



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

ISSN 0100-997

27 FCAP **INFORME TÉCNICO**

SALINIZAÇÃO DO SOLO E POSSIBILIDADES AGRÍCOLAS DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE

José Raimundo Natividade Ferreira GAMA
Raimundo Evandro Barbosa MASCARENHAS
Reginaldo Luso FONTINHAS

Belém
2000



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO**

ISSN 0100-9974

**SALINIZAÇÃO DO SOLO E
POSSIBILIDADES AGRÍCOLAS DAS VÁRZEAS
DO LITORAL PARAENSE**

José Raimundo Natividade Ferreira GAMA
Raimundo Evandro Barbosa MASCARENHAS
Reginaldo Luso FONTINHAS

Belém
2000

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Ministro: Paulo Renato Souza

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

Diretor: Paulo Luiz Contente de Barros

Vice-Diretor: Italo Augusto de Souza Albério

COMISSÃO EDITORIAL

Edilson Rodrigues Matos

George Rodrigues da Silva

Haroldo Francisco Lobato Ribeiro

Manoel Malheiros Tourinho

Marly Maklouf dos Santos Sampaio

Virgílio Ferreira Libonati

Waldenei Travassos de Queiroz

EQUIPE EDITORIAL

Virgilio Ferreira Libonati

Nazaré Maria Araújo de Matos

Risonilda Maria de Mesquita Tavares

SECRETARIA

Socorro de Fátima da Silva Sampaio

ENDEREÇO

Av. Tancredo Neves s/n - Caixa Postal, 917

CEP 66.077-530 - Belém-Pará

Fone: (0xx91) 274-4518

e-mail: biblioteca@fcap.br

GAMA, José Raimundo Natividade Ferreira, MASCARENHAS, Raimundo Evandro Barbosa, FONTINHAS, Reginaldo. **Salinização do solo e possibilidades agrícolas das várzeas do litoral paraense.** Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2000. 54 p. (FCAP. Informe Técnico, 27)

ISSN 0100-9974

CDD - 631.4160914508115

CDU - 631.416(811.5:255)

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	6
2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE	7
3 ORIGEM DOS SAIS SOLÚVEIS NO SOLO	7
3.1 FONTES DE SAIS	7
3.2 SALINIZAÇÃO E ACUMULAÇÃO DE SÓDIO TROCÁVEL EM SOLOS	9
4 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS AFETADOS POR SAIS	10
4.1 SOLOS SALINOS	11
4.2 SOLOS SÓDICOS	12
4.3 SOLOS SALINO-SÓDICOS	12
4.4 SOLOS DO LITORAL	13
5 RIOS DO LITORAL PARAENSE E INFLUÊNCIA DA ÁGUA ..	16
6 VARIAÇÃO DOS TEORES DE SAIS NA ÁGUA	25
7 INFLUÊNCIA NA VEGETAÇÃO	40
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	45

SALINIZAÇÃO DO SOLO E POSSIBILIDADES AGRÍCOLAS DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE¹

José Raimundo Natividade Ferreira GAMA²
Raimundo Evandro Barbosa MASCARENHAS³
Reginaldo Luso FONTINHAS⁴

RESUMO: No litoral paraense, devido a influência do oceano, as águas dos rios que formam as várzeas são salinizadas em determinadas extensões e épocas do ano, sem que os produtores e técnicos saibam quantificar exatamente seus efeitos, bem como, as características das classes de solos existentes. Por estas razões, foi de grande interesse identificar a potencialidade dos solos dessa região para que fossem avaliados suas qualidades e seu aproveitamento em sistema intensivo de culturas alimentares e anuais. A identificação foi feita através do levantamento de solos a nível de reconhecimento, na escala de 1:100.000, considerando-se as propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas do solo e, localizando as áreas de influência de salinização obtendo mapas de aptidão. Para este trabalho, foram selecionados os rios principais que desembocam no litoral paraense com densidade demográfica expressiva. As descrições de solos foram efetuadas de conformidade com as normas e definições contidas no Soil Survey Manual (Estados Unidos. Department of Agriculture, 1993) e no Manual de Método de Trabalho de Campo (Lemos & Santos, 1996), e as análises físicas químicas, segundo Embrapa. SNLCS (1979). As coletas de solos e água foram feitas tanto no período de maior queda pluviométrica como também no menor período. Foram estabelecidos pontos estratégicos ao longo dos rios e, num intervalo de duas em duas horas, foram coletados, obedecendo a variação da maré vazante e enchente, objetivando a análise de sais solúveis contidos na água. O tipo climático no litoral paraense é do tipo Aw, com precipitação acima de 1750mm anual e temperatura média anual em torno de 26°C.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Salinidade, Classificação, Potencialidade, Várzea

¹ Aprovado para publicação em 18.04.00

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Professor Visitante da FCAP

³ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

⁴ Engenheiro Agrônomo, Técnico da Sectam

SOIL SALINITY AND AGRICULTURAL POTENTIALITIES OF WETLANDS IN PARÁ COAST

ABSTRACT: The rivers water of Pará coast are salty in determined periods of the year because of the influence of the ocean, and the producers do not have any knowledge of it's effect on the wetlands and the soil characteristics of these areas. The objectives of this research were to identify these soils, its chemical properties and the possibility of its utilization for food crops. Soil mapping was made by soil survey in a scale of 1:100.000 and determination of morphological, physical, chemical and mineralogical properties. Main rivers were selected to locate areas of salty influence. Soils description were made based on Soil Survey Manual definitions (Estados Unidos. Department of Agriculture, 1993) and in the Manual de Método de Trabalho de Campo (Lemos & Santos, 1996). Soil analysis were made according to Embrapa, SNLCS (1979). Soil and water samples were collected in the rainy and dry period of the year. Soluble salts of the water were determined in samples collected in strategic points of the rivers, at every two hours, observing tidal flux and reflux. The climate of Pará coast is AW, with annual precipitation higher than 1750 mm and mean annual temperature of 26°C.

INDEX TERMS: Soil Salinity, Soil Classification, Agricultural Potentialities, Wetland

1 INTRODUÇÃO

O interesse despertado pela potencialidade dos solos de várzeas, no incremento da produtividade agrícola, se tornou cada vez mais necessário quanto a busca de informações que orientem melhor o aproveitamento ou o uso adequado das terras.

Trabalhos sobre o comportamento das várzeas na região do litoral paraense compreendendo os rios da Vigia, Mocajuba, Gurupi, Marapanim, Maracanã, Caeté e Curuçá, são poucos, e permitem apenas afirmar que existem, em algumas áreas, solos de fertilidade alta, sem, contudo, conhecer a extensão dessas áreas. Por outro lado, no baixo curso desses rios, as águas são salinizadas sem que seja necessário conhecer a extensão dessas áreas e os limites de salinização, tanto nos solos como, principalmente, nas águas que permitam um cultivo intensivo nas regiões ou então sistematize um adequado sistema de produção e avaliando a aptidão das terras.

Segundo Lima (1956), há muitos anos vem sendo praticada uma agricultura em moldes rudimentares nas terras marginais periodicamente inundáveis na Amazônia, sem que haja perda de produtividade acentuada, capaz de comprometer os resultados econômicos. Nascimento & Homma (1984) referem-se a um retrocesso na produção agrícola a partir da mudança de orientação da agricultura das áreas de várzeas em favor das terras firmes, com a abertura dos eixos rodoviários na Região Amazônica.

As informações até o momento então obtidas sobre os solos de várzea do litoral paraense não puderam ser extrapoladas para outros locais, devido a uma série de fatores que se tornam peculiares a cada região existente.

Por essas razões, tornou-se de grande importância identificar a potencialidade desses solos com a finalidade de avaliar suas qualidades.

Este trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar os solos de várzeas da região do litoral paraense, visando a separação de áreas com maior índice de salinização proveniente de influência das marés, assim como fornecer subsídios à predição da performance desses solos na produção agrícola.

2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE

O litoral paraense contempla uma área expressiva com abrangência nos municípios de Colares, Vigia, São Caetano de Odivelas, Marapanim, Maracanã, Bragança, Augusto Correia e Viseu e está situado entre as coordenadas geográficas de 00°27' e 1°00' de latitude sul e 46°06' e 48°11' de longitude oeste de Greenwich (Figura 1).

O clima predominante é do tipo Ami, de acordo com a classificação de Köppen e baseado nas análises de parâmetros meteorológicos da superfície, (Bastos, 1984; Nimer, 1977; Sudene, 1971). O tipo de clima é caracterizado por um regime pluviométrico anual igual ou superior a 2 000 mm, com estação seca de 1 a 2 meses, de precipitação pluviométrica inferior a 60 mm.

3 ORIGEM DOS SAIS SOLÚVEIS NO SOLO

Solos afetados por sais contêm sais solúveis e/ou sódio trocável em quantidades suficientes para reduzir ou interferir no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (Kodva, 1973; Richards, 1954).

3.1 FONTES DE SAIS

Os sais solúveis do solo consistem, principalmente, de proporções diferentes dos cátions de sódio, cálcio e magnésio e dos ânions cloreto e sulfato. Os cátions potássio e os ânions carbonato, bicarbonato e nitrato se encontram, geralmente, em quantidades menores. As fontes primárias dos sais mencionados são os minerais primários que se encontram no solo e as rochas expostas na crosta terrestre. Durante o processo de intemperização química, que compreende hidrólise, hidratação, oxidação, carbonatação e dissolução, os elementos: cálcio, magnésio, enxofre, cloro e sódio são liberados, gradualmente, adquirindo maior solubilidade. Os íons carbonato e bicarbonato se formam como consequência da dissolução de CO₂ em água. O CO₃ pode ser de origem atmosférica ou biológica (Richards, 1954).

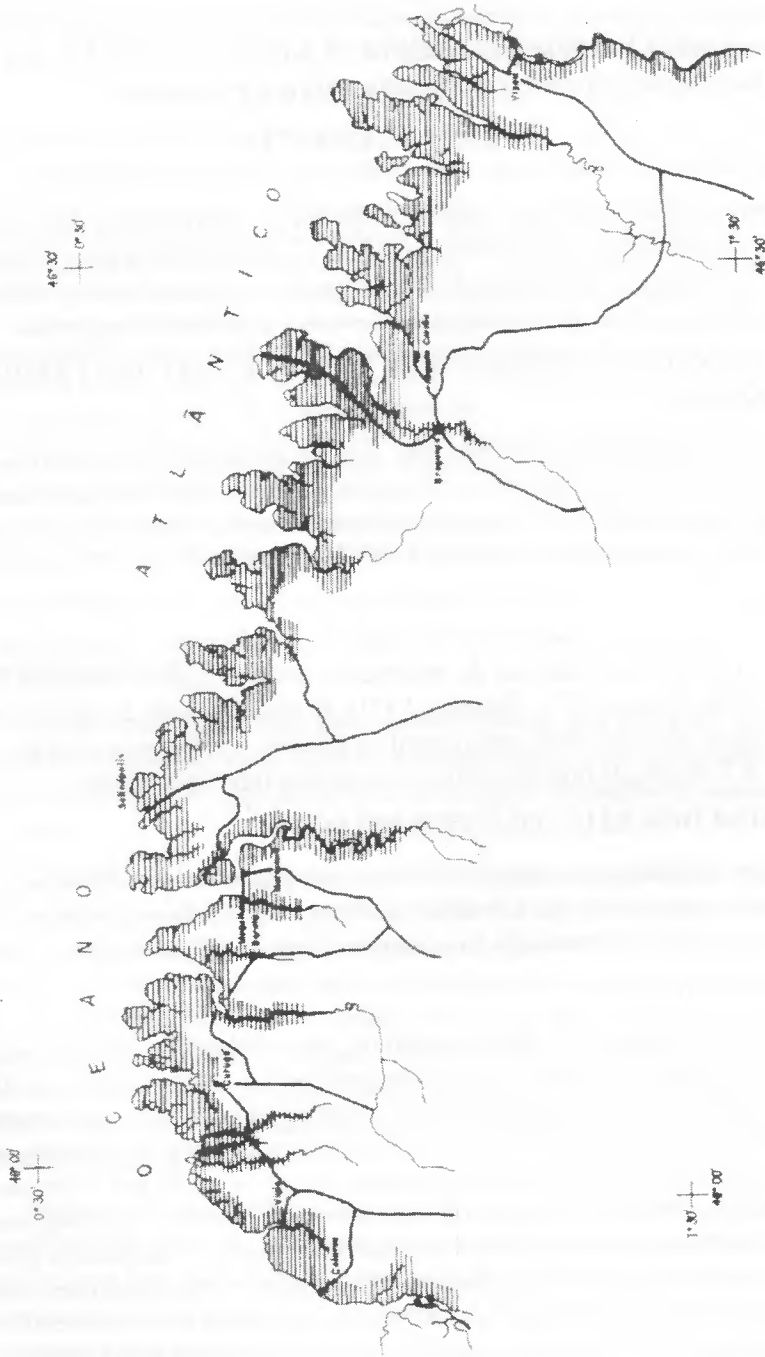


Figura 1 - Localização das várzeas e amostras de solos e de água no litoral paraense.

O oceano pode ser a fonte de sais em solos no qual o material está constituído por depósitos marinhos que se assentaram durante períodos geológicos antigos e que, a partir de então tenha emergido. Entretanto, é mais comum que a fonte direta desses sais sejam as águas superficiais e também as subterrâneas, cujo conteúdo alcalino depende do solo e do material geológico que tenha estado em contato com a água (Richards, 1954). As águas atuam como fonte de sais quando são usadas para irrigação e podendo, também, agregar sais ao solo quando inundam as terras baixas ou quando a água subterrânea se aproxima da superfície.

Outras fontes de sais secundárias como, por exemplo, os adubos, podem causar problemas de sais no solo. Os adubos podem causar um efeito osmótico inicial imediatamente após sua aplicação à proximidade da planta, mas, com a irrigação, os sais se distribuem no volume do solo correspondente à zona radicular para serem absorvidos pelas plantas, deixando um resíduo geralmente insignificante, a não ser que sejam aplicados em excesso e o solo tenha problemas de drenagem. Os adubos nitrogenados são, em geral, os maiores responsáveis pelo aumento de sais no solo, proporcionando diminuição no potencial osmótico, fundamentalmente nos solos mais argilosos (Malavolta, 1980). Resende (1976), observa que o nitrato de sódio é o fertilizante mais prejudicial ao solo do ponto de vista da salinidade, como também alguns outros com elevado índice salino e índice salino por unidade de nutriente. Daí a importância de evitar-se adubações de cobertura nos solos das zonas semi-áridas, principalmente nos perímetros irrigados.

3.2 SALINIZAÇÃO E ACUMULAÇÃO DE SÓDIO TROCÁVEL EM SOLOS

Segundo Pereira (1983), a acumulação de sais, alta retenção de bases e excesso de sódio trocável, em solos de regiões semi-áridas são decorrentes da baixa precipitação pluviométrica e alta taxa de evaporação, acarretando em déficit hídrico, que pode variar de 1 000 a 2 000mm por ano, dependendo da latitude e altitude. Os solos salinos encontram-se principalmente em zonas de clima árido e semi-árido. Em condições úmidas, os sais presentes originalmente nos materiais dos solos e os formados pela intemperização dos minerais primários, geralmente, são lixiviados às camadas inferiores, para a água subterrânea e, finalmente, transportados ao oceano (Richards, 1954).

Nas regiões áridas e semi-áridas, os sais não são lavados no perfil do solo. Isso ocorre porque a precipitação é insuficiente para promover a lavagem dos sais, mas, também, devido à elevada evaporação, que tende a concentrar os sais nos solos e na água superficial (Richards, 1954).

O problema de salinidade de maior importância econômica é aquele devido à irrigação, quando um solo não salino se torna salino (Macedo, 1988; Pereira, 1983). O aparecimento de solos salinos em áreas submetidas à irrigação está condicionado, principalmente, a fatores como concentração e composição das águas de irrigação, existência ou formação de lençol freático, características químicas e físicas do solo e da água. Em função da concentração de sais na água de irrigação e a proporção entre os mesmos, pode ocorrer tanto acumulação de sais como de sódio trocável ou de ambos (Pereira & Andrade, 1984).

