IL = (8,4 - \text{pHc})$$

O calculo para o pHc é apresentado no Apêndice 1.

Desta forma os autores sugeriram a RAS ajustada (RASaj) que pode ser expressa da seguinte forma :

$$RASaj = \frac{\text{Na}^+}{[(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) / 2]^{1/2}} * [1 + IL]$$

No entanto, AYERS & WESTCOT (1985) não recomendam o uso da RASaj, uma vez que o perigo de sódio é superestimado.

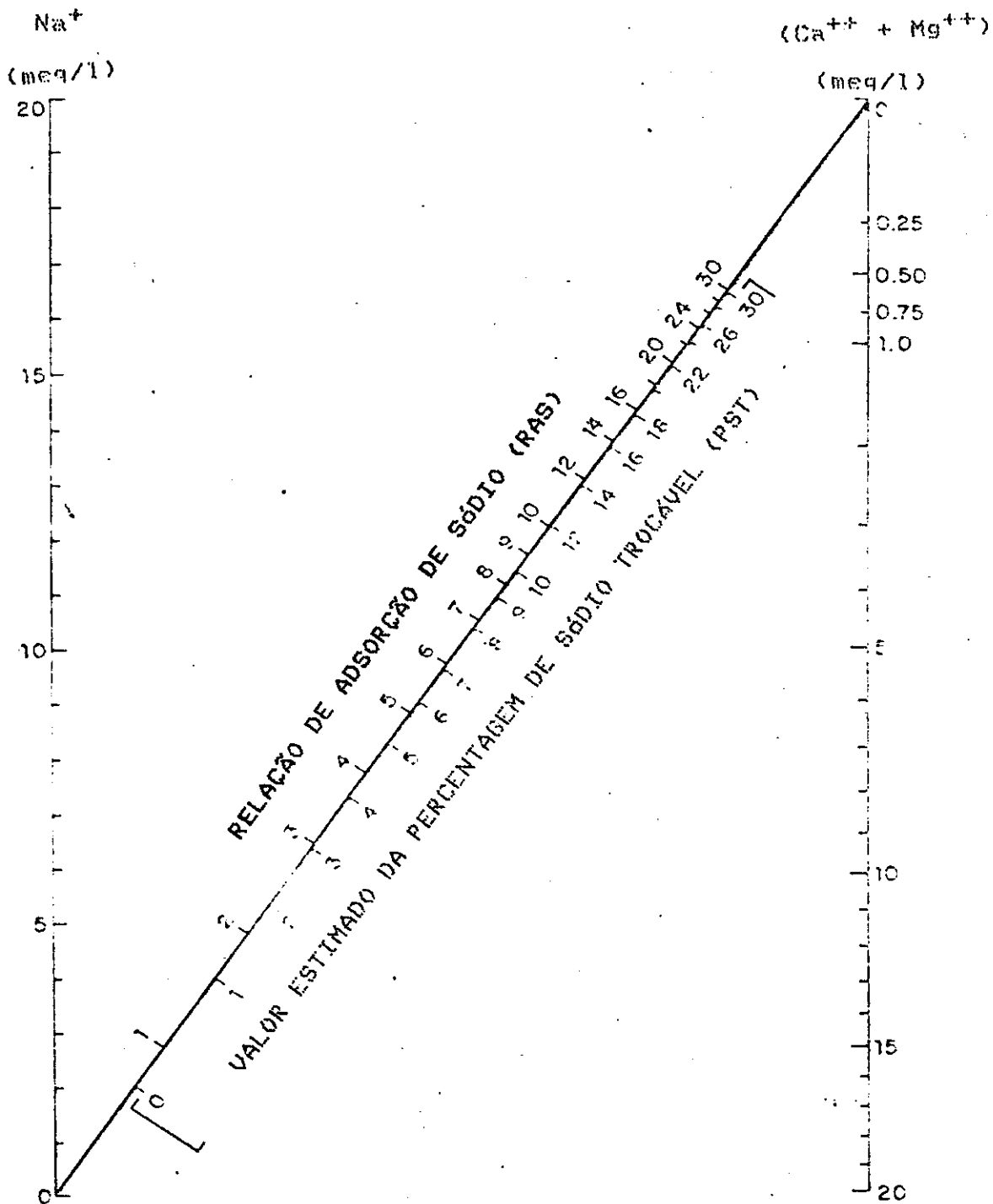


FIGURA 4- Nomograma para determinar a RAS da água e para estimar o valor correspondente para a PST do solo que está em equilíbrio com a água referida

AYERS & WESTCOT (1985) citam Suarez (1981) como o idealizador da fórmula para o cálculo da RAS corrigida (RASc), uma vez que oferece uma melhor compreensão das modificações do cálcio na água do solo.

A RASc (RAS corrigida) inclui os efeitos do dióxido de carbono (CO_2), do bicarbonato (HCO_3^-), da salinidade sobre o cálcio originalmente contido na água de irrigação e que não forma parte da água do solo. Este procedimento supõe a existência de uma outra fonte de cálcio no solo, como o calcário (CaCO_3) ou outros minerais como silicatos e a inexistência de precipitação de magnésio. O valor da RASc pode ser estimada pela seguinte equação :

$$\text{RASc} = \frac{\text{Na}^+}{[(\text{Cax} + \text{Mg}^{++}) / 2]^{1/2}}$$

O valor de Cax é o teor de cálcio da água, corrigido pela salinidade da água (CEa), para o teor de bicarbonato em relação ao teor de cálcio ($\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{++}$) e pela pressão parcial do dióxido de carbono (CO_2) exercida nos primeiros milímetros do solo ($P = 0,0007$ atmosfera). No Apêndice 2 estão apresentados os parâmetros para se determinar os valores do cálcio corrigido (Cax) e RASc .

THORNE & PETERSON (1954), utilizaram uma sistemática para classificar a água de irrigação bastante semelhante a que foi proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos E.U.A, mantem-

do as mesmas classes, quanto ao perigo de sodificação do solo, aumentando no entanto de 4 para 6 classes, quanto ao perigo de salinização do solo (Figura 5).

A classificação proposta por DONEEN (1954), baseia-se na salinidade efetiva (SE), envolvendo a solubilidade dos sais e as reações que ocorrem na solução do solo. A salinidade efetiva inclui todos os sais solúveis da água para irrigação, exceto o sulfato de cálcio e o bicarbonato de magnésio e o de cálcio, pois considera-se que esses sais sejam precipitados, e assim, não podem contribuir para a salinidade do solo. Esta classificação está apresentada na Tabela 3.

WILCOX (1958), baseou sua classificação no teor de sódio e cálcio + magnésio, apresentada na Figura 6.

TABELA 3 - Classificação das águas baseada na salinidade efetiva, segundo, DONEEN (1954).

Condições do solo	Unidades	Classes *		
		1	2	3
-Solo com pouca lixiviação por causa da baixa percolação.	meq/l	<3	3-5	>5
	ppm	<165	165-275	>275
-Solo com alguma lixiviação, porém com restrita e lenta percolação	meq/l	<5	5-10	>10
	ppm	<275	275-550	>550
-Solos abertos, percolação fácil de ser conseguida.	meq/l	<7	7-15	>15
	ppm	<385	385-825	>825

* - Classe 1 - adequada

Classe 2 - duvidosa

Classe 3 - inadequada

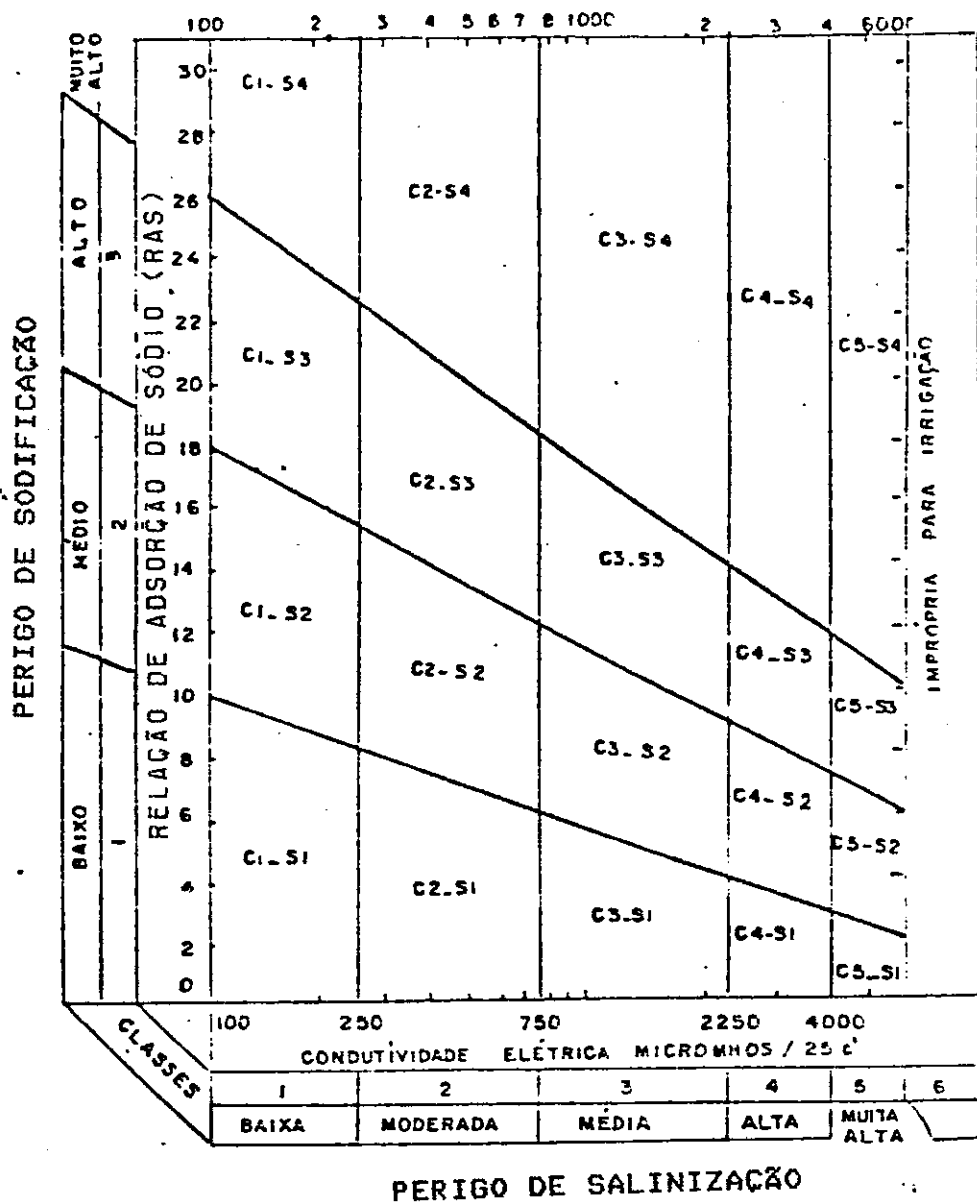
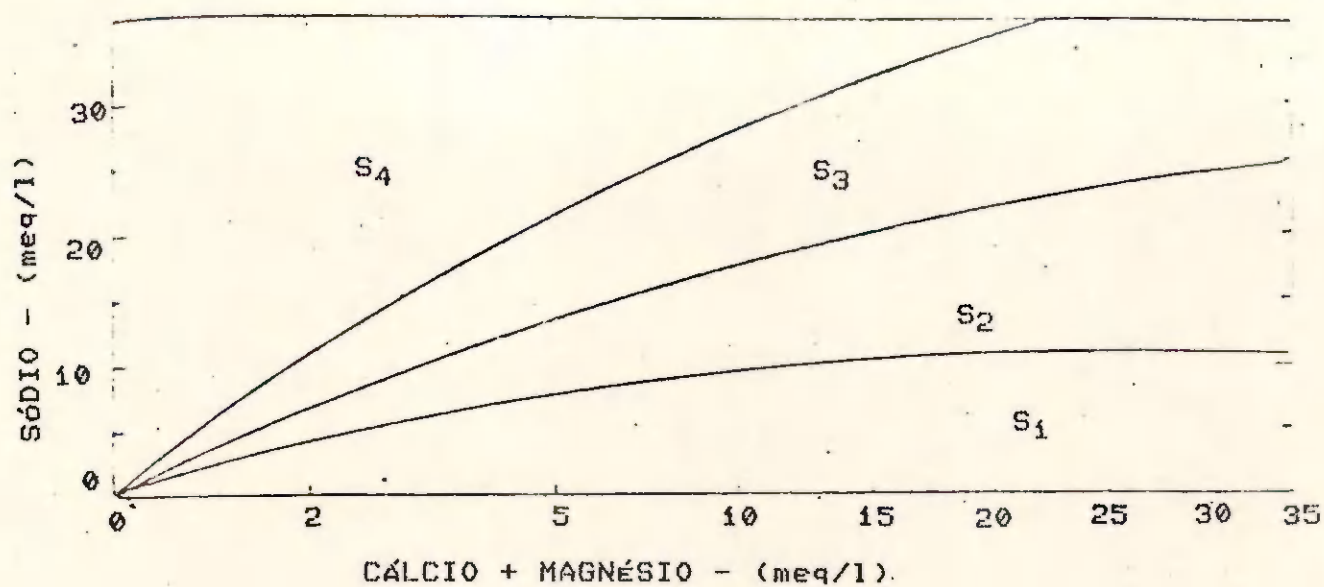


FIGURA 5- Diagrama para classificação das águas para irrigação segundo THORNE & PETERSON (1954)



- S1 - Baixo teor de sódio
- S2 - Médio teor de sódio
- S3 - Alto teor de sódio
- S4 - Muito alto teor de sódio

FIGURA 6- Diagrama de classificação de água conforme o teor de sódio, segundo WILCOX (1958)

CHRISTIANSEN et alii (1977), calcado em suas experiências na análise de projetos de irrigação, propuseram um procedimento que avalia estes fatores que alteram a qualidade da água.

- a) CE em mmhos / cm , 25° C .
- b) Percentagem de sódio (% Na)
- c) RAS
- d) Carbonato de sódio (Na₂ CO₃), em meq/l
- e) Cloreto (Cl⁻), em meq/l
- f) SE em meq/l .
- g) Boro (B), em ppm

Cada um dos sete fatores está contido em seis classes (Tabela 4). Nesta classificação, a água é avaliada por fatores. Uma água com CE = 0,5 mmhos/cm e Cl = 10,0 meq/l, será classe 1 para o fator condutividade elétrica e classe 3 para o cloreto. Uma água com classe 6 para todos os fatores, será imprópria para irrigação.

RICHARDS (1954), SHALHEVET & KAMBUROV (1976), SHAINBERG & OSTER (1978) e AYERS & WESTCOT (1985), são unânimes em afirmar que o

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

Classes	CE (mmhos/cm)	Na ⁺ * (%)	RAS	Na ₂ CO ₃ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	SE (meq/l)	B ppm
1	0,5	40,0	3,0	0,5	3,0	4,0	0,5
2	1,0	60,0	6,0	1,0	6,0	8,0	1,0
3	2,0	70,0	9,0	2,0	10,0	16,0	2,0
4	3,0	80,0	12,0	3,0	15,0	24,0	3,0
5	4,0	90,0	15,0	4,0	20,0	32,0	4,0
6	>4,0	>90,0	>15,0	>4,0	>20,0	>32,0	>4,0

* - Percentual em relação aos outros cátions.

boro é um elemento essencial ao desenvolvimento dos vegetais tornando-se tóxico de acordo com a sensibilidade da espécie vegetal, conforme pode ser analisado no Apêndice 3 que é o resultado do trabalho de muitos pesquisadores no decorrer do tempo, sendo aprimorado pelos últimos autores citados, aproveitando as diversas contribuições tal como a de WILCOX (1960) que propôs uma classificação das culturas de acordo com a sensibilidade ao boro (Tabela 5).

Além do boro, outros elementos em excesso nas águas de irrigação tais como o cloreto e o sódio trazem prejuízos ao bom desenvolvimento dos vegetais. Nos Apêndices 4 e 5 estão relacionadas algumas culturas conforme a tolerância aos elementos citados.

A importância da presença do carbonato e bicarbonato na água de irrigação foi estudada por EATON (1950) que propôs uma classificação

TABELA 5 - Sensibilidade das culturas aos limites de boro nas águas de irrigação, segundo WILCOX (1960).

Sensível (0,3-1 ppm)	Semi-Tolerante (1-2 ppm)	Tolerante (2-4 ppm)
• Laranjas (<i>Citrus spp</i>)	• Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	• Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)
• Figo (<i>Ficus carica</i>)	• Batatinha (<i>Solanum tuberosum</i>)	• Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)
• Uva (<i>Vitis spp</i>)	• Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	• Aspargo (<i>Asparagus officinalis</i>)

TABELA 6 - Classificação da água para irrigação conforme o valor do CSR, segundo EATON (1950).

Classificação	CSR (meq/l)
. Adequada	< 1,25
. Duvidosa	1,25 - 2,50
. Imprópria	> 2,50

da água em função do conceito de carbonato de sódio residual (CSR), onde temos :

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

onde as concentração dos íons são expressas em meq/l, obtendo-se as três classes conforme a Tabela 6.

Acredita-se que com um bom manejo da irrigação, no que diz respeito à drenagem e a lixiviação, e com corretivos, é passível de uso, obtendo-se sucesso na irrigação, algumas das águas classificadas como duvidosas. Segundo RICHARDS (1954), no entanto a afirmativa não está consubstanciada em dados confiáveis.

AYERS & WESTCOT (1985), elaboraram um guia para classificação e interpretação da água para irrigação, o qual encontra-se na Tabela 7.

3 - Efeito da Qualidade da Água nas Propriedades do Solo.

A formação dos solos compreende dois processos diferentes:

- a) Intemperização do material de origem
- b) Desenvolvimento do perfil do solo.

A intemperização das rochas e minerais ocorre devido a processos físicos, químicos e biológicos.

TABELA 7 - Guia para interpretação da água de irrigação ¹, segundo AYERS & WESTCOT (1985).

Potencial Problema de Irrigação	Unidades	Restrição ao uso		
		Nenhum	Ligeiro a Moderado	Severo
<u>Salinidade</u>				
CEa	mmhos/cm	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
<u>Infiltração</u>				
RAS = 0 - 3 e	CEa =	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
= 3 - 6	=	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
= 6 - 12	=	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
= 12 - 20	=	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
= 20 - 40	=	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
<u>Toxicidade específica dos íons</u>				
Sódio ² (Na ⁺)				
irrigação superficial	meq/l	< 3,0	3,0 - 9,0	> 9,0
irrigação por aspersão	meq/l	< 3,0	> 3,0	
Cloreto ² (Cl ⁻)				
irrigação superficial	meq/l	< 4,0	4,0 - 10,0	> 10,0
irrigação por aspersão	meq/l	< 3,0	> 3,0	
Boro ³	mg/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0

cont.

TABELA 7 (cont.)

Potencial Problema de Irrigação	Unidades	Restrição ao uso		
		Nenhum	Ligeiro a Moderado	Severo
* Efeitos diversos				
Nitrogênio ⁴ ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)	mg/l	< 5,0	5,0 - 30,0	> 30,0
Bicarbonato (HCO_3^-) (quando em aspersão)	meq/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 30,0
pH	faixa normal	6,5 - 8,4		

- 1 - Adaptado pela University of California Committee of Consultants 1974.
- 2 - A maioria das culturas anuais não é sensível, desta forma é aconselhável usar a tabela de tolerância das culturas influenciada por água e solos salinos (Apêndice 4 e 5), AYERS & WESCOT (1985).
- 3 - Ver Apêndice 3.
- 4 - ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) nitrogênio em forma de nitrato expresso em termos de nitrogênio elementar (no caso de análise de águas residuais devem ser incluídos $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ e N - orgânico).

ISRAELSEN & HANSEN (1975), constataram que no decorrer do processo de intemperização química, que implica na hidrólise, hidratação, solução, oxidação e carbonatação, gradualmente são liberados os constituintes tornando-se mais solúveis. Os íons bicarbonato (HCO_3^-) se formam como consequência da dissolução de CO_2 em água. CO_2 é um ativo agente intemperizante que libera quantidades apreciáveis de cátions em forma de bicarbonato (HCO_3^-). Os íons estão relacionados entre si e a quantidade que há de cada um é uma função do pH da solução. Maiores quantidades de íons carbonato só podem se apresentar no extrato de saturação dos solos com valores de pH 9,5 ou mais alto.

O processo físico que se deve a altas ou baixas temperaturas, variações de volume ao cristalizar alguns sais e pressão do sistema radicular, conduz apenas a desintegração da rocha mãe.

Já o processo químico compreende a decomposição química dos minerais primários das rochas ígneas e metamórficas e síntese de minerais secundários. A decomposição resulta da ação separada ou simultânea de vários processos químicos.

O agente mais importante é a água e seu efeito é mais intenso ao aumentar seu conteúdo em ácido ou base.

Como efeito da ação da água se dissolvem primeiro os sais solúveis de elementos alcalinos terrosos como cloretos, sulfatos e carbonatos.

Segundo Mc GEORGE (1952), a adsorção do íon sódio pelo solo, de acordo com a salinidade da água, depende primordialmente do valor da relação Na/Ca. Quando esta relação na água de irrigação assume valores de 5 à ± 1 , a percentagem de sódio trocável pode atingir os valores de 25 à ± 5 . Em contrapartida, HAUSENBULLER et alii (1960) constataram uma tendência da acumulação de sódio nos horizontes superficiais de coluna do solo, quando são submetidas a um tratamento com águas bicarbonatadas, apresentando uma relação Na/Ca igual a 9.

Segundo KELLEY (1963), o teor de cálcio nas águas de irrigação é muito mais importante ser considerado do que a concentração de sódio. Estas águas, que contém no mínimo 35 % de cálcio sobre o total de sais de uma concentração total de 15 à 18 meq/l, não compro-

metem o seu uso, desde que as quantidades utilizadas e a drenagem dos solos sejam satisfatórias.

