

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA  
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL  
CONVÊNIO DNPM-CPRM

PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR  
DO PARNAÍBA


SUBPROJETO HIDROGEOLOGIA  
RELATÓRIO FINAL—FOLHA 22—RIO SÃO FRANCISCO—SO

VOLUME I  
- TEXTO

FRANCISCO AURÉLIO CAETANO DA SILVA

PHL  
013114  
2007

2-96

 CPRM	SUREMI SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	936
N.º de Volumes:	2 v.: 1-S



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

# PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUBPROJETO HIDROGEOLOGIA  
RELATÓRIO FINAL—FOLHA 22—RIO SÃO FRANCISCO—SO

## VOLUME I TEXTOS

Chefia do Subprojeto : Francisco Aurélio Caetano da Silva

Equipe Executora : Antônio Reinaldo Soares Filho  
Carlos Fernando Pinto Teixeira  
Clodionor Carvalho de Araújo  
Fernando Antônio do Rêgo Barros  
Francisco Aurélio Caetano da Silva  
Jorge Luiz Fortunato Miranda

Equipe Auxiliar : Armando Arruda Câmara Filho  
João Militão Martins Neto  
José Ludjero Neto  
Ney Gonzaga de Sousa

Colaboração Especial : Albert Mente  
Mário Dias Pessoa

PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS MINERAIS DA

BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUBPROJETO HIDROGEOLOGIA

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DE VOLUMES

VOLUME I - Folha 22 - Rio São Francisco-SO - Texto.

VOLUME II - Anexos - Nota explicativa, fichas de sondagens, catálogo de inventário hidrogeológico, base geológica, base hidrogeológica, base planimétrica, base de pontos d'água, base hidroquímica, base piezométrica e base de potencial explorável.

## APRESENTAÇÃO

O Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, iniciado pela SUDENE, em 1965, para avaliação dos recursos hídricos da região nordestina, através de determinações dos diversos parâmetros hidrogeológicos e suas inter-relações sócio-econômicas, representa um trabalho de valor inestimável para a região inclusive, com tendências de se ampliar para as demais áreas do Brasil, tendo em vista as suas aplicações em definições de abastecimento urbano, uso industrial, irrigação, pecuária e projetos específicos.

O Departamento Nacional da Produção Mineral encarregou a CPRM (SUREG/Recife) da execução das Folhas 01, 03, 07, 12, 17 e 22 através do Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Subprojeto Hidrogeologia) abrangendo uma área de aproximadamente 400.000 quilômetros quadrados.

Para sua elaboração, contou a CPRM, com quatro equipes de 1 geólogo e 1 auxiliar por equipe, realizando os trabalhos de reconhecimento, levantamento de campo e análise de laboratório, visando definir os quadros hidrogeológicos de cada Folha.

O relatório apresentado neste volume é o resultado dos estudos da Folha 22 - Rio São Francisco-SO, sendo os mapas bases elaborados na escala de 1:500.000.

## SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

	<u>PAG.</u>
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	01
1.1 - Histórico .....	01
1.2 - Objetivo .....	01
1.3 - Localização e Acesso.....	02
1.4 - Aspectos Sócio-Econômicos.....	02
1.4.1 - População .....	02
1.4.2 - Sócio-Economia Regional .....	04
1.5- Metodologia de Trabalho.....	08
1.6 - Dados Físicos de Produção .....	10
1.7 - Trabalhos Anteriores.....	11
2 - <u>ASPECTOS GERAIS</u> .....	13
2.1 - Elementos Climáticos .....	13
2.1.1 - Tipos de Clima.....	13
2.1.2 - Pluviometria .....	13
2.1.3 - Temperatura .....	14
2.1.4 - Evaporação, Umidade Relativa e Insolação .....	22
2.1.5 - Aridez .....	23
2.1.6 - Elementos do Balanço Hídrico ...	24
2.2 - Hidrologia .....	29
2.2.1 - Bacia Hidrográfica do Tocantins.	29
2.2.2 - Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.....	31
2.2.3 - Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	31
2.2.4 - Dados Hidrológicos .....	32
2.2.5 - Recessão em Porto Gilândia (GO).	32

	<u>PÁG.</u>
2.3 - Morfologia .....	35
2.4 - Vegetação .....	36
3 - <u>GEOLOGIA</u> .....	38
3.1 - Generalidades .....	38
3.2 - Rochas do Cristalino .....	38
3.2.1 - Subfolha Corrente .....	39
3.2.2 - Subfolha Itaqui .....	40
3.2.3 - Subfolha Ponte Alta do Norte ..	41
3.2.4 - Subfolha Dianópolis .....	41
3.3 - Rochas Sedimentares .....	42
3.3.1 - Estratigrafia.....	43
3.3.2 - Paleozóico .....	43
3.3.2.1 - Formação Serra Grande.	43
3.3.2.2 - Formação Pimenteiras.	46
3.3.2.3 - Formação Cabeças.....	48
3.3.2.4 - Formação Longã.....	49
3.3.2.5 - Formação Poti.....	50
3.3.2.6 - Formação Piauí .....	52
3.3.2.7 - Formação Pedra de Fogo.	53
3.3.3 - Mesozóico .....	54
3.3.3.1 - Formação Sambaíba ...	54
3.3.3.2 - Formação Areado.....	55
3.3.3.3 - Formação Urucuia.....	56
3.3.4 - Cenozóico .....	58
3.3.4.1 - Coberturas Detríticas.	58
3.3.4.2 - Aluviões (Qal).....	58
3.4 - Geologia Estrutural.....	59
3.5 - História Geológica .....	60

	PÁG.
4 - <u>HIDROQUÍMICA</u> .....	63
4.1 - Generalidades.....	63
4.2 - Características Químicas das Águas Subterrâneas.....	64
4.2.1 - Água Subterrânea nas Rochas Sedimentares.....	64
4.2.2 - Água Subterrânea nas Rochas Cristalinas .....	67
4.3 - Classificação das Fácies Químicas....	68
4.3.1 - Águas Cloretadas.....	84
4.3.2 - Águas Carbonatadas .....	85
4.3.3 - Águas Cloretadas-Carbonatadas	85
4.3.4 - Águas Sulfatadas-Cloretadas..	87
4.3.5 - Águas mistas.....	88
4.4 - Qualidade das Águas para Irrigação...	88
4.5 - Qualidade das Águas para Consumo Humano.....	92
 5 - <u>HIDROGEOLOGIA</u> .....	112
5.1 - Generalidades.....	112
5.2 - Água Subterrânea nas Rochas Cristalinas.....	114
5.3 - Água Subterrânea nas Rochas Sedimentares.....	116
5.3.1 - Aquífero Serra Grande.....	116
5.3.2 - Formação Pimenteiras.....	117
5.3.3 - Formação Cabeças.....	118
5.3.4 - Formação Longã.....	119
5.3.5 - Formação Poti/Piauí.....	119
5.3.6 - Formação Pedra de Fogo.....	121
5.3.7 - Formação Sambaiba.....	121
5.3.8 - Formação Areado.....	122
5.3.9 - Formação Urucuia.....	122



	<u>PÁG.</u>
5.3.10 - Cobertura e Aluvioes.....	123
5.4 - Reservas das Águas Subterrâneas.....	124
5.4.1 - Embasamento Cristalino .....	124
5.4.2 - Rochas Sedimentares.....	125
5.4.2.1 - Vazão de Escoamento Natural.....	126
5.4.2.1.1 -Escoamen- to Natu - ral.....	127
5.4.2.1.2 -Formação Urucuia.	128
5.5. - Reservas Permanentes.....	131
5.5.1 - Aquífero Serra Grande.....	131
5.5.2 - Aquitardo Pimenteiras.....	132
5.5.3 - Aquífero Cabeças.....	132
5.5.4 - Aquífero Poti/Piauí.....	133
5.5.5 - Aquífero Urucuia.....	134
5.6 - Reservas Exploráveis.....	134
5.7 - Demanda de Água.....	136
6 - <u>CONCLUSÕES</u> .....	138
7 - <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	143

A N E X O S (Volume II)

- Nota Explicativa .....	147
- Fichas de Sondagens.....	
- Catálogos de Pontos de Água.....	
- Base Geológica .....	
- Base Hidrológica.....	
- Base Hidroquímica .....	



- Base Piezométrica.....
- Base Planimétrica.....
- Base Potencial.....
- Base de Pontos de Água.....

## RESUMO

A Folha 22 - Rio São Francisco-SO, corresponde a uma área de 72.000 Km<sup>2</sup>, com uma população de 100.000 habitantes e envolve áreas parciais dos estados da Bahia, Goiás, Piauí e Maranhão.

O clima é do tipo Aw, a pluviometria variando em torno de 1.500 milímetros. Os principais rios de sua rede hidrográfica são os rios das Balsas, Manoel Alves e Sono (Sub-bacias do Rio Tocantins) e o Rio Preto (Sub-bacia do Rio São Francisco).

A morfologia é de chapadas, com bordas íngremes, feição transitórias entre os domínios morfoclimáticos do Nordeste, da Amazônia e Brasil Central. A vegetação característica é o cerrado.

A geologia está representada por rochas cristalinas (30%) - Super Grupo Espinhaço e o Grupo Bambuí - e as formações sedimentares da Bacia do Meio-Norte, da Serra Grande até a Urucuia, ocorrendo esta última em mais da metade da Folha.

A hidroquímica revelou predominância das águas cloretadas (41%) e carbonatadas (25,6%) do tipo sódica. As amostras provenientes das rochas cristalinas tem valores médios de resíduo seco de 220 mg/l, pH 7,15 e dureza 77<sup>o</sup>F, e as procedentes dos sedimentos com resíduo seco 121 miligramas por litro, pH 6,18 e dureza 4,10<sup>o</sup>F. Em relação a adequabilidade para irrigação predominam as águas C<sub>o</sub>-S<sub>1</sub>, salinidade frquíssima e fracamente sódica (68%), não apresentando risco de salinização.

A potabilidade das águas é boa.

Foram catalogadas 180 fontes, 133 cacimbas e 26 poços tubulares, totalizando 339 pontos de água.

Os poços tubulares no cristalino apresentam vazão média de 1,0 l/s e profundidade média de 85,60 metros.

As principais formações aquíferas são Poti, Piauí e Urucuia.

Os volumes exploráveis são  $126 \times 10^6 \text{ m}^3$  / ano no cristalino e  $451 \times 10^6 \text{ m}^3$  / ano nos sedimentos.

## ABSTRACT

The Sheet 22 - Rio São Francisco-SO - with an area of 72.000 square kilometer and 100.000 inhabitants population enclose partial areas of Bahia, Goiás, Piauí and Maranhão States.

Climatic type Aw, precipitation ranging around 1500 milimeter, Manoel Alves, das Balsas and Preto Rivers are major rivers in its drainage net.

Morphology is characteristically tableland with sharp border; is considered transition between morphoclimatic features from Northeast, Amazonic and Brasil Central.

Vegetation presents "Cerrado" as characteristic type.

Geology is represented by crystalline rocks (30%) with Espinhaço Supergroup and Bambuí Group, the other (70%) are Meio Norte Basin Sedimentary formation from Serra Grande formation to Urucua formation, the last one covering more than half of the area.

Hydrochemistry reveals predominance of chloride water (41%) and carbonate water (25,6%), being sodium type most of them. Samples from crystalline rocks has average for dissolved solids 220 mg/l, pH 7,15 and hardness of 77 (french degree), although samples from sedimentary points has 121 mg/l for dissolved solids, pH 6,18 and hardness of 4,10<sup>o</sup>F.

For irrigation purposes ground waters predominance is of C<sub>o</sub> - S<sub>1</sub> type (low salinization) without risks of salinization.

Potability is very good for human and animal

uses.

The inventory classified 180 springs, 133 dug wells and 26 wells with a 339 total of water points.

Wells, in crystalline rocks shows 1,0 l/s average yield and 85,6 meter average depth.

Major aquifer formations are Poti, Piauí and Urucuia.

Exploitation volume are  $126 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  for crystalline areas and  $451 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  for sediments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

<u>ITEM</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁG.</u>
1.3.1	Mapa de Situação da Folha .....	03
1.4.1.1	Distribuição populacional.....	05
1.4.1.2	Divisão Municipal, Microrregião Homogênea e Densidade Demográfica.....	06
1.4.2.1	Produção Agrícola.....	07
1.4.2.2	Distribuição dos Rebanhos.....	08
2.1.2.1	Catálogo de Observações Pluviométricas.....	15
2.1.2.2	Precipitações Totais Anuais das Estações Pluviométricas.....	16
2.1.2.3/6	Precipitações Médias Mensais.....	17
2.1.2.7	Isoietas Médias Anuais.....	21
2.1.3.1	Médias de Elementos Climáticos.....	22
2.1.5.1	Zoneamento Árido.....	25
2.1.6.1	Balanço Hidrológico da Estação Ponte Alta do Norte.....	28
2.1.6.2	Balanço Hidrológico (gráfico) de Ponte Alta do Norte.....	27
2.2.6	Bacias Hidrográficas e Rede Fluviométrica.....	30
2.2.5.1	Curva de Recessão do Rio das Balsas em Porto Gilândia.....	34
3.3.1.1	Coluna Lito-Estratigráfica das Rochas Sedimentares.....	44
4.2.1.1	Distribuição de Frequência dos Resíduos Secos.....	65

<u>ITEM</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁG.</u>
4.2.1.2	Distribuição de Resíduo Seco por Tipo de Manancial.....	66
4.2.1.3	Médias de pH, Resíduo Seco e Dureza (Sedimentos).....	67
4.2.2.1	Médias de pH, Resíduo Seco (Rochas Cristalinas).....	68
4.3.6/16	Fácies Hidroquímicas.....	69
4.3.17	Distribuição de Frequência dos Fácies Químicos da Folha 22.....	80
4.3.18	Frequência das Classes Hidroquímicas das Águas.....	83
4.3.19	Frequência dos Tipos Hidroquímicos.	84
4.3.1.1	Águas Cloretadas.....	84
4.3.2.1	Águas Carbonatadas.....	86
4.3.3.1	Águas Cloretadas-Carbonatadas.....	86
4.3.4.1	Águas Sulfatadas-Cloretadas.....	87
4.3.5.1	Águas Mistas.....	88
4.4.1	Classificação das Águas para Irrigação (I) .....	90
4.4.2	Classificação de Águas para Irrigação (II).....	91
4.4.3	Distribuição de Frequência dos tipos de água para Irrigação.....	
4.5.1/18	Diagramas de Análise de Água (potabilidade).....	93
5.1.1.	— Coluna Hidrogeologica .....	113



## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1. HISTÓRICO

O Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba teve início no ano de 1975, por solicitação do Departamento Nacional da Produção Mineral à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, visando o levantamento das potencialidades minerais da região.

A pesquisa referente à água subterrânea, devido à sua importância, tornou-se objeto de um programa a parte sob a forma de subprojeto.

O Subprojeto Hidrogeologia foi elaborado semelhantemente ao Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste efetuado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), objetivando a execução do inventário hidrogeológico das Folhas Rio São Francisco-NO e SO, Teresina NO e SO, e São Luiz NO e SO respectivamente enumeradas 01,03,07,12, 17 e 22.

Este relatório focaliza os trabalhos realizados na área correspondente à Folha 22 - São Francisco-SO na escala de 1:500.000.

### 1.2 - OBJETIVO

O objetivo precípua deste trabalho fundamenta

-se no cadastramento dos pontos de água (poços tubulares, poços manuais e fontes) da área e suas principais características, visando a determinação dos principais mananciais e seus respectivos parâmetros hidrogeológicos, com a finalidade de fornecer subsídios para futuros aproveitamentos em programas de utilização de recursos hídricos subterrâneos.

### 1.3 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Folha Rio São Francisco-SO está compreendida entre as coordenadas geográficas de  $10^{\circ}$  a  $12^{\circ}$  de latitude sul, e de  $45^{\circ}$  a  $48^{\circ}$  de longitude oeste (Fig. 1.3.1).

A área estudada ocupa, aproximadamente, 72.000 quilômetros quadrados englobando municípios do extremo sul piauiense, do centro-leste goiano, do noroeste do Estado da Bahia, e do sul maranhense.

O acesso à área é feito pela rodovia Belém - Brasília (BR-010) para quem procede de Belém, São Luiz, ou Brasília ou, através da rodovia Floriano-Correntes (PI-140), para os procedentes de Teresina, sendo as duas estradas pavimentadas. As demais rodovias existentes não são pavimentadas e apresentam tráfego precário nos períodos invernosos.

Algumas localidades são servidas por táxi-aéreo ou aviões de pequeno porte.

### 1.4 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

#### 1.4.1 - População

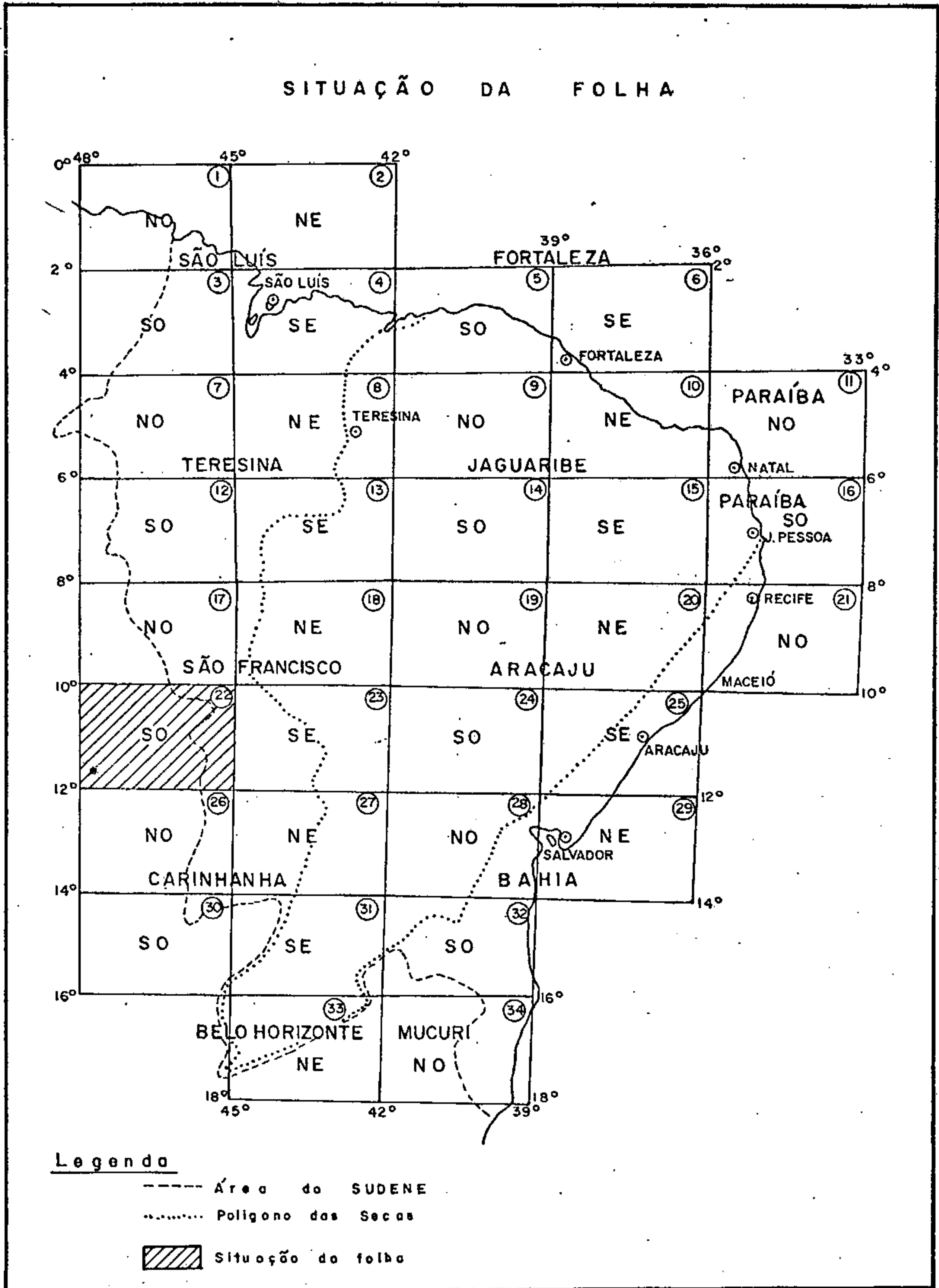


Fig. 1.3.1

A Folha engloba vinte municípios, alguns deles parcialmente.

A distribuição da população nos estados, microrregiões homogêneas e municípios, pode ser observada no Quadro 1.4.1.1 e na Fig. 1.4.1.2.

A população total da área é estimada em 99.786 habitantes de acordo com o Anuário Estatístico do Brasil (1976).

A densidade demográfica varia de 0,50 (Ponte Alta do Norte-GO) a 4,07 habitantes por quilômetro quadrado (Corrente-PI) - Quadro 1.4.1.1.

#### 1.4.2 - Sócio-Economia Regional

Os principais centros urbanos na área são as cidades de Dianópolis (GO) e Formosa do Rio Preto (BA); as condições de saúde, educação, saneamento básico, comunicação, energia, não são muito satisfatórias.

A proximidade da cidade de Barreiras, no Estado da Bahia, que se encontra bem próxima da extremidade sudeste da Folha, proporciona atendimento mais favorável às populações vizinhas àquela cidade.

As comunicações são efetuadas através de agências da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos existentes em algumas cidades; não existiam, quando da execução dos trabalhos, serviços de comunicação telefônica em nenhuma das cidades da área.

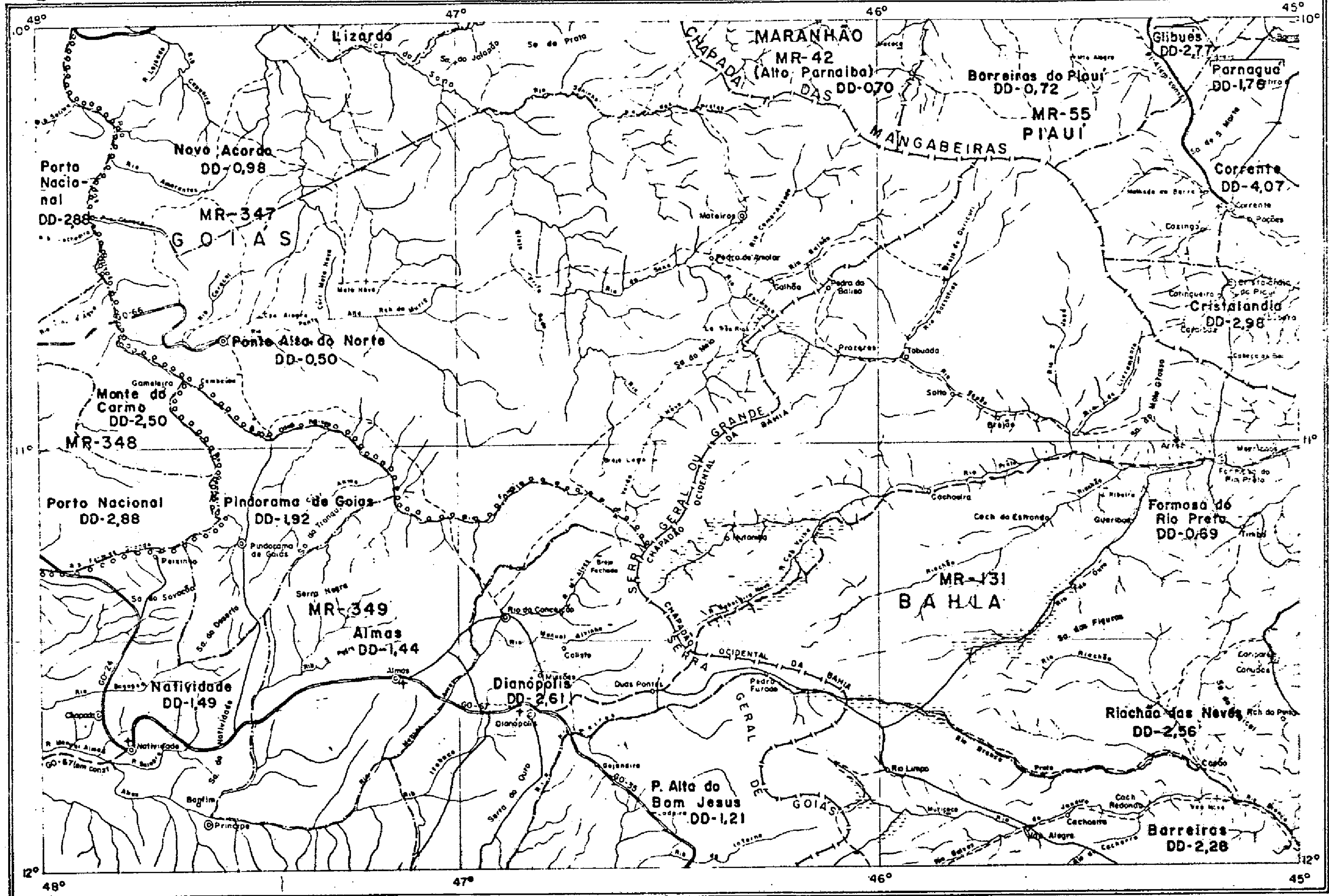
No setor educacional, registram-se grupos esco

QUADRO 1.4.I.1.  
DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL

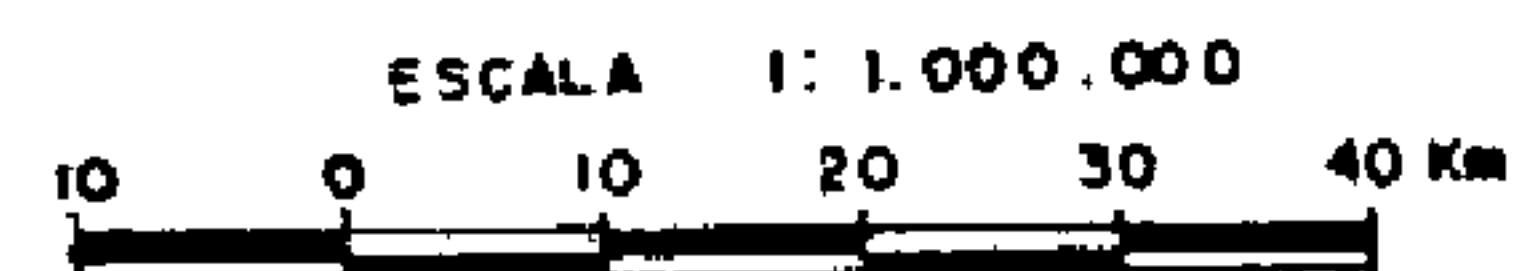
MICRO REGIÃO	MUNICÍPIO	ÁREA (KM <sup>2</sup> )		POPULAÇÃO (Hab )		%	DD
		TOTAL	FOLHA	TOTAL	FOLHA		
MR-131	Barreiras .....	10.544	3.163	24.020	7.206	30	2.28
	Formosa do Rio Preto..	14.905	12.630	10.267	8.727	85	0.71
	Riachão das Neves.....	6.533	2.930	16.695	7.513	45	2.55
MR-347	Lizarda.....	14.215	711	9.309	465	5	0.65
	Novo Acordo .....	6.201	5.565	6.100	5.490	90	0.98
	Ponte Alta do Norte...	15.978	15.978	8.031	8.031	100	0.50
MR-348	Monte Carmo.....	2.592	1.944	6.259	4.694	75	2.41
	Porto Nacional.....	13.682	2.736	39.440	7.888	20	2.88
MR-349	Almas.....	4.784	4.780	6.867	6.867	100	1.43
	Dianópolis.....	4.123	3.298	10.770	8.616	80	2.61
	Conceição do Norte....	2.084	625	3.284	985	30	1.58
	Natividade.....	8.812	4.406	13.146	6.573	50	1.49
	P.A. Bom Jesus.....	5.140	3.341	6.212	4.038	65	1.21
Pindorama de Goiás....	1.862	1.862	3.580	3.580	100	1.92	
MR-55	Barreiras do Piauí....	3.773	2.264	2.711	1.627	60	0.72
	Corrente.....	4.308	2.585	17.521	10.513	60	4.07
	Cristalândia.....	1.353	541	4.025	1.610	40	2.98
	Gilbuês.....	3.484	1.394	9.622	3.849	40	2.76
	Parnaguá.....	5.583	167	9.797	294	3	1.76
MR-42	Alto Parnaíba.....	11.587	1.738	8.139	1.220	15	0.70
T O T A I S .....		141.543	72.600	215.795	99.786	-	2.97

DD - Densidade Demográfica (hab/Km<sup>2</sup>)





DIVISÃO MUNICIPAL  
 MICRO-REGIÃO HOMOGÊNEA  
 DENSIDADE DEMOGRÁFICA



CONVENÇÕES

- - Cidades
- - Povoados
- - Fazendas
- - Limite Interestadual
- - Estrada Pavimentada
- - Estrada Principal
- - Estradas Secundária
- - Caminhos
- - Rios
- - Limite Municipal
- - Limite de Micro-Região
- MR-42 - Micro-Região

DD-065 - Densidade Demográfica (hab./Km<sup>2</sup>)

Fig. 1.4.1.2

lares em diversas localidades e alguns ginásios nos principais centros urbanos.

Os Quadros 1.4.2.1 e 1.4.2.2 mostram as situações referentes às culturas e rebanhos existentes e distribuídos por cada estado.

QUADRO 1.4.2.1  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA

C U L T U R A S	BAHIA	GOIÁS	MARANHÃO	PIAUÍ	TOTAL
Algodão (Ton)	67,5	268,9	30,3	9,1	375,8
Arroz (Ton)	713,5	27.784,7	104,7	1.117,4	29.720,3
Cana de açúcar (Ton)	10.320,0	32.703,2	180,0	23.170,5	66.373,7
Feijão (Ton)	1.384,8	483,3	18,0	352,0	2.238,1
Mandioca (Ton)	4.880,0	29.632,0	648,0	12.284,0	47.444,0
Milho (Ton)	574,4	48.386,4	81,0	1.880,0	50.921,8
Abacate (1.000 unid)	115,2	360,6	30,3	-	506,1
Banana (1.000 unid)	35,3	106,6	2,0	68,1	212,0
Laranja (1.000 unid)	513,4	835,2	11,2	1.089,0	2.448,8

Conforme pode ser observado as principais culturas desenvolvidas são a cana-de-açúcar, o milho, a mandioca e o arroz, culturas estas voltadas para a subsistência populacional.

A pecuária apresenta-se mais desenvolvida na parte do Estado de Goiás e visa, principalmente, o abate de bovinos para consumo humano.



QUADRO 1.4.2.2  
DISTRIBUIÇÃO DOS REBANHOS

REBANHOS	BAHIA	GOIÁS	MARANHÃO	PIAUI	TOTAL
Bovinos	29.533	166.062	3.889	33.732	233.216
Asininos	2.107	3.791	140	2.034	8.072
Muares	832	6.027	96	812	7.767
Equinos	3.009	15.615	128	2.273	21.025
Suinos	11.108	26.310	106	9.371	47.255
Caprinos	3.027	2.634	153	6.960	12.774
TOTAL	49.616	220.439	4.512	55.542	330.109

Os maiores rebanhos são de bovinos e de suínos, observando-se que os dados aqui citados antecedeu a febre suína que assolou o país, em 1978, e que obrigou a matança de parte do rebanho onde se fez necessário.

#### 1.5 - METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia utilizada para a execução dos trabalhos pode ser sintetizada nos itens abaixo relacionados:

a) Documentação - na primeira etapa dos trabalhos procurou-se reunir os trabalhos de geologia e hidrogeologia, fichas de sondagens, relatórios técnicos referentes a área em estudo e livros técnicos, de modo a servir de documentação básica à execução dos estudos previstos. O material bibliográfico acima referido foi obtido em diversas fontes, tais como, SUDENE, DNOCS, CAEMA, AGESPISA, FSEPS, Projeto RADAM e inclusive na própria CPRM, e serviram de subsídios técnicos.

b) Trabalhos de campo - os trabalhos de campo consistiram de determinações e averiguações "in loco" das informações obtidas das documentações coletadas na primeira fase dos trabalhos, da catalogação dos diversos pontos de água (poços tubulares, fontes, cacimbas) em fichas apropriadas, assim como de observações e medidas das características principais dos mesmos, tais como, nível estático, profundidade, diâmetro, condutividade elétrica e pH. Coletas de amostras de água (2 litros cada) foram efetuadas com a finalidade de analisar quimicamente as águas provenientes dos pontos de água para posterior classificação hidroquímica. Posteriormente, foi executado o levantamento altimétrico dos pontos de água selecionados para elaboração de mapa piezométrico.

c) Organização de dados - nesta fase foram organizados os dados obtidos, preparando-se o início da redação dos relatórios finais. Foram processados dados plúvio-fluviométricos, os resultados das análises químicas, e outros.

d) Elaboração do Relatório Final - o relatório final começou a ser escrito após a análise dos dados processados e da elaboração dos mapas bases para cada Folha e que são:

- . Base planimétrica
- . Base de pontos de água
- . Base hidrológica
- . Base geológica
- . Base hidroquímica
- . Base piezométrica
- . Base de potencial explorável.

Adotou-se, como base geológica, os mapas geológicos preparados pelas equipes de integração metalogenética do Projeto Global, e nas áreas não levantadas pelo

mesmo, ao sul da Folha, utilizou-se o mapa do Projeto Letos (Leste do Rio Tocantins/Oeste do Rio São Francisco).

As demais bases foram elaboradas de acordo com os dados obtidos.

e) Equipe de trabalho - inicialmente, a equipe encarregada da execução deste subprojeto foi chefiada pelo geólogo Fernando Antonio do Rego Barros, de 1975 a 1977; em março de 1977, o geólogo Francisco Aurélio Caetano da Silva substituiu aquela chefia, ficando até o término do projeto em 1979.

O pessoal que trabalhou no projeto, está, em seguida relacionado:

. Francisco Aurélio Caetano da Silva....	Chefe do Projeto 1977/1979.
. Fernando Antonio do Rego Barros.....	Chefe do Projeto 1975/1977.
. Carlos Fernando Pinto Teixeira.....	Geólogo
. Clodionor Carvalho de Araújo.....	Geólogo
. Antonio Reinaldo Soares Filho.....	Geólogo
. Jorge Luiz Fortunato de Miranda.....	Geólogo
. Armando Arruda Câmara Filho.....	Téc. Mineração
. Djalma Pereira.....	Téc. Mineração
. João Militão Martins Neto.....	Téc. Mineração
. José Ludgero Neto.....	Téc. Mineração
. Ney Gonzaga de Souza.....	Téc. Mineração
. Francisco de Assis Batista de Moraes...	Desenhista

#### 1.6 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

Os dados físicos de produção verificados pa

ra à realização dos trabalhos da Folha 22 podem ser sintetizados nos seguintes números:

- Cadastramento de 339 pontos de água, subdivididos em 26 poços tubulares, 133 poços manuais e 180 fontes.
- Coleta de 185 amostras de água efetuadas nas diversas formações geológicas.
- Análise química de 76 amostras devidamente selecionadas.
- Levantamento altimétrico de 113 pontos com a finalidade de obtenção de dados básicos para elaboração da base piezométrica.

#### 1.7 - TRABALHOS ANTERIORES

Os trabalhos anteriormente realizados na área e que contribuíram com informações para este subprojeto foram:

- Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba, realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para o Departamento Nacional da Produção Mineral.
- Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco, realizado também pela CPRM para o DNPM, para mapeamento geológico e cadastramento mineral (1976).

- Estudo Integrado da Bacia Sedimentar do Rio Parnaíba realizado pela SERETE S/A - Engenharia, para a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.
- Projeto RADAM, trabalho de levantamentos dos diversos recursos naturais do país através de utilização de imagens de radar e demais sensores remotos, realizado pelo RADAM para o DNPM.

## 2 - ASPECTOS GERAIS

### 2.1 - ELEMENTOS CLIMÁTICOS

Os elementos climáticos que serão abordados neste item são: tipos de clima, pluviometria, temperatura, evaporação, umidade relativa, insolação e aridez.

#### 2.1.1 - Tipos de Clima

A região é, climatologicamente, caracterizada pela predominância total do clima do tipo Aw (segundo a classificação de Koppen), ou seja, clima quente e úmido, tropical, apresentando estações de verão secas com dias quentes e noites bastante frias, sendo sua época de estiagem os meses de meio de ano, junho e julho, enquanto o período chuvoso ocorre entre os meses de dezembro a abril.

Em virtude da ocorrência de um único tipo de clima para a área em estudo, não foi apresentado um mapa climático representativo.

#### 2.1.2 - Pluviometria

Os dados pluviométricos desta Folha começa-

ram a ser registrados a partir do ano de 1963,

Os postos de observação apresentem períodos muito variáveis, dificultando um melhor trabalho de análise, pois a maior parte dos postos só começaram a funcionar a partir da década de 70.

As médias anuais extremas foram registradas, respectivamente, em Natividade, no Estado de Goiás, de 1.558 milímetros e em Bom Jardim, no Estado da Bahia, de 612 milímetros. (Quadros 2.1.2.1 e 2.1.2.2).

Conforme pode ser visto nos gráficos de precipitação média mensal (Fig. 2.1.2.3 a 2.1.2.6) as maiores precipitações pluviométricas ocorrem entre os meses de novembro a abril, ficando entre os meses de julho a agosto as menores chuvas.

Os índices pluviométricos estão representados no mapa de isoietas médias anuais (Fig. 2.1.2.7).

Neste mapa pode ser notado que as chuvas apresentam intensidade crescente no sentido de leste para oeste.

### 2.1.3 - Temperatura

Dados estatísticos que forneçam determinações termométricas são escassos na área estudada.

A temperatura média da área é de 25°C, observando-se variações que vão de 39<sup>o</sup> a 10<sup>o</sup>C.

Devido a não existência de postos de observações dentro da área, considerou-se os dados hidrometeorológicos registrados nas estações de Peixe, Paranã, Porto Nacio -





SUREG - RE

# DNPM - CPRM - INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO DO NORDESTE

FOLHA - 22

## CATÁLOGO DE OBSERVAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO																	OBSERVAÇÕES			
		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	FONTE	MÉDIA
11.45.02	Faz. Boa Fé - BA																			CPRM	525.0
11.45.03	Faz. Bom Jardim - BA																			CPRM	612.0
11.45.04	Formoso do Rio Preto - BA																			CPRM	663.0
11.45.05	Posto Acaba Vida - BA																			CPRM	935.0
08.11.47.02	Almas - GO																			CPRM	1.310.0
08.11.46.01	Dianópolis - GO																			CPRM	1.416.0
08.10.47.03	Jatobá - GO																			CPRM	1.023.0
08.11.47.01	Natividade - GO																			CPRM	1.558.0
08.11.47.03	Pindorama - GO																			CPRM	1.410.0
08.12.46.02	Ponte Alta do Norte - GO																			CPRM	1.338.0
08.10.47.01	Porto Gilândia - GO																			CPRM	1.352.0
08.11.47.05	Porto Alegre - GO																			CPRM	1.060.0
46.19.05	Coxingó - PI																			SUDENE	993.0
46.09.86	Corrente - PI																			SUDENE	1.040.0
46.19.14	Cristalândia do Piauí - PI																			SUDENE	1.091.0
46.09.02	Galheiros - PI																			SUDENE	1.143.0
46.19.36	Genipapeiro - PI																			SUDENE	1.091.0

**PRECIPITAÇÕES TOTAIS ANUAIS DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS**

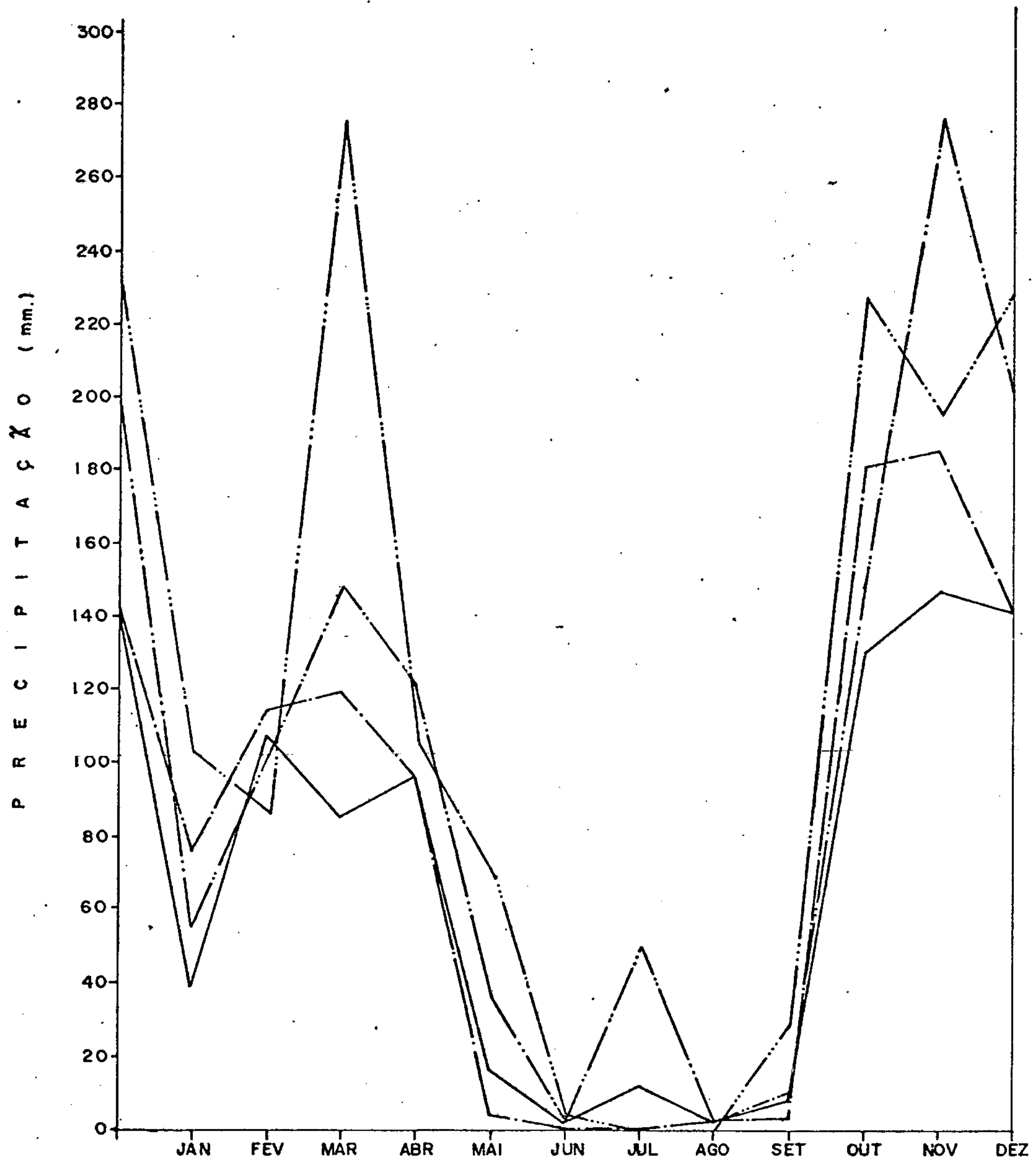
E S T A Ç Õ E S		P R E C I P I T A Ç Õ E S (mm.)														MÉ- DIA (mm)
CÓDIGO	NOME	1.963	1.964	1.965	1.966	1.967	1.968	1.969	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1976	
08.11.47.02	Almas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1566	1193	1189	1.310
08.11.46.01	Dianopolis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1095	2009	1677	1450	852	1.416
08.10.47.03	Jatobá	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	551	1654	1810	1.023
08.11.47.01	Natividade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1855	1438	1380	1.558
08.11.47.03	Pindorama do Goiás	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2181	1446	819	1.482
08.12.46.03	Ponte Alta do Bom Jesus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	795	1927	1289	—	1.338
06.11.45.02	Faz. Boa Fé	—	—	—	—	—	—	—	—	658	1052	1068	—	—	—	925
06.11.45.03	Bom Jardim	—	—	—	—	—	—	—	—	278	702	858	—	—	—	612
06.11.45.05	Acaba Vida	—	—	—	—	—	—	—	—	519	885	1458	—	—	—	935
46.09.02	Galhetros	964	1639	806	1300	1413	1062	939	1060	1186	1000	1198	—	—	—	1.143
46.09.86	Corrente	822	1304	732	1385	1361	850	929	787	1061	865	951	—	—	—	1.004
46.19.05	Caxingo	826	1212	793	1223	1099	1136	1132	855	910	770	960	—	—	—	993
46.19.14	Cristalândia do Piauí	1060	1533	779	1466	1280	820	1035	1033	991	918	1075	—	—	—	1.091
48.19.36	Genipapetro	1036	1476	817	1346	1349	899	981	886	1206	900	1100	—	—	—	1.091