A drenagem das águas com sais das terras mais altas pode elevar o nível do lençol freático das terras baixas, formando lagos salgados permanentes. Em tais condições, o movimento ascendente da água subterrânea e a evaporação da superfície dá origem à formação de solos salinos (Richards, 1954).

Considerando que os cátions adsorvidos podem ser trocados com os cátions da solução do solo, é de se esperar que a proporção dos vários cátions no complexo de troca esteja relacionado com a sua concentração na solução do solo.

O cálcio e o magnésio são os principais cátions que se encontram na solução do solo e no complexo de troca dos solos normais das regiões áridas. Quando nesses solos se acumulam um excesso de sais solúveis, geralmente é o cátion sódio que predomina na solução do solo e, dessa forma, pode ser o cátion predominante no complexo de troca, devido à precipitação dos compostos de cálcio e magnésio na forma de carbonatos. À medida que a solução do solo concentra em consequência da evaporação ou da absorção pelas plantas, ocorre precipitação do $MgCO_3$ e $CaCO_3$, causando aumento na concentração salina do sódio, originando solos com alta percentagem de sódio trocável (Richards, 1954).

O aumento nas concentrações de sal e de sódio trocável pode acontecer nos solos sob irrigação, mesmo com a água de qualidade boa, isso porque toda água de irrigação contém sais solúveis em maior ou menor quantidade que, dependendo das condições podem ficar acumulados nos solos, e com o tempo atingir limites que restrinjam o desenvolvimento das culturas (Pereira & Andrade, 1984).

4 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS AFETADOS POR SAIS

Existem várias classificações para solos afetados por sais, cada uma com suas vantagens e desvantagens. As três classificações mais importantes, segundo Cordeiro (1988), são a Russa, a Francesa e a Americana. Todavia, a classificação mais usada é a Americana, baseada na classificação proposta pelo "U.S. Laboratory Staff em 1954", (Tabela 1), e que é baseada no pH, condutividade

elétrica do extrato de saturação (CE) e porcentagem de sódio trocável (PST). Essa classificação é empírica, não se fundamenta em critérios pedogenéticos, mas em práticas de manejo e comportamento das culturas nesses solos (Pereira, 1983).

Recentemente, o "Terminology Committee of the Soil Science Society of the America", segundo Pereira (1983), recomenda a substituição do parâmetro PST pela Razão de Adsorção de Sódio (RAS) do extrato de saturação, sendo 13 o valor limite acima do qual o solo é considerado salino quando a CE é maior que 2mmhos/cm, pois, o valor de 4 mmhos/cm tem causado sérios danos de toxidez em algumas espécies de plantas cultivadas.

TABELA 1 - Classificação dos solos segundo "U.S. Salinity Laboratory Staff"

Solos	CE (mmhos/cm)	PST	pH
Normais	< 4	< 15	< 8,5
Salinos	> 4	< 15	< 8,5
Salino-sódicos	> 4	> 15	< 8,5
Sódicos	< 4	> 15	> 8,5

O cálculo da RAS é feito em função dos teores de sódio, cálcio e magnésio, expressos em $\text{cmol}_c/\text{kg}^{-1}$, do extrato de saturação, de acordo com a fórmula:

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

4.1 SOLOS SALINOS

Os solos salinos caracterizam-se por apresentarem elevadas concentrações de sais solúveis. Estes sais são constituídos, principalmente, dos íons: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- e SO_4^{2-} e em, quantidades menores, os íons: K^+ , HCO_3^- e NO_3^- (Richards, 1954). Os teores de sais de sódio são relativamente baixos em relação aos sais de cálcio e magnésio, por isso o PST é sempre inferior a 15%. Além dos sais prontamente solúveis, encontram-se, às vezes, sais de baixa solubilidade, como sulfato de cálcio, carbonato de cálcio e carbonato de magnésio.

Normalmente, os solos salinos de origem aluvional possuem boas características físicas que permitem a sua recuperação com lavagem e manejo apropriados (Allison, 1964), voltando a ser solos normais. Estes solos quase sempre se apresentam flocculados devido a um excesso de sais e ausência de quantidades significantes de sódio trocável. Em consequência, a permeabilidade é maior ou igual à dos solos normais (Richards, 1954).

Devido ao movimento ascendente de sais e a evaporação intensa, pode surgir uma “crosta branca” de sais na superfície desses solos, correspondentes aos descritos por Gedraiz na Rússia, como Solonchack, e por Hilgard nos Estados Unidos, como “alcali branco” (Richards, 1954).

4.2 SOLOS SÓDICOS

Os solos sódicos apresentam baixos teores de sais solúveis, mas contêm sódio trocável acima de 15%. Além do efeito específico do sódio sobre o solo e plantas, o pH elevado, normalmente entre 8,5 e 10,0, pode provocar a diminuição da disponibilidade de Fe, Zn, Mn, P e diminuição de toxicidez de Al (Pereira, 1983).

O efeito do sódio é mais sobre o solo, causando dispersão dos colóides e diminuindo a permeabilidade, dificultando o manejo e afetando o crescimento das plantas devido a baixa penetração da água e aeração deficiente. Da argila que se dispersa devido ao sódio, parte é transportada para baixo dando origem à estrutura colunar típica dos solos sódicos (Richards, 1954).

Uma outra característica desses solos, é a coloração escura na superfície em decorrência da solubilização e precipitação da matéria orgânica dispersa, que se deposita na superfície devido à evaporação. Em face de tais características, esses solos foram denominados de alcali negro nos Estados Unidos (Pereira, 1983).

Pode ocorrer que o horizonte superficial de alguns solos sódicos (PST > 15%) tenha pH ácido (<6,0) devido à ausência de cálcio e presença de H⁺, entretanto apresentam características físicas de solos sódicos. Estes solos são denominados de solos alcalinos degradados, de acordo com Richards (1954).

4.3 SOLOS SALINO-SÓDICOS

Solos salino-sódicos são resultantes dos processos combinados de salinização e sodificação (Richards, 1954). Caracterizam-se pelo excesso de sais solúveis e sódio trocável. As características físicas destes solos são semelhantes à dos solos normais, porém se os sais solúveis são removidos (irrigação, chuvas pesadas), tais solos adquirem rapidamente as características de solo sódico. A medida que a concentração de sais solúveis diminui, parte do sódio adsorvido se hidrolisa, formando NaOH que reage com o CO₂ do meio dando origem a Na₂CO₃. De acordo com Allison (1964) e Richards (1954), em qualquer um dos casos o pH se eleva e os colóides se dispersam, dificultando, assim, o movimento de ar e água e, em consequência, o manejo e o desenvolvimento radicular das plantas.

4.4 SOLOS DO LITORAL

Os solos das áreas de várzeas do litoral paraense são de natureza hidromórfica e foram desenvolvidos em sedimentos constituídos por argila, silte e areias do período Holoceno, resultante do transporte e deposição efetuados pelas resultantes das marés e enchentes no período de maior queda pluviométrica. Isto, decorre da maioria dos rios que desembocam no litoral paraense. Sofrem influência dos sedimentos transportados pelas águas do rio Amazonas e são caracterizados por planícies fluviais e pluviomarinhas oriundas de sedimentos recentes e por diques marginais, parcialmente inundáveis, com acréscimos periódicos de aluvião, constituindo rias e mangues.

Nas áreas que predomina a vegetação de mangue, os solos apresentam alto índice de salinidade, diminuindo esses índices na época de maior queda pluviométrica, devido a água das chuvas exercer um papel de agente diluente e lixiviante dos excessos de sais.

A vegetação que os recobrem é caracterizada por dois tipos: um que recebe influência marinha, representada por uma vegetação pioneira de mangue e ciperáceas cujas árvores apresentam raízes epígeas, próprias dos manguezais; e o outro tipo do grupo de formação quaternária aluvial influenciada ou não pelas águas dos rios, de estrutura complexa, densa e rica em palmáceas, tais como o açáí (*Euterpe oleracea* sp) e buriti (*Mauritia flexuosa* L.), e outras árvores emergentes providas de raízes escoras tabulares chamadas de sapopemas.

O relevo onde se localizam é plano com áreas abaciadas representado por um emaranhado de furos e igarapés, marcando um complexo ainda em evolução.

De modo geral são solos pouco desenvolvidos e não apresentam estrutura definida, onde a influência da salinidade é alta por causa da inundaçãocrescente. São de fertilidade natural alta, evidenciado pelos valores elevados de soma de bases e capacidade de troca de cátions. São, de maneira geral argilosos a muito argilosos, evidenciando uma maior concentração de sedimentos mais finos nas águas das marés. Os valores de pH em água variam de 3,7 a 7,0, com valores predominantes superiores a 5,0, que imprime reação extremamente ácida a alcalina a estes solos. A soma de bases na maior parte dos solos é bastante alta com teores variando de 2,8 a 36,6 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo; a capacidade de troca de cátions apresenta valores também bastante elevados em grande parte dos solos, variando de 12,0 a 49,2 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo, com predominância de teores acima de 24 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de argila, indicando uma dominância de minerais de argila de atividade alta e saturação por base variando de 12 a 99%, com valores dominantes acima de 50%, determinando o caráter eutrófico à maioria dos solos.

Os teores de sódio trocável nesses solos, até onde recebem influência das águas marinhas, variam de 0,05 a 8,65 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo, com predominância dos teores normalmente acima de 2 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo, enquanto nos sais solúveis os valores médios de sódio variam de 0,40 a 36,52 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo. A condutividade elétrica varia de 0,63 a 25,0 mmhos/cm, indicando um alto nível de salinidade à maior parte desses solos (Tabela 2).

Os solos encontrados, na sua identificação e características diferenciais permitiram a sua classificação, em:

Glei Pouco Húmico Sódico Salino textura argilosa e muito argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano;

Glei Pouco Húmico textura muito argilosa fase floresta equatorial de relevo plano;

Glei Pouco Húmico Salino textura argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano;

Solo Aluvial Álico textura média e argilosa fase floresta equatorial de várzea relevo plano;

Solo Aluvial Salino textura argilosa e muito argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano; e

Solos Salino Indiscriminado de mangue textura muito argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano.

TABELA 2 - Características físicas e químicas dos solos do litoral paraense

HORIZ.	MATIZ	pH H ₂ O	GRANULOMETRIA			100 Na T	C.E. do extrato mmhos/cm 25°C	SAIS SOLÚVEIS			
			Areia	Silte	Argila			Ca ⁺⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺
cmol _c /kg ⁻¹ de TF											
GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO											
A ₁	10YR	3,7	2	31	67	2	0,63				
C	10YR	3,9	2	21	77	1	-	-	-	0,20	0,40
SOLO ALUVIAL EUTRÓFICO TEXTURA ARGILOSA											
A ₁	10YR	4,7	2	35	63	2	1,8	-	-	0,08	0,90
C ₂	10YR	4,4	2	33	65	3	--	-	-		
GLEI POUCO HÚMICO SALINO SÓDICO											
A	10YR	5,8	2	21	77	22	4,93	1,0	5,3	0,33	7,85
C	10YR	6,5	2	24	74	37	4,98	0,5	10,2	1,15	8,49
GLEI POUCO HÚMICO SALINO											
A	10YR	6,2	2	36	62	17	5,36	1,1	2,6	0,17	7,02
B _g	10YR	5,7	2	34	64	10	7,49	2,3	7,7	0,92	18,02
C _g	2,5Y	5,3	2	40	58	14	7,76	3,8	9,5	1,00	19,04
SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO											
A	10YR	5,3	2	38	60	19	24,4	-	-	0,59	24,59
IIC	10YR	5,7	2	48	50	19	25	-	-	0,49	21,22
GLEI POUCO HÚMICO SÓDICO											
A	10YR	4,8	12	44	44	14	3,8	-	-	0,07	3,63
C	2,5Y	5,0	3	51	46	15	3,7	-	-	0,07	3,45
SOLO SALINO INDISCRIMINADO											
A	10YR	5,5	7	20	73	25	5,5	1,2	0,6	0,92	31,20
C	2,5Y	7,0	3	20	77	17	5,6	0,4	0,6	0,82	36,52

5 RIOS DO LITORAL PARAENSE E INFLUÊNCIA DA ÁGUA

Os principais rios que desembocam no litoral paraense e com expressiva densidade demográfica são: rio da Vigia, Mojuím, Mocajuba, Curuçá, Marapanim, Cuinarana, Maracanã, Pirabas, Japerica, Caeté e Gurupi.

A extensão de suas várzeas salinizadas ou não pela influência das águas do oceano é variada e as distâncias das principais localidades são mostradas na Tabela 3 e Figuras 2 a 5 de acordo com o tipo de vegetação existente e sais solúveis no solo.

A maior parte das várzeas dos rios que banham a região do litoral paraense, apresentam alto teor de sódio na forma trocável e sais solúveis, até onde ocorre influência da água do mar por efeito das marés.

Os resultados médios das análises de água coletadas na vazante e na enchente, apresentam alta salinidade principalmente naquelas com maior influência das marés, na maioria das amostras coletadas. Apresentam resultados com marcante diminuição da foz dos rios para o interior, com teores de Na^+ variando nas águas do litoral na ordem de 0,20 a 384,40 $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ (Tabela 4).

Determinados rios que desembocam no litoral paraense e que sofrem influência da inundação das águas do oceano são salinizados, sem que soubéssemos exatamente até que ponto de extensão, ao longo dos rios, e os teores de sais salinos influenciaram na utilização ou não das várzeas.

A importância na determinação e identificação dos sais solúveis contidos nas águas dos rios é fundamental, pois suas quantidades refletem de modo direto ou indireto na utilização de sistemas produtivos de agricultura e avaliação da aptidão agrícola das terras.

Os solos existentes nas várzeas do litoral paraense estão diretamente correlacionados, em alguns trechos, com a dependência salina existente, para sua utilização racional. Por essa razão, os teores de sais e o limite em extensão até onde penetra a influência salina das várzeas ao longo dos rios são de uma importância fundamental para identificar a potencialidade dos solos, avaliar suas qualidades e seu aproveitamento em sistema intensivo de produção com culturas perfeitamente adaptáveis às condições intrínsecas.

