Rel 2466

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

ITAPECURU-MIRIM
FOLHA SA.23-Z-C

Estado do Maranhão

ph/ 01/2000

Organizado por
Olinto Gabriel Lovato
Bráulio Robério Caye
Clodionor Carvalho de Araújo

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Serviço Geológico do Brasil

BRASÍLIA 1995

Rel
2466

Itapecuru-Mirim

FOLHA SA.23-Z-C

Escala 1:250.000

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Escalas 1:250.000 – 1:100:000 – 1:50.000

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Inácio de Medeiros Delgado

COORDENAÇÃO TEMÁTICA

Nacional

Análises Minerais Vânia N. de Araújo Mello
Bases de Dados Ernesto von Sperling
Biblioteca Tânia R.B. de M. Freire
Editoração Afonso H. de Souza Lobo
Financeira Idelmar da Cunha Barbosa
Estratigrafia Augusto José Pereira
Geofísica Mário José Metelo
Geologia Estrutural Reginaldo Alves dos Santos
Geologia Econômica Ódimo Francisconi
Geoprocessamento Ricardo Moacyr de Vasconcellos
Geoquímica Carlos Alberto C. Lima
Geotectônica Atahualpa Valença Padilha
Hidrogeologia Antônio de Souza Leal
Litogeoquímica Emiliano Cornélio de Souza
Metalogenia Inácio de Medeiros Delgado
Petrologia Luiz Carlos da Silva
Processamento de Dados Gilberto G. da Vinha
.rograma Grande Carajás Orlando José B. de Araújo
Sensoriamento Remoto Sérgio M.S. Guerra
Treinamento Antônio José D. Rocha

Regional

Superintendências Regionais de Porto Alegre e Recife,
Residência de Fortaleza

Coordenadores Eduardo Camozzato
Gilberto Emílio Ramgrab
Luís Fernando Fontes de Albuquerque
Estratigrafia Ricardo da Cunha Lopes
Geoestatística José Leonardo Silva Andriotti
Geofísica Antonio Flávio Uberti Costa
Geologia Estrutural Adalberto de Abreu Dias
Geoquímica Carlos Alberto Kirchner
Carlos Antonio Grazia
Hidrogeologia José Luiz Flores Machado
Metalogenia Gilberto Emílio Ramgrab
Petrologia Wilson Wildner
Sensoriamento Remoto Douglas Roberto Trainini

FOLHA ITAPECURU-MIRIM

CRÉDITOS DE AUTORIA

Parte I	
Capítulos 1 e 2	Olinto Gabriel Lovato, Clodionor Carvalho de Araújo, Bráulio Robério Caye e Eduardo Camozzato
Capítulo 3	
3.1, 3.2 a 3.4	Olinto Gabriel Lovato, Bráulio Robério Caye e Eduardo Camozzato
Capítulo 4	Olinto Gabriel Lovato, Bráulio Robério Caye e Eduardo Camozzato
Capítulo 5	Bráulio Robério Caye, Olinto Gabriel Lovato e Eduardo Camozzato
Capítulo 6	Olinto Gabriel Lovato e Bráulio Robério Caye
Parte II	
Capítulo 1	Olinto Gabriel Lovato, Bráulio Robério Caye
Capítulo 2	Olinto Gabriel Lovato e Luiz Fernando Albuquerque
Capítulo 3	Olinto Gabriel Lovato e Douglas Roberto Trainini
Capítulo 4	Clodionor Carvalho de Araújo
Capítulo 5	Olinto Gabriel Lovato e Bráulio Robério Caye
Capítulo 6	Olinto Gabriel Lovato e Bráulio Robério Caye
Parte III	
Capítulos 1 e 2	Bráulio Robério Caye

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

PROJETO ESPECIAL MAPAS DE RECURSOS MINERAIS DE SOLOS E DE VEGETAÇÃO PARA A ÁREA DO PROGRAMA GRANDE CARAJÁS

SUBPROJETO RECURSOS MINERAIS

Consultores
Marcondes Lima da Costa – UFPA
Carlos Alberto Faria – CPRM-BE

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
Superintendências Regionais de Porto Alegre e Recife, Residência de Fortaleza

Coordenação editorial a cargo do
Núcleo de Edições Técnicas – NUTEC
Superintendência de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico

Lovato, Olinto Gabriel

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. *Itapecuru-Mirim.* Folha SA.23-Z-C. Estado do Maranhão/Organizado por Olinto Gabriel Lovato, Bráulio Robério Caye e Clodionor Carvalho de Araújo – Escala 1:250.000. – Brasília: CPRM, 1995.

100p.: il. + mapas

"Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás. Subprojeto Recursos Minerais".

"Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Superintendência Regional de Porto Alegre e Superintendência Regional de Recife, Residência de Fortaleza".

1. Geologia – Maranhão – Mapas. I. Caye, Bráulio Robério II. Araújo, Clodionor Carvalho de III. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais IV. Título

CDD 558.12

SUMÁRIO

Resumo i

Abstract ii

PARTE I - INTRODUÇÃO

1 Localização e Acesso 5

2 Aspectos Sócio-Econômicos 7

3 Aspectos Fisiográficos 9

3.1 Clima 9

3.2 Solos 15

3.3 Hidrografia 15

3.4 Vegetação 16

4. Aspectos Geomorfológicos 19

5. Metodologia 21

6. Trabalhos Anteriores 23

PARTE II - GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA DE PARTE DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO MARANHÃO

1. Geologia Regional 27

1.1 Considerações Gerais 27

1.2 Contexto Geotectônico 27

2 Estratigrafia 31

2.1 Considerações Gerais 31

2.2 Cretáceo 31

2.2.1 Formação Itapecuru – Ki 31

2.2.1.1 Histórico 31

2.2.1.2 Modo de Ocorrência, Distribuição e Espessura 34

2.2.1.3 Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico 34

2.2.1.4 Litofácies 34

2.2.1.5 Ambiente de Sedimentação, Sistemas Deposicionais e Procedência . . . 37
2.2.1.6 Idade e Paleontologia . . . 39
2.3 Terciário - Quaternário . . . 39
2.3.1 Cobertura Detrítico-Laterítica – $TQdl_{1a}$/$TQdl_{1b}$ . . . 39
2.3.1.1 Histórico . . . 39
2.3.1.2 Modo de Ocorrência, Distribuição e Espessura . . . 41
2.3.1.3 Origem e Idade . . . 41
2.4 Quaternário . . . 42
2.4.1 Pleistoceno – QPe/QPm . . . 42
2.4.2 Holoceno – QHfl/QHg/QHa . . . 42
3 Aspectos Estruturais . . . 43
4 Hidrogeologia . . . 45
4.1 Introdução . . . 45
4.2 Caracterização dos Dados . . . 45
4.3 Características Hidrogeológicas . . . 46
4.3.1 Aqüífero Serra Grande . . . 49
4.3.2 Aqüífero Cabeças . . . 50
4.3.3 Sistema Aqüífero Poti-Piauí . . . 50
4.3.4 Aqüífero Sambaíba . . . 51
4.3.5 Aqüífero Grajaú . . . 54
4.3.6 Unidade Itapecuru . . . 55
4.3.6.1 Poços Tubulares . . . 56
4.3.6.2 Poços Manuais . . . 56
4.3.7 Aluviões . . . 57
4.4 Características Químicas das Águas . . . 58
4.4.1 Determinação das Fácies Químicas . . . 59
4.4.1.1 Unidade Itapecuru . . . 59
4.4.1.2 Aluviões . . . 59
4.4.1.3 Poços Manuais . . . 62
4.4.2 Potabilidade das Águas . . . 62
4.4.2.1 Unidade Itapecuru . . . 64
4.4.2.2 Aluviões . . . 64
4.4.2.3 Poços Manuais . . . 64
4.5 Classificação das Águas para Irrigação . . . 64
4.5.1 Unidade Itapecuru . . . 71
4.5.2 Aluviões . . . 71
4.6 Qualidade das Águas para o Consumo Animal . . . 73
5 Metalogenia . . . 75
5.1 Considerações Gerais . . . 75
5.2 Formação Itapecuru . . . 75
5.3 Cobertura Detrítico-Laterítica . . . 78
5.4 Coberturas Quaternárias . . . 78

6 Geologia Econômica 81
6.1 Considerações Gerais 81
6.2 Argilas 81
6.3 Cascalho e Laterito Ferruginoso 82
6.4 Turfa 82
6.5 Calcário 82
6.6 Caulim 83

PARTE III - CONSIDERAÇÕES FINAIS
1 Conclusões 87
2 Recomendações 89

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 91

APÊNDICES
1. Súmula de Dados de Produção
2. Ilustrações Fotográficas

ANEXOS
- Carta Geológica – escala 1:250.000
- Carta Metalogenética – escala 1:250.000
- Carta de Zoneamento Hidrogeológico e de Pontos de Água – escala 1:250.000
- Carta de Previsão de Recursos Minerais – escala 1:250.000
- Carta de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais – escala 1:250.000

RESUMO

Este trabalho, faz parte do Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e Vegetações para a Área do Programa Grande Carajás, Subprojeto de Recursos Minerais executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, consta do levantamento e da avaliação do potencial mineral e hidrogeológico da Folha Itapecuru-Mirim (SA.23-Z-C), situada na região nordeste do estado do Maranhão. Esta folha tem seus limites definidos pelas coordenadas geográficas 3°00' e 4°00' de latitude Sul e 43°30' e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e compreende uma superfície aproximada de 18.400km^2.