CPRM

# PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS



## CONVENÇÕES

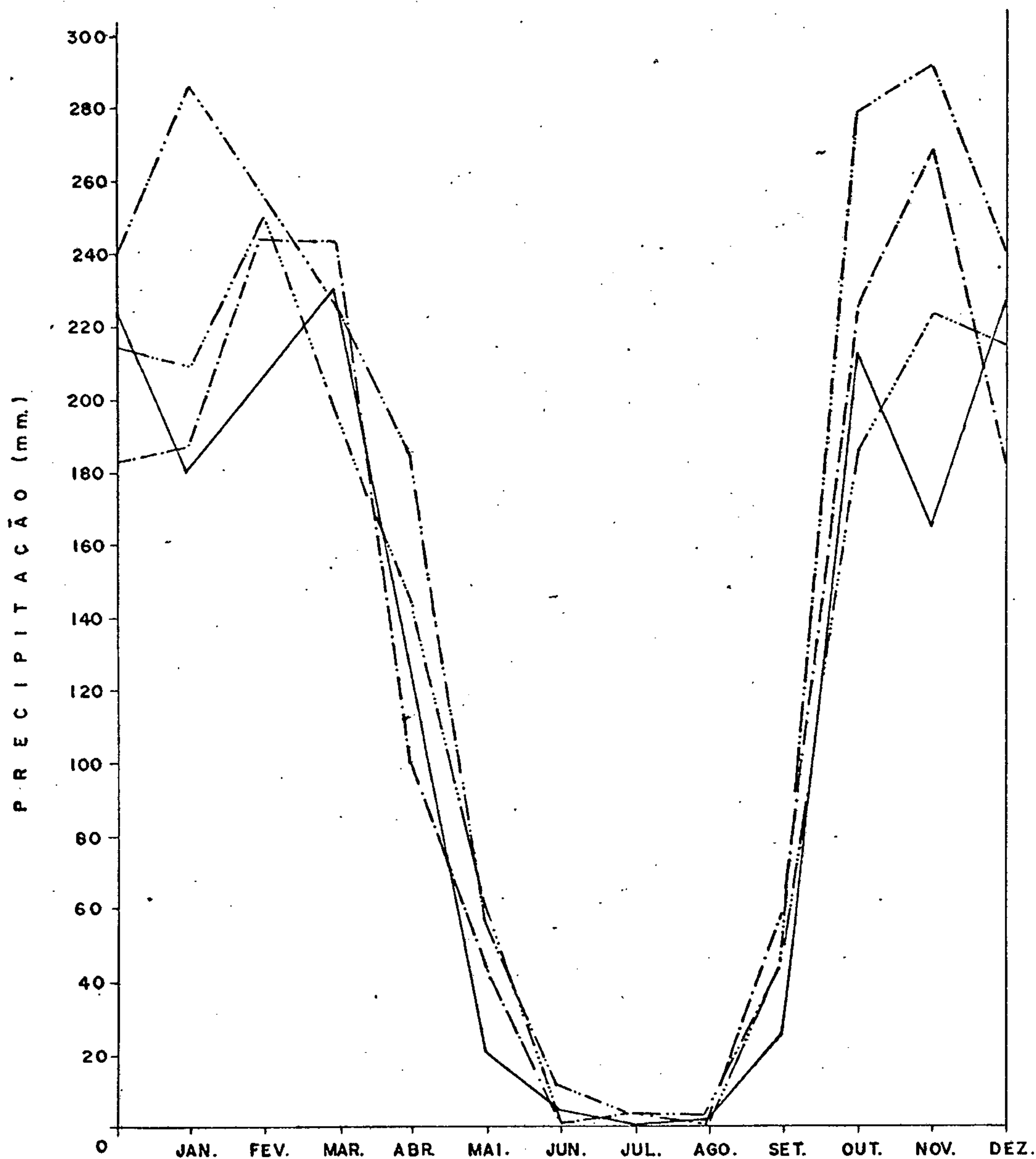
LOCAL	PERÍODO	MÉDIA mm/ano
— Foz. Bom Jardim - Ba.	1971 - 1973	612
- - - Formosa do Rio Preto - Ba.	1971 - 1973	663
— · — Faz. Boa Fé - Ba.	1971 - 1973	926
— · · Ponte Acoba Vido - Ba.	1971 - 1973	935

Fig. 2.1.2.3



CPRM

# PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS

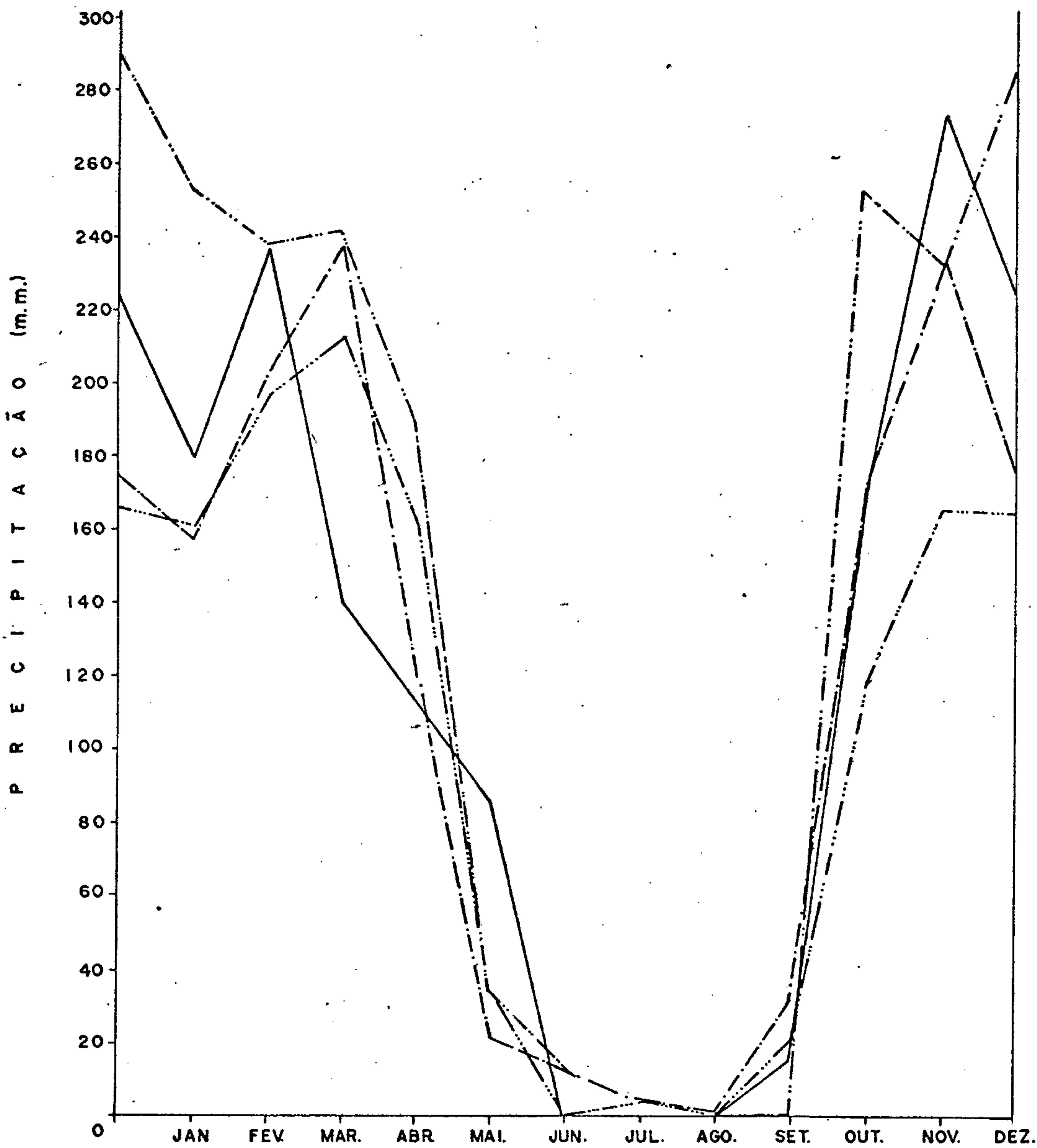


## CONVENÇÕES

LOCAL	PERÍODO	MEDIA mm. / ano
— Dianópolis - Go.	1972 - 1976	1.416
- - - Natividade - Go.	1974 - 1976	1.558
— Pindorama de Goiás	1973 - 1976	1.410
- - - Almas - Go.	1973 - 1976	1.310

Fig. 2.1.2.4

# PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS



## CONVENÇÕES

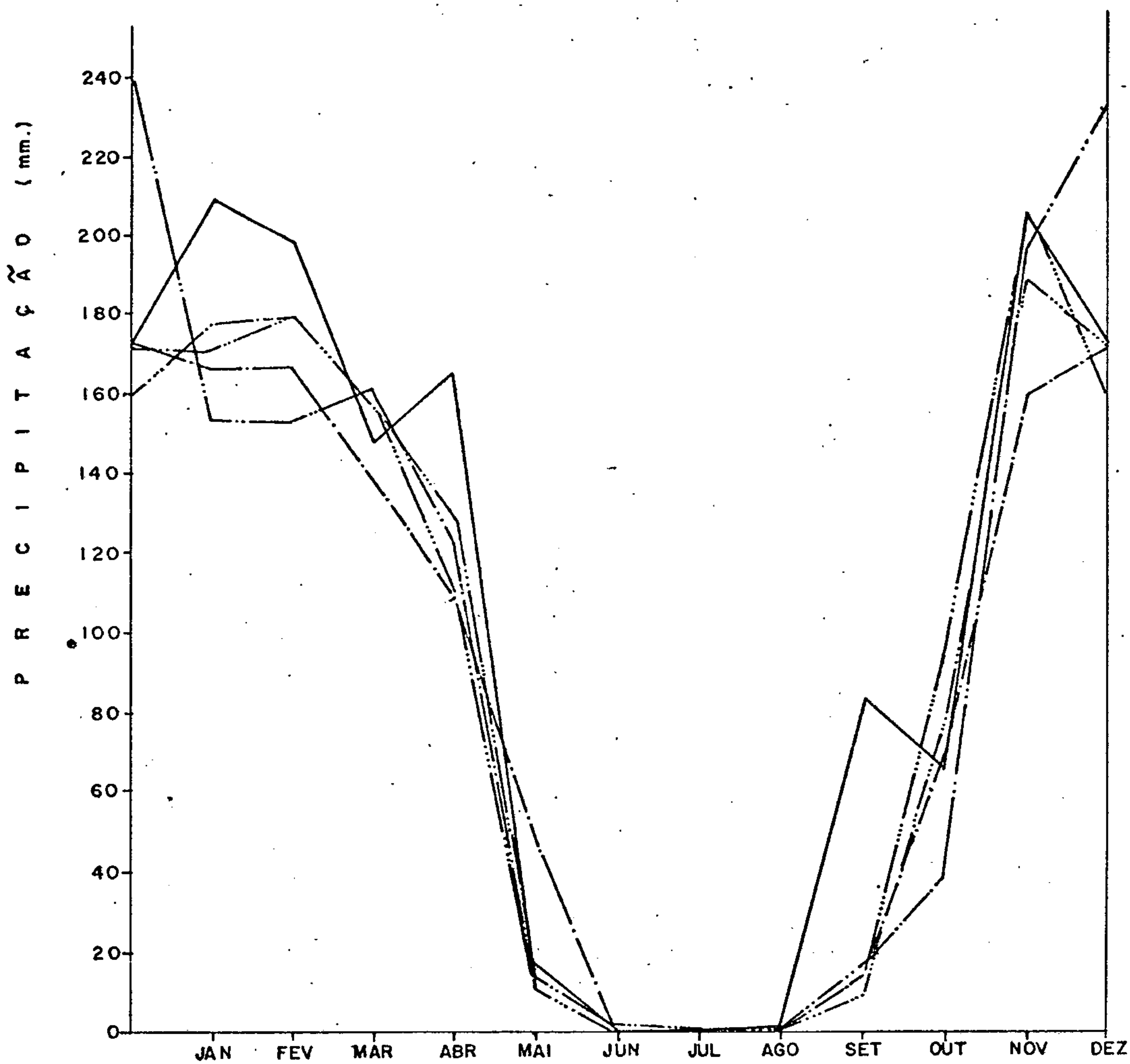
L O C A L	PERÍODO	M É D I A mm / ano
— Porto Alegre - Go.	1975 - 1976	1.060
- - - Porto Girândia - Go.	1971 - 1976	1.352
· · · Ponte Alta do Bom Jesus - Go.	1973 - 1975	1.338
- · - Rio Sono em Jatobar - Go.	1973 - 1976	1.023

Fig. 2.1.2.5



CPRM

# PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS

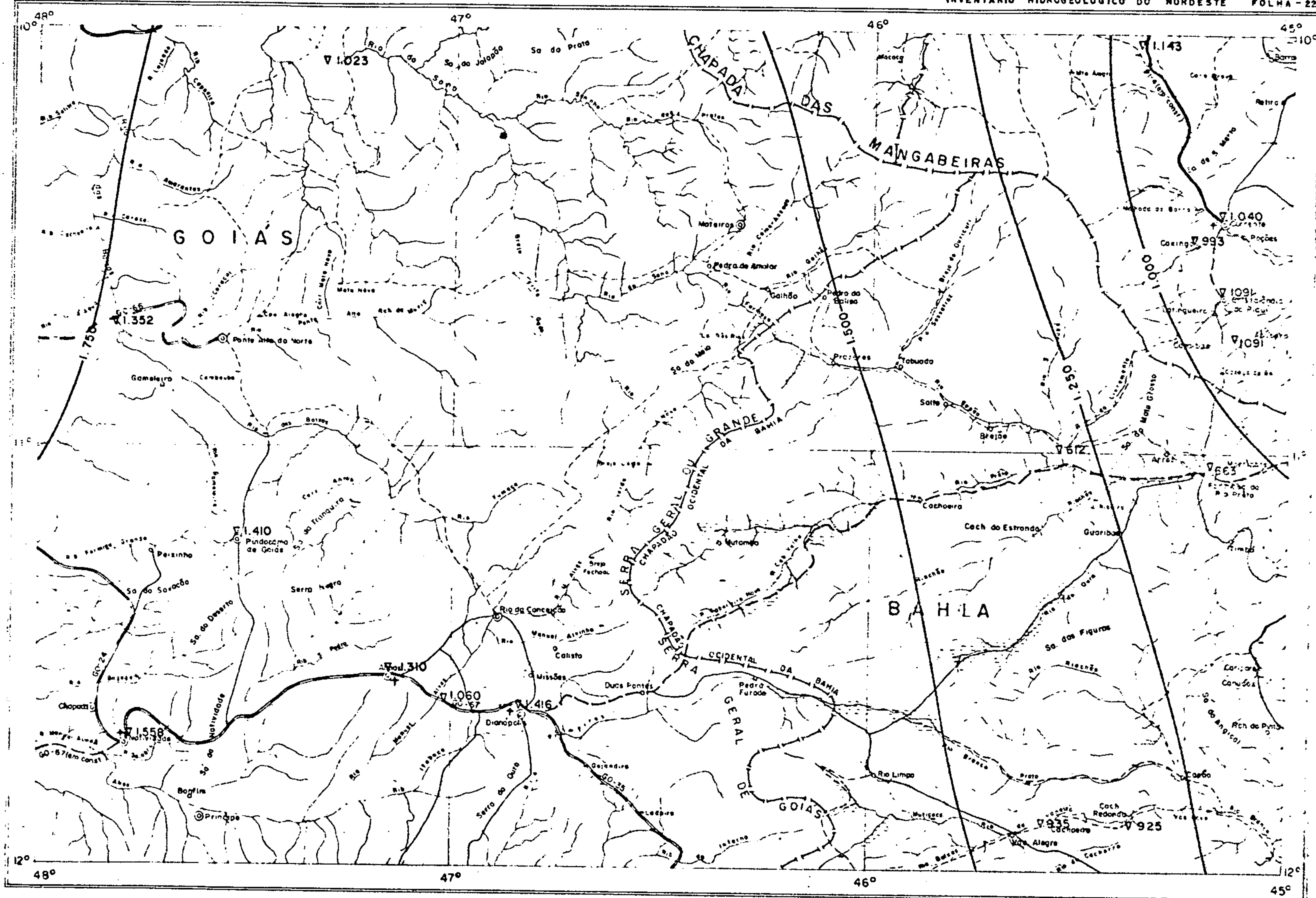


## CONVENÇÕES

L O C A L	PERÍODO	MÉDIA mm. / ano
— Faz. Galheiros - PI.	1963 - 1973	1.143
- - - Corrente - PI.	1963 - 1973	1.004
· · · Coxingó - PI	1963 - 1973	993
· · · · · Cristalândia do Piauí	1963 - 1973	1.091
· · · · · Genlapeiro - PI	1963 - 1973	1.091

Fig. 2.1.2.6





**ISOIETAS MÉDIAS ANUAIS**  
SEGUNDO: EDMON NIMER

**CONVENÇÕES**

- ⊙ - Cidades
- - Povoados
- - Fazendas
- - Limite Interestadual
- == - Estrada Pavimentada
- — — - Estrada Principal
- — — - Estrada Secundária
- — — - Caminhos
- — — - Rios
- 1000 - Curvas de isoietas
- ∇ - Estação pluviométrica
- 1.416 - Pluviometria média anual na estação

ESCALA 1: 1.000.000  
0 10 20 30 40 Km

Fig. 2.1.2.7



nal e Taguatinga como representativos, em virtude das localizações geográficas das estações situarem-se muito próximas aos limites desta Folha (Quadro 2.1.3.1).

QUADRO 2.1.3.1  
MÉDIAS DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS

	PEIXE	PARANÃ	PORTO NACIONAL	TAGUATINGA	MÉDIA
Temperatura (°C)	24,9	25,0	25,8	24,3	25,0
Evaporação (mm)	1.695,0	1.316,0	1.696,0	1.785,0	1.623,0
Umidade Relativa (%)	71,0	78,0	72,0	68,0	72,2
Insolação (h /ano)	2.630,0	2.462,0	2.443,0	2.319,0	2.463,0

As coordenadas geográficas das estações acima referidas são as seguintes:

Peixe .....48°32' oeste - 12°03' sul  
 Paranã .....47°47' oeste - 13°33' sul  
 Porto Nacional ...48°43' oeste - 10°31' sul  
 Taguatinga.....46°26' oeste - 12°61' sul

2.1.4— Evaporação, Umidade Relativa e Insolação

Da mesma maneira que os dados de temperatura,

os valores médios de evaporação, umidade relativa e insolação das estações de Paranã, Porto Nacional, Taguatinga e Peixes (Quadro 2.1.3.1), foram considerados representativos para a área em estudo.

Conforme pode ser observado, a evaporação é bastante alta, com uma média, para o período observado, de 1.623 milímetros.

A umidade relativa é de, aproximadamente, setenta e dois por cento.

A insolação média das estações é de 2.463 horas/ano.

#### 2.1.5 - Aridez

Segundo o "Mapa de Índice de Aridez no Nordeste" elaborado pelo IBGE, a Folha Rio São Francisco-SO é atravessada pelas linhas de aridez de 30, 40 e 50, índices estes obtidos através da fórmula de De Martone:

$$I = P / (t + 10)$$

onde,

I = índice de aridez

P = precipitação média anual (em mm)

t = temperatura média anual (°C)

Cada uma das linhas de índice de aridez caracterizam as seguintes situações:

- a) Aos índices de aridez 30 correspondem áreas onde os terrenos não necessitam, fundamentalmente, de processos de irrigação, sendo o escoamento dito de exorreísmo, verificando-se na parte mais oriental da Folha (Fig. 2.1.5.1).
- b) os índices 40 já definem vegetação típica de floresta, com escoamento permanente.
- c) Índices de aridez 50 indicam ocorrências de grandes florestas apresentando escoamento volumoso e abundante. A linha de índice 50 ocorre quase que dividindo ao meio a Folha Rio São Francisco-SO.

#### 2.1.6 - Elementos do Balanço Hídrico

O balanço hídrico de uma bacia é de primordial importância nos estudos hidrogeológicos de pesquisa. Através do balanço hídrico, são determinados os parâmetros de evapotranspiração, infiltração e escoamento.

A sua equação básica fundamental para o caso de variação nula das reservas, é:

$$P = R + E + I$$

onde:





P - precipitação média anual  
R - escoamento superficial  
E - evapotranspiração  
I - infiltração

Dados referentes à evapotranspiração são inexistentes para a área, de modo que, a evapotranspiração potencial foi calculada, empiricamente, pela fórmula de Turc:

$$E_p = 0,40 (I_g + 50) t / (t + 15)$$

onde:

$E_p$  = evapotranspiração potencial

$I_g$  = valor médio de radiação solar  
(cal/cm<sup>2</sup>/dia)

$t$  = temperatura média mensal (°C)

Foi utilizado para o cálculo do balanço hídrico, o método de Thornthwaite (Quadro 2.1.6.1).

Na determinação do valor médio da radiação solar, utilizou-se o mapa de Black.

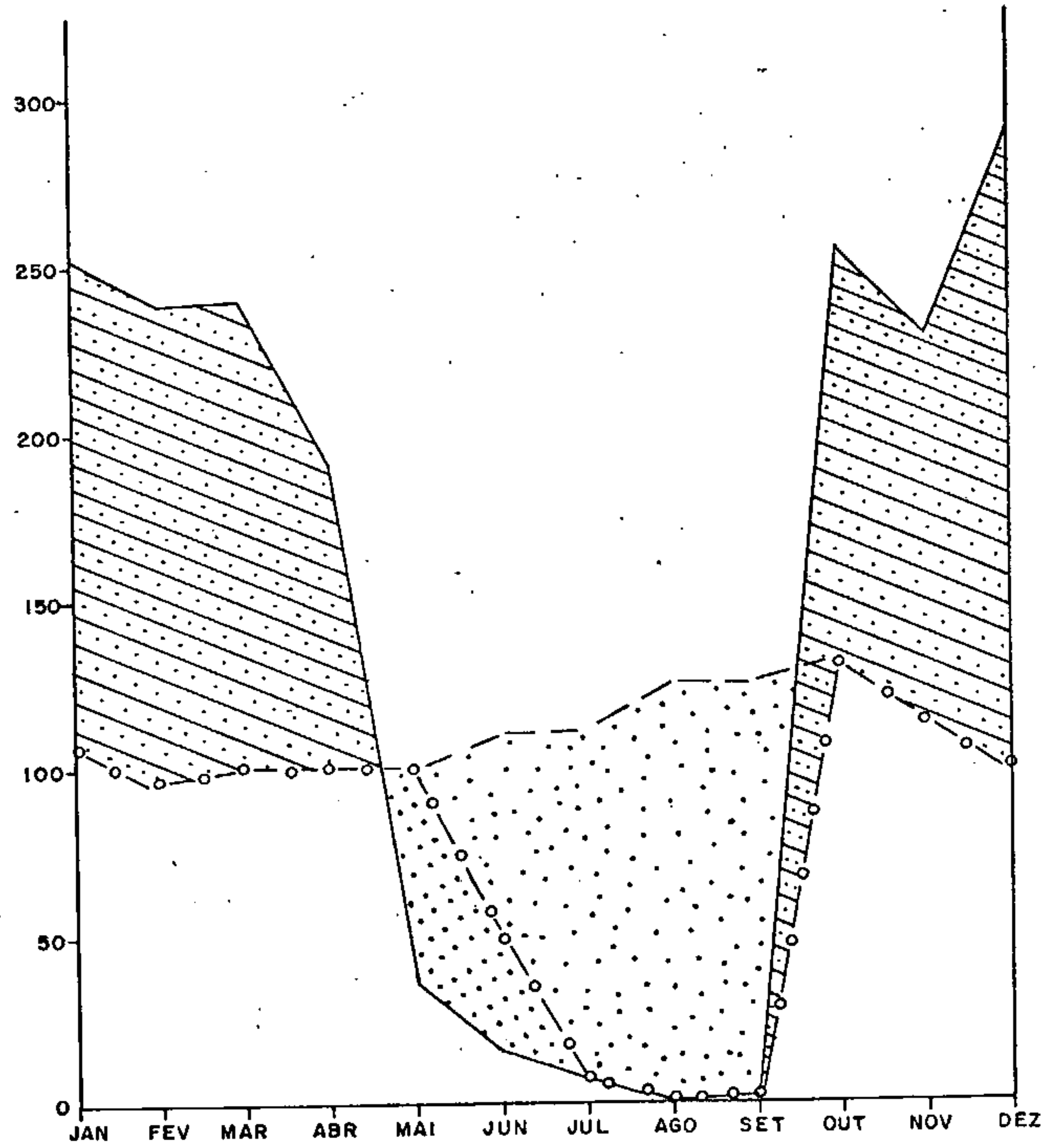
Os dados básicos são da estação 08.12.46.02 de Ponte Alta do Norte situada no Estado de Goiás.

Os resultados deste balanço estão representados graficamente na Figura 2.1.6.2.

A evapotranspiração real assim obtida (901mm) mostra que mais de 52 por cento da precipitação total que ocorre na área, volta à atmosfera por este processo, sendo os restantes (847 mm) distribuídos entre o escoamento superficial e a infiltração.

O período de déficit agrícola ocorre entre os meses de junho a setembro.

BALANÇO HIDROLÓGICO DA ESTAÇÃO 08.12.60  
 PONTE ALTA DO NORTE (GO)



LEGENDA

Precipitação (P) —————  
 Evapotranspiração Real  $E_R$  —o—o—  
 Evapotranspiração Potencial  $E_P$  — — —

- Excesso de água + Reconstituição das reservas de água do solo
- Deficit de água
- Utilização das reservas de água do solo

FIG. 2.1.6.2



QUADRO 2.1.6.1

BALANÇO HÍDRICO DA ESTAÇÃO

08.12.46.02 - PONTE ALTO DO NORTE (GO)

ELEMENTOS DO BALANÇO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
P - Precipitação	252	238	241	190	35	14	5	0,0	1	253	232	287	1.748
Ep = Evapotranspiração potencial	106	98	100	100	100	112	112	125	125	130	112	100	1.320
P - Ep	146	140	141	90	-65	-98	-107	-125	-124	123	120	187	428
Variação da reserva de água do solo	-	-	-	-	-65	-35	-	-	-	+100	-	-	-
Reserva de água útil	100	100	100	100	35	0	0	0	0	100	100	100	-
Er = Evapotranspiração real	106	98	100	100	100	49	5	0	1	130	112	100	901
Déficit	-	-	-	-	-	63	107	125	124	-	-	-	419
Excesso	146	140	141	90	-	-	-	-	-	23	120	187	847
Escoamento	166	143	141	115	45	-	-	-	-	12	171	154	847

## 2.2 - HIDROLOGIA

A Folha Rio São Francisco-SO, encerra, parcialmente em seus limites, as bacias de três importantes rios, ou sejam, as Bacias do Tocantins (BH-2), do Rio São Francisco (BH-4) e do Parnaíba (BH-3). Estão separadas, na área, pela Chapada das Mangabeiras e pelo Chapadão Ocidental da Bahia (Fig. 2.2.6).

### 2.2.1 - Bacia Hidrográfica do Tocantins - (BH-2)

É a que ocupa a maior parte da área, aproximadamente quarenta e oito mil quilômetros quadrados. Ocupa a parte central e oeste da Folha.

Os seus principais cursos de água são representados pelos Rios das Balsas, do Sono e Manoel Alves.

O Rio das Balsas nasce no centro-oeste da área 22 atravessando a maior parte de sua extensão norte-sul e saindo quase que na sua extremidade noroeste em um percurso de, aproximadamente, 260 quilômetros.

O Rio do Sono nasce nas proximidades da cidade de Mateiros, quase que no centro da área, e segue em busca do Rio Tocantins, tomando o rumo da extremidade noroeste da área.

O Rio Manoel Alves tem sua nascente nas proximidades da Serra Geral e da cidade Rio da Conceição (GO). O





seu curso, diferentemente dos Rios das Balsas e do Sono, procura a extremidade sudoeste da área.

O Rio Tocantins recebe a afluência dos três rios em localidades fora da Folha 22, já que o mesmo não passa dentro da área coberta por este relatório.

#### 2.2.2 - Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BH-4)

Drena a parte sudeste da Folha.

O rio de maior expressão desta bacia dentro dos limites da Folha 22 é o Rio Preto que nasce nas proximidades das bordas do Chapadão Ocidental da Bahia, seguindo na direção oeste-leste passando pela cidade de Formosa do Rio Preto.

#### 2.2.3 - Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (BH-3)

Ocupa a porção nordeste e é a bacia de menor expressão dentro da Folha em estudo, não apresentando cursos de água de grande valor.

#### 2.2.4 - Dados Hidrológicos

Existem na área três estações fluviométricas: Estações 08.10.47.01 - Porto Gilândia (Rio das Balsas), 08.11.47.05 - Porto Alegre e Porto Jerônimo (Rio Manoel Alves).

Os períodos de observações nos postos fluviométricos são recentes, à exceção da estação de Porto Gilândia, que funciona desde 1969, devendo ser tomados em caráter provisório em virtude de poder não representar valores muito significativos dos regimes hidrológicos a longo prazo.

#### 2.2.5 - Recessão em Porto Gilândia (GO)

O estudo da recessão permite avaliar, através de dados estatísticos das descargas de um rio em pontos de terminados, a contribuição da água subterrânea de camadas aquíferas ao curso de água.

O período de recessão de um rio é aquele que ocorre durante a época em que a falta de chuvas se faz sentir, os cursos de água tem suas descargas diminuídas e recebem contribuição da água subterrânea.

O ponto escolhido para o estudo da recessão nesta Folha foi o Porto Gilândia, no Rio das Balsas, situado nas coordenadas geográficas de latitude  $10^{\circ}46'$  Sul e longitude  $47^{\circ}47'$  Oeste.

As médias hidrológicas obtidas em três anos de observação (70/72) para esta estação são as seguintes: -----



- descarga máxima .....565 m<sup>3</sup>/s
- descarga média ..... 72 m<sup>3</sup>/s
- descarga mínima .....24,5 m<sup>3</sup>/s
- deflúvio anual .....2.284 Hm<sup>3</sup>

Considerou-se como período de recessão para Porto Gilândia, 10 de junho a 28 de setembro, sendo o cálculo do coeficiente de recessão obtido pela utilização da fórmula de Maillet:

$$Q_t = Q_o e^{-\alpha t}$$

sendo:

$Q_t$  = vazão no tempo  $t$  (m<sup>3</sup>/s)

$Q_o$  = vazão no início da recessão (m<sup>3</sup>/s)

$t$  = período de recessão (dia)

$e$  = base dos logaritmos neperianos

$\alpha$  = coeficiente de recessão

Após obter a curva de recessão graficamente, determinou-se os seguintes valores básicos para o cálculo da recessão (Fig. 2.2.5.1).

$$Q_t = 28,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_o = 45,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = 110 \text{ dias}$$

Com estes valores, determinou-se através de logaritmos o valor de  $\alpha$  em  $4,3 \times 10^{-3}$  dias<sup>-1</sup>.

O volume de recessão é dado, então, pela fórmula:

# CURVA DE RECESSÃO DO RIO DAS BALSAS EM PORTO GILANDIA (Go)

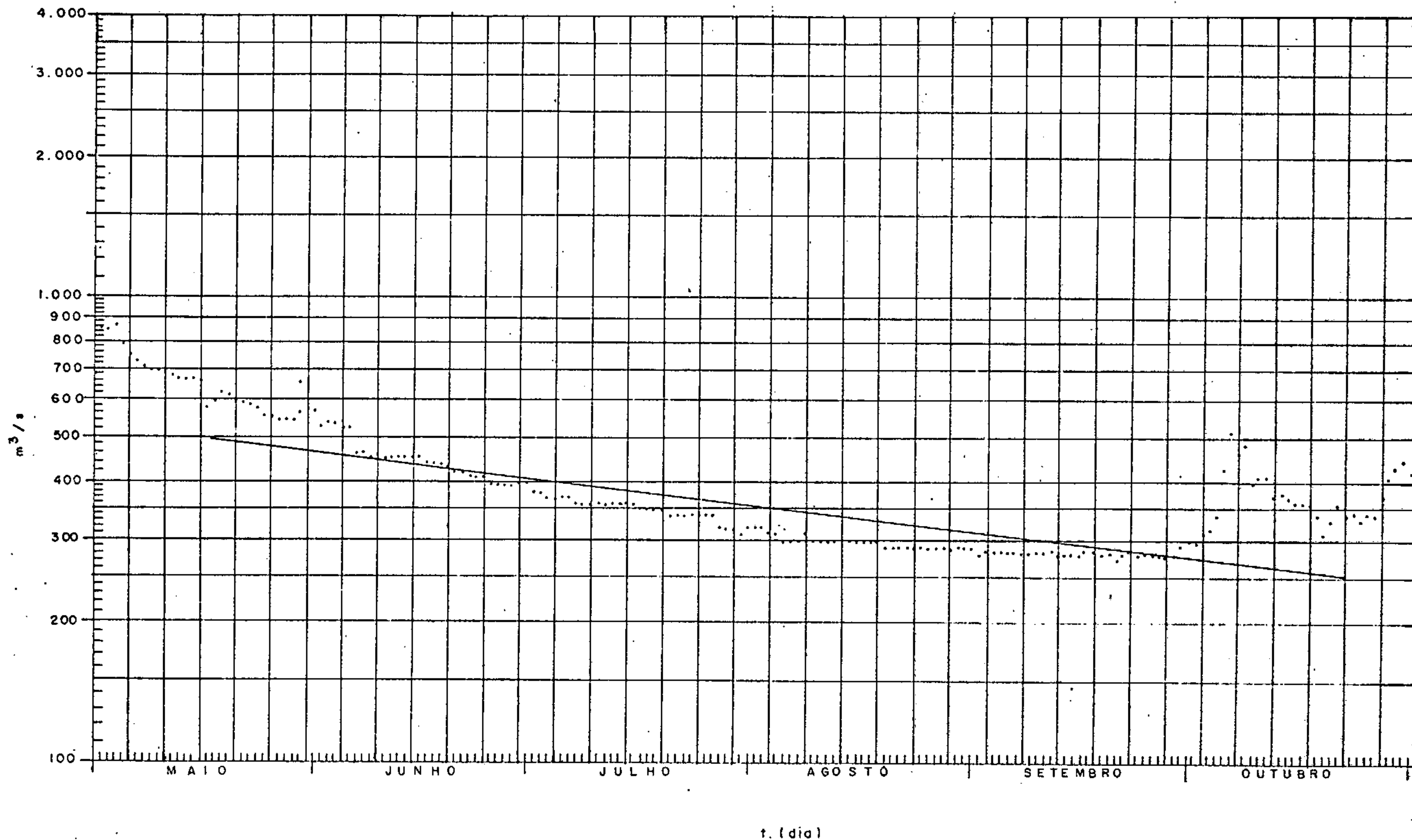


Fig. 2.2.5.1

$$V_r = Q_0 \int_{t_0}^{\infty} e^{-\alpha t} dt = \frac{Q_0}{\alpha} (86.400) m^3$$

de onde temos:

$V_r \approx 900 \text{ Hm}^3$  equivalente ao volume armazenado no momento considerado para início do esgotamento do aquífero.

### 2.3 - MORFOLOGIA

A área em estudo está situada geograficamente na parte sul da região chamada de meio-norte, onde se identificam as bordas meridionais da Bacia do Parnaíba, bem delimitadas, mostrando os sedimentos depositados sobre as rochas pré-silurianas, que constituem o embasamento cristalino no local.

Os sedimentos da bacia apresentam, de um modo geral, dobramentos e acamadamentos suaves com falhamentos de pequenos rejeitos, conduzindo a atitudes predominantemente horizontais, com mergulhos leves em direção ao centro da bacia.

O relevo é predominantemente tabular, com extensos chapadões de diversos patamares, limitados por bordas abruptas.

A chapada das Mangabeiras, divisor de água na

tural entre as principais bacias hidrográficas da área, ( São Francisco, Tocantins e Parnaíba ) está esculpida em sedimentos da Formação Urucuia, com altitudes máximas que decrescem em direção ao interior da bacia.

Os ciclos geomorfológicos que atuaram na área e que podem ser reconhecidos como prováveis, são o ciclo Sul Americano (superfície de chapadas) e o ciclo das Velhas, embora de difícil diferenciação.

Esta área apresenta uma feição transitória entre os domínios morfo-climáticos do Nordeste, da Amazônia e do Brasil Central.

#### 2.4 - VEGETAÇÃO

O tipo de vegetação característico desta Folha é de cerrado.

O cerrado está relacionado ao clima quente e semi-úmido de aproximadamente cinco meses sem chuvas, e ocupam áreas de tabuleiros, ou chapadas com solos profundos.

É constituído de uma vegetação de árvores e arbustos esparsos, com troncos e galhos retorcidos e curtos, copas abertas, com folhas simples e coriáceas.

As suas raízes são profundas, permitindo alcançar níveis de água mais profundos, além da zona de saturação.

As espécies mais frequentes são cajuí (*Anacardium humile*), faveira (*Parkia pratticephala*), pequi (*Cariocar brasiliensis*), jatobá (*Hymenaea* sp), pau d'arco (*Tecona cheysostrycha*), e outros.

Parte da área apresenta característica de transição com indícios de campo limpo.

São encontrados, também, na área, tipos botânicos de transição entre caatinga e cerrado (ao leste da Folha) e da floresta subcaducifolia) a noroeste da Folha).



### 3 - GEOLOGIA

#### 3.1. GENERALIDADES

A geologia da Folha Rio São Francisco-SO é representada, litologicamente, por rochas sedimentares de idades paleozóicas a cenozóicas, que afloram em, aproximadamente, setenta (70) por cento da área. Os trinta por cento restantes são rochas cristalinas, metamórficas, que ocupam os cantos sudeste e sudoeste da Folha e são constituintes do Arco São Francisco, principal marco do limite sul da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

As sequências sedimentares são cortadas por intrusões de rochas básicas em forma de finos diques e de caráter muito localizado.

#### 3.2 - ROCHAS DO CRISTALINO

As rochas cristalinas aflorantes na região serão descritas de maneira simplificada, devido a não existência de etapa de mapeamento geológico, propriamente dito, no Subprojeto Hidrogeologia.

Assim sendo, o cristalino foi descrito baseando-se em trabalhos anteriores tais como, o Projeto LETOS (CPRM), Projeto RADAM e, finalmente o Projeto Brasília (CPRM/PROSPEC).

### 3.2.1 - Sub-Folha Corrente

A Sub-Folha SC 23-Y-B (Corrente) situada na porção nordeste é litologicamente constituída por três unidades:

a) Associação basal, aflorante nos arredores e ao sul da cidade de Corrente, Estado do Piauí. O seu contato superior forma o substratum cristalino da Bacia Sedimentar do Parnaíba nesta região; suas rochas são constituídas de gnaisses migmatíticos e rochas do complexo metamórfico (anfíbolitos e metaultrabásitos).

b) O Super Grupo Espinhaço é representado por sua porção média, ou seja, o Grupo Rio Preto, que ocorre restrito a vales de riachos sotopostos pelos sedimentos da Formação Urucuia e por coberturas detríticas; representado por xistos granitíferos e quartzitos.

A sua porção superior é pouco representada compondo-se por intercalações de quartzitos e filitos.

c) A Unidade Indefinida aflora representativamente no riacho Tabocas, à nordeste de Corrente, e também nos leitos dos principais cursos de água que drenam a região. Litologicamente, é constituída de metaconglomerados grosseiros; ocorrem associados a ardósias cinza escura nas proximidades da Fazenda Fortaleza, assemelhando-se com o Grupo Jaibaras (Ceará).

### 3.2.2 - Sub-Folha Itaqui

Já na Subfolha de Itaqui (SC.23-Y-D), localizada à sudeste, temos duas unidades litológicas:

a) Super Grupo Espinhaço, que aflora à oeste da cidade de Formosa do Rio Preto da Bahia, estendendo-se para norte, sendo parcialmente encoberto pela Formação Urucuia. A sua litologia é representada por muscovita, xisto granitífero gradando, lateralmente, para quartzito granitífero. A porção superior do Super Grupo toma a direção sul, sobrepondo o Grupo Bambuí por falha inversa, constatada nos arredores da cabeceira do riacho Grande. Esta parte do Super Grupo Espinhaço é constituída de quartzitos médios a grosseiros, intercalados a filitos-cinza esverdeados, geralmente calcíferos, com mergulhos variados para noroeste e sudeste.

b) Grupo Bambuí: aflora nos arredores de Cariporê (BA), localizado nos vales escavados pelos rios locais. Está, na sua maior parte, capeado pela Formação Urucuia e subordinadamente, por coberturas detríticas da pediplanação Velhas.

A litologia está representada por metasiltitos, metarcósios, metagrauvacas, argilitos, arcósias e filitos.

O calcário ocorre em pequenas lentes e, quando próximo a falhamentos, cataclasado.

A sequência até agora descrita, define as rochas cristalinas que ocorrem na porção oriental da Folha Rio São Francisco-SO e estão separadas das suas congêneres da

borda ocidental, em superfície, pelos sedimentos da Formação Urucuia.

### 3.2.3 - Sub-Folha Ponte Alta

A subfolha Ponte Alta (SC.23-Y-A) é a que menos apresenta exposições cristalinas pré-silurianas. O vale do Rio das Balsas em pequenas áreas encontram-se afloramentos cristalinos, assim como à leste do ribeirão Gameleira.

São formados de duas unidades litológicas : Complexo Metamórfico (pré-cambriano inferior) e uma Unidade Indefinida.

A primeira é representada por rochas de composição tonalítica e de gnaisses.

A Unidade Indefinida representada por ardósias esverdeadas, cinzentas ou arroseadas contactando, discordantemente, com a Formação Serra Grande.

### 3.2.4 - Sub-Folha Dianópolis

Em termos de afloramentos de rochas cristalinas, a sua maior expressão é encontrada na subfolha SC.23-Y-B, Dianópolis, sendo constituídas de três unidades litológicas: Associação Basal, o Grupo Natividade e o Grupo Bambuí.

a) Associação Basal - aflora em Natividade, Almas e Dianópolis, no Estado de Goiás, caracterizada, litologicamente, por gnaisses, cataclasitos, migmatitos, filonitos, xistos, mármore, quartzitos, itabiritos, milonitos, complexo máfico/ultramáficos e tonalitos. Ocorrem ainda diques de diabásio de pequeno porte.

b) Grupo Natividade - representados litologicamente por níveis conglomeráticos, fuxisita quartzitos, xistos, filitos e mata vulcânicas ácidas que formam as serras principais da região como a Serra da Natividade, a do Ramalho e do Lageado, que se estendem desde as proximidades do Rio Manoel Alves até desaparecer sob as coberturas sedimentares.

c) Grupo Bambuí - este grupo apresenta-se subdividido em Bambuí Indiviso e Inferior.

Indiviso - aflora entre as cidades de Dianópolis e Jardim (GO), sendo sua litologia constituída de ardósias, filitos e metasiltitos com intercalações de calcários e margas.

Inferior - O Bambuí Inferior, situado ao sul da área, é composto de margas calcíferas (escuras) e dolomíticas (claras) com esparsos morros testemunhos calcários; afloram também, ardósias e filitos.

### 3.3. ROCHAS SEDIMENTARES

Os sedimentos da área são aqueles que compõem a Bacia do Meio-Norte. Na base da sequência ocorrem os sedimentos da Formação Serra Grande, com representação restrita.

ta em superfície, seguindo-se-lhe as formações, Pimenteiras, Cabeças, Longã, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Sambaíba, Area - do, Urucuia e finalmente as coberturas quaternárias.

### 3.3.1 - Estratigrafia

A coluna estratigráfica da Folha Rio São Francisco-SO encontra-se apresentada no Quadro 3.3.1.1.

### 3.3.2 - Paleozóico

Os sedimentos paleozóicos da área são os que constituem as formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longã, Poti, Piauí e Pedra de Fogo.

#### 3.3.2.1 - Formação Serra Grande (SDSg)

A denominação "Série Serra Grande", foi usada, primeiramente, por Small (1913) para designar um espesso pacote de arenito e conglomerados aflorantes ao longo da borda



COLUNA LITO-ESTRATIGRÁFICA DAS ROCHAS SEDIMENTARES				
ERA	PERÍODO	UNID. ESTRAT.	LITOLOGIA	
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	ALUVIÕES (Qal)	Sedimentos areno-argilosos ocorrendo em leitos de cursos d'água.	
	TERCIÁRIO	COB. ARENOSAS	Sedimentos detríticos-arenoso, algumas vezes com laterização.	
MESOZÓICO	CRETÁCEO	Formação URUCUIA (Ku)	Arenitos finos a médios esbranquiçados a róseos, argiloso, micro-estratificação paralela, estratificação cruzada planar, grãos subarredondados.	
		Formação AREADO (Ka)	Folhelhos vermelhos com fossilíferos, intercalações de calcarenitos esbranquiçados, ocasionais leitos muito fino de calcáreos. Intercalações-arenosas.	
	TRIÁSSICO	Formação SAMBAÍBA (Rs)	Arenitos avermelhados a róseo, granulação média, regularmente selecionado, matriz siltico-arenosa, grãos subarredondados.	
PALEÓZOICO	PERMIANO	Formação PEDRA DE FOGO (Ppf)	Arenitos brancos, rosados, amarelados, granulação média, grãos arredondados, matriz siltico-argilosa, intercalações silticas e argilosas, friável. Níveis de sílex parte superior.	
	CARBONÍFERO	Formação PIAUI (Cpi)	Arenitos avermelhados, cremes, e esbranquiçados, finos a médios, ocasionais níveis grosseiros, estratificação cruzada planar, grãos subarredondados. Intercalações de siltitos e folhelhos.	
		Formação POTI (Cpo)	Arenitos róseos e arroxeados finos, micromicáceo, aleitamento ondulado, microestratificação cruzada, intercalações de siltito vermelho.	
	DEVONIANO	Formação LONGÁ (Dcl)	Sedimentos plásticos, folhelho cinza escuro, arroxeadado, siltitos avermelhados, micromicáceo, esparsos e delgados leitos conglomeráticos, intercalações arenosas finas.	
		Formação CABEÇAS (Dc)	Arenitos claros, finos a médio, micáceo, granulação média, ocasionais níveis grosseiros, grãos subarredondados, intercalações de siltitos e folhelhos.	
		Formação PIMENTEIRAS (Dp)	Folhelhos e siltitos intercalados com arenitos finos, folhelhos de coloração cinza e creme intercalados com arenitos arroxeados, micáceo, níveis ferruginosos espessos.	
		Formação SERRA GRANDE (SDsg)	Arenitos grosseiros e conglomerático, intercalações de folhelho e siltitos, arenitos finos na porção média, coloração clara (róseo, amarelado).	
		SILURIANO	INDIVISO	Meta conglomerados ardósias, ardósias, filitos e metasiltitos.
	PRÉ-SILURIANO	GRUPO BAMBUÍ		Ardósias, metasiltitos, filitos e calcáreos.
		S. GRUPO ESPINHAÇO	GRUPO RIO PRETO.	Quartzitos, xistos e filitos (Rio Preto).
			GRUPO NATIVIDADE.	Ardósias, margas, calcáreos, filitos e quartzitos.
	COMPLEXO METAMÓRFICO		Gnaisses, tonalitos, cataclasitos, complexo máfico-ultramáfico.	

oriental do Rio Parnaíba.