HELWEG et alii (1980), afirmam que em solos irrigados nas regiões áridas e semi-áridas, onde a concentração de sais é maior, aumentam-se os problemas com a salinização e alcalinização. Desta forma depreende-se que 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.

Segundo RICHARDS (1954), ALLISON (1964), SOUZA (1973), ISRAELSEN & HANSEN (1975) e PIZARRO (1976), a lavagem do solo é o processo de dissolução e transporte de sais solúveis pelo movimento da água através do solo. Como os sais se movem com a água, a salinidade dependerá diretamente da forma que será executado o manejo da água. Em outras palavras, irrigação, lavagem e drenagem. Para se obter a máxima eficiência de um projeto de irrigação deve-se levar em consideração os três fatores em conjunto.

Salientam ainda que a lavagem dos sais solúveis presentes na zona radicular das culturas é absolutamente indispensável nos solos sob a influência da irrigação, consistindo em se fazer passar através da zona radicular uma lâmina de água para controlar a salinidade do solo a um nível pré-determinado.

CORDEIRO & MILLAR (1978), demonstraram em seu trabalho que a falta de manejo adequado do solo e água é responsável pela presença de 24 % de solos sódicos e 4 % de solos salinos-sódicos nas áreas irrigadas do perímetro irrigado de São Gonçalo - PB.

4 - Efeito da Salinidade no Desenvolvimento das Plantas

4.1 - Considerações gerais

Segundo THORNE & PETERSON (1954), a presença dos sais na solução do solo afeta o desenvolvimento das plantas por intermédio do efeito osmótico dos sais, impedindo e/ou reduzindo a absorção de água, acarretando distúrbios na nutrição e no metabolismo das plantas decorrente do efeito químico dos sais diretamente. Indiretamente, alterando a estrutura, permeabilidade e aeração do solo.

Constataram-se efeitos específicos de sais solúveis, quando em excesso, indiretamente interferindo na disponibilidade e absorção de nutrientes e diretamente sobre os tecidos vegetais (STROGONOV, 1964).

4.2 - Efeito osmótico

Há evidências de que um aumento da pressão osmótica da solução do solo, ocasionado por concentrações altas de sais solúveis provenientes da água de irrigação e do lençol freático alto, impedindo ou diminuindo a absorção de água pelas raízes das plantas, de acordo com características próprias de distintas espécies e/ou variedades vegetais, afeta o rendimento e desenvolvimento (HOFFMAN & PHOENE, 1971; THOMAS, 1980 e AYERS & WESTCOT, 1985). A tensão da água do solo aumenta, a medida que o solo perde água, diminuindo ainda mais a disponibilidade de água para as plantas (RICHARDS, 1954).

ZYLSTRA & SALINAS (1973) e CAMACHO (1975), concluíram que o procedimento que irá concorrer ou não para a salinização das áreas irrigadas decorre da aplicação da água de irrigação nas culturas,

dependendo de uma ampla variação nos parâmetros relativos a cultivo, qualidade da água e salinidade do solo.

AYERS & WESTCOT (1985), afirmam que as plantas poderão ser impedidas de absorverem água do solo, ainda que a umidade seja suficiente. Isso ocorre devido ao aumento considerável da concentração salina que faz crescer a pressão osmótica da solução do solo. Desta forma, 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. Desta forma eles criaram uma tabela com os diversos graus de tolerância aos sais pelas plantas em termo de redução da produção. A CEs dá os níveis de salinidade do extrato de saturação do solo e CEa expressa a condutividade elétrica da água de irrigação (Apêndice 6).

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

1 - Descrição da Área Estudada

1.1- Situação geográfica

A bacia Capiá-AL fica localizada a oeste do estado de Alagoas, estando a nascente do rio principal que tem o mesmo nome da bacia nas proximidades de Itaíba, estado de Pernambuco e sua foz em Entremontes, município de Piranhas, na margem esquerda do rio São Francisco em Alagoas. O rio Capiá percorre cerca de 76 km em território alagoano, sendo delimitado pelas seguintes coordenadas geográficas: 37° 20' à 37° 47' de longitude oeste e 08° 58' à 09° 40' de latitude sul (Figura 7).

A área da bacia Capiá-AL é cerca de 2.353 km², dos quais cerca de 2.268 km² estão localizados no estado de Alagoas, ou seja, quase a totalidade da bacia, representando cerca de 96 % desta.

Os principais afluentes do rio Capiá pela margem esquerda são: rio Canapi, rio Carié e o rio Capizinho. Na margem direita os riachos Tigre e o riacho das Cacimbas.

1.2- Clima e vegetação.

De acordo com as características de temperatura e pluviometria da área e baseando-se na classificação de KOPPEN o clima está classificado como do tipo Bsh, que em outras palavras diz que o clima é seco e a evaporação excede a precipitação média anual. Clima semi-árido com precipitação média anual situada nas isoeitas de 600 e



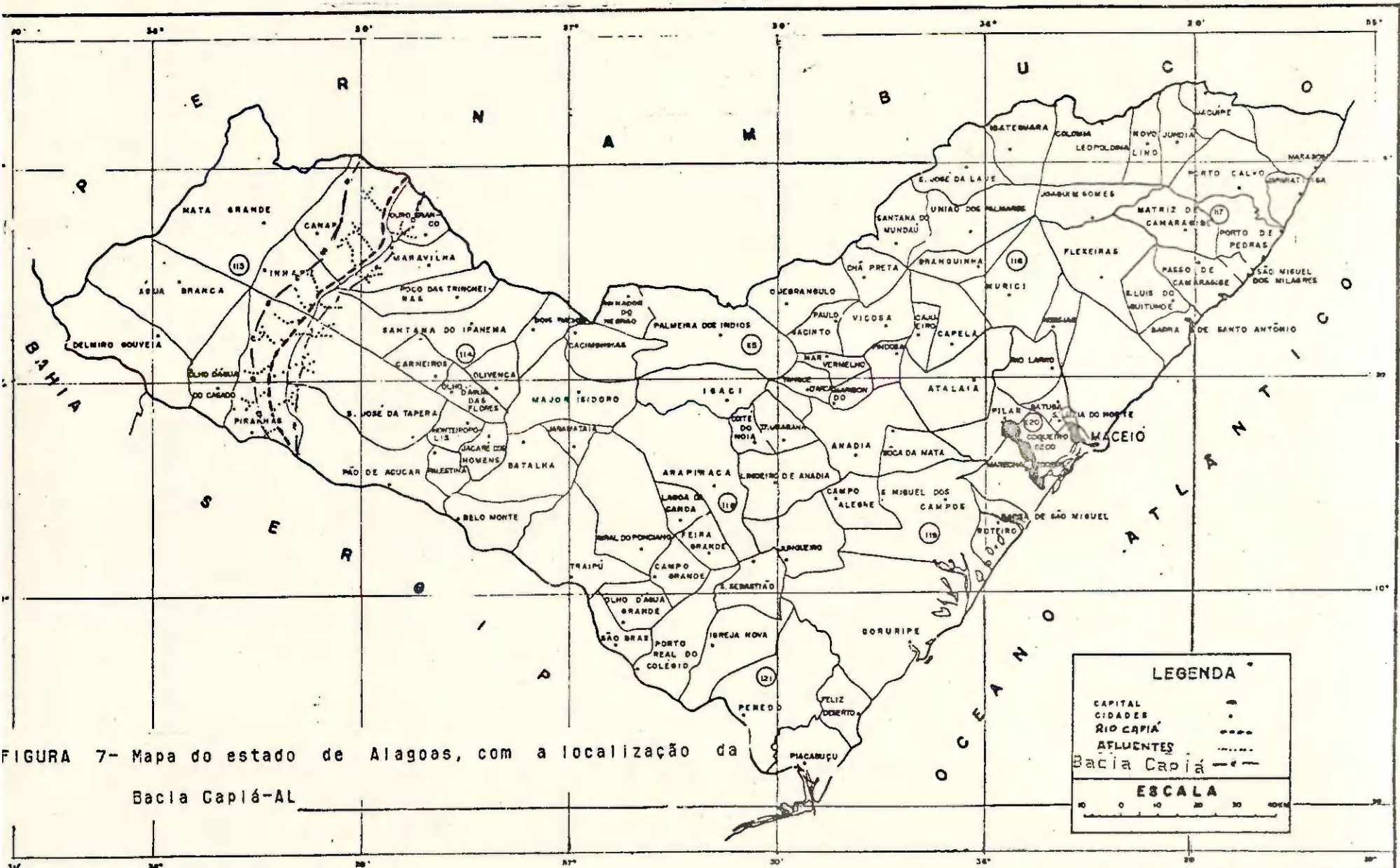


FIGURA 7- Mapa do estado de Alagoas, com a localização da
Bacia Capiá-AL

700 mm (Figura 8) e as temperaturas médias mensais estão situadas em torno de 27° C (MELO, 1980).

A bacia Capiá-AL está situada exclusivamente no domínio fitogeográfico da caatinga. Estima-se que a morfogênese da área em foco tenha tido uma longa evolução sob condições de semi-áridez. A vegetação nativa é do tipo caatinga hiperxerófila

1.3- Solo e relevo

A região integra as extensas áreas pediplanadas do Nordeste brasileiro, caracterizadas por extensos sedimentos correspondentes a uma escassa cobertura detrítica em meio aos quais sobressaem elevações (inselbergs) que os sobrepassam de até algumas centenas de metros de altura.

Os solos apresentam-se em geral pouco profundos, sendo os solos com horizonte B textural os mais evoluídos. Por outro lado, a baixa pluviosidade, insuficiente para promover fenômenos intensos de lixiviação, propiciou boa fertilidade aos solos da região.

Predominam na região formações pré-cambrianas representadas por migmatitos, granitos e granitóides em estado inicial de alteração. Os solos encontram-se mapeados como associação NC3, compreendendo as classes de Bruno não cálcico, potencialmente irrigáveis, os Litólicos e Planossolos (IPT, 1979).

1.4- Disponibilidade de terras irrigáveis

Conforme estudo realizado pelo IPT (1979), com base em especificações do "United States Bureau of Reclamation", detectou-se uma área de 18.450 ha de solos irrigáveis na bacia objeto do estudo.

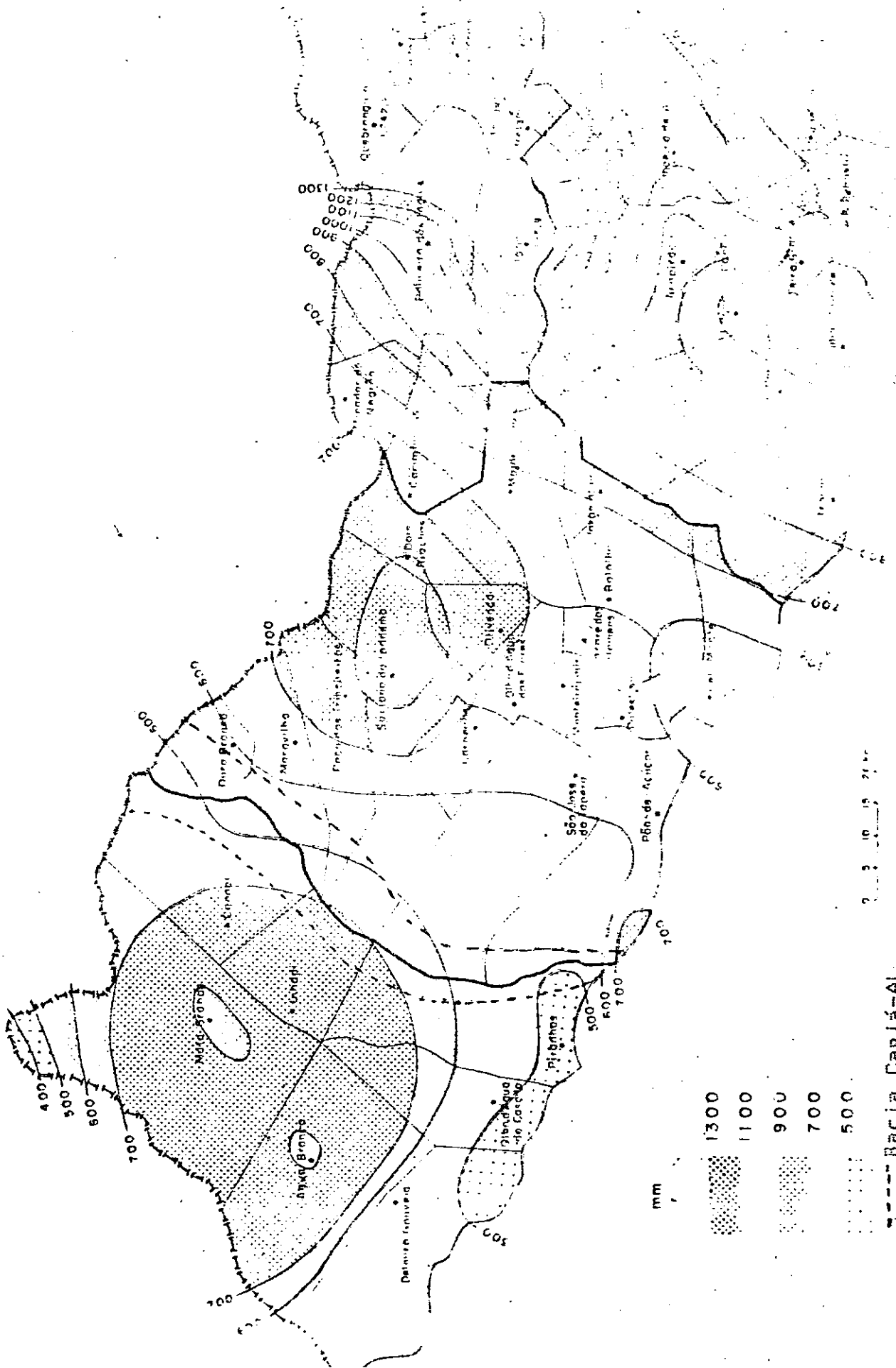


FIGURA B- Isoietas das médias anuais do agreste Alagoano

FONTE: SIQUEIRA, JORNALIM, Fundação Estadual de Pesquisas, 1979

2- Coleta das Amostras

Foram efetuadas duas coletas de amostras de água durante o período de março de 1989 e junho de 1990, correspondendo ao período mais seco e ao mês de maior precipitação pluviométrica, sendo coletadas 107 amostras em cada período. As águas foram coletadas principalmente nos locais que irão influenciar nas possíveis barragens delimitadas no estudo do IPT (1979).

Objetivando estudar as características do solo, foram coletadas 18 amostras. As amostras de solo foram recolhidas por intermédio de um trado manual, nas profundidades de 0-30 e 30-60 cm do perfil. Os locais onde realizaram-se as coletas, foram determinados em função de ser as áreas onde o plantio das culturas seria realizado caso fossem construídas as barragens.

As Figuras 7 e 8 mostram a área em estudo. No Apêndice 7, encontra-se um mapa que indica o local de coleta das amostras do solo e água. Para a água foram utilizadas garrafas de polietileno, usando-se a metodologia descrita por PALACIOS & ACEVES (1970).

Todas as análises químicas e físicas foram realizadas nas dependências da Universidade Federal da Paraíba e no laboratório do DNOCS-PB.

3- Metodologia

3.1- Análise das águas

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

- .pH
- .Condutividade Elétrica (CE)
- .Bicarbonato ✓
- .Carbonato ✓
- .Cloreto ✓
- .Sulfato ✓
- .Cálcio ✓
- .Magnésio ✓
- .Sódio ✓
- .Potássio e ✓
- ~~.Boro~~

Foi utilizada para as determinações a metodologia proposta por RICHARDS (1954), com exceção do sulfato, para o qual utilizou-se a metodologia recomendada por WPEF (1980), a qual se encontra descrita no Apêndice B.

3.2- Análise dos solos

As amostras de solo após a secagem foram destorroadas, peneiradas e homogeneizadas. Para a caracterização foram realizadas as seguintes determinações :

- .análise granulométrica

- .pH da pasta saturada
- .condutividade elétrica do extrato de saturação (CEs)
- .cálcio, magnésio, sódio e potássio solúveis
- .cálcio, magnésio, sódio e potássio trocáveis

Foi utilizado o método do densímetro descrito por VETTORI & PIERANTONI (1968), implementado com algumas modificações sugeridas pela EMBRAPA (1979), nas determinações das análises granulométricas.

O pH da pasta saturada foi determinado de acordo com o procedimento descrito por RICHARDS (1954).

No extrato de saturação a CEs, cátions e ânions foram determinados segundo a metodologia de RICHARDS (1954) também utilizada na determinação de sódio e potássio trocáveis, enquanto cálcio e magnésio trocáveis foram determinados pela metodologia recomendada pela EMBRAPA (1979).

4- Classificação das Águas para fins de Irrigação

Baseando-se 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). Quanto a toxicidade específica dos íons, pH e para interpretar a qualidade da água para irrigação, foram utilizadas as normas preconizadas por AYERS & WESTCOT (1985).

5- Análise Estatística

Para verificar o grau de dependência existente entre as variáveis realizou-se a análise de regressão entre :

. soma de cátions global (referente as duas coletas) das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, para os dois períodos.

. sódio global das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, para os dois períodos.

. cloreto global das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, para os dois períodos.

. soma de cátions das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, de cada período estudado.

. sódio das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, de cada período estudado.

. cloreto das águas da bacia Capiá-AL e a condutividade elétrica, de cada período estudado.

Com relação ao solo utilizaram-se as variáveis percentagem de sódio trocável e relação de adsorção de sódio do extrato.

Todo o estudo estatístico baseou-se na metodologia descrita por GOMES (1982), sendo utilizado o método dos mínimos quadrados.

6- Confiabilidade das Análises

Foi realizado o balanço iônico (E %), pelo método preconizado por Scoeller (1962) citado por VOGEL (1979), para calcular o grau de precisão das análises química. Também foi realizado o método preconizado por RICHARDS (1954), na determinação do valor numérico do quociente (R).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1- Qualidade das Águas e sua Variação.

De acôrdo com a Tabela 7, a faixa ideal para água de irrigação, com relação ao pH está compreendida entre 6,50 e 8,40. Nas 107 amostras coletadas em março de 1989 temos 15,89 % das águas analisadas com pH acima do limite (Tabela 8).

Com relação ao pH das águas analisadas na segunda coleta, Junho/1990, como mostra a Tabela 9 temos 100 % das amostras inclusas na faixa preconizada como ideal por AYERS & WESTCOT (1985).

As Figuras 9 e 10 mostram valores de CE permitindo-se visualizar a variação ao longo da bacia estudada.

Baseado na Tabela 7 verifica-se na Figura 9 que 2,80 % das amostras estão compreendidas na faixa sem problema, ou seja com CE < 0,7 mmhos/cm. Já na categoria acumulando problemas temos 8,40 % do total das amostras enquanto 88,80 % das amostras estão incluídas na categoria com problemas severos. A Figura 10 mostra um crescimento no percentual das amostras sem problemas 11,21 % e 14,02 % acumulando problemas, assim como há um decréscimo para 74,77 % das amostras com problemas severos.

Possivelmente a flutuação da primeira coleta para a segunda deve-se ao efeito das precipitações pluviométricas ocorridas

TABELA 8 - Resultados analíticos das determinações químicas de águas da Bacia do Capão - A1.
(1ª. coleta : março /89).