As unidades litoestratigráficas que ocorrem na área, estão representadas pela Formação Itapecuru de idade cretácica, constituída de argilitos, siltitos e arenitos, depositados em ambiente transicional de planície deltaica com ação de correntes de marés, e que recobre aproximadamente 15% da folha, em sua porção oeste; pela Cobertura Detrítico-Laterítica de idade tércio-quaternária, abrangendo 60% da folha; e pelos depósitos quaternários, pleistocênicos e holocênicos, de natureza flúvio-marinha, flúvio-lacustre, aluvial e de mangues.

Hidrogeologicamente, a área é representada em superfície pela Unidade Itapecuru que reconhecidamente não é um bom manancial para captação de água subterrânea, face às suas características areno-siltosas. Para poços com profundidade média de 126m, a vazão da Unidade Itapecuru é inferior a 20m^3/h.

O potencial mineral da área restringe-se aos bens minerais de emprego na construção civil, como argilas de uso para cerâmica vermelha, cascalhos e areias. No local, foram registradas, ainda, ocorrências de caulim, turfa e calcário.

ABSTRACT

This work is a part of the Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação (Special Project for Mineral Resources, Soil and Vegetation Maps) for the area of Grande Carajás Program – Sub-project Mineral Resources, carried out by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. It comprehends the surveying and evaluation of mineral and hydrogeological potential of the Itapecuru-Mirim Sheet (SA.23-Z-C) in the scale 1:250.000. This sheet is placed at the northeastern region of the Maranhão State, and is limited by the geographic coordinates 3°00'-4°00'S and 48°30'-45°00'WG and covers an area of about 18,400km^2.

The lithostratigraphic units of the area are: a) Itapecuru Formation, Cretaceous in age, wich consists of mudstones, siltstones and sandstones that were deposited in a sand flat environment with strong tide-current influence, covering about 15% of the sheet, in its western part; b) the Detrital-Lateritic Cover, of Tertiary-Quaternary age, that covers 60% of the sheet surface; and c) the Quaternary deposits, pleistocenic to holocenic in age, of fluviomarine, fluviolacustrine, alluvial and swamp origin.

The main outcroping hydrogeological unit of the area is the Itapecuru Formation, a poor acquifer due to its silty-arenaceous characteristics. It yields less than 20m^3/h in wells with 126m of average depth.

The mineral potential is restricted to raw materials for building, such as clay for tiles, gravel and sand. Kaolin, peat and limestone were found as isolated occurrences.

Parte I

Introdução

O Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e Vegetações, para a Área do Programa Grande Carajás (PGC), foi criado com o objetivo de promover o desenvolvimento regional integrado, visando o aproveitamento amplo dos recursos naturais da Amazônia Oriental.

O Programa Grande Carajás tem seus limites geográficos demarcados pelos paralelos 0°00'S e 8°00'S e meridianos de 42°00'W e 52°30'WGr, abrangendo cerca de 895.000km^2, que incluem 96% da superfície do Maranhão, 37% do Pará e 9% de Tocantins.

Este projeto se propõe a fornecer informa-ções que permitam: a) orientar o processo de ocupação da área, através do zoneamento do uso do solo; b) promover o desenvolvimento sócio-econômico; c) subsidiar as ações preventivas de caráter ambiental e d) minimizar os riscos de investimentos na exploração mineral e em projetos de desenvolvimento agropecuário e florestal.

Para atingir estes objetivos foram instituídos os seguintes subprogramas:

1 – Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais.

2 – Levantamento de Solos e Zoneamento Pedoclimático.

3 – Mapeamento da Vegetação, Inventário Florestal e Monitoramento.

4 – Sistema de Informação Geográfica.

5 – Interpretação Automática de Imagens.

O Subprograma Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais ou Subprograma Recursos Minerais, que vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), tem como finalidade principal a indicação das potencialidades minerais e o zoneamento hidrogeológico da região, com a seleção de alvos promissores à pesquisa mineral de detalhe e à captação de água subterrânea.

O levantamento geológico-hidrogeológico da Folha Itapecuru-Mirim, na escala 1:250.000, constante deste subprograma e objetivo do presente texto explicativo, teve sua execução autorizada pela Solicitação de Serviços DNPM/DGM nº 12/88, de 24 de junho de 1988.

1

Localização e Acesso

A Folha Itapecuru-Mirim (SA.23-Z-C) situa-se na porção nordeste do estado do Maranhão (figura I.1.1), estando delimitada pelas coordenadas geográficas de 3°00'S e 4°00'S e 43°30'WGr e 45°00'WGr.

O acesso rodoviário à folha é efetuado pela BR-135 que, partindo de São Luís, capital do estado, atravessa a área em direção aproximada norte-sul. As cidades de Itapecuru-Mirim e Vargem Grande são acessíveis a partir da BR-135, pela rodovia asfaltada BR-222. A partir da cidade de Miranda, para oeste, pela BR-222, são atingidas as cidades de Arari e Vitória do Mearim. Para as demais localidades têm-se acesso por vias estaduais e intermunicipais de revestimento solto, que permitem o tráfego durante todo o ano.

A área é servida por duas ferrovias: Estrada de Ferro Carajás, pertencente a Companhia Vale do Rio Doce, que atravessa a porção noroeste da folha e a Teresina-São Luís, da RFFSA, que margeia o rio Itapecuru. Ambas estradas possuem apenas uma via, sendo a primeira de bitola larga.

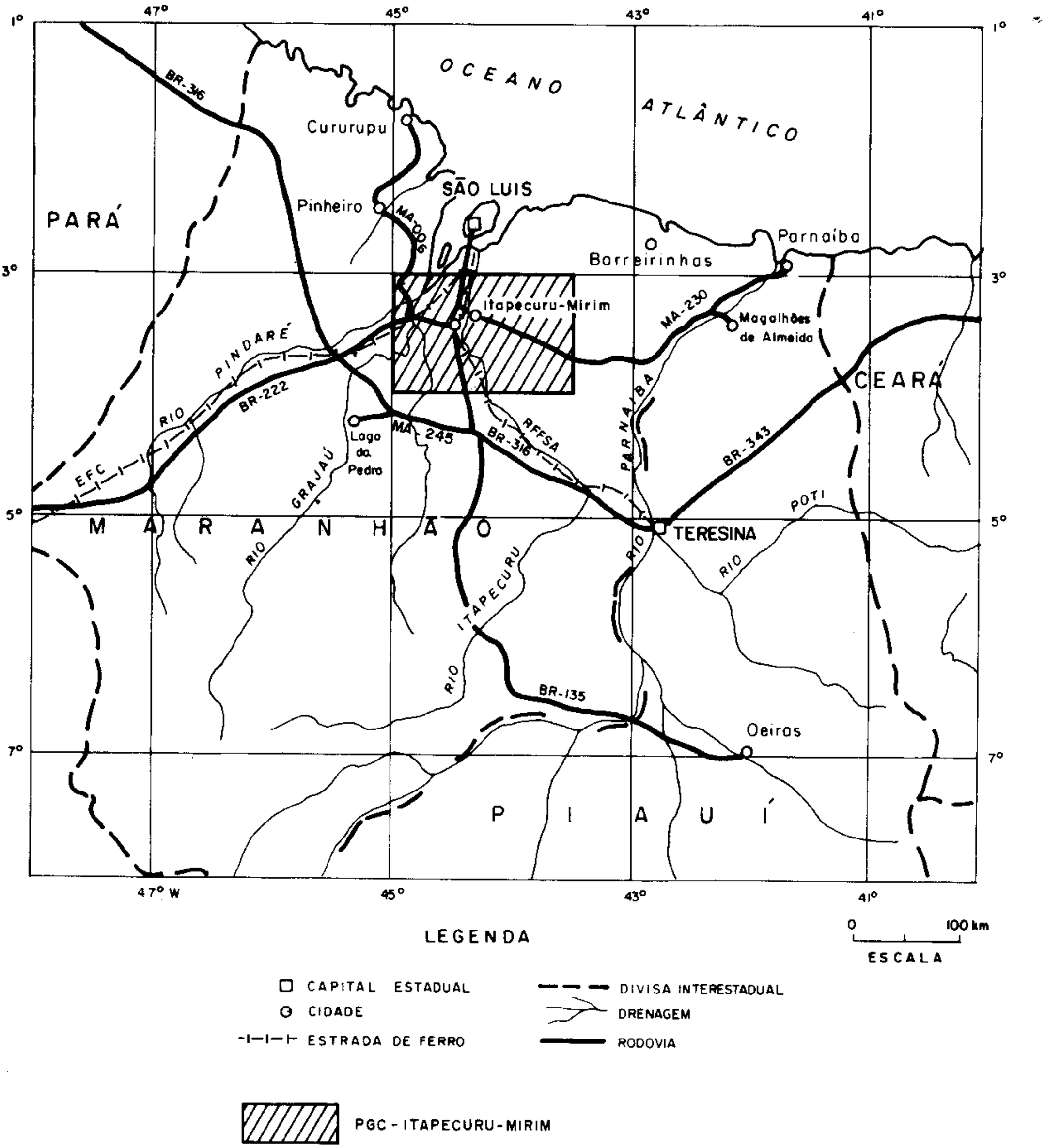


Figura I.1.1 – Mapa de localização.