Blankennagel e Aguiar, em 1952, chamaram estes sedimentos de Formação Serra Grande, e dividiram-na em três membros: inferior, constituído por arenitos grosseiros e conglomeráticos; o médio, por folhelhos pretos e arroxeados, com intercalações de siltitos e arenitos finos, e o superior, com arenitos grosseiros e conglomeráticos na base, passando para arenitos finos e médios, com intercalações de folhelhos, para o topo.

Nesta Folha, a Formação Serra Grande aflora em uma área restrita na borda oeste constituindo uma faixa estreita, ao longo do leito do Rio das Balsas, situada, aproximadamente, entre o ribeirão Brejo Grande até pouco acima da estrada Ponte Alta - Pindorama. Pelo lado este, ocorre de forma descontínua e relativamente estreita, formando o limite sul, próximo à cidade de Corrente (PI). Aflora, também, ao longo dos vales dos principais rios da região. Na borda leste, os estratos estão mergulhando para norte-noroeste, e na borda oeste, para norte-nordeste com um mergulho de aproximadamente 5,5 a 6,5 m/km, rumo ao centro da bacia.

Sua litologia na área, é constituída por arenitos grosseiros e conglomerados polimictos, avermelhados, matriz arenosa média, localmente calcífera, heterogênea, com blocos rolados, dispersos, com espessura de até 20cm, constituído por quartzitos e, subordinadamente, por gnaisse e granitos. A norte e nordeste de Pindorama, afloram ardósia verde, calcífera, proveniente dos metassedimentos do Grupo Bambuí. Estas camadas basais são pouco espessas, variando entre 3 a 10 metros de espessura, sobrepostas por arenito de cores variegadas (rosados, esbranquiçados, amarelados), granulção grosseira na base e fina no topo, estratificação cruzada na base, em bancos na porção média, e homogênea para o topo; a parte basal apresenta-se má selecionada, passando de regular a bem selecionada para o topo, micromicáceo e oxidado. Em Corrente, os conglomerados basais polimictos e calcí

feros são descontínuos, existindo locais onde os clásticos finos avermelhados, com intercalações subordinadas de conglomerado polimicto calcífero fazem contato discordante de forte angulosidade com os metassedimentos do Grupo Bambuí. Este contato inferior é feito por uma discordância angular, sobre uma superfície levemente ondulada. O contato superior é feito com os folhelhos Pimenteiras, de forma concordante.

Em subsuperfície, na Folha 18, esta formação foi alcançada a uma profundidade de 750 metros, no poço Violeta, em Cristino Castro, e a 1.360 metros no poço 1FL-01-PI.

Sua idade foi determinada como siluro-devoniano, em razão da posição estratigráfica, situada abaixo dos sedimentos Pimenteiras e acima dos metassedimentos pré-Cambriano.

#### 3.3.2.2 - Formação Pimenteiras (Dp)

O termo "Pimenteiras", foi usado pela primeira vez por Small, em 1913, para definir uma sequência de folhelhos e siltitos que ocorrem próximo da cidade de Pimenteiras-PI. Kegel, em 1953, dividiu esta formação em dois membros: inferior, o arenito Itaim; o superior, com folhelhos e siltitos Picos. Blankennagel e Aguiar consideraram apenas o Membro Picos, como componente da Formação Pimenteiras. Colocaram o Membro Itaim como membro superior da Formação Serra Grande e nesta classificação basearam os trabalhos subsequentes.



Os sedimentos Pimenteiras afloram nas duas bordas desta Folha; pelo lado ocidental, ocorre numa faixa que ocupa uma área relativamente grande, correspondente ao vale do Rio das Balsas, com direção geral norte-sudoeste e mergulhando para nordeste; na borda oriental sua ocorrência é restrita a uma pequena área à nordeste do povoado de Santa Marta-PI pois encontra-se parcialmente recoberta pela Formação Areado.

Sua alternância litológica de estratos, é constituída por uma sequência de arenitos e folhelhos, com predominância dos pelíticos. Os folhelhos apresentam-se cinza e creme, intercalados por camadas de arenito roxo, esbranquiçado, fino, micromicáceo e siltitos creme e avermelhado, micáceo, aleitamento regular e, localmente, finos níveis de arenito conglomerático, creme e esbranquiçado. Ocorrem ainda, na parte inferior e no topo, camadas de oólitos ferruginosos que servem como camadas-guia na região. Por toda seção, encontram-se níveis esparsos oxidados, ferruginosos, com fragmentos oxidados dos estratos subjacentes, indicando diastemas. Sua espessura aflorante na borda oeste situa-se em torno de 200 metros, e, na borda este, próximo de Corrente(PI), constituída por folhelhos cinza e arroxeados, fica em torno dos 40 metros.

Em subsuperfície, na Folha 18, vizinha, nos poços 147/18 (Lagoa do Pau D'Arco), esta formação possui uma espessura de 190 metros, enquanto que no poço 144/18 (Violeta) a Formação Pimenteiras encontra-se com 368 metros de espessura.

O contato superior com a Formação Cabeças, é gradacional, e o inferior com a Formação Serra Grande é concordante e gradacional, não tendo sido observado contato direto com o embasamento cristalino.

A idade foi determinada como devoniano inferior, baseada em estudos de micro e microfósseis.

### 3.3.2.3 - Formação Cabeças (Dc)

Plummer, em 1946, usou pela primeira vez, o nome "Cabeças", para designar os arenitos situados próximos ao povoado Cabeças, hoje cidade de Dom Expedito Lopes (PI), e a dividiu em três membros: Passagem, Oeiras, Ipiranga, colocando-os como Carbonífero.

Blankennagel conservou o nome Cabeças, porém datando-a como Devoniano Médio a Superior, e, Perillo e Nahass, em 1968, consideraram a Formação Cabeças como uma unidade distinta.

A área de afloramento da Formação Cabeças situa-se parcialmente na Folha, restringindo-se a porção leste. Na borda ocidental, corresponde a uma faixa de largura irregular (entre 8 a 20 km), com direção aproximadamente norre-sul, acompanhando o paralelo  $47^{\circ}30'$ , e no extremo sul, perde sua continuidade em razão do grande número de falhamentos que a intercepta, formando áreas separadas. Sua litologia é composta por uma sequência de arenito esbranquiçado a creme, fino a médio, com ocasionais níveis grosseiros, grãos subangulosos a subarredondados, localmente micáceo e caulínico, homogêneo ou com estratificação cruzada planar e ondulada, friável. Mais para o topo, apresenta delgadas intercalações de siltito róseo, micáceo, com aleitamento regular ondulado, com espessura em torno de 100 a 125 metros.

Na borda oriental, os sedimentos Cabeças afloram a nordeste do povoado Santa Maria, município de Corrente-PI, ocupando uma área bastante restrita. Sua litologia é constituída na base, por arenito marrom claro, fino, micáceo, bem classificado, gradando no topo para um arenito esbranquiçado, granulação média, subangulosos a subarredondados. Foram observados ainda, níveis de conglomerado intraformacional polimicto. Nesta região, sua espessura osci



la entre 15 a 20 metros e são capeados pelos siltitos e folhelhos da Formação Areado.

Em subsuperfície, na Folha 18, foi observado que nos poços 126-131/18 e 132-137/18, estes sedimentos estão a uma profundidade média de 88 metros e com espessuras de, aproximadamente, 296 metros.

Sua idade foi datada por Muller, como sendo Devoniano Médio a Superior.

#### 3.3.2.4 - Formação Longã (DC1)

Em 1946, Albuquerque e Dequech, estudando as rochas que afloram no Rio Longã, próximo à cidade de Campo Maior, usaram pela primeira vez, o nome "Longã" para denominar uma unidade de folhelhos cinza escuro existentes nesta região. Campbell, em 1948, posicionou estes sedimentos como carboníferos e, logo acima dos arenitos Serra Grande. Blankennagel colocou a Formação Longã acima dos arenitos Cabeças e abaixo dos sedimentos Poti/Piauí definindo sua posição estratigráfica atualmente aceita.

Esta formação aflora em faixas relativamente reduzidas, seguindo aproximadamente o paralelo  $47^{\circ} 30'$ , com direção nordeste, mergulhando para sudeste. Situa-se no divisor de águas das bacias dos Rios das Balsas e Soninho. A sul do Novo Acordo, ocorre, no topo dos morros testemunhos, e seu limite sul se faz antes do Rio Ponte Alta do Norte.

Sua litologia é constituída, essencialmente,

por sedimentos pelíticos, sem grandes destaques topográficos, apresentando relevo plano-ondulado. É iniciada por folhelhos cinza-escuro arroxeados micromicáceos, com aleitamento regular homogêneo ou com indícios de bioturbação, localmente com rastros de vermes. Intercalam-se, subordinadamente, siltito cinza, ocre e avermelhados, micromicáceo, bem laminado e arenito esbranquiçado, fino, homogêneo. Por toda a sequência ocorrem esparsos e delgados leitos conglomeráticos, ferruginosos, com seixos de quartzo e fragmentos oxidados de material siltico-argiloso, constituindo diastemas.

A espessura desta formação varia bastante nesta área, se espessando próximo ao Rio Ponte Alta do Norte, com 70 metros de possança a nordeste de Ponte Alta do Norte.

Em subsuperfície, nos poços 194/18 e 157/18 foram atravessados respectivamente 80 a 90 metros de sedimentos desta formação.

O contato inferior com a Formação Cabeças, é concordante, embora tenha sido observado discordâncias em pontos localizados, e, o superior com a Formação Poti também é concordante, podendo ainda ser gradacional em determinados locais:

Sua idade é Devoniana Inferior, determinada através de estudos de polens.

### 3.3.2.5 - Formação Poti (Cpo)

O termo Poti, foi usado pela primeira vez, por Lisboa (1914) para caracterizar a seção que aflora no

rio homônimo.

Em 1937, Glycom de Paiva, também chamou de Poti, a uma sequência de arenitos e siltitos, com leitos milimétricos de carvão e restos de plantas fossilizadas, encontrados no poço 125 (DNPM) em Teresina-PI. Kegel em 1953, detectou estas rochas em superfície e com base em fósseis situou-as como Mississipiana.

Ojeda e Bembom, em 1966, mapeando o sudoeste de Riachão(MA), dividiram esta formação em duas unidades: a inferior, arenítica e a superior, predominantemente siltítica.

Estas rochas ocorrem no lado oeste da Folha, constituindo uma faixa com direção norte-sul e largura média de 35 quilômetros ao norte, afinando-se gradativamente, para sul, onde chega a atingir um quilômetro, mergulhando no sentido este-nordeste. Aflora nos vales dos Rios Vermelho e Soninho, a nordeste de Ponte Alta do Norte, formando chapadões com uma sequência notadamente arenosa, enquanto que a faixa leste, superior, é pelítica e possui relevo plano-ondulado.

Sua litologia é, essencialmente, constituída da base para o topo por: arenitos róseos e arroxeados, finos, com níveis médios subordinados, micromicáceos, aleitamento regular ondulado, com microestratificação cruzada. Intercalam-se na parte média a superior, delgados níveis de siltito vermelho, micromicáceo. Na faixa leste, os arenitos são médios, com níveis grosseiros e conglomeráticos; na parte superior ocorre um pacote de siltitos avermelhados localmente calcíferos.

A espessura aflorante fica entre 150 a 200 metros. O-contato inferior, com a Formação Longã, é concordante e gradacional fazendo, às vezes, contato direto com a Formação Cabeças, em razão da ausência da Formação Longã, por

falta de expressão superficial, ou hiato de sedimentação .  
O contato superior com a Formação Piauí é discordante.

Sua idade foi definida como Carbonífero inferior (Mississipiânico), datada através de estudos em micro e microfósseis.

### 3.3.2.6 - Formação Piauí (Cpi)

Small, em 1914, reuniu toda a seção paleozóica da bacia do Parnaíba e chamou-a de "Série Piauí".

Dequech e Kegel limitaram os sedimentos de termo Piauí, apenas para os de idade Pensilvaniana.

Na Folha SC.23-Y, esta formação aflora apenas no lado oeste, em uma faixa de direção aproximada norte-sul, com largura de cerca de 25 quilômetros ao norte, estreitando-se para o sul e estendendo-se entre 2 a 10 quilômetros. Mergulha, no sentido este-nordeste, em direção ao centro da bacia, concordante com os estratos subsequentes, formando extensos chapadões planos terminando em escarpas abruptas, com predomínio de sedimentos arenosos. Constitui-se de arenitos avermelhados, cremes e esbranquiçados, finos e médios, com ocasionais níveis grosseiros, pintalgados de caulim, estratificação cruzada planar de grande porte, grãos subangulosos a subarredondados. Na parte mediana de secção, intercalam-se siltitos e folhelhos vermelhos, homogêneos, com microestratificações cruzadas incipientes, localmente com marcas de onda, pouco micromicáceo.

Sua espessura é de 150 a 180 metros.

O contato superior se faz com as Formações -

Pedra de Fogo, Sambaíba, e em maior escala, com a Formação Urucuia; com a Formação Pedra de Fogo é aparentemente concordante, e com as outras duas é discordante. O contato inferior com a Formação Poti é discordante, erosivo e se faz através de um conglomerado basal polimicto; a nordeste de Pindorama faz contato, discordante, com a Formação Cabeças, em razão de um hiato da sedimentação das unidades Longá e Poti.

Sua idade foi definida como Carbonífera superior ou Pensilvaniana, baseado em micro e microfósseis.

#### 3.3.2.7 - Formação Pedra de Fogo (Ppf)

Esta formação inicialmente, foi pesquisada ao sul de Pastos Bons, Estado do Maranhão, no vale do rio - cho Pedra de Fogo, com camadas de chert e psaronius (madeira silicificada, fossilífera) estudadas por Plummer em 1946, datadas como Permiano e aceito por todo estudo posterior.

Aguiar, trabalhando na área de Balsas (Maranhão), constatou quatro ciclos de sedimentação para esta formação. Cada ciclo com 20 a 30 metros de espessura.

Aflora na porção noroeste da Folha em apreço, ocupando uma área muito restrita e de pequena espessura. Constitui uma faixa com direção aproximadamente norte-sul, e largura de, no máximo, 12 quilômetros mergulhando para este-nordeste. Situa-se à leste do Rio Caracol tomando rumo sul onde perde a sua continuidade. Sua litologia é formada por arenitos brancos, rosados, vermelhos e amarelos, granulação média, grãos subarredondados a arredondados matriz siltico-argilosa, friável, com ocasionais intercala-



ções de finas camadas silticas e argilosas de colorações cinza, roxa, esverdeado e róseo. Para o topo, intercalam-se finos níveis de sílex de coloração variegada.

O contato inferior é feito com a Formação Piauí, concordantemente; o superior com a Formação Sambaíba é discordante, e, ocasionalmente, coberto por um espesso manto coluvial.

É datada como Permiano, na base dos psaronius e dos micro e macrofósseis.

### 3.3.3 - Mesozóico

#### 3.3.3.1 - Formação Sambaíba (Rs)

O nome "Sambaíba", foi usado primeiramente por Plummer, em 1946, para designar o membro superior da "Formação Melancieiras", colocando-no no Cretácio.

Mesner e Wooldridge, em 1964, classificaram Sambaíba como Formação e, estratigraficamente, superior à Formação Pastos Bons.

Nesta Folha, a formação ocorre no lado oeste, constituindo pequenas áreas alinhadas no sentido nordeste e de forma descontínua. Pelo lado leste, e ao norte, ela também se faz presente em uma única área, correspondendo ao vale das nascentes do Rio Água Quente e do riacho das Lontras; mergulha com sentido aproximadamente norte-nordeste, em direção ao centro da bacia.

Sua litologia aflorante é constituída, predominantemente, por arenitos avermelhados, amarelados, róseos, granulação média, regularmente selecionado, matriz siltico-argilosa, grãos subarredondados e arredondados, foscos. Sua espessura aflorante chega aos 50 metros na porção norte e entre 15 a 20 metros mais para sul.

Recobre, discordantemente, as formações mais antigas tais como, Pedra de Fogo e Piauí, e seu contato superior com a Formação Urucuia se faz, também, discordantemente.

É datado como Triássico, através das relações estratigráficas, estando sobreposta à Pedra de Fogo e sotoposta aos basaltos.

#### 3.3.3.2 - Formação Areado (Ka)

Para designar os arenitos vermelhos da região de Abaeté e Ribeirão do Chumbo - Minas Gerais, Rimann em 1971 usou pela primeira vez o nome "Arenito Areado".

Pflug, em 1961, colocou-o como parte da "Série Urucuia", porém, em 1965, Barbosa o elevou à categoria de formação, reconhecendo três unidades: Fácies Abaeté, Fácies Quiricó e Fácies Três Banas.

O Projeto Gilbuês da CPRM, em 1972, substituiu por outra classificação para melhor vincular toponimicamente com a área mapeada para os termos: Fácies Pé do Morro, Fácies Castanheiro e Fácies Gilbuês, correspondendo a divisão dada por Barbosa.

Aflora na porção leste da Folha, ao sul de

Corrente(PI), de uma maneira descontínua, transgredindo sobre rochas do Prê-Cambriano e do Paleozóico sobreposta pela Formação Urucuia, provavelmente em discordância. Apresenta relevo dissecado, com suaves colinas coberta apenas por gramíneas, e ocasionais arbustos.

Sua litologia é constituída por folhelhos vermelhos, com faixas fossilíferas (estherias), finas intercalações de calcoarenito esbranquiçado, e ocasionais leitoscintométricos de calcário. Na porção superior, ocorrem sil- titos argilosos róseos e avermelhados, localmente caulínico, com intercalações de arenitos amarelados e avermelhados, fi- nos, sílticos e friáveis.

Em razão de sua deposição ter se realizado em paleodepressões, sua espessura é variável entre 45 a 60 metros.

O contato inferior com as formações paleo- zóicas é discordante, erosivo e marcado por um espesso ní- vel conglomerático polimicto basal.

É datado como Aptiano-Albiano e é correla- cionável, cronologicamente, com a Formação Codó.

#### 3.3.3.3 - Formação Urucuia (Ku)

O nome Urucuia foi usado pela primeira vez, por Morais Rego, em 1926, para designar os arenitos formado- res das chapadas que ocorrem na região setentrional da Ba- hia. Campbell (1949) definiu uma sequência de arenitos na Chapada da Serra Negra (Maranhão) como Formação Serra Negra. Oliveira (1962), Moore (1964), e Northfleet e Boëta (1966),

mapeando o sul da bacia sedimentar do Parnaíba, identificaram estes sedimentos, denominando-os de Formação Urucuia.

Braun (1970) designou Formação Serra Negra toda sedimentação pós-Areado das bacias São Francisco e Parnaíba. Saad reafirmou o termo Formação Urucuia. Moore verificou a continuidade desses sedimentos desde a região da serra do Divisor Geral de Goiás - Bahia, até as proximidades de Gilbuês.

Seus sedimentos afloram em todo o centro da Folha em pauta, ocupando cerca de 50% de toda a área, com relevo formando mesas de topo aplanado, vertentes íngremes, ravinados e extensos chapadões arenosos, constituindo três patamares sucessivos de morfologia similar.

Sua litologia é constituída por uma sequência contínua de arenitos finos a médios, esbranquiçados, róseos, marrom claro, argilosos, pouco pintalgado de caulim, com microestratificação paralela ou estratificação cruzada planar de grande porte, grãos subarredondados a esféricos, brilhosos e foscos, friáveis.

Para o topo, ocorrem ocasionais níveis de sílex, localmente com aspecto brechoide. À nordeste da Folha, o arenito é argiloso e este caráter confere uma baixa permeabilidade, onde a maioria dos rios são intermitentes e os perenes apresentam baixo volume de água, como o Paraim, Corrente e Gurguêia.

Sua espessura decresce de sul para norte. Foi medido ao sul da Fazenda dos Americanos, no centro leste da Folha, 293 metros.

Na região de Corrente sua espessura é de 120m.

O contato inferior com as rochas do embasamento cristalino na borda ocidental é discordante e erosivo, e na borda oriental é feito com a Formação Areado concordante.

temente.

É posicionada como Cretácio superior (Albia no-Cenomaniano) e é, cronologicamente, equivalente à Formação Itapecuru.

### 3.3.4 - Cenozóico

O Cenozóico está representado nesta Folha por coberturas detríticas terciárias e aluviões do quaternário.

#### 3.3.4.1 - Coberturas Detríticas (Terciário)

São sedimentos detríticos, arenosos, apresentando, algumas vezes, lateritização; na região de Ponte Alta ocorrem em áreas restritas e bem individualizadas, quando recobrem os sedimentos da Formação Pimenteirás.

#### 3.3.4.2 - Aluviões (Quaternário - Qal)

Estreitas faixas aluvionares areno-argilo -



sas estendem-se nos vales dos Rios Preto e seus afluentes , Rio Branco e Rio Manoel Alves.

Ocorrem também sobre a Formação Urucuia, às margens do Rio Novo e a montante da Cachoeira Velha.

Próximo a Ponte Alta do Norte (GO) observam-se pequenas áreas de coberturas arenosas.

### 3.4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

A sequência de sedimentos paleozóicos que a floram nesta área, possuem comportamento estrutural de um ho móclinal, cujos estratos mergulham para o centro da bacia . Recobrimo discordantemente estes sedimento, existem camadas horizontalizadas mesozóicas, formando imensos patamares , constituindo a Serra Geral ou Chapada das Mangabeiras.

O principal sistema de fraturamento, ocorre na borda oeste desta Folha, e possui direção NE-SW, correspondendo a segmentos do lineamento Sobral - Pedro II, ou falha de Guaraciaba. Este chega a atravessar toda a bacia do Parnaíba e sua profundidade chega a atingir o cristalino . Seu rejeito atinge 100 metros, e, sendo ela a única a cortar a Formação Urucuia, presume-se que a mesma, sofreu reativação no Cretácio. O efeito destas fraturas foi somente provocar silicificação nos estratos. Pequenos "grabens" com direção aproximadamente NE-SW, ocorrem a Nordeste de Pindorama de Goiás e, a norte de Ponte Alta,, existindo outro sistema com direção-norte-sul.

Na região da Fazenda Santa Marta, a norte de Corrente (PI), ocorre uma estrutura geomorfológica circu-

minuiu de intensidade, na medida que era consolidada a unidade mais nova.

Com a estabilização da Plataforma Brasileira, no final do Pré-Cambriano, restou uma grande depressão que serviu de depósito para a sedimentação da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

A referida área, localiza-se na porção sul dessa depressão. Sua sedimentação pode ser observada, através de grandes ciclos marcantes.

O primeiro ciclo de deposição é constituído pelas formações paleozóicas Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longã e sedimentos mesozóicos da Formação Poti. Seu ambiente é essencialmente marinho, com variações subordinadas para ambientes nerítico e planícies de maré. Durante todo este período ocorreram movimentações tectônicas, com reativação dos principais falhamentos.

A deposição Serra Grande, com idade Siluro-Devoniana, recobre discordante o embasamento e sua porção basal possui deposição com direção NE-SW. A espessura de seus estratos na região é bastante reduzida. A sedimentação Pimenteiras, ocorrida durante o Devoniano Médio a princípios do Devoniano Superior é essencialmente pelítica e, em alguns locais, seus estratos encontram-se repousando diretamente sobre o embasamento cristalino. Nesta época, ocorreu uma reativação das fraturas principais que fizeram com que a deposição da Formação Cabeças ocorresse em situação similar aos arenitos Serra Grande. Sua idade é correlata com Pimenteiras; Devoniano Médio, nos flancos opostos.

A sedimentação da Formação Longã, litologia essencialmente pelítica com tendência regressiva, apresenta diastemas e conglomerados intraformacionais.

Durante o Carbonífero inferior, com o aporte da Formação Poti, a fase inicial é caracterizada por uma regressão marinha, cedendo lugar a ambientes flúvio-conti-

mentais na porção superior desta unidade.

O segundo ciclo de sedimentação é composto pelas formações Piauí, Pedra de Fogo e Sambaiba, caracterizado por ambientes continentais de ocasionais invasões marinhas.

A Formação Piauí de idade Carbonífera superior, apresenta na sua porção basal, níveis de conglomerados depositados sobre superfície erosiva de Poti, em ambientes fluviais, com raras intercalações de invasões marinhas.

A Formação Pedra de Fogo, de caráter cíclico, mostra movimentos verticais oscilatórios de comportamento semelhante à Formação Piauí.

Os estratos arenosos da Formação Sambaiba, foram depositados em ambientes continental, fluvial e eólico. Encerrando o segundo grande ciclo sedimentar, ocorreu um reativamento dos falhamentos, acompanhado de grandes eventos tectônicos.

Após estas últimas manifestações, a região passou por um longo período erosivo e nova reativação dos falhamentos existentes.

A deposição das Formações Areado e Urucuia, com aporte originário da Bacia do São Francisco, penetram, discordantemente, sobre os estratos paleozóicos. O eixo de deposição, com direção norte-sul, encontrado em razão de um afundamento tectônico destes estratos, permitiu a entrada dos sedimentos Areado e posteriormente o Urucuia.

Durante o período Terciário, formaram-se pequenas manchas detrítica-arenosas, com ambiente continental, que perdurou até o Quaternário, onde se depositaram, e continuaram depositando, aluviões ao longo das calhas dos rios.

#### 4 - HIDROQUÍMICA

##### 4.1. GENERALIDADES

A hidroquímica na área correspondente à Folha Rio São Francisco-SO apresenta duas feições distintas devido à existência de rochas cristalinas e sedimentares.

As amostras analisadas, em número de setenta e oito (78), são procedentes, em sua maior parte, de fontes e poços manuais rasos e foram analisadas pelo Laboratório de Análises da Universidade Católica de Pernambuco, em Recife.

As determinações efetuadas nas análises físico-químicas das amostras selecionadas foram as seguintes: alcalinidade, pH, resistividade, resíduo seco, principais constituintes iônicos e testes qualitativos de nitratos e nitritos.

Os resultados foram fornecidos em miligramas por litro, sendo convertido no processamento em miliequivalente por litro, estando dentro do limite de erro permissível (Logan, 1965).

Das amostras analisadas, vinte e quatro são provenientes de rochas do embasamento cristalino, estando distribuídas entre onze cacimbões, dez fontes e dois poços tubulares.

As cinquenta e quatro amostras restantes, são originárias das diversas formações sedimentares.

Quanto à distribuição das amostras na área

em estudo, não houve homogeneidade, notando-se concentrações em regiões de maior aglomerado populacional.

#### 4.2 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.

As principais características químicas das águas subterrâneas que ocorrem nesta área são aqui analisadas sob o ponto de vista de ocorrência em áreas sedimentares ou cristalinas.

##### 4.2.1 - Água Subterrânea nas Rochas Sedimentares

As análises das águas coletadas nas rochas sedimentares, mostraram os seguintes resultados:

Resíduo seco - O grupo de águas originárias das rochas sedimentares apresenta um baixo grau de salinização, sendo o resíduo seco médio 121,1 miligramas por litro. Conforme exposto no Quadro 4.2.1.1 de Distribuição de Frequência do Resíduo Seco, observa-se que 87,3 por cento das amostras apresentam resíduo seco inferior a 300 miligramas por litro, 8,9 por cento compreendidas entre 300 a 600 miligramas por litro, restando apenas 3,8 por cento acima de 600 miligramas por litro. Sob o ponto de vista de forma -



ções geológicas, nota-se que são muito pequenas as variações de salinidade (Quadro 4.2.1.2).

pH - O valor médio de pH obtido para as águas provenientes da área sedimentar é de 6,27, ou seja, águas de baixa acidez (Quadro 4.2.1.3). A média obtida para os poços manuais apresentaram uma acidez um pouco mais acentuada (5,98), enquanto os três poços tubulares apresentam águas de baixa alcalinidade (7,76).

As fontes apresentaram o pH 6,12 com valores extremos de 8,10 (máximo) e 4,10 (mínimo).

QUADRO 4.2.1.1

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS RESÍDUOS SECOS

VARIACÃO DE SALINIDADE EM RESÍDUO SECO (mg/l)	Nº DE AMOSTRAS	FREQUÊNCIA	
		RELATIVA (%)	ACUMULADA (%)
0 - 100	52	66,7	66,7
100 - 200	8	10,3	77,0
200 - 300	8	10,3	87,3
300 - 400	3	3,8	91,1
400 - 500	1	1,3	92,4
500 - 600	3	3,8	96,2
> 600	3	3,8	100,0
TOTAIS	78	100,0	100,0

QUADRO 4.2.1.2  
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO RESÍDUO SECO  
POR TIPO DE MANANCIAL

Formações e Cobertura Arenosa	RESÍDUO SECO MÉDIO (mg/l)				Nº de Mananciais
	POÇOS	FONTES	CACIMBAS	TOTAL	
Cobertura arenosa	-	-	516,5	516,5	2
Urucuia	-	119,0	138,0	120,4	27
Areado	304,0	32,0	-	140,8	5
Sambaiba	-	278,0	-	278,0	1
Poti/Piauí	-	8,0	-	8,0	3
Cabeças	-	26,0	33,0	28,0	3
Pimenteiras	510,0	32,6	62,2	85,2	12
Serra Grande	-	-	177,0	177,0	1

QUADRO 4.2.1.3  
MÉDIAS DE pH, RESÍDUO SECO E DUREZA (Sedimentos)

Nº DE MANANCIAIS	TIPOS DE MANANCIAIS	MÉDIAS		
		pH	Resíduo Seco	Dureza
3	poço	7,76	372,60	23,80
42	Fonte	6,12	91,14	1,95
9	Cacimba	5,98	176,70	7,51
MÉDIA TOTAL		6,18	121,1	4,10

Dureza - A dureza médias das águas subterrâneas provenientes da área sedimentar é de 4,10 graus franceses, para as 54 amostras. Adotando a classificação de Klut Olszewski para as águas analisadas, observa-se que 88,9% das mesmas são classificadas como "muito moles" a "moles" por apresentarem dureza entre 1 e 12 graus franceses; as demais estão entre "algo dura" e "muito dura". As médias de dureza, resíduo seco e pH da área sedimentar estão no Quadro 4.2.1.3.

#### 4.2.2 - Águas Subterrâneas nas Rochas Cristalinas

As águas contidas nas rochas cristalinas dependem, quanto à qualidade química, de fatores tais como, grau de dissolução da rocha armazenadora, da circulação ou movimento, clima e outros.

Foram analisadas para este tipo de rocha, 24 amostras com os seguintes resultados: o resíduo seco médio de 220,5 miligramas por litro, sendo em 75 por cento das amostras, inferior a 300 miligramas por litro. O pH médio é da ordem de 7,15 (ligeiramente alcalina), as fontes tem pH médio 7,0 (neutro) e os poços manuais 7,25. Os valores extremos registrados são 6,0 da fonte 133.22 (mínimo) e 8,0 do poço tubular 119.22 (máximo).

A dureza média calculada é de 77,15 graus franceses.

Segundo a classificação de K. Olszewski, 70,8 por cento das amostras são "muito moles" a "mole" e as demais águas "algo dura".

O Quadro 4.2.2.1 resume os resultados obtidos:

QUADRO 4.2.2.1  
MÉDIA DE pH, RESÍDUO SECO E DUREZA  
(Rochas Cristalinas)

Nº DE MANANCIAIS	TIPO DE MANANCIAIS	M É D I A S		
		pH	Resíduo Seco °F	Dureza
3	Poço	7,80	309,60	142,50
10	Fonte	6,90	134,90	4,60
11	Cacimba	7,20	274,00	125,30
MÉDIA TOTAL		7,15	220,50	77,15

#### 4.3 - CLASSIFICAÇÃO DAS FÁCIES QUÍMICAS

Para a classificação das Águas Subterrâneas quanto às fácies químicas, utilizou-se o diagrama de Piper-Hill-Langelier, baseado na composição percentual iônica (Fig. 4.3.6 a 4.3.16).

No Quadro 4.3.17 estão representadas as fácies hidroquímicas, número de amostras do grupo e sub-grupo, e a frequência relativa. Os diagramas seguintes (Fig. 4.3.18/19) mostram a frequência das classes hidroquímicas da Folha.



CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

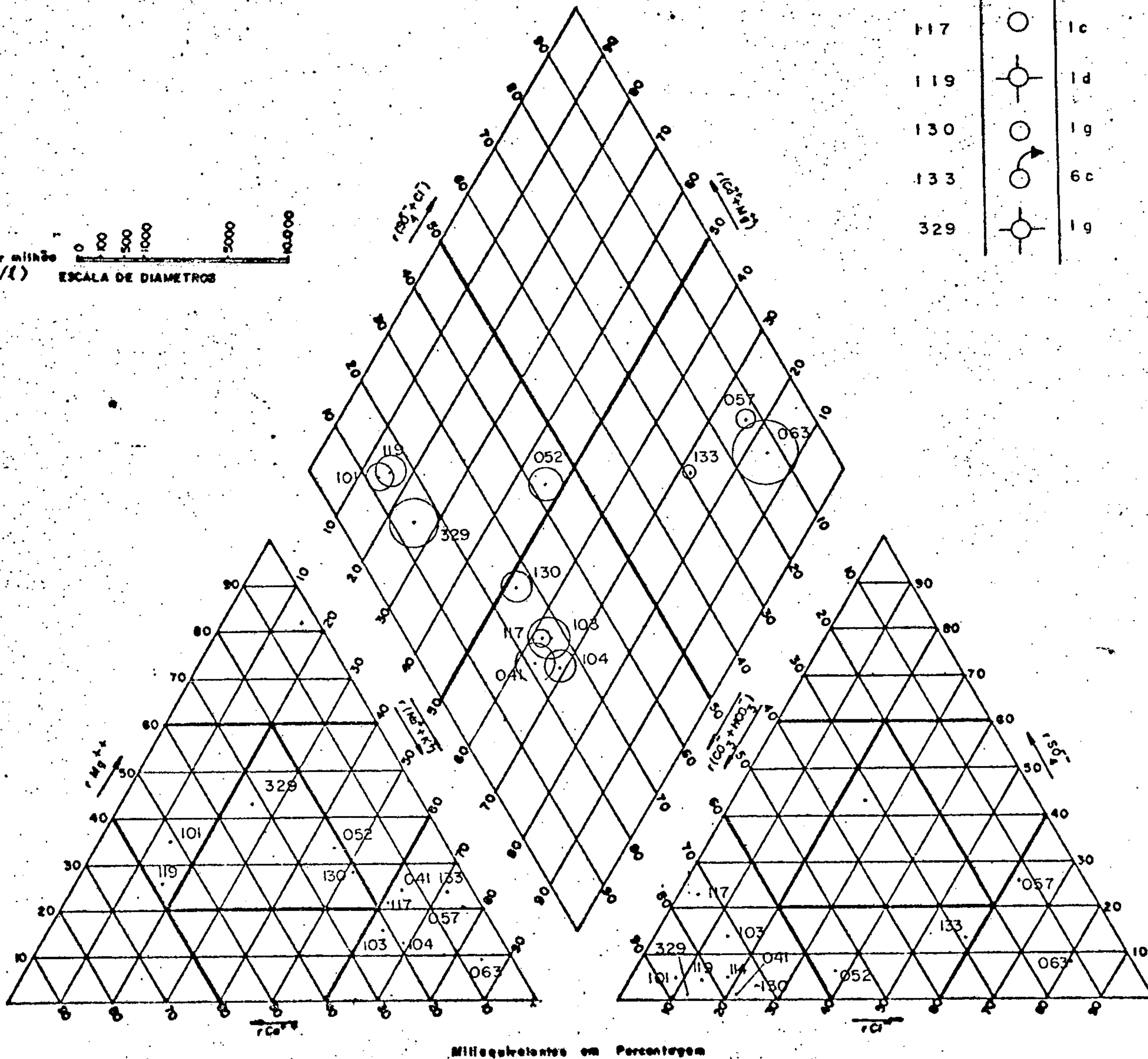
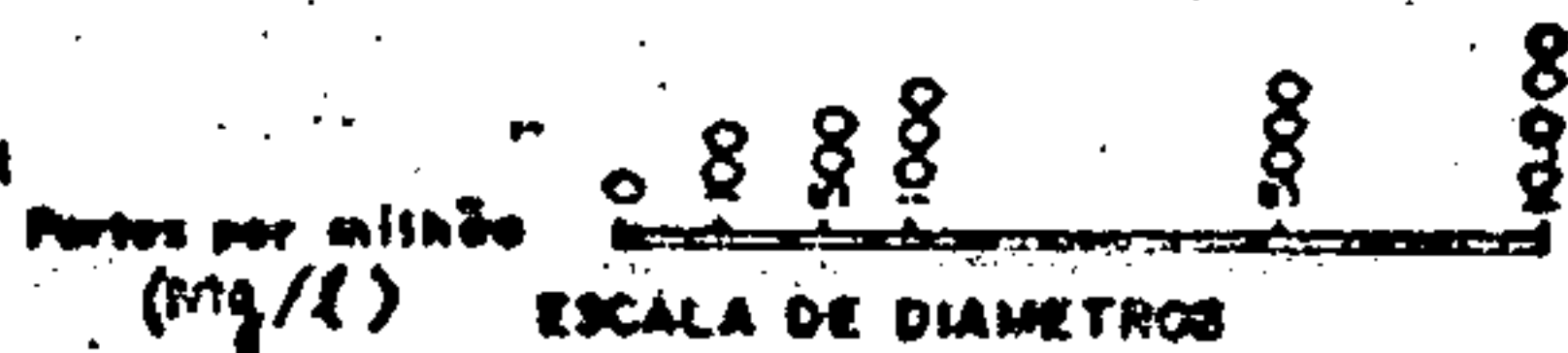
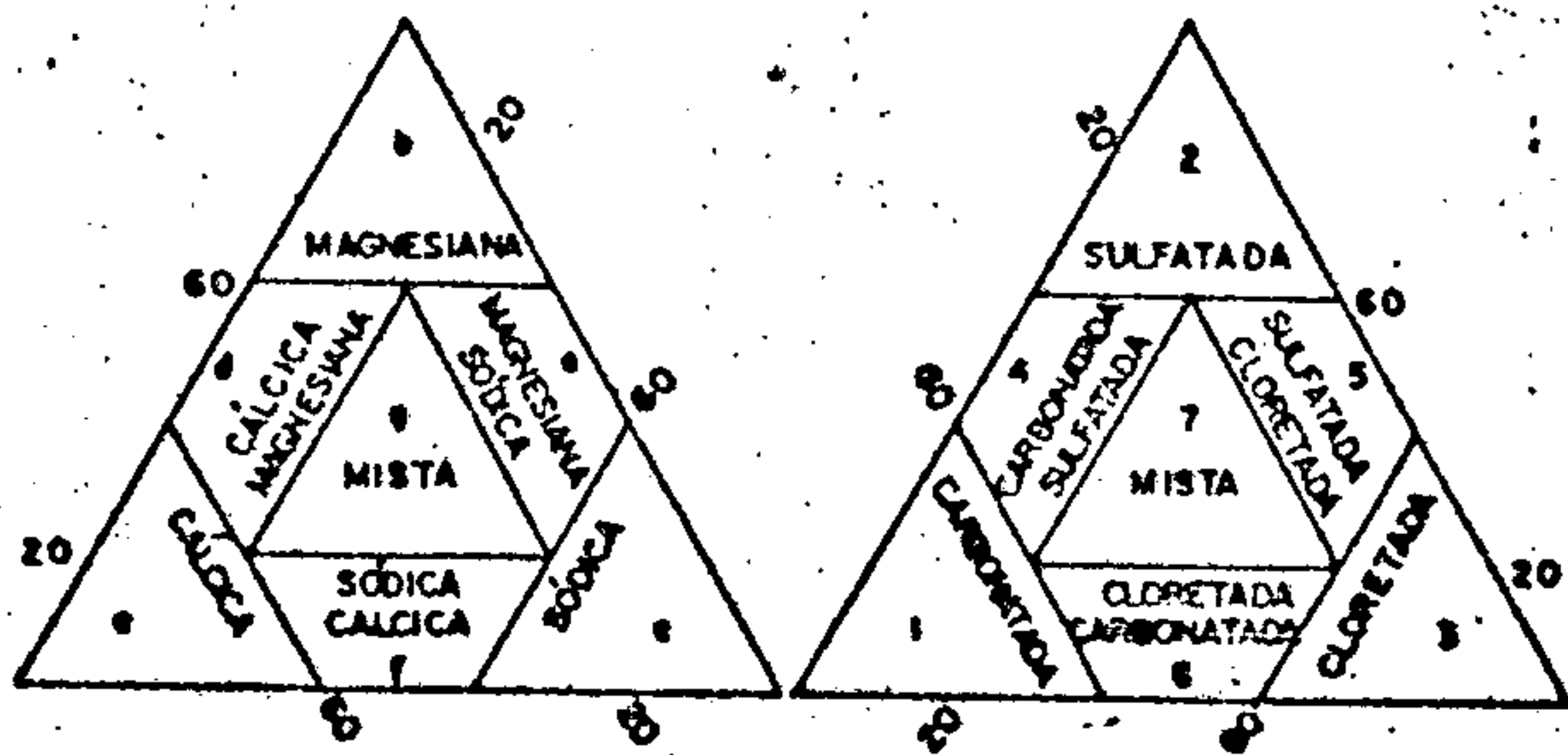
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
CRISTALINO

AMOST. | SIMB. | FÁCIES

AMOST.	SIMB.	FÁCIES
041	○	1c
052	○	6g
057	○	3c
063	○	3c
101	○	1d
103	○	1c
104	○	1c
117	○	1c
119	○	1d
130	○	1g
133	○	6c
329	○	1g