AMOSTRA NUMERO	pH	CE (mahos/ca)	ÂNIONS (meq/l)				CÁTIONS (meq/l)				B (ppm)
			HCO3	CO3	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	K	
1	6,71	0,33	0,68	0,00	4,04	2,30	1,95	2,90	3,52	0,19	0,00
2	6,76	0,62	0,71	0,00	4,90	1,90	3,13	1,37	3,11	0,19	0,00
3	8,68	0,65	3,01	0,13	2,16	0,39	1,25	1,63	2,75	0,84	0,19
4	7,64	7,66	2,79	0,00	68,45	6,58	5,75	9,00	65,00	1,72	0,19
5	7,57	5,70	3,43	0,11	43,74	3,91	3,75	7,38	34,10	0,59	0,25
6	8,43	0,63	2,97	0,33	2,48	0,00	0,95	0,98	2,93	0,77	0,00
7	8,40	4,60	1,32	0,11	38,57	2,71	7,58	12,75	25,00	0,33	0,00
8	9,02	4,40	0,68	0,11	37,17	3,46	8,28	11,22	25,00	0,38	0,00
9	8,87	4,75	2,00	0,00	38,03	3,71	10,58	12,27	22,90	0,42	0,00
10	7,37	20,60	2,37	0,00	219,60	11,47	37,80	80,13	133,00	1,65	0,00
11	8,48	2,60	1,20	0,00	02,44	7,31	15,05	27,38	53,00	0,84	0,00
12	7,18	5,20	1,86	0,00	42,35	3,99	8,33	15,60	25,80	0,42	0,00
13	7,31	7,35	2,60	0,11	58,28	5,43	13,03	20,90	37,40	0,50	0,00
14	7,60	7,70	2,25	0,00	71,42	7,56	10,05	22,43	45,80	0,84	0,00
15	7,22	9,50	2,70	0,15	77,52	7,37	16,00	28,53	50,00	0,66	0,23
16	7,15	5,20	1,67	0,00	42,21	4,38	9,30	14,65	27,50	0,25	0,00
17	7,15	9,40	2,69	0,21	90,14	7,43	17,05	26,98	47,20	0,66	0,21
18	7,21	7,70	2,48	0,00	63,27	6,12	13,15	22,75	42,00	0,66	0,00
19	7,27	2,75	2,12	0,03	19,53	5,05	5,18	6,07	15,40	0,47	0,00
20	7,54	7,70	2,41	0,00	62,15	7,70	17,08	9,95	40,60	0,84	0,00
21	8,36	4,60	1,12	0,12	38,30	3,02	11,35	0,43	23,60	0,38	0,10
22	7,43	5,57	3,31	0,14	46,49	3,64	7,90	14,95	32,10	0,59	0,17
23	7,06	5,20	1,77	0,03	41,99	3,58	4,58	8,00	30,00	0,42	0,09
24	7,79	7,70	2,38	0,14	67,91	6,27	9,73	14,80	54,80	1,00	0,23
25	8,95	4,65	0,61	0,08	37,65	3,66	10,63	10,42	24,30	0,42	0,00
26	8,94	4,80	1,42	0,20	40,73	3,46	7,30	13,65	27,50	0,42	0,00
27	7,66	8,50	0,41	0,06	70,29	6,37	11,95	26,00	50,00	0,64	0,00
28	7,33	2,60	2,39	0,00	20,39	2,00	3,00	3,10	14,80	0,47	0,00
29	6,74	0,82	0,33	0,00	5,30	0,42	1,48	2,72	3,21	0,20	0,00
30	8,84	5,00	1,13	0,17	40,82	3,49	8,55	11,80	25,80	0,29	0,10
31	7,34	21,00	3,05	0,00	216,27	10,62	16,40	42,60	163,00	1,65	0,40
32	8,83	5,60	1,13	0,19	41,00	3,55	8,23	12,50	27,50	0,42	0,15
33	8,58	0,67	2,02	0,13	2,79	0,75	0,98	1,90	2,93	0,81	0,43
34	7,62	7,60	2,57	0,00	62,64	7,14	6,33	14,80	45,80	0,84	0,35
35	8,13	4,60	1,48	0,00	37,62	2,07	3,60	6,40	29,30	0,42	0,00
36	6,98	4,40	1,87	0,00	41,72	3,33	5,65	13,90	26,60	0,42	0,00
37	7,07	4,95	1,74	0,00	41,76	3,71	4,65	7,23	30,80	0,33	0,00
38	7,41	20,90	2,80	0,00	212,35	10,83	14,73	43,32	146,00	1,90	0,55
39	7,23	2,40	2,36	0,11	35,80	7,25	16,90	27,42	51,60	1,00	0,20
40	8,07	5,20	2,56	0,25	41,63	2,50	4,58	7,45	34,50	0,55	0,16
41	7,20	3,65	2,36	0,13	47,88	3,12	10,45	10,25	22,10	0,47	0,00
42	7,15	2,54	2,35	0,00	10,31	2,27	2,03	3,87	14,80	0,33	0,00
43	7,46	2,48	0,91	0,00	24,71	1,54	4,30	6,13	17,30	0,59	0,00
44	7,74	6,35	2,25	0,27	53,28	3,40	11,40	17,77	33,00	0,63	0,00
45	7,94	5,53	3,02	0,39	45,00	3,58	3,93	7,00	39,10	0,33	0,00

cont.

TABELA 8 (cont.)

ANOSTRA NUMERO	pH	CE (cmhos/cm)	ÂNIONS (meq/l)				CATIONS (meq/l)				S (ppm)
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	
46	8,43	4,65	1,11	0,14	37,67	3,25	7,66	11,83	24,36	0,42	0,10
47	7,35	7,54	2,58	0,09	65,39	5,33	7,63	24,35	45,00	0,66	0,00
48	8,84	4,80	3,23	0,10	40,41	4,06	6,88	15,62	27,50	0,42	0,10
49	7,60	4,99	4,11	0,31	41,43	3,71	2,88	5,37	36,30	0,50	0,20
50	7,53	3,10	1,15	0,00	24,26	2,00	4,58	7,85	15,40	0,33	0,23
51	7,80	5,20	2,30	0,06	42,66	3,12	4,73	10,15	30,30	0,50	0,00
52	7,20	3,52	2,16	0,00	28,76	3,46	4,50	11,48	20,00	0,38	0,00
53	7,49	0,90	1,64	0,00	77,47	6,45	5,93	15,30	58,00	0,84	0,33
54	7,47	7,52	2,44	0,00	70,83	6,29	10,40	25,23	47,20	1,00	0,25
55	8,20	4,51	1,29	0,10	36,70	2,91	3,60	6,48	30,00	0,42	0,16
56	7,09	20,00	2,67	0,00	207,63	5,21	21,25	74,00	137,50	2,10	0,50
57	7,27	3,52	1,17	0,00	28,38	1,87	2,70	5,05	20,70	0,42	0,00
58	9,58	4,90	5,58	1,74	38,04	2,54	6,15	0,78	35,00	1,13	0,00
59	7,64	2,80	5,54	0,19	20,43	2,87	4,18	6,05	19,40	0,25	0,00
60	8,28	3,35	1,75	0,17	36,41	2,50	2,53	5,82	28,40	0,42	0,00
61	8,70	4,60	1,37	0,18	40,10	3,06	4,58	16,02	26,30	0,30	0,00
62	7,11	9,40	2,96	0,00	79,41	6,33	6,10	16,20	60,80	0,76	0,00
63	9,78	4,58	1,27	0,20	39,78	2,91	5,60	15,02	21,60	0,20	0,17
64	6,93	9,60	3,04	0,00	85,10	2,42	7,15	15,83	78,60	3,40	0,19
65	7,36	9,90	2,72	0,00	74,05	3,09	5,95	19,33	64,20	0,84	0,50
66	7,07	6,58	2,03	0,13	56,52	5,29	8,65	21,90	41,10	0,55	0,19
67	6,92	9,60	4,11	0,00	70,00	2,25	11,33	35,20	55,00	1,72	0,12
68	8,29	4,52	1,13	0,14	41,40	2,73	3,68	8,95	20,80	0,38	0,00
69	7,76	5,25	2,41	0,00	46,58	3,25	6,58	10,22	31,80	0,47	0,00
70	7,26	15,00	1,71	0,00	145,13	5,16	11,83	50,97	90,00	1,26	0,00
71	7,23	16,00	2,32	0,00	157,30	4,09	9,15	30,68	114,00	2,03	0,00
72	7,75	5,20	2,28	0,14	45,45	3,33	8,38	17,90	26,60	0,47	0,00
73	7,63	16,60	2,39	0,00	130,78	4,23	9,93	28,22	111,60	1,36	0,20
74	7,52	15,20	2,25	0,00	154,03	4,41	8,95	28,53	111,60	1,36	0,11
75	6,95	16,40	1,90	0,00	143,30	5,18	7,88	32,57	114,00	1,54	0,19
76	7,32	3,52	1,46	0,00	30,83	2,35	4,25	11,63	20,70	0,42	0,00
77	8,14	5,45	2,96	0,11	45,45	3,02	1,90	9,90	36,10	0,50	0,00
78	8,35	4,50	2,38	0,17	38,70	2,79	4,40	13,57	26,60	0,47	0,33
79	8,48	4,65	2,00	0,14	32,00	9,99	5,93	11,55	25,80	0,42	0,42
80	8,22	4,55	1,86	0,12	36,90	2,62	5,05	3,53	29,00	0,42	0,13
81	7,44	2,78	5,52	0,27	10,88	2,08	2,68	7,15	18,70	0,29	0,00
82	7,98	5,10	2,09	0,11	41,63	2,64	6,93	4,30	31,40	0,33	0,00
83	7,01	9,52	2,79	0,00	86,85	2,71	4,00	19,63	65,00	1,90	0,00
84	8,26	4,50	1,93	0,14	39,60	2,64	4,75	12,13	26,60	0,42	0,23
85	8,34	4,48	2,17	0,21	37,80	9,99	2,25	6,43	36,60	0,38	0,00
86	7,77	2,70	5,29	0,30	18,65	2,64	6,48	3,45	18,70	0,25	0,80
87	7,69	6,20	2,41	0,16	53,55	3,02	13,90	14,30	32,10	0,55	0,24
88	7,09	6,00	1,72	0,08	51,75	5,12	3,58	9,57	41,00	0,55	0,35
89	7,82	7,58	2,30	0,14	65,93	6,12	5,65	13,15	45,80	0,66	0,31
90	8,67	4,52	0,59	0,02	38,93	3,87	8,90	13,15	22,90	0,42	0,00

cont.

TABELA 8 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	pH	CE (mmhos/cm)	ÂNIONS (meq/l)				CÂTIONS (meq/l)				B (ppm)
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	
91	7,74	7,56	2,61	0,24	70,43	5,87	5,38	12,92	45,80	0,66	0,00
92	7,83	7,58	2,74	0,00	68,18	6,04	0,63	36,57	47,20	0,66	0,00
93	7,12	5,10	1,77	0,11	42,08	4,23	4,15	8,30	31,50	0,42	0,00
94	7,49	7,50	2,53	0,22	62,33	6,54	11,00	25,50	44,20	0,84	0,00
95	7,21	7,54	2,65	0,00	65,70	5,95	5,55	13,40	47,80	0,66	0,34
96	7,53	9,10	3,00	0,21	81,45	7,52	11,38	33,22	55,00	0,66	0,41
97	7,18	7,40	2,60	0,05	63,90	5,31	6,13	28,82	42,80	0,58	0,39
98	7,29	7,52	2,66	0,21	68,63	6,37	10,20	25,15	42,80	0,94	0,52
99	7,78	7,58	2,71	0,00	65,11	5,83	8,55	28,15	41,80	0,66	0,77
100	7,14	9,40	2,65	0,13	81,68	7,16	6,43	15,15	61,60	0,76	0,41
101	7,22	3,20	0,82	0,08	25,88	2,08	5,10	7,03	17,30	0,33	0,27
102	7,66	7,60	2,56	0,14	66,83	5,95	5,23	13,10	44,20	0,76	0,11
103	7,42	7,80	3,90	0,27	38,93	3,83	2,55	19,15	28,10	0,59	0,54
104	7,36	5,10	4,30	0,13	43,25	3,79	4,93	21,52	28,10	0,55	0,18
105	7,40	4,90	4,04	0,22	37,80	3,83	5,73	10,65	31,10	0,59	0,00
106	7,34	5,00	4,48	0,00	38,93	4,04	4,78	11,22	32,10	0,55	0,00
107	7,30	5,10	4,04	0,24	37,58	3,75	2,80	5,33	30,10	0,47	0,00

TABELA 9 - Resultados analíticos das determinações químicas de águas da Bacia Capiá - Al.
(2a. Coleta : Junho /79).

AMOSTRA NUMERO	pH	CE (mmhos/cm)	ÂNIONS (meq/l)				CÁTIONS (meq/l)				B (ppm)
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	
1	7,68	0,23	0,55	0,00	2,00	0,33	0,11	2,03	0,99	0,01	0,07
2	7,70	0,61	0,05	0,00	4,70	1,50	0,00	1,62	4,64	0,01	0,00
3	7,98	0,41	0,04	0,15	5,00	0,63	0,11	0,74	5,72	0,01	0,19
4	8,02	0,62	0,04	0,00	6,00	0,23	0,15	0,56	5,71	0,01	0,10
5	7,67	0,66	0,50	0,11	5,65	0,27	0,11	0,79	5,40	0,01	0,25
6	7,65	0,60	0,47	0,33	4,70	0,45	0,30	0,60	4,60	0,01	0,00
7	8,00	4,70	5,07	1,90	39,05	5,05	1,33	9,77	36,00	0,04	0,00
8	8,19	4,75	6,26	2,20	41,90	6,12	0,76	10,75	36,10	0,04	0,00
9	7,70	4,50	2,23	0,00	11,50	2,03	0,70	10,00	23,90	0,04	0,00
10	8,32	5,00	0,76	0,00	50,75	6,39	0,35	25,91	28,00	0,04	0,00
11	8,06	5,70	0,73	0,18	55,60	0,35	0,43	22,00	29,00	0,04	0,01
12	7,54	4,00	1,21	0,00	37,60	0,71	1,26	10,30	29,00	0,41	0,00
13	8,13	1,60	3,03	1,46	13,13	7,70	0,51	11,80	12,00	0,02	0,00
14	8,00	1,70	4,04	1,20	12,93	3,02	0,06	8,43	10,80	0,02	0,00
15	8,02	1,63	3,67	1,42	6,45	3,58	1,20	5,60	6,00	0,02	0,20
16	7,88	1,68	3,92	1,14	10,58	1,14	0,40	6,05	9,10	0,03	0,00
17	7,81	1,60	3,01	1,50	9,25	1,20	0,31	5,07	8,80	0,03	0,10
18	7,49	1,62	0,81	1,08	12,83	1,29	1,06	5,34	9,30	0,03	0,00
19	7,39	0,61	0,03	0,09	4,30	1,79	0,05	2,53	3,50	0,01	0,00
20	7,78	5,00	0,71	0,00	50,25	7,02	0,10	5,49	39,00	0,35	0,00
21	8,01	5,45	0,98	0,12	52,28	1,23	0,36	30,34	14,00	0,02	0,10
22	7,97	9,40	1,32	0,72	83,58	8,09	0,78	51,92	33,00	0,09	0,17
23	8,00	10,40	0,00	2,14	90,60	7,47	0,26	60,89	31,00	0,10	0,09
24	8,03	10,00	1,70	0,32	86,15	8,35	0,31	50,70	31,00	0,09	0,15
25	7,88	8,20	1,16	0,00	72,13	6,53	0,40	36,56	29,00	0,06	0,10
26	8,17	9,10	1,70	0,20	79,30	8,59	0,83	17,22	56,00	0,01	0,19
27	8,27	8,00	1,06	0,20	67,30	8,36	0,24	35,19	30,00	0,06	0,23
28	7,55	0,62	0,04	0,00	1,00	4,63	0,15	0,59	5,59	0,01	0,37
29	7,63	0,61	0,09	0,00	3,35	2,73	0,04	2,67	3,63	0,01	0,11
30	8,10	5,20	0,81	0,17	51,33	0,26	0,20	23,46	31,00	0,03	0,00
31	7,72	4,50	2,50	0,00	41,05	0,63	0,33	19,96	20,00	0,04	0,40
32	7,76	4,60	2,10	0,19	42,35	1,33	0,85	19,90	27,00	0,04	0,24
33	7,66	0,61	0,45	0,10	4,05	0,39	0,00	1,31	4,15	0,01	0,25
34	7,79	5,00	2,71	0,44	54,43	0,95	1,63	23,46	30,00	0,04	0,37
35	7,73	5,70	2,74	0,00	53,03	0,29	1,70	27,45	30,00	0,05	0,23
36	7,69	5,50	2,59	0,00	50,43	1,04	2,06	23,00	28,00	0,05	0,00
37	7,84	3,00	3,16	0,40	72,43	2,45	0,03	32,88	42,00	0,04	0,00
38	7,70	8,50	3,53	0,00	71,93	8,39	0,20	36,70	43,00	0,05	0,32
39	7,81	0,40	3,42	0,11	77,60	2,97	1,88	34,76	49,00	0,05	0,13
40	7,91	6,40	2,36	0,25	57,45	3,76	1,30	25,49	34,00	0,04	0,19
41	7,78	6,70	2,72	0,18	62,60	0,36	0,05	27,45	35,00	0,04	0,00
42	7,58	6,00	2,79	0,00	63,10	2,21	0,56	20,24	30,00	0,04	0,00
43	7,43	8,00	3,23	0,00	66,65	0,57	0,50	30,35	47,00	0,05	0,00
44	7,89	0,40	3,34	0,27	67,60	8,23	0,54	36,62	44,00	0,05	0,00
45	7,70	8,50	3,60	0,39	60,70	0,49	0,51	26,30	46,00	0,05	0,00

cont.

TABELLA 9 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	pH	CE (mmhos/cm)	ANIONS (meq/l)				CATIONS (meq/l)				S (ppm)
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	
46	7,94	6,80	4,73	0,14	69,73	7,33	2,36	22,33	55,00	0,24	0,10
47	7,95	7,60	4,20	0,09	54,73	5,21	5,38	9,10	54,00	0,10	0,00
48	7,99	7,40	4,31	0,18	60,75	6,57	2,21	15,49	59,00	0,24	0,07
49	7,70	7,20	3,04	0,31	54,09	5,39	0,55	14,81	59,00	0,06	0,12
50	7,89	7,40	2,99	0,00	69,25	2,22	0,41	31,25	44,00	0,02	0,15
51	7,74	7,20	3,37	0,06	68,13	0,53	0,34	32,34	40,00	0,03	0,00
52	7,86	7,40	3,05	0,00	60,33	2,25	0,15	32,04	41,00	0,03	0,00
53	7,77	7,60	3,10	0,00	71,10	2,17	0,16	33,62	43,00	0,02	0,16
54	7,90	7,50	2,63	0,00	59,30	0,31	0,66	27,90	41,00	0,04	0,09
55	7,90	6,40	3,30	0,10	54,78	5,48	0,19	27,40	36,00	0,04	0,18
56	8,13	6,00	0,93	0,00	56,45	2,71	0,06	7,59	52,00	0,01	0,26
57	8,13	5,13	2,46	0,76	52,05	2,14	0,28	28,60	30,00	0,04	0,00
58	8,34	6,50	2,15	1,74	41,20	7,35	0,21	19,82	29,00	0,03	0,00
59	8,05	5,60	3,29	0,17	59,50	1,07	0,15	30,75	33,00	0,04	0,00
60	8,15	5,40	1,95	0,17	34,20	7,42	0,45	16,23	27,00	0,02	0,00
61	7,97	3,80	2,05	0,18	33,75	2,75	0,24	14,97	24,00	0,02	0,00
62	7,97	3,05	1,45	0,64	33,55	2,29	0,33	15,41	23,00	0,02	0,00
63	8,16	4,90	2,27	0,48	44,35	2,11	0,43	16,18	32,00	0,03	0,10
64	8,03	3,75	1,09	0,00	33,80	2,19	0,19	15,52	22,00	0,03	0,14
65	8,03	3,70	1,06	0,08	34,00	1,22	0,26	16,52	21,00	0,03	0,33
66	7,78	3,40	1,46	0,13	30,20	2,39	0,50	10,95	22,00	0,02	0,27
67	8,13	3,90	2,96	0,16	55,05	0,37	0,75	18,59	39,00	0,04	0,07
68	7,89	3,15	1,71	0,14	29,10	0,64	0,80	9,33	21,00	0,02	0,00
69	8,24	3,30	2,77	0,54	53,65	0,79	0,20	18,33	38,00	0,04	0,00
70	8,00	5,50	3,07	0,12	51,00	0,79	0,51	17,42	37,00	0,04	0,00
71	7,90	2,18	1,24	0,00	20,15	0,39	0,25	7,29	14,00	0,01	0,00
72	8,06	2,94	1,30	0,14	27,10	0,87	1,00	8,50	19,00	0,02	0,00
73	8,03	4,00	2,37	0,26	32,10	5,25	0,15	12,76	27,00	0,03	0,13
74	6,88	2,30	0,61	0,00	22,50	1,03	0,00	8,37	14,00	0,01	0,17
75	6,72	2,48	0,40	0,00	21,45	2,03	0,11	3,40	14,00	0,01	0,19
76	6,62	3,50	0,70	0,00	31,35	1,29	0,29	11,66	21,00	0,02	0,00
77	6,79	4,35	1,09	0,11	41,15	0,77	0,30	14,45	20,00	0,03	0,00
78	6,76	2,94	0,61	0,17	27,20	1,72	0,41	9,42	19,00	0,02	0,45
79	6,80	3,33	0,37	0,14	34,95	0,96	0,15	12,50	19,00	0,02	0,39
80	8,03	6,40	0,41	0,00	63,08	3,44	3,76	27,94	34,00	0,05	0,13
81	7,91	0,62	0,57	0,27	4,60	0,77	0,10	1,16	4,40	0,01	0,00
82	7,69	6,50	2,86	1,00	62,78	3,23	4,40	1,85	59,00	0,02	0,00
83	8,04	6,50	5,06	1,06	62,73	3,65	0,34	6,00	54,00	0,02	0,00
84	8,02	6,30	7,26	0,86	62,08	3,46	9,25	23,60	31,00	0,05	0,15
85	8,28	5,53	0,59	0,20	59,00	0,39	0,19	24,05	35,00	0,05	0,00
86	7,75	0,61	0,37	0,38	5,20	0,20	0,11	1,62	4,08	0,01	0,00
87	8,11	1,73	0,10	0,16	19,60	0,39	1,00	6,96	11,00	0,05	0,14
88	8,12	1,64	4,00	2,00	8,78	5,43	1,03	7,68	11,00	0,04	0,35
89	8,14	4,10	7,04	2,34	52,25	7,37	0,81	12,65	51,00	0,05	0,31
90	7,87	4,85	9,98	2,14	52,28	6,30	0,71	14,72	53,00	0,05	0,00

TABELA 2 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	pH	CE (mmhos/cm)	ÂN(ONS (meq/l))				CÁT(ONS (meq/l))				B (ppm)
			HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K	
91	8,24	7,60	3,34	0,76	74,35	1,07	11,08	25,16	43,00	0,01	0,00
92	7,94	4,00	13,49	1,50	52,13	5,43	0,70	13,20	50,00	0,65	0,00
93	7,79	5,40	7,53	1,10	62,38	3,71	4,60	26,15	31,00	0,05	0,20
94	7,76	5,90	0,47	0,80	62,40	3,55	0,04	22,90	39,00	0,05	0,00
95	7,24	7,20	3,01	0,60	67,05	1,23	0,26	32,58	40,00	0,05	0,34
96	8,29	7,70	3,25	0,06	76,45	1,09	0,09	36,40	45,00	0,05	0,41
97	8,30	7,30	3,26	0,66	73,55	1,58	0,10	34,05	43,00	0,05	0,39
98	8,05	2,74	0,10	0,21	26,85	0,53	0,11	16,43	16,00	0,02	0,52
99	8,27	7,50	3,35	0,62	70,75	1,63	0,48	37,93	37,00	0,05	0,53
100	8,32	7,60	3,32	0,78	70,20	1,51	0,76	38,63	36,00	0,05	0,39
101	8,31	7,70	1,04	0,92	74,25	0,97	0,11	36,04	35,00	0,05	0,25
102	8,35	2,40	1,43	0,32	22,15	0,55	0,00	11,27	14,00	0,02	0,09
103	8,31	4,05	2,32	0,56	51,10	0,45	0,24	15,97	30,00	0,04	0,43
104	8,07	3,00	2,12	0,28	34,50	2,25	0,16	14,90	19,00	0,03	0,11
105	8,08	3,70	1,93	0,44	33,40	1,74	0,11	11,19	20,00	0,03	0,00
106	8,09	3,00	0,09	0,00	32,20	0,66	0,29	3,74	20,40	0,01	0,00
107	8,10	3,90	2,21	0,44	37,05	0,44	0,41	23,33	16,00	0,03	0,00