2

Aspectos Sócio-Econômicos

A região apresenta núcleos populacionais relativamente desenvolvidos, como Itapecuru-Mirim, Vargem Grande, Arari e Vitória do Mearim, que contam com escolas públicas de primeiro e segundo grau, hospitais conveniados com o INAMPS e FUNRURAL e agências do Banco do Brasil e Banco do Estado do Maranhão.

Comunicações telefônicas via satélite, operadas pela Telecomunicações do Maranhão (TELMA) em convênio com a EMBRATEL, possibilitam ligações DDD com todas as localidades do território nacional. Agências da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (EBCT) estão instaladas em todas as localidades referidas. Os serviços de telex para utilização pública estão disponíveis apenas na capital, embora as agências bancárias contem com estes serviços para finalidades institucionais. Todas as localidades da região recebem sinais de televisão através da rede de repetidoras que operam com a EMBRATEL.

A energia elétrica é disponível em todas as sedes municipais com tensão de 220 V / 60 ciclos, sendo gerada nas hidroelétricas d Boa Esperança e Tucuruí, pertencentes ao sistema ELETROBRÁS/ELETRONORTE.

As principais atividades econômicas estão voltadas para a extração de coco e babaçu, cultivo de arroz e pecuária bovina. A atividade mineral é inexpressiva, limitando-se à explotação de insumos para a construção civil, especialmente argilas para a produção de tijolos, telhas, areias e cascalhos.

3

Aspectos Fisiográficos

Este texto tem por objetivo apresentar os resultados do levantamento geológico, na escala 1:250.000, dirigido para a avaliação da potencialidade em recursos minerais e hidrogeológicos da Folha Itapecuru-Mirim. Desta forma, os dados referentes à geomorfologia, clima, solos, hidrografia e vegetação foram compilados, fundamentalmente, com base em SUDENE (1963), IBGE (1977) e Projeto RADAM (1973), agregados de observações realizadas pela equipe do projeto durante as atividades de campo. Trabalhos específicos acerca destes temas constituem objetivos da atividade multidisciplinar do Programa Grande Carajás.

3.1 Clima

O clima na região, situada na transição entre o superúmido da Amazônia e o semi-árido do Nordeste (IBGE, 1977), caracteriza-se, na maior parte da folha, como quente semi-úmido tropical de zona equatorial qsutze (figura I.1.2); a porção sudeste encontra-se sob influência do clima quente semi-árido tropical de zona equatorial qsatze. Pelo método das curvas ombrotérmicas de Gaussen predomina o clima xeroquimênico, médio à atenuado, caracterizado por um período seco, de 4 a 6 meses, e um período úmido, marcado por chuvas torrenciais.

Dados fornecidos pelas estações meteorológicas de São Luís e São Bento situadas no âmbito da Folha São Luís (SA.23-Z-A), conforme Normas Climáticas da SUDENE (1963), indicam uma temperatura média anual da ordem de 26°C.

As curvas de isoietas anuais, de acordo com o IBGE (1977), mostram para a área uma pluviometria média crescente de sudeste para

noroeste, com valores de cerca de 1.500mm até pouco mais de 2.000mm. No âmbito da folha Itapecuru-Mirim foram identificadas, junto à CPRM e SUDENE, doze estações pluviométricas, (a localização e os dados da precipitação média mensal e do total médio anual dessas estações estão representados nas figuras I.1.3, I.1.4 e I.1.5 e tabela I.1.1). A análise desses dados indica: a) uma pluviometria média anual de 1.238mm e b) para todas as estações, um período chuvoso no intervalo de fevereiro a abril, e um período seco de julho a

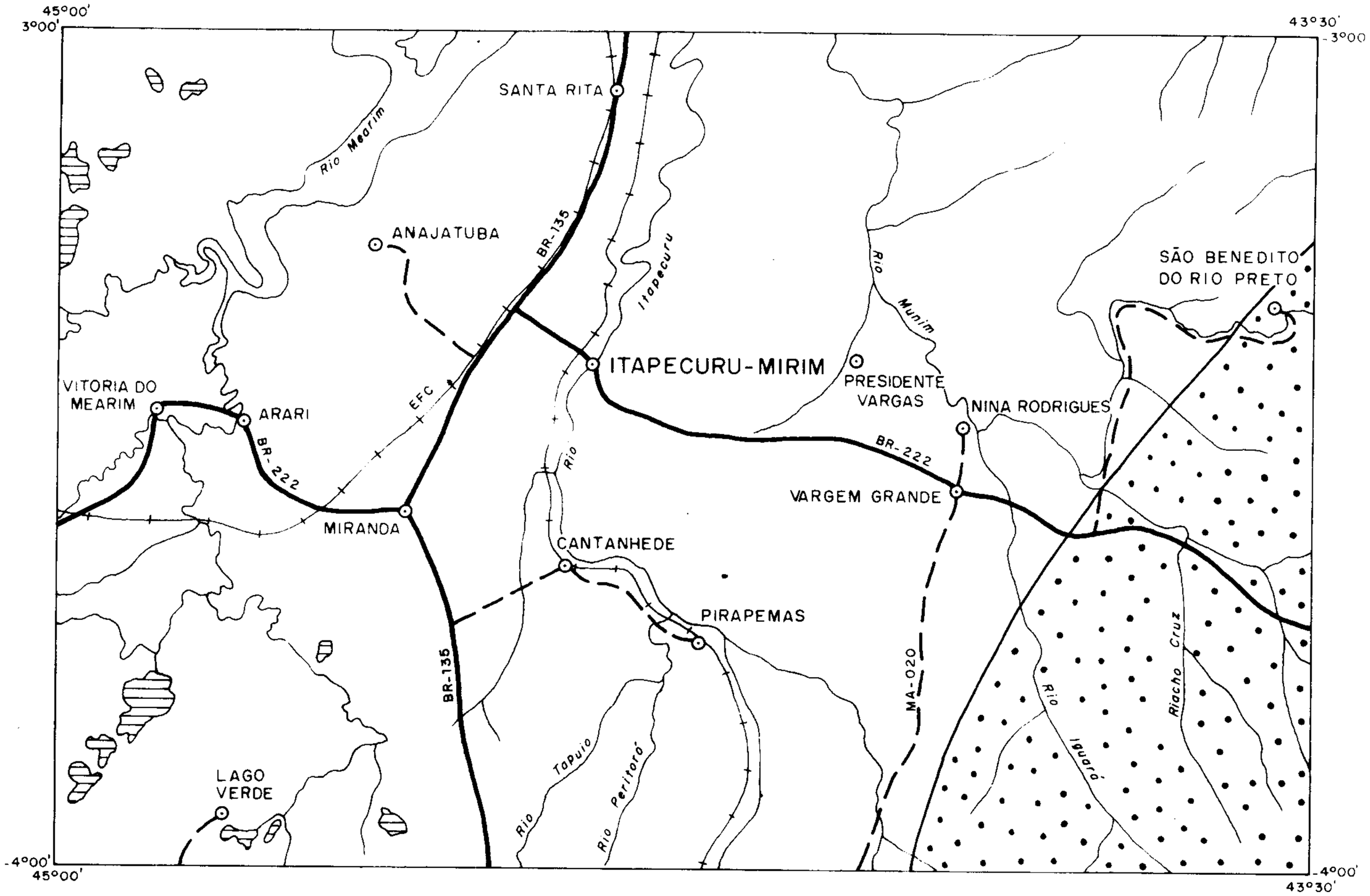


Figura I.1.2 – Tipos de clima de acordo com o IBGE (1977).

setembro. Com base nesses elementos foi elaborada a tabela I.1.2, contendo os percentuais precipitados para cada mês considerado chuvoso ou seco, verificando-se que, para os meses chuvosos, a precipitação média é superior a 50%, enquanto no período seco o valor médio máximo é da ordem de 6%.