Tabela 3 - Distância aproximada nos rios entre o oceano e locais determinados

Rio	Local	→ ←	Oceano km
Da Vigia	Vigia		8
	Porto Salvo		19
	Penhalonga		30
Mojuim	São Caetano		11
	Páscoa		34
	Guajará		46
	Tujuí		25
Mocajuba	Murajá		16
	Nazaré do Mocajuba		32
Curuçá	Abade		20
	São Paulo		20
	Ponta de Ramos		24
Marapanim	Cafezal		20
	São Vicente		32
	Marudazinho		46
	Matapiquara		54
Cuinarana	Magalhães Barata		28
Maracanã	Bom Jesus		16
	Aricuru		24
	Maracanã		26
	São Lourenço		40
	Pauxis		60
	Porto Seguro		72
	Tintateua		86
	Livramento		96
Pirabas	Pirabas		12
Japerica	-		24
Caeté	Bacuriteua		28
	Bragança		40
	Fazendinha		83
Gurupi	Viseu		24
	São José		83

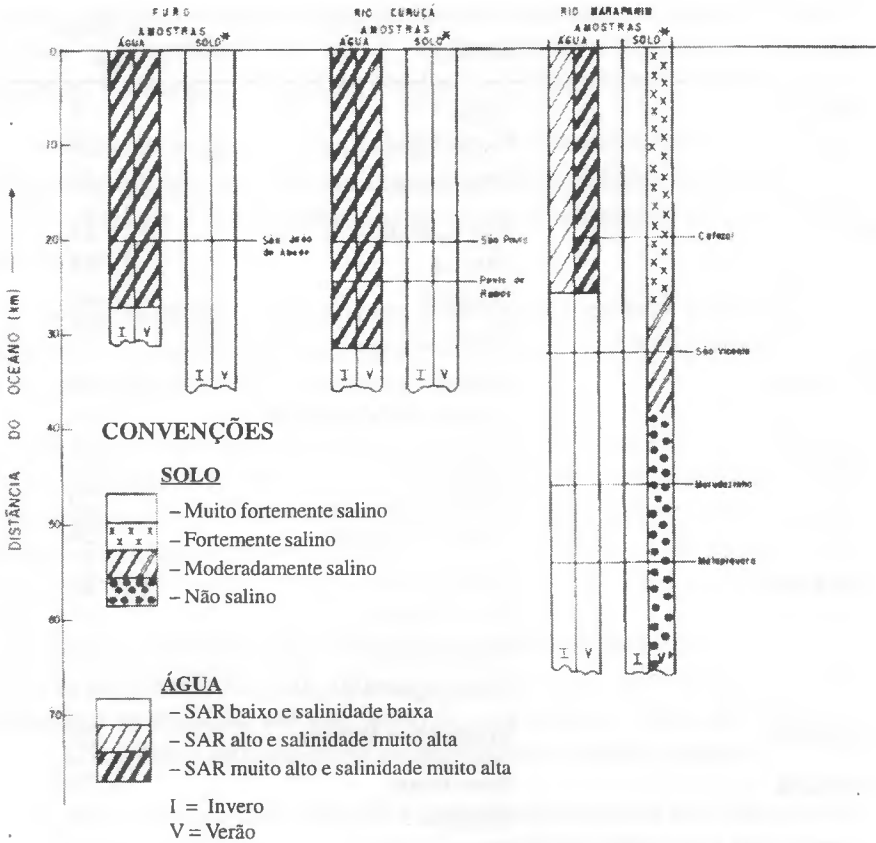
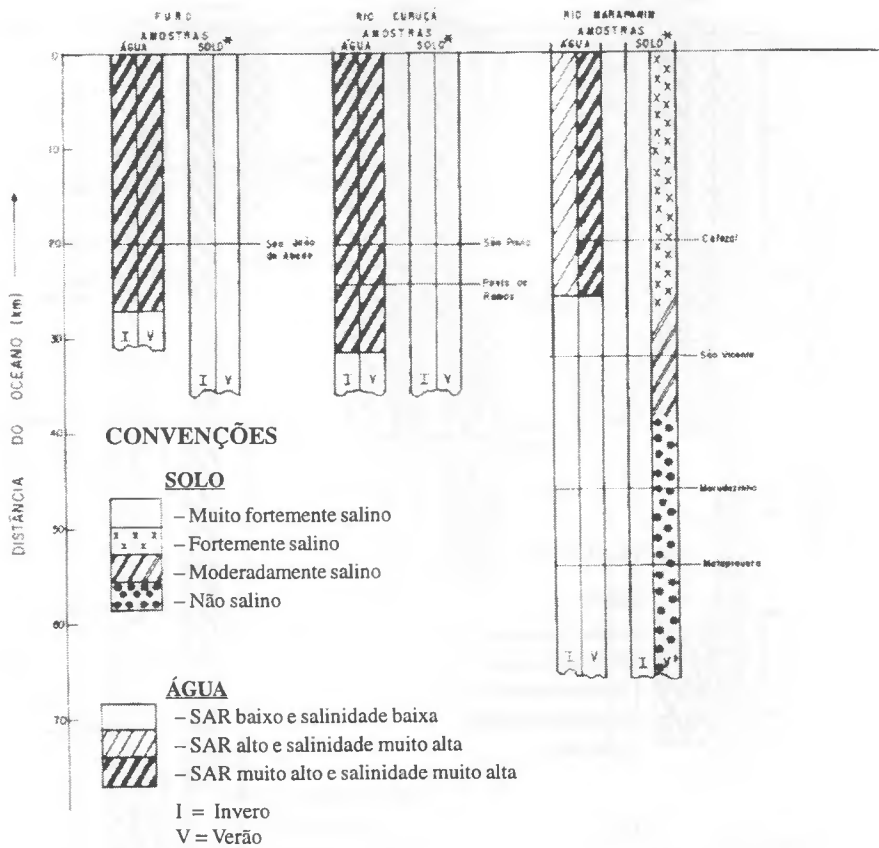


FIGURA 2 - Salinidade, em função da distância para o oceano, nos rios da Vigia, Mojuim e Mocajuba.



* - C.E. do extrato de saturação do solo - mmhos/cm 25°C

FIGURA 3 - Salinidade, em função da distância para o oceano, nos rios da Curuçá, Marapanim e Furo.

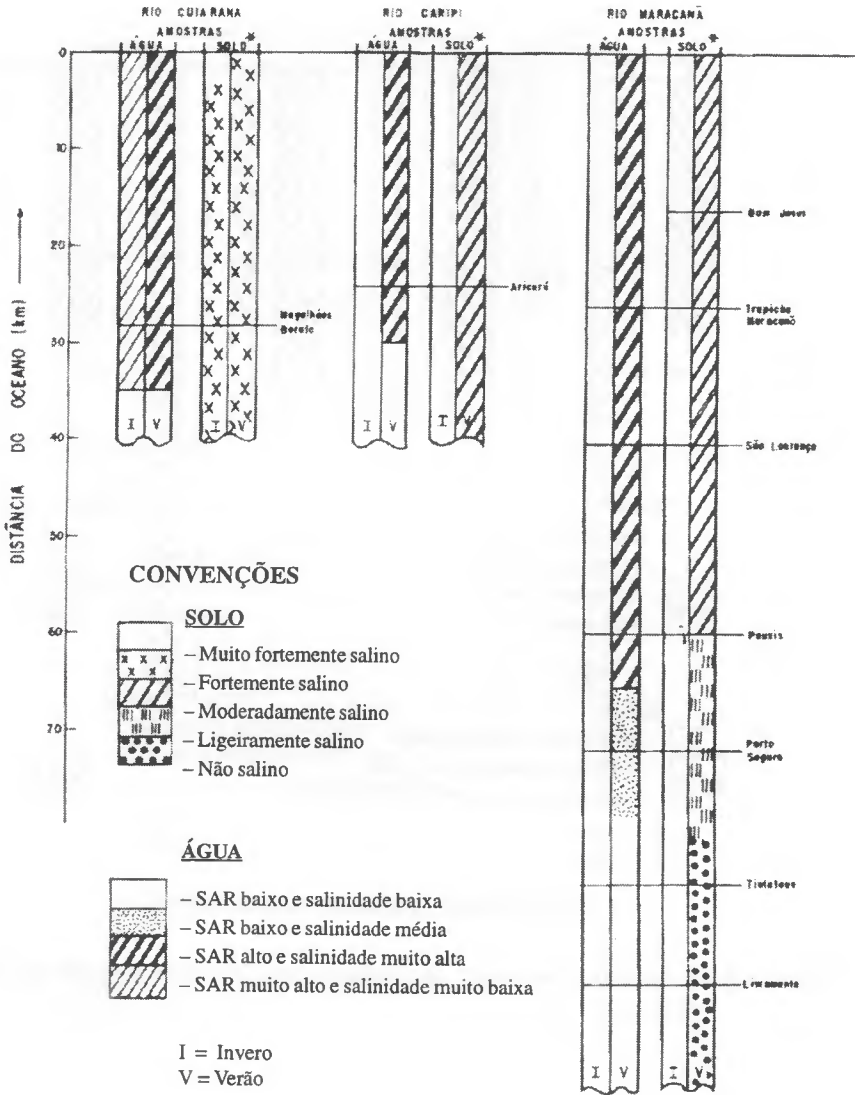


FIGURA 4 - Salinidade, em função da distância para o oceano, nos rios Cuiarana, Caripi e Maracanã.

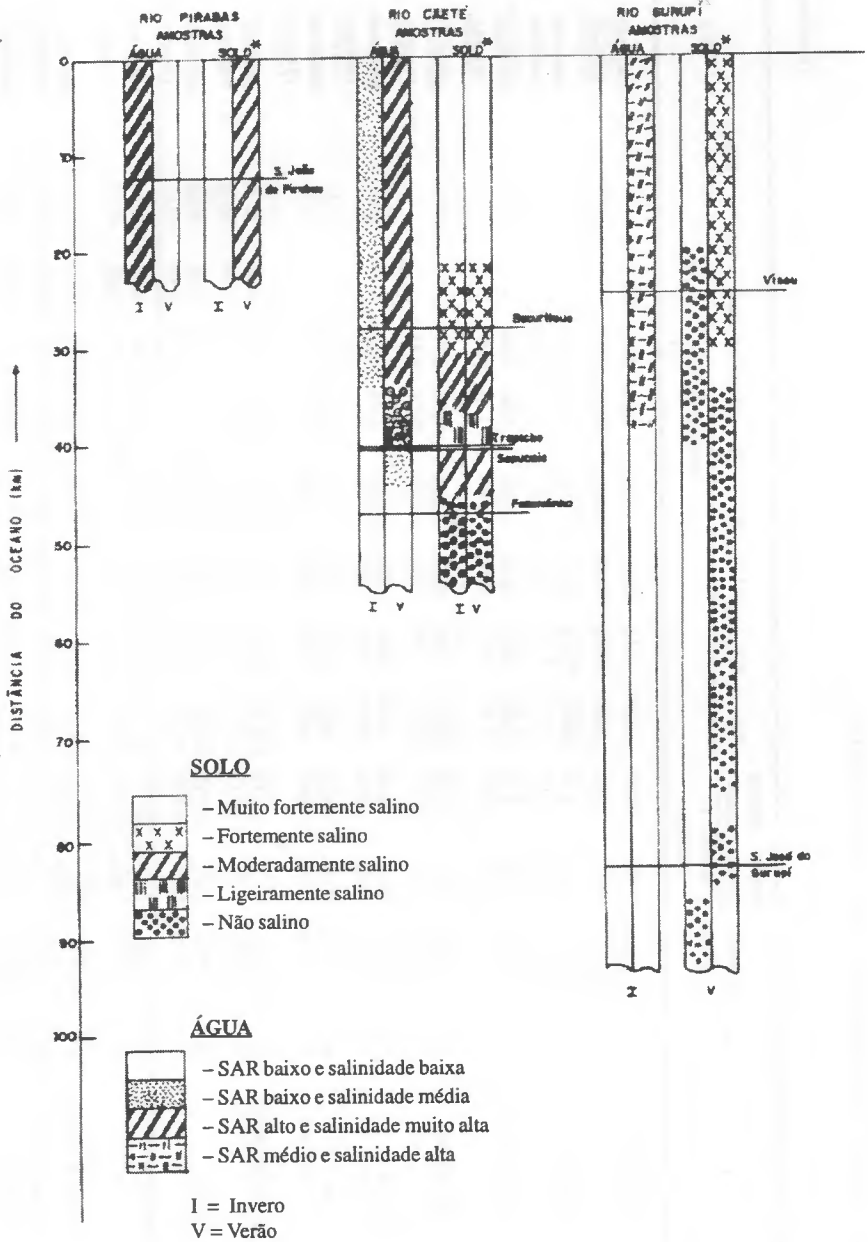


FIGURA 5 - Salinidade, em função da distância para o oceano, nos rios Pirabas, Caeté e Gurupi.

22 TABELA 4 - Análise físico-química da água. Valores médios.

(continua)

Rio	Local	Ph	Conduct. $\mu\text{S/cm}$	Alcalin. Dureza		Na	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Cl	HCO ₃ ⁺	CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	OBS.
				Total	Total										
mmol/L															
				mmol/L											
				CaCO ₃											
DA VIGIA	Penhalonga	4,6	310,00	0,46	0,95	1,75	0,16	0,33	0,62	2,08	0,46	-	-	-	enchente
		4,7	353,33	0,63	1,11	1,84	0,18	0,37	0,73	2,58	0,63	-	-	-	vazante
	Ponto Salvo	4,5	322,67	0,47	0,74	2,09	0,19	0,37	0,42	2,44	0,47	-	-	-	enchente
		4,6	277,33	0,59	0,97	1,72	0,17	0,37	0,59	2,12	0,59	-	-	-	vazante
Sede	4,5	188,93	0,50	0,76	1,47	0,14	0,32	0,44	1,82	0,50	-	-	-	enchente	
	4,4	226,66	0,60	0,98	1,44	0,15	0,32	0,66	1,73	0,60	-	-	-	vazante	
MOJUM	São Caetano	4,7	8,387	0,71	19,98	50,95	2,00	3,63	13,36	68,77	0,71	-	-	-	enchente
		4,7	5,400	0,58	15,10	30,96	1,26	2,00	13,10	38,78	0,58	-	-	-	vazante
	Páscoa	4,4	150,57	0,34	0,61	0,70	0,06	0,28	0,33	0,98	0,34	-	-	-	enchente
		4,7	210,00	0,23	0,70	0,76	0,05	0,26	0,26	1,21	0,23	-	-	-	vazante
Tujuf	4,4	59,93	0,19	0,41	0,21	0,04	0,08	0,33	0,31	0,19	-	-	-	enchente	
	4,4	126,13	0,21	0,61	0,70	0,05	0,15	0,46	0,96	0,21	-	-	-	vazante	
MOCAJUBA	N. do Mocajuba	6,0	28,816	1,17	62,43	224,20	24,63	12,17	50,25	252,49	1,07	0,32	36,30	-	enchente
		6,0	86,450	1,30	61,43	220,35	15,81	12,17	50,25	249,10	1,19	0,34	32,48	-	vazante
	Murajá	6,0	50,306	2,03	112,34	365,85	26,32	22,03	90,36	446,44	1,51	0,51	49,63	-	enchente
		6,0	51,403	2,01	113,04	367,06	24,65	21,07	91,96	447,21	1,46	0,55	53,65	-	vazante
Abade	6,0	55,916	2,13	124,50	384,40	25,44	23,20	101,30	501,15	1,58	0,55	55,12	-	enchente	
	6,0	16,167	2,10	124,08	359,97	21,30	22,61	101,47	484,92	1,40	0,69	49,73	-	vazante	
CURUÇÁ	Ponta de Ramos	6,0	52,080	1,89	116,64	370,24	26,10	95,18	95,18	464,56	1,09	0,79	51,38	-	enchente
		6,0	51,870	1,94	113,36	361,66	21,44	66,11	91,32	465,97	1,15	0,78	49,91	-	vazante
	São Paulo	6,0	55,720	2,05	126,51	381,47	27,05	23,75	102,76	482,00	1,42	0,63	47,74	-	enchente
		6,0	50,340	2,01	114,52	358,70	21,45	21,26	93,25	454,17	1,14	0,87	53,74	-	vazante

TABELA 4 - Análise físico-química da água. Valores médios.

Rio	Local	pH	Condu- t. µS/cm	Alcalin. Dureza		Na	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Cl	HCO ₃	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	OBS.
				Total	CaCO ₃										
				mmol _e /L											
MARAPANIM	Cafézal	-	3,496	0,42	6,79	19,89	0,27	1,67	5,12	24,12	0,42	-	2,27	-	enchente vazante
		-	2,994	0,40	5,78	16,61	0,23	1,39	4,38	21,40	0,40	-	1,89	-	enchente vazante
	Marudazinho	-	20,03	0,08	0,09	0,24	0,02	0,06	0,03	0,33	0,08	-	0,18	-	enchente vazante
		-	40,10	0,08	0,13	0,33	0,04	0,06	0,07	0,43	0,08	-	0,18	-	enchente vazante
Matapiçara	-	16,30	0,08	0,11	0,22	0,02	0,08	0,3	0,31	0,08	-	0,21	-	enchente vazante	
	-	29,10	0,08	0,09	0,30	0,05	0,05	0,4	0,46	0,08	-	0,17	-	enchente vazante	
São Vicente	-	141,06	0,20	0,29	0,80	0,11	0,08	0,21	1,18	0,12	-	0,32	-	enchente vazante	
	-	85,03	0,17	0,18	0,55	0,09	0,06	0,12	0,71	0,17	-	0,23	-	enchente vazante	
CARIPI	Aricuru	-	29,000	1,32	71,04	164,61	8,84	10,97	60,07	292,51	1,32	-	34,32	-	enchente vazante
		-	24,333	1,34	73,46	161,24	9,34	12,14	61,31	331,27	1,34	-	37,11	-	enchente vazante
CUIARANA	Magalhães Barata	-	2,637	0,36	4,79	15,82	0,66	0,93	3,86	19,30	0,36	-	0,21	-	enchente vazante
		-	2,190	0,58	3,88	12,36	0,61	0,70	3,18	15,63	0,50	-	0,89	-	enchente vazante
JAPERICA	Pirabas	-	32,043	2,10	75,83	178,82	41,27	15,25	60,57	291,77	2,1	-	30,0	-	enchente vazante
		-	30,473	2,00	77,32	163,02	37,62	14,58	62,23	250,80	2,0	-	28,4	-	enchente vazante

(continuação)

TABELA 4 - Análise físico-química da água. Valores médios.