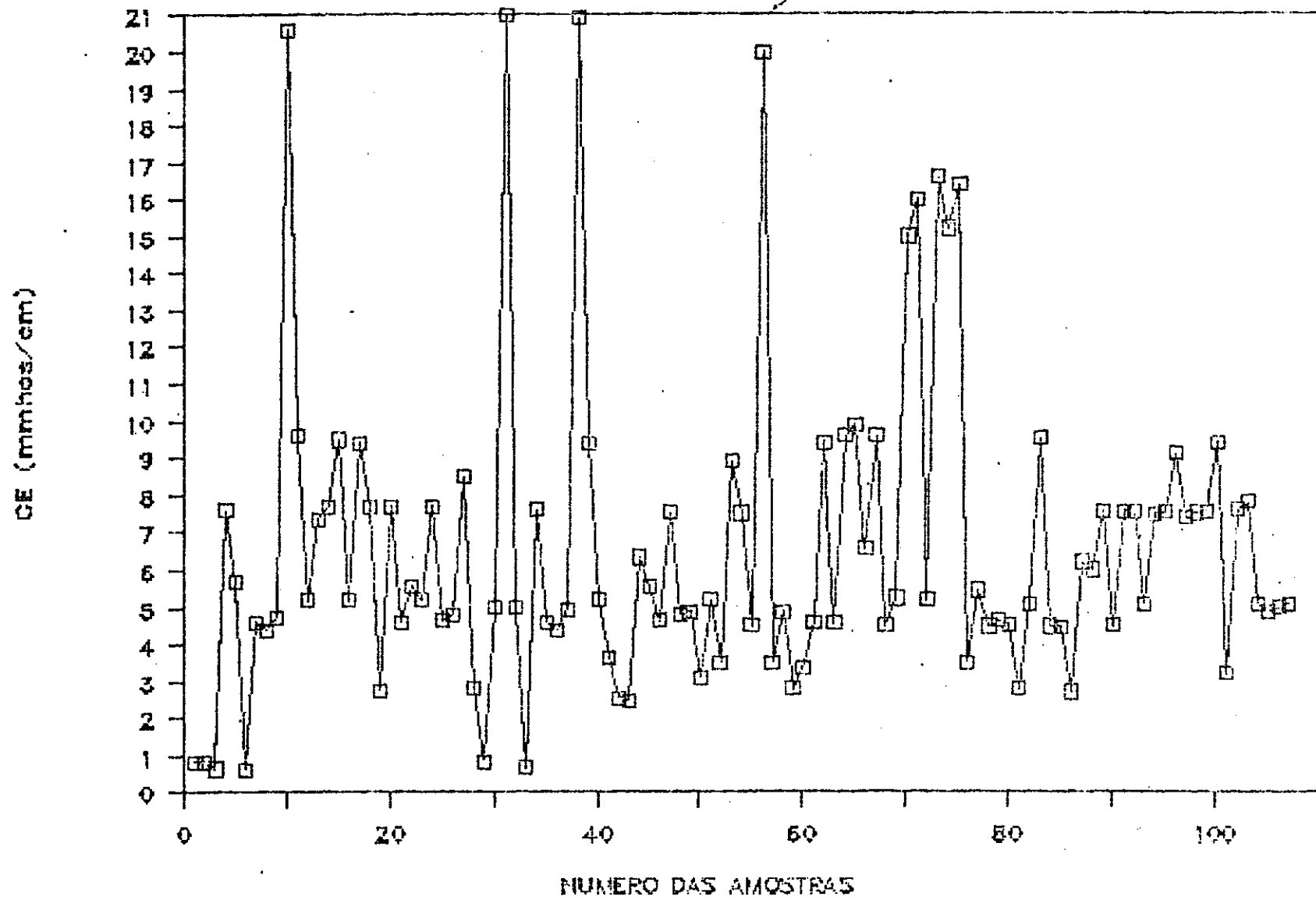
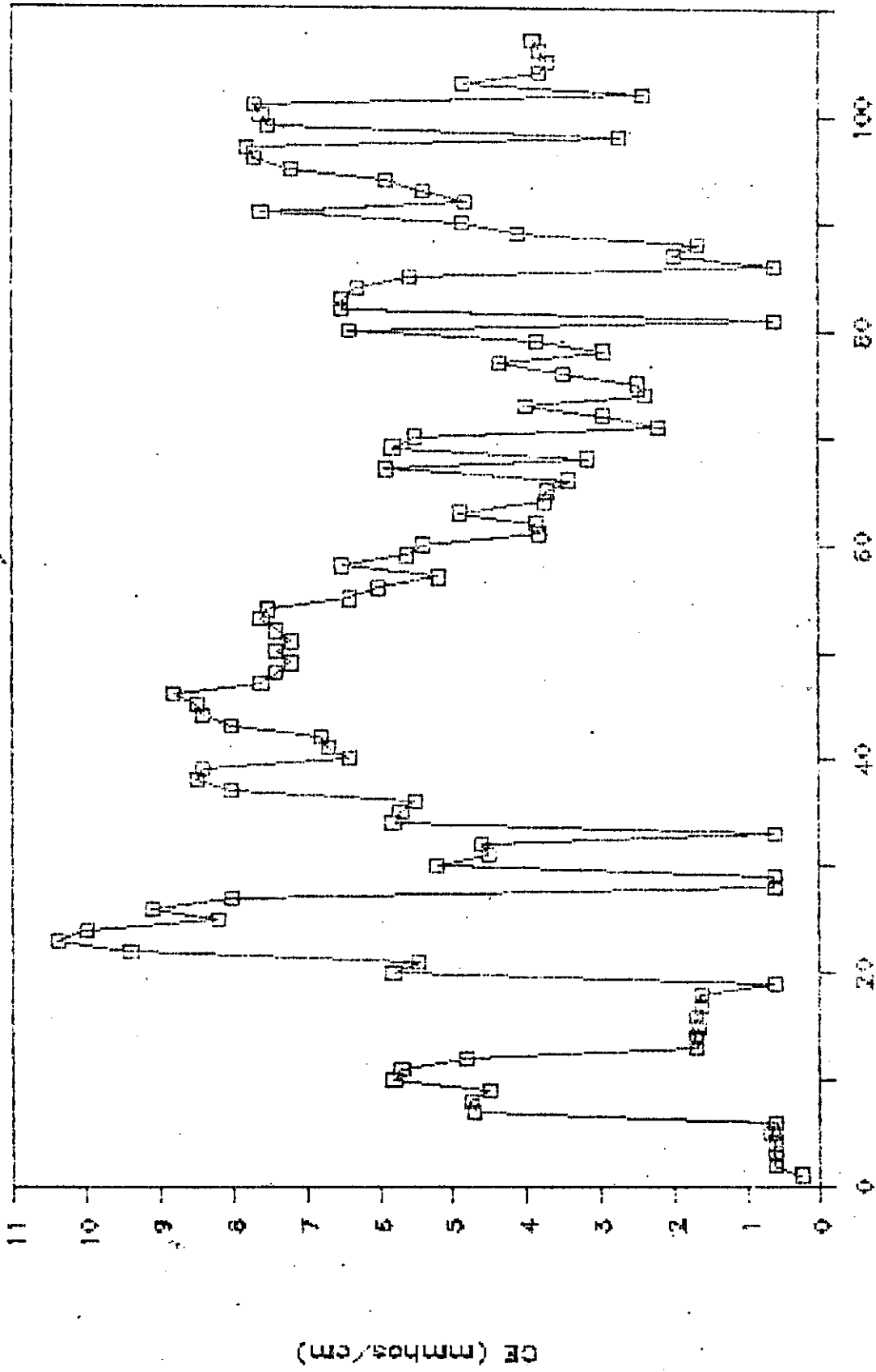


FIGURA 9- Variação da CE da água na Bacia Capiá-AL, 1a. coleta (março/89)



NUMERO DAS AMOSTRAS

FIGURA 10- Variação da CE da água na Bacia Capia-A1, 2a. coleta (Junho/90)

na área diluindo os sais das águas. Deve-se observar as precipitações ocorridas no período de coleta (Tabela 10 e 11), para melhor compreensão. Deve-se observar que as amostras coletadas entre os pontos G, I e F (Apêndice 7) tiveram 52,00 % da CE da segunda coleta maior do que a primeira. Para os demais locais de coleta houve uma predominância dos valores da CE da primeira coleta sobre a segunda com 70,00 %, 91,00 % e 91,00 % respectivamente para as amostras coletadas entre os pontos H e G; H e foz do rio Capiá; F e L (Apêndice 7).

Há uma predominância muito grande do íon Cl^- com relação aos demais ânions, nas duas amostragens realizadas. Com relação aos cátions, frequentemente o íon Na^+ predomina em relação ao Ca^{++} , Mg^{++} e principalmente ao K^+ que aparece em pequenas quantidades.

Nas Figuras 11 e 12 percebe-se que houve variação da relação de adsorção de sódio nos dois períodos, desta forma pode-se visualizar facilmente que o valor máximo (33,88) e o menor valor (0,96) foram obtidos na segunda coleta. Em contrapartida na média a primeira coleta apresentou valores mais elevados da RAS.

Com os valores da CE e RAS, as águas foram classificadas quanto ao perigo de salinidade e sodicidade, conforme a classificação proposta por RICHARDS (1954) e os resultados são apresentados nas Figuras 13 e 14. Analisando-se os dados referentes a primeira coleta, nota-se que 94,40 % das amostras são de águas com salinidade muito alta e 52,34 % de águas com muito alto valor da RAS. Na análise química efetuada na segunda amostragem obteve-se 93,46 %

TABELA 10 - Dados pluviométricos de alguns municípios da Bacia Campiá-AL, em 1989.

MUNICÍPIOS	Precipitação mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Inhapi	-	-	-	-	162,4	109,0	-	35,0	22,0	0,5	-	-
Maravilha	-	-	-	185,0	91,0	65,0	34,0	-	-	-	-	-
Piranhas	-	-	-	-	149,6	78,0	-	-	-	-	9,4	-

Fonte : EMATER-AL (1989).

TABELA 11 - Dados pluviométricos de alguns municípios da Bacia Campiá-AL, em 1990.

MUNICÍPIOS	Precipitação mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Inhapi	-	-	-	-	198,0	117,0	-	55,0	33,0	-	1,0	-
✓ Maravilha	-	-	-	-	205,0	109,0	-	20,0	-	-	-	-
Piranhas	-	-	-	-	179,0	115,0	-	-	-	0,5	-	-

Fonte : EMATER-AL (1990).

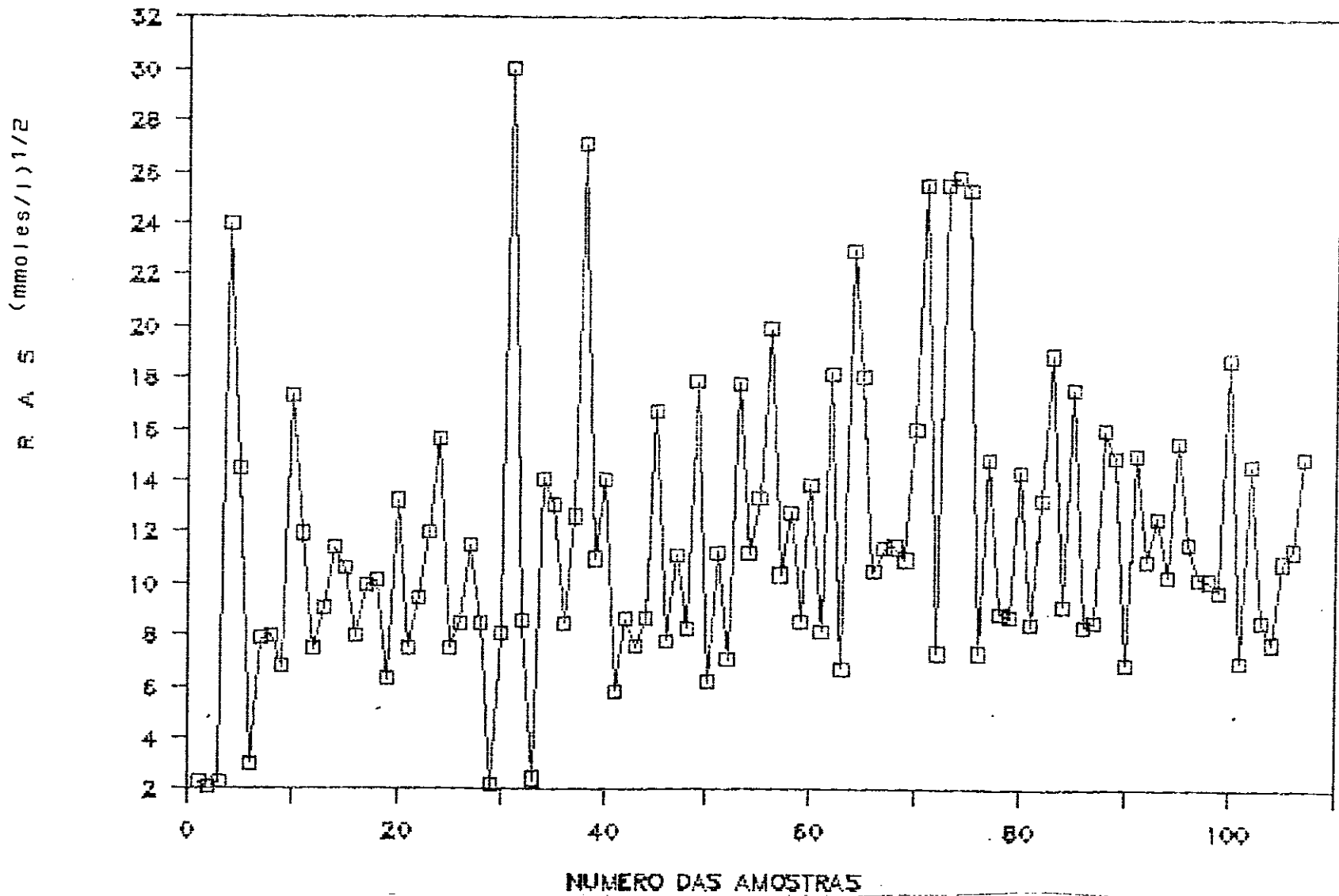


FIGURA 11- Variação da relação de adsorção de sódio da água na
 Baía Capilá-AI: 1a. Coleta (Março/89)

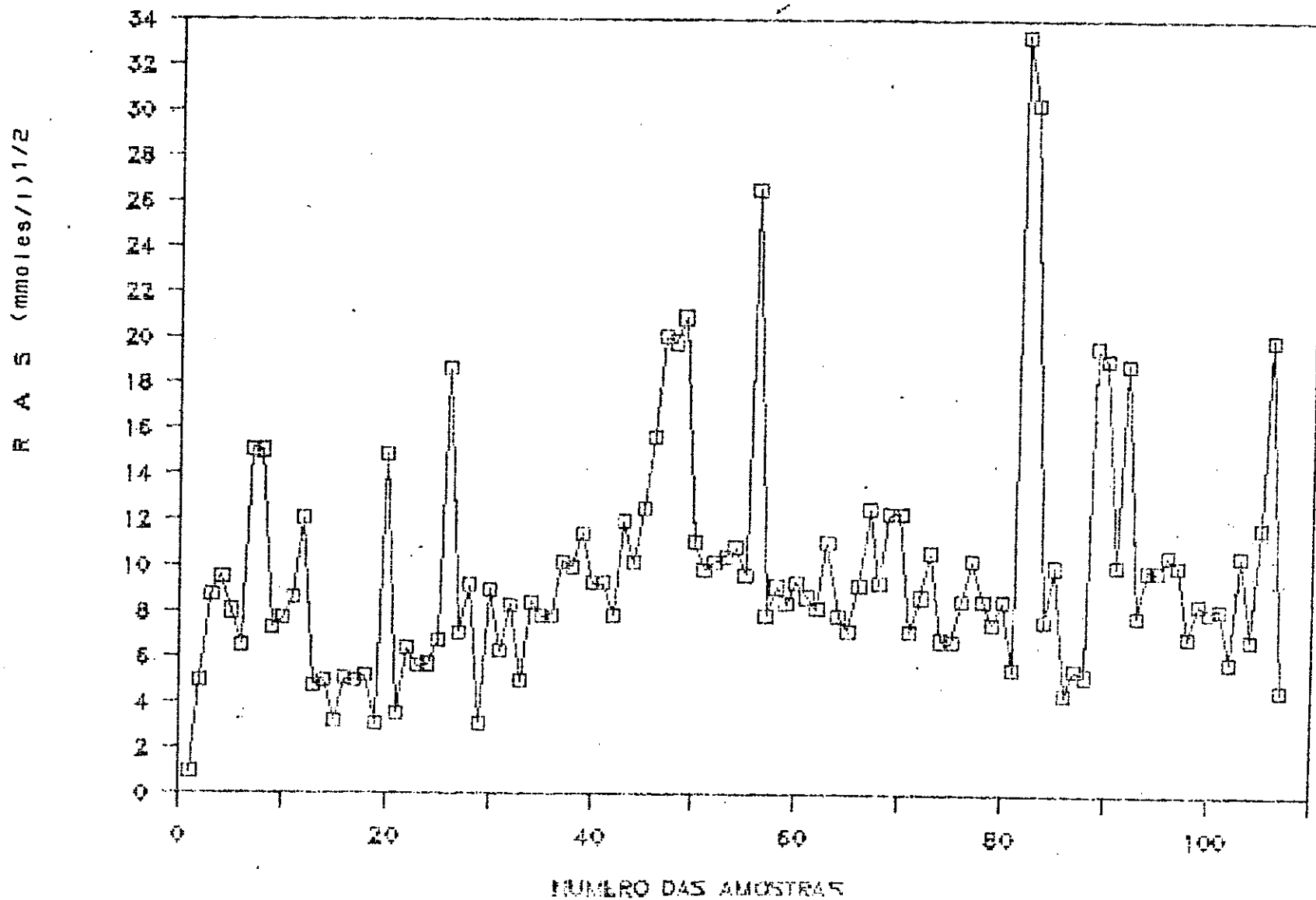


FIGURA 12- Variação da relação de adsorção de sódio da água na
 Baía Capilé-Al: 2a. Coleta (Junho/90)

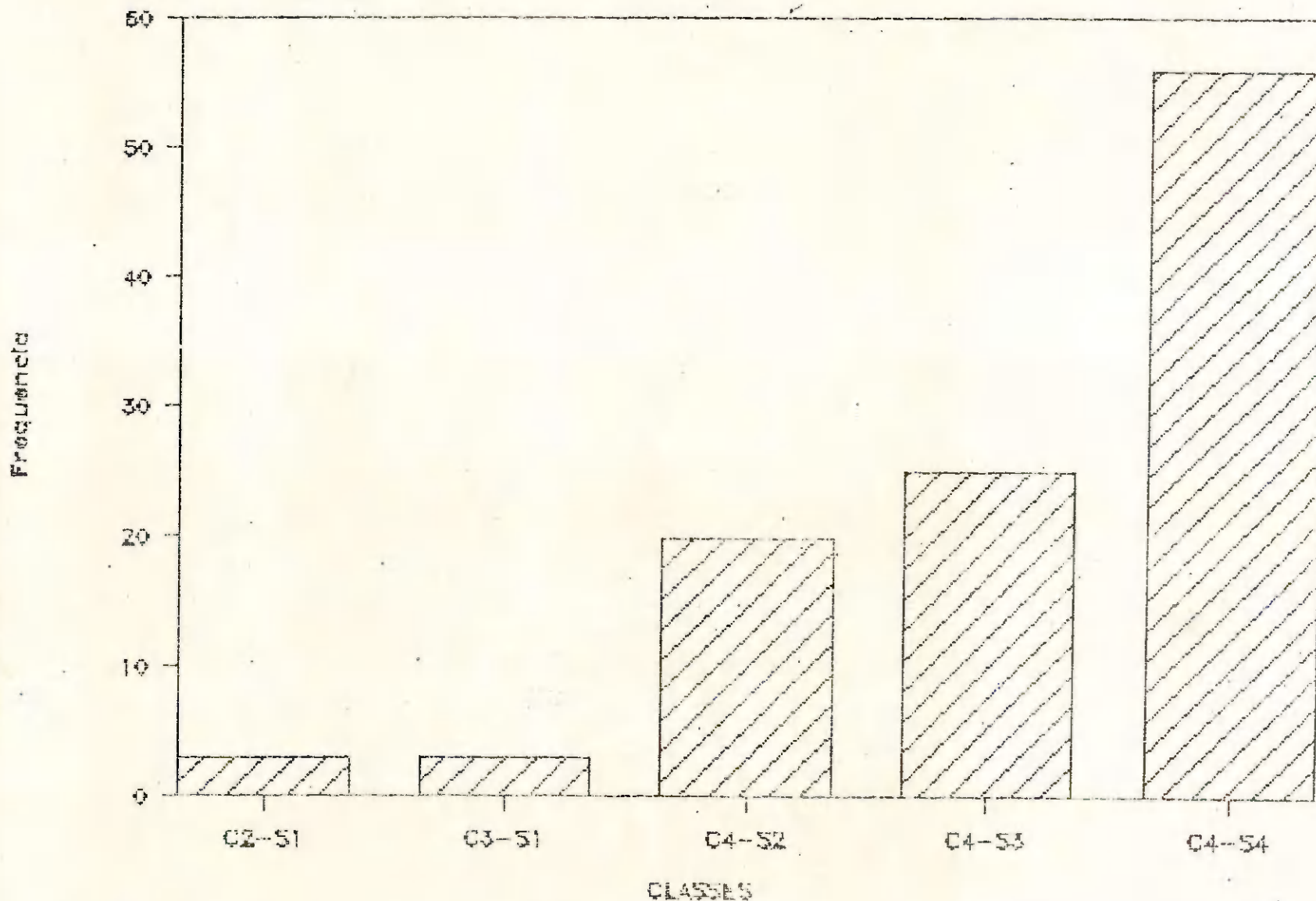


FIGURA 13- Distribuição de frequência das amostras de água, por cada classe: 1a. Coleta (Março/89)