Os dados fornecidos pelas estações acima referidas, adicionados àqueles da Estação Caxias, situada a aproximadamente 100km da porção sul da área (Folha Caxias SB.23-X-B), permitem as análises que se seguem.

A evaporação, no período de janeiro a julho, é sempre inferior à pluviometria, verificando-se o inverso no período de estiagem, de agosto a dezembro. O valor médio anual é da ordem de 940mm, com máximo de 100mm (outubro) e mínimo de cerca de 56 mm (fevereiro). A aná-

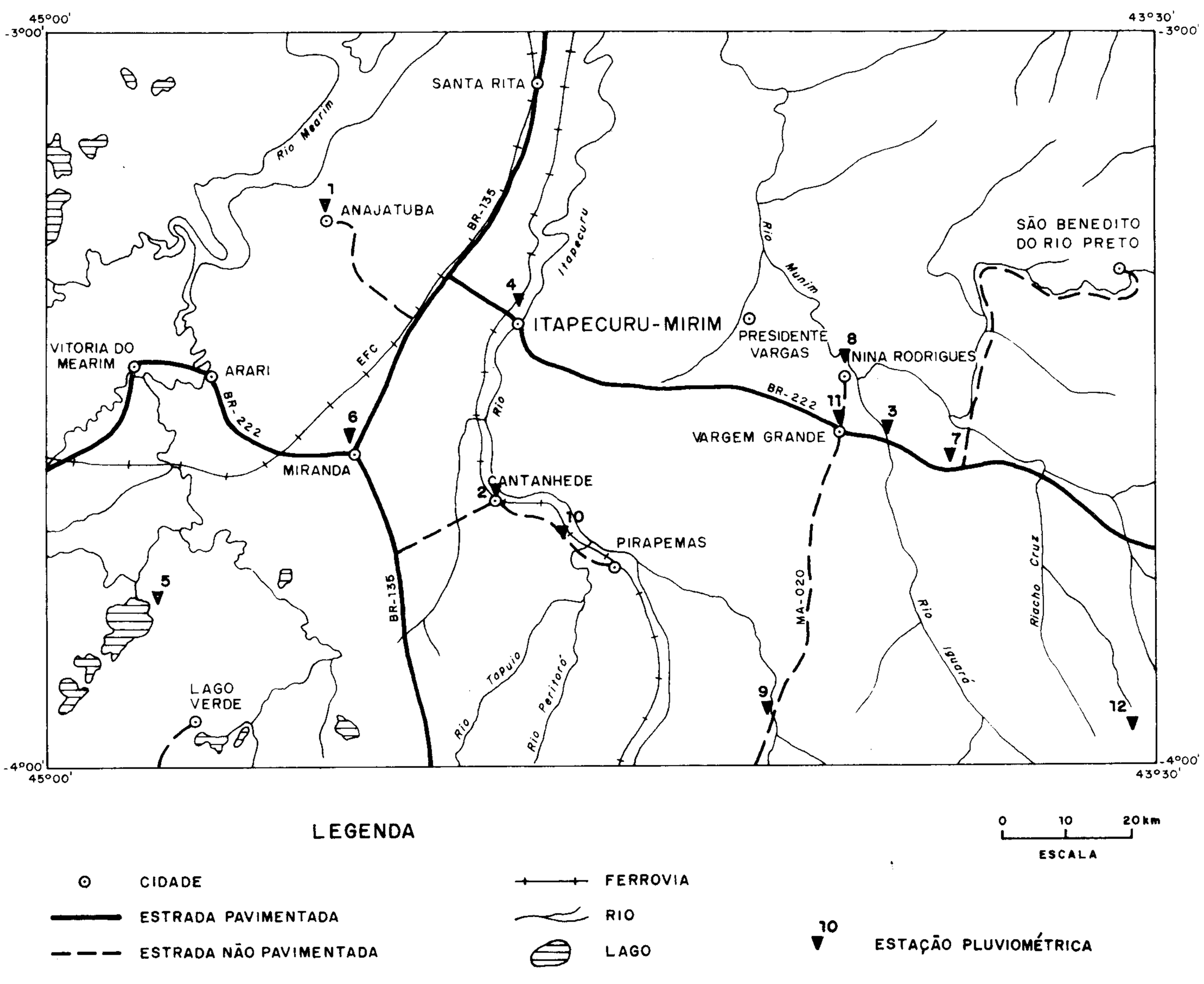
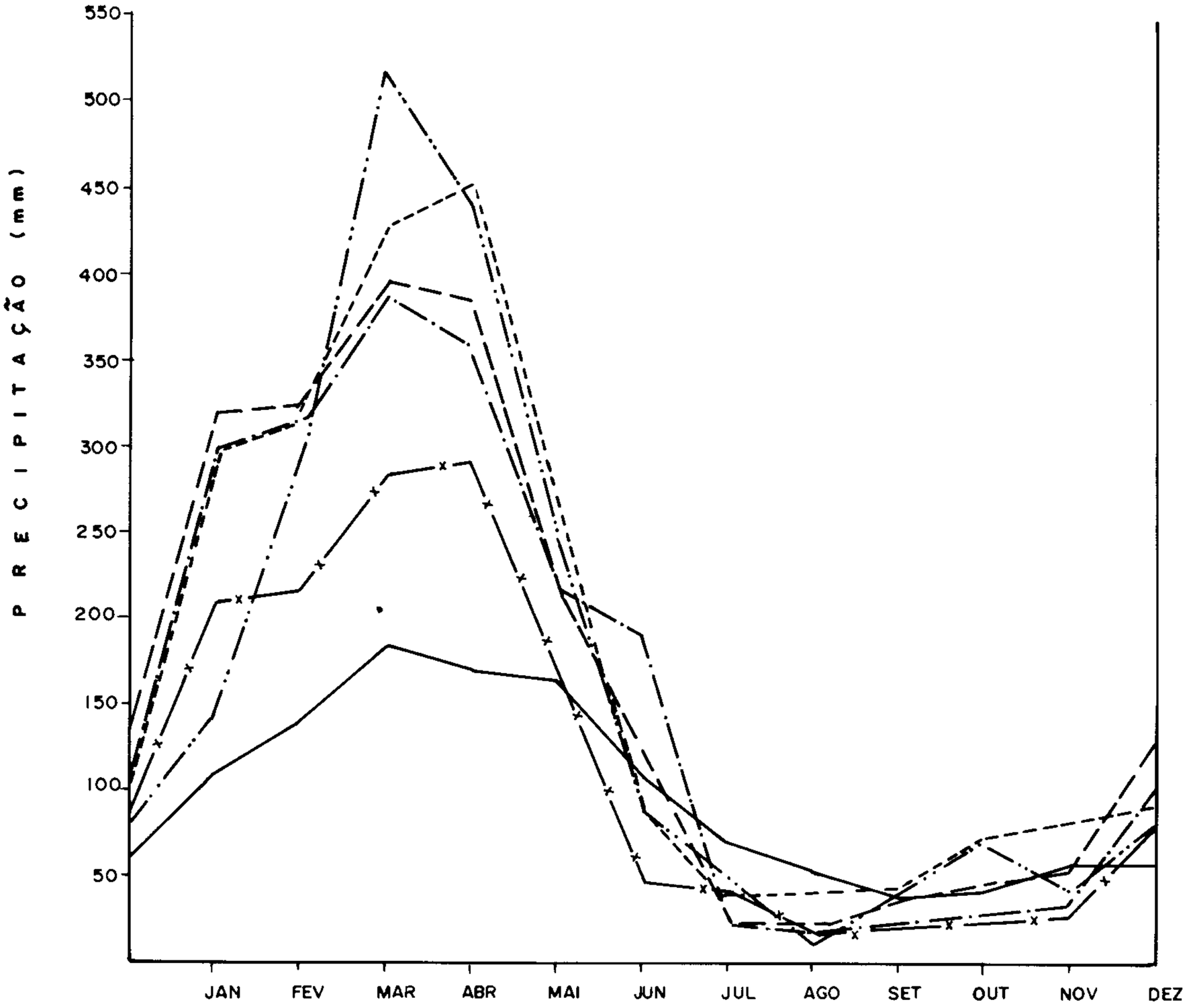
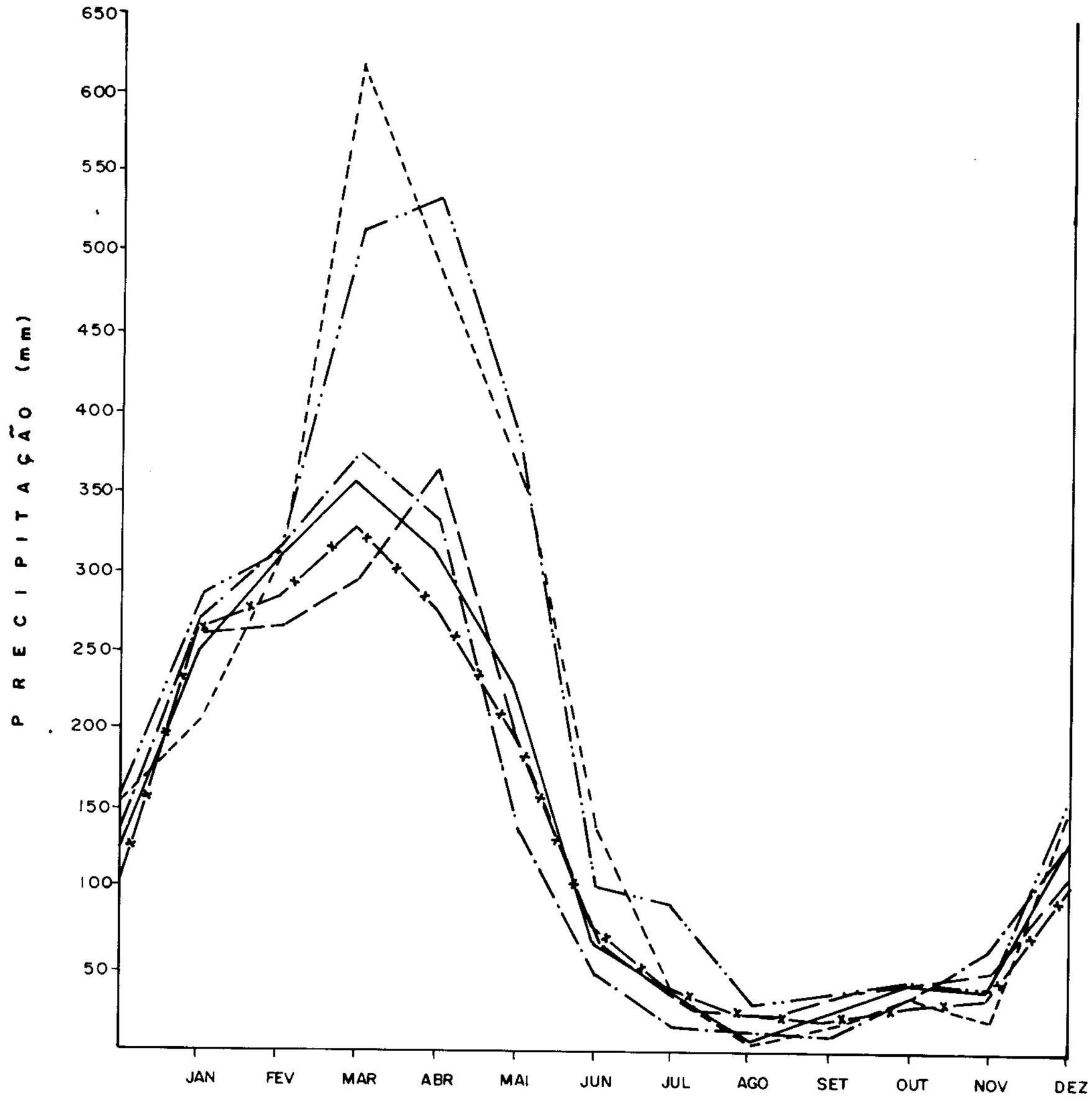