Rio	Local	pH	Condut. $\mu\text{S/cm}$	Alcalin. Dureza		Na	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Cl	HCO ₃	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	OBS.
				Total mmol/L	Total CaCO_3										
MARACANÁ	Bom Jesus	-	30,360	1,08	77,97	189,60	15,64	12,65	65,32	304,53	1,08	-	37,21	-	enchente vazante
		-	25,993	1,56	58,03	152,15	10,69	9,02	49,00	232,09	1,56	-	27,54	-	
	Maracanã	-	19,380	1,44	39,60	110,67	11,21	7,11	32,49	180,36	1,44	-	21,91	-	enchente vazante
		-	19,735	1,43	43,35	118,36	11,21	6,55	36,84	176,69	1,43	-	20,05	-	
	São Lourenço	-	9,85	0,81	37,86	53,86	15,09	5,68	32,18	75,35	0,84	-	8,49	-	enchente vazante
		-	8,97	0,84	36,37	53,28	14,87	2,72	15,45	80,28	0,81	-	8,28	-	
	Pauais	-	43,20	0,54	6,34	32,25	8,53	0,95	5,39	39,04	0,54	-	3,32	-	enchente vazante
		-	43,01	0,54	8,80	30,47	9,46	1,35	7,45	40,95	0,54	-	4,49	-	
	Livramento	-	29,0	0,23	0,59	0,20	0,01	0,57	0,02	0,20	0,23	-	0,04	-	enchente vazante
		-	27,5	0,23	0,57	0,09	0,01	0,55	0,02	0,22	0,23	-	-	-	
CAETÉ	Bacuriteua	4,7	1,12	0,25	1,80	5,10	0,09	0,39	1,41	7,76	0,25	-	1,18	-	enchente vazante
		4,7	274	0,38	0,38	1,24	0,13	0,18	0,19	1,85	0,38	-	0,62	-	
	Bragança	4,7	76,33	0,24	0,25	0,34	0,06	0,14	0,11	0,67	0,24	-	0,35	-	enchente vazante
		4,7	37,83	0,17	0,16	0,17	0,03	0,10	0,05	0,48	0,17	-	0,27	-	
Fazendinha	4,7	51,33	0,41	0,20	0,23	0,03	0,12	0,07	0,50	0,41	-	0,19	-	enchente vazante	
	4,7	79,86	0,24	0,26	0,36	0,05	0,14	0,12	0,72	0,24	-	0,09	-		
GURUPI	Viseu	4,4	61	0,35	0,36	0,23	0,04	0,24	0,11	0,29	0,35	-	-	-	enchente vazante
		4,4	60	0,46	0,41	0,18	0,03	0,11	0,31	0,26	0,46	-	-	-	

(conclusão)

6 VARIAÇÃO DOS TEORES DE SAIS NA ÁGUA

A maior parte do trecho da foz ou embocadura das várzeas dos rios do litoral paraense apresenta altos teores de sódio, decrescente da embocadura para a nascente, na forma trocável e sais solúveis, até onde ocorre influência da água do mar por efeito das marés. Onde a influência salina é evidenciada, é marcante a presença dos sais solúveis na constituição química dos solos, (Figuras 6 a 8).

Lima (1956), em estudo sobre várzeas do estuário amazônico denomina maré ao movimento alternado de subida e descida da água do mar. Quando as águas sobem, tem conotação a enchente, com duração de 6 horas e 12 minutos e após a preamar (elevação máxima das águas com parada de cerca de 7 minutos) inicia a vazante, na proporção do mesmo tempo de abaixamento, dando-se a baixamar.

O mesmo autor acima citado observa que durante o dia existem dois fluxos e dois refluxos e é nos momentos de parada das marés que se processa a deposição de sedimentos, com maior intensidade sobre as áreas inundáveis.

Lima & Tourinho (1994 e 1996), asseguram as observações acima relacionadas e afirmam, também, que a influência das marés é fundamental no refino de inundação, nos diferentes teores de sedimentos contados na água, bem como na formação e classificação dos solos existentes nas várzeas.

Os resultados médios das análises de água coletadas na vazante e na enchente, apresentam, na maior parte das amostras, alta salinidade principalmente naquelas com maior influência das marés, com decréscimo marcante da foz dos rios para o interior, com teores de Na^+ variando nas águas dos rios do litoral paraense na ordem de 0,20 a 384,40 cmol_c/L . Dos ânions presentes nas águas os principais são o cloro (Cl^-) e o sulfato (SO_4^{-2}), com teores variando de 0,20 a 501,15 mmol_c/L e 0,04 a 55,12 mmol_c/L , respectivamente (Tabela 4).

De modo geral, observa-se que os resultados das análises de água, tanto na vazante como na enchente, não mostram disparidade quanto ao teor de Na^+ , mas, sim quase um equilíbrio na entrada e saída dos sais salinos solúveis pelas águas das marés.

Com exceção do rio da Vigia, a salinidade nos demais rios varia de média a alta nos períodos de maior e menor queda pluviométrica, onde os limites de influência da água do mar permanece. (Figuras 9, 10, 11, 12).

O rio da Vigia, talvez devido o seu tipo de calha como também possuidor de uma foz mais estreita, condiciona a influência menor no inverno da salinidade do oceano, o que não se verifica nas demais embocaduras dos rios.

Richards (1954), elaborou um guia de qualidade de água (Tabela 5) em função da condutividade específica percentagem de sódio trocável e conteúdo de boro e carbonato e sódio residual.