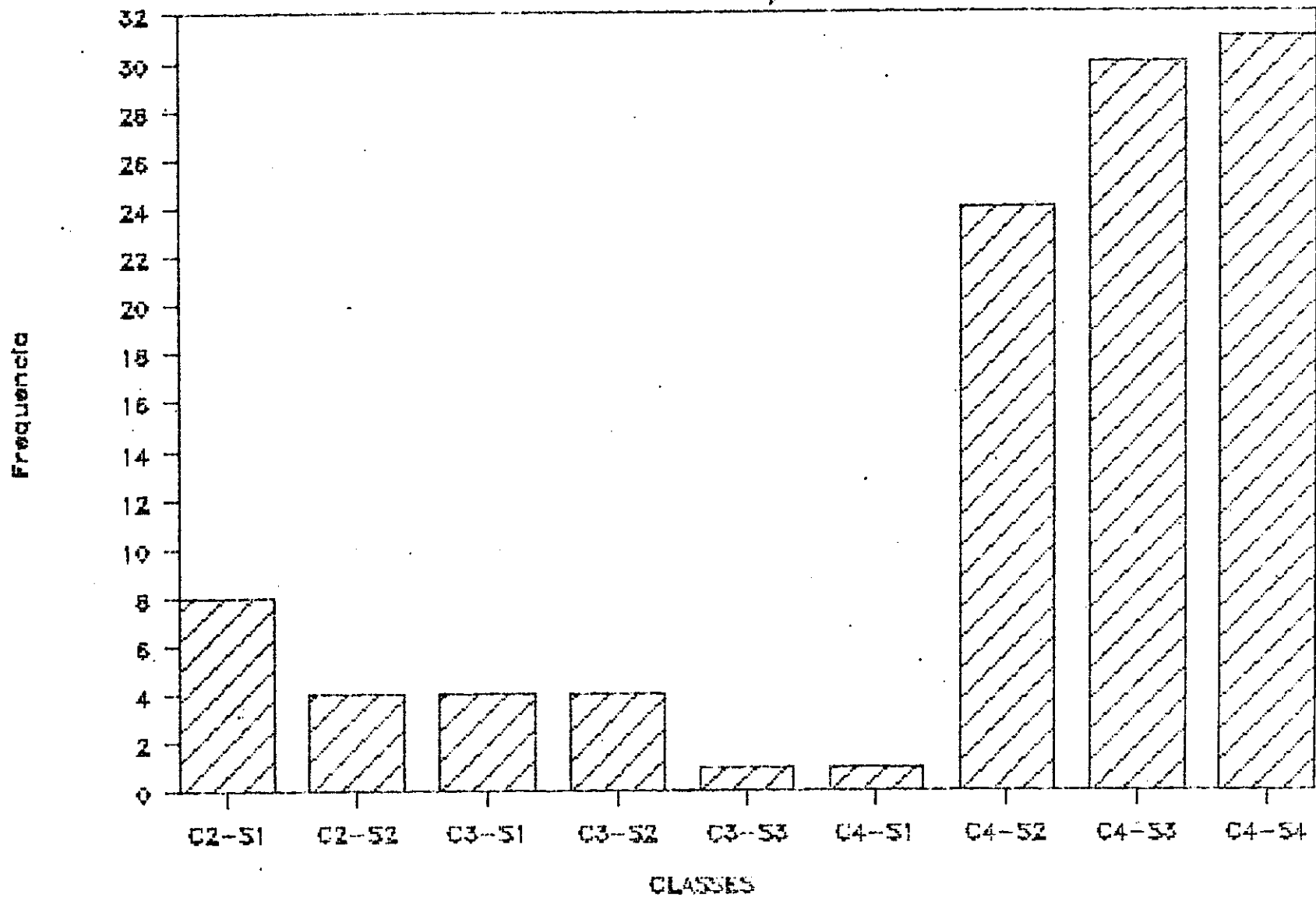


FIGURA 14- Distribuição de frequência das amostras de água,
por cada classe: 2a. Coleta (Junho/90)

com salinidade muito alta vindo logo a seguir as águas com alta salinidade 3,74 % . Com relação ao sódio 52,30 % são águas com valores de RAS muito altos.

Quanto ao perigo do boro nas amostras da primeira coleta 98,13 % apresentou teores abaixo de 0,7 ppm ou seja não apresentam problemas de toxicidade às culturas, 1,87 % das amostras estão compreendidas entre 0,7 e 3,0 ppm enquadrando-se na faixa com problemas crescentes segundo a classificação proposta por AYERS & WESTCOT (1985). Na segunda coleta 99,07 % aparecem com teores abaixo de 0,7 ppm o que indica que não há ocorrência de problemas de toxicidade e 0,93 % estão incluídas na categoria com problemas crescentes.

Com respeito ao íon sódio na primeira coleta, 63,55% das amostras analisadas apresentam severos problemas, 2,80 % com problemas crescentes e 5,64 % sem problemas para utilização em irrigação. na segunda coleta obteve-se 47,67 % com severos problemas, 51,40 % com problemas crescentes e 0,93 % sem problemas segundo AYERS & WESTCOT (1985).

Com relação ao cloreto, na primeira coleta as amostras apresentaram 94,40 % com severos problemas, 2,80 % com problemas crescentes e 2,80 % sem problemas decorrente da sua possível utilização. A segunda coleta apresentou os seguintes percentuais 84,12 % com severos problemas, 13,08 % com problemas crescentes e 2,80 % sem problemas para a sua utilização conforme AYERS & WESTCOT (1985).

Conforme as Tabelas 12 e 13 observa-se que a RASaj assume valores maiores do que a RASc, o que está de acordo com as observações de AYERS & WESTCOT (1985). Na primeira coleta obteve-se 100 % das RASaj maiores que a RASc ocorrendo fato idêntico na segunda coleta.

Conforme as Tabelas 12 e 13, todas as análises químicas apresentam erro (E %) aceitável, $Q < 3$ o que credita os resultados apresentados (Apêndice 9).

Na Tabela 12 (primeira coleta março/89) apresenta 89,79 % das análises compreendidas na categoria $Q=1$ ou seja análises de maior confiabilidade. Para $Q=2$ obteve-se 11,21 % das amostras cujo resultados devem ser utilizados com precaução.

Na Tabela 13 (segunda coleta Junho/90) foi obtido 85,05 % das análises compreendidas na categoria $Q=1$ análises de maior confiabilidade. Para $Q=2$ obteve-se 14,95 % das amostras cujos resultados devem ser utilizados com precaução.

O valor numérico do quociente (R) que é o resultado da divisão da condutividade elétrica em micromhos por centímetro pelo somatório de cátions em milequivalentes por litro, para a primeira coleta, variou de 71,19 (menor valor) à 154,79 (valor máximo) enquanto para a segunda coleta essa variação foi de 68,82 e 132,49 (Tabelas 12 e 13).

O diagrama de dispersão do somatório dos cátions global (SC_g) e CE, correspondendo aos cátions e CE dos dois períodos estudados encontra-se na Figura 15. O coeficiente de correlação foi al-

TABELA 12 - Confiabilidade das análises químicas e classe de águas da Bacia Capia - Al.
(1a. coleta : Março / 87)

AMOSTRA NUMERO	SOMATÓRIO DE CÁTIONES	SOMATÓRIO DE ANIONS	* E X	Ø	RAS	CC (mmhos/cm)	** CLASSE	*** RAS aj	**** RAS c	***** R
1	8,36	7,82	4,47	1	2,26	0,83	IC3-S1	5,29	1,87	97,02
2	7,80	7,51	1,89	1	2,87	0,82	IC3-S1	4,57	1,61	105,13
3	6,17	5,71	6,24	2	2,27	0,65	IC2-S1	4,35	2,32	100,46
4	81,47	77,82	2,29	1	23,93	7,60	IC4-S4	102,05	24,92	93,29
5	45,82	51,17	5,54	2	14,46	5,79	IC4-S4	56,44	14,87	124,40
6	5,63	5,70	1,31	1	2,98	0,63	IC2-S1	5,77	2,97	111,90
7	45,66	42,71	3,31	1	7,94	4,60	IC4-S2	29,86	7,55	100,74
8	44,88	41,62	3,77	1	8,01	4,40	IC4-S3	30,24	7,34	98,04
9	16,17	13,74	2,70	1	6,77	4,75	IC4-S2	25,54	6,79	102,00
10	252,18	233,44	3,94	1	17,32	20,60	IC4-S4	90,57	18,80	81,56
11	98,27	90,95	3,87	1	11,94	9,60	IC4-S4	32,43	11,31	97,69
12	58,15	48,20	1,98	1	7,46	5,20	IC4-S3	28,91	7,58	103,69
13	71,83	66,42	3,91	1	9,80	7,35	IC4-S4	37,15	9,85	102,32
14	79,12	81,17	1,28	1	11,37	7,70	IC4-S4	48,26	11,76	97,32
15	75,17	89,74	2,95	1	10,60	9,50	IC4-S4	46,15	11,45	99,80
16	11,70	48,27	3,43	1	7,95	5,20	IC4-S3	30,80	7,97	100,58
17	92,69	100,47	4,03	1	7,97	7,40	IC4-S4	43,72	11,04	101,41
18	79,36	71,87	4,95	1	10,10	7,70	IC4-S4	42,19	10,65	97,83
19	27,92	26,70	2,88	1	6,27	2,75	IC4-S2	21,03	6,51	98,50
20	76,47	72,26	2,83	1	13,22	7,70	IC4-S4	54,47	14,49	100,69
21	43,81	42,56	1,45	1	7,47	4,60	IC4-S2	20,03	7,37	105,00
22	55,62	53,50	1,87	1	9,48	5,57	IC4-S3	37,51	10,22	100,14
23	43,00	47,42	4,87	1	11,76	5,20	IC4-S4	46,12	11,67	120,73
24	81,13	76,70	2,81	1	15,65	7,70	IC4-S4	66,26	16,26	94,91
25	45,77	44,00	1,97	1	7,47	4,65	IC4-S2	28,34	6,33	101,59
26	48,95	45,81	3,31	1	8,48	4,80	IC4-S3	32,75	8,14	98,86
27	88,79	77,13	7,83	2	11,43	8,50	IC4-S4	47,21	10,43	93,73
28	21,37	24,86	7,55	2	8,47	2,80	IC4-S2	28,04	8,59	131,82
29	7,81	7,10	4,76	1	2,16	0,82	IC3-S1	5,22	1,82	104,99
30	46,44	45,61	0,98	1	8,89	5,00	IC4-S3	30,98	7,48	107,67
31	223,65	229,71	1,39	1	30,01	21,00	IC4-S4	156,27	31,91	93,90
32	48,65	45,87	2,94	1	8,54	5,00	IC4-S3	32,91	7,86	102,77
33	6,62	6,54	0,61	1	2,44	0,67	IC2-S1	5,00	2,40	101,21
34	67,77	72,35	3,27	1	14,89	7,60	IC4-S4	58,66	14,56	112,14
35	39,72	41,97	2,75	1	13,10	4,60	IC4-S4	49,72	12,40	115,81
36	46,57	46,92	0,37	1	8,51	4,40	IC4-S3	32,92	8,48	94,48
37	43,81	47,41	4,87	1	12,64	4,95	IC4-S4	40,68	12,57	115,09
38	205,95	225,98	4,64	1	27,10	20,90	IC4-S4	139,92	28,39	101,48
39	96,92	75,72	0,32	1	10,96	9,40	IC4-S4	40,13	12,00	96,97
40	47,88	47,82	0,86	1	14,87	5,20	IC4-S4	54,66	14,35	110,45

* - Segundo Schoeller (1962), citado por VOGEL (1979).

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

*** - Conforme Bower et alii (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1978).

**** - Segundo AYERS & WESTCOT (1935).

***** - Conforme RICHARDS (1954).

0001

TABELA 12 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	SOMATORIO DE CÁTIONS	SOMATORIO DE ANIONS	* E %	Q	RAS	CC (mmhos/cm)	** CLASSE	*** RAS aj	**** RAS c	***** R
41	51,27	53,54	2,17	1	5,83	3,65	IC4-S2	22,34	6,20	71,19
42	21,83	22,93	4,32	1	8,62	2,54	IC4-S2	28,27	8,39	120,78
43	28,34	27,16	2,13	1	7,57	2,48	IC4-S2	26,29	6,78	87,51
44	62,88	59,28	2,95	1	8,63	6,35	IC4-S3	34,78	9,21	100,99
45	50,34	51,97	1,57	1	16,73	5,53	IC4-S4	64,06	17,36	109,31
46	44,35	42,17	2,29	1	7,88	4,65	IC4-S2	29,50	7,50	105,32
47	88,44	73,37	4,58	1	11,11	7,54	IC4-S4	43,90	11,60	93,73
48	49,82	47,88	1,99	1	8,31	4,80	IC4-S3	32,16	8,82	96,35
49	45,95	49,31	4,82	1	17,87	4,90	IC4-S4	67,48	18,32	109,77
50	28,16	27,41	1,35	1	6,18	3,10	IC4-S2	21,38	5,82	110,09
51	46,38	43,14	1,36	1	11,22	5,20	IC4-S4	43,53	11,42	112,12
52	36,36	34,38	2,80	1	7,88	3,52	IC4-S2	25,70	7,15	96,81
53	88,07	87,56	4,47	1	17,80	8,90	IC4-S4	76,93	17,44	111,15
54	83,83	79,76	2,49	1	11,18	7,52	IC4-S4	47,74	11,79	89,71
55	48,59	41,20	8,36	1	13,35	4,51	IC4-S4	50,63	12,41	111,36
56	234,85	215,51	4,29	1	19,92	26,00	IC4-S4	103,64	20,90	85,16
57	29,87	31,62	4,20	1	10,33	3,52	IC4-S3	37,11	7,48	121,09
58	51,86	47,90	3,19	1	12,81	4,90	IC4-S4	49,66	14,34	95,97
59	29,80	27,03	1,44	1	8,58	2,30	IC4-S2	29,37	9,66	73,71
60	37,17	40,83	4,69	1	13,98	3,35	IC4-S4	52,42	12,90	90,13
61	47,28	44,71	2,79	1	8,19	4,60	IC4-S3	31,73	7,97	97,29
62	83,86	89,90	2,92	1	18,21	9,40	IC4-S4	79,14	18,85	112,89
63	42,50	44,16	1,92	1	6,71	4,53	IC4-S2	25,34	6,43	107,76
64	105,38	98,56	7,56	2	22,99	9,60	IC4-S4	102,62	24,37	91,10
65	98,32	100,94	5,55	2	18,86	9,90	IC4-S4	88,44	18,56	109,61
66	72,20	63,97	6,84	2	18,52	6,58	IC4-S4	43,24	10,65	91,14
67	103,25	76,36	3,45	1	11,40	9,60	IC4-S4	58,75	12,20	92,98
68	41,81	45,46	4,42	1	11,46	4,52	IC4-S3	44,13	10,62	108,11
69	49,87	52,24	3,13	1	10,97	5,25	IC4-S3	43,88	11,45	106,99
70	154,86	152,80	8,67	1	16,86	15,00	IC4-S4	78,22	15,97	97,36
71	155,91	164,51	2,63	1	25,35	16,00	IC4-S4	125,58	26,33	102,62
72	53,35	51,20	2,86	1	7,34	5,20	IC4-S3	28,83	7,61	97,47
73	151,11	157,40	2,84	1	25,35	16,60	IC4-S4	124,77	26,26	107,85
74	158,44	160,69	3,29	1	25,78	15,20	IC4-S4	126,14	26,55	101,84
75	155,97	170,46	4,43	1	29,35	16,40	IC4-S4	125,18	25,34	105,13
76	37,80	34,64	3,29	1	7,35	3,52	IC4-S2	26,98	7,09	95,14
77	48,40	51,54	3,14	1	14,86	5,45	IC4-S4	58,83	14,82	112,60
78	45,12	44,84	1,21	1	8,85	4,50	IC4-S3	34,88	8,95	99,73
79	43,78	44,93	1,39	1	8,73	4,65	IC4-S3	32,64	8,77	106,41
80	38,80	41,50	3,36	1	14,39	4,55	IC4-S4	54,18	14,26	117,27

* - Segundo Schoeller (1962), citado por VOBEL (1979).

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

*** - Conforme Bower et alii (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1978).

**** - Segundo AYERS & WESTCOT (1983).

***** - Conforme RICHARDS (1954).

cont.

TABELA 12 (cont.)

AMOSTRA NÚMERO	SOMATÓRIO DE CÁTIONS	SOMATÓRIO DE ANIONS	*	θ	RAS	CE (cmhos/cm)	** CLASSE	*** RAS aj	**** RAS c	***** R
01	28,02	26,75	3,73	1	0,13	2,70	IC1-S2	20,70	7,00	76,46
02	42,96	47,27	4,78	1	13,25	5,10	IC4-S4	50,60	14,74	110,72
03	90,53	92,75	1,21	1	18,71	9,52	IC4-S4	83,68	17,21	105,16
04	43,90	44,31	0,46	1	9,16	4,50	IC4-S3	35,13	9,15	102,51
05	43,66	50,17	4,71	1	17,57	4,10	IC4-S4	67,78	16,73	98,12
06	20,08	26,96	3,44	1	0,39	2,70	IC4-S2	27,97	10,54	93,49
07	60,05	57,14	1,43	1	0,55	6,20	IC4-S3	34,10	9,27	101,89
08	54,70	58,67	3,50	1	15,99	6,00	IC4-S4	64,54	15,51	109,69
07	65,23	74,79	6,74	2	14,94	7,50	IC4-S4	62,14	15,51	116,15
90	45,37	43,41	2,21	1	6,90	4,52	IC4-S2	26,16	5,71	99,63
91	64,96	79,15	9,05	2	15,06	7,56	IC4-S4	63,38	15,47	116,38
92	65,06	76,96	5,00	1	10,94	7,50	IC4-S3	47,23	10,88	89,11
93	44,37	40,19	4,13	1	12,63	5,10	IC4-S4	48,90	12,32	114,94
94	61,14	71,62	6,40	2	10,35	7,50	IC4-S3	43,44	10,81	91,98
95	67,41	74,30	4,86	1	15,53	7,34	IC4-S4	65,04	15,93	111,85
96	100,26	92,10	4,20	1	11,65	9,10	IC4-S4	51,44	12,29	90,76
97	70,33	71,06	4,31	1	10,24	7,10	IC4-S4	43,20	10,41	74,47
98	79,09	77,07	0,70	1	10,10	7,52	IC4-S4	43,05	10,71	95,00
99	79,16	73,65	3,61	1	9,76	7,58	IC4-S3	41,15	10,11	75,76
100	83,94	91,62	4,37	1	18,75	9,40	IC4-S4	61,70	19,42	111,98
101	27,76	20,06	1,54	1	7,02	3,20	IC4-S2	24,63	6,10	107,53
102	63,29	75,48	0,78	2	14,60	7,60	IC4-S4	61,02	14,05	120,00
103	50,39	46,93	3,56	1	0,53	7,00	IC4-S3	33,27	8,63	154,79
104	55,10	51,47	3,41	1	7,73	5,10	IC4-S2	30,52	8,00	92,56
105	48,07	45,87	2,32	1	10,87	4,90	IC4-S3	41,72	11,45	101,93
106	40,65	47,45	1,25	1	11,35	5,00	IC4-S3	43,85	11,90	102,77
107	38,70	45,61	0,20	2	14,73	5,10	IC4-S4	56,60	15,48	131,78

* - Segundo Schoeller (1962), citado por VOGEL (1979).

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

*** - Conforme Bower et alii (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1970).

**** - Segundo AYERS & WESTCOT (1965).

***** - Conforme RICHARDS (1954).

TABELA 13 - Confiabilidade das análises químicas e classe de águas da Bacia Capia - Al.
(2a. coleta / Junho / 70).