Figura I.1.3 – Estações pluviométricas.



Nº	SÍMBOLO	LOCALIDADE	PERÍODO	MÉDIA ANUAL (mm)
01	———	ANAJATUBA	1965 – 1983	1.238
02	—x—x—	ITAPECURU-MIRIM	1965 – 1983	1.739
03	—·—·—	IGUARÁ	1971 – 1988	1.709
04	— — —	CANTANHEDE	1965 – 1988	1.879
05	—··—··—	LAGO AÇU	1984 - 1988	2.020
06	--------	MIRANDA	1968 - 1988	2.161

Figura I.1.4 – Precipitações médias mensais. Os nºs referem-se às estações pluviométricas da figura I.1.3.



Nº	SÍMBOLO	LOCALIDADE	PERÍODO	MÉDIA ANUAL (mm)
07	———	FAZENDINHA	1973 – 1988	1.689
08	—x—x—	NINA RODRIGUES	1968 – 1988	1.505
09	—·—·—	PEDRAS	1979 – 1988	1.490
10	— — —	PERITORÓ	1972 – 1988	1.605
11	—··—··—	VARGEM GRANDE	1965 – 1974	2.545
12	--------	BREJO DO MEIO	1984 – 1988	2.422

Figura I.1.5 – Precipitações médias mensais. Os nº s referem-se às estações pluviométricas da figura. I.1.3

Tabela I.1.1 – Precipitação média mensal e total anual.

Estação			Precipitação (mm)													
			Média Mensal												Média Anual	
Nº	Código	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ponderada	Aritmética
01	00342006	Anajatuba	111,6	141,9	184,3	171,5	165,8	108,5	72,2	53,8	38,0	42,9	58,9	61,8	1.238	1.211
02	00344004	Cantanhede	317,7	323,1	396,0	385,5	220,7	75,7	24,7	24,6	38,2	45,5	55,9	135,7	1.874	2.043
03	00343001	Iguará	302,4	313,3	389,0	357,1	221,9	81,4	25,3	18,3	24,2	32,9	35,4	105,5	1.709	1.907
04	00344005	Itapecuru-Mirim	208,4	214,0	285,0	290,0	174,0	51,7	43,6	21,2	23,0	25,0	53,2	85,8	1.739	1.475
05	00344013	Lago Açu	139,8	291,8	514,5	441,7	250,8	88,2	52,8	11,3	37,0	69,6	38,9	81,8	2.020	2.018
06	00344012	Miranda	294,7	316,0	424,7	449,3	266,1	90,6	36,6	42,6	39,3	70,9	79,4	89,0	2.161	2.199
07	00343004	Fazendinha	250,0	309,9	357,9	314,3	227,2	71,0	37,7	11,6	23,2	43,9	38,9	128,5	1.689	1.814
06	00343003	Nina Rodrigues	264,1	283,0	332,1	279,5	198,3	80,8	40,7	24,4	21,7	30,2	34,7	103,4	1.505	1.693
09	00344008	Pedras	268,1	316,2	377,3	332,2	141,6	48,0	16,6	12,8	9,5	35,4	64,3	134,9	1.490	1.757
10	00344007	Peritoró	257,1	266,9	293,8	368,5	189,4	70,0	34,2	18,2	33,9	38,5	48,3	111,7	1.605	1.731
11	00343006	Vargem Grande	286,6	318,2	514,9	536,1	386,4	105,5	91,3	29,3	35,1	44,2	39,7	158,6	2.545	2.546
12	00343010	Brejo do Meio	206,8	312,8	621,9	485,3	367,9	142,6	36,9	5,0	16,7	35,4	19,1	156,3	2.422	2.407

Fonte: SUDENE/CPRM

Tabela I.1.2 – Destaque percentual de maior período chuvoso e seco.

Estação			Precipitação % (mm)							
			Período Chuvoso				Perídodo Seco			
Nº	Código	Local	Fev	Mar	Abr	Total	Jul	Agos	Set	Total
01	0034206	Anajatuba	11,72	15,22	14,16	41,10	5,96	4,42	3,14	13,52
02	00344004	Cantanhede	15,81	19,38	18,87	54,06	1,21	1,20	1,87	4,28
03	00343001	Iguará	16,43	20,40	18,73	55,56	1,33	0,96	1,27	3,56
04	00344005	Itapecuru-Mirim	14,51	19,32	19,66	53,49	2,96	1,44	1,56	5,96
05	00344013	Lago Açu	14,46	25,49	21,89	68,84	2,62	0,56	1,83	5,01
06	00344012	Miranda	14,37	19,31	20,43	54,11	1,66	1,94	1,79	5,39
07	00343004	Fazendinha	17,08	19,73	17,33	54,14	2,00	0,64	1,28	3,92
08	00343003	Nina Rodrigues	16,72	19,62	16,51	52,85	2,40	1,44	1,28	5,12
09	00344008	Pedras	18,00	21,47	18,91	58,38	0,94	0,73	0,54	2,21
10	00344007	Peritoró	15,42	16,97	21,29	53,68	1,96	1,05	1,96	4,97
11	00343006	Vargem Grande	12,50	20,22	21,06	53,78	3,59	1,15	0,14	4,88
12	00343010	Brejo do Meio	13,00	25,84	20,16	59,00	1,53	0,21	0,69	2,43

Fonte: SUDENE/CPRM

lise estatística e comparativa com a pluviometria, indica que 45% a 70% dos totais precipitados se perdem por evapotranspiração (da ordem de 860mm a 1.140mm anuais); de 30% a 55% correspondem a água que escoa na superfície, parte da qual se infiltra para alimentação dos aqüíferos.