Miliequivalentes em Porcentagem

Fig. 4.3.6





CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

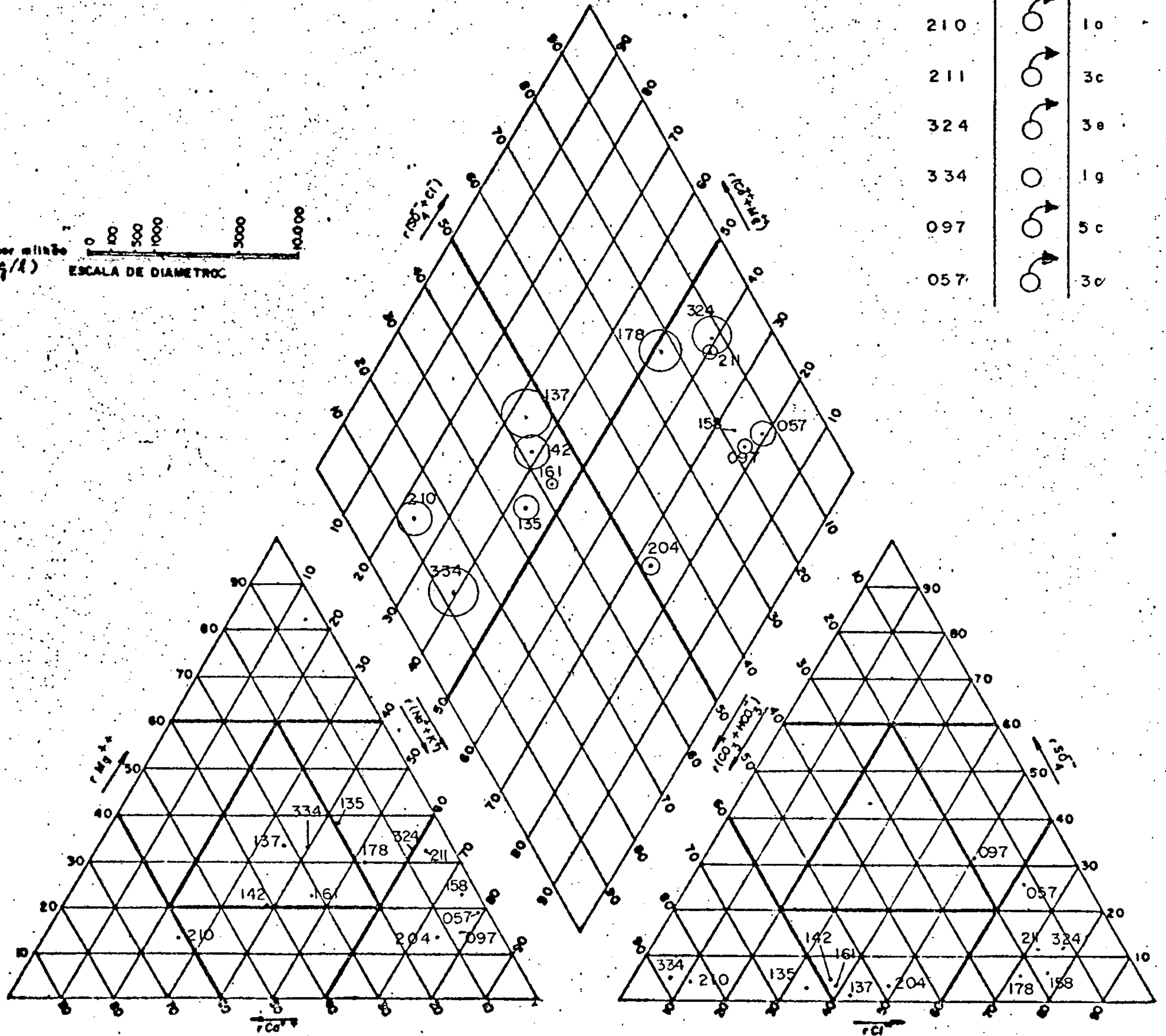
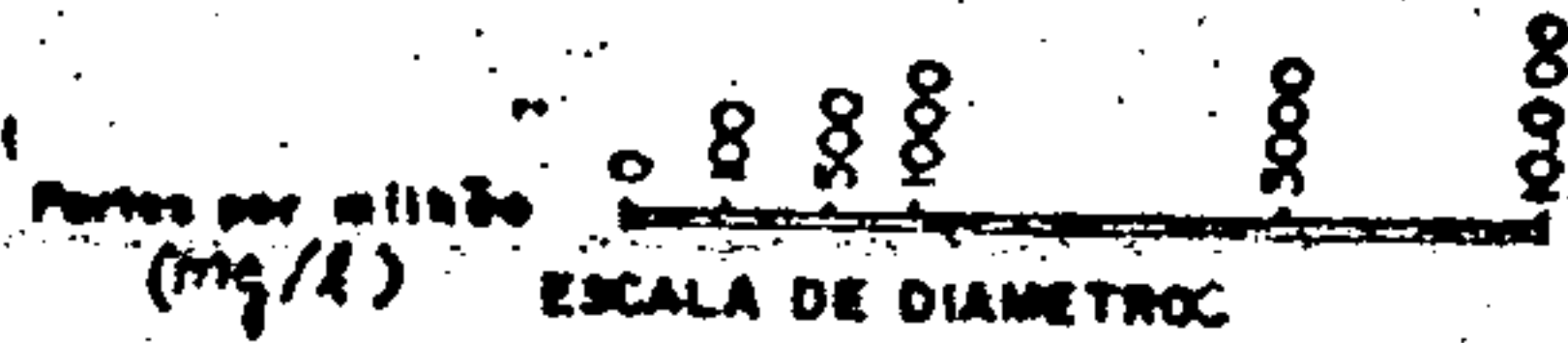
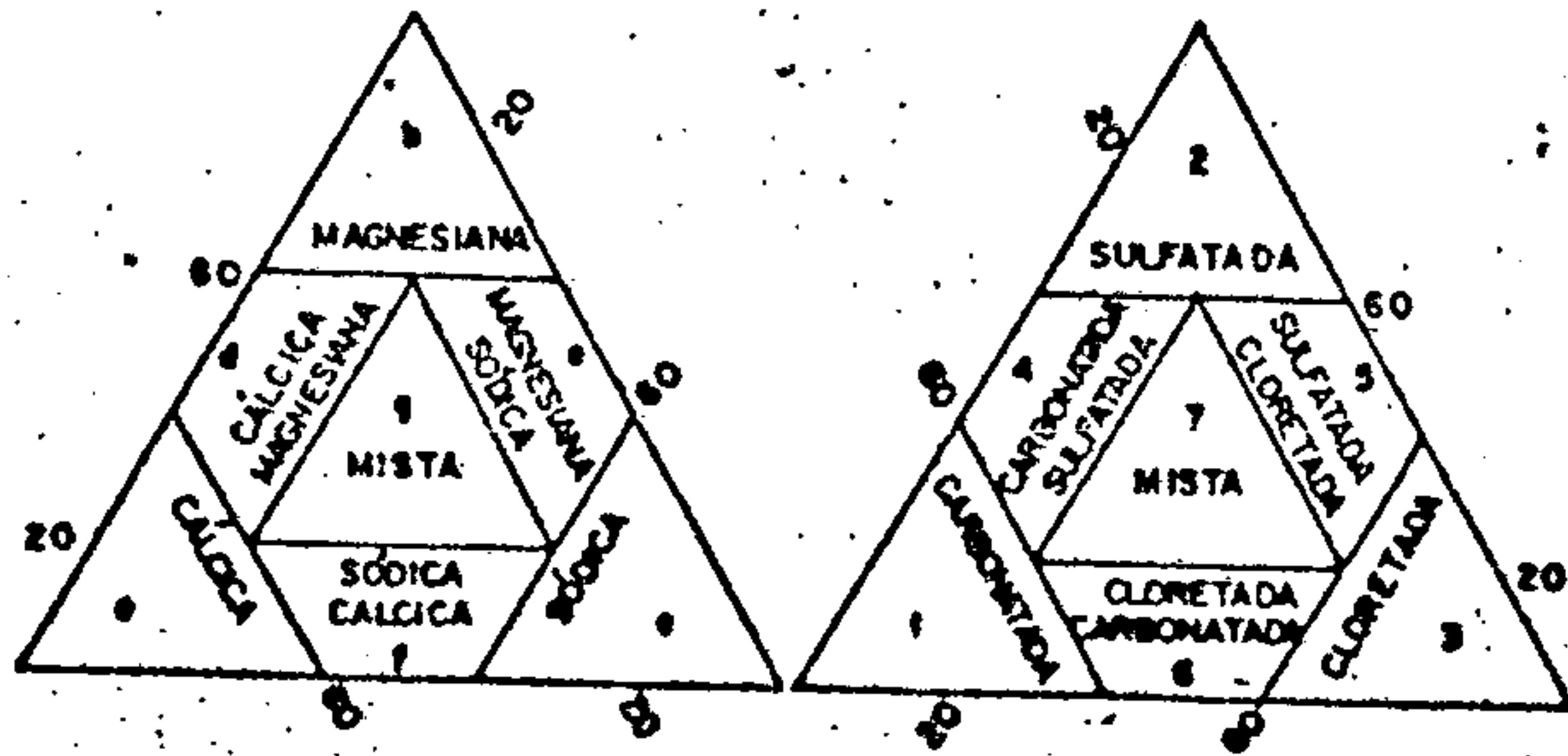
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
CRISTALINO

AMOST.	SIMB.	FÁCIES
135		1e
137		6g
142		6g
158		3c
161		6g
178		3e
204		6c
210		1o
211		3c
324		3e
334		1g
097		5c
057		3c



Milímetros em Percentagem

Fig. 4. 3. 7





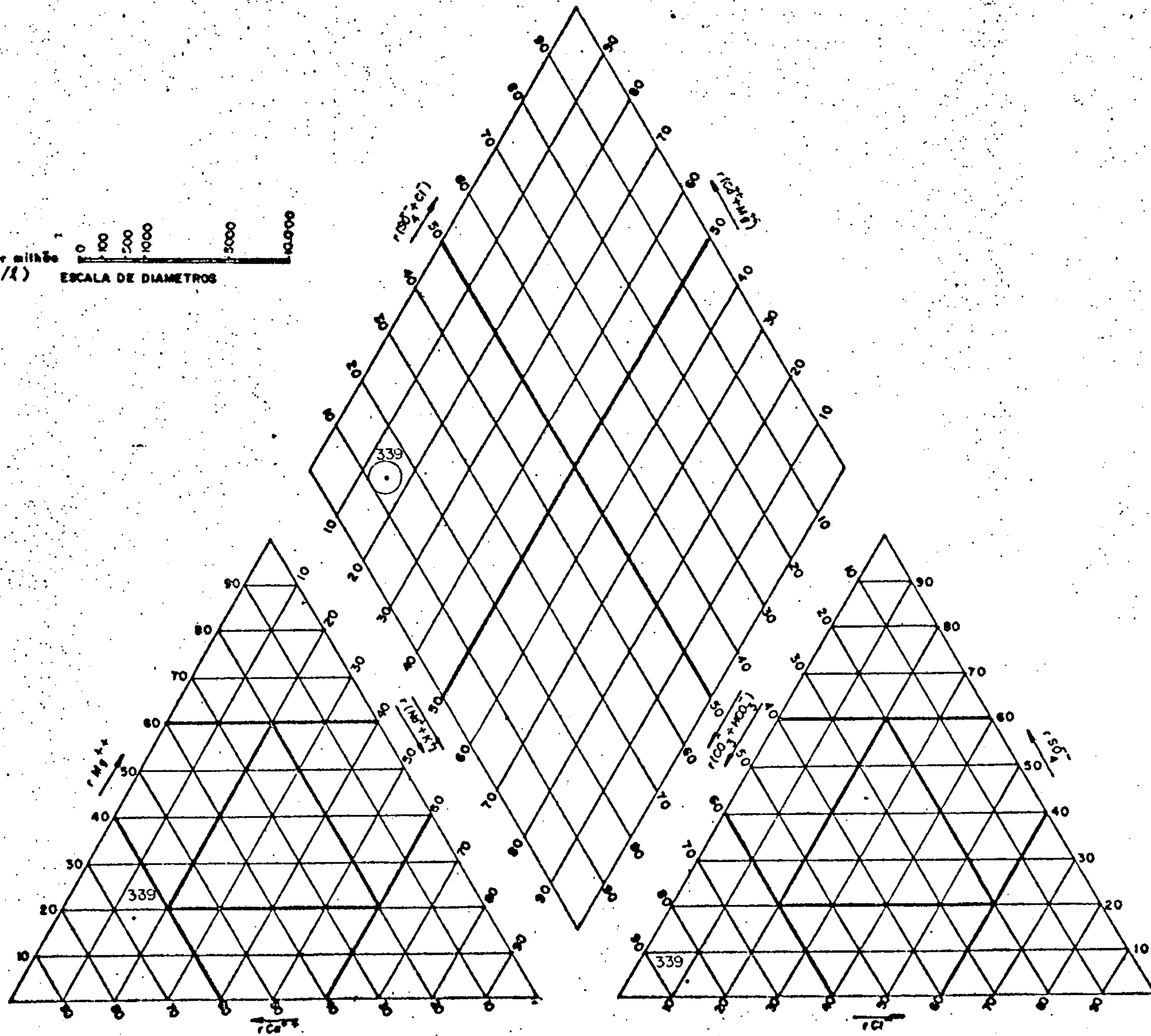
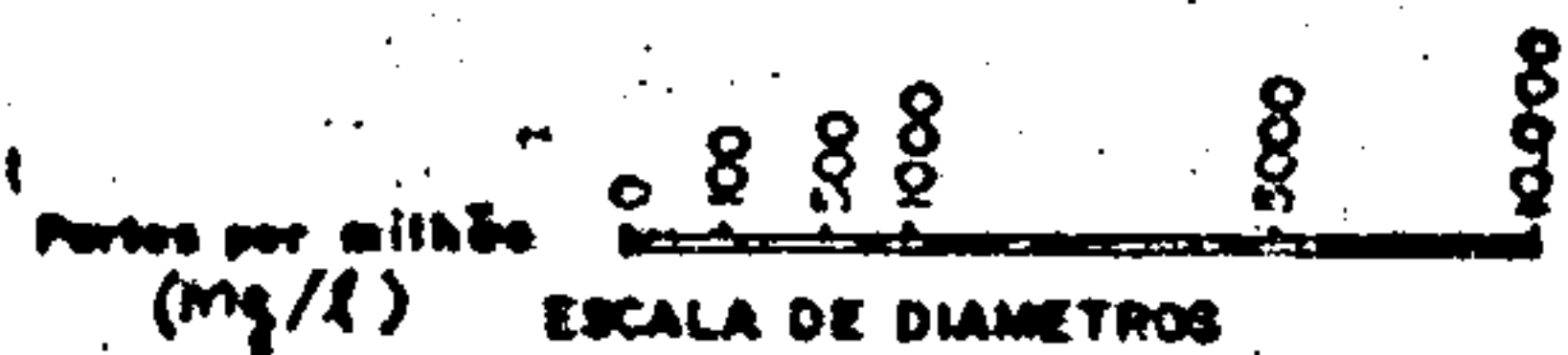
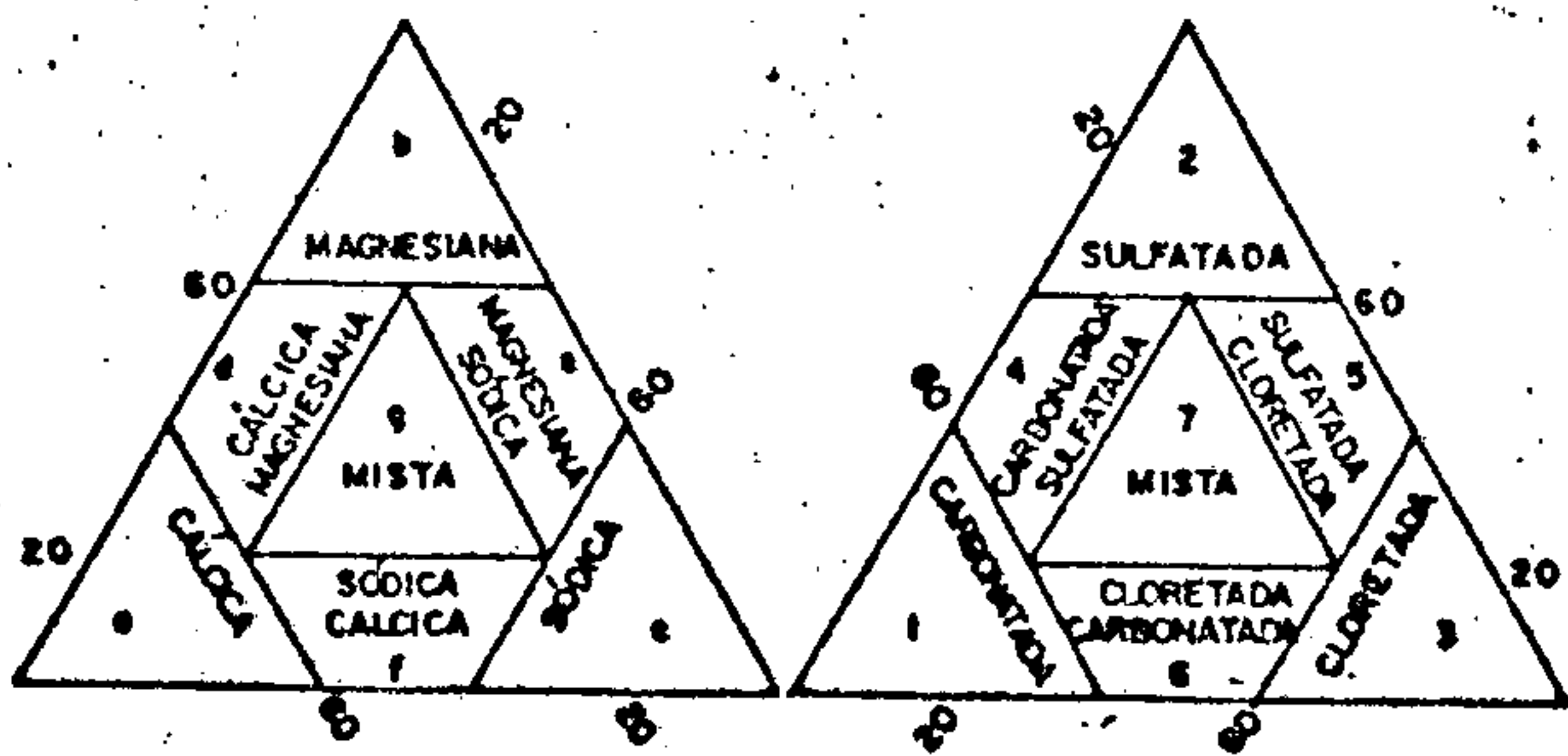
CPRM  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIAS HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO SA. GRANDE

AMOST.	SIMB.	FÁCIES
339	♂	10



MI Equivalente em Porcentagem

Fig. 4.3.8



CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

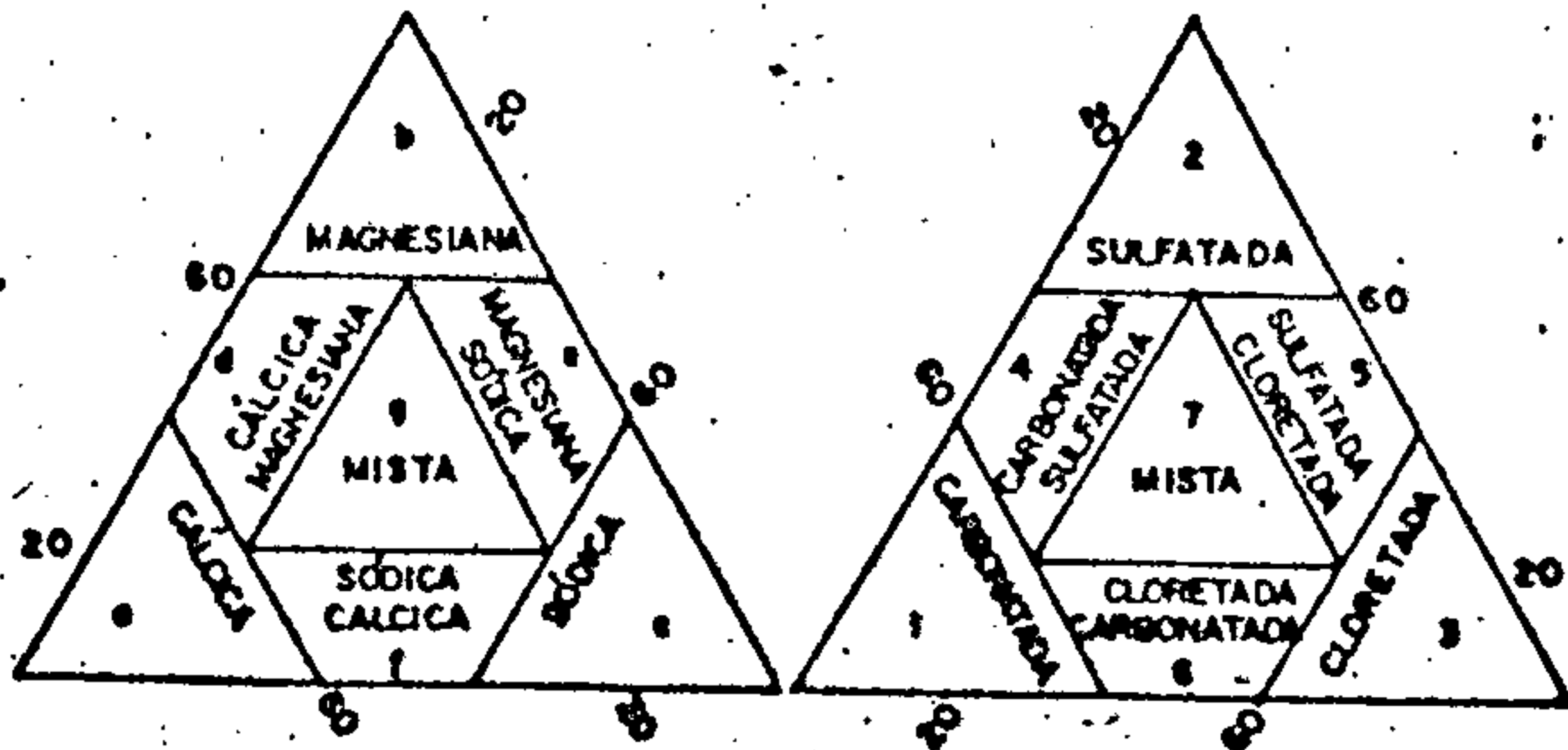
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

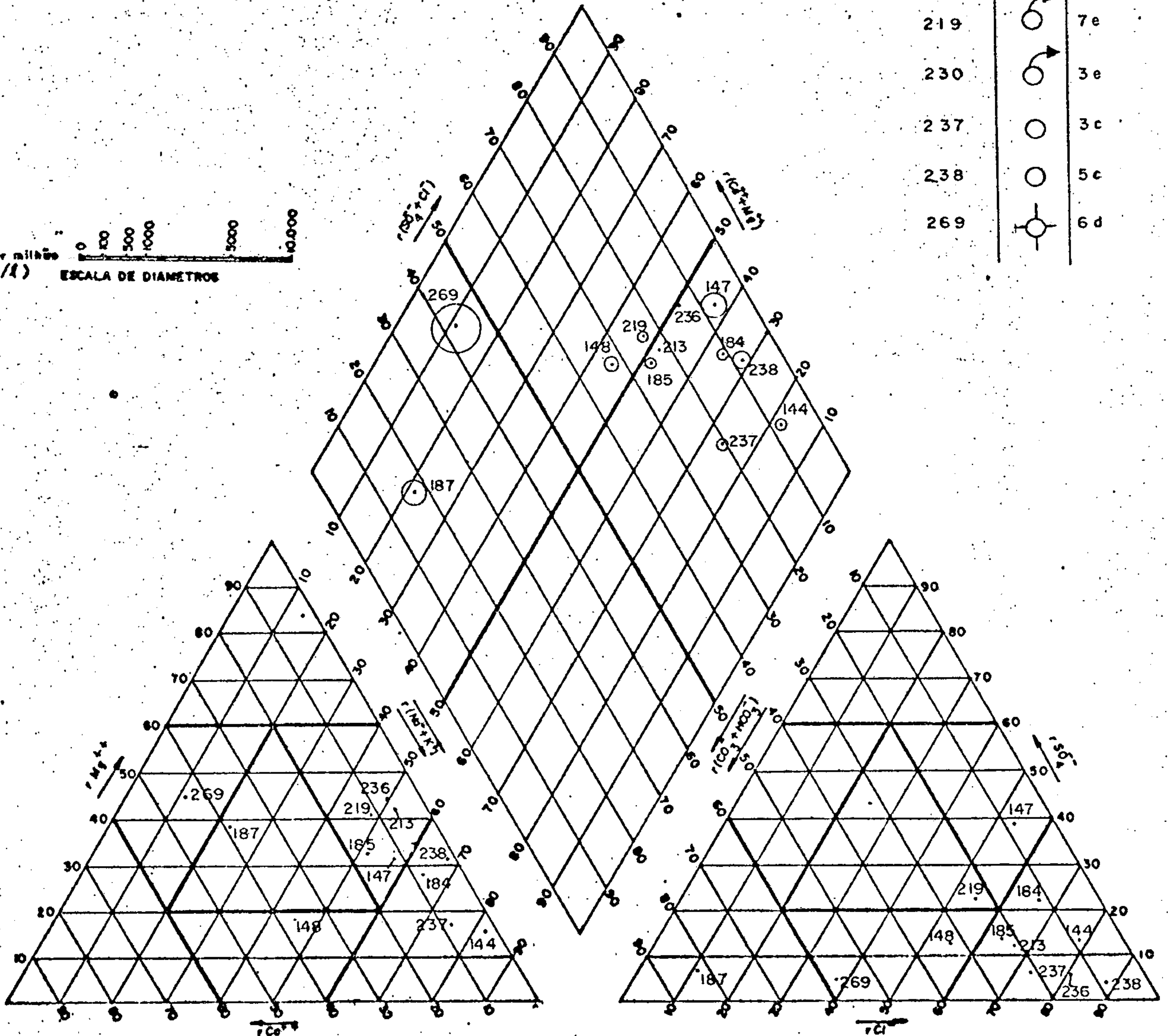
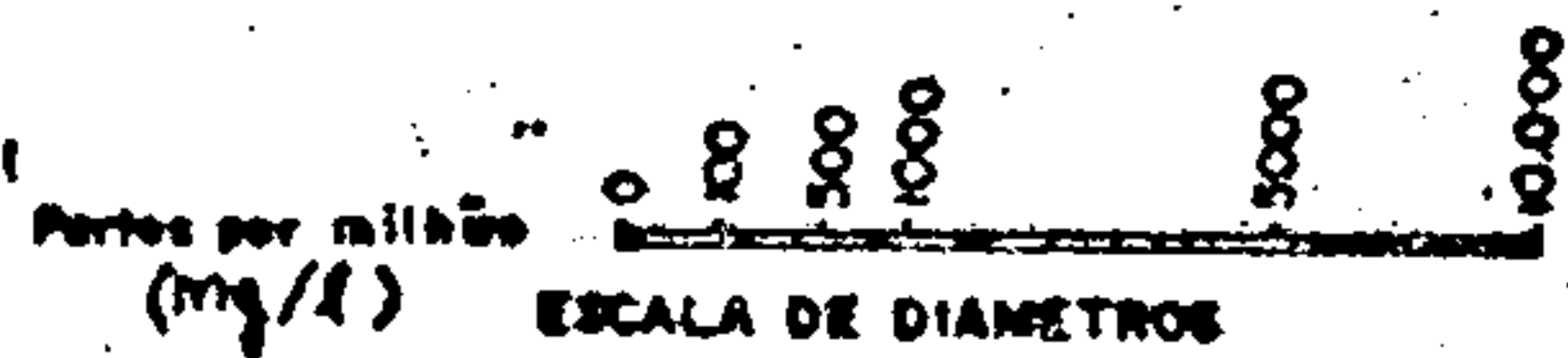
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO PIMENTEIRAS



AMOST.	SIMB.	FÁCIES
144	○	3c
147	○	5e
148	○	6f
184	○	3c
185	○	3e
187	○	1g
213	○	3e
219	○	7e
230	○	3e
237	○	3c
238	○	5c
269	○	6d



MI Equivalente em Porcentagem

Fig. 4. 3.9

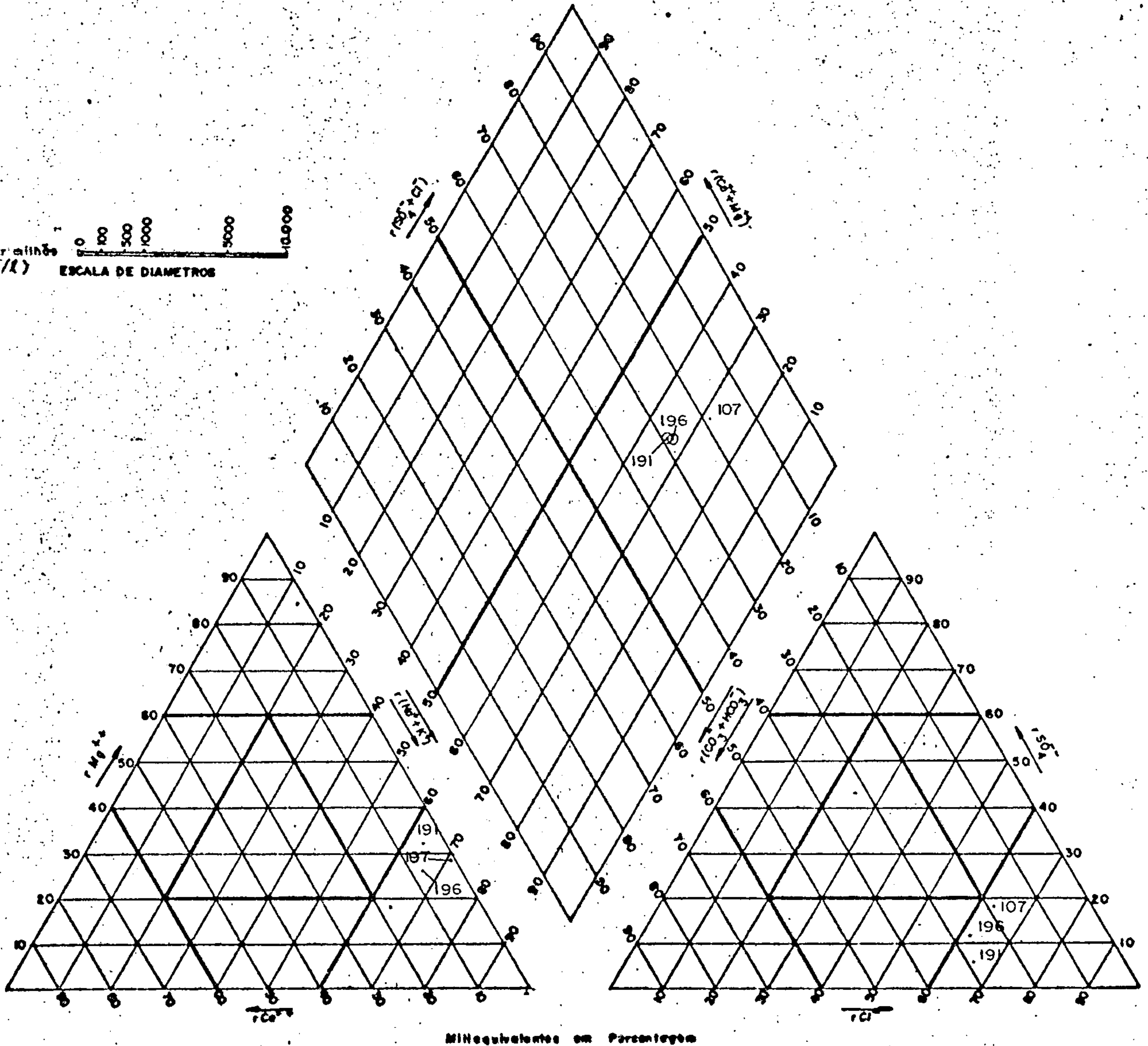
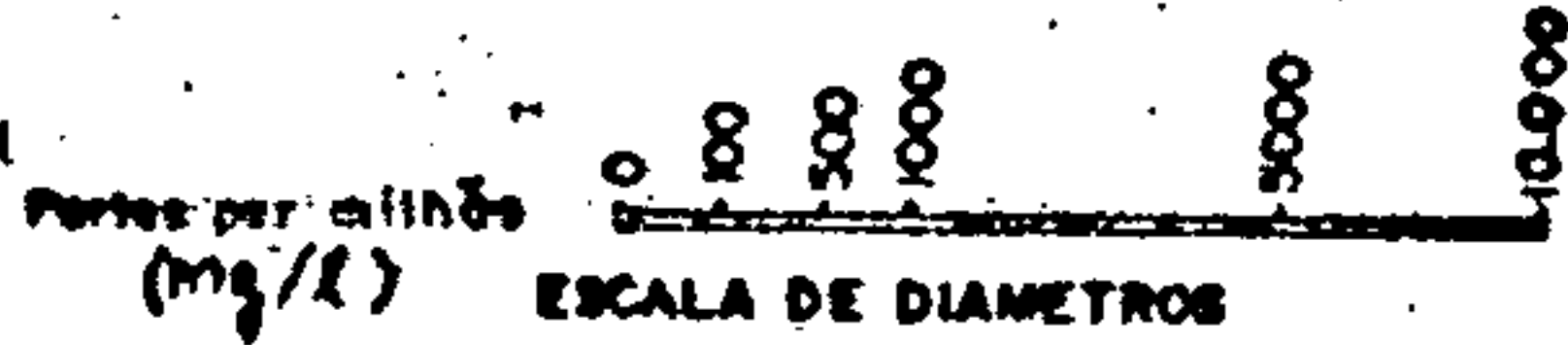
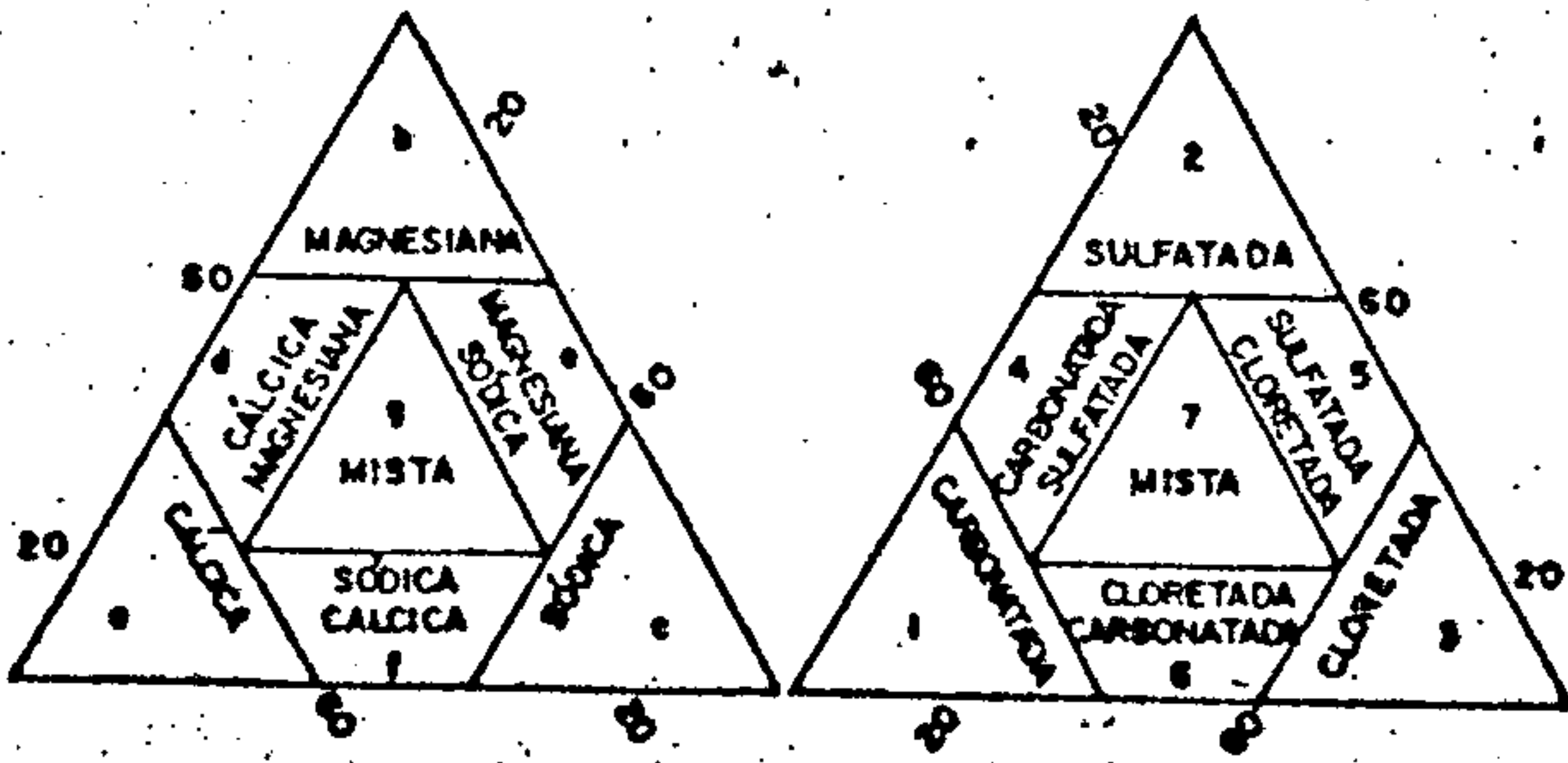




FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
 DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
 FORMAÇÃO CABEÇAS

AMOST.	SIMB.	FÁCIES
107		3c
191		3c
196		3c



MIequivalentes em Porcentagem

Fig. 4.3.10





CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

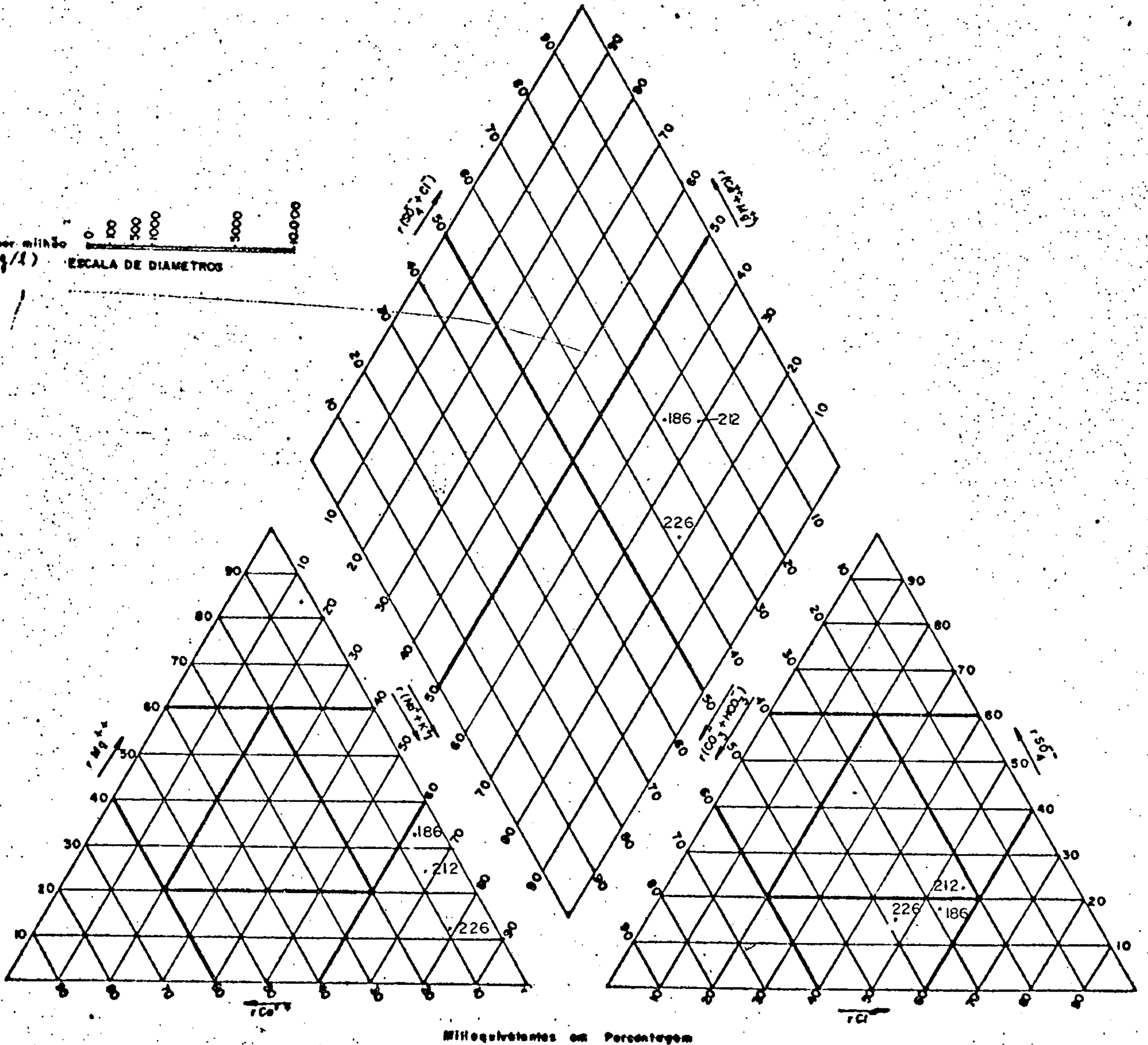
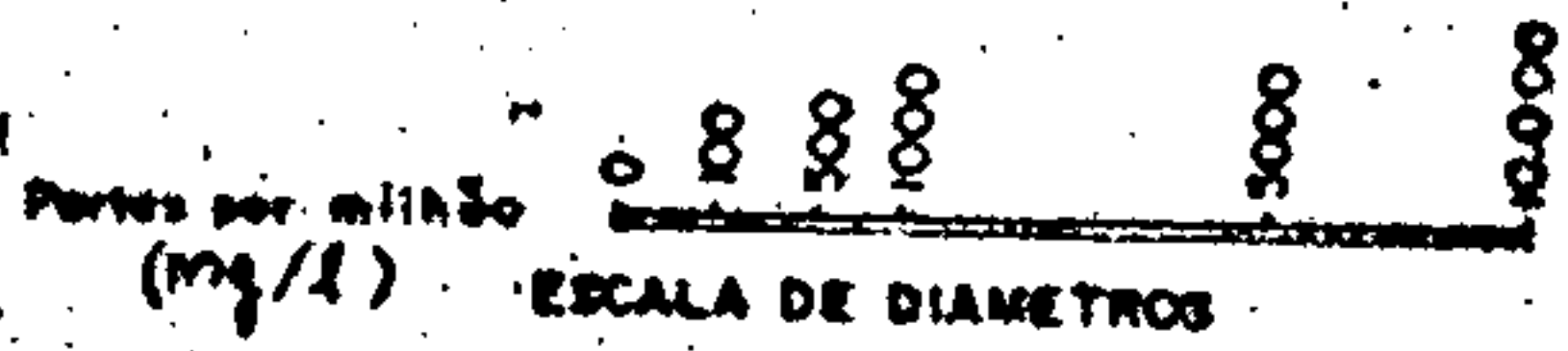
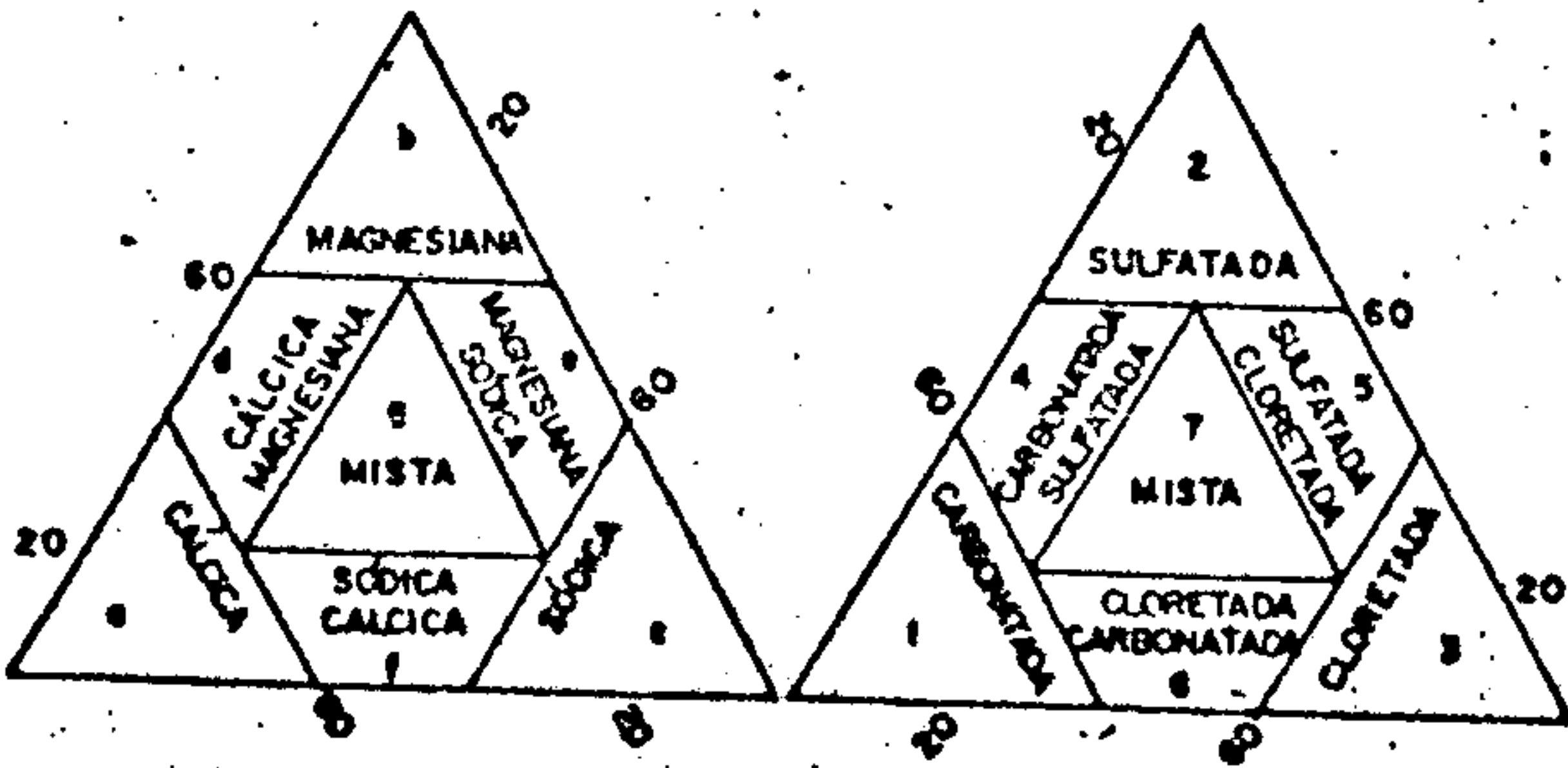
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIAS HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO POTI/PIAUI