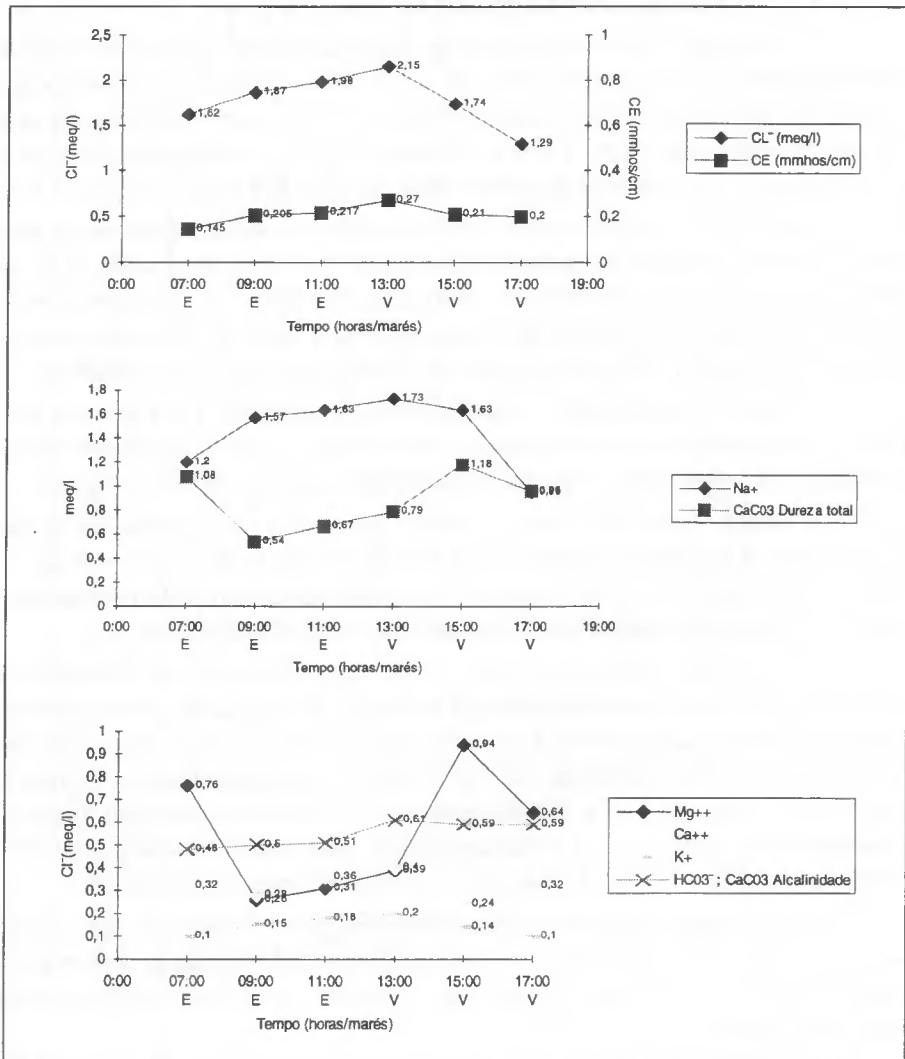


FIGURA 6 - Sais solúveis nas águas do rio da Vigia, em frente a cidade da Vigia

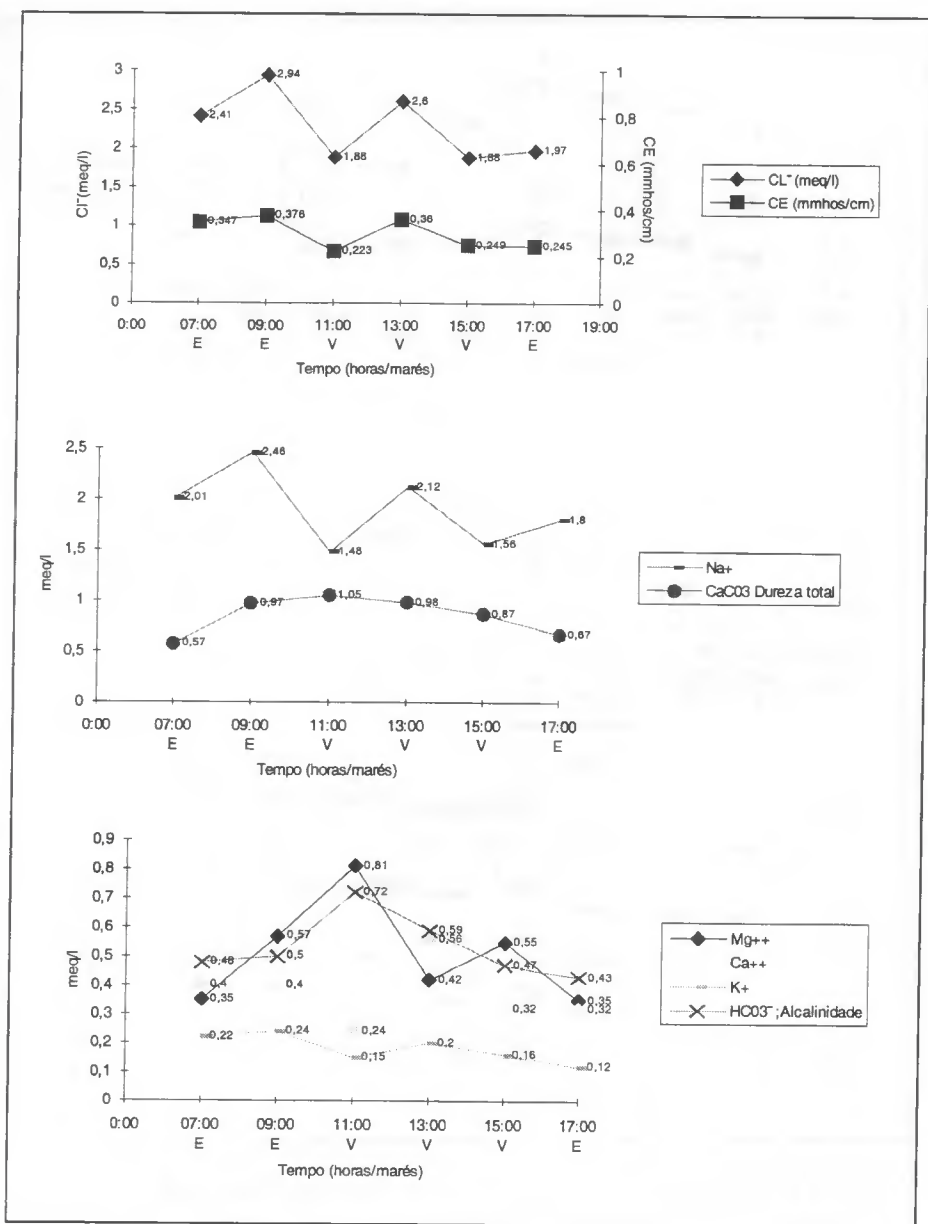


FIGURA 7 - Sais solúveis nas águas do rio da Vigia, em Porto Salvo

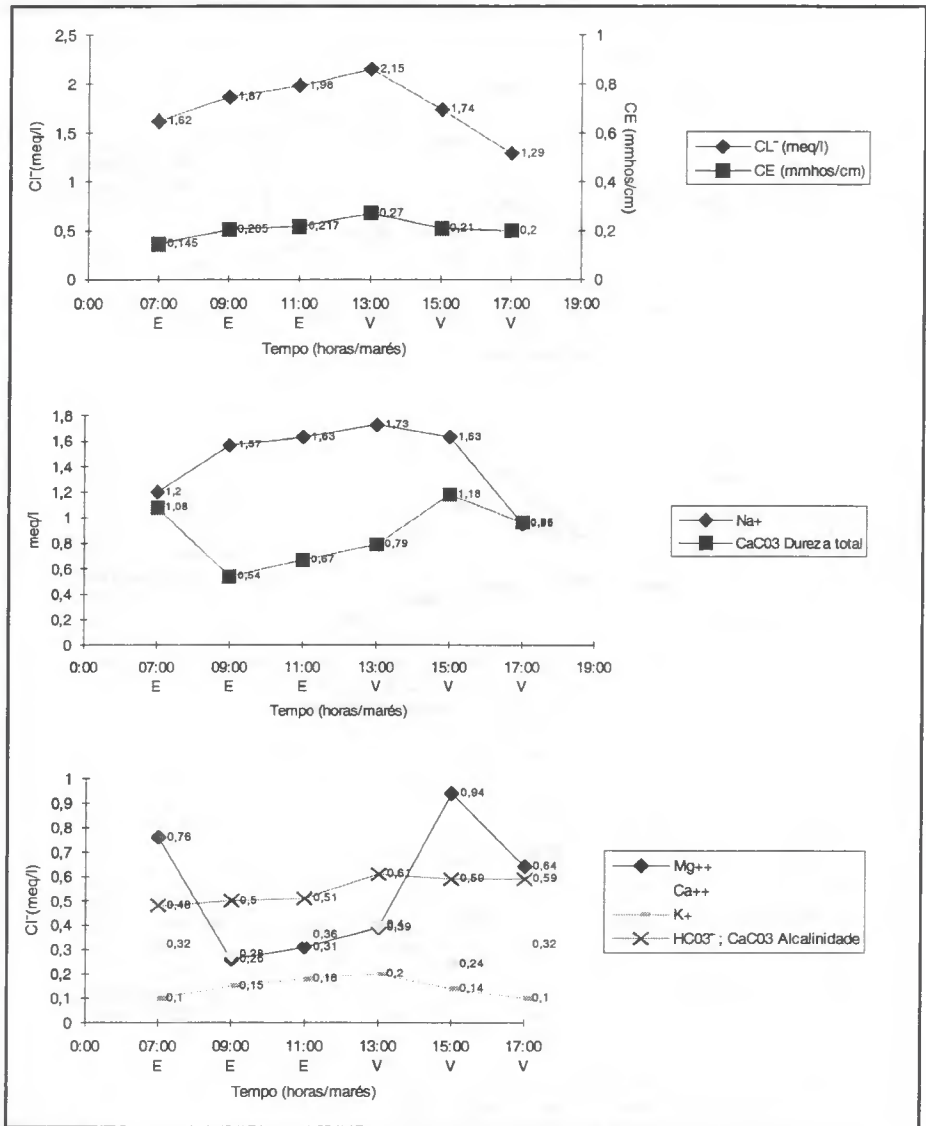


FIGURA 8 - Sais solúveis nas águas do rio da Vigia, em Penhalonga

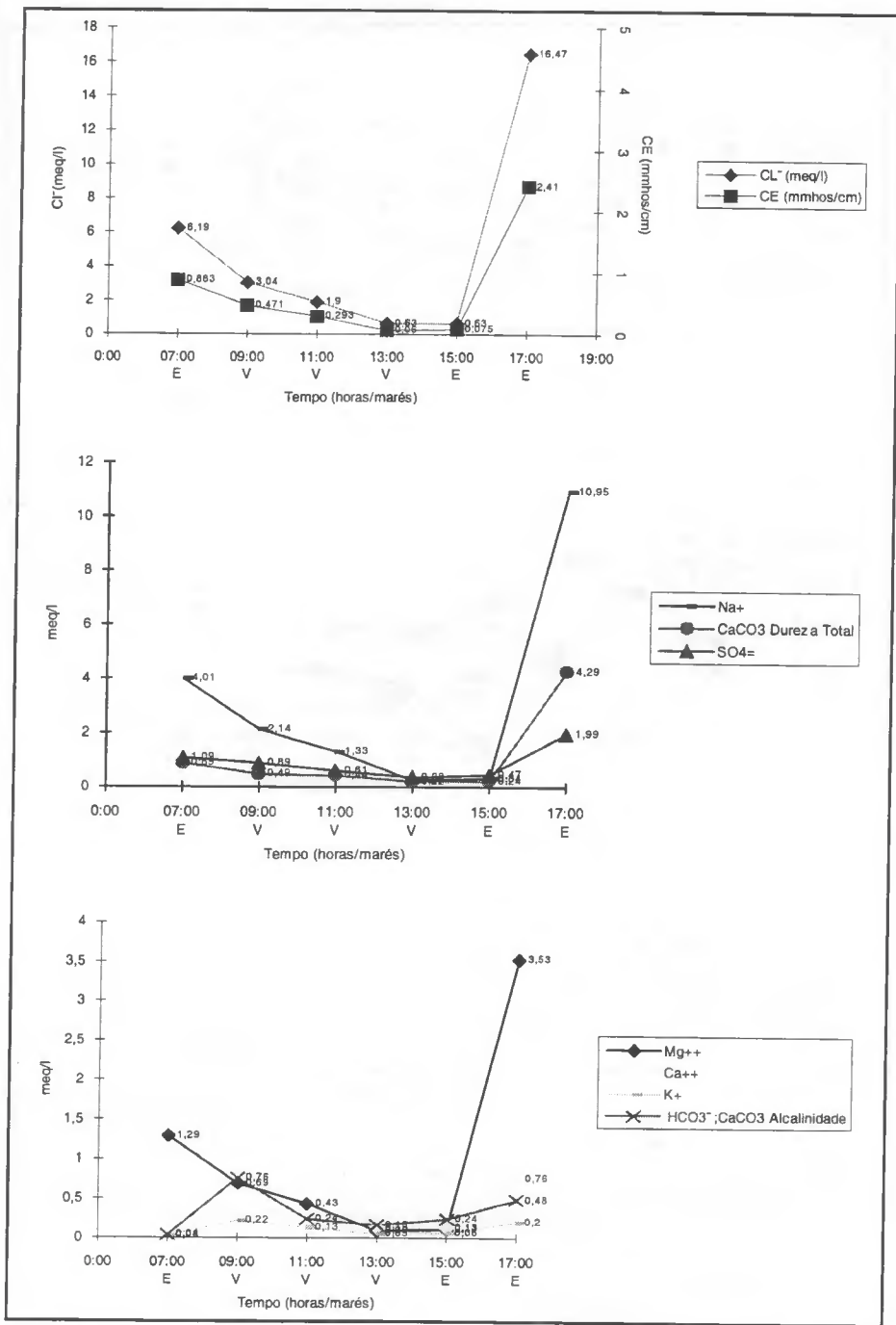


FIGURA 9 - Sais solúveis nas águas do rio Caeté, em Bacuriteua.

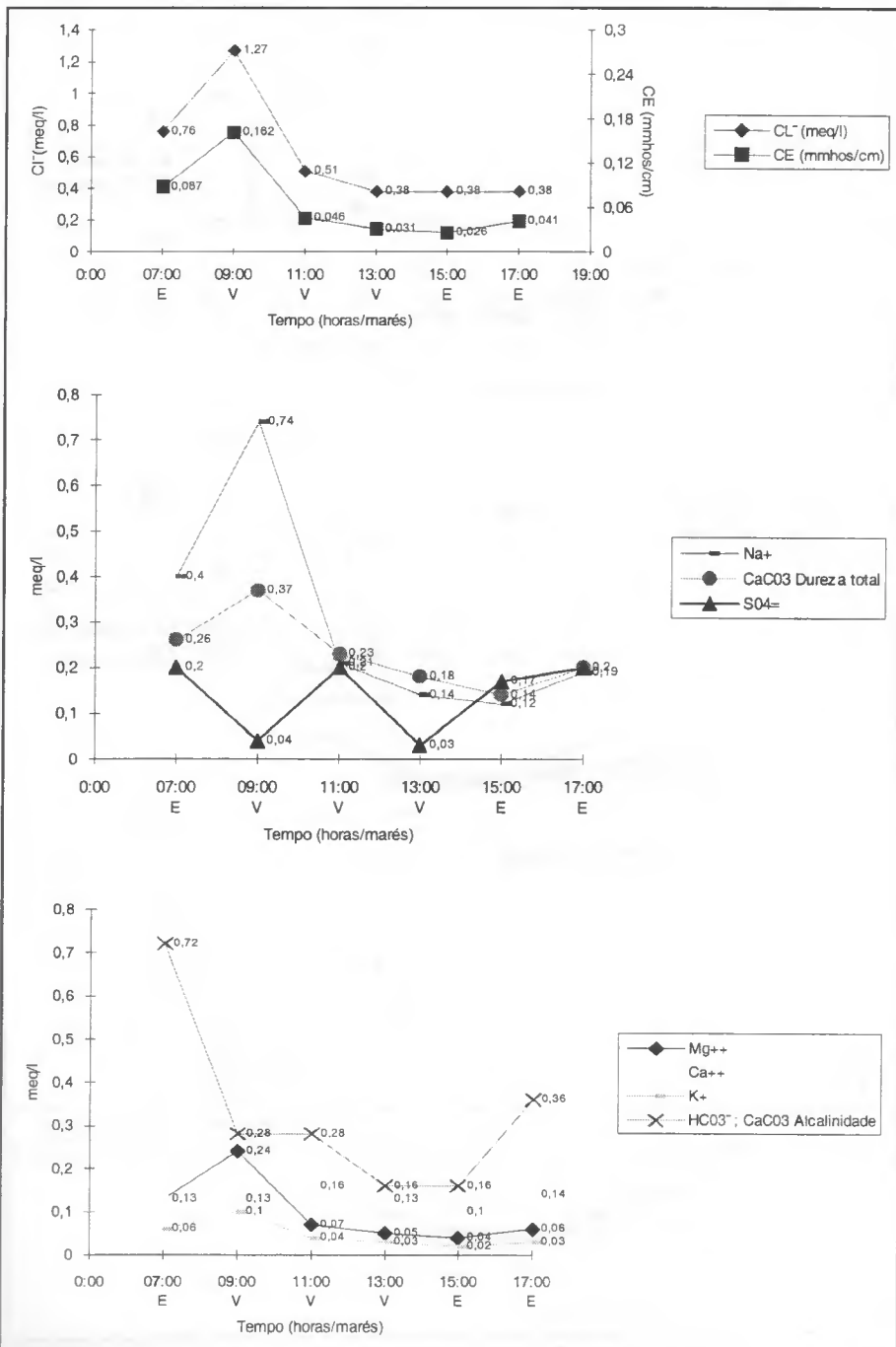


FIGURA 10 - Sais solúveis nas águas do rio Caeté, em Fazendinha

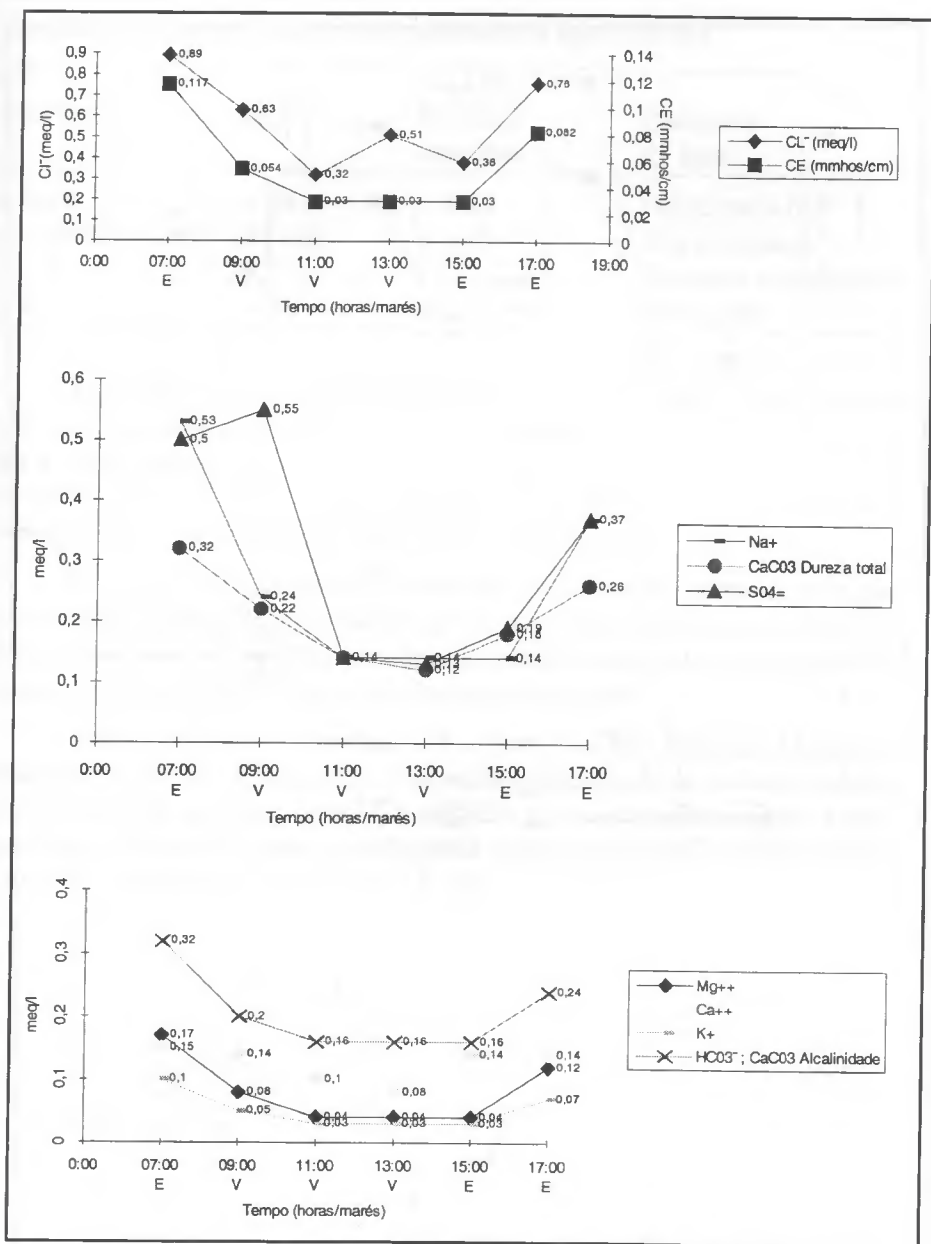


FIGURA 11 - Sais solúveis nas águas do rio Caeté, no Trapiche de Bragança.

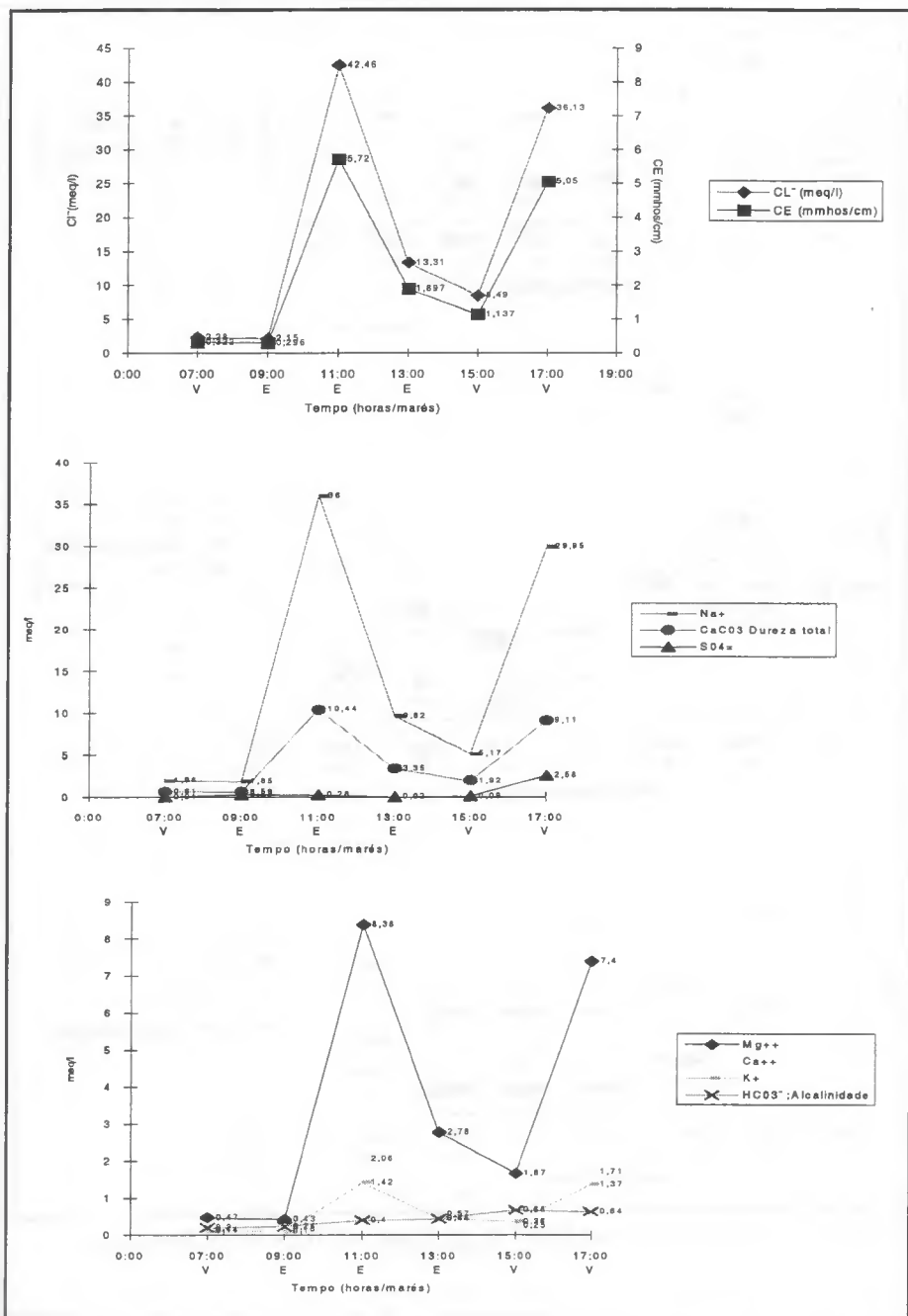


FIGURA 12 - Sais solúveis nas águas do rio Cuinarana, no Trapiche de Magalhães Barata

TABELA 5 - Classificação sobre qualidade da água dos rios.

CE Mmhos/cm	do Na ⁺	Na ₂ CO ₃ Residual meq/litro	Qualidade da água
< 0,75	< 65	< 1,25	Excedente a boa
0,75 - 2	50 - 65	< 1,25	Boa a tolerante
2 - 3	92	1,25 - 2,5	Duvidosa a inadequada
> 0,75	> 92	> 2,5	Inadequada

De acordo com os resultados analíticos verifica-se que a condutividade elétrica e os teores de K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ são maiores quanto mais próximos for a coleta da água da foz, crescendo com a enchente e decrescendo com a vazante. Também é observado que nos locais onde a água da maré exerce pouca influência, as quantidades de Na⁺ e Mg⁺⁺ são desprezíveis.

Foi observado que tanto nas coletas de água de vazante, como de enchente, não se verifica uma disponibilidade quanto ao teor do Na⁺ na água, entre elas. Existe quase que um equilíbrio na entrada e saída dos sais salinos existentes nas águas e em seus respectivos trechos salinizados ou não.