A umidade relativa média situa-se no intervalo de 82% a 85%. O valor médio máximo é da ordem de 89%, correspondente ao mês de abril, enquanto o mínimo é de 77%, no mês de outubro.

A insolação média anual é da ordem de 2.500h; observa-se que as maiores médias correspondem ao período de maio a agosto, da ordem de 230h a 300h, enquanto as menores, ao intervalo de fevereiro a março, variando de 116h a 147h.

Os ventos apresentam direção predominantemente sudeste, com velocidades médias da ordem de 0,8m/s a 3,6m/s; e podem ser classificados, segundo a escala de Beaufort, como aragem à brisa leve.

3.2 Solos

Os solos estão intimamente relacionados às grandes feições que compartimentam o relevo, sendo aqui apresentados conforme proposto pelo levantamento exploratório de solos do Projeto RADAM (1973), utilizando o sistema de classificação da Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura.

Na Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense, que caracteriza a faixa litorânea que acompanha o grande recorte formado pelo afogamento dos estuários dos rios Itapecuru, Mearim, Pindaré e Munim, ocorrem solos hidromórficos (laterita hidromórfica, podzólico vermelho-amarelo concrecionário, concrecionário laterítico, aluvial e areias quartzosas), halomórficos (solonchak, solonetz solodizado e indiscriminado de mangue).

Na Superfície Sublitorânea de Bacabal, que representa uma área de colinas suaves que envolve o Golfão Maranhense, encontram-se solos não hidromórficos (podzólico vermelho-amarelo concrecionário e concrecionário laterítico); indiscriminados concrecionários; e areias-quartzosas.

No Pediplano Central do Maranhão, ocorrem areias quartzosas, solos concrecionários lateríticos e podzólicos vermelho-amarelos.

3.3 Hidrografia

Os rios maranhenses, por serem perenes, apresentam características diferentes dos demais rios nordestinos. Procedentes das chapadas maranhenses e piauienses, esses rios, entre os quais o Itapecuru, o Mearim e o Pindaré, têm seus mananciais em zonas de pluviometria entre 1.250mm e 2.000mm anuais, sendo favorecidos pela ocorrência de terrenos porosos em seus altos vales, os quais exercem alto papel armazenador.

Rios como o Mearim e o Grajaú caracterizam-se pelo regime equatorial, com comportamento semelhante ao dos afluentes meridionais do rio Amazonas. Com nascentes situadas nos chapadões, são marcados por um regime pluviométrico tropical, com máximos ocorrendo no verão; as precipitações prolongam-se até o outono, influenciando os cursos especialmente nas proximidades da foz. Nas cheias, os principais rios transbordam, inundando as amplas planícies fluviais; nos baixios, as águas represadas formam lagos que, às vezes, chegam a se manter durante todo o ano.

A hidrografia maranhense, grosseiramente ortogonal e com direções NE-SW e NW-SE (sendo esta

última mais freqüente na bacia do rio Itapecuru), parece refletir deslocamentos em épocas mais recentes, possivelmente no Terciário.

Os rios maranhenses têm seções encachoeiradas em seus cursos superiores, desenvolvidos no alto dos chapadões do sul do estado. O fato de drenarem essa região relativamente plana e terem o leito bem encaixado quando cruzam os tabuleiros, propicia-lhes boas condições de navegabilidade em extenso setor de seus cursos, apesar das oscilações do volume de água no decorrer do ano hidrológico. Os rios Itapecuru, Mearim e Grajaú têm bons trechos navegáveis. Mesmo em condições de vazante, serviram como veículo de orientação do povoamento inicial, tendo ainda hoje importância marcante para as populações ribeirinhas.

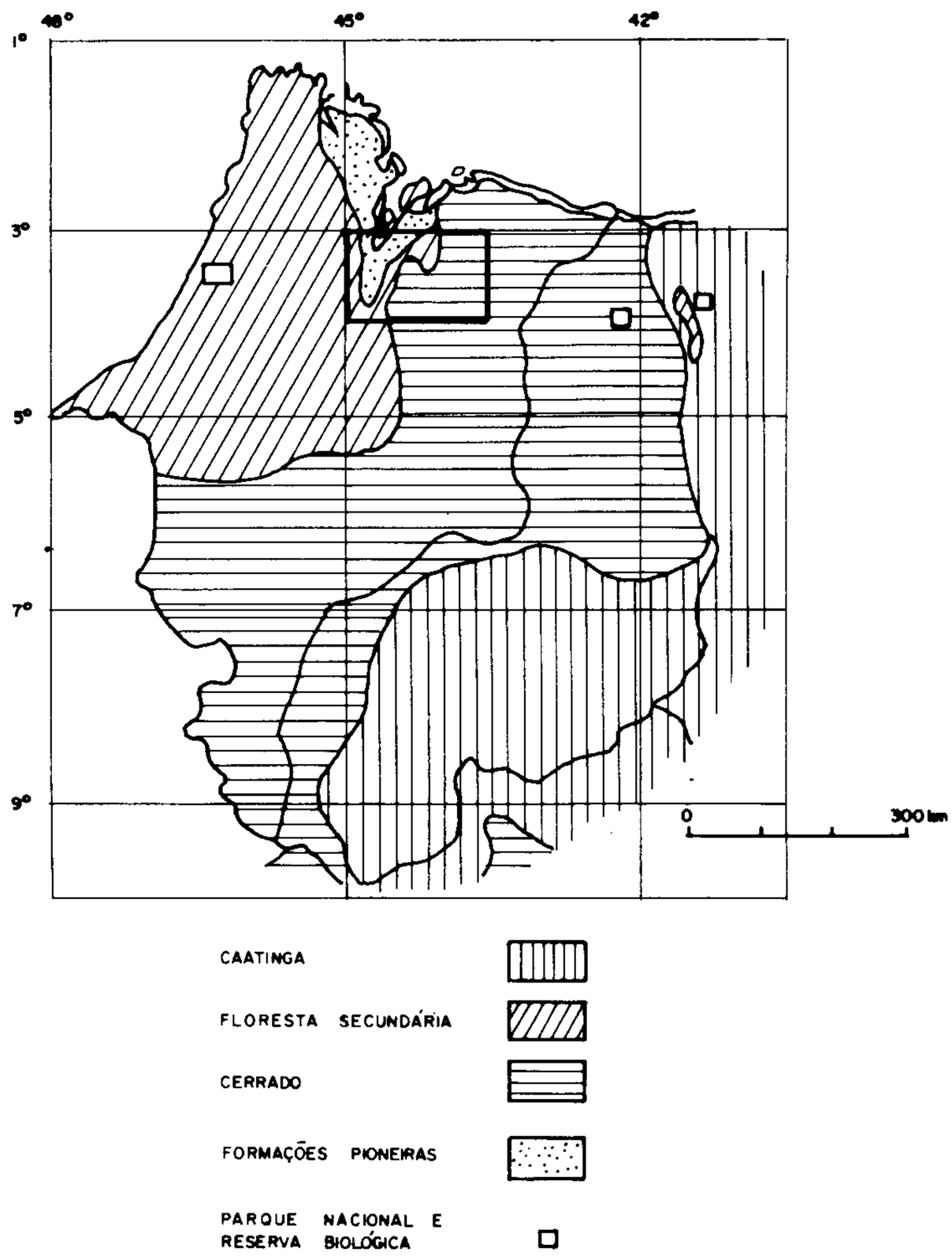
A penetração das marés através dos estuários é variável. No Mearim o fluxo marinho atinge até 184km, enquanto no Itapecuru não ultrapassa 22km. Estes rios, com cursos aproximadamente paralelos na planície, têm afluentes que os encontram em ângulo não muito acentuado; alguns deles, com pequena inclinação, divagam formando meandros.

O escoamento superficial adquire maior expressão após as primeiras chuvas, que caem depois da prolongada estação seca. Carreando segundo os declives, os aguaceiros são os principais agentes de transporte dos detritos oriundos da degradação mecânica. As gramíneas, que atapetam as depressões, exercem certa proteção para os solos, ante o impacto das primeiras chuvas, freando o escoamento e retardando a exportação de grandes proporções de detritos para os cursos d'água.

3.4 Vegetação

A área mapeada ocupa uma zona de transição entre os domínios ecológicos Amazônico e do Planalto Central, caracterizando-se pela presença de uma mescla de paisagens. A figura I.1.6 apresenta, conforme o IBGE (1977), a distribuição da vegetação para a porção ocidental da região nordestina.