AMOST.	SIMB	FÁCIAS
186		6c
212		7c
226		6c



Miliequivalentes em Porcentagem

Fig. 4.3.11









CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

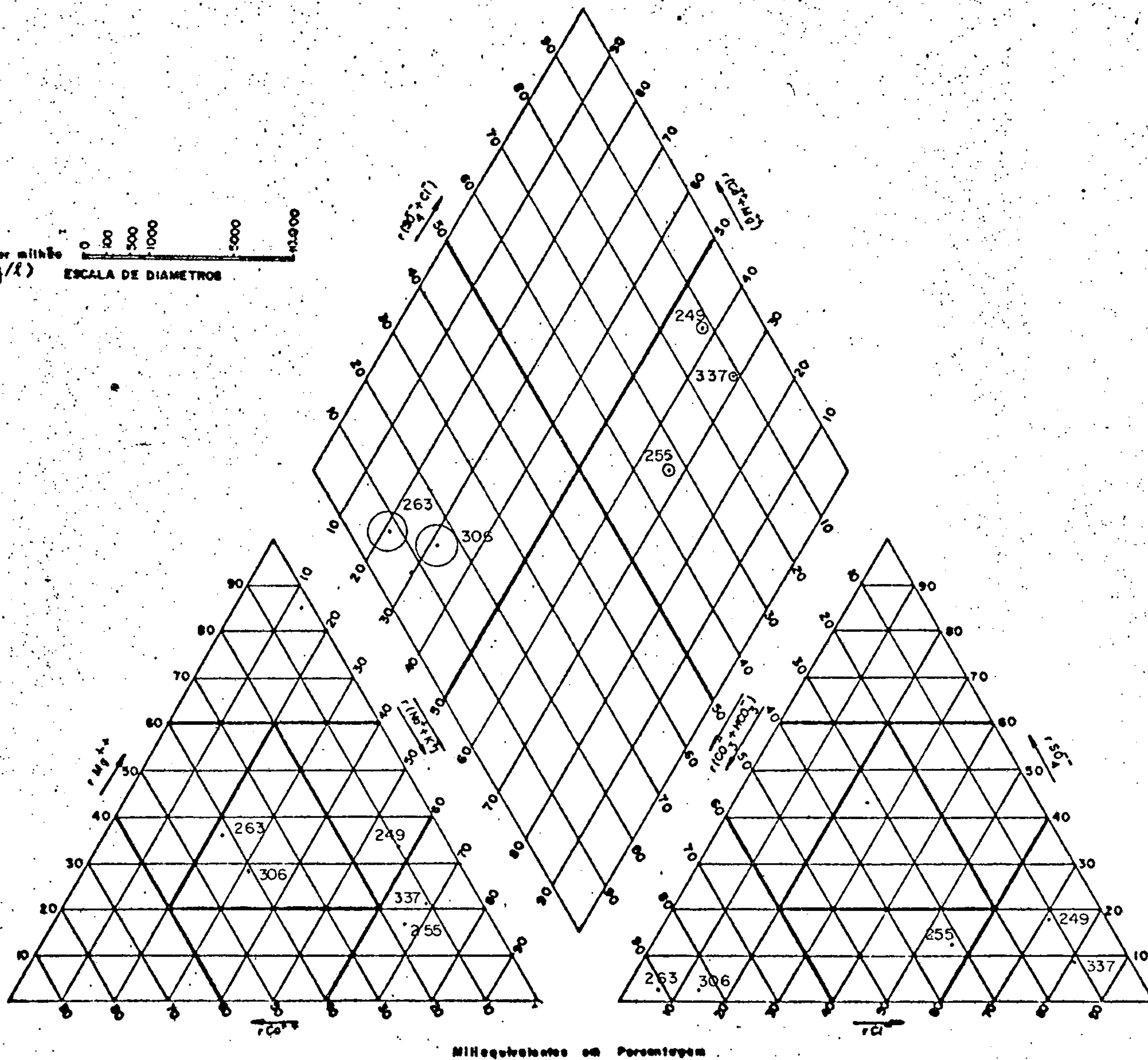
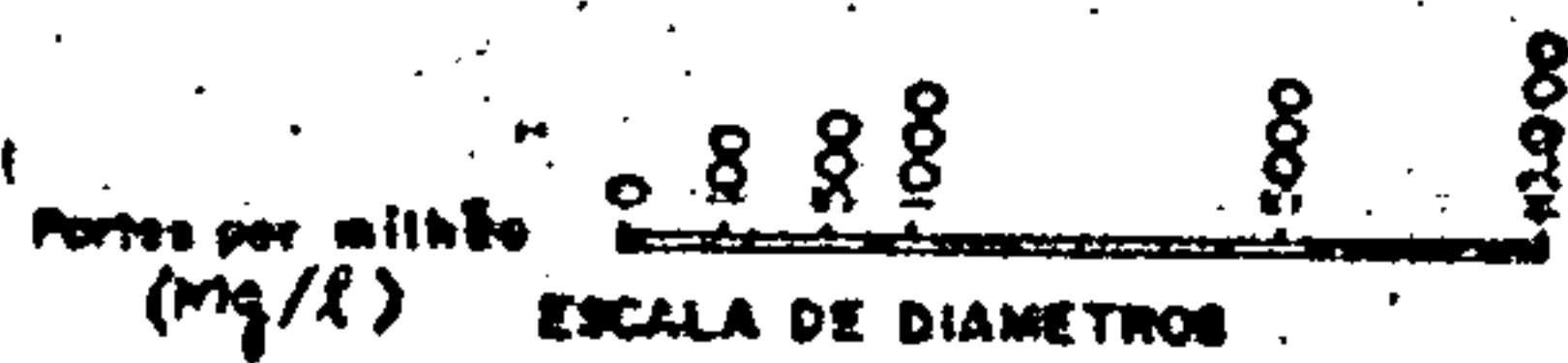
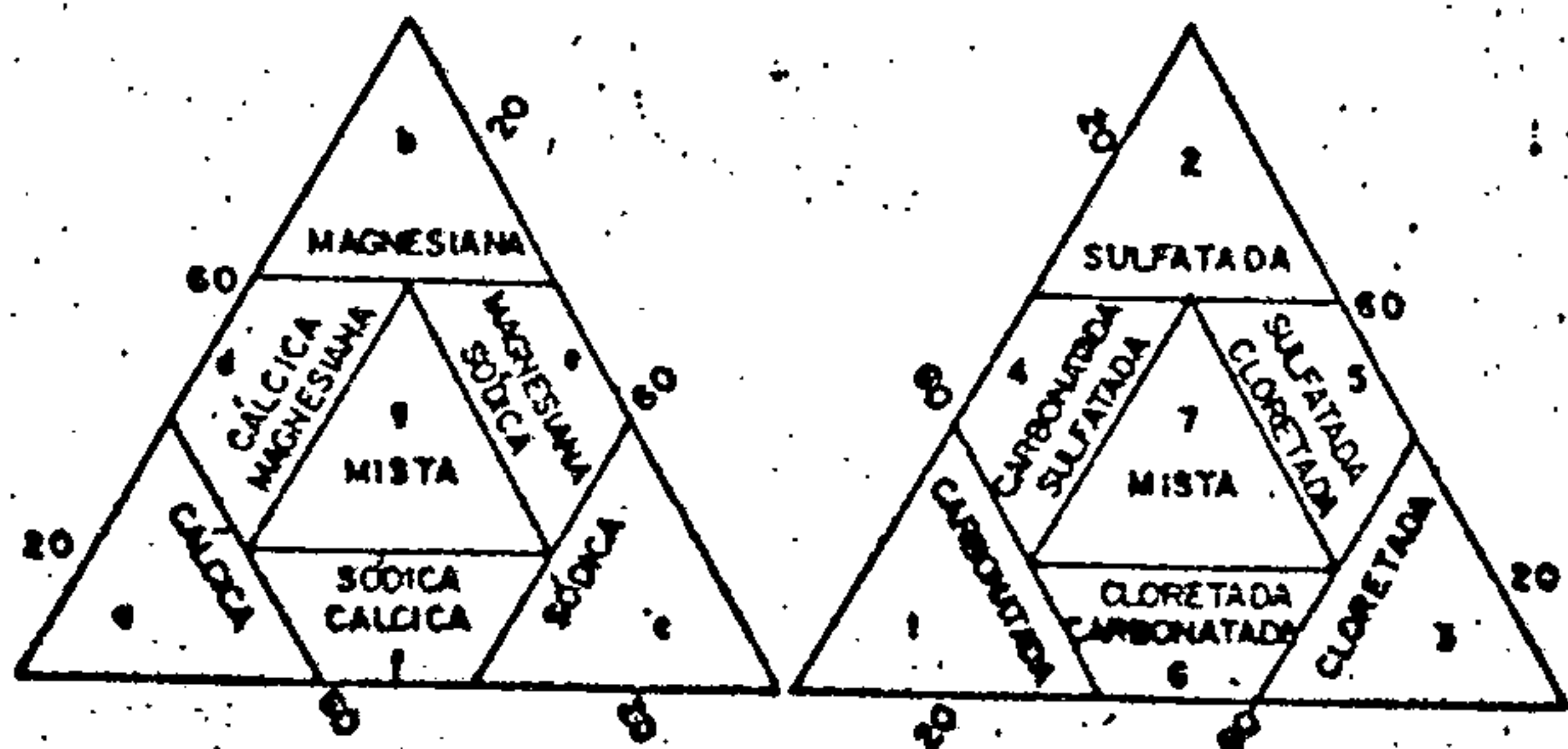
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA

SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

# FÁCIES HIDROQUÍMICAS DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO AREADO

AMOST.	SIMB.	FÁCIES.
249		3e
255		6c
263		1g
306		1g
337		3c



Milímetros em Percentagem

Fig. 4.3.13





CPRM  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIAS HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO URUCUIA

AMOST.	SIMB	FÁCIAS
002	○	6c
004	○→	3g
007	○→	3e
008	○→	6f
023	○→	3f
025	○→	7g
028	○→	3c
031	○→	5e
032	○→	3c
033	○→	6c
034	○→	3g
067	○→	6e
069	○→	3c

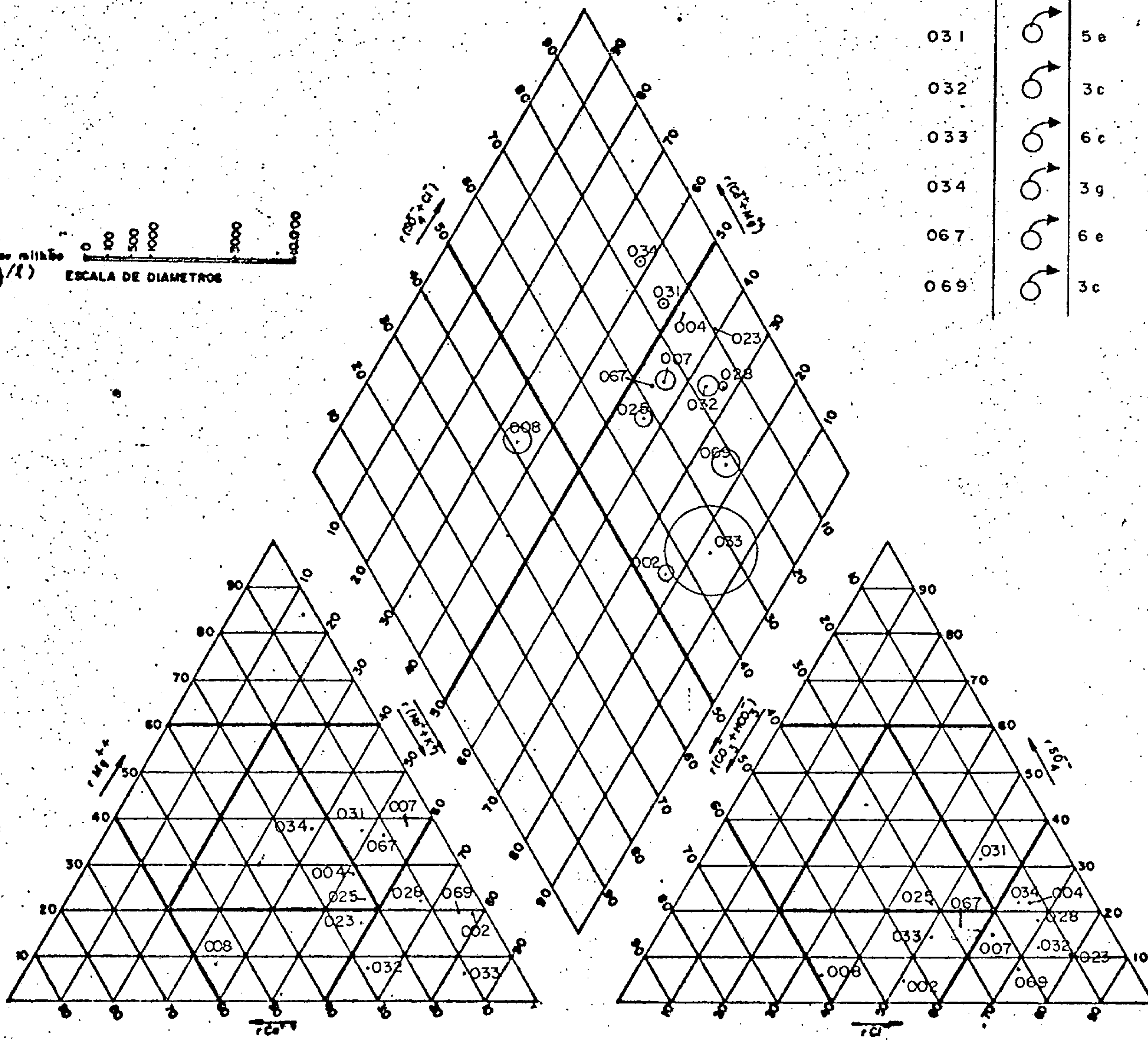
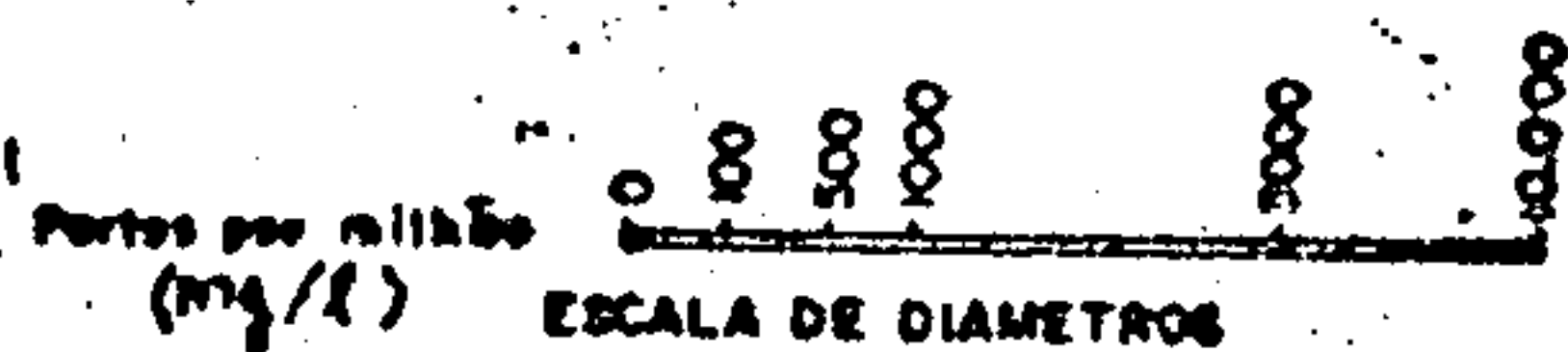
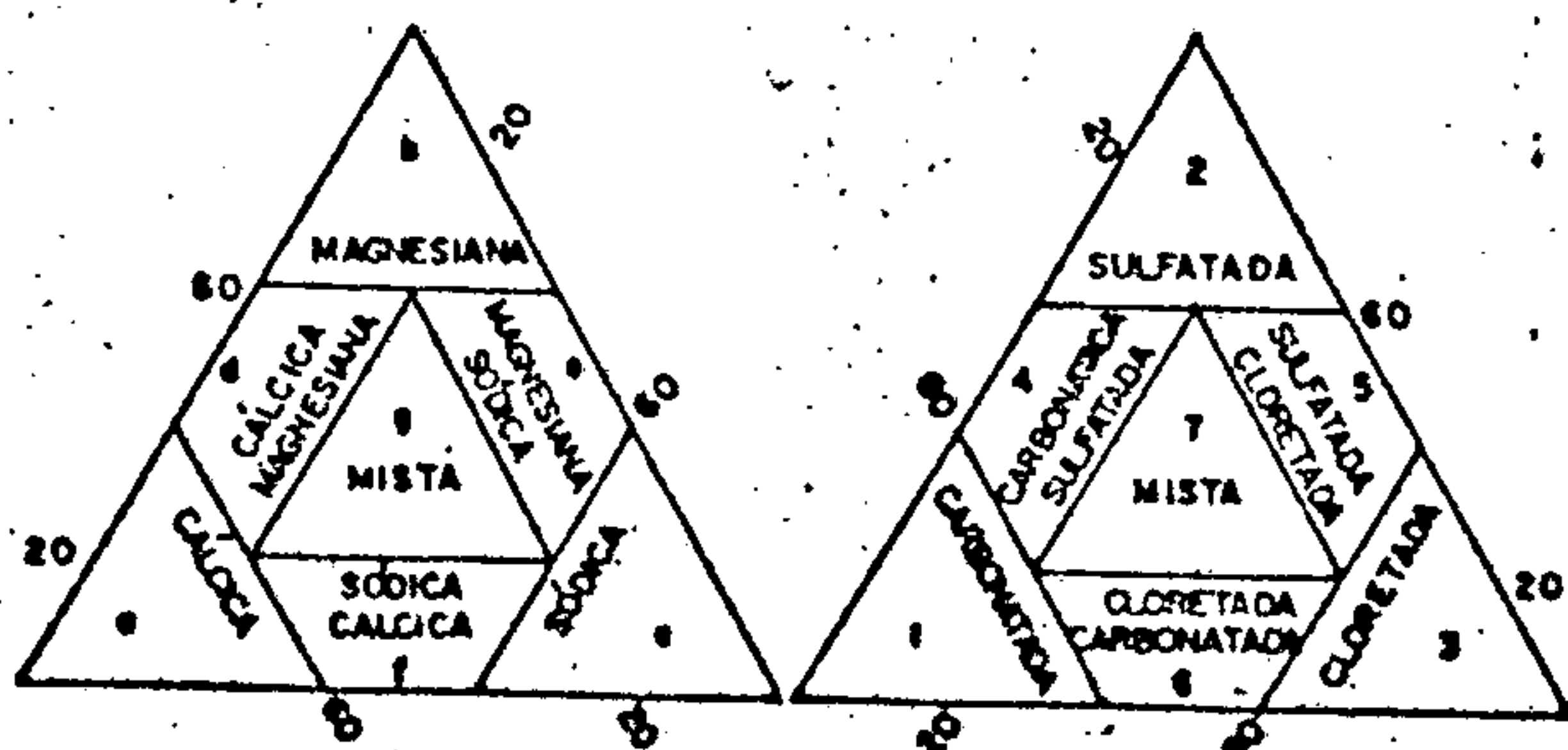


Fig. 4.3.14



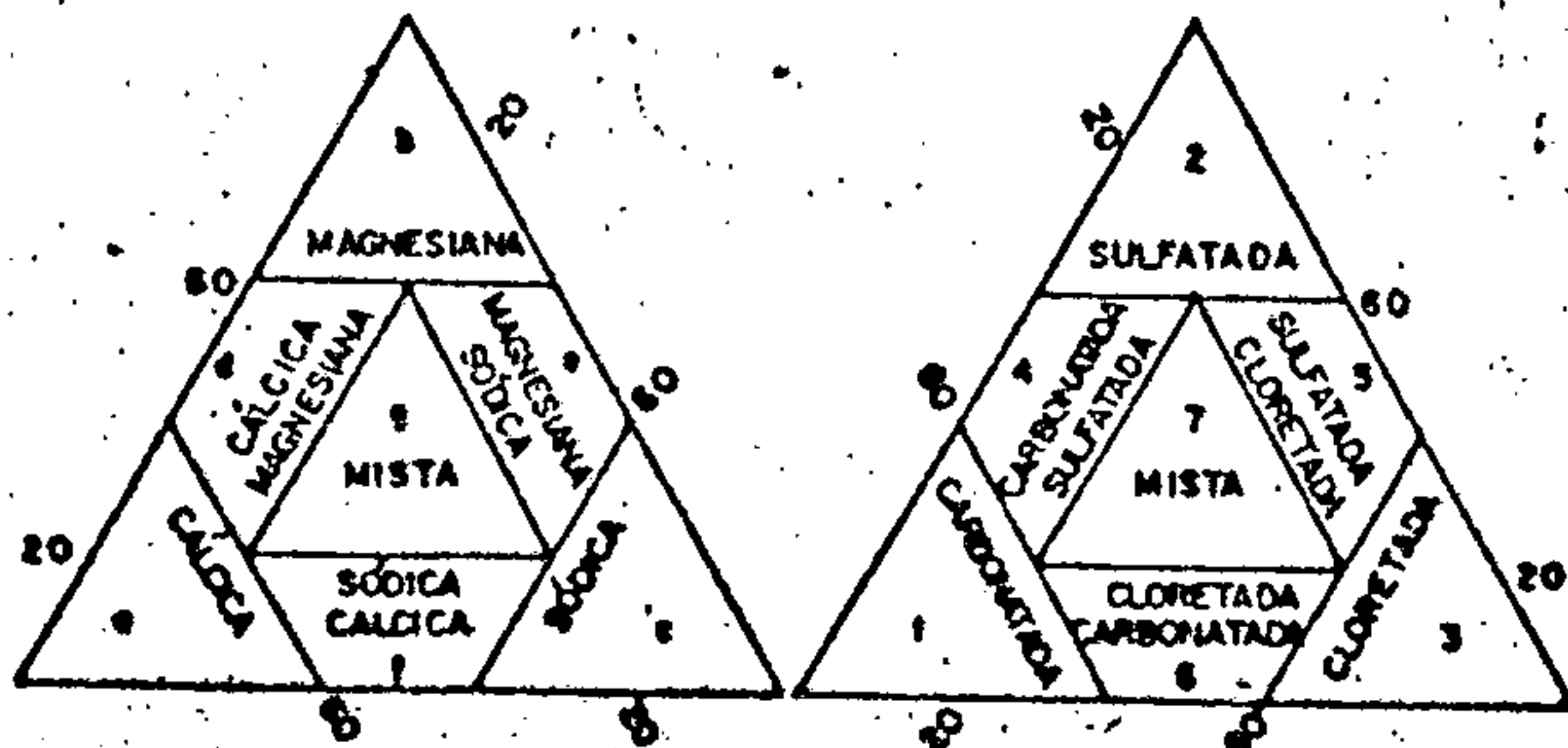


CPRM  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

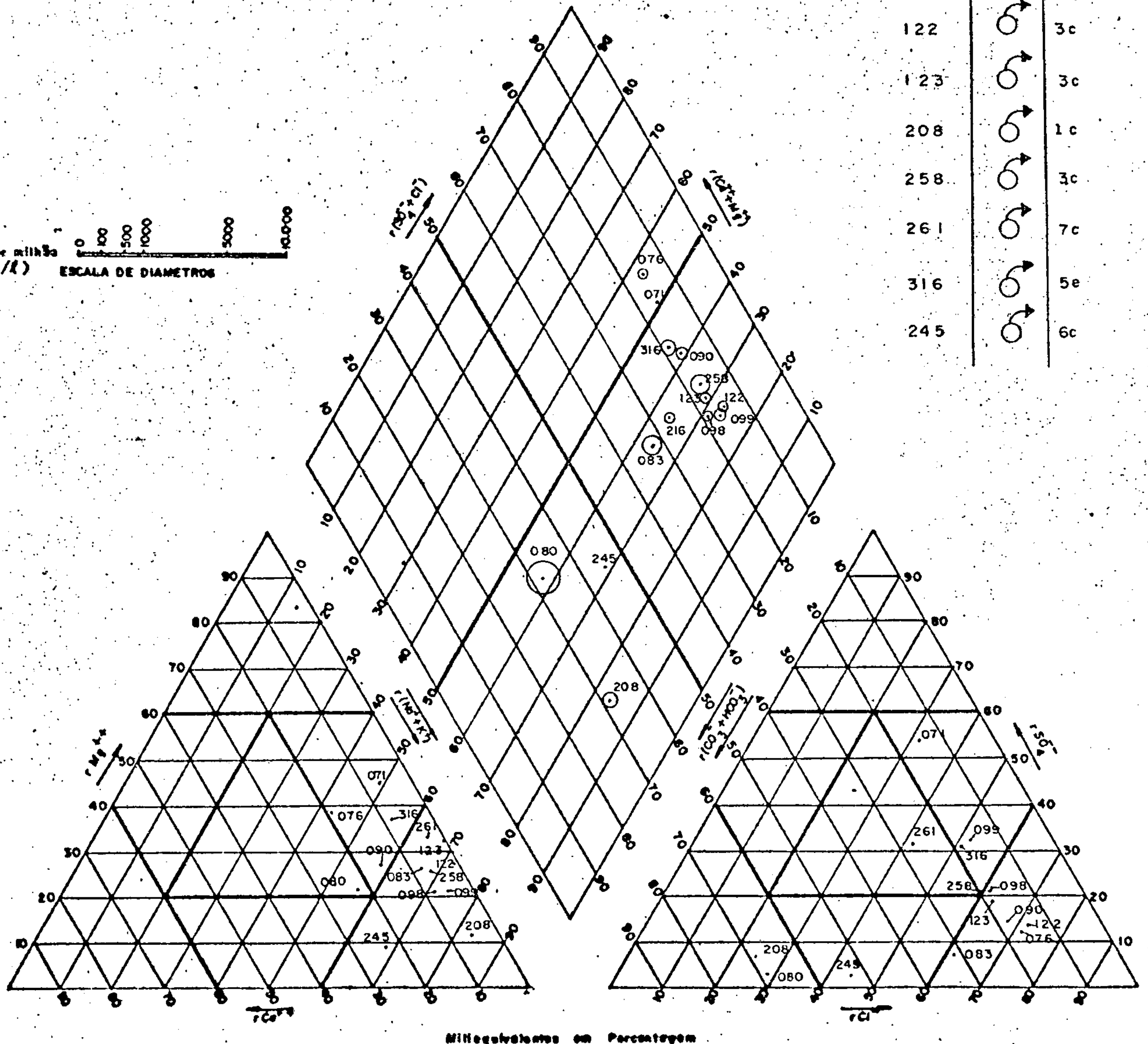
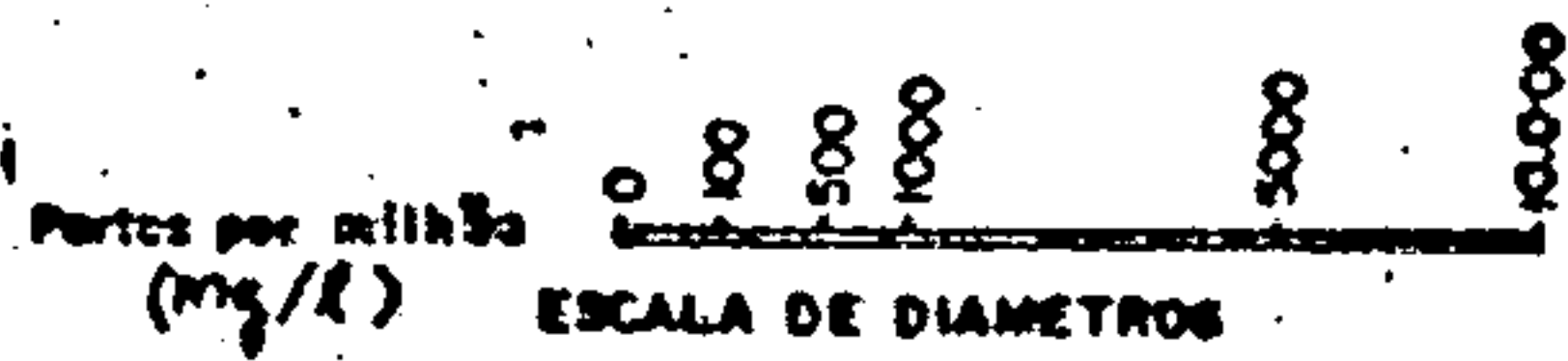
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
FORMAÇÃO URUCUIA



AMOST.	SIMB.	FÁCIES
071	↻	5e
076	↻	3e
083	↻	3c
080	○	1g
090	↻	3e
098	↻	3c
099	↻	5c
122	↻	3c
123	↻	3c
208	↻	1c
258	↻	3c
261	↻	7c
316	↻	5e
245	↻	6c



Miliequivalentes em Porcentagem

Fig. 4.3.15





CPRM  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL  
RECIFE

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FÁCIES HIDROQUÍMICAS  
DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER

FOLHA - 22  
COBERTURA ARENOSA

AMOST.	SIMB.	FÁCIES.
068	○	1c
313	○	1g

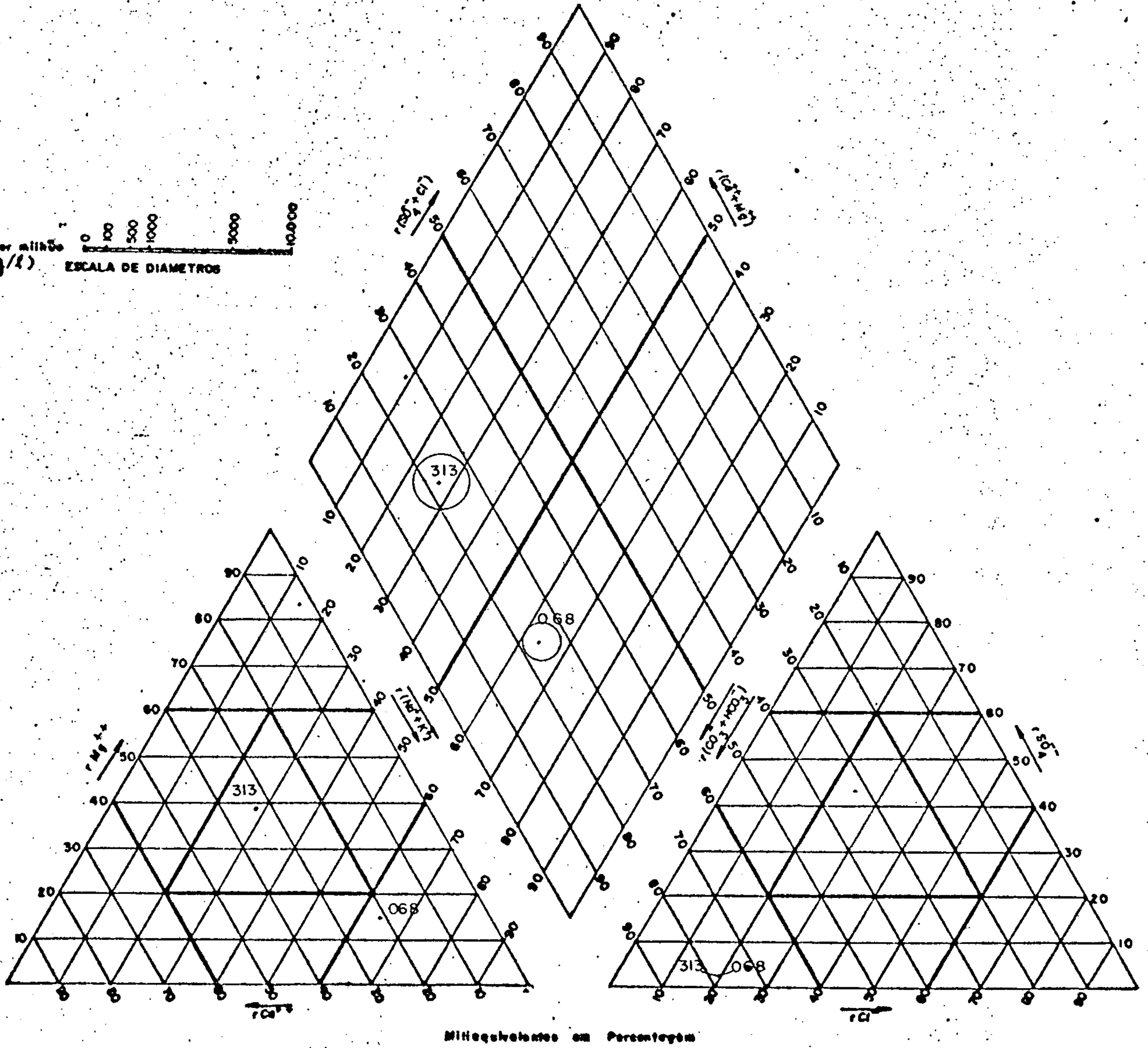
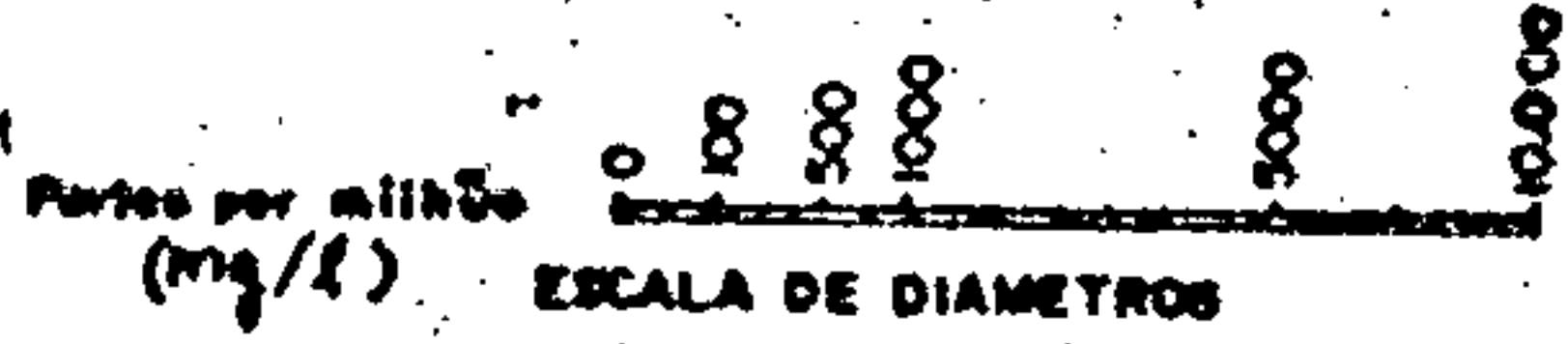
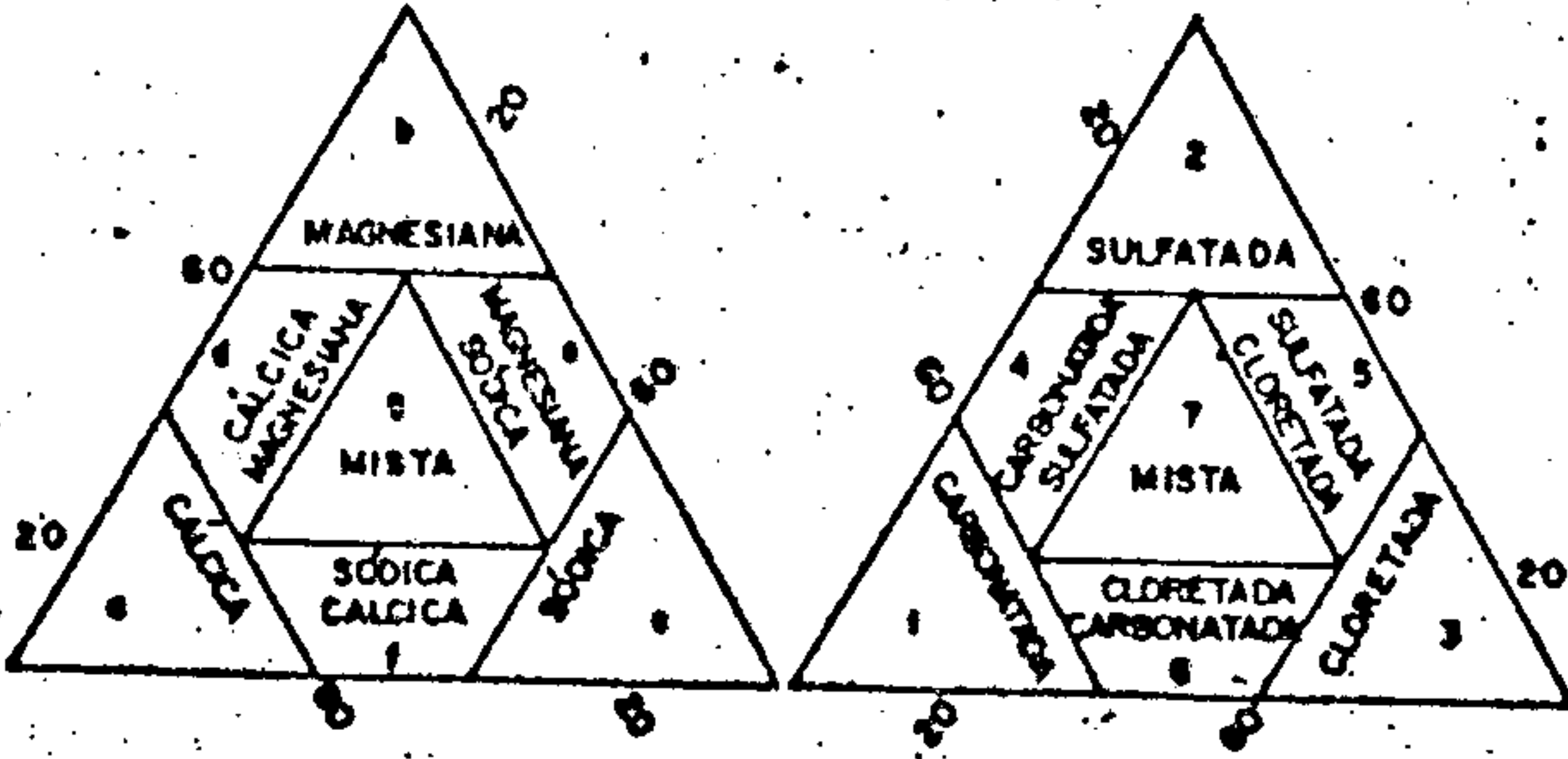


Fig. 4.3.16



QUADRO 4.3.17  
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS FÁCIES QUÍMICOS  
DA FOLHA 22

F Á C I E S   Q U Í M I C A S	Nº AMOSTRA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
- Águas Carbonatadas $r(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) > 60\%$	20	35,6
a) Carbonatada mista $20\% < r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 60\%$ $20\% < r\text{Ca}^{++} < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$	9	11,52
b) Carbonatada sódica $r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > 60\%$	7	8,96
c) Carbonatada cálcica magnesiana $20\% < r\text{Ca}^{++} < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$ $r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 20\%$	2	2,56
d) Carbonatada magnesiana sódica $20\% < r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$ $r\text{Ca}^{++} \leq 20\%$	1	1,28
e) Carbonatada cálcica $r\text{Ca}^{++} > 60\%$	1	1,28

F Á C I E S Q U Í M I C A S	Nº AMOSTRA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
- Águas Cloretadas $rCl^- > 60\%$	32	41,0
a) Cloretada sódica $r(Na^+ + K^+) > 60\%$	20	25,6
b) Cloretada magnesiana sódica $20\% < rMg^{++} < 60\%$ $20\% < r(Na^+ + K^+) < 60\%$ $rCa^{++} < 20\%$	9	11,5
c) Cloretada sódica cálcica $20\% < r(Na^+ + K^+) < 60\%$ $20\% < rCa^{++} < 60\%$ $rMg^{++} < 20\%$	1	1,3
d) Cloretada mista $20\% < r(Na^+ + K^+) < 60\%$ $20\% < rCa^{++} < 60\%$ $20\% < rMg^{++} < 60\%$	2	2,6
- Águas Cloretadas Carbonatadas $20\% < r(CO_3^{--} + HCO_3^-) < 60\%$ $20\% < rCl^- < 60\%$ $rSO_4^{--} < 20\%$	15	19,2
a) Cloretada carbonatada sódica $r(Na^{++} + K^+) > 60\%$	6	7,6
b) Cloretada mista $20\% < r(Na^+ + K^+) < 60\%$ $20\% < rCa^{++} < 60\%$ $20\% < rMg^{++} < 60\%$	4	5,1

F Á C I E S Q U Í M I C A	Nº AMOSTRAS	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
c) Cloretada sódica cálcica $20\% < r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 60\%$ $20\% < r\text{Ca}^{++} < 60\%$ $r\text{Mg}^{++} < 20\%$	3	3,8
d) Cloretada cálcica-magnesiânica $20\% < r\text{Ca}^{++} < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$ $r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 20\%$	2	2,7
- Águas Sulfatadas Cloretadas $20\% < r\text{SO}_4^{--} < 60\%$ $20\% < r\text{Cl}^- < 60\%$ $r(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) < 20\%$	6	7,7
a) Sulfatada cloretada magnesiânica sódica $20\% < r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$ $r\text{Ca}^{++} < 20\%$	4	5,1
b) Sulfatada cloretada sódica $r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > 60\%$	2	2,7
- Águas Mistadas $20\% < r(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) < 60\%$ $20\% < r\text{Cl}^- < 60\%$ $20\% < r\text{SO}_4^{--} < 60\%$	5	6,4
a) Mista Mista $20\% < r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) < 60\%$ $20\% < r\text{Ca}^{++} < 60\%$ $20\% < r\text{Mg}^{++} < 60\%$	3	3,8
b) Mista Sódica $r(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > 60\%$	2	2,6

DIAGRAMA DE FREQUÊNCIA DAS CLASSES  
HIDROQUÍMICAS DE ÁGUAS — FOLHA 22

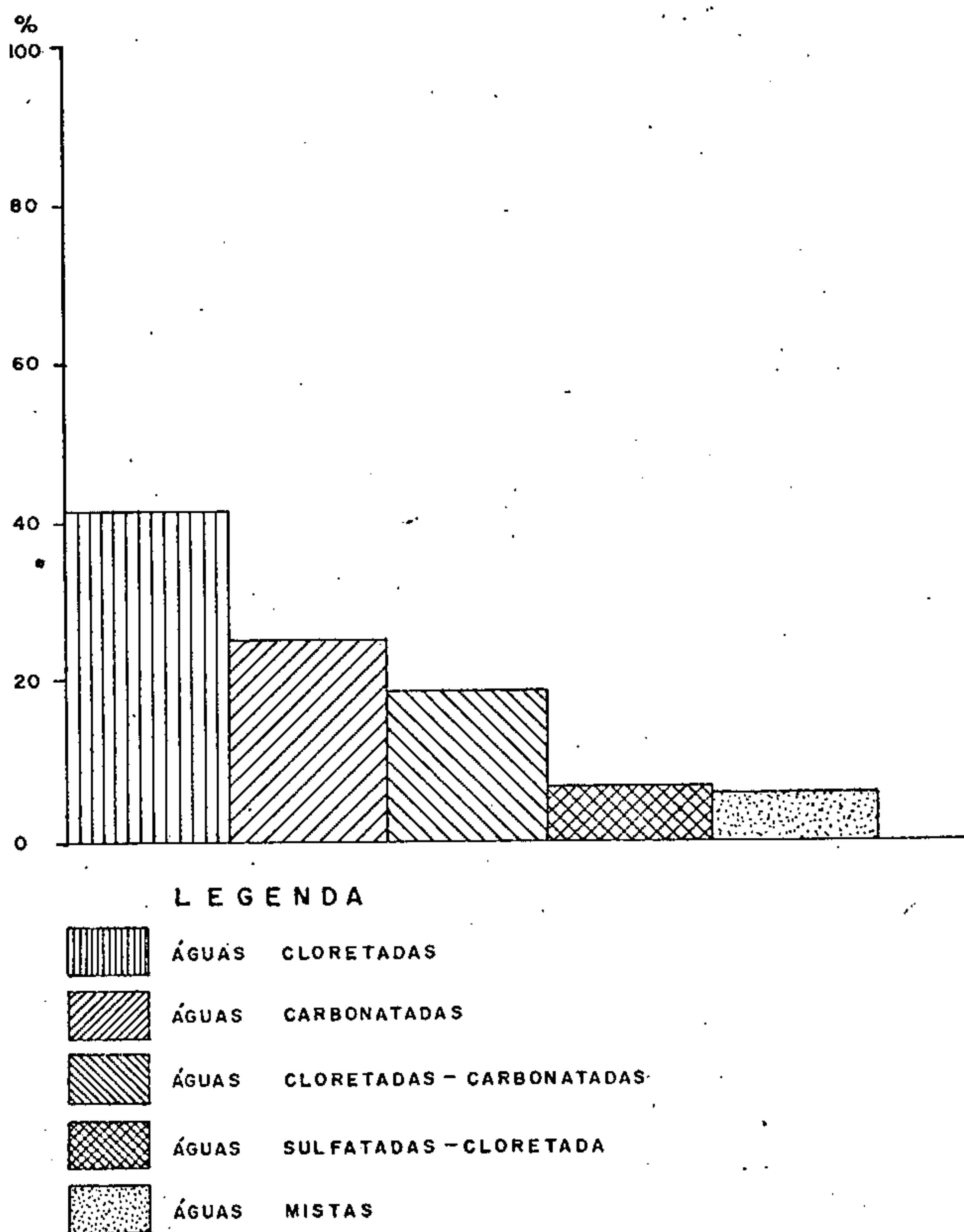
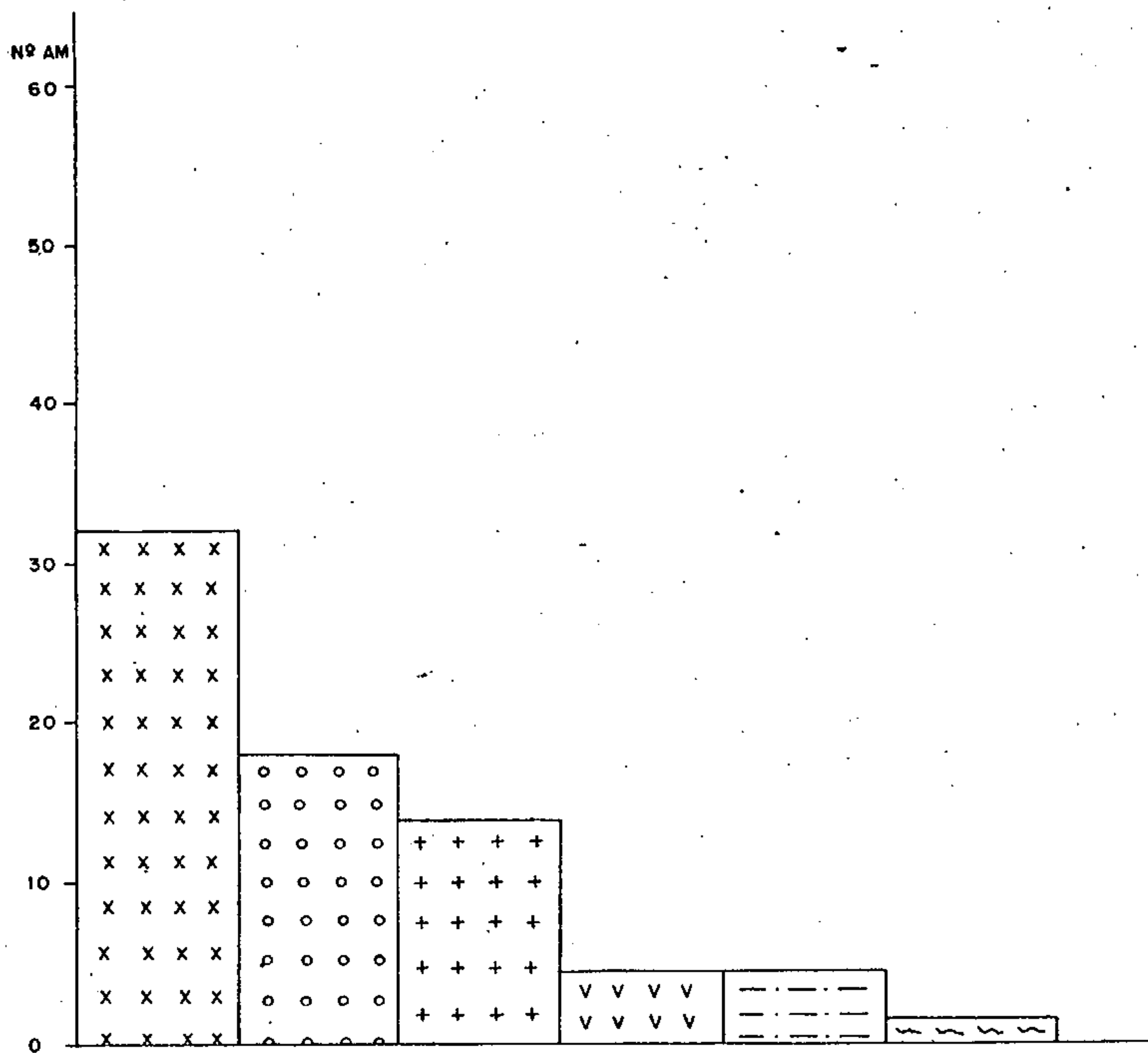


Fig. 4.3.18

## DIAGRAMA DE FREQUÊNCIA DOS TIPOS HIDROQUÍMICOS DE ÁGUAS — FOLHA 22



### L E G E N D A

- |       |
|-------|
| X X X |
| X X X |

 TIPO SÓDICO
- |       |
|-------|
| O O O |
| O O O |

 TIPO MISTA
- |       |
|-------|
| I I I |
| I I I |

 TIPO MAGNESIANA - SÓDICA
- |       |
|-------|
| V V V |
| V V V |

 TIPO CÁLCICA - SÓDICA
- |       |
|-------|
| - - - |
| - - - |

 TIPO SÓDICA - CÁLCICA
- |       |
|-------|
| ~ ~ ~ |
| ~ ~ ~ |

 TIPO CÁLCICA



Predominam as águas cloretadas com o percentual de 41 por cento, vindo, em seguida, as carbonatadas com 25,6 por cento e as cloretadas carbonatadas com 19,2 por cento; os demais grupos ocorrem sem maior representatividade devido ao reduzido número de amostras.