AMOSTRA NUMERO	SOMATORIO DE CÁTIONS	SOMATORIO DE ANIONS	* E %	Q	RAS	CE (mmhos/cm)	** CLASSE	*** RAS aj	**** RAS c	***** R
1	3,14	2,00	4,32	1	0,76	0,25	IC3-S1	0,96	0,86	02,00
2	6,35	6,33	0,16	1	5,03	6,61	IC3-S1	5,03	2,99	96,06
3	6,58	6,62	0,30	1	8,77	0,61	IC2-S1	8,77	3,70	92,71
4	6,43	6,27	1,26	1	9,58	6,62	IC4-S4	9,58	3,41	96,42
5	6,31	6,53	1,71	1	8,05	0,66	IC4-S4	8,05	6,17	104,60
6	5,59	5,95	3,32	1	6,57	0,60	IC2-S1	6,57	4,03	107,33
7	47,37	51,07	3,74	1	15,11	4,70	IC4-S2	38,34	13,29	97,18
8	47,65	56,64	8,62	2	15,05	4,75	IC4-S3	39,58	15,00	99,69
9	42,62	45,76	3,55	1	7,35	4,50	IC4-S2	16,85	7,25	105,50
10	54,30	57,90	3,21	1	7,73	5,80	IC4-S4	14,82	7,55	106,81
11	51,55	54,86	4,70	1	8,64	5,70	IC4-S4	16,74	8,36	110,57
12	40,97	47,52	7,40	2	12,06	4,80	IC4-S3	21,75	11,19	117,16
13	24,41	26,12	3,30	1	4,82	1,60	IC4-S4	12,30	4,80	63,02
14	20,11	21,19	2,62	1	5,01	1,70	IC4-S4	12,21	5,02	84,54
15	12,02	13,14	8,30	2	3,25	1,65	IC4-S4	7,67	3,29	127,49
16	15,50	16,78	3,71	1	5,07	1,60	IC4-S3	11,61	4,99	107,83
17	13,01	13,73	2,44	1	5,01	1,60	IC4-S4	11,64	4,74	106,60
18	15,73	16,01	0,88	1	5,20	1,62	IC4-S4	9,67	4,64	102,99
19	6,09	6,40	2,40	1	3,08	0,61	IC4-S2	3,08	2,07	100,16
20	53,02	57,98	4,47	1	14,92	5,00	IC4-S4	24,00	11,13	109,39
21	44,72	54,61	7,76	2	3,57	5,45	IC4-S2	7,77	3,51	121,07
22	85,79	93,51	4,31	1	6,43	9,40	IC4-S3	16,65	6,35	109,57
23	92,25	101,01	4,53	1	5,61	10,40	IC4-S4	15,77	5,56	112,74
24	90,10	96,60	3,48	1	5,71	10,00	IC4-S4	15,14	5,68	110,99
25	66,02	77,90	9,51	2	6,75	8,20	IC4-S2	15,16	6,65	124,20
26	74,06	89,07	9,64	2	10,64	9,10	IC4-S3	39,04	10,21	122,97
27	65,49	77,00	8,00	2	7,13	8,00	IC4-S4	15,75	7,03	122,16
28	6,34	6,47	1,01	1	9,19	0,62	IC4-S2	9,19	3,33	97,79
29	6,35	6,17	1,44	1	3,12	0,61	IC3-S1	3,12	2,62	96,06
30	54,69	52,57	1,98	1	9,01	5,20	IC4-S3	17,86	8,86	95,00
31	40,33	44,90	5,45	2	6,20	4,50	IC4-S4	14,84	6,22	111,50
32	47,87	46,05	1,94	1	8,37	4,60	IC4-S3	19,50	8,26	96,09
33	5,35	5,07	2,80	1	4,90	0,61	IC2-S1	4,90	4,15	107,91
34	55,13	58,50	2,99	1	8,47	5,00	IC4-S4	21,29	8,41	105,21
35	37,23	36,06	2,08	1	7,03	5,70	IC4-S4	19,68	7,02	96,15
36	53,14	54,06	0,09	1	7,91	5,50	IC4-S3	19,25	7,80	103,56
37	75,75	70,52	1,80	1	10,23	0,00	IC4-S4	27,09	10,18	103,61
38	60,03	63,85	2,33	1	10,00	8,50	IC4-S4	26,75	9,96	106,21
39	35,69	34,13	0,07	1	11,45	0,40	IC4-S4	30,57	11,45	90,03
40	60,83	63,02	2,40	1	9,29	6,40	IC4-S4	22,71	9,19	105,21

cont.

* - Segundo Schneller (1962), citado por VOGEL (1979).
 ** - De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954).
 *** - Conforme Bower et alij (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1970).
 **** - Segundo AYERS & WESTCOT (1905).
 ***** - Conforme RICHARDS (1954).

TABELA 13 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	SOMATORIO DE CATIONES	SOMATORIO DE ANIONS	E X	Q	RAS	CE (μ hos/cm)	** CLASSE	*** RAS aj	**** RAS c	***** R
41	63,34	65,94	2,01	1	7,30	6,70	IC4-S2	23,33	9,23	105,75
42	58,84	60,10	7,29	2	7,91	6,80	IC4-S2	15,85	7,85	115,57
43	77,90	70,45	0,35	1	11,77	8,00	IC4-S2	38,60	11,08	102,70
44	81,21	79,52	1,05	1	10,21	8,40	IC4-S3	27,42	10,15	103,44
45	72,74	73,26	0,22	1	12,55	8,50	IC4-S4	32,57	12,49	116,33
46	79,93	81,93	1,24	1	15,65	8,00	IC4-S2	41,31	15,87	110,10
47	68,66	64,23	3,33	1	20,07	7,60	IC4-S4	47,61	21,70	110,69
48	76,94	73,81	2,00	1	17,83	7,40	IC4-S3	40,77	20,03	96,10
49	73,42	72,82	0,41	1	20,93	7,20	IC4-S4	47,52	20,67	70,07
50	75,68	74,46	0,81	1	11,06	7,40	IC4-S2	28,04	11,00	97,70
51	72,71	72,16	0,30	1	9,90	7,20	IC4-S4	25,84	9,84	97,02
52	73,22	73,63	0,20	1	10,22	7,40	IC4-S2	26,07	10,10	101,07
53	76,00	76,37	0,20	1	10,46	7,60	IC4-S4	26,98	10,40	98,76
54	69,60	70,24	0,46	1	10,85	7,50	IC4-S4	26,60	10,75	107,76
55	63,63	63,66	0,02	1	9,69	6,40	IC4-S4	24,06	9,62	100,53
56	59,66	60,09	0,36	1	26,59	6,00	IC4-S4	38,69	25,76	100,57
57	58,92	57,61	1,12	1	7,89	5,10	IC4-S3	20,52	7,04	07,72
58	49,06	52,44	3,33	1	9,16	6,50	IC4-S4	23,14	9,00	132,49
59	63,91	64,04	0,08	1	0,40	5,60	IC4-S2	22,01	8,37	87,58
60	43,70	43,82	0,14	1	9,35	5,40	IC4-S4	20,54	9,19	123,57
61	39,23	38,73	0,64	1	0,70	3,00	IC4-S3	19,12	8,58	76,06
62	38,76	37,93	1,00	1	8,20	3,00	IC4-S4	17,92	8,64	99,33
63	48,64	47,21	0,50	1	11,10	4,90	IC4-S2	25,43	10,96	100,74
64	37,74	37,88	0,19	1	7,85	3,70	IC4-S4	16,03	7,73	99,36
65	37,81	37,16	0,07	1	7,25	3,70	IC4-S4	15,03	7,16	97,86
66	33,47	34,58	1,05	1	9,19	3,40	IC4-S4	17,92	8,80	101,50
67	58,30	57,04	0,56	1	12,54	5,90	IC4-S4	29,94	12,42	101,06
68	31,23	36,59	0,57	1	9,29	3,15	IC4-S3	10,32	8,95	100,06
69	57,12	57,75	0,72	1	12,30	5,80	IC4-S3	29,65	12,19	101,54
70	54,97	54,98	0,01	1	12,36	5,50	IC4-S4	29,32	12,23	100,05
71	21,55	21,78	0,53	1	7,21	2,10	IC4-S4	12,36	6,74	101,16
72	28,52	29,49	1,67	1	8,72	2,94	IC4-S3	16,28	8,28	103,09
73	39,94	39,70	0,05	1	10,63	4,00	IC4-S4	23,33	10,47	100,15
74	22,46	24,14	3,61	1	6,81	2,30	IC4-S4	9,90	6,60	105,97
75	22,60	23,00	2,75	1	6,76	2,40	IC4-S4	8,62	6,42	107,73
76	32,97	33,34	0,56	1	0,59	3,50	IC4-S2	13,85	8,21	106,16
77	42,78	43,12	0,40	1	10,31	4,35	IC4-S4	19,58	10,04	101,68
78	28,05	29,70	1,45	1	8,57	2,94	IC4-S3	13,64	7,94	101,91
79	31,67	36,92	7,65	2	7,55	3,03	IC4-S3	13,60	7,36	120,73
80	65,75	68,53	2,07	1	8,54	6,40	IC4-S4	18,54	7,56	97,34

* - Segundo Schoeller (1962), citado por VOGEL (1979).

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

*** - Conforme Bower et alii (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1976).

**** - Segundo AYERS & WESTCOT (1985).

***** - Conforme RICHARDS (1954).

TABELA 13 (cont.)

AMOSTRA NUMERO	SOMATORIO DE CATTONS	SOMATORIO DE ANCONS	* E Z	Q	RAS	CE (mmhos/cm)	** CLASSE	*** RAS a j	**** RAS c	***** R
01	5,67	6,21	4,55	1	5,54	0,62	IC4-S2	5,34	4,57	107,33
02	65,27	69,87	3,40	1	33,38	6,50	IC4-S4	65,76	33,65	99,59
03	60,36	72,50	7,14	2	30,33	6,50	IC4-S4	66,42	27,77	107,69
04	63,90	73,66	7,10	2	7,65	6,30	IC4-S3	23,00	8,46	98,59
05	59,29	60,18	0,74	1	10,03	5,50	IC4-S4	10,96	9,04	94,11
06	5,02	6,23	3,40	1	4,39	0,61	IC4-S2	4,40	3,59	104,81
07	19,01	20,25	3,16	1	5,51	1,20	IC4-S3	5,96	3,74	104,16
08	19,75	20,29	1,35	1	5,27	1,64	IC3-S1	13,10	5,29	83,04
09	64,51	71,00	4,79	1	19,66	4,10	IC4-S4	54,56	19,04	63,56
90	60,48	70,70	1,60	1	19,08	4,05	IC4-S2	54,47	19,17	70,02
91	79,25	80,02	0,43	1	10,10	7,60	IC4-S4	27,55	10,09	95,70
92	64,03	72,63	6,29	2	18,91	4,06	IC4-S3	55,11	19,06	74,96
93	61,00	74,72	7,46	2	7,91	5,40	IC4-S4	23,09	8,27	07,30
94	69,99	75,38	3,71	1	9,92	5,90	IC4-S3	30,11	10,92	04,30
95	72,07	73,87	0,60	1	7,07	7,20	IC4-S4	25,99	9,82	93,78
96	81,54	81,65	0,07	1	10,54	7,70	IC4-S4	28,01	10,51	94,43
97	77,20	79,05	0,07	1	10,11	7,00	IC4-S4	27,41	10,09	93,48
98	26,56	27,77	2,23	1	6,97	2,74	IC4-S4	9,26	6,47	103,16
99	75,51	76,55	0,60	1	8,44	7,50	IC4-S3	23,14	8,39	99,32
100	75,44	75,83	0,24	1	0,11	7,60	IC4-S4	22,45	8,08	100,74
101	71,20	77,18	4,03	1	0,23	7,70	IC4-S2	19,03	8,16	103,15
102	25,37	24,45	1,05	1	5,00	2,40	IC4-S4	11,05	5,77	94,60
103	46,27	54,43	3,10	2	10,53	4,05	IC4-S3	24,34	10,38	104,02
104	34,09	39,15	6,91	2	6,92	3,00	IC4-S2	15,54	6,84	111,47
105	39,33	37,71	2,10	1	11,78	3,70	IC4-S3	24,67	11,57	94,08
106	32,44	32,95	0,70	1	20,01	3,00	IC4-S4	20,01	13,26	117,14
107	39,77	40,14	0,46	1	4,64	3,90	IC4-S4	11,44	4,60	93,06

* - Segundo SCHOELLER (1962), citado por VOGEL (1979).

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

*** - Conforme Bower et alii (1965), citado por SHAINBERG & OSTER (1970).

**** - Segundo AYERS & WESTCOT (1985).

***** - Conforme RICHARDS (1954).

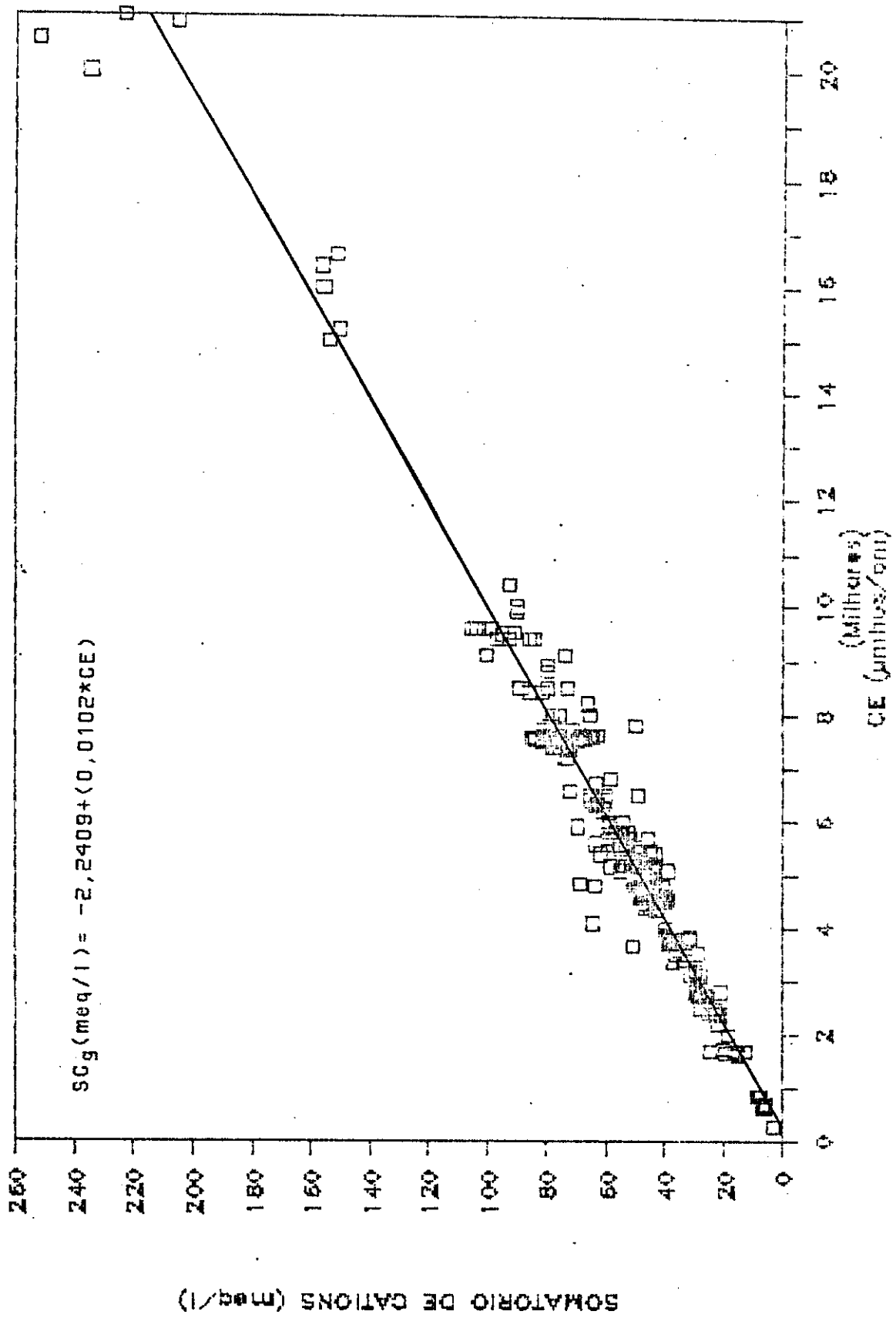


FIGURA 15- Diagrama de dispersão : Somatório de cátions global
 (SC_g) X CE

tamente significativo ($r = 0,98$) assim como o coeficiente de determinação (R^2) também foi alto. Onde R^2 traduz a proporção da variação total da variável somatório de cátions, que pode ser explicada pela variável CE. Isto indica que a CE medida no campo pode fornecer, imediatamente, uma boa estimativa da concentração total dos cations na água.

Os diagramas de dispersão do sódio global (Na_g) e CE, cloreto global (Cl_g) e CE, encontram-se nas Figuras 16 e 17. Os coeficientes de correlação foram altamente significativos assim como os coeficientes de determinação também foram altos. As correlações entre a condutividade elétrica e as diversas características químicas da água, apresentam um grande interesse prático uma vez que pode fornecer, imediatamente, uma boa estimativa das principais características químicas da água.

Para que se tenha uma maior precisão quando se utilizar a condutividade elétrica medida no campo e for se estimar as características químicas da água, ou seja a concentração de cloreto, sódio e o somatório de cátions deve-se utilizar as equações de regressão que venha a coincidir com o período que esteja sendo analisado (seco ou das chuvas). A Tabela 14 mostra a equação de regressão linear para cada época.

No Apêndice 10 encontram-se os quadros da Anova de todas as regressões analisadas.

2- Características dos Solos

Os resultados das características físicas e químicas dos solos da Bacia Capiá-Al, encontram-se na Tabela 15. Baseada na classificação proposta pela USDA a maioria dos solos está enquadrada na

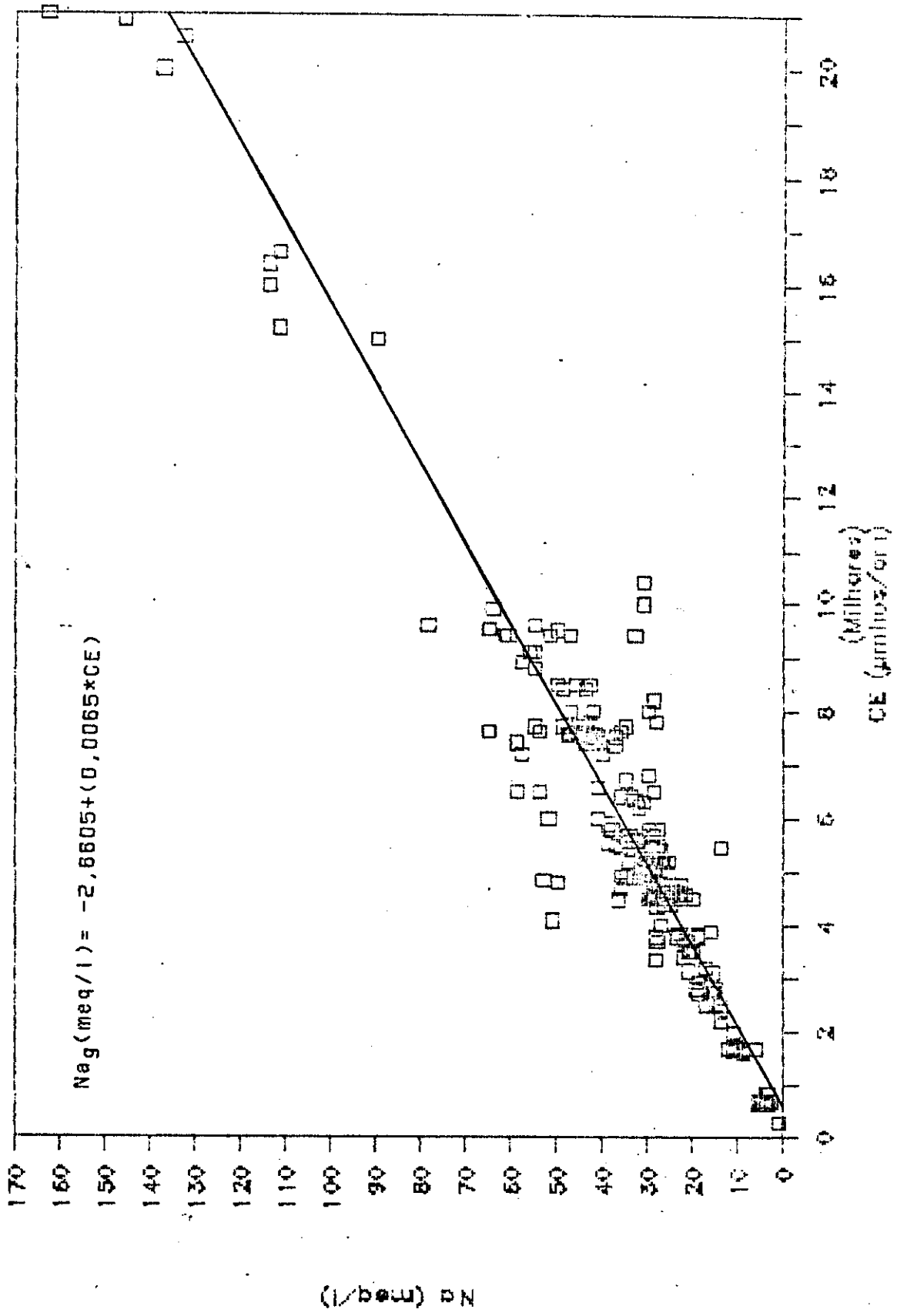


FIGURA 16- Diagrama de dispersão : Sódio global (Na_g) X CE

TABELA 14 - As equações de regressão , coeficiente de correlação (r) e coeficiente de determinação (R²) em diferentes épocas.