Na Folha Itapecuru-Mirim ocorrem, conforme o Mapa Fitoecológico do Projeto RADAM (1973), áreas de Cerrado, Floresta Secundária e Formações Pioneiras, além de zonas de Contato.



Fontes: Geografia do Brasil, Região Nordeste – IBGE, 1977 Projeto RADAM – Folha SA.23, São Luís e parte da Folha SA.24, Fortaleza, vol 3 (1973).

Figura I.1.6 – Mapa de vegetação.

O Cerrado é formado por grandes extensões graminosas resultantes da devastação e do fogo periódico, apresentando no local árvores isoladas ou em pequenos grupos; ao longo dos cursos d'água ocorrem o babaçu e o pau-de-tucano.

A Floresta Secundária é composta por áreas de floresta decidual bastante alterada pela devastação para a agricultura. Contendo a babaçu-da-floresta como espécie dominante; vegetação latifoliada (capoeira) dominada por imbaúba, com poucas espécies da floresta decidual primitiva; e babaçual em grandes grupos, em meio a pequenos conjuntos da floresta secundária, provenientes da devastação da floresta sempre-verde.

As Formações Pioneiras constituem as primeiras fases do estágio sucessório nas regiões ecológicas, podendo ser divididas como de influência marinha ou aluvial. Àquelas se relacionam as vegetações de restinga (áreas de praia e duna) e manguezal, enquanto a estas se associam os campos graminosos das regiões deprimidas, conhecidos como Campos de Perizes, inundados periodicamente e com carnaúbas esparsas.

As zonas de Contato representam as áreas de mistura de espécies de diferentes regiões ecológicas. São encontrados na área os contatos Cerrado/Floresta Secundária e Floresta Decidual/Cerrado/Caatinga. No primeiro ocorrem pequenas áreas de floresta decidual bastante alterada, com grande número de babaçus e entremeadas de campo cerrado. No segundo se verifica a mistura de espécies da caatinga (caracterizada pelos sabiás), do cerrado (principalmente os paus-terra) e da floresta decidual (como paus-d'-arco), com babaçus nos vales, em meio a áreas cultivadas.

4

Aspectos Geomorfológicos

O Nordeste Ocidental constitui, por sua posição, uma área de transição entre os domínios morfoclimáticos Nordestino e da Amazônia Oriental. Por esta razão, ocorre na região um complexo de formas com características amazônicas a nordeste do rio Mearim, e de formas tabulares e de colinas a leste do rio Munim (IBGE, 1977).

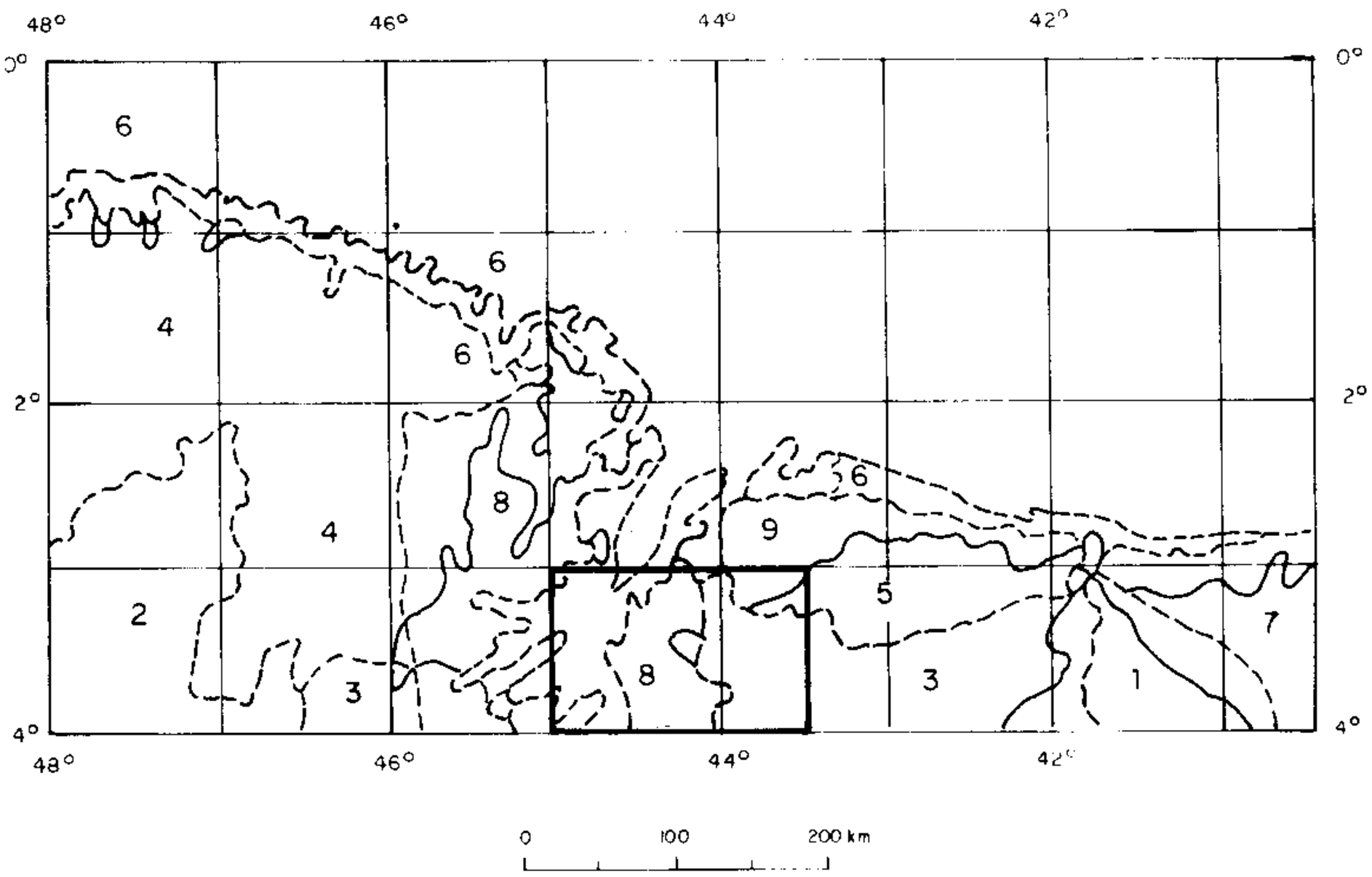
A Folha Itapecuru-Mirim, com um conjunto de relevos predominantemente baixos, tem como feição geomorfológica mais expressiva, a porção sul do Golfão Maranhense. A compartimentação do relevo, conforme o Projeto RADAM (1973) e DNPM (1986), está representada na figura I.1.7 e compreende:

– A Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense representando uma região rebaixada e alagadiça dos estuários afogados dos rios Pindaré, Mearim, Itapecuru e Munim, englobando a pequena planície flúvio-marinha de Perizes. Apresenta numerosas lagoas fluviais, extensas várzeas inundáveis, áreas colmatadas e um sistema hidrográfico divagante e labiríntico. Nas embocaduras, nos fundos das bocas e nas ilhas ocorrem manguezais. A expressão Golfão Maranhense foi adotada pelo Projeto RADAM (1973) com base na descrição original de Ab'Saber (1960).

– A Superfície Sublitorânea de Bacabal, formada por um conjunto de colinas suaves, modeladas em rochas sedimentares, representa uma faixa de transição entre a Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense e os níveis mais elevados do Pediplano Central do Maranhão. Recoberta por crostas ferruginosas, se eleva progressivamente em direção ao interior, a partir do núcleo de Perises, acompanhando o divisor Mearim Itapecuru. Esta superfície, caracterizada pelo DNPM (1986) como integrante do Domínio dos Baixos Platôs Litorâ-

neos, difere da planície do Golfão Maranhense por estar isenta da influência direta das marés; apesar disso, o represamento de alguns de seus rios é notado até em áreas muito distantes do litoral.

– O Pediplano Central do Maranhão constitui uma unidade de relevo com forma irregular, que ocupa o sudeste da folha, estendendo-se regionalmente entre os rebordos do Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão e as áreas com influência marinha. Com uma morfogênese predominantemente mecânica e aspecto geral aplainado pela erosão, é incluído no Domínio dos Baixos Platôs Litorâneos do DNPM (1986), sendo resultado da coalescência dos vales pedimentados dos rios Itapecuru, Mearim, Parnaíba, Corda e Alpercatas.



1 – Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão; 2 – Planalto Setentrional Pará-Maranhão; 3 – Pediplano Central do Maranhão; 4 – Planalto Rebaixado da Amazônia; 5 – Superfície Sublitorânea de Barreirinhas; 6 – Litoral das Rias e Lençóis Maranhenses; 7 – Depressão Periférica de Crateús; 8 – Superfície Sublitorânea de Bacabal; 9 – Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense.