#### 4.3.1 - Águas Cloretadas

Pertencem a este grupo as águas em que o ion  $Cl^-$  atinge valores acima de 60 por cento do total de anions presentes.

Conforme o Quadro 4.3.1.1 verifica-se que o maior número das águas cloretadas da área são provenientes de fontes sobretudo da Formação Urucuia.

QUADRO 4.3.1.1  
ÁGUAS CLORETADAS

FORMAÇÃO	MANANCIAL			VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS		
	POÇO TUBULAR	FONTE	CAÇIMBA	pH	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA (°F)
Urucuia	-	14	-	6,50-5,50	94,00-14,00	1,80-0,10
Areado	-	2	-	6,10-5,70	31,00-22,00	1,54-1,06
Cabeças	-	2	1	6,40-5,90	33,00-21,00	1,20-0,44
Pimenteiras	-	5	2	6,10-4,70	63,00- 3,00	1,80-0,50
Cristalino	-	3	3	7,50-6,20	754,00- 6,00	11,20-1,06

A salinidade é, de modo geral, baixa, observando-se apenas um poço no cristalino cujo resíduo seco atingiu 754,0 miligramas por litro; o resíduo seco médio encontrado para esta classe de água é de 72,4 miligramas por litro.

São águas ligeiramente ácidas (pH médio = 6,14) e "muito mole" por apresentarem uma dureza de 1,38 graus franceses na escala de Olszewski.

#### 4.3.2 - Águas Carbonatadas

Estão incluídas neste grupo as águas em que os ions ( $r\text{CO}_3^{--} + r\text{HCO}_3^-$ ) estão presentes percentualmente acima de 60 por cento do total.

Encontram-se bem distribuídas sob o ponto de vista de tipo manancial e de formação geológica (Quadro 4.3.2.1).

As águas carbonatadas desta Folha embora apresentem a média mais alta de sais encontrada, ainda podem ser consideradas como de baixa salinização dentro dos padrões normais, alcançando 258,0 miligramas por litros. O pH médio mostra ligeira acidez (7,49) enquanto a dureza vai de "mole" a "muito dura" (dureza média: 32°F).

#### 4.3.3 - Águas Clorretadas-Carbonatadas

As águas pertencentes a este grupo são aquelas cujos anions  $r\text{Cl}^-$  e  $r(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-)$  são predominantes,

variando entre os limites percentuais de 60 e 20 por cento.

QUADRO 4.3.2.1  
ÁGUAS CARBONATADAS

FORMAÇÃO	MANANCIAL			VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS		
	POÇO TUBULAR	FONTE	CA-CIMBA	pH	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA °F
Coberturas Detritico-Arenosas	-	-	2	7,50-7,30	761,00-272,00	39,10-7,96
Urucuia	-	2	-	8,10-6,60	215,00-42,00	10,53-0,70
Areado	2	-	-	7,90-7,80	340,00-268,00	30,00-17,80
Sambaíba	-	1	-	7,80	278,00	19,50
Pimenteiras	-	-	1	7,30	103,00	10,80
S.Grande	-	1	-	7,70	177,00	16,90
Cristalino	1	5	4	8,00-7,00	542,00-75,00	397,00-3,50

QUADRO 4.3.3.1  
ÁGUAS CLORETADAS-CARBONATADAS

FORMAÇÃO	MANANCIAL			VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS		
	POÇO TUBULAR	FONTE	CA-CIMBA	pH	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA °F
Urucuia	-	4	1	7,50-5,50	204,00-6,00	10,00-0,70
Areado	-	1	-	6,30	43,00	1,24
Poti/Piaui	-	2	-	6,20-6,20	11,00-9,00	0,70-0,50
Pimenteiras	1	-	1	7,60-6,50	510,00-48,00	23,70-3,40
Cristalino	1	1	3	7,90-6,00	552,00-28,00	29,90-0,50

As águas cloretadas-carbonatadas apresentam salinidade relativamente baixa (Quadro 4.3.3.1), com um resíduo seco médio de 250 miligramas por litro; são ligeiramente alcalinas, com um pH médio de 6,74 e de dureza média 6,57 graus franceses, ou seja, "muito mole".

#### 4.3.4 - Águas Sulfatadas Cloretadas

Estão neste grupo as águas cujos componentes iônicos  $rCl^-$  e  $rSO_4^-$  se situam entre 20 e 60 por cento total de anions.

Das águas amostradas, as provenientes da Formação Urucuia predominam nesta categoria.

São águas "muito mole" com dureza de 0,76 graus franceses. A salinidade é baixa, sendo a média de resíduo seco 47,5 miligramas por litro (Quadro 4.3.4.1).

As águas são ácidas com pH médio de 5,5.

QUADRO 4.3.4.1  
ÁGUAS SULFATADA-CLORETADAS

FORMAÇÃO	MANANCIAL			VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS		
	POÇO TUBULAR	FONTE	CAÇIMBA	pH	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA °F
Urucuia	-	4	-	6,00-5,50	43,00-7,00	1,00-0,50
Pimenteiras	-	1	-	4,10	111,0	0,70
Cristalino	-	1	-	6,30	59,0	0,50



#### 4.3.5 - Águas Mistas

Águas caracterizadas por possuírem uma composição iônica mesclada, heterogênea, sem predominância específica de qualquer dos ions mais comuns.

Salinidade muito baixa, apresentando resíduo seco médio de 77,2 miligramas por litro; o pH médio é de 6,38 ou seja, ligeiramente ácido e a dureza é de 5,42 graus franceses indicando águas "muito mole" (Quadro 4.3.5.1).

QUADRO 4.3.5.1

#### ÁGUAS MISTAS

FORMAÇÃO	MANANCIAL			VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS		
	POÇO TUBULAR	FONTE	CA-CIMBA	PH	RESÍDUO SECO (mg/l)	DUREZA °F
Urucuia	-	2	-	6,40-5,70	84,00-21,00	1,00-0,90
Poti/Piaui	-	1	-	5,90	4,00	0,50
Pimenteiras	-	1	-	6,20	19,00	0,90
Cristalino	-	-	1	7,70	197,00	23,80

#### 4.4. - QUALIDADES DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO

A determinação da qualidade das águas subterâneas que ocorrem na Folha Rio São Francisco-SO, visando o uso em irrigação, foi efetuada através da classificação ame-

ricana adotada pelo "United States Salinity Laboratory".

A classificação mencionada consta da plotação em um gráfico semi-logaritmico (Ver Fig.4.4.1/2) dos valores da condutividade elétrica em micro-mho/cm a 25°C, nas abcissas, e da RAS (razão de adsorção de sódio) em ordenadas, sendo esta última, calculada pela conhecida fórmula:

$$RAS = \frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa + rMg}{2}}}$$

quando se conhece os teores de sódio, cálcio e magnésio na unidade de miliequivalente por litro (meq/l).

O Quadro 4.4.3 representa a distribuição de frequência dos diversos tipos de água para irrigação das 78 amostras selecionadas para análises químicas.

QUADRO 4.4.3  
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS TIPOS  
DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

TIPOS DE ÁGUA PARA IRRIGA -	Nº DE AMOSTRAS	FREQUÊNCIAS	
		RELATIVAS (%)	ACUMULADAS (%)
C <sub>0</sub> - S <sub>1</sub>	53	67,9	67,9
C <sub>1</sub> - S <sub>1</sub>	6	7,7	75,6
C <sub>2</sub> - S <sub>1</sub>	17	21,8	97,4
C <sub>3</sub> - S <sub>1</sub>	2	2,6	100,0
TOTAIS	78	100,0	100,0



CPRM

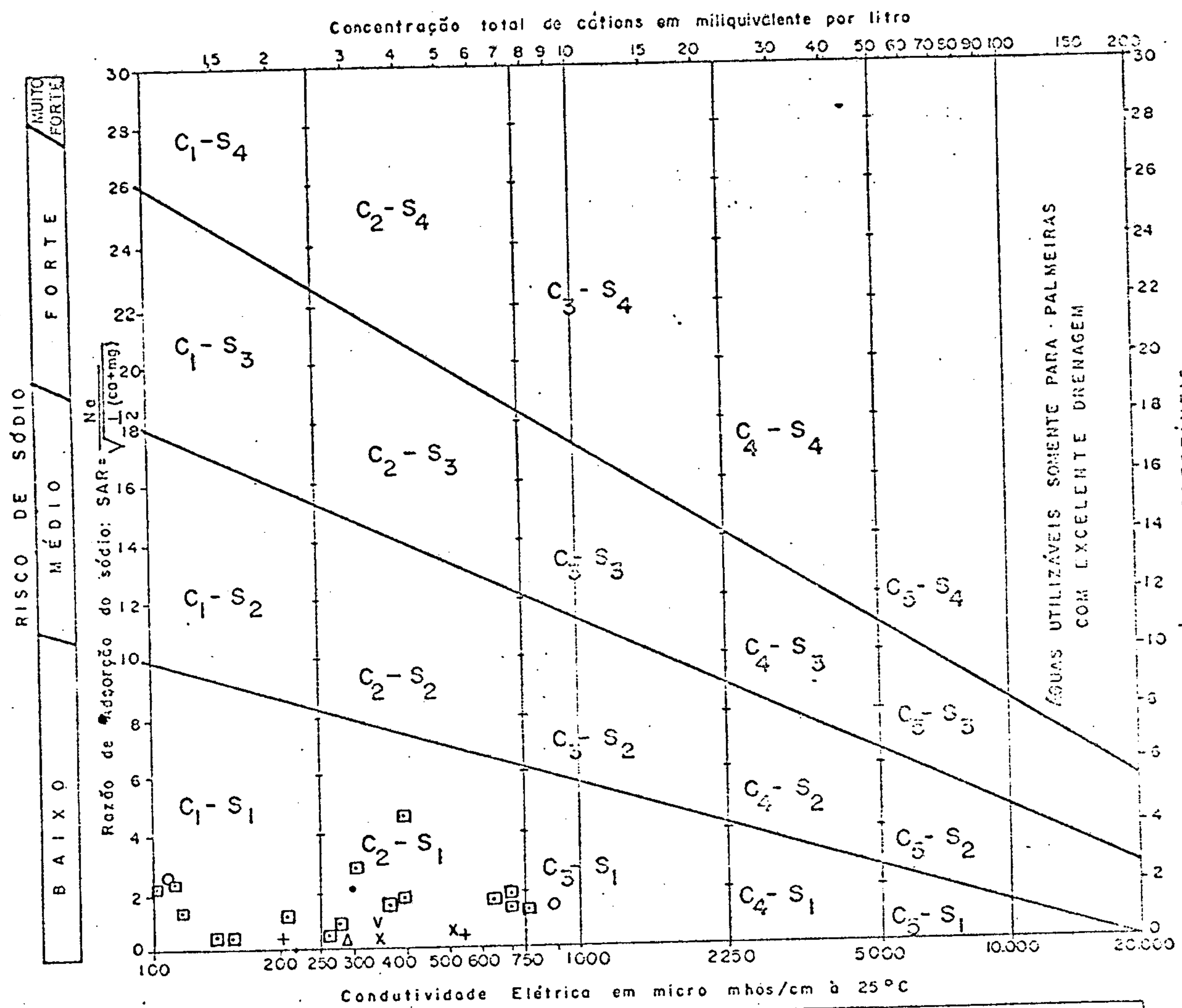
Quadro: 4.4.1

## CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO (1)

- FOLHA 22 -

FORMAÇÃO	AMOSTRA	CE	SAR	CLASSE	FORMAÇÃO	AMOSTRA	CE	SAR	CLASSE
Cab. Arenosa	068.22	110.16	2.78	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>	Cabeças	191.22	15.87	0.78	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	313.22	923.40	1.43	C <sub>3</sub> -S <sub>1</sub>	II	196.22	17.65	1.00	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
Urucuaia	002.22	28.35	2.25	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	Pimenteiras	144.22	8.26	1.81	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	004.22	5.58	0.66	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	147.22	29.97	0.64	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	007.22	2.83	0.64	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	148.22	85.86	0.60	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	008.22	102.06	0.48	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>	II	184.22	2.47	0.76	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	023.22	10.58	0.82	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	185.22	25.51	0.49	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	025.22	11.66	0.70	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	187.22	200.88	0.41	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	028.22	6.23	0.75	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	213.22	4.29	0.49	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	031.22	7.77	0.53	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	219.22	10.85	0.43	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	032.22	12.96	0.95	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	236.22	4.13	0.49	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	033.22	7.69	2.27	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	237.22	3078	1.43	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	034.22	3.04	0.41	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	238.22	7533	1.23	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	067.22	8.02	0.60	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	269.22	542.70	0.27	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	069.22	13.60	1.22	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S. Grande	339.22	291.60	0.33	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	071.22	5.58	0.57	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	Cristalino	041.22	319.95	2.74	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	076.22	6.88	0.49	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	052.22	704.70	2.00	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	083.22	35.23	1.44	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	057.22	14.90	1.62	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	080.22	307.80	2.24	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	II	063.22	400.95	4.76	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	090.22	3.24	0.83	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	101.22	176.58	0.29	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>
II	098.22	2.92	1.04	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	103.22	110.16	2.03	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>
II	099.22	3.72	1.16	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	104.22	125.55	2.65	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>
II	122.22	3.48	1.16	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	117.22	90.72	1.47	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	123.22	2.86	0.98	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	119.22	251.10	0.44	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	208.22	6.88	2.31	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	130.22	163.62	0.85	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	258.22	12.79	1.03	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	133.22	4.45	1.04	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	261.22	10.69	0.87	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	329.22	753.30	1.13	C <sub>3</sub> -S <sub>1</sub>
II	316.22	3.56	0.55	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	135.22	119.88	1.02	C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>
Urucuaia	245.22	28.35	1.23	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	137.22	729.00	1.76	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
Areado	249.22	13.60	0.78	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	142.22	384.75	1.50	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	255.22	36.61	1.22	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	158.22	8.74	1.13	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	263.22	526.50	0.70	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	II	161.22	53.46	0.76	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	306.22	35.35	0.87	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	II	178.22	413.10	1.64	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	337.22	16.84	1.33	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	204.22	46.98	2.11	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
Sambaíba	279.22	364.50	0.97	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	II	210.22	291.60	0.74	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
Poti/Pioui	186.22	7.29	0.64	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	211.22	14.74	0.93	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>
II	212.22	7.85	0.93	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	324.22	205.74	0.93	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
II	226.22	1717	1.16	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	334.22	631.80	1.93	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>
Cabeças	107.22	2.17	1.04	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	II	097.22	9.72	1.16	C <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>

## CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO (II)



NULO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO	EXCEPCIONALMENTE ALTO
RISCO DE SALINIDADE					

64	160	480	1440	3400	12.800
Total aproximativo de sais dissolvidos em mg/l					

- Cobertura Arenosa
- Urucua
- x Areado
- v Sambaiba
- + Pimenteira
- △ Serra Grande
- Cristalino

Fig. 4.4.2



Conforme observado no quadro acima, existe uma predominância acentuada de águas tipo  $C_0 - S_1$  (salinidade fraquíssima e fracamente sódica) com um índice de quase 68 por cento das amostras, podendo esta água ser utilizada para todos os tipos de solo, com risco quase nulo de salinização. O tipo de água que ocorre em segundo lugar é o  $C_2 - S_1$  com percentual de 21,8 ou seja, um quinto das águas analisadas; são águas de salinidade média, fracamente sódica, apresentando risco de salinidade médio para irrigação.

#### 4.5 - QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO

A determinação da qualidade das águas é geralmente efetuada, levando-se em consideração as suas características físicas, químicas e bacteriológicas; esta última não foi realizada para este trabalho, ficando a adequação da potabilidade na dependência apenas das demais características.

Para definição da potabilidade, utilizou-se o diagrama de Schoeller-Berkaloff, onde são plotados os teores em miligrama por litro dos principais constituintes iônicos ( $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^-$  e  $HCO_3^-$ ) e mais o pH, e a dureza (em graus franceses); estes teores são colocados em escalas para cada um dos constituintes, obtendo-se então a reta representativa da composição química de cada amostra analisada (Figuras 4,5.1/18).

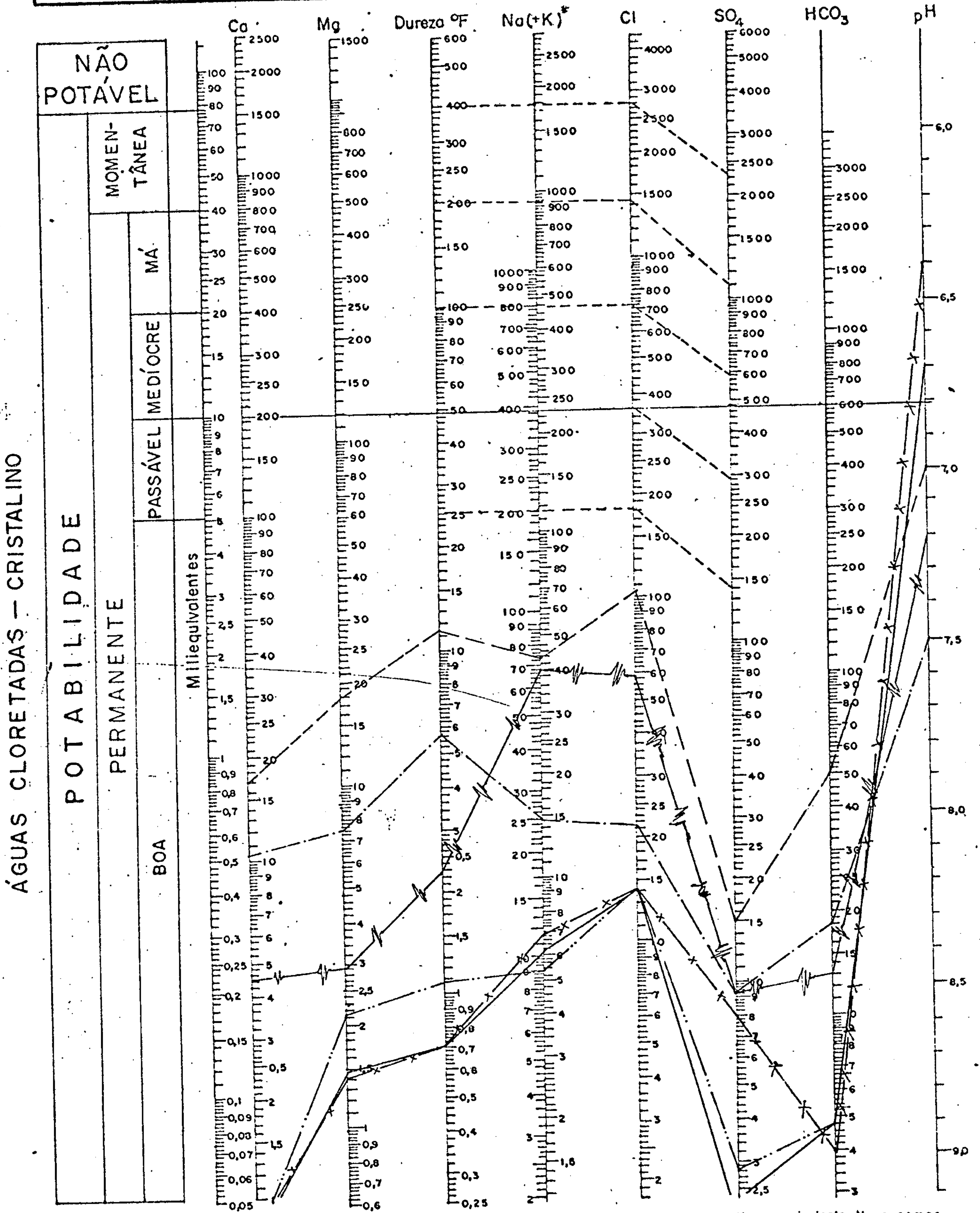
--- Fazendo uma análise para cada classe de água que ocorre na área foi observado o seguinte comportamento :

- As águas cloretadas apresentam boa potabilidade, havendo

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
6,00	158.22 ———	331,00	178.22 ———	201,00	324.22 ———
79,00	057.22 —x—x—	65,00	211.22 ———	754,00	063.22 —  —  —

Fig. 4.5.1

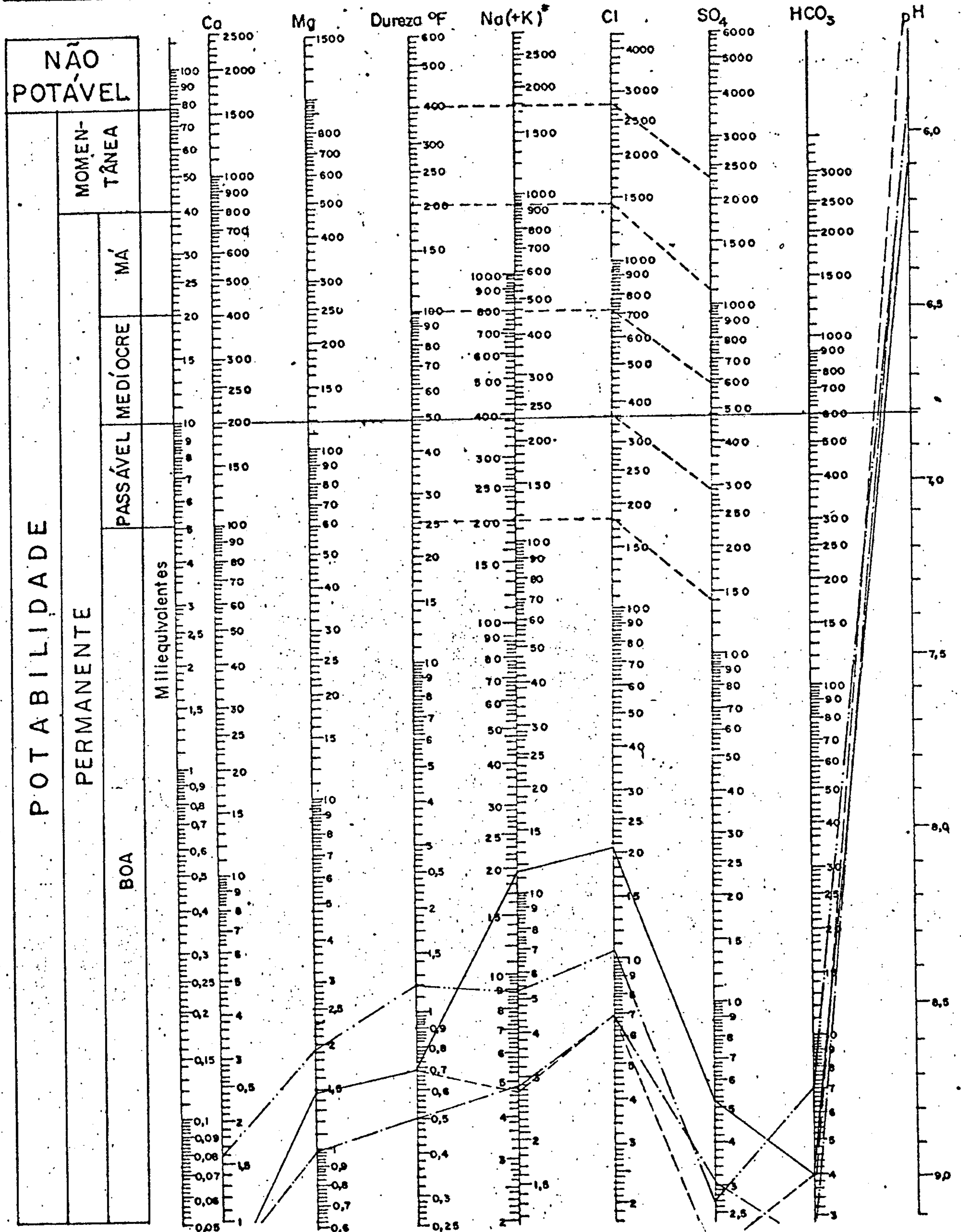


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRAS



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
23,00	144.22	33,00	185.22		
35,00	184.22	19,00	213.22		

Fig. 4.5

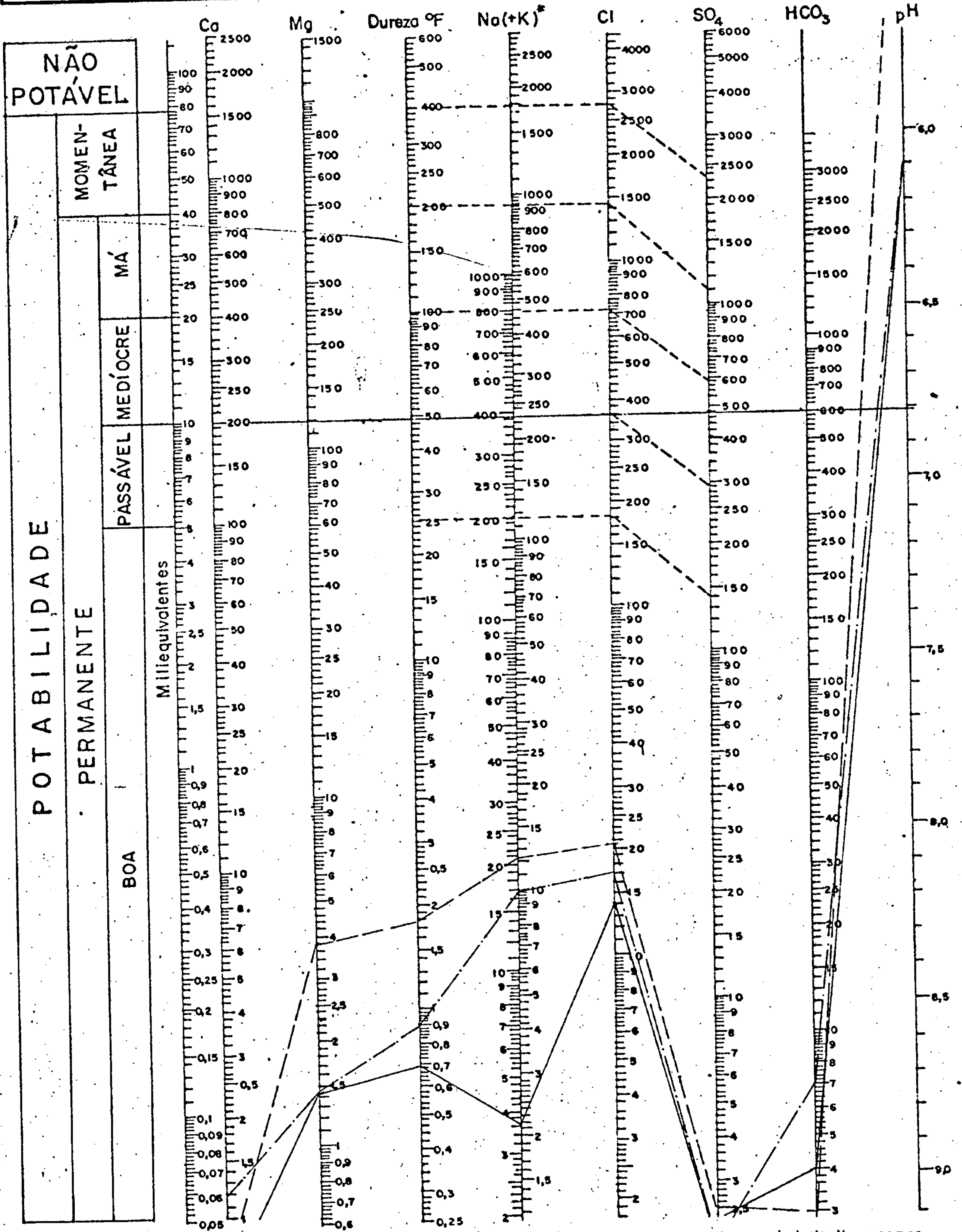


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRAS



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
3,00	236.22	63,00	238.22		
35,00	237.22				

Fig. 4.5.3

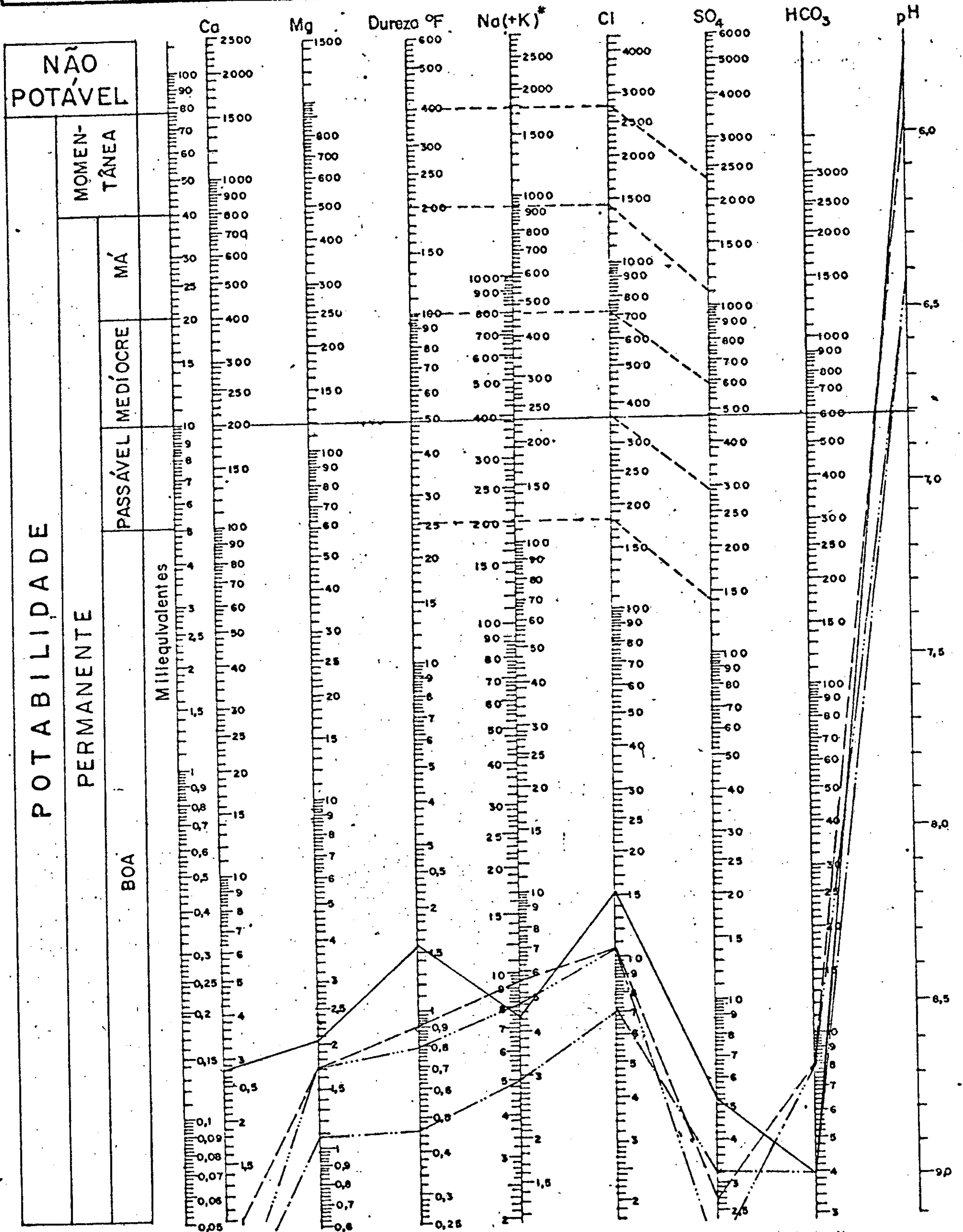


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS DAS FORMAÇÕES AREADO, POTÍ/PIAUI, CABEÇAS.



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
31,00	249.22	21,00	107,22	32,00	196.22
		30,00	191.22		

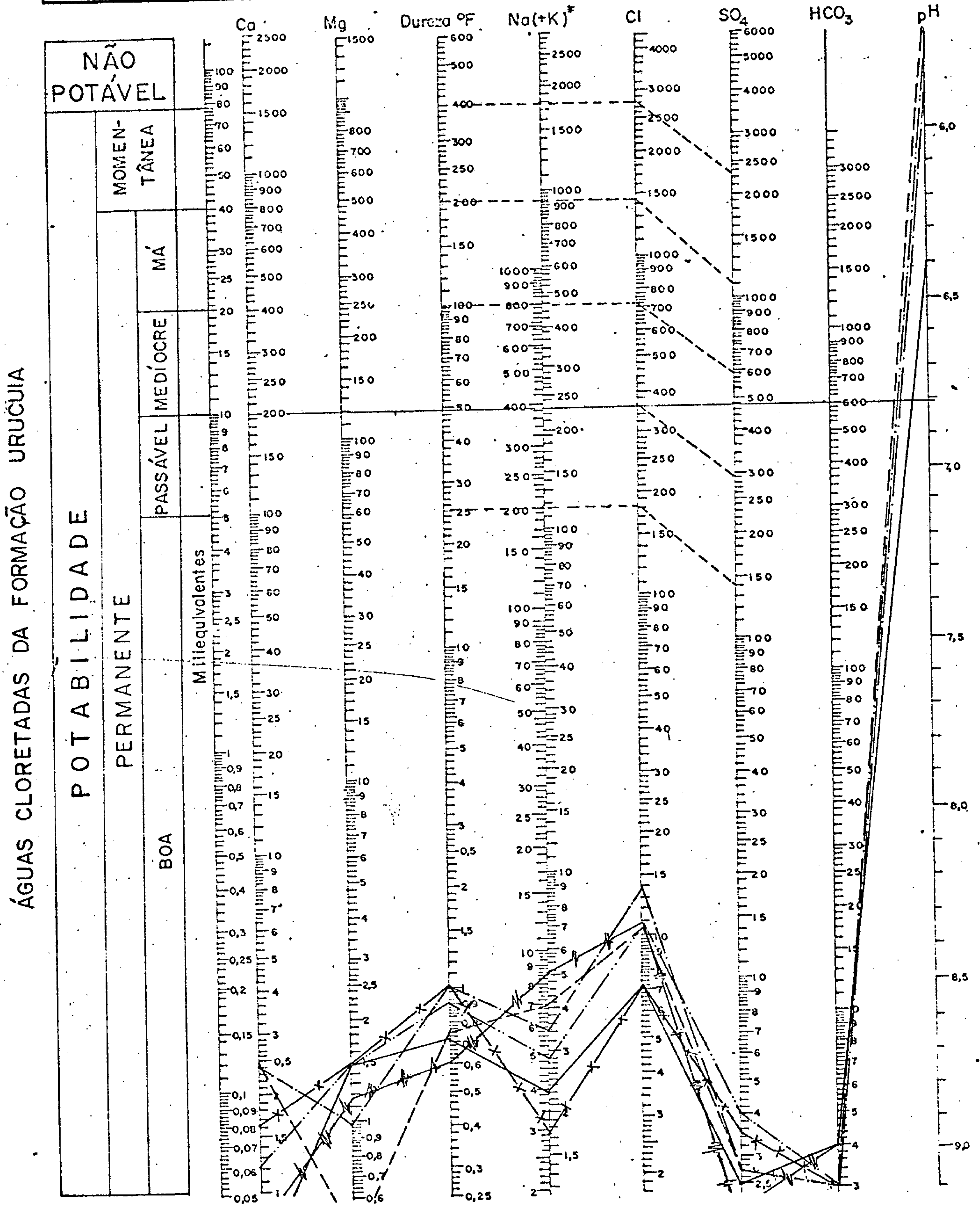
Fig. 4.5.4



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS



ÁGUAS CLORETADAS DA FORMAÇÃO URUCUÍA

POTABILIDADE

PERMANENTE

BOA

PASSÁVEL

MEDÍOCRE

MÁ

MOMENTÂNEA

NÃO POTÁVEL

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
68,00	007.22 ———	17,00	028.22 ———	16,00	034.22 —x—x—
18,00	023.22 ———	94,00	032.22 - - - - -	76,00	069.22 — — —

Fig. 4.5.5

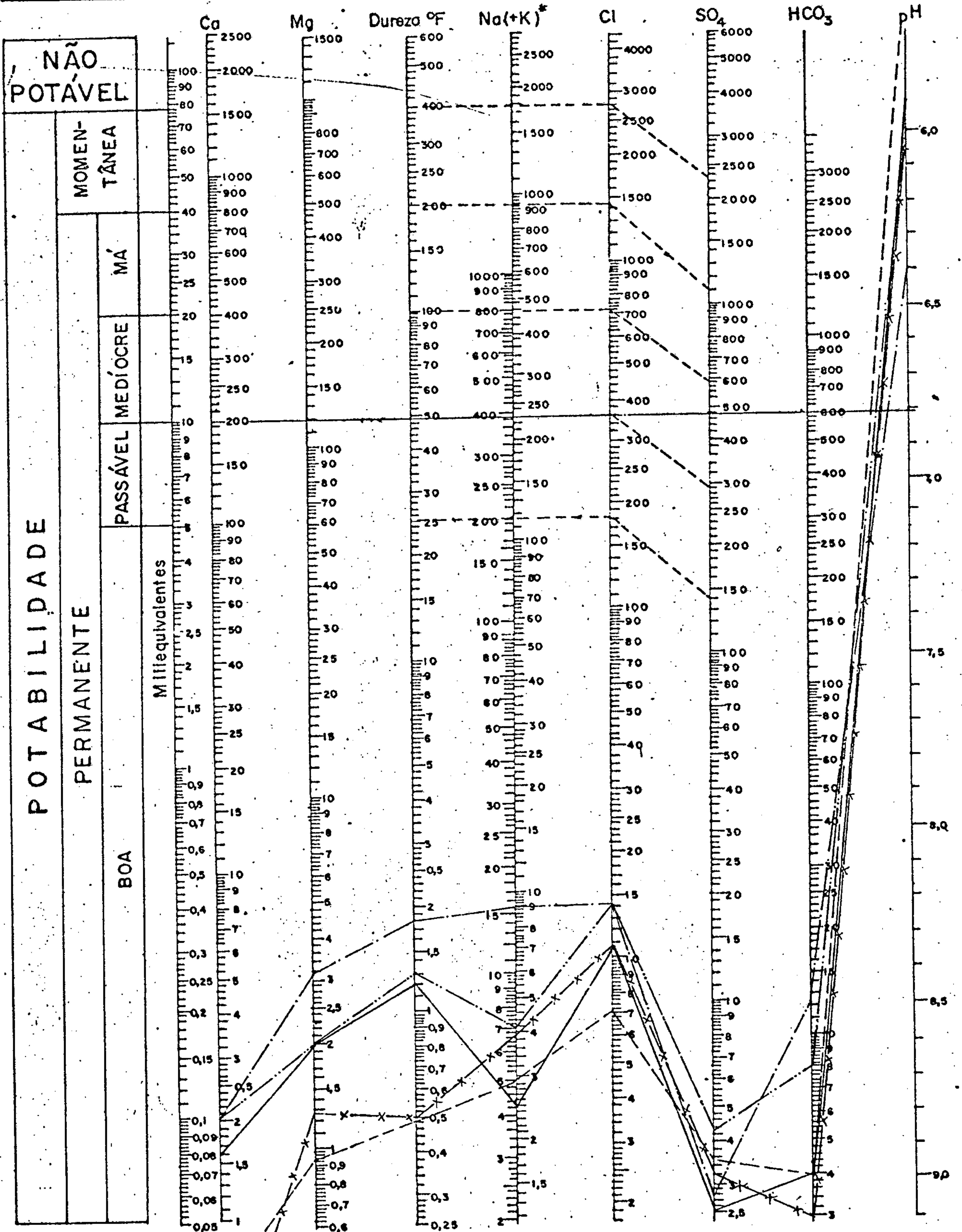


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS DA FORMAÇÃO URUCUIA



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
38,00	076.22	45,00	090.22	14,00	122.22-x-x
51,00	083.22	14,00	098.22		