Apesar dos altos valores de CE e Na⁺, nos rios Mojuim, Mocajuba, Marapanim, Caripi e Caeté, existe uma maior concentração do sódio por ocasião da enchente da maré em relação a vazante. Com algumas variações locais, verifica-se um equilíbrio entre a enchente e a vazante com respeito a condutividade específica. (Figuras 13,14, 15, 16, 17, 18).

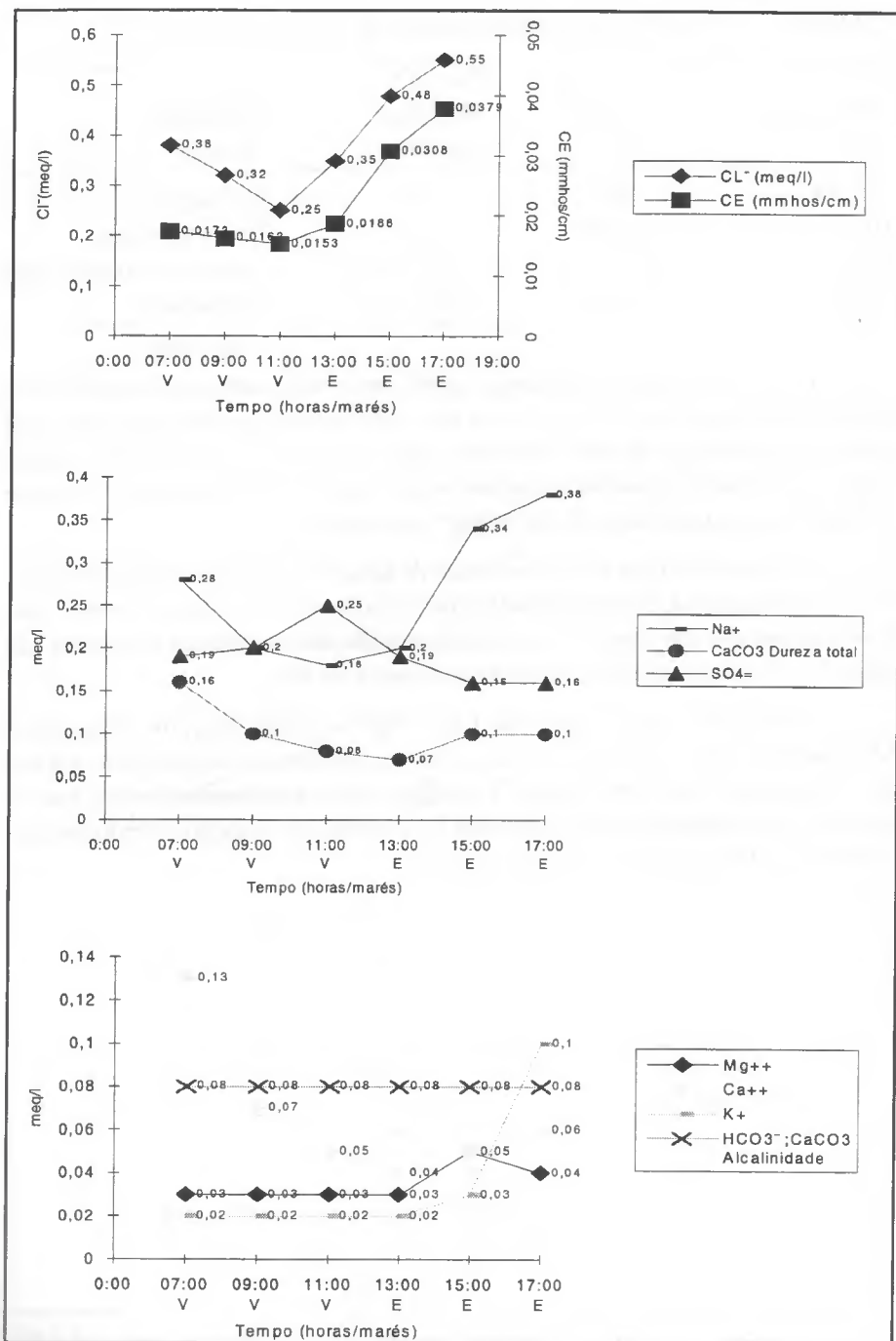


FIGURA 13 - Sais solúveis nas águas do rio Marapanim, em Matapiquara

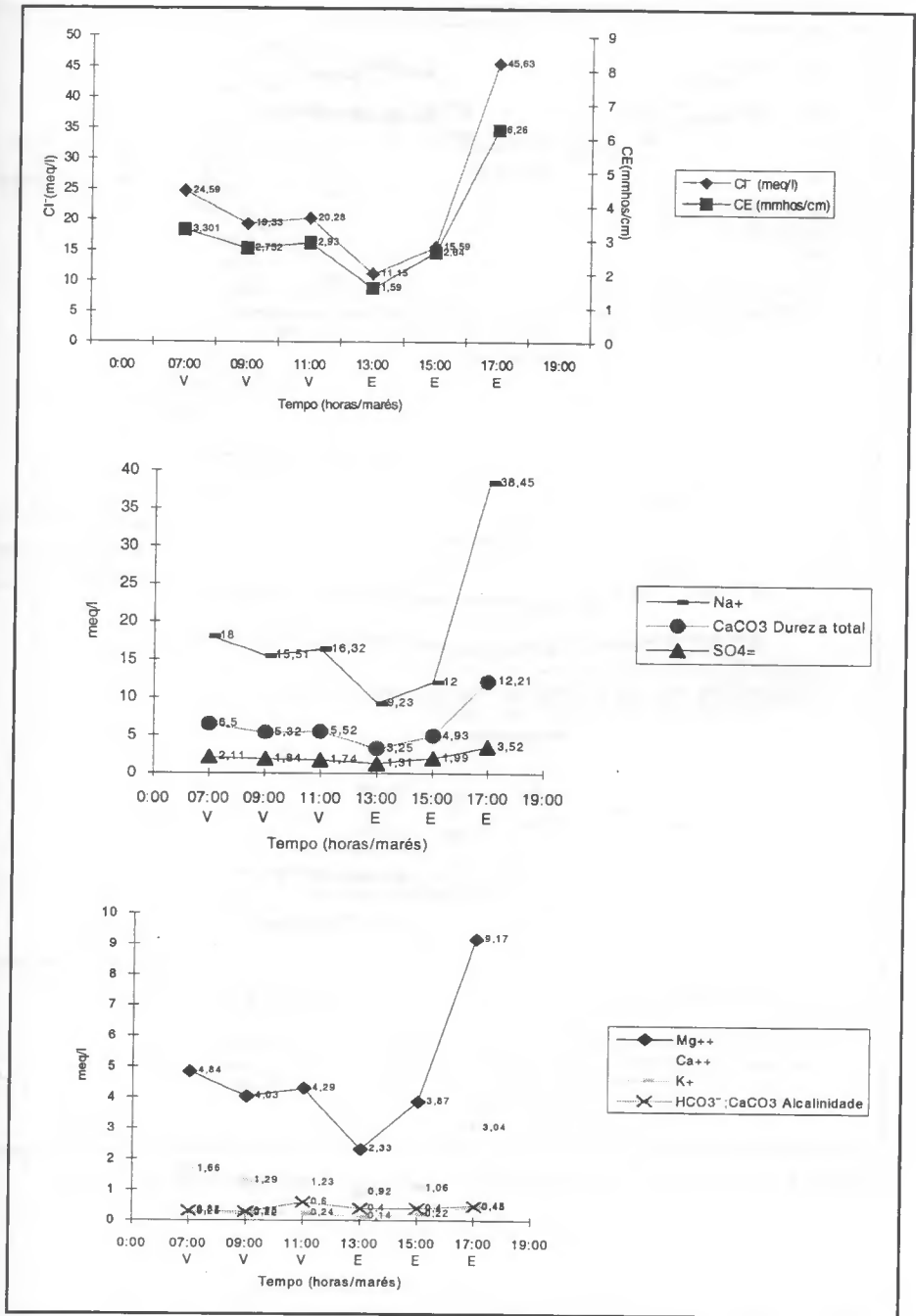


FIGURA 14 - Sais solúveis nas águas do rio Marapanim, em Cafezal

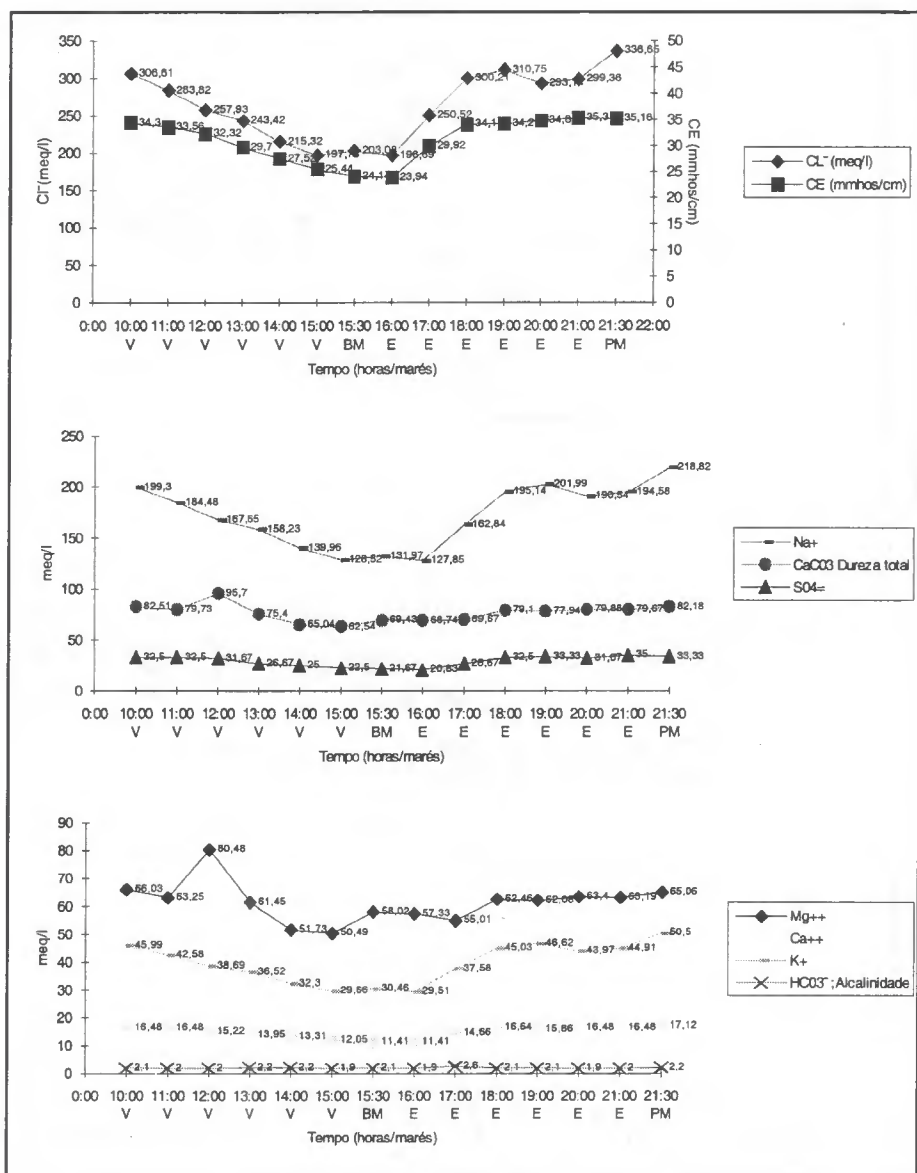


FIGURA 15 - Sais solúveis nas águas do rio Japerica, em São João de Pirabas.

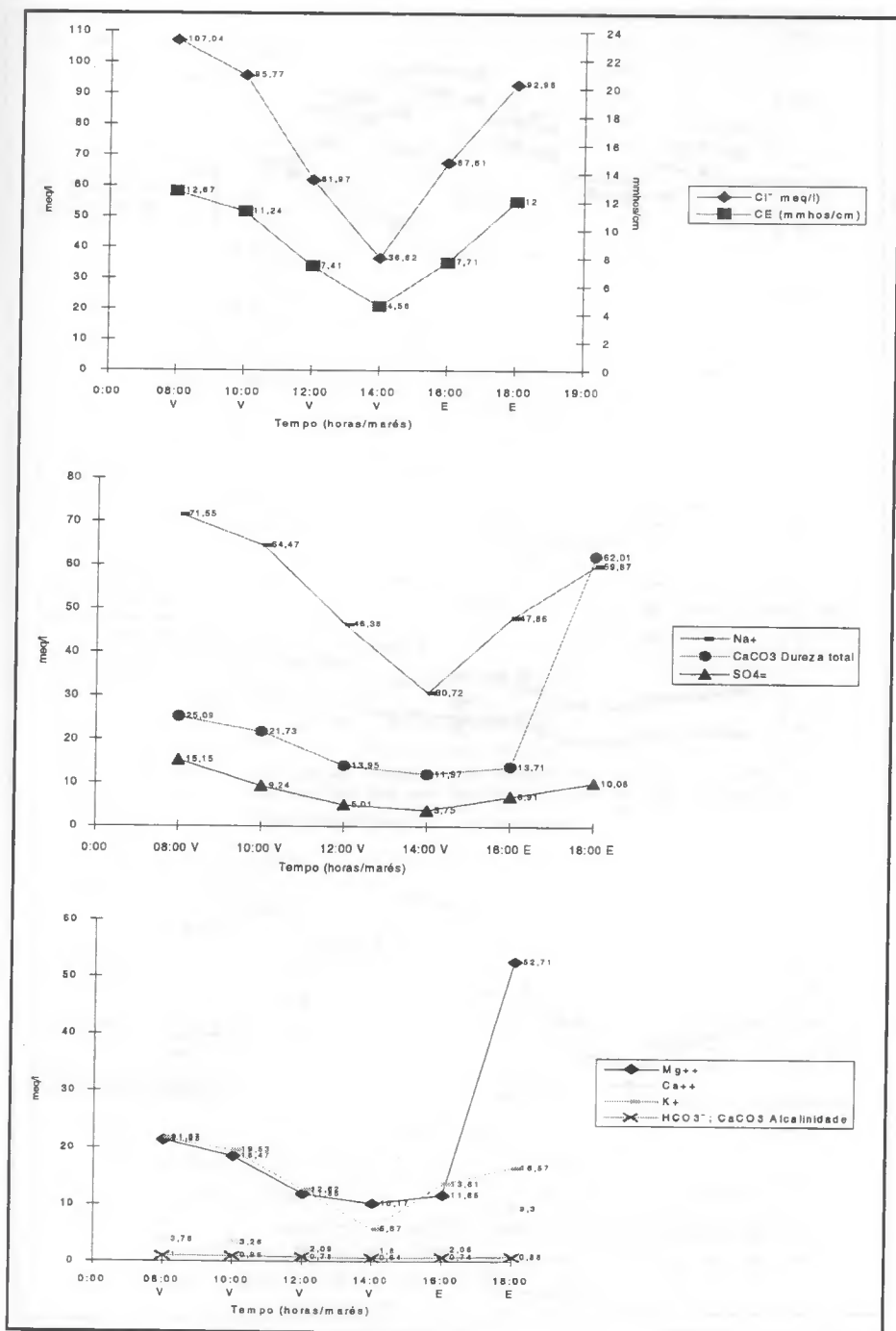


FIGURA 16 - Sais solúveis nas águas do rio Maracanã, em São Lourenço.