Figura I.1.7 – Unidades Morfoestruturais no âmbito das folhas São Luís/Fortaleza (folhas SA.23/24), segundo RADAM (1973).

5
Metodologia

As atividades realizadas foram divididas em etapas de escritório e de campo, culminando com a elaboração da presente nota explicativa. A metodologia e a sistemática empregadas nessas etapas foram assim desenvolvidas:

A primeira etapa consistiu no levantamento e na aquisição de documentação, análise e apreciação da bibliografia, fotointerpretação com fotos aéreas de escalas 1:60.000 (TERRAFOTO) e 1:70.000 (SACS) e interpretação das imagens do satélite LANDSAT, sensor TM (bandas 3 e 4). Paralelamente, desenvolvia-se na Residência de Fortaleza da CPRM, atividades semelhantes na área de hidrogeologia.

O levantamento e a aquisição da documentação partiram das citações bibliográficas alistadas pelos projetos de Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Lima & Leite, 1978), Prospecção de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional (Araújo & Veríssimo, 1984) e Projeto RADAM (Folha São Luís - SA.23, 1973), para se chegar às referências bibliográficas de interesse da Folha Itapecuru-Mirim. No final foram selecionados quase setenta trabalhos, localizadas pouco mais de cinqüenta referências e elaborados trinta e um resumos com análises críticas.

Concluídos esses trabalhos preliminares, pôde-se finalmente preparar a programação de campo, necessária para sanar dúvidas geológicas e obter os parâmetros metalogenéticos e hidrogeológicos para a elaboração das cartas finais.

A primeira etapa de campo com o objetivo de realizar o levantamento e a avaliação do potencial mineral e hidrogeológico da folha, com especial atenção a avaliação das ocorrências minerais, foi iniciada com o reconhecimento das unidades aflorantes na Ilha de São Luís. Seguindo em direção sul, efetuaram-se observações estratigráficas, hidrogeológicas, geo-

morfológicas, tectônicas, mineralógicas, petrográficas e de geologia econômica dos pontos mais conspícuos ao longo dos deslocamentos estabelecidos. No final da campanha, estavam concluídas seis seções geológicas e descritos trinta pontos ao longo de rodovias e acessos mais importantes da área da folha em epígrafe.

Concluída a primeira etapa de campo, foram atualizadas as bases cartográficas e a fotointerpretação; preenchidas as planilhas de descrição de afloramentos e procedida a seleção de amostras para análises petrográficas.

A segunda etapa de campo prosseguiu com o levantamento de mais quarenta e oito seções e quarenta pontos descritos, percorrendo-se praticamente todas as rodovias federais e estaduais que cortam a folha. Ainda nesta etapa, foi pela primeira vez utilizada a sistemática de descrição de perfis lateríticos.

No término de mais esta etapa, os novos dados e amostras tiveram o mesmo procedimento do período anterior.

A terceira e última etapa de campo compreendeu o cadastro das ocorrências minerais e o inventário hidrogeológico básico, a partir dos dados, informações e materiais (PROSIG, *overlays*, etc) obtidos junto ao 10º Distrito do DNPM, em Fortaleza (CE).

A etapa seguinte, restrita a trabalhos de escritório, consistiu na elaboração das cartas geológicas, metalogenéticas, de pontos de água, de previsão de recursos minerais, de previsão para planejamento de ações governamentais e de zoneamento hidrogeológico. Todas na escala de 1:250.000.

As atividades foram encerradas com a redação do texto explicativo que, juntamente com as cartas finais, compõem o presente relatório.

6

Trabalhos Anteriores

O estado do Maranhão desde o início do século, tem sido alvo de estudos geológicos, principalmente na região do rio Gurupi, onde localizam-se importantes mineralizações auríferas. Destaca-se o trabalho de Lisboa (1914), onde o autor discorre sobre a geografia, situação e acesso da geologia das jazidas de ouro e geologia da região

Em 1949, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) iniciou, através de Campbell, estudos geológicos na Bacia do Parnaíba, visando a prospecção do petróleo, resultando na elaboração da primeira coluna estratigráfica da bacia, que serviu de base à usada atualmente.

Em 1951, Freitas publicou ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil, enfocando a Bacia do Parnaíba com conceitos estratigráficos novos, e colocando a Formação Itapecuru no Cretáceo Superior.

Entre 1955 e 1956, Kegel realizou estudos sobre o estilo dos dobramentos e as discordâncias dos estratos sedimentares da Bacia do Parnaíba.

Em 1960, Ab'Saber fez uma análise geomorfológica do Golfão Maranhense, identificando oito etapas essenciais da sua geomorfogênese.

Mesner e Wooldridge (1962), executando trabalhos para a Petrobrás, dividem a coluna estratigráfica da Bacia do Maranhão e suas sub-bacias em três grandes seqüências, caracterizadas por climas e esquemas tectônicos diferenciados.

Aguiar (1969) apresenta uma síntese da geologia da Bacia do Maranhão, visando suas possibilidades para petróleo. Este autor, propõe modificações no esquema estratigráfico montado por Mesner e Wooldridge (1962) e publica, em 1971, uma revisão geológica da Bacia do Maranhão.

Resende e Pamplona (1970) apresentam trabalhos onde definem, por métodos gravimétricos, o limite das bacias epicontinentais de São Luis e Barreirinhas.

Em 1971, foi executado o Projeto Itapecuru, trabalho da CPRM para a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, que constou de um reconhecimento geológico-radiométrico preliminar. Além da prospecção de urânio, o projeto caracterizou radiometricamente as unidades paleozóicas da Bacia do Maranhão.

Em 1973, o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), através do Projeto RADAM, realizou um amplo estudo interdisciplinar na área da Folha SA.23 (São Luís), abrangendo geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra.

Em 1975, foi publicado pela Companhia Maranhense de Pesquisa Mineral (CODEMINAS) o Relatório de Compilação e Análise da Bibliografia Geológica e dos Recursos Minerais do Maranhão. Este trabalho constitui uma análise detalhada de toda a literatura geológica publicada sobre o Maranhão e contém um levantamento de todos os recursos minerais detectados até a data da publicação.

Através do Convênio DNPM/CPRM, foi realizado em 1978, o projeto Estudo Global dos Recursos Minerais, da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Lima & Leite, 1978), incluindo todo o estado do Piauí, a quase totalidade do Estado do Maranhão e partes do Pará, Goiás (atualmente Tocantins) e Bahia. Neste projeto foram estabelecidos conceitos inéditos relativos à estratigrafia, estrutura, parâmetros geoquímicos, metalogênese, geo-economia e outros aspectos técnico-geológicos da extensa área pesquisada.

Pelo mesmo Convênio, foi feito um levantamento hidrogeológico da área em 1979 (Silva, 1979).

Abreu, Lesquer e Byamungu (1984) apresentam uma interpretação integrada dos dados geológicos e geofísicos (gravimétricos) do Brasil setentrional, estabelecendo a geometria das porções crustais.

Caputo (1984), apresenta uma revisão estratigráfica da Bacia do Parnaíba, emitindo nova interpretação sobre suas feições tectônicas, paleoclimáticas e paleogeográficas.

O projeto Prospecção de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional (Araújo & Veríssimo, 1984) reúne os resultados do levantamento das turfeiras do Maranhão, Piauí e Ceará.

A partir da integração de dados geológicos e geofísicos da bacia do Parnaíba e dos terrenos pré-cambrianos adjacentes, Cunha (1986), apresentou uma análise interpretativa da gênese da bacia e sua evolução no Paleozóico.

Em 1986, o DNPM publica o Mapa Geológico do Estado do Maranhão", escala 1:1.000.000. Trata-se de um mapa de compilação geológica e de recursos minerais, obtidos da atualização do mapa do projeto Estudo Global dos Recursos Minerais, da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Já, com o produto do Programa Grande Carajás, foi concluído em 1987 o mapeamento da Folha Santa Inês (SA.23-Y-D), que faz limite a oeste com a Folha de Itapecuru-Mirim (SA.23-Z-C).

PARTE II

Geologia e Hidrologia de Parte da Região Norte do Estado do Maranhão

1

Geologia Regional

1.1 Considerações Gerais

A Folha Itapecuru-Mirim está situada na porção setentrional da Bacia do Parnaíba, na região nordeste ocidental brasileira.

A Bacia do Parnaíba ou do Maranhão, constitui a Província Estrutural do Parnaíba, definida por Almeida *et al.* (1977) (figura II.1.1). Esta bacia, do tipo intracratônica, ocupa uma extensão territorial de 600.000km^2, abrangendo terrenos dos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Bahia, Tocantins e