Equações de regressão	Coeficiente de correlação (r)	Coeficiente de determinação (R ²)
1- Fonte : Água		
1.1- Período seco :		
SC(meq/l) = -4,6852+(0,0106*CE)	0,98 **	0,9687
Na(meq/l) = -5,4103+(0,0070*CE)	0,98 **	0,9634
Cl(meq/l) = -9,7247+(0,0103*CE)	0,99 **	0,9828
1.2- Período das chuvas:		
SC(meq/l) = 2,5792+(0,0093*CE)	0,97 **	0,9449
Na(meq/l) = 4,4380+(0,0049*CE)	0,84 **	0,7020
Cl(meq/l) = 0,2800+(0,0090*CE)	0,98 **	0,9511
1.3- Global		
SC _g (meq/l) = -2,2409+(0,0102*CE)	0,98 **	0,9621
Na _g (meq/l) = -2,6605+(0,0065*CE)	0,95 **	0,8973
Cl _g (meq/l) = -5,4208+(0,0099*CE)	0,99 **	0,9717
2- Fonte : Solo		
PST = 0,5969+(0,5384*RAS)	0,90 **	0,8088
** - Significativo a 1%		

TABELA 15- Resultados analíticos das determinações químicas e físicas dos solos da Fazenda Capão - AL

AMOSTRA NÚMERO	PROFUNDIDADE (cm)	ARGILA	TEXTURA SILTE	ÁREA	CLASSIFICAÇÃO * TEXTURAL	pH	CE (cmhos/cm)				CÁTIONS SILÍCEIS (meq/l)				CÁTIONS TROCAVEIS (meq/100g)				CTC	PST (2)
							0,22	0,69	1,07	1,96	Ca	Mg	Na	K	0,63	1,35	1,21	1,49		
1A	0-30	26,43	0,37	73,20	FRANC-ARG-AREN	7,70	0,22	4,30	3,50	1,24	0,50	0,33	4,47	4,02	0,69	0,33	8,91	1,01		
1B	30-60	5,63	6,71	87,46	AREIA-FRANC	6,90	0,69	3,90	2,70	2,45	0,35	0,45	5,61	3,61	0,10	0,45	9,17	1,89		
2A	0-30	3,93	52,94	43,13	FRANC-AREN	7,50	1,07	9,50	4,50	3,20	1,28	0,70	5,69	3,69	0,16	0,70	10,32	1,55		
2B	30-60	6,86	22,99	70,15	AREIA-FRANC	7,70	1,96	6,50	2,20	3,11	0,78	0,21	6,70	3,48	0,21	0,66	11,05	1,90		
3A	0-30	7,85	9,75	82,40	FRANC-ARG	7,30	0,69	4,60	3,80	1,39	0,50	0,67	5,15	2,60	0,07	0,42	8,24	0,85		
3B	30-60	29,78	41,45	28,77	FRANC-ARG	7,10	0,79	4,20	3,60	1,50	0,30	0,68	6,90	4,06	0,68	0,59	11,43	0,70		
4A	0-30	11,08	19,20	69,72	FRANC-SILT	6,60	1,70	4,40	3,10	2,89	0,20	0,12	7,40	3,60	0,12	0,33	11,65	1,03		
4B	30-60	13,36	24,76	61,88	FRANC-AREN	6,99	1,80	3,60	2,20	2,61	0,25	0,10	5,40	2,12	0,10	0,25	7,87	1,27		
5A	0-30	8,02	21,35	70,63	FRANC-AREN	7,94	2,00	4,00	3,10	12,40	0,97	0,33	3,05	2,67	0,33	0,67	6,72	4,91		
5B	30-60	9,22	23,63	66,95	FRANC-AREN	7,42	2,14	3,80	2,40	2,69	0,23	0,13	5,60	2,25	0,13	0,57	8,55	1,52		
6A	0-30	5,85	16,90	77,25	AREIA-FRANC	8,15	1,10	7,50	4,30	8,26	0,14	0,15	5,71	2,59	0,15	0,43	8,08	1,69		
6B	30-60	7,90	15,91	76,19	AREIA-FRANC	8,12	1,37	4,00	3,20	5,65	0,70	0,29	6,44	4,41	0,18	0,29	11,32	1,59		
7A	0-30	5,80	14,74	79,46	AREIA-FRANC	7,08	0,45	3,80	1,90	5,89	0,36	0,21	5,53	2,69	0,21	0,43	8,86	2,37		
7B	30-60	9,63	9,72	80,45	AREIA-FRANC	6,93	0,88	4,60	3,10	5,95	0,15	0,30	5,74	3,54	0,30	0,29	9,67	3,04		
8A	0-30	10,29	22,81	66,90	FRANC-AREN	6,97	1,50	3,80	2,50	11,70	0,24	0,36	6,59	4,43	0,36	0,61	11,46	3,14		
8B	30-60	9,30	31,47	59,23	FRANC-AREN	6,66	1,72	4,60	3,90	9,59	0,67	0,37	4,65	3,57	0,37	0,22	10,14	3,65		
9A	0-30	7,83	14,77	77,40	AREIA-FRANC	6,47	0,88	3,70	2,80	1,35	0,19	0,75	4,84	3,76	0,09	0,13	8,92	1,02		
9B	30-60	5,83	20,90	73,27	FRANC-AREN	6,18	0,67	4,27	3,15	4,43	0,23	0,19	4,69	3,61	0,19	0,07	8,76	2,17		

* FRANC - FRANCO
 ARG - ARGILOSO
 SILT - SILTOSO
 AREN - ARENOSO

textura franco arenosa (38,89 %) e areia franca (38,89 %). Os valores do pH estão dentro dos limites normais para o desenvolvimento dos cultivos. Os resultados de CEs mostram que todas as amostras apresentam valores menores que 4 mmhos/cm. Sendo que 38,89 % encontra-se com valores menores que 1,5 mmhos/cm.

Com relação aos cátions solúveis observou-se na grande maioria a predominância dos íons Ca^{++} e Mg^{++} sobre o Na^+ . Quanto aos cátions trocáveis, notou-se a predominância do cálcio seguido do magnésio e quantidades desprezíveis de sódio e potássio. Conforme os resultados da RAS do extrato e PST do solo, constatou-se uma correlação linear significativa, a qual é apresentada na Figura 18. Observa-se que para os solos estudados a partir dos valores da RAS do extrato, pode-se estimar com aproximação a PST do solo, pela equação :

$$PST = 0,59688 + 0,53844 * RAS \quad (r = 0,90^{**})$$

O coeficiente de correlação foi altamente significativo assim como o coeficiente de determinação também foi alto ($R^2 = 0,8088$). No Apêndice 10 encontram-se os quadros da Anova, e a regressão realizada.

** - Significativo ao nível de 1 %

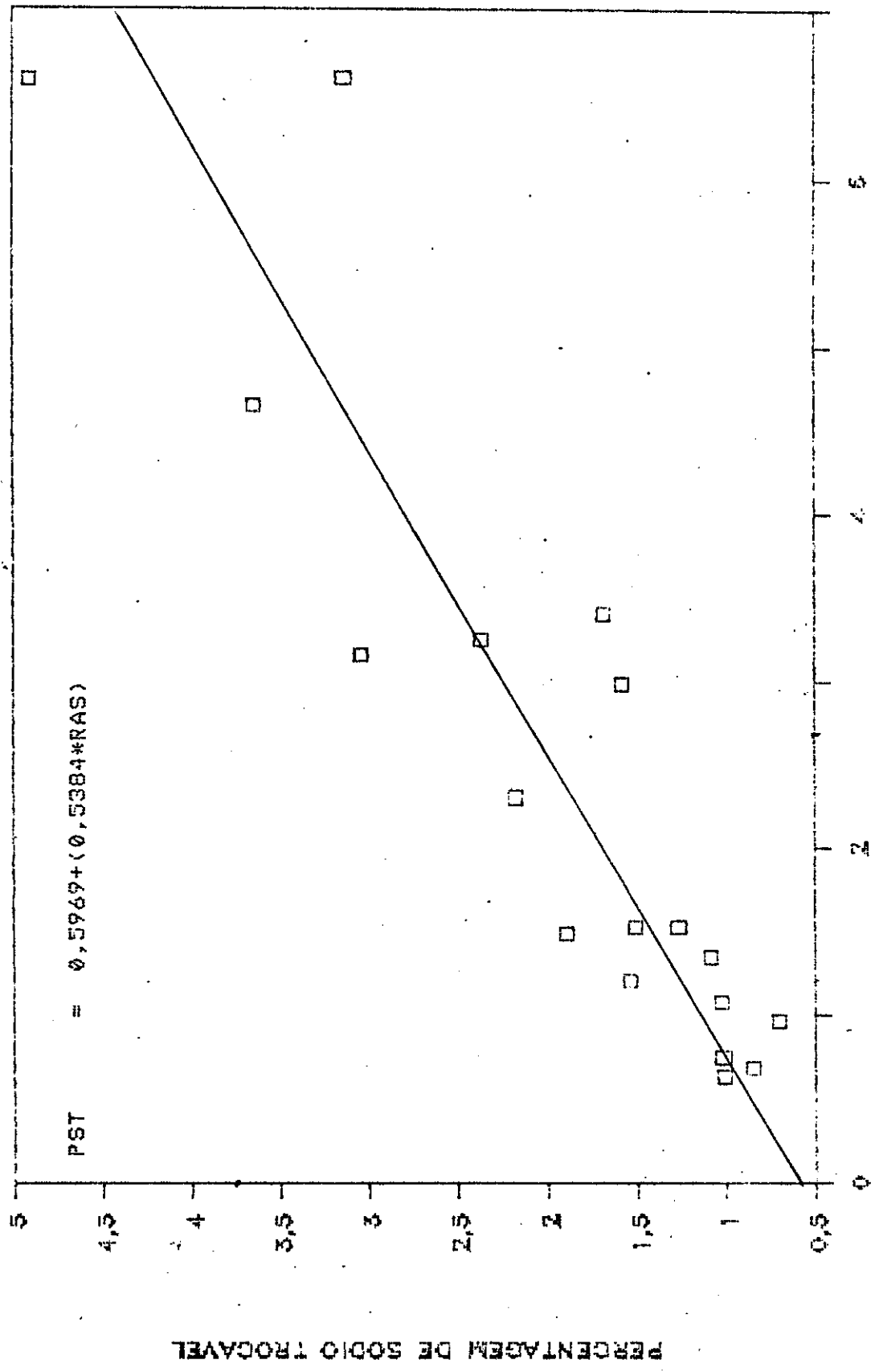


FIGURA 18- Diagrama de dispersão: Relação de adsorção de sódio do extrato X Percentagem de sódio trocável das amostras de solo

3- Considerações finais.

Embora os solos estudados na bacia Capiá-AI não apresentem problemas sérios quanto a sua utilização para irrigação, a água disponível além de apresentar atualmente vazões insuficientes, mostra severas limitações ao seu uso devido aos elevados índices de salinidade e RAS inclusive para as culturas tolerantes a salinidade.

Portanto é recomendável que antes de se implantar qualquer projeto de irrigação em grande escala sejam realizados ensaios de campo com projeto piloto em pequenas áreas que irão fornecer subsídios para estudar a viabilidade técnico-econômica da irrigação.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Os resultados analíticos das 107 amostras de águas superficiais nos dois períodos para a bacia do Capiá-AL, permitem as seguintes conclusões:

- 1- Conforme a classificação de RICHARDS (1954), na primeira coleta referente ao mês mais crítico do ano, 94,40 % das amostras são de águas com salinidade muito alta, 52,34 % são de águas com muito alto valor de RAS as quais não são indicadas para irrigação. No período das chuvas, segunda coleta, observou-se uma pequena queda para 93,46 % das amostras analisadas com salinidade muito alta e também uma diminuição para 52,30 % das águas com valor de RAS muito alta.
- 2- Com relação ao boro, apenas 2,80 % de todas as amostras analisadas nos dois períodos apresentaram concentração compreendida entre 0,7 e 3,0 ppm ou seja com problemas crescentes para a sua utilização.
- 3- Quanto ao Cl^- , na primeira análise realizada das amostras coletadas em março/1989, 94,40 % apresentam severos problemas para a sua utilização com valores acima de 10 meq/l. Para a segunda coleta 84,12% das águas tinham severos problemas.
- 4- Quanto ao sódio 63,55 % das amostras analisadas na primeira coleta tinham severos problemas para a sua utilização. As amostras de junho/1990 tinham 47,67 % das amostras com severos problemas.

5- As amostras analisadas apresentaram predominância de Cl^- e quantidades desprezíveis de CO_3^{--} para ambos períodos analisados com referência aos ânions.

6- Com relação ao pH, 15,89 % das amostras da primeira coleta não estão na faixa normal entre 6,5 e 8,4 . Para a segunda coleta todas as amostras apresentaram valores de pH na faixa normal.

7 - Quanto aos solos, detectou-se a existência de uma correlação linear significativa entre a RAS do extrato de saturação e a PST do solo.

8 - A água da bacia Capiá-AI não é recomendável para a utilização em irrigação, mesmo para culturas tolerantes, uma vez que apresenta altos teores de sais e elevadas RAS.

LITERATURA CITADA

- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*, 16: 139 - 80, 1964.
- AYERS, R. S & WESTCOT, D. W. *Water quality for agriculture*. Rome, FAO, 1976, 174 p. (FAO Irrigation and drainage paper 29).
- AYERS, R. S & WESTCOT, D. W. *Water quality for agriculture*. Rome, FAO, 1985, 174 p. (FAO Irrigation and drainage paper 29 Rev I).
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. Vicosa, UFV, 1987, 488 p.
- CAMACHO, A. M. *La salinización del suelo y del agua subterránea bajo una agricultura de riego diversificada*. Mexico, Secretaria de Recursos Hídricos, 1975, 34 p.
- CARVALHO, O. de. *Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas do nordeste*. Brasília, MINTER, 1973, 267 p.
- CHRISTIANSEN, 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, DNOCS/SUDENE/ EMBRAPA, 1978, 21 p.
- DONEEN, L. D. Salinization of soil by salts in the irrigation water. *Transactions American Geophysical Union*, 243 - 50 p. 1954.

- EATON, F. M. Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 62: 123 - 33, 1950.
- EMATER-AL. Relatório das atividades desenvolvidas em 1989. Macaíó, EMATER-AL. 1989. 66 p.
- EMATER-AL. Relatório das atividades desenvolvidas em 1990. Macaíó, EMATER-AL. 1990. 55 p.
- EMBRAPA-SNLCS. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA. 1979. s.p.
- GOES, E. S de. O problema de salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e ação da pesquisa com vista ao seu equacionamento. Recife, SUDENE. 1978. 20 p.
- GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 8.ed. São Paulo, Nobel, 1982. 430 p.
- HAUSENBULLER, R. L. ; HANGUE, M. A. & ABDUL WAHHAB. Some effects of irrigation waters of differing quality on soil properties. *Soil Science*, 20: 357-64, 1960.
- HELWEG, O. J. de M.; ASCE, D. A. & ASCE, A. M. Estimating irrigation and drainage. 15Z: 175 -88, 1980.
- HOFFMAN & PHOENE, C. Effect of constant salinity levels on water use efficiency of bean and cotton. *Transactions ASAE*, 14: 1202-06, 1971.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DE SÃO PAULO. Estudo de viabilidade técnico-econômico de irrigação das microrregiões sertão alagoano e Bataha AL. São Paulo, IPT. 1979 V. 1 e 2

- ISRAELSEN, O. W & HANSEN, V. E. *Principios y aplicaciones del riego*. 2 ed. Barcelona, Reveste, 1975. 397 p.
- KELLEY, W. P. Use of saline irrigation water. *Soil Science*, 6: 385-91, 1963.
- KOVDA, V. A. *Irrigation, drainage and salinity. An international source book*. Paris, Hutchisen/ UNESCO, 1973.
- LARAQUE, A. *Estudo e previsão da qualidade da água de acudes do Nordeste semi-árido brasileiro*. Recife, SUDENE, 1989. 97 p.
- Mc GEORGE, W. T. *The salinity problems. Safford experiment farm laboratory studies*. Tucson, University of Arizona. Technical Bull. 125, 1952. s.p.
- MELÔ, M. L. *Os agrestes*. Recife. SUDENE. 1980. 553 p.
- PALACIOS, O. V. & ACEVES, E. N. *Instructivo para el muestreo registro de datos e interpretacion de la calidad del agua para riego agrícola*. Chapingo, Colegio Postgraduados Escuela Nacional de Agricultura, 1970. 49 p.
- PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Fortaleza, SUDENE/DNOCS, 1976. 466 p.
- RICHARDS, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Washington, United States Salinity Laboratory, 1954, 160 p. (Agriculture Handbook, 60)
- SANTOS, J. A. S. *Efeito da temperatura, pré-embecção e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (Gossypium hirsutum L.)*. Campina Grande. Universidade Federal da Paraíba. 1981, 91 p.

- SCOFIELD, C.S. The salinity of irrigation water. Smithson, Inst. Ann. Ret, 1936. p. 275 - 87.
- SHAINBERG, I & OSTER, J.D. Quality of irrigation water. Bet Dagen, International Irrigation Center, 1978. 65 p.
- SHALHEVET, J. & KAMBUROV, J. Irrigation and salinity a world wide survey. New Delhi, ICID. 1976. 106 p.
- SOUZA, R. A. de. Qualidade de água de irrigação, controle de salinidade do solo e sua reabilitação. Petrolina, GEIDA/SUDENE/IICA/ CIDIAT, 1973. 66 p.
- STROGONOV, B. P. Physiological bases of salt tolerance of plants. Jerusalem, Israel Prog. Scient. Transl. 1964. 279 p.
- SUDENE. Levantamento exploratório - Reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Recife, 1975. 531 p.
- SUDENE. Relatório anual. Recife, 1977. 82 p.
- THOMAS, J. R. Osmotic and salt effects on growth of cotton. Agron. J., 22: 407-12, 1980.
- THORNE, D. W & PETERSON, H. B. Irrigated soils. Bombay, Mc Graw-Hill, 1954. 382 p.
- THORNE, J. P & THORNE, D. W. Irrigation waters of Utah. Utah. Agricultural Experiment Station, 1951. 64 p.
- VETTORI, L & PIERANTONI, H. Análise granulométrica. Novo método para determinar a fração argila. Rio de Janeiro, EPFS, 1968. Sp. (Boletim Técnico, 3).

- VOGEL, A. Textbook of macro and semimicro qualitative inorganic analysis. London, Longman Group, 1979. 665 p.
- 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. & 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. 8 p.
- WILCOX, L. V. Explanation and interpretation of analysis of irrigation waters. Washington. U. S. Department of Agriculture, 1948. 8 p.
- WILCOX, L. V. Determining the quality of irrigation water. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1958 6 p.
- WILCOX, L. V. Boron injury to plants. Washington. U.S. Department of Agriculture, 1960. 7 p.
- WPEF, A. A. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, 1980. 499 p.
- ZYLSTRA, G. & SALINAS, H. Y. Calidad del agua de riego. Petrolina. CPATSA, 1973. 9 p.

A P Ê N D I C E

APÊNDICE 1 - Metodologia para cálculo da RAS ajustada (RASaj), segundo AYERS & WESTCOT (1976) e SHAINBERG & OSTER (1978).

$$RASaj = RAS (1 + (8,4 - pHc))$$

No qual o pHc é expresso por :

$$pHc = (pK2 - pKc) + p(Ca^{++} + Mg^{++}) + p(Aik)$$

pK2 - é o logaritimo negativo da segunda constante de dissociação do H_2CO_3 . cujo valor é $5,6 * 10^{-11}$

pKc - é o logaritimo negativo da constante de solubilidade do $CaCO_3$, verifica-se o estado de saturação comparando-se o produto das atividades $\theta_c = [Ca^{++}] * [CO_3^{--}]$ ao produto de solubilidade da calcita (KPS), ou seja :

$KPS = [Ca^{++}] * [CO_3^{--}] / [CaCO_3] = 4,266 * 10^{-9}$ a $25^\circ C$ (LARAQUE, 1989). Onde o valor de KPS é uma constante termodinâmica, que depende da temperatura e da pressão.

$p(Ca^{++} + Mg^{++})$ - é o logaritimo negativo da concentração molar de Ca^{++} e Mg^{++} , e se obtém do somatório de $Ca^{++} + Mg^{++}$ em meq/l.

$p(Aik)$ - é o logaritimo negativo da concentração equivalente de $CO_3^{--} + HCO_3^-$ em meq/l.

$(8,4 - pHc)$ - é o índice de saturação de Langelier modificado por Bower et alii (1965) citado por AYERS & WESTCOT (1976).

A seguir são apresentados os valores para diferentes parâmetros em função da respectiva concentração.

APÊNDICE 1 (cont.).

PARÂMETROS PARA O CÁLCULO DO pHc

CONCENTRAÇÃO (meq/l)	(pK ₂ - pK _c)	p(Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺)	p(CO ₃ ⁻⁻ + HCO ₃ ⁻)
0,05	2,00	4,60	4,30
0,10	2,00	4,30	4,00
0,50	2,11	3,60	3,30
1,00	2,13	3,30	3,00
2,00	2,16	3,00	2,70
3,00	2,26	2,70	2,40
6,00	2,23	2,52	2,22
8,00	2,25	2,40	2,10
10,00	2,27	2,30	2,00
15,00	2,32	2,12	1,82
20,00	2,35	2,00	1,70
30,00	2,40	1,82	1,52
40,00	2,44	1,70	1,40
50,00	2,47	1,60	1,30
76,00	2,54	1,42	1,12

APÊNDICE 2 - Metodologia para o cálculo da RAS corrigida (RASc), se-
quando AYERS & WESTCOT (1985).

$$\text{RASc} = \frac{\text{Na}^+}{\left[(\text{Cax} + \text{Mg}^{++}) / 2 \right]^{1/2}}$$

onde:

Na^+ = teor de sódio na água de irrigação, meq/l.

Cax = teor corrigido de cálcio na água de irrigação, meq/l. Em base de salinidade e razão de $\text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{++}$. (ver os parâmetros a seguir para o cálculo)

Mg^{++} = teor de magnésio na água de irrigação, meq/l.

APÊNDICE 2 (cont.).