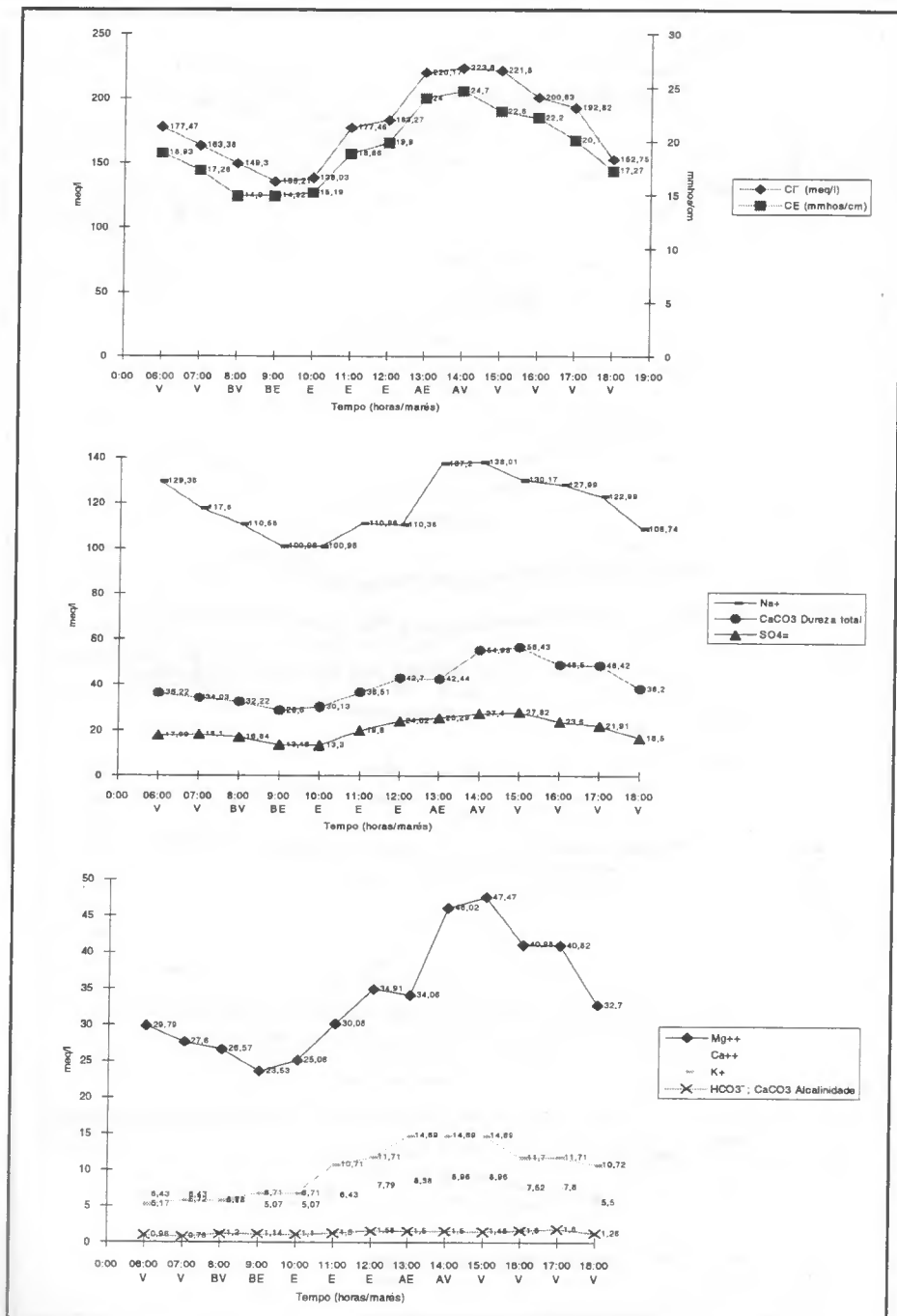


FIGURA 17 - Sais solúveis nas águas do rio Maracanã, em frente Maracanã

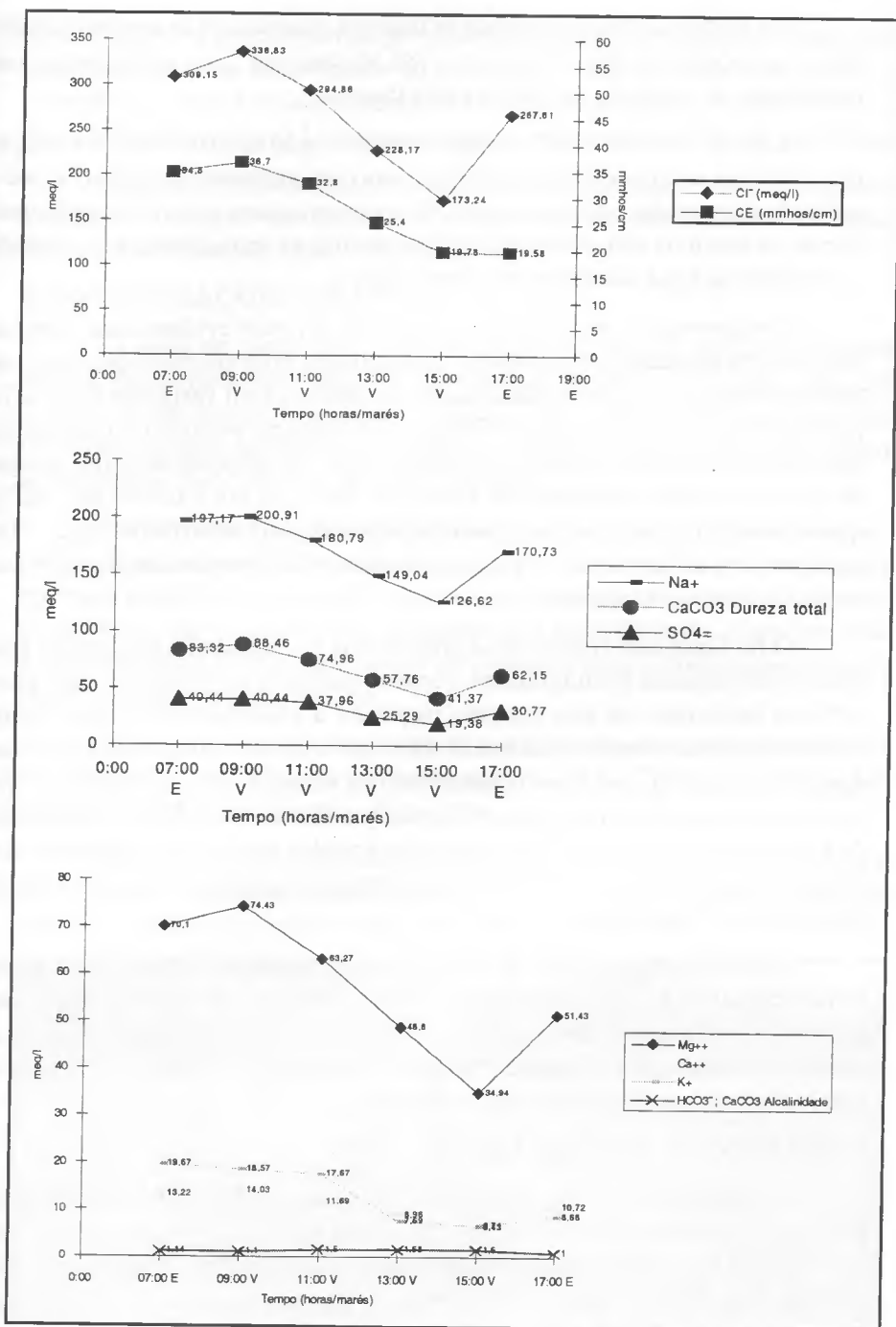


FIGURA 18 - Sais solúveis nas águas do rio Maracanã, em Bom Jesus.

No rio Mocajuba se verificam as maiores quantidades de condutividade e Na^+ com valores de 58,720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 388,56 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente, nas localidades de São João de Abade e São Paulo.

Lima & Tourinho (1996), observam que a ação da maré inverte a direção da correnteza em qualquer época do ano, em toda extensão do rio Pará e que a oscilação do nível das marés é variável. Os mesmos autores citam como principais causas da maior ou menor entrada da água do mar, as variações da pluviosidade e o volume da água dos afluentes, dentre outros.

Comprovações técnicas de Lima (1979) já foram evidenciadas sobre as observações efetuadas pelos autores acima citados onde os teores de cloreto na água ocorrem em função da localização geográfica, com variações de 69 a 71 ppm na época mais chuvosa e 2 725 a 4 729 ppm no período compreendido entre agosto a outubro, em frente a cidade da Vigia. As variações são evidenciadas de uma localidade para outra em função da distância até a foz do rio, isto é, quanto maior o afastamento, menor os teores de sais solúveis na água. Nas águas do litoral paraense se evidencia o mesmo fenômeno com respeito aos teores de cloreto e carbonato.

O rio Caeté tem significativa importância na hidrografia bragantina. Rio sinuoso de pequenas profundidades, corre de Sudeste para Noroeste, ruma para o Norte banhando em sua margem esquerda a cidade de Bragança. Sofre influência dos movimentos das marés do oceano Atlântico, onde deságua. Suas águas são bastante barrentas notadamente na estação seca. Grande parte de suas margens apresenta importantes várzeas que oferecem condições para cultivo de culturas de subsistência. Notam-se nas grandes marés, especialmente nas marés de equinócio, que é marcante a penetração das águas nessas áreas, onde há significativo depósito de sedimentos.

As análises das águas coletadas no mês de fevereiro, evidenciam a forte influência salina do oceano Atlântico. As análises das amostras coletadas no mês de março demonstram que é fraca a influência salina, motivada pela alta pluviosidade da região, nos meses chuvosos, pois segundo informações, a média pluviométrica é da ordem de 3 000 mm anuais.

7 INFLUÊNCIA NA VEGETAÇÃO

Ao longo dos rios, a vegetação existente é caracterizada por duas feições diferentes: uma que recebe influência direta das águas do oceano representada por vegetação pioneira de mangue e ciperáceas, cujas árvores apresentam raízes epígeas próprias dos manguezais; e outra do grupo que caracteriza a floresta biológica de várzea onde a influência da salinização não é marcante e os teores

de sais solúveis existentes não prejudicam as plantas do grupo de formação quaternário aluvial influenciada ou não pelas elecias dos rios com estrutura complexa, densas e ricas em palmáceas, como o açáí (*Euterpe oleracea* sp) e buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e outras árvores margeantes providas de sapopema.

As espécies evidenciadas que constituem os manguezais são o *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Laguncunnaria racemosa* Gaertn (mangue branco) e a *Avicennia nítida* Jack (siriúba).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos de modo geral sob o regime de inundação são de fertilidade natural alta, evidenciada pelos elevados índices de saturação de base, mas, em virtude de em alguns trechos das várzeas o teor de salinidade ser elevado necessário se torna estabelecer linhas de pesquisa onde seja possível determinar as exigências das culturas e do habitat natural.

Convém salientar que nas localidades de Porto Salvo e Penhalonga, no rio da Vigia, apesar da salinidade atingir níveis médios e altos nos períodos de inverno e verão é cultivado o arroz com boa produtividade, necessitando, portanto, estabelecer sistemas de produção adequados aos solos da região, o que contraria a impropriedade do uso, em termos de literatura para culturas sensíveis aos elevados teores de sódio trocável.

No município de Bragança, grande parte das várzeas com teores elevados de sódio também é cultivado o arroz as margens do rio Caeté com rendimento médio de 2 000 a 2 500 kg/ha. (Figura 19).

Nas várzeas, onde a influência de salinidade não é evidenciada na água e mesmo no solo, a potencialidade agrícola é marcante, necessitando, todavia, de manejo específico de solo e planta.



FIGURA 19 - Plantio de arroz na várzea do rio Caeté.

As plantas se comportam de forma diferente em relação aos solos afetados por sais. Algumas culturas podem tolerar concentrações relativamente altas de sais, outras são extremamente sensíveis (Figura 20).

Os sais solúveis podem afetar o desenvolvimento das plantas de diversas maneiras:

- a) Reduzindo a disponibilidade de água, devido ao aumento da pressão osmótica da solução do solo;
- b) Alterando a disponibilidade e absorção de nutrientes; e
- c) Através do efeito tóxico de íons específicos.

A toxicidade de sais é atribuída, em parte, aos efeitos sobre a absorção e metabolismo dos nutrientes e os efeitos específicos dos íons varia entre as espécies (Pereira, 1983).

De acordo com Lucena (1987), o feijão comum, por exemplo, é sensível aos sais porque em meio salino extrai maiores concentrações de cálcio e magnésio do que as culturas tolerantes, ao ponto de provocar desequilíbrio na relação Ca/K, comprometendo a nutrição das plantas.

Vários autores citados por Pereira & Andrade (1984) concordam que o efeito inibidor da solução salina é principalmente devido à pressão osmótica e não ao íon sódio especificamente.

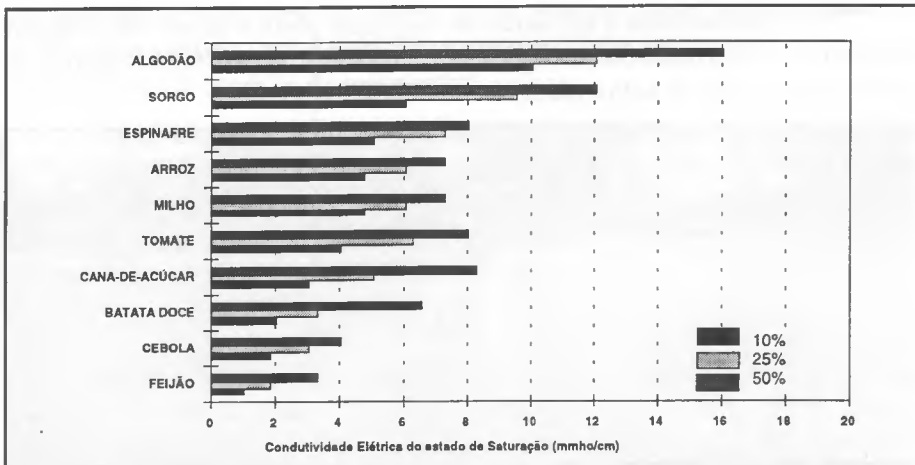


FIGURA 20 - Comportamento de algumas culturas em relação ao efeito de sais (Cordeiro, 1988).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, L.E. Salinity in relation to irrigation. **Advanced Agronomy.**, v.16, p.139-180, 1964.
- BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. In: IPEAN. **Zoneamento agrícola da Amazônia; 1ª aproximação.** Belém, 1972.p. 68-122. (Boletim Técnico,54).
- CORDEIRO, G.S. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas:** origem, diagnóstico e recuperação. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1988. 16p. (Documentos, 50).
- EMBRAPA . Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos da análise de solos.** Rio de Janeiro, 1979.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Soil survey manual,** Washington, DC., 1951. 503 p. (USDA. Agriculture Handbook, 18)
- KODVA, V.A. Soil in relation to salinity, irrigation and drainage. In: IRRIGATION, Drainage and salinity. Paris: FAO/UNESCO, 1973. p.5-59.
- LEMONS, R.C. de, SANTOS, R.D. dos. **Manual de métodos de trabalho de campo.** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p.
- LIMA, R.R. **A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas.** Belém: IAN, 1956. 164p. (Boletim Técnico, 33).
- . **A influência da água do mar no rio Pará.** Belém: FCAP, 1979. 20p. (Informe Técnico, 3).
- , TOURINHO, M.M. **Várzeas da Amazônia Brasileira:** principais características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1994. 20p.
- , ———. **Várzeas do Rio Pará:** principais características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1996. 124p.
- LUCENA, E.R. **Efeito da aplicação de fosfogeno em um solo salino-sódico.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 48p.
- MACEDO. L.S. **Salinidade em áreas irrigadas.** João Pessoa: EMEPA, 1988. 11p. (Comunicado Técnico).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

- NASCIMENTO, C.N.B. do, HOMMA, A.B.O. **Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 282p. (Documentos, 27).
- NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Norte.** Rio de Janeiro, 1977. 466p.
- PEREIRA, J.R. Solos salinos e sódicos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15., 1983, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1983. p. 127-143.
- PEREIRA, Z.M.R., ANDRADE, A.C. Efeito da concentração salina no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mimll) cultivar Rossol. **DNOCS**, Fortaleza, v. 4 n.1, p.33-57, 1984.
- RESENDE, J.O. **Aspectos de salinidade relacionados com o rendimento da cultura.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1976 (Trabalho apresentado na Seção de Seminários do curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas).
- RICHARDS, L.A. **Diagnósticos y rehabilitación de suelos salinos y sódicos.** Madrid: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- SUDAM. **Atlas Climatológico da Amazônia brasileira.** Belém, 1984. 125p. (Publicação, 39).
- SUDENE. Divisão de Documentação. **Elementos de hidrografia prática.** 2 ed. Recife, 1971. p.120.