Fig. 4.5.6

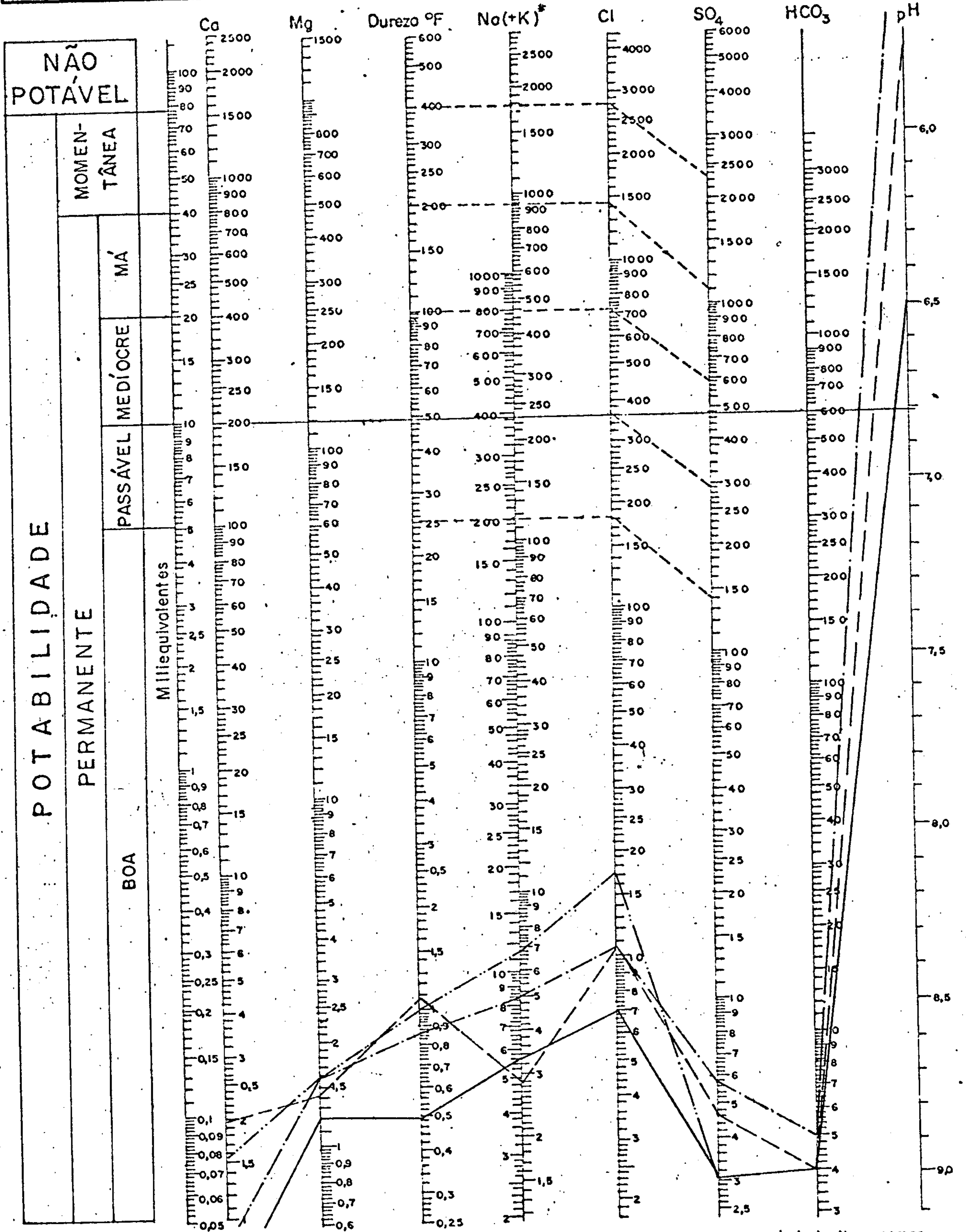


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA-22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

AGUAS CLORETADAS DA FORMAÇÃO URUCUIA



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
33,00	123.22	22,00	337.22		
52,00	258.22	12,00	004.22		

Fig. 4.5.7

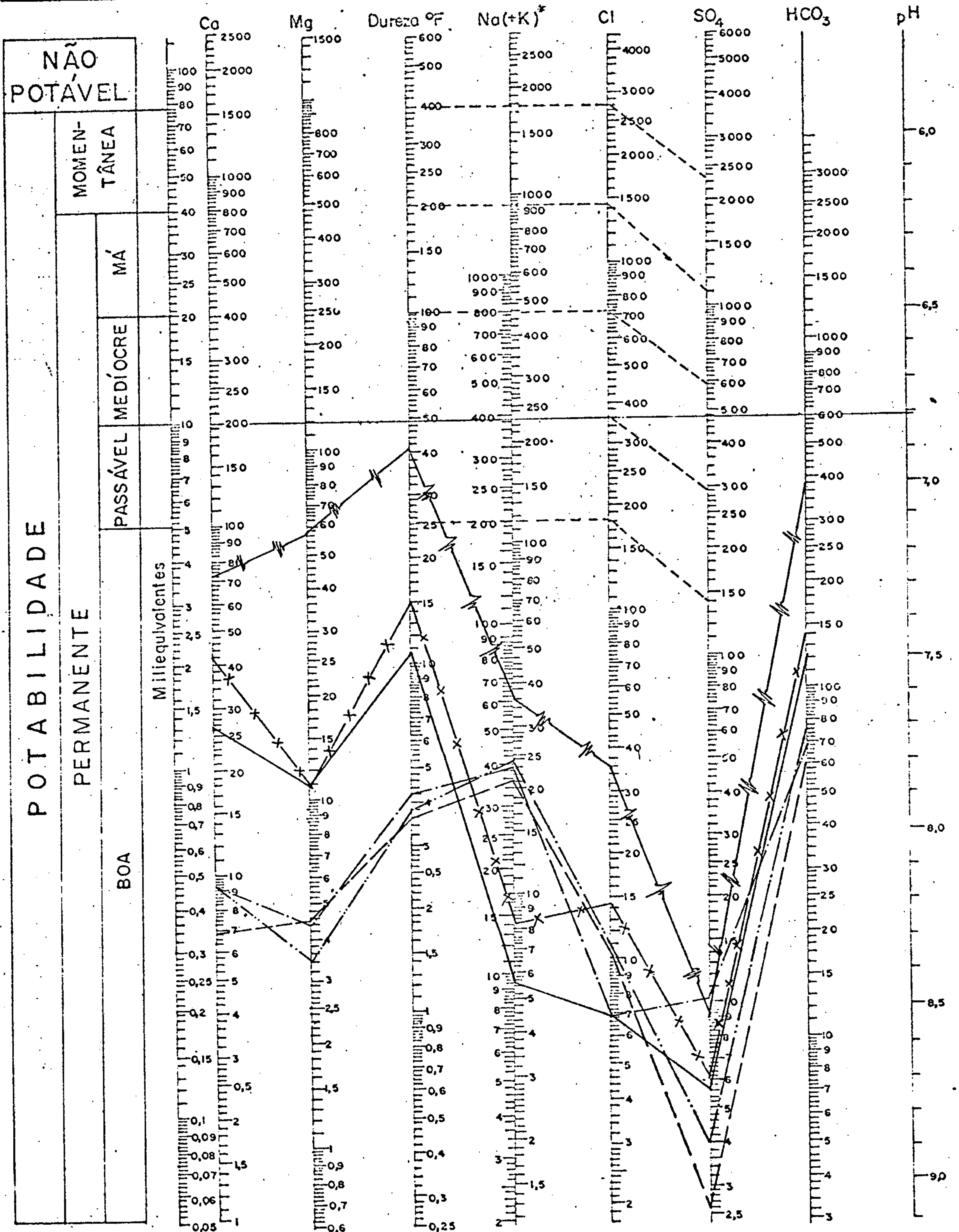


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CARBONATADAS DO CRISTALINO



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
147,00	101.22 ———	190,00	104.22 ———	179,00	119.22 —x—x—
305,00	103.22 ———	75,00	117.22 ———	542,00	329.22 —x—x—

Fig. 4.5.8

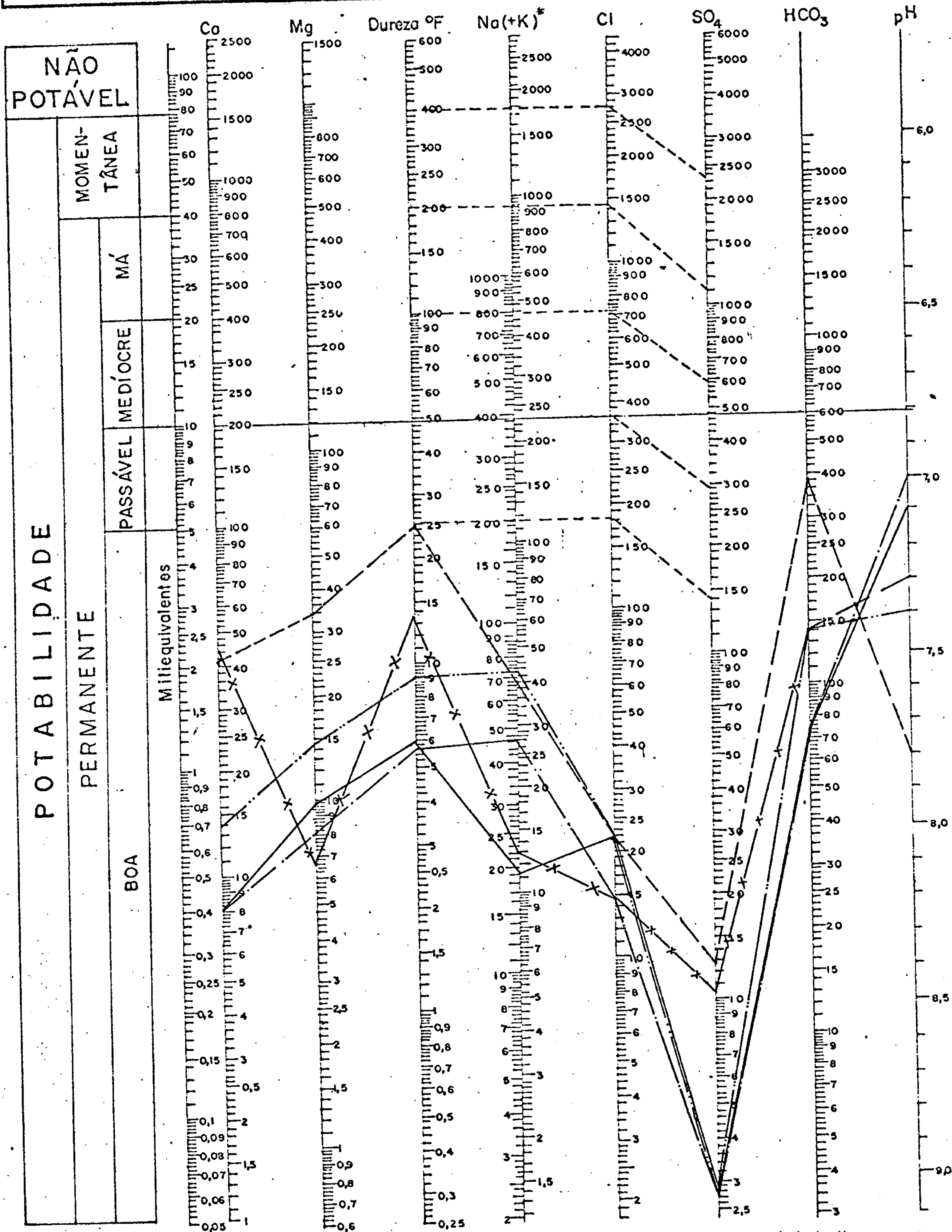


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CARBONATADAS DO CRISTALINO



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
86,00	135.22	296,00	041.22	189,00	210.22 -x-x-
206,00	130.22	482,00	334.22		

Fig. 4.5.9

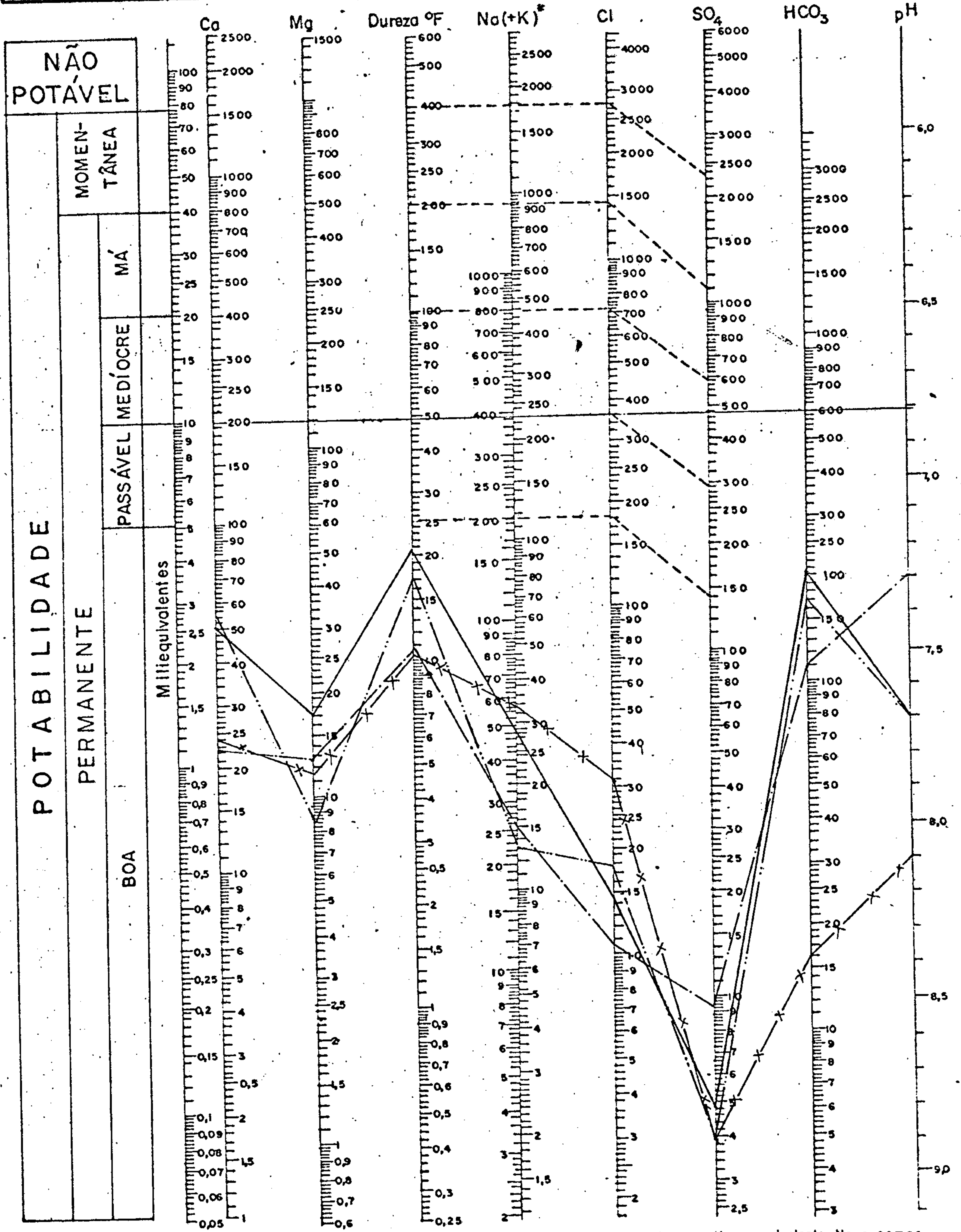


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CARBONATADAS DAS FORMAÇÕES SAMBAÍBA, PIMENTEIRAS, SA. GRANDE E URUCUIA



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
286,00	279.22 ———	177,00	339.22 ———		
103,00	187.22 - - - -	215,00	080.22 -x-x-		

Fig. 4.5.10

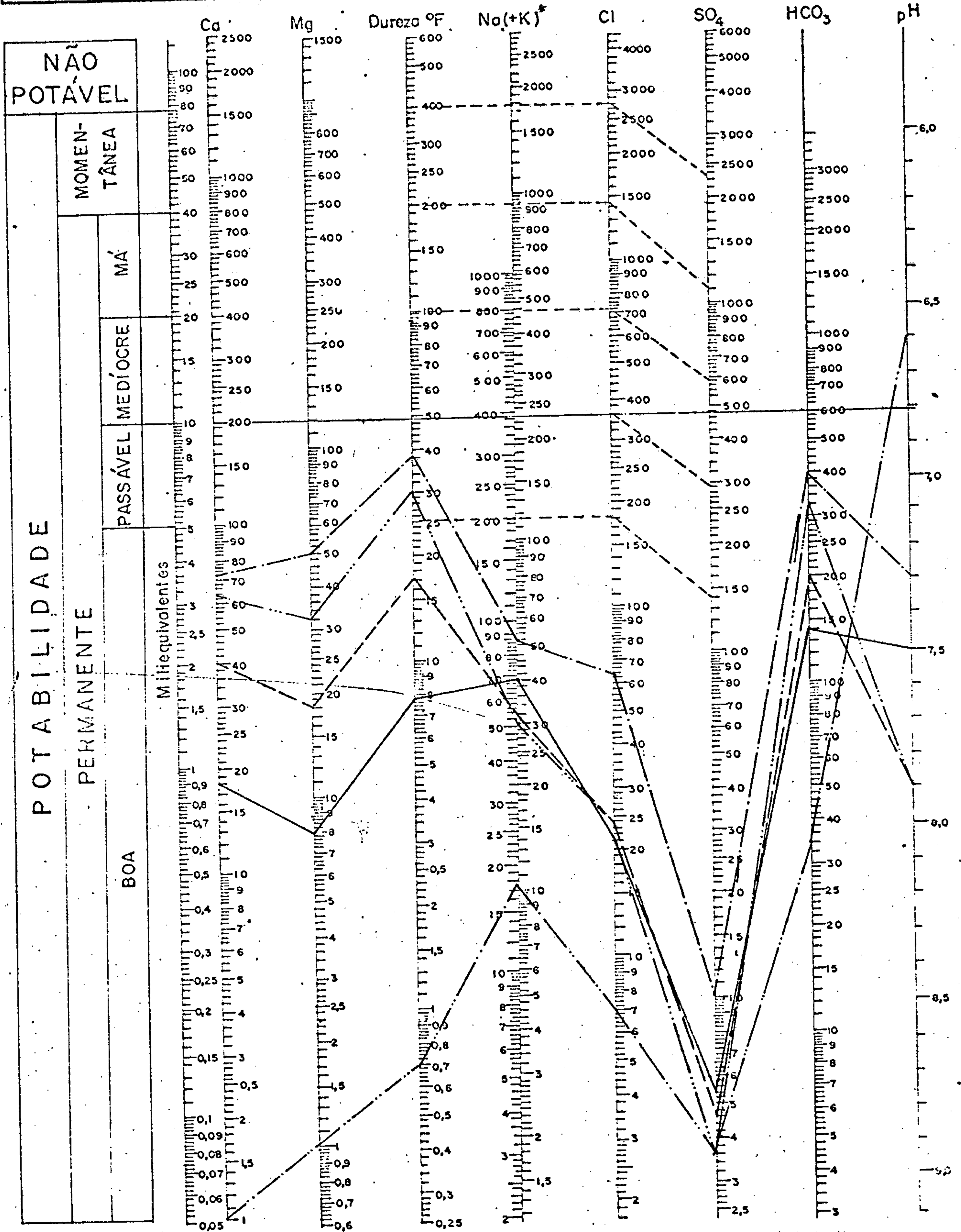


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CARBONATADAS DAS COBERTURAS DETRÍTICAS ARENOSAS E DAS FORMAÇÕES URUCUIA E AREADO



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
272,00	68.22	42,00	208.22	268,00	306.22
761,00	313.22	340,00	263.22		

Fig. 4.5.11

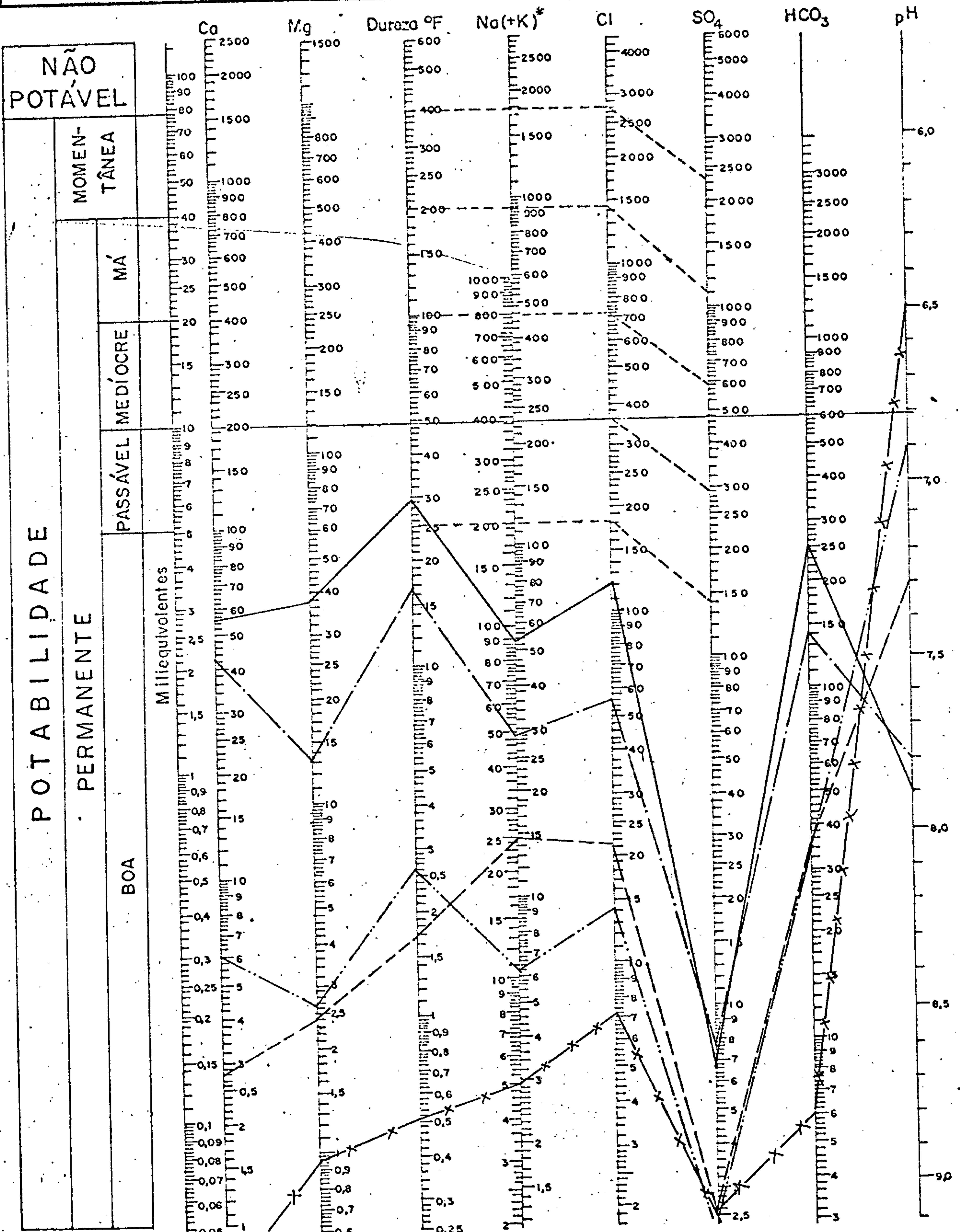


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEGRES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADA CARBONATADAS DO CRISTALINO



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
552,00	137.22	35,00	161.22	28,00	133.22 -x-x-
208,00	142.22	80,00	204.22		

Fig. 4.5.12

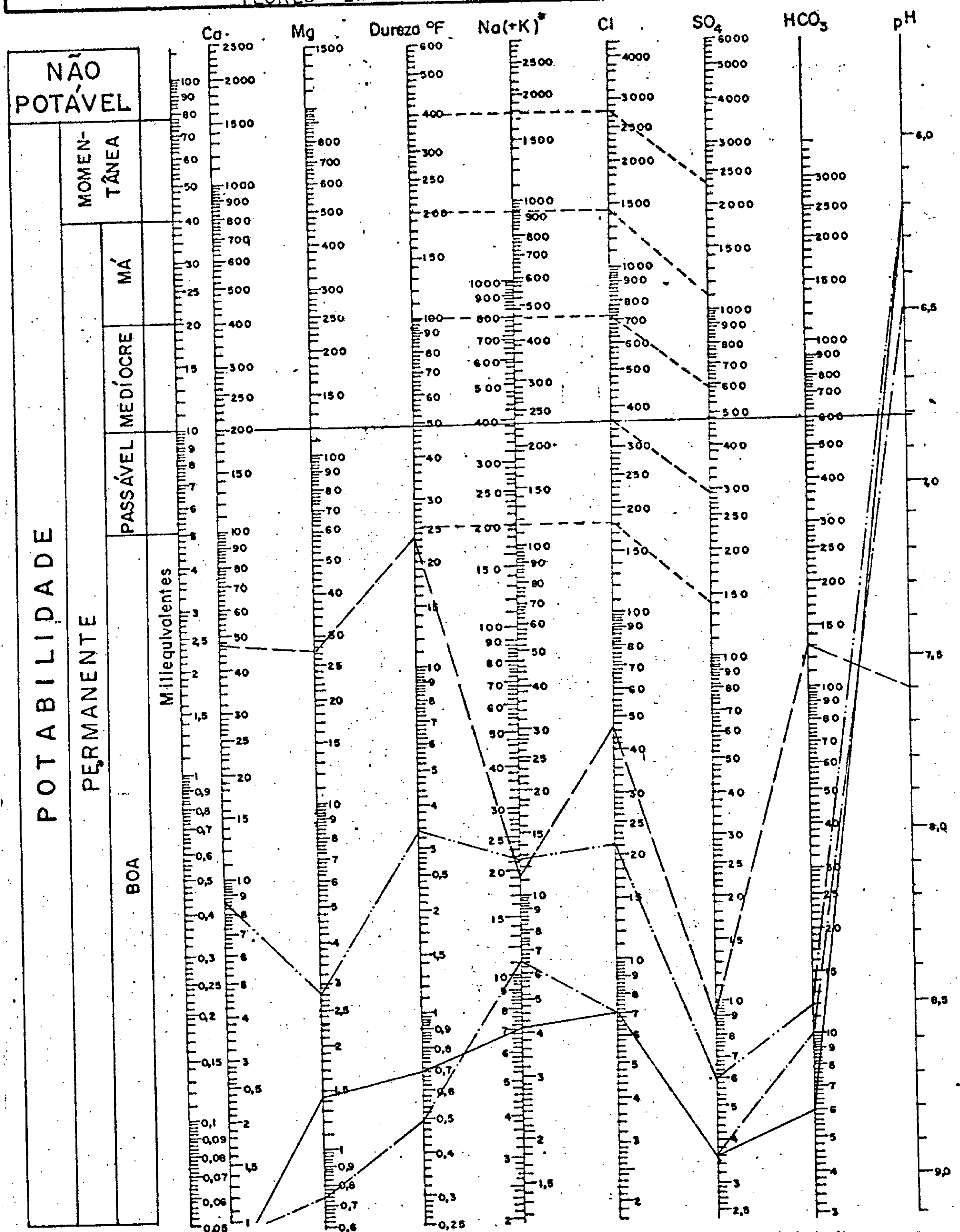


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS CARBONATADAS DAS FORMAÇÕES POTI/PIAUI, PIMENTEIRAS.



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
9,00	186.22	48,00	148.22		
11,00	226.22	510,00	269.22		

Fig. 4.5.13

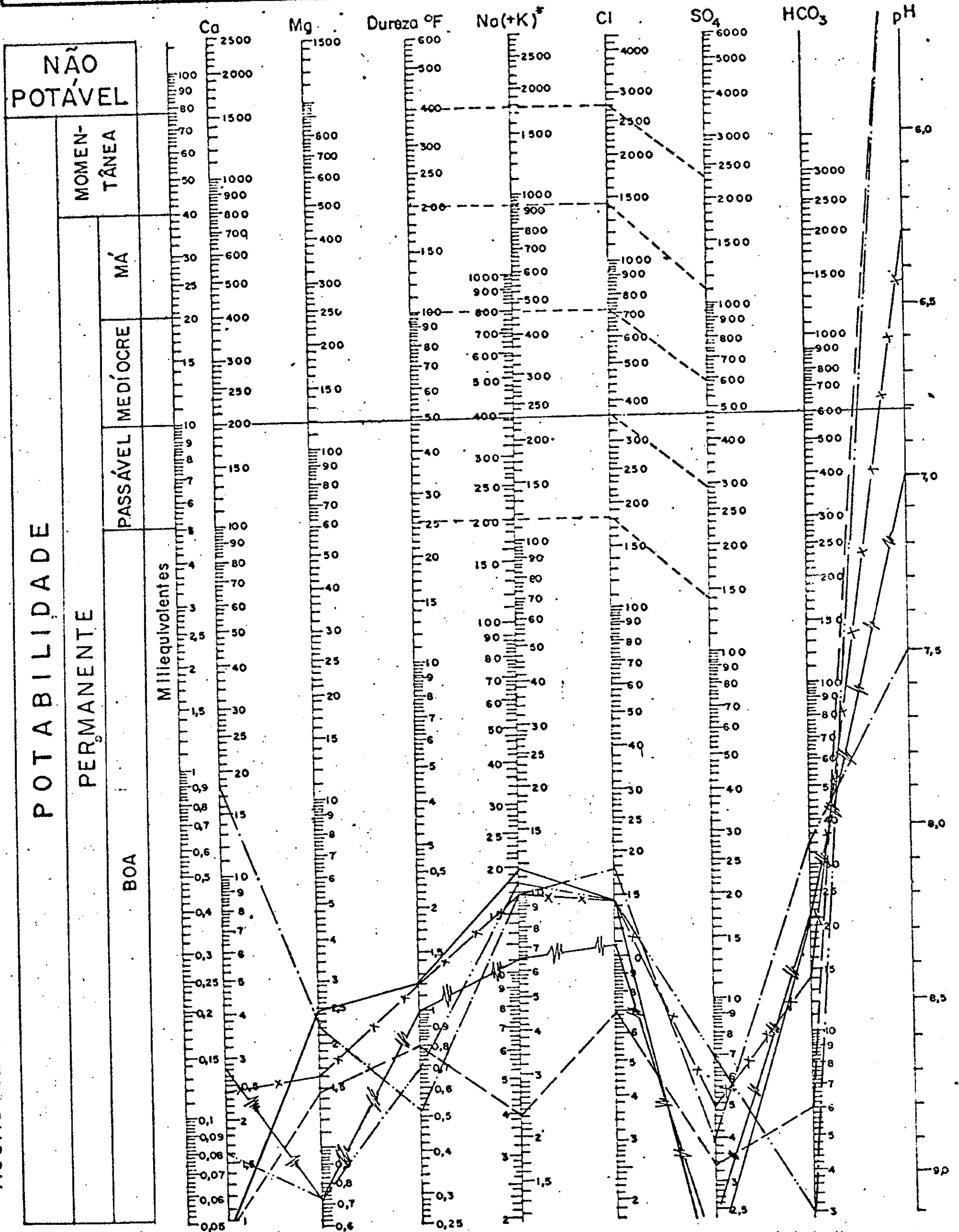


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS CLORETADAS CARBONATADAS DAS FORMAÇÕES URUCUIA E AREADO.



Na(+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
61,00	002.22 ———	2.043,00	033.22 - - - - -	43,00	255.22 -x-x-
106,00	008.22 - - - - -	6,00	067.22 - - - - -	9,00	245.22 -  -  -

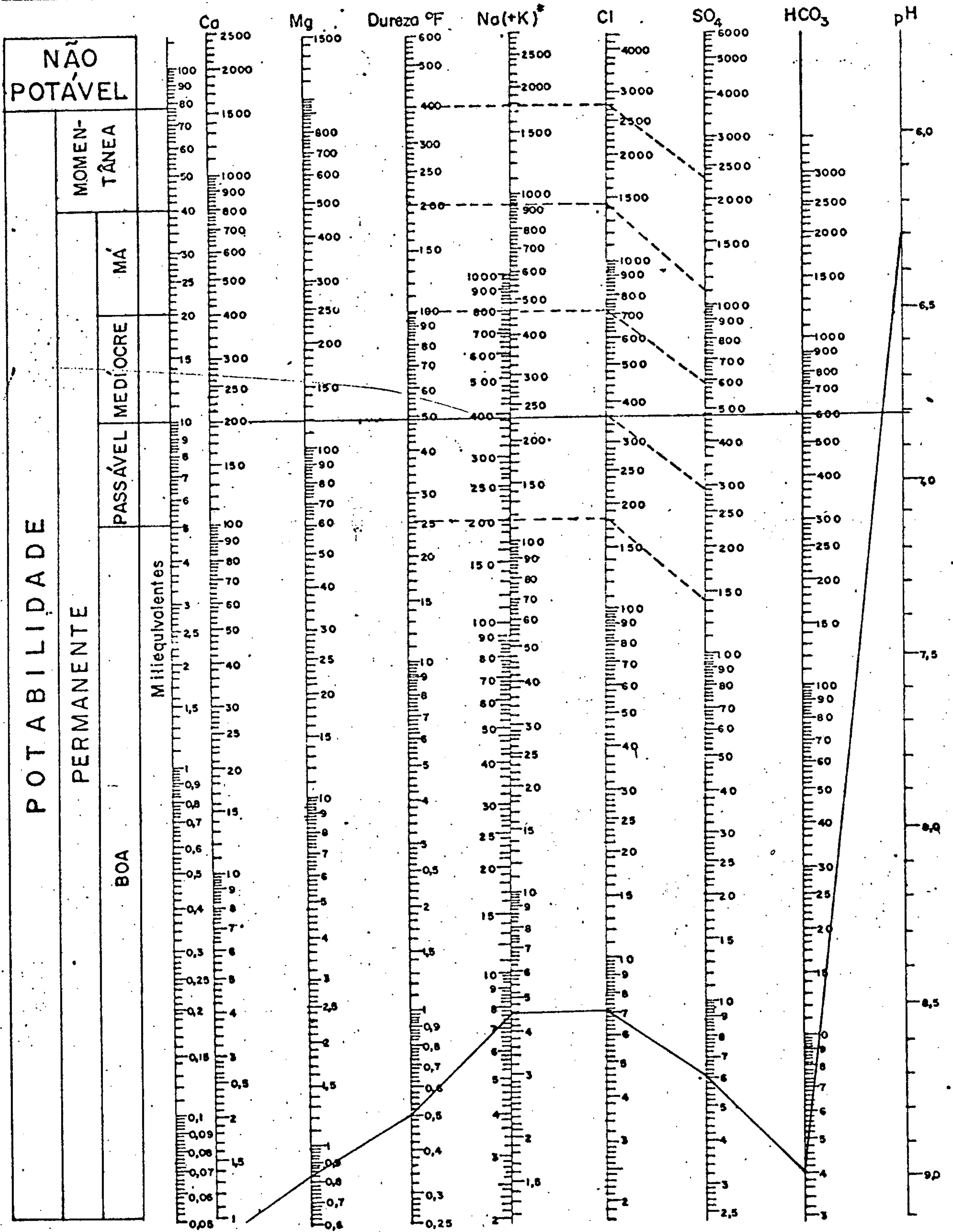
Fig. 4.5.14

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUA SULFADA CLORETADA CRISTALINO



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra
59,00	097.22

RS mg/l	Nº da Amostra

RS mg/l	Nº da Amostra

Fig. 4.5.15

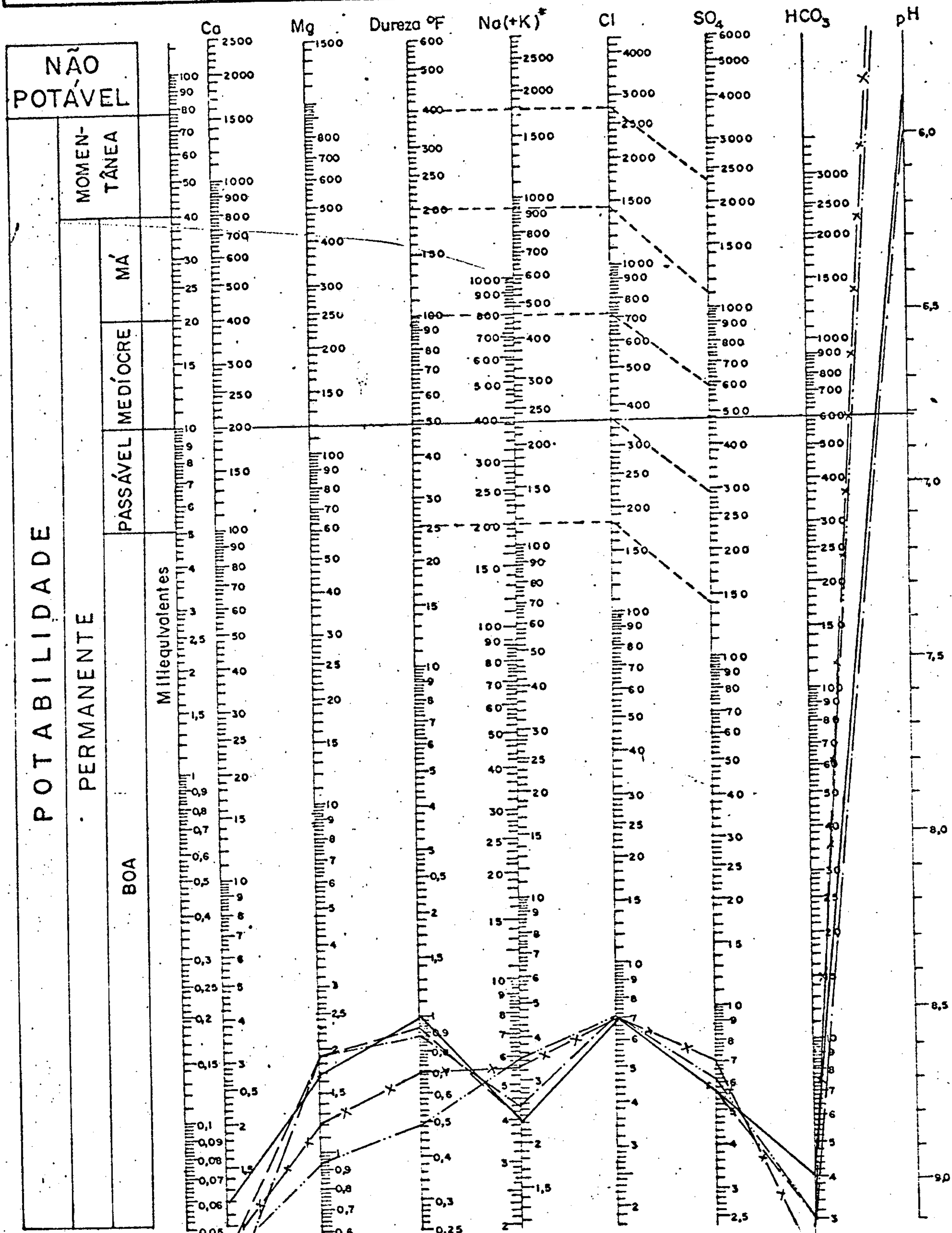


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

ÁGUAS SULFATADAS CLORETADAS DAS FORMAÇÕES URUCUIA E PIMENTEIRAS



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
27,00	031.22	38,00	099.22	111,00	147.22
7,00	071.22	43,00	316.22		

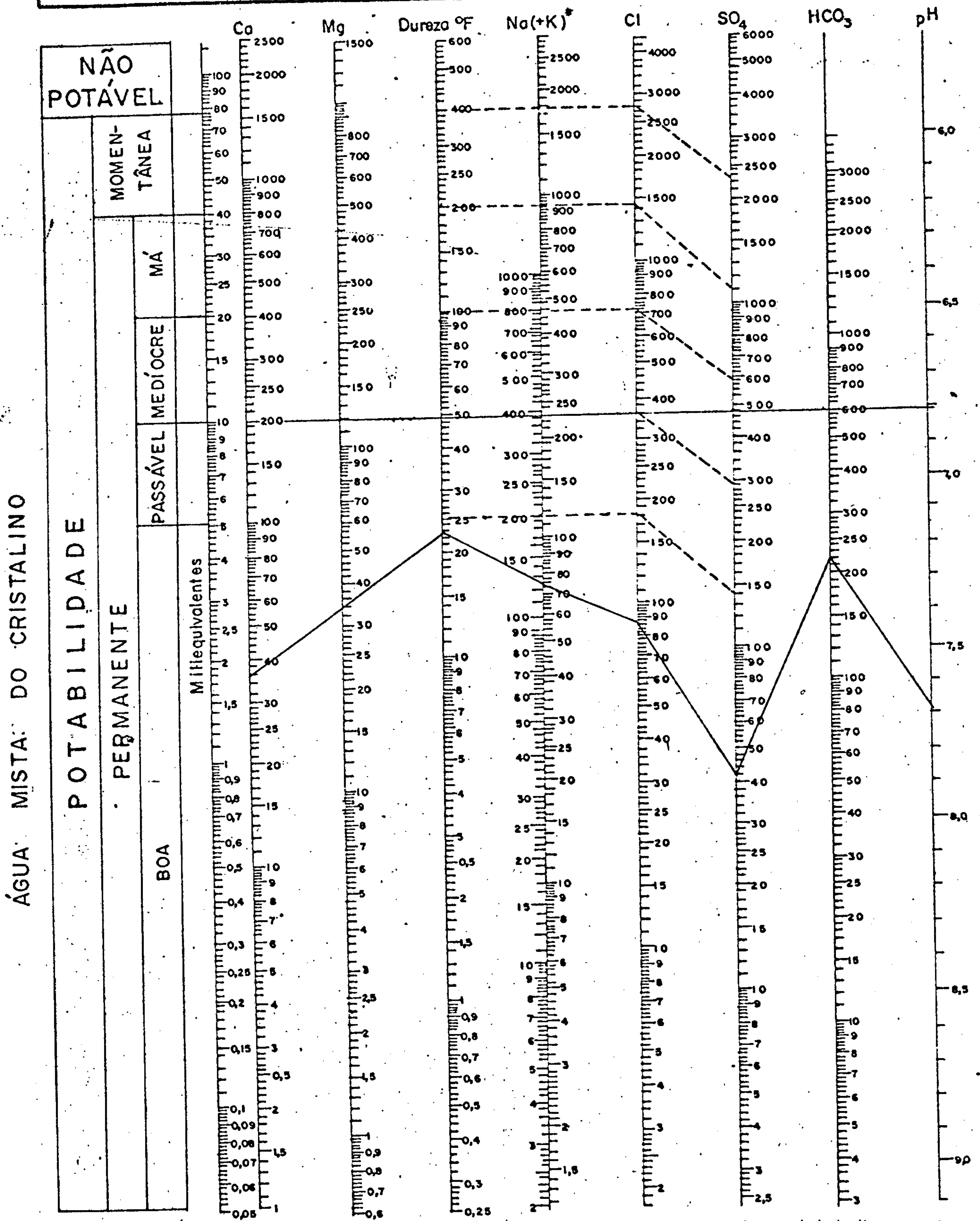
Fig. 4.5.16



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS



Na(+K) Transformar K em equivalentes Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
197,00	052.22				

Fig. 4.5.17

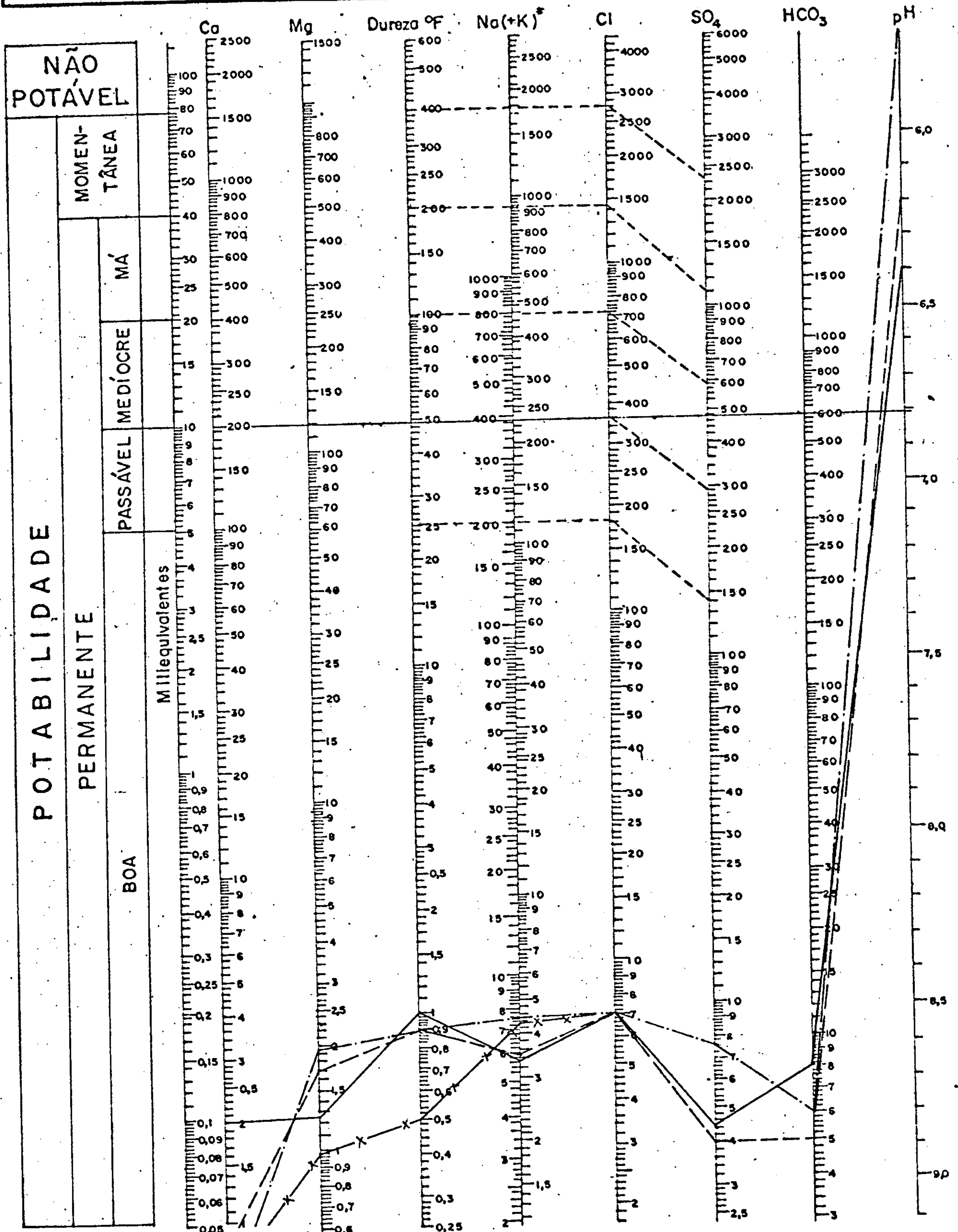


COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 PROJETO ESTUDO GLOBAL DOS RECURSOS  
 MINERAIS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA  
 SUB-PROJETO HIDROGEOLOGIA

FOLHA - 22

DIAGRAMA DE ANÁLISE D'ÁGUA  
 TEORES EM MILIGRAMAS POR LITROS

AGUAS MISTAS DAS FORMAÇÕES URUCUIA E PIMENTEIRAS E POTI / PIAUÍ



Na (+K) Transformar K em equivalente Na e somar.

RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
84,00	025.22	19,00	219.22		
21,00	261.22	4,00	212.22		

Fig. 4. 5. 18



restrições apenas quanto ao pH onde são registrados, valores mais ácidos do que o normal.

- As águas carbonatadas estão dentro dos padrões de potabilidade boa com ligeiras restrições quanto ao resíduo seco que estão maiores do que os das águas cloretadas.
  
- As águas cloretadas carbonatadas estão situadas dentro dos padrões de potabilidade boa a passável.
  
- As águas sulfatadas e as mistas apresentam-se de potabilidade boa a passável.

## 5 - HIDROGEOLOGIA

### 5.1 - GENERALIDADES

Ocorrem dois tipos de litologia que terão de ser tratados separadamente, sob o ponto de vista hidrogeológico. O primeiro, constituído das rochas cristalinas denominadas pelo Projeto Global de "Pré-Silurianas", e o segundo, dos sedimentos componentes da Bacia do Parnaíba; cada situação será tratada separadamente, pois, apresentam resultados distintos quanto à sua relação com a ocorrência das águas subterrâneas.

Estudos hidrogeológicos sobre parte da área (aproximadamente 15%) foram efetuados pela SERETE - Engenharia S/A, para a SUDENE no trabalho "Levantamento Básico dos Recursos Naturais da Bacia do Rio Parnaíba".

Foram catalogadas na Folha 339 pontos de água assim distribuídos:

180 fontes.....	(53%)
133 cacimbas .....	(39%)
26 poços tubulares.....	(7%)

A densidade média dos pontos cadastrados é de um ponto por cada 212 quilômetros quadrados.

O Quadro 5.1.1 representa resumidamente as litologias e condições hidrogeológicas das formações geológicas que ocorrem na área.

QUADRO 5.1.1  
COLUNA HIDROGEOLOGICA - FOLHA 22

PERÍODO	UNIDADE DE ROCHA	ESPESSURA MÉDIA (m)	LITOLOGIA	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS
QUATERNÁRIO	Aluviões, Coberturas	5	Areias, siltes, cascalhos.	Boas condições hidrogeológicas nos locais de ocorrência.
CRETÁCEO	Formação Urucuia	280	Arenitos finos, bem selecionados, grãos sub arredondados, friáveis intercalações de siltitos e argilas.	Condições hidrogeológicas favoráveis nas zonas arenosas. Ocorrências de fontes e vazões apreciáveis.
	Formação Areado	60	Sedimentos finos (argilas, siltitos e folhelhos) apresentando também finas camadas arenosas.	Não apresenta condições hidrogeológicas boas, melhorando, entretanto, nas ocorrências arenosas.
TRIÁSSICO	Formação Sambaíba	50	Arenito de granulação média, grãos subarredondados.	Poucas informações existem sobre as características hidrogeológicas da Formação Sambaíba.
PERMIANO	Formação Pedra de Fogo	60	Arenitos claros e rosados, granulação média; intercalações silticas e argilosas cinza.	Dispõe-se de poucas informações para determinações das características hidrogeológicas locais.
CARBONÍFERO	Poti/Piauí	280	Arenitos róseos, médios, intercalados com siltitos avermelhados.	Apresenta boas características hidrogeológicas.
DEVONIANO	Formação Longá	50	Folhelhos cinza escuro, arroxeados, intercalações de siltito cinza.	A litologia desta formação indica permeabilidade fraca, condições hidrogeológicas deficientes, confina localmente a Formação Cabeças.
	Formação Cabeças	120	Arenitos bem selecionados, granulação média, subarredondados, com delgadas intercalações de siltitos.	Unidade hidrogeológica de bom potencial dentro da área em estudo. Boa granulometria e permeabilidade.
	Formação Pimenteiras	180	Sequência de arenitos, siltitos e folhelhos, com predominância dos pelíticos.	Possibilidades hidrogeológicas fracas devido a sua litologia.
	Formação Serra Grande	50	Arenitos grosseiros, conglomerados basais, intercalações de siltitos e arenitos finos.	Boas características, sua exploração é opcional quando ocorrerem outros aquíferos no local.
	Cristalino		Gnaisses, migmatitos, anfibolitos, metabasitos, calcários, etc.	Sob o ponto de vista hidrogeológico as rochas cristalinas não apresentam boas características sendo de potencial fraco. As vazões da folha apresentam, entretanto, uma boa vazão média (2,40 l/s) para os poços tubulares.



## 5.2 - ÁGUA SUBTERRÂNEA NAS ROCHAS CRISTALINAS

As rochas cristalinas da Folha ocupam cerca de 15.800 quilômetros quadrados, ou seja, 22% da área total.

A maior parte está situada no canto sudoeste da Folha, ficando o restante em uma faixa estreita, aproximadamente norte-sul, na margem leste.

São constituídos de associações de gnaisses, migmatitos e rochas do complexo metamórfico (anfíbolitos e metabasitos), calcários e quartzitos.

As rochas cristalinas estão identificadas como pertencentes ao Super Grupo Espinhaço, a uma Unidade Indefinida, Associação Basal e aos Grupos Rio Preto, Natividade e Bambuí.

A hidrogeologia das rochas cristalinas depende, fundamentalmente, das juntas e falhas que ocorrem na região.

Os falhamentos existentes apresentam, em sua maioria, direção NNE-SSW julgando-se o maior deles, pertencer ao lineamento Guaraciaba (CE).

As regiões de Dianópolis e Natividade (GO) são as que apresentam maior número de falhamentos, devendo se constituir em áreas hidrogeologicamente mais favoráveis das regiões cristalinas.

Dos poços tubulares cadastrados, 7 foram perfurados em rochas cristalinas; suas principais características estão relacionadas no Quadro 5.2.1.

Observa-se uma vazão média em torno de 1,00 litro por segundo e a profundidade média de 85,60 metros.

Em relação à região nordestina brasileira,

podê ser considerada uma vazão boa, explicada pelo fato da pluviometria média da Folha ser mais alta do que a da região citada. A capacidade específica média dos poços oscila em torno de  $5,8.10^{-2}$  l/s/m.

QUADRO 5.2.1  
POÇOS EM CRISTALINO

	PROFUN- DIDADE (m)	NÍVEL ESTÁ- TICO (m)	NÍVEL DINÂ- MICO (m)	VAZÃO 1/s
Altamira	64,14	16,58	36,00	0,91
Pref. Corrente	70,00	5,57	-	-
Inst. Batista	128,00	5,60	-	-
Amadeu Rocha	50,00	6,00	17,00	1,38
A. Nogueira	80,00	3,00	70,00	0,74
J. Oliveira	90,00	5,00	-	1,00
Parnaguã	117,00	3,37	-	-
MÉDIAS	85,60	6,60	-	1,00

### Alimentação

A alimentação das fendas e juntas que consti- tuem os sistemas aquíferos das rochas cristalinas são efe- tuadas pelas infiltrações provenientes de precipitações plu- viométricas, das contribuições por parte de águas acumula- das nas coberturas detríticas, e dos cursos de água superfi- ciais que compõem a rede de drenagem local.

### 5.3 - ÁGUA SUBTERRÂNEA NAS ROCHAS SEDIMENTARES

As rochas sedimentares que ocorrem na Folha, são as pertencentes a Bacia do Parnaíba. Inicialmente, temos a Formação Serra Grande indo até a formação cretácica Uruçuia e aos depósitos recentes.

As diversas formações estão descritas sob o ponto de vista hidrogeológico.

#### 5.3.1 - Aquífero Serra Grande

Constituída, litologicamente, de arenitos grosseiros a médios, e intercalações de siltitos a arenitos finos, a Formação Serra Grande é normalmente considerada, como um bom aquífero, devido a sua litologia.

A Formação Serra Grande apresenta uma área bem restrita de afloramento a nordeste, e na parte noroeste em uma faixa estreita exposta pela erosão no vale do Rio das Balsas.

Os dados existentes não permitem obtenção das características hidrodinâmicas do aquífero, entretanto, devido à proximidade desta Folha como o vale do Gurguéia, poderão ser adotados os valores obtidos para o mesmo, pelas determinações daquele projeto, ou seja:

$$T = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg};$$

$$K = 9,1 \times 10^{-6} \text{ m/seg};$$

$$S = 6,0 \times 10^{-4}.$$



A alimentação da Formação Serra Grande é efetuada pela infiltração das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, pela infiltração de águas do Rio Balsas no vale do referido rio onde esta formação ocorre, assim como por infiltração vertical dos sedimentos subjacentes.

A falta de poços perfurados que atinjam o aquífero, impede uma definição hidrogeológica mais detalhada e definitiva.

### 5.3.2 - Formação Pimenteiras

A ocorrência da Formação Pimenteiras verifica-se nas duas bordas da Bacia; está constituída, litologicamente, por um seqüência de folhelhos, siltitos e arenitos com predominância dos sedimentos pelíticos.

Os sedimentos Pimenteiras afloram em uma área de 4.847 quilômetros quadrados, conseqüentemente em uma porção bastante restrita, sobretudo na borda este.

A espessura da formação na borda oeste atinge a 200 metros, enquanto na outra margem sua espessura é menor.

A espessura média no centro da bacia deve ser da ordem de 440 metros, levando-se em consideração os dados obtidos em poços perfurados pela Petrobrás S/A, na Folha 17 (São Francisco-NO).

A alimentação desta formação é feita pela infiltração das águas das chuvas, embora reduzida devido a sua composição litológica.

Os seus exutórios são o Rio Balsas, e a evapotranspiração nas áreas de recarga.

### 5.3.3 - Formação Cabeças

Arenitos claros, de granulação média, grãos subarredondados, micáceos, a Formação Cabeças, ocorre nas duas bordas da bacia, principalmente na sua porção oriental.

A sua área de afloramento é muito restrita alcançando apenas 1.900 quilômetros quadrados.

A sua espessura aumenta em direção a nordeste e noroeste nas duas bordas.

A espessura desta formação na Folha vizinha em poços perfurados pela Petrobrás, chega a 132 metros.

É alimentado por infiltração direta das águas pluviais, estando seus afloramentos em área de precipitação pluviométrica alta.

Está confinada, em algumas partes, pelos sedimentos pelíticos da Formação Longã.

Seus exutórios são a evapotranspiração nas áreas livres, a infiltração vertical para as camadas vizinhas e, finalmente, fontes e cursos de água que drenam a formação.

Esta formação, devido a sua composição litológica e características hidrogeológicas, é considerada como aquífero.

As características hidrodinâmicas de diversos poços foram determinados para área vizinha pelo DNOCS e CONTEP através de testes de bombeamento.

$$T = 1,81 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}.$$

$$K = 6,89 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$S = 1,99 \times 10^{-5}.$$

#### 5.3.4 - Formação Longã

A Formação Longã constituída, principalmente, por folhelhos e siltitos, ocorrem em área aflorante muito restrita, 370 quilômetros quadrados, no canto noroeste da área em estudo.

Tem comportamento hidrogeológico similar à Formação Pimenteiras devido a semelhança litológica.

A espessura desta formação é de, aproximadamente, 40 a 50 metros.

A sua alimentação não é boa quanto a parte de infiltração devido a pequena área de recarga, devendo ser maior pela infiltração vertical procedente das formações contactantes.

A Formação Longã deve confinar a Formação Cabeças em subsuperfície.

Não foi cadastrado nenhum ponto de água na Formação Longã; devido as suas características litológicas é classificada como um aquitardo.

#### 5.3.5 - Sistema Poti/Piauĩ

Para os estudos hidrogeológicos desta Folha, considerou-se as Formações Poti/Piauĩ como uma unidade hidrogeológica única, ou seja, o sistema Poti/Piauĩ, em decorrência das semelhanças existentes entre as duas formações e suas características.



O sistema está constituído por uma sequência de arenitos, folhelhos e siltitos com predominância dos sedimentos arenosos.

Os arenitos são de granulação fina a média, com eventuais níveis conglomeráticos, grãos subarredondados, estratificação cruzada; são sedimentos predominantemente claros.

A superfície aflorante é de 4.400 quilômetros quadrados e a espessura das formações é de, aproximadamente, 400 metros no total das duas formações. Poços perfurados pela Petrobrás, em área vizinha, mostram espessuras Poti/Piauí de 530 metros.

A Formação Piauí não aflora na borda este desta Folha, e a parte aflorante de Poti é muito restrita; a expressão aflorante significativa do sistema encontra-se na porção noroeste da área em estudo.

A alimentação do sistema é efetuada através de:

- a) infiltração das águas pluviais observando-se, inclusive, que a área de recarga está situada em local de alta precipitação;
- b) infiltração vertical descendente proveniente da Formação Urucuia. Esta infiltração deve ser bastante significativa, tendo em vista a superfície ocupada pelos sedimentos Urucuia no âmbito da folha, sendo, entretanto, grande parte das águas de Urucuia exudadas através de fontes e cursos de água conforme explicado quando da descrição da referida formação.

Os exutórios de Poti/Piauí são a evapotranspiração nas áreas aflorantes e a infiltração vertical, as -

cedente ou descendente, das formações contactantes, quando as cargas hidráulicas existentes nas formações envolvidas permitirem.

As formações são classificadas, pelas suas características, como aquíferos.

#### 5.3.6 - Formação Pedra de Fogo

A litologia da Formação Pedra de Fogo é representada por arenitos intercalados com siltitos e argilas de coloração avermelhada, com níveis de sílexitos.

A sua superfície aflorante, cerca de 100 quilômetros quadrados, é tão restrita que não será tratada com maior detalhe, sobretudo por não se ter dados de subsuperfície que provem a ocorrência desta formação significativamente.

#### 5.3.7 - Formação Sambaíba

Arenitos avermelhados a róseos, de granulação média, grãos subarredondados, constituem a litologia desta formação.

Seus afloramentos ocupam áreas muito restritas, sendo sua espessura calculada em 50 metros.

Da mesma maneira de Pedra de Fogo, não será dada maior ênfase a esta formação sob o ponto de vista hidro

geológico.

#### 5.3.8 - Formação Areado

Está constituída, litologicamente, por folhelhos vermelhos e calcarenitos finos, claros e de pequenas espessuras.

Em superfície, ocorre restrito à extremidade nordeste da Folha, embora ocorra subsuperficialmente sob os sedimentos de Urucuia.

Sua espessura é da ordem de 60 metros.

A alimentação desta formação é proveniente da infiltração de águas pluviais e, principalmente, da infiltração vertical oriunda da Formação Urucuia que a sobrepõe.

Suas características indicam tratar-se de uma unidade hidrogeológica do tipo aquífero.

#### 5.3.9 - Formação Urucuia

Esta formação está constituída por uma sequência de arenitos finos a médios, de coloração clara a avermelhada, com intercalações argilosas, apresentando estratificação cruzada, grãos subarredondados e esféricos, friáveis.

A área aflorante ocupa mais da metade da área em estudo, ou seja, cerca de 42 mil quilômetros quadrados.



A espessura é da ordem de 280 metros, embora variável.

A alimentação é efetuada pela infiltração direta da chuva.

Servem de exutório para esta formação:

- as fontes que ocorrem em suas encostas, onde os níveis de sílex em contacto com os sedimentos propiciam o aparecimento destas surgências de água;
- os cursos de água que atravessam a formação.

As suas características litológicas levam a determiná-lo como aquífero, onde, embora ocorrendo expressões arenosas de grande porte, sua posição estratigráfica é desfavorável no tocante ao armazenamento de água, apesar da existência de zonas impermeáveis de níveis de sílexitos e argilas.

É a formação superior na área de estudo; apenas as coberturas detríticas e aluviões a sobrepõem em determinadas locais.

#### 5.3.10 - Coberturas e Aluviões

São sedimentos inconsolidados que repousam sobre o embasamento cristalino constituídos de areias, siltes, argilas e cascalhos.

As suas áreas de ocorrências são bastante restritas e suas espessuras são limitadas.

São alimentados pela precipitação pluviométrica.

trica e pelos cursos de água.

Estes sedimentos geralmente servem para a -  
bastecimentos locais e ocasionais pois apresentam boas con-  
dições hidrogeológicas.

#### 5.4.- RESERVAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

##### 5.4.1 - Embasamento Cristalino

Uma das maneiras de se obter a alimentação  
de águas subterrâneas reunidas nas rochas cristalinas consis-  
te em calcular o volume de água infiltrada neste tipo de  
rocha, provenientes das chuvas que caem na região.

A taxa de infiltração utilizada em traba-  
lhos anteriores é expressa por:

$$I = \frac{S \cdot \Delta s}{P_m}$$

onde:

I = taxa de infiltração (%)

S = coeficiente de restituição

P<sub>m</sub> = pluviometria média (mm/ano)

Δ s = espessura restituída (m)

Para o caso em estudo serão adotados os se-  
guintes valores:

A precipitação média (P<sub>m</sub>) é de 1.360 para a

área cristalina situada na parte sudoeste da Folha e 930  
para a borda leste. O coeficiente de restituição é de  
 $4 \times 10^{-3}$  (S) e a espessura restituída de 2,00m, donde:

$$I_1 = \frac{4 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 \times 10^2}{1.360} = 0,59\%$$

e

$$I_2 = \frac{4 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 \times 10^2}{1.360} = 0,86\%$$

Os volumes de água que se infiltram nas áreas cristalinas são:

#### Área Sudoeste

$$V_{en} = 59 \times 10^{-2} \times 1.360 \times 10^{-2} = 8,0 \text{ mm/ano (laminar)}$$

$$V_{en} = 8 \times 10^{-3} \times 12.000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} = 96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### Área Este

$$V_{en} = 86 \times 10^{-2} \times 930 \times 10^{-2} = 8,00 \text{ mm/ano}$$

$$V_{en} = 8 \times 10^{-3} \times 3.770 \times 10^6 = 30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Somando-se as duas áreas teremos para o total das áreas cristalinas:

$$V_{en} = 126 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### 5.4.2 - Rochas Sedimentares

Conhecendo as características hidrodinâmicas e



as dimensões foi realizada estimativa das reservas hídricas subterrâneas.

#### 5.4.2.1 - Vazão de Escoamento Natural

O cálculo da vazão de escoamento natural é efetuado através da equação de Darcy para determinadas áreas das formações, sendo considerados os valores médios de permeabilidade (K), espessura da camada aquífera (E), gradiente hidráulico (i), assim como da medida da frente de escoamento (L).

A fórmula utilizada é:

$$V_{en} = K.E.i.L$$

Para que o volume de água infiltrada anualmente represente o escoamento natural é necessário que haja, entretanto, o equilíbrio hidrodinâmico.

A taxa de infiltração ( $I_{en}$ ) é obtida relacionando-se a vazão de escoamento natural com a pluviometria média, ou seja:

$$I_{en} = \frac{\frac{V_{en}}{A}}{P_m} \times 100$$

Onde não foi possível traçar a superfície isopiezométrica, o escoamento natural foi obtido através de cálculo indireto, para efeitos comparativos de grandeza; este escoamento natural é calculado relacionando-se o volume de escoamento/lâmina e a área envolvida, portanto:

$$V_{en_1} = I_{en} \times P_m \text{ mm/ano (laminar)}$$

$$V_{en} = V_{en_1} \times A \quad (m^3/\text{ano})$$

#### 5.4.2.1.1 - ESCOAMENTO NATURAL

O escoamento natural para as formações Pimenteiras, Cabeças e Poti/Piauí foram calculadas, empiricamente, adotando-se valores de taxa de infiltração, conforme abaixo discriminado:

- Pimenteiras - para esta formação a vazão do escoamento natural foi calculada adotando-se a infiltração média de 0,1%, para uma área de quatro mil e oitocentos quilômetros quadrados, com uma pluviometria média de 1.700 milímetros/ano, conseqüentemente:

$$V_{en_{Dp}} = 4.800 \times 10^6 \times 10^{-3} \times 1,7$$

$$V_{en_{Dp}} = 8,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

- Cabeças - adotando-se uma taxa de infiltração média de 0,2% para uma área de afloramento de hum mil e novecentos quilômetros quadrados e precipitação média de 1.700 milímetros por ano, temos:

$$V_{en_{Dc}} = 2 \times 10^{-3} \times 1.900 \times 10^6 \times 1,7$$

$$V_{en_{Dc}} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

- Poti/Piauí - Foi calculada a vazão de escoamento natural, indiretamente, adotando-se uma taxa de infiltração média de 0,2% sobre uma área de dois mil e quinhentos quilômetros quadrados ( $2.500 \text{ km}^2$ ), para precipitação média de 1.700 mm.

$$Ven_{Cpi} = 2 \times 10^{-3} \times 2.500 \times 10^6 \times 1.7$$

$$Ven_{Cpi} = 8,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### 5.4.2.1.1 - FORMAÇÃO URUCUIA

A isopiezometria está traçada no mapa base isopiezométrica desta Folha; foram estimados os valores de K em  $6,3 \times 10^{-6}$  metros por segundo, a espessura saturada de 100 (cem) metros, e os demais dados calculados na base isopiezométrica: gradiente médio (i) e frente de escoamento (L).

Os cálculos do escoamento na Formação Urucua foram feitos para áreas nos vales dos rios Branco e Preto.

##### Vale do Rio Preto

Flanco Norte

a) Isopiezometria 500m - 600m

$$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$E = 100\text{m}$$

$$i = 6,39 \times 10^{-3}$$

$$L = 26 \times 10^3 \text{ m}$$

$$Qen_1 = 6,3 \times 10^{-6} \times 10^2 \times 6,39 \times 10^{-3} \times 26 \times 10^3 =$$

$$= 10,46 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} = 3,30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

b) Isopiezometria 500m - 700m

$$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$E = 100 \text{ m}$$

$$i = 3,94 \times 10^{-3}$$

$$L = 52 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_{en_2} &= 6,3 \times 10^{-6} \times 10^2 \times 3,94 \times 10^{-3} \times 52 \times 10^3 = \\ &= 12,91 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} = 4,07 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} \end{aligned}$$

- Flanco Sul

c) Isopiezometria 50m - 700m

$$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$E = 100 \text{ m}$$

$$i = 3,11 \times 10^{-3}$$

$$L = 63 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_{en_3} &= 6,3 \times 10^{-6} \times 10^2 \times 3,11 \times 10^{-3} \times 63 \times 10^3 = \\ &= 12,34 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} = 3,89 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} \end{aligned}$$

#### Vale do Rio Branco

d) Isopiezometria 550m - 700m

$$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$E = 100 \text{ m}$$

$$i = 5,94 \times 10^{-3}$$

$$L = 65 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_{en_4} &= 6,3 \times 10^{-6} \times 10^2 \times 5,94 \times 10^{-3} \times 65 \times 10^3 = \\ &= 24,32 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} = 7,67 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} \end{aligned}$$



O escoamento natural do aquífero Urucuia em direção aos Rios Preto e Branco é pois:

$$Q_{en} = Q_{en_1} + Q_{en_2} + Q_{en_3} + Q_{en_4} =$$

$$Q_{en} = (3,30 + 4,07 + 3,89 + 7,67)10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$Q_{en} = 18,93 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A área influente sobre a frente de escoamento dos Rios Preto e Branco corresponde, aproximadamente, à superfície entre os limites estaduais e o meridiano de  $45^{\circ}24'00''$ , ou seja, 13.330 quilômetros quadrados.

Podemos calcular, agora, a lâmina de água e a taxa de infiltração correspondentes ao escoamento natural, considerando uma pluviometria média sobre a área de 1.400mm/ano.

$$Q_{en} = \frac{18,93 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}}{13.330 \times 10^6 \text{ m}^2} = 1,42 \text{ mm/ano}$$

$$I_{en} = \frac{1,42}{1.400} \times 10^2 = 0,1\%$$

A vazão de escoamento natural total para o aquífero Urucuia é calculada, a seguir, considerando a sua área total aflorante na Folha de, aproximadamente,  $42.380 \text{ km}^2$ , uma pluviometria média de 1.500mm/ano e a taxa de infiltração já calculada de 0,1%.

$$Q_{en} = 42.380 \times 10^6 \times 0,1 \times 10^{-2} \times 1,5$$

$$Q_{en} = 63,57 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

## 5.5 - RESERVAS PERMANENTES

As reservas permanentes dos aquíferos são as águas de saturação acrescidas das águas sob pressão. Os dois tipos de água acima referidos podem ser calculados através das fórmulas:

$$V_s = V_c \cdot \mu \quad \text{e} \quad V_p = A_p \cdot h \cdot S$$

onde:

$V_s$  = volume de água de saturação (em  $m^3$ )

$V_c$  = volume de camada saturada (em  $m^3$ )

$\mu$  = coeficiente de restituição

$V_p$  = volume de água sob pressão (em  $m^3$ )

$A_p$  = área sob pressão (em  $m^2$ )

$h$  = carga hidráulica média (em m)

$S$  = coeficiente de armazenamento

### 5.5.1 - Aquífero Serra Grande

- Água de saturação - Considerando-se a área total de, aproximadamente,  $30.000 \text{ km}^2$  e o coeficiente de restituição de  $1,4 \times 10^{-2}$  teremos para água de saturação deste aquífero o volume de  $21 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

- Água sob pressão - Embora não existam dados de superfície exatos, será considerada a existência de sedimentos Serra Grande em subsuperfície, em área estimada de aproximadamente  $30.000 \text{ km}^2$  com espessura média de 50 me-

tros, a carga hidráulica média estimada em 60 metros e o coeficiente de armazenamento estimado em  $4,3 \times 10^{-4}$ .

Então,

$$V_p = A_p \times h \times S$$

$$V_p = 30.000 \times 10^6 \times 60 \times 4,3 \times 10^{-4}$$

$$V_p = 7,74 \times 10^8 \text{ m}^3$$

#### 5.5.2 - Aquitardo Pimenteiras

A superfície total deste aquitardo é estimada em 25.000 quilômetros quadrados, sendo 21.000 em subsuperfície, estimando-se uma espessura média saturada da ordem de 90 metros e um coeficiente de restituição da ordem de  $2 \times 10^{-3}$ .

- Água de saturação

$$V_{s_p} = V_{c_p} \cdot \mu$$

$$V_{s_p} = 25.000 \times 10^6 \times 90 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$V_{s_p} = 4.500 \times 10^6 \text{ m}^3$$

#### 5.5.3 - Aquífero Cabeças

Para o aquífero Cabeças estimou-se uma super

fície total de 19.000 quilômetros quadrados, carga hidráulica de 70 metros e o coeficiente de restituição de  $7,5 \times 10^{-3}$ , e espessura média saturada de 80 metros.

- Água de saturação

$$V_{s_c} = V_{c_c} \cdot \mu$$

$$V_{s_c} = 19.000 \times 10^6 \times 80 \times 7,5 \times 10^{-3}$$

$$V_{s_c} = 11.400 \times 10^6 \text{ m}^3$$

- Água sob pressão - considerando-se 17.000 quilômetros quadrados de área de confinamento teremos o seguinte volume de água sob pressão para a Formação Cabeças, sendo  $2 \times 10^{-5}$  o valor de S:

$$V_p = A_p \cdot h \cdot S$$

$$V_p = 10^6 \times 17.000 \times 70 \times 2 \times 10^{-5}$$

$$V_p = 2,4 \times 10^7 \text{ m}^3$$

5.5.4 - Aquífero Poti/Piauí

A superfície total do sistema é de 15.000 quilômetros quadrados sendo sua espessura média saturada de 280 metros, e o coeficiente de restituição adotado é de  $2,8 \times 10^{-2}$ .

- Água de saturação

$$V_{s_{pp}} = V_{c_{pp}} \cdot \mu$$

$$= 15.000 \times 10^6 \times 280 \times 2,8 \times 10^{-2}$$

$$= 117.600 \times 10^6 \text{ m}^3$$



- Água sob pressão - A área de confinamento deste sistema na Folha 22 é estimado em 10.500 quilômetros quadrados, o coeficiente de armazenamento adotado  $1,4 \times 10^{-3}$  e sua carga hidráulica 200 metros.

$$V_p = A_p \cdot h \cdot S$$

$$V_p = 10.500 \times 10^6 \times 2 \times 10^2 \times 1,4 \times 10^{-3}$$

$$V_p = 29.400 \times 10^5$$

$$V_p = 2,9 \times 10^9 \text{ m}^3$$

#### 5.5.5 - Aquífero Urucuia

- Água de saturação - Esta formação ocorre como aquífero livre e em uma área de 42.300 quilômetros quadrados; a sua espessura média saturada é calculada em 100 metros e o coeficiente de restituição igual a  $2,5 \times 10^{-2}$ .

Utilizando-se a fórmula de água de saturação, teremos:

$$V_s = A \cdot E$$

$$V_s = 42.300 \times 10^6 \times 10^2 \times 2,5 \times 10^{-2}$$

$$V_s = 105.750 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$$

#### 5.6 - RESERVAS EXPLORÁVEIS

Considerou-se as reservas exploráveis dos recursos hídricos desta área os volumes de água resultantes das vazões de escoamento natural adicionada a uma fração das reser

vas permanentes.

A utilização dos volumes de escoamento não provoca, perda sensível dos sistemas hidrogeológicos por não afetarem significativamente as reservas permanentes, entre - tanto, estas últimas, caso usadas indiscriminadamente, resul- tam em rebaixamento dos aquíferos e conseqüentemente esgota- mento no transcorrer dos tempos.

Para esta Folha observa-se a seguinte situa- ção:

Áreas de rochas cristalinas - as reservas exploráveis no ca- so das regiões cristalinas se- rão os volumes infiltrados anualmente, ou seja, cento e vin- te e seis milhões de metros cúbicos por ano ( $126 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) conforme calculado no item 5.4.1.

Área de rochas sedimentares - aqui poderão ser exploradas as vazões de escoamento natural das seguintes unidades hidrogeológicas:

a) Pimenteiras - a vazão de escoamento natural calculada para esta formação é de  $8,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , que poderá ser utilizada sem alteração dos recursos hídricos.

Este escoamento propicia exploração da ordem de  $4,7 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ .

b) Cabeças - o escoamento natural calculado para esta for- mação é de  $6,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , conseqüentemen- te, poderão ser explorados  $9,3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ .

c) Poti/Piauí - poderão ser explorados da vazão de escoamento natural  $9,4 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ .

d) Urucuia - a vazão de escoamento natural alcança o valor total de  $63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , levando-se em consideração a área envolvida, poderão ser explorados conseqüentemente  $4,1 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ .

Somando-se as reservas exploráveis acima citadas, teremos um total de  $27,5 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{dia}$ , ou seja, aproximadamente,  $10.000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{ano}$ .

#### 5.7 - DEMANDA DE ÁGUA

Tomando-se por base o Anuário Estatístico do Brasil de 1976, a população humana da região é de, aproximadamente, 100.000 habitantes e a população animal 330.000 cabeças.

Foi adotado neste trabalho um consumo médio de 100 litros/pessoa/dia, conseqüentemente,  $3,6 \times 10^6$  metros cúbicos/ano atualmente.

Caso os incrementos populacionais alcancem 50 por cento, para o ano 2.000, teremos a demanda futura de  $5,4 \times 10^6$  metros cúbicos/ano.

Estimando-se um consumo médio de  $0,03 \text{ m}^3$  / dia, o consumo atual será, para as 330.000 cabeças de rebanhos, de  $3,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  e sendo o aumento de 50% para o ano de 2.000, a demanda será, então, de  $5,4 \times 10^6$  metros cúbicos/ano.

A demanda total então é de  $7,2 \times 10^6$  metros cúbicos/ano atuais e  $10,8 \times 10^6$  metros cúbicos no ano 2.000.

Em virtude de não se ter conhecimento de

demanda de água para irrigação na área em estudo não será tratado aqui este tipo de demanda.

Conforme pode ser observado a demanda pode ser satisfeita, qualquer que seja a unidade hidrogeológica solicitada, apenas com o escoamento natural.



## 6 - CONCLUSÕES

Os trabalhos de campo e de escritório, assim como as análises dos conceitos emitidos nos capítulos anteriores, conduzem às seguintes conclusões:

A Folha em estudo está situada na região denominada de Meio-Norte, envolvendo áreas dos Estados da Bahia, Goiás, Piauí e Maranhão no total de 72.000 km<sup>2</sup> e uma população de 100.000 habitantes.

O clima predominante é do tipo Aw (Koppen), ou seja, quente e úmido, tropical. As épocas de estiagens são junho e julho e os períodos chuvosos vão de dezembro a abril. As chuvas crescem de intensidade de leste para oeste. A temperatura média é de 25°C.

A evaporação é alta e a umidade relativa atinge a média de 72%.

Os índices de aridez vão de 30 a 50 indicando bom escoamento e uma vegetação abundante.

Os rios principais, que drenam a área, mostram um escoamento superficial predominante nas direções Noroeste e Este.

A recessão calculada para o Rio das Balsas, em Porto Gilândia (GO) apresentou um volume de, aproximadamente, 900 Hm<sup>3</sup> para o período considerado de 100 dias.

A vegetação é caracterizada pelo tipo "Cerrado", característico de áreas de tabuleiro e chapadões de solos profundos.

Esta área é considerada uma transição entre os domínios morfoclimáticos nordestino, amazônico e do Brasil Central.

A geologia da Folha 22 apresenta, em cerca de um terço da área, ocorrência das rochas cristalinas representadas sobretudo pelos xistos, quartzitos e filitos do Supergrupo Espinhaço, pelos metasiltitos, argilitos, arcóscias e calcários do Grupo Bambuí, além das rochas que constituem uma associação cristalina basal de composição tonalítica e gnáissica.

— O restante da área mostra a ocorrência dos sedimentos da Bacia do Meio-Norte iniciando com os sedimentos da Formação Serra Grande até a formação cretácea Urucuia e sedimentos recentes.

A sequência de eventos geológicos originou-se durante o Pré-Cambriano com o embasamento migmatítico gnáissico que sofreu, então, dobramentos e intensa migmatização, servindo para base dos metassedimentos posteriores.

As rochas dos Grupos Pré-Espinhaço, Espinhaço e Bambuí, depositadas sobre o embasamento gnáissico migmatítico, sofreram processos de metamorfismo, restando então, após estabilização da Plataforma Brasileira, uma grande depressão, onde depositou-se os sedimentos constituintes da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

O primeiro ciclo de deposição é constituído das formações Serra Grande sequenciando-se as demais, até a Formação Poti.

O segundo ciclo ocorreu, com as deposições das formações Piauí, Pedra de Fogo e Sambaíba.

Após longo período erosivo surgiu então a deposição das Formações Areado e Urucuia, discordantemente sobre as demais rochas.

A hidroquímica deve ser observada sob dois aspectos devido a ocorrência dos dois tipos litológicos : cristalino e sedimentar. As 78 análises processadas resultaram nas seguintes médias:

Cristalino: pH ..... 7,15  
Resíduo Seco ..... 220,5 mg/l  
Dureza ..... 77,15<sup>o</sup>F

Sedimento : pH ..... 6,18  
Resíduo Seco ..... 121,1 mg/l  
Dureza ..... 4,10<sup>o</sup>F

Quanto à classificação das fácies químicas constatou-se a predominância das águas cloretadas (41%) e carbonatadas (25,6%), sendo as mesmas, predominantemente, sódicas.

A qualidade de água para irrigação foi determinada pelo método americano do cálculo da razão de adsorção de sódico (RAS), sendo o maior percentual (68%) o das águas do tipo C<sub>o</sub> - S<sub>1</sub>, ou seja, de salinidade fraquíssima e fracamente sódica, podendo ser usada para todos os tipos de solo, sem que haja riscos de salinização.

Para a determinação da potabilidade, observa-se que as águas apresentam padrões de potabilidade boa com pequenas restrições quanto ao pH.

Em referência a hidrogeologia, efetuou-se o cadastramento de 339 pontos de água distribuídos em 180 fontes, 133 cacimbas e 26 poços tubulares.

As áreas de rochas cristalinas são constituídas por associações de gnaisses, migmatitos e rochas do complexo metamórfico.

Os poços tubulares cadastrados na região cristalina mostram uma vazão média da ordem de 1,00 litro por segundo sendo a profundidade média de 85,6 metros. A alimentação das fendas e juntas é alta devido a pluviometria local e estruturas fraturadas favoráveis, sobretudo nas regiões de Dianópolis e Natividade (GO).

As rochas sedimentares apresentam uma sequência de formações que vão da Serra Grande a Urucuia além dos depósitos aluvionares recentes.

Algumas das formações aquíferas apresentam áreas de afloramentos restritas, embora com extensão superficial.

O aquífero Serra Grande possui características hidrogeológicas boas, entretanto, sua área de afloramento é bastante restrita. Em virtude de ocorrência de aquíferos sobre esta formação, que satisfaçam as necessidades de demanda de água, a exploração deste aquífero é opcional.

O aquífero Cabeças possui boas características aquíferas. Os parâmetros hidrogeológicos de transmissibilidade, permeabilidade e armazenamento foram adotados de áreas próximas; são eles:

$$T = 1,81 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$K = 6,89 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$S = 1,99 \times 10^{-5}$$

O sistema aquífero Poti/Piauí de características litológicas favoráveis a classificação como aquíferos, aflora em cerca de 4.400 quilômetros quadrados tendo espessura de, aproximadamente, 400 metros.

A Formação Urucuia ocupa 58% da superfície da área, sendo uma formação notável pela sua extensão aflorante, aproximadamente 42.400 quilômetros quadrados.

Esta formação está representada por uma sequência de arenitos finos, de granulação subarredondada e esférica, condições hidrogeológicas boas, entretanto, diversas intercalações argilosas, silticas e de silexitos, impedem melhores condições de transmissibilidade e armazenamento. Várias fontes são encontradas em meias encostas no contato



entre as camadas arenosas e as impermeáveis.

As coberturas arenosas e aluvionares servem para abastecimentos locais menores.

As reservas das águas subterrâneas que ocorrem na Folha 22 foram calculadas para o embasamento cristalino através de fórmula de taxa de infiltração com um total de  $126 \times 10^6$  cúbicos por ano; para as rochas sedimentares utilizou-se o cálculo da vazão de escoamento natural, adotando-se taxas de infiltração e precipitação média, sendo que no caso da Formação Urucuia o escoamento foi obtido com o auxílio da isopiezometria.

Os volumes de escoamento natural obtido totalizou  $86,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

As reservas permanentes calculadas totalizam  $240 \times 10^9$  metros cúbicos.

Em decorrência do volume de demanda ( $10,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ) ser inferior ao escoamento natural ( $86 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ ) adotou-se o valor do volume de escoamento natural como reserva explorável.

O potencial explorável de cada formação ficou definido em função das características hidrogeológicas de cada uma delas, observando-se, fundamentalmente, a litologia.

A área em estudo, tendo em vista os volumes de água precipitados anualmente, e da ocorrência predominante de rochas sedimentares, é considerada como de boa vocação hidrogeológica, sendo os aquíferos Poti/Piauí e Urucuia os mais promissores.

7 - BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, Guanahyro Antunes de - Bacia do Maranhão, geologia e possibilidades de petróleo. Rio de Janeiro, PETROBRÁS 1969. 55p. il. (Relatório, 371).

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Divisão de Concessão de Recursos Hídrico. - Sistema de Codificação das Estações Hidrológicas. Brasília, DNAEE, 1976. 22p. Anexo. il.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Divisão de Concessão de Recursos Hídricos. Inventário das Estações Pluviométricas. Brasília, DNAEE, 1976. 192p. il.

BRASIL. MINTER/DNOCS. Estudo de reconhecimento Vale do Gurgueia. Teresina. OESA-TECNOLOGO-OTI-EPTISA, 1973. 3v. il.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Relatório Preliminar, CPRM). Recife, DNPM/CPRM, 1975. 3v. il.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco. Relatório Final. Rio de Janeiro, CPRM/PROSPEC, 1976.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAM. Folha SC.23 - Rio São Francisco - Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, RADAM, 1973. il.

BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Arquivo Controle Pluviométrico Piauí, Maranhão. Recife, SUDENE. 5v.

BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Elementos de hidrogeologia prática. 2a ed. Recife, SUDENE. Divisão de Documentação, 1971. 353p. il.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1976 - Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1976. 813p.

BRASIL. FUNDAÇÃO IBGE. Geografia do Brasil. Região Nordeste. Rio de Janeiro, 1977. 454p. il.

BRASIL. FUNDAÇÃO IBGE. Geografia do Brasil. Região Norte. Rio de Janeiro, 1977. 466p. il.

BRASIL. MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO SOCIAL. Fundação IBGE. Mapa Político do Estado do Piauí - escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro, 1970.

BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Região centro-oeste. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1974. vol. 4.

BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal. Região sul e centro-oeste. Rio de Janeiro, Fundação IBGE. 1974. vol.4. 237p. il.

BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal. Região Nordeste. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1974. vol.2. 316p. il.

BRASIL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Esta

- tística. SINOPSE ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977. 626p. il.
- CAMPBELL, Donald F., ALMEIDA, Luis A. de & SILVA, Salustiano de Oliveira - Relatório Preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. Rio de Janeiro. Conselho Nacional do Petróleo. Boletim nº 1, 1969. 160p. il.
- CASTANY, G. - Prospection et exploration des caux sauter - raines. Paris, Dunod, 1968. 717p. il.
- \_\_\_\_\_ - Traité pratique des caux sauterrainés. Paris, Dunod, 1963. 657p. il.
- CRUZ, Waldemar Barbosa da & MELO, Francisco - Estudo Geoquímico Preliminar das Águas Subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1974. 128p. il. Mapas (in bolso) (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 19).
- CUSTÓDIO, Emílio & LLAMAS, Manoel Ramon - Hidrologia subterrânea. Barcelona. Omega, 1976. 2v. il.
- DAVIS, Stanley N. & DEWIEST, Roger J.M. - HIDROGEOLOGY, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1966. 463p. il.
- DEWIEST, Roger J.M. - GEOHYDROLOGY, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1965. 366p. il.
- LEAL, Antonio de Sousa - Legenda para mapas hidrogeológicos. Recife, SUDENE, 1973. 72p. (Brasil. SUDENE. Divisão de Hidrogeologia, série hidrogeológica, 48).
- LOGAN, John - The interpretation of chemical malyses of water. Recife, USAID, 1965. 65p. graf.
- MAIO, Celeste Rodrigues - Considerações Gerais sobre a semi-aridez do nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, Rev. Bra. Geogr. Out/Dez., 1961.



MARANHÃO. Secretaria de Planejamento. Instituto de Pesquisa Econômica Sociais Informática. Realidade e Perspectiva. São Luiz, SEPLAN, 1972. 178p. il.

PESSOA, Mário Dias - Inventário Hidrogeológico do Nordeste Folha nº 18 - São Francisco-NE. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1977 2v. p. il. Mapa (in bolso) e nota explicativa. Brasil, SUDENE. Hidrogeologia.

PIAUI - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO - Anuário Estatístico do Piauí, 1971 - Fundação CEPRO, 1971. 372p.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; MANOEL FILHO, João & NEVES, Benjamin Bley B. - Inventário Hidrogeológico do Nordeste. Programa e normas técnicas. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1969. 40p. Mapa tabl. graf. Brasil. SUDENE. Hidrogeologia.

SILVA, Adelbani Braz da - Inventário Hidrogeologia do Nordeste. Folha nº 23. São Francisco-SE. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1973. 173p. il. Ol mapa (in bolso) (Brasil SUDENE, Hidrogeologia, 27).

SILVA, Adelbani Braz da & SILVA, F.A.C. da - Inventário Hidrogeológico no Nordeste. Folha nº 5 Fortaleza-SO. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1970. 165p. il. (Brasil, SUDENE. Hidrogeologia, 27).

SILVA, G.A.N.P et alii - Projeto Gilbuês. Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 1972.

WISLER, C.O. & BRATER, E.F - Hidrologia. Rio de Janeiro, USAID, 1964.