PARÂMETROS PARA O CÁLCULO DO C_{ax}

		SALINIDADE DA ÁGUA (mmhos/cm)											
		0,10	0,20	0,30	0,50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	8,00
	0,05	13,20	13,61	13,92	14,40	14,79	15,26	15,91	16,43	17,28	17,97	17,07	17,94
	0,10	8,31	8,57	8,77	9,07	9,31	9,62	10,02	10,35	10,89	11,32	12,01	12,56
R	0,15	6,34	6,54	6,69	6,92	7,11	7,34	7,65	7,90	8,31	8,64	9,17	9,58
A	0,20	5,24	5,40	5,52	5,71	5,87	6,06	6,31	6,52	6,86	7,13	7,57	7,91
Z	0,25	4,51	4,65	4,76	4,92	5,06	5,22	5,44	5,62	5,91	6,15	6,52	6,82
A	0,30	4,00	4,12	4,21	4,36	4,48	4,62	4,82	4,98	5,24	5,44	5,77	6,04
O	0,35	3,61	3,72	3,80	3,94	4,04	4,17	4,35	4,49	4,72	4,91	5,21	5,45
	0,40	3,30	3,40	3,48	3,60	3,70	3,82	3,98	4,11	4,32	4,49	4,77	4,98
	0,45	3,05	3,14	3,22	3,33	3,42	3,53	3,68	3,80	4,00	4,15	4,41	4,61
D	0,50	2,84	2,93	3,00	3,10	3,19	3,29	3,43	3,54	3,72	3,87	4,11	4,30
E	0,75	2,17	2,24	2,29	2,37	2,43	2,51	2,62	2,70	2,84	2,95	3,14	3,28
	1,00	1,79	1,85	1,89	1,96	2,01	2,09	2,16	2,23	2,35	2,44	2,59	2,71
	1,25	1,54	1,59	1,63	1,68	1,73	1,78	1,86	1,92	2,02	2,10	2,23	2,33
H	1,50	1,37	1,41	1,44	1,49	1,53	1,58	1,65	1,70	1,79	1,86	1,97	2,07
C	1,75	1,23	1,27	1,30	1,35	1,38	1,43	1,49	1,54	1,62	1,68	1,78	1,86
O	2,00	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26	1,31	1,36	1,40	1,48	1,54	1,63	1,70
J	2,25	1,04	1,08	1,10	1,14	1,17	1,21	1,26	1,30	1,37	1,42	1,51	1,58
/	2,50	0,97	1,00	1,02	1,06	1,09	1,12	1,17	1,21	1,27	1,32	1,40	1,47
C	3,00	0,85	0,89	0,91	0,94	0,96	1,00	1,04	1,07	1,13	1,17	1,24	1,30
a	3,50	0,78	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,94	0,97	1,02	1,06	1,12	1,17
	4,00	0,71	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,86	0,88	0,93	0,97	1,03	1,07
	4,50	0,66	0,68	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	0,82	0,86	0,90	0,95	0,99
	5,00	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,80	0,83	0,88	0,93
	7,00	0,49	0,50	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74
	10,00	0,37	0,40	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58
	20,00	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37
	30,00	0,18	0,17	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28

* - Segundo Suarez (1981), citado por AYERS & WESICOT (1985).

APÊNDICE 3 - Tolerância relativa ao boro (B) das principais culturas,
segundo AYERS & WESTCOT (1985).

ALTAMENTE SENSÍVEL (< 0,50 mg/l de B)

Limão (*Citrus limon*)
Amoreira preta (*Rubus spp*)

SENSÍVEL (0,50 - 0,75 mg/l de B)

Laranja (*Citrus sinensis*)
Cebola (*Allium cepa*)
Abacate (*Persea americana*)
Pessêgo (*Prunus persica*)

SENSÍVEL (0,75 - 1,00 mg/l de B)

Feijão (*Phaseolus vulgaris*)
Morango (*Fragaria spp*)
Batata doce (*Ipomea batatas*)
Amendoim (*Arachis hypogaea*)

MODERADAMENTE SENSÍVEL (1,00 - 2,00 mg/l de B)

Batatinha (*Solanum tuberosum*)
Cenoura (*Daucus carota*)
Pepino (*Capsicum annuum*)
Rabanete (*Raphanus sativus*)

MODERADAMENTE TOLERANTE (2,00 - 4,00 mg de B)

Milho (*Zea mays*)
Fumo (*Nicotina tabacum*)
Alface (*Lactuca sativa*)

TOLERANTE (4,00 - 6,00 mg/l de B)

Alfafa (*Medicago sativa*)
Sorgo (*Sorghum bicolor*)
Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

MUITO TOLERANTE (6,00 - 15,00 mg/l de B)

Algodão (*Gossypium hirsutum*)
Aspargo (*Asparagus officinalis*)

APÊNDICE 4 - Tolerância relativa ao sódio (Na^+) das principais culturas, segundo AYERS & WESTCOT (1985).

Sensível	Semi-Tolerante	Tolerante
Abacate (<i>Persea americana</i>)	Cenoura (<i>Daucus corota</i>)	Alfafa (<i>Medicago sativa</i>)
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)
Algodão na germinação (<i>Gossypium hirsutum</i>)	Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	
Milho (<i>Zea mays</i>)	Cebola (<i>Allium cepa</i>)	
Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	
Pêssego (<i>Prunus persica</i>)	Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	
Tangerina (<i>Citrus reticulata</i>)		
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)		

APÊNDICE 5 - Tolêrancia relativa ao cloreto (Cl^-) das principais culturas segundo AYERS & WESTCOT (1985) 1.

CULTURAS	MÁXIMA PERMISSIVIDADE Cl^-	
	Zona Radicular (meq/l)	Água de Irrigação (meq/l)
Abacateiro (<i>Persea americana</i>)	7,5 - 5,0	5,0 - 3,3
Laranjeira (<i>Citrus spp</i>)	25,0 - 10,0	16,6 - 6,7
Uvas (<i>Vitis spp</i>)	40,0 - 30,0	27,0 - 20,0
Frutas de caroço (<i>Prunus spp</i>)	25,0 - 7,5	17,0 - 5,0
Amoreira (<i>Rubus spp</i>)	10,0 - 5,0	6,7 - 3,3
Morangeira (<i>Fragaria spp</i>)	7,5 - 5,0	5,0 - 3,3

1- Adaptada de Maas (1984).

APÊNDICE 6 - A redução da produção de acordo com a condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação do solo e a CE da água de irrigação, AYERS & WESTCOT (1985).¹

CULTURAS	PRODUÇÃO ESPERADA									
	100 %		90 %		75 %		50%		0 %	
	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa	CEs	CEa
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	7,0	4,7	8,7	5,8	11,0	7,5	15,0	10,0	24,0	16,0
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13,0	8,7
Soja (<i>Glycine max</i>)	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10,0	6,7
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	3,0	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	12,0
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10,0	6,8	19,0	12,0
Milho (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Feijão fava (<i>Vicia faba</i>)	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12,0	8,0
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4
Batatinha (<i>Solanum tuberosum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0

1 - Adaptada de Maas & Hoffman (1977) e Maas (1984).

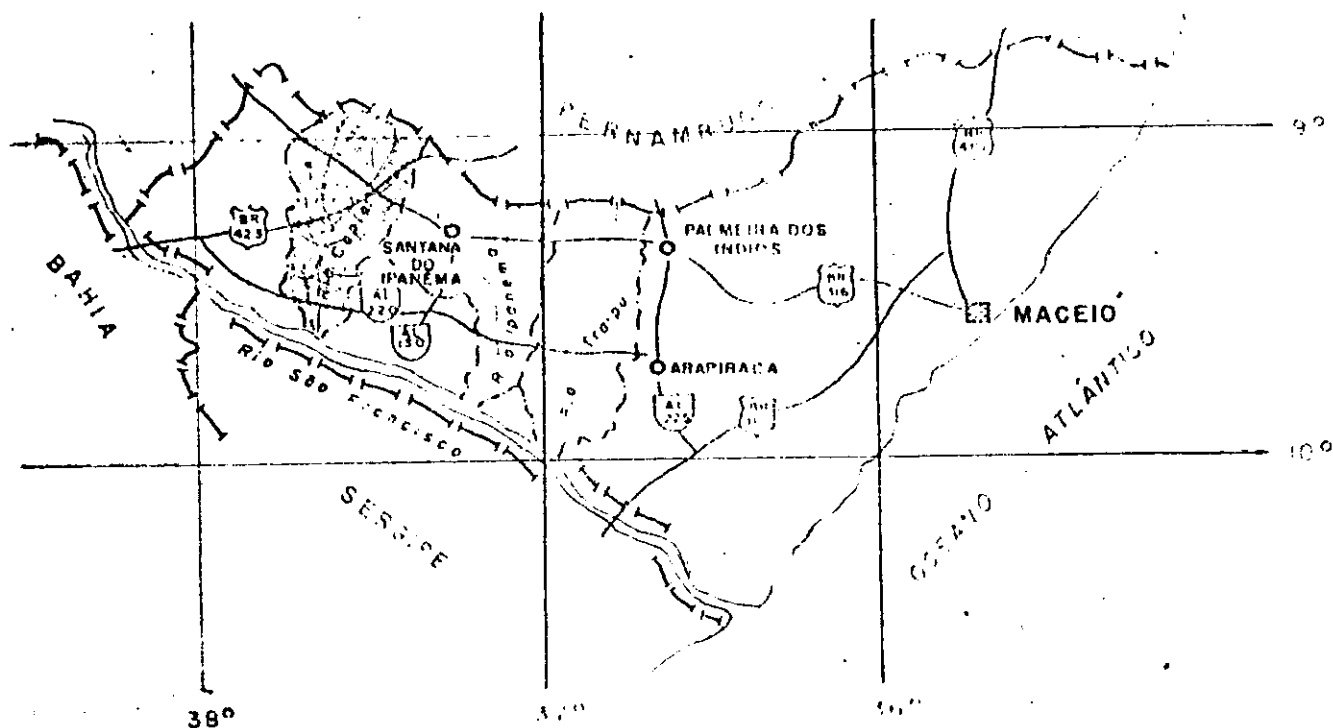
CEs - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em mmhos/cm a 25° C.

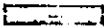
CEa - Condutividade elétrica da água de irrigação, em mmhos/cm a 25° C.

APÊNDICE 7 - Mapas de localização da área estudada e dos pontos de coleta da água e solo.

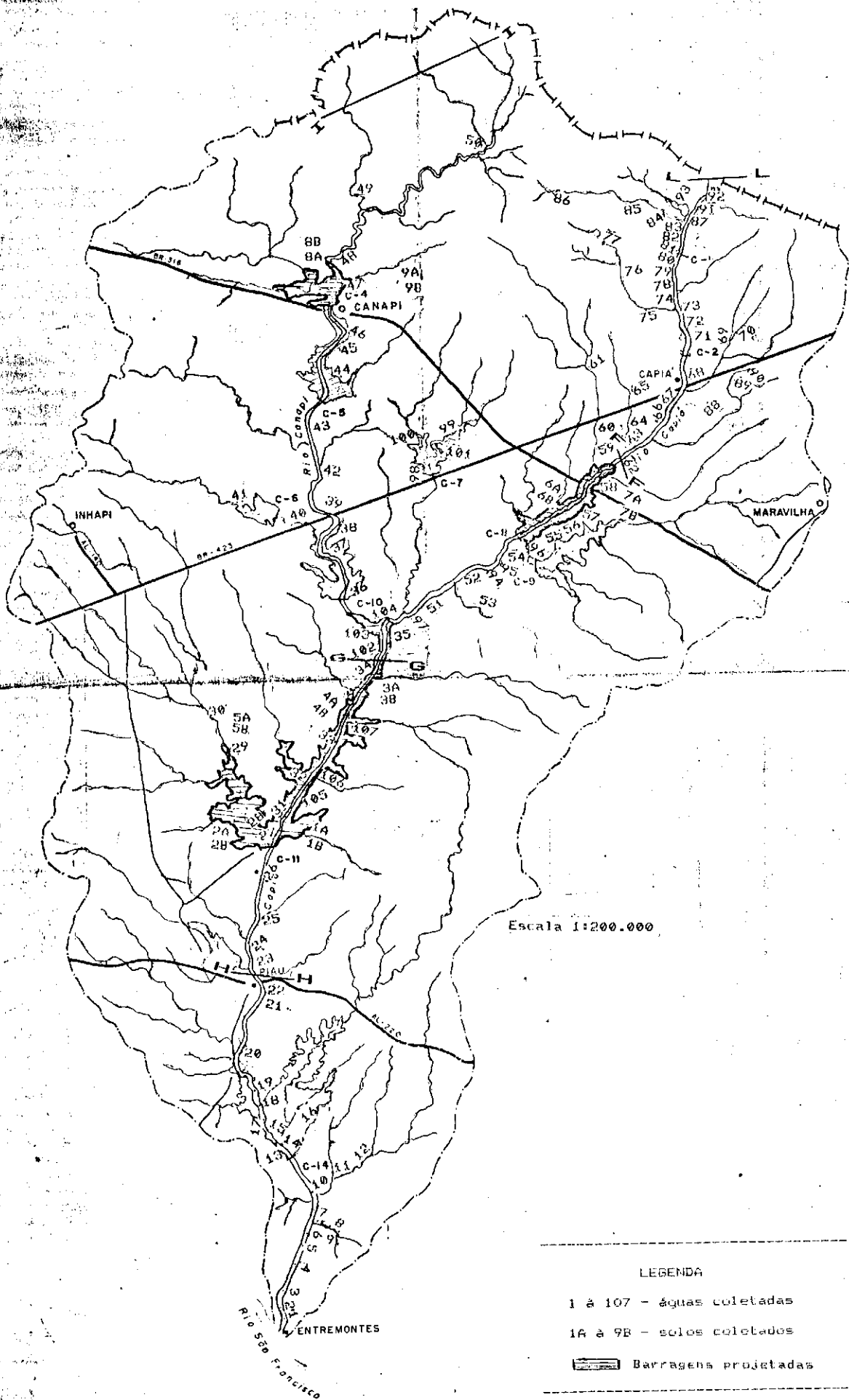
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

ESCALA - 1:2 500 000



 Bacia Capiá-AL

PONTOS DE COLETA DA ÁGUA E SOLO.




Escala 1:200.000

LEGENDA

1 à 107 - águas coletadas

1A à 9B - solos coletados

 Barragens projetadas

APÊNDICE 7 (cont.).

Localização das coletas das amostras de solo e água estudadas na
Bacia Capiá-AL.

LOCAL DE COLETA	AMOSTRAS DE ÁGUAS COLETADAS	AMOSTRAS DE SOLOS
Entre a rodovia AL 220 (pon- to H) e a foz do rio Capiá.	1 a 22	-
Entre a rodovia AL 220 (pon- to H) e o ponto G.	23 a 34 e 105, 106, 107	1A a 5B
Entre os pontos G e os pontos I e F.	35 a 61 e de 94 a 104	6A a 9B
Entre o ponto F e a divisa com o estado de Pernambuco (ponto L).	62 a 93 e 61,65	-

APÊNDICE 8 - Método turbidimétrico para determinação do sulfato (SO_4^{--}), segundo WPEF (1980).

1- REAGENTES:

- a - Reagente condicionante: Misturar 50ml de glicerol a uma solução contendo 30 ml de HCl concentrado, 300 ml de água destilada, 100 ml de álcool isopropil 95 % e 75 g de NaCl.
- b - Cloreto de bário em cristais (BaCl_2).
- c - Solução padrão de sulfato: Dissolver 147,9 mg de Na_2SO_4 em 1.000 ml de água destilada (100 mg de $\text{SO}_4/1$).

2- PROCEDIMENTO

- a - Formação de sulfato de bário:

Filtrar 50 ml da amostra através de papel de filtro (isento de sulfato), diluir o filtrado, se necessário. Em seguida adiciona-se 5 ml do reagente condicionante homogenizar a amostra e fazer uma primeira leitura de absorbância (ABS_0) a 420 nm com a finalidade de determinar a interferência da turbidez e cor da amostra. Após ser reconstituído o volume da amostra inicial com a reposição do volume utilizado para determinar-se o ABS_0 , adiciona-se uma medida de cloreto de bário em cristais (BaCl_2) levando-se ao agitador por 1 minuto. Logo após decorrido o tempo espera-se 4 minutos para se fazer a leitura de absorbância (ABS_4) no espectrofotometro, uma vez que decorrido este tempo teremos a máxima turbidez da amostra.

Para efeito do cálculo da concentração considera-se ($\text{ABS}_4 - \text{ABS}_0$), desta forma obtendo-se uma leitura de absorbância corrigida.

APÊNDICE B (cont.).

b - Curva de calibração :

Confeccionar uma curva de calibração para o espectrofotometro a ser utilizado para tal toma-se a solução padrão de sulfato, obtendo-se várias concentrações (0, 5, 10, 15, 20 ... 40 mg de $\text{SO}_4^{--}/\text{l}$), diluindo-a. Leva-se em seguida as diversas soluções obtidas para o espectrofotometro, utilizando o mesmo procedimento descrito para a formação de sulfato de bário. Em seguida plota-se os pontos encontrados para cada solução em um papel milimetrado onde o eixo do X corresponde as concentrações em mg/l e o eixo do Y as leituras de absorbância corrigidas com os pontos traçados no papel obtém-se a curva de calibração.

3- CALCULO

$$\text{mg SO}_4^{--}/\text{l} = \frac{C * D}{P}$$

C = Concentração de sulfato encontrada na curva de calibração.

D = Diluição da amostra.

P = Peso equivalente (48,03).

4- PRECISÃO E ACUIDADE

Uma amostra contendo 259 mg de $\text{SO}_4^{--}/\text{l}$ foi analisada em 19 laboratórios pelo método turbidimetrico apresentando um desvio de 9,1 % e um erro relativo de 1,2 %.

APÊNDICE B (cont.).

5- DISCUSSÃO

a - Princípio :

Os íons de sulfato são precipitados na forma de sulfato de bário (BaSO_4) mediante a ação de ácido clorídrico (HCl) e o cloreto de bário (BaCl_2).

A luz de absorbância de BaSO_4 mede no espectrofotometro a quantidade de íons sulfato na amostra com ajuda da curva padrão.

b - Detectação mínima na amostra:

Aproximadamente $1 \text{ mg SO}_4^{--}/\text{l}$.

APÊNDICE 9 - Metodologia para o cálculo do Balanço Iônico, segundo
 Scoeller (1962) citado por VOGEL (1979).

O balanço iônico foi realizado para aferir o erro das análises e verificar o grau de confiabilidade das análises.

Para execução do balanço utilizou-se os valores de ânions e cátions em meq/l. A diferença entre o somatório dos ânions e cátions em módulo dividida pela soma dos mesmos e multiplicada por 100, resulta no erro da análise (E), expresso em percentual.

$$E (\%) = \frac{(\text{somatório ânions} - \text{somatório cátions})}{(\text{somatório ânions} + \text{somatório cátions})} * 100$$

Esse erro deve ficar abaixo de determinados limites, para que a análise tenha os seus valores aceitáveis:

Q = 1 ; os resultados são considerados de primeira qualidade e os erros estão compreendidos entre valores < 5 % . Sendo de maior confiabilidade.

Q = 2 ; os resultados são considerados de segunda qualidade e os erros estão compreendidos entre os valores > 5 % e < 10 % . Utilizáveis com precaução.

Q = 3 ; os resultados são considerados de terceira qualidade e os erros estão compreendidos entre os valores >10 % . Não devendo ser utilizados as análises compreendidas nesta categoria.

APÊNDICE 10 - Quadros da ANOVA das regressões.

Somatório de cátions X CE
(1a. coleta março/89)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	208.175,50	1	208.175,50	3.253,42
Resíduos	6.718,59	105	63,99	
Total	214.894,09	106	-	-

$R^2 = 0,9687$

$r = 0,98$

Somatório de cátions X CE
(2a. coleta junho/90)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	60.014,09	1	60.014,09	1.802,36
Resíduos	3.496,28	105	33,30	
Total	63.510,97	106	-	-

$R^2 = 0,9449$

$r = 0,97$

APÊNDICE 10 (cont.).

Cloreto X CE
(1a. coleta março/89)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	197.146,45	1	197.146,45	5.989,68
Resíduos	3.456,01	105	32,91	
Total	200.602,46	106	-	-

$$R^2 = 0,9828$$

$$r = 0,99$$

Cloreto X CE
(2a. coleta junho/90)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	56.189,96	1	56.189,96	2.042,87
Resíduos	2.888,07	105	27,51	
Total	59.078,03	106	-	-

$$R^2 = 0,9511$$

$$r = 0,98$$

APÊNDICE 10 (cont.).

Sódio X CE
(1a. coleta março/89)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	91.602,95	1	91.602,95	2.766,87
Resíduos	3.476,24	105	33,11	
Total	95.079,19	106	-	-

$$R^2 = 0,9634$$

$$r = 0,98$$

Sódio X CE
(2a. coleta Junho/90)

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	16.909,97	1	16.909,97	247,34
Resíduos	7.178,55	105	68,37	
Total	24.088,52	106	-	-

$$R^2 = 0,7020$$

$$r = 0,84$$

APÊNDICE 10 (cont.).

Somatório de cátions global X CE

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	282.572,30	1	282.572,30	5.382,55
Resíduos	11.129,54	212	52,50	
Total	293.701,84	213	-	-

$$R^2 = 0,9621$$

$$r = 0,98$$

Cloro global X CE

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	262.186,10	1	262.186,10	7.271,86
Resíduos	7.643,64	212	36,05	
Total	269.829,74	213	-	-

$$R^2 = 0,9717$$

$$r = 0,99$$

APÊNDICE 10 (cont.).

Sódio global X CE

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	114.140,66	1	114.140,66	1.853,14
Resíduos	13.057,73	212	61,59	
Total	127.198,38	213	-	-

$$R^2 = 0,8973$$

$$r = 0,95$$

Porcentagem de sódio trocável X RAS

Fonte de Variação	Soma de quadrados	GL	Quadrado médio	F
Regressão	17,45	1	17,45	67,65
Resíduos	4,13	16	0,26	
Total	21,58	17	-	-

$$R^2 = 0,8088$$

$$r = 0,90$$