ANEXOS

Descrição de Perfis de solo

Perfil: 01

Data: 25.01.89

Classificação: GLEI POUCO HÚMICO Tb ÁLICO A moderado textura muito argilosa fase floresta equatorial de várzea relevo plano.

Localização, município, Estado: Margem esquerda do rio Mojuim, na localidade Bonfim, município de São Caetano de Odivelas - Pará

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: amostra coletada em perfil de barranco do rio em relevo plano sob vegetação de capoeira.

Material originário: Holoceno.

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: floresta equatorial de várzea.

Uso atual: capoeira.

Clima: AW

Descrito e coletado por: José Raimundo N.F. Gama e Reginaldo Luso Fontinhas.

Descrição Morfológica

- A -** 0 - 20cm; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.
- C -** 40 - 60cm⁺; cinzento-claro (10YR 7/1); com mosqueados comuns, pequenos e médios distintos; bruno-forte (7,5YR 5/8); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

Perfil Extra: 44

Data: 16.08.91

Classificação: SOLO ALUVIAL floresta equatorial de várzea relevo plano.

Localização, município, Estado: Margem esquerda do rio Mojuim, localidade de Páscoa, município de São Caetano de Odivelas, Pará.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: Coletado com trado sob vegetação de várzea em relevo plano.

Material originário: Holoceno.

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária:

Uso atual:

Clima: AW

Descrito e coletado por: José Raimundo N.F. Gama e Reginaldo Luso Fontinhas.

Descrição Morfológica

A - 0 - 20cm; bruno-escuro (10YR 4/3), muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

C - 20 - 40cm; bruno (10YR 4/3); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

Perfil: EXTRA 61

Data: 12.08.91

Classificação: GLEI POUCO HÚMICO SALINO SÓDICO textura muito argilosa fase floresta equatorial de várzea relevo plano.

Localização, município, Estado e coordenadas: Km 26 da estrada de Maracanã, margem direita do rio Caripi, município de Maracanã – Pará.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: amostra coletada com trado holandês em relevo plano sob vegetação de mata.

Material originário: sedimentos do quaternário.

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: mangue

Uso atual: mangue

Clima: AW

Descrito e coletado por: Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas e Ernesto Maués Serra Freire.

Descrição Morfológica

A - 0 - 20cm; cinzento (10YR 5/1); muito argilosa, plástico e pegajoso.

C - 20 - 40cm; cinzento (10YR 6/1); muito argilosa; plástico e pegajoso.

Perfil: EXTRA 60

Data: 09.08.91

Classificação: GLEI POUCO HÚMICO SALINO textura argilosa fase floresta de mangue relevo plano.

Localização, município, Estado e coordenadas: Margem esquerda do rio Caeté, depois da ponte do Sapucaia, a 400 metros do rio, município de Bragança – PA.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: Amostra coletada com trado holandês em relevo plano sob vegetação de mangue.

Material originário: sedimentos de quaternário.

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: mangue.

Uso atual: plantio de arroz.

Clima: AW

Descrito e coletado por: José Raimundo N.F. Gama e Reginaldo Luso Fontinhas.

Descrição Morfológica

A - 0 - 20cm; bruno-acinzentado-muito-escuro (10YR 3/3); muito argilosa; plástico e pegajoso.

Bg - 20 - 40cm; bruno-escuro (10YR 3/2); muito argilosa; plástico e pegajoso.

Cg - 40 - 60cm; cinzento-escuro (2,5Y 3/0); argila; plástico e pegajoso.

Perfil: EXTRA 41

Data: 27.11.90

Classificação: SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO, floresta equatorial de mangue.

Localização, município, Estado e coordenadas: rio Mojuim, localidade de Porto Grande, km39 da estrada de Curuçá entrando em Vila Nova município de São Caetano de Odivelas.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: coletado com trado sob vegetação de mangue em relevo plano.

Material originário: sedimentos

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: mangue.

Uso atual: mangue

Clima: AW

Descrito e coletado por: Ernesto Maués da Serra Freire.

Descrição Morfológica

- A - 0 - 20cm, cinzento claro (10YR 6/1) com mosqueados muito pequenos e médios proeminentes bruno avermelhado (5YR 4/4); muito argiloso; plástico pegajoso.
- C - 40 - 60cm, cinzento rosado (10YR 6/2) com mosqueados comuns, pequenos e médios proeminentes vermelho amarelado (5YR 4/6); argila siltosa; plástico e pegajoso.

Perfil: EXTRA 66

Data: 16.08.91

Classificação: GLEI POUCO HÚMICO SÓDICO textura argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano.

Localização, município, Estado e coordenadas: margem direita do Furo Laura, em frente a localidade de Penha Longa, município de Vigia – Pará.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: amostra coletada com trado holandês em relevo plano sob vegetação de mangue.

Material originário: sedimentos do quaternário.

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: mangue

Uso atual: capoeira.

Clima: AW

Descrito e coletado por: José Raimundo N.F. Gama e Reginaldo Luso Fontinhas.

Descrição Morfológica

A - 0 - 20cm; bruno (10YR 4/3); argila, plástico e pegajoso.

C - 20 - 40cm; cinzento-escuro (2,5Y 4/0); argila; plástico e pegajoso.

Perfil: EXTRA 35

Data: 25.01.89

Classificação: SOLO SALINO SÓDICO floresta equatorial de mangue relevo plano.

Localização, município, Estado e coordenadas: margem direita do rio Cuiarana, em frente ao trapiche da cidade, município de Magalhães Barata – PA.

Situação, declive e cobertura vegetal do perfil: coletado com trado sob vegetação de mangue em relevo plano.

Material originário: sedimentos

Pedregosidade: não pedregoso.

Relevo local: plano.

Relevo regional: plano a suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Drenagem: mal drenado.

Vegetação Primária: mangue.

Uso atual: mangue

Clima: AW

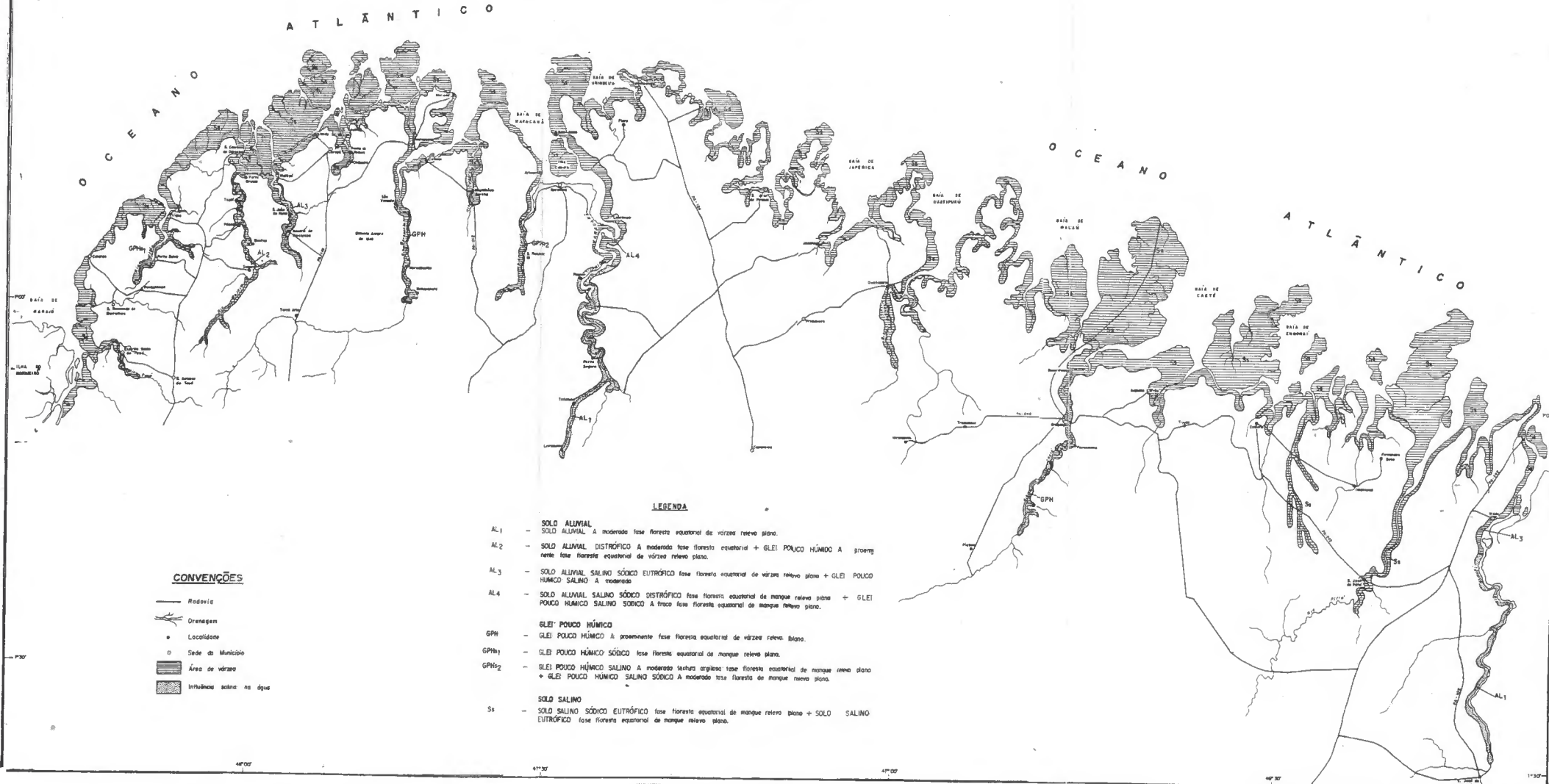
Descrito e coletado por: José Raimundo N.F. Gama
Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas.

Descrição Morfológica

- A - 0 - 20cm, cinzento-escuro (10YR 4/1) muito argilosa; plástico pegajoso.
- C - 20 - 40cm, cinzento-escuro (2,5Y 4/0); muito argilosa; plástico e pegajoso.

MAPA DE SOLOS DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 ESCALA APROXIMADA 1:400.000
 1996



CONVENÇÕES

- Rodovia
- Drenagem
- Localidade
- Sede do Município
- ▨ Área de várzea
- ▩ Influência salina na água

LEGENDA

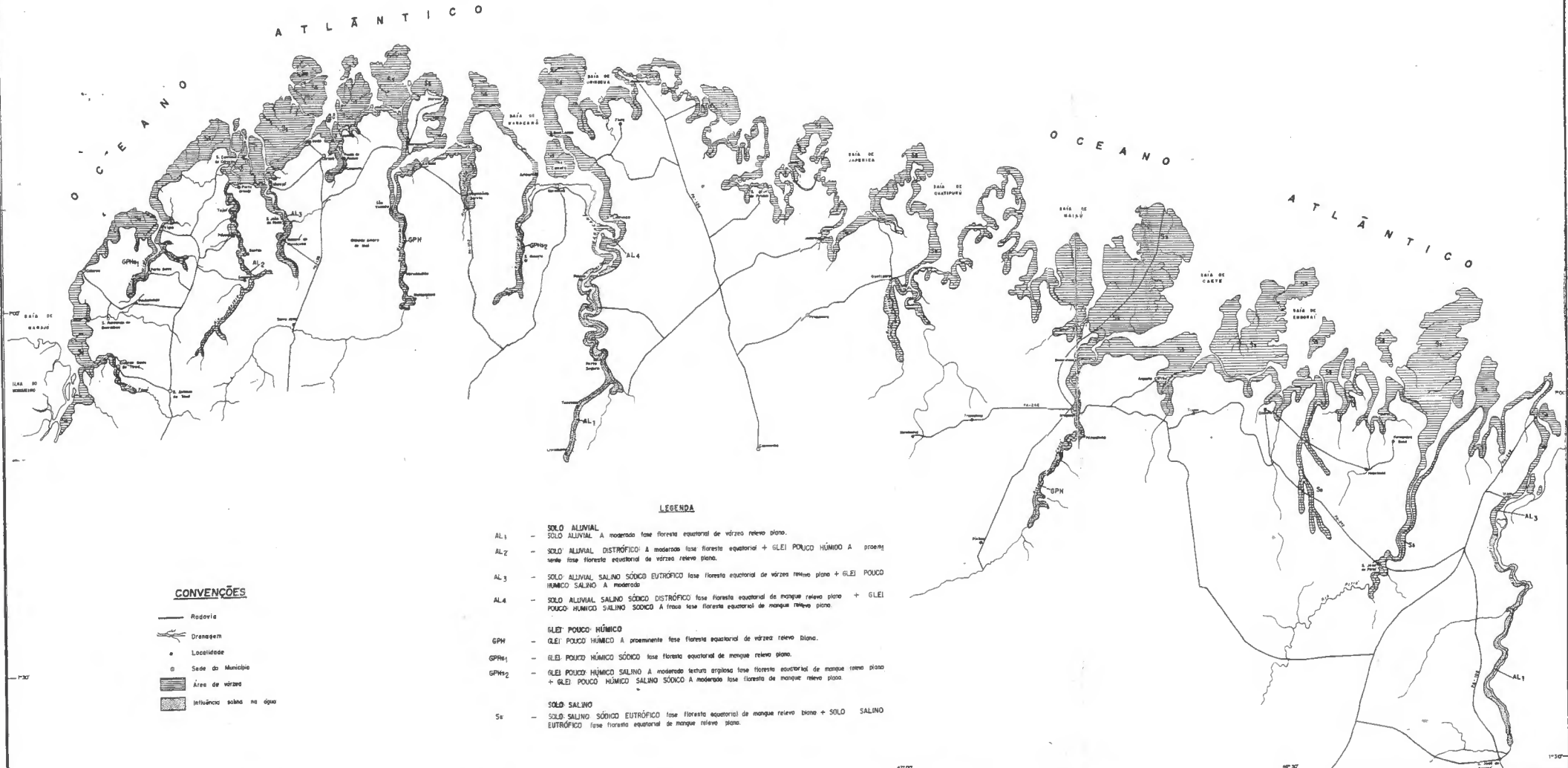
- AL1 — SOLO ALUVIAL
SOLO ALUVIAL A moderada fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- AL2 — SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO A moderada fase floresta equatorial + GLEI POUCO HÚMIDO A proeminente fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- AL3 — SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de várzea relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO A moderado
- AL4 — SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO DISTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO SÓDICO A fraca fase floresta equatorial de mangue relevo plano.
- GLEI POUCO HÚMIDO
- GPH — GLEI POUCO HÚMIDO A proeminente fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- GPH1 — GLEI POUCO HÚMIDO SÓDICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano.
- GPH2 — GLEI POUCO HÚMIDO SALINO A moderada fase floresta equatorial de mangue relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO SÓDICO A moderada fase floresta equatorial de mangue relevo plano.
- SOLO SALINO
- Ss — SOLO SALINO SÓDICO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano + SOLO SALINO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano.

MAPA DE SOLOS DAS VÁRZEAS DO LITORAL PARAENSE

0 4 8 12 16 20

ESCALA APROXIMADA 1:400.000

1996



CONVENÇÕES

- Rodovia
- Drenagem
- Localidade
- Sede do Município
- ▨ Área de várzea
- ▩ Influência sobre a água

LEGENDA

- AL1 - SOLO ALUVIAL A moderada fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- AL2 - SOLO ALUVIAL DISTRÓFICO A moderada fase floresta equatorial + GLEI POUCO HÚMIDO A proeminente fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- AL3 - SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de várzea relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO A moderada
- AL4 - SOLO ALUVIAL SALINO SÓDICO DISTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO SÓDICO A fraca fase floresta equatorial de mangue relevo plano.
- GLEI POUCO HÚMIDO
- GPH - GLEI POUCO HÚMIDO A proeminente fase floresta equatorial de várzea relevo plano.
- GPH1 - GLEI POUCO HÚMIDO SÓDICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano.
- GPH2 - GLEI POUCO HÚMIDO SALINO A moderada textura argilosa fase floresta equatorial de mangue relevo plano + GLEI POUCO HÚMIDO SALINO SÓDICO A moderada fase floresta de mangue relevo plano.
- SOLO SALINO
- Ss - SOLO SALINO SÓDICO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano + SOLO SALINO EUTRÓFICO fase floresta equatorial de mangue relevo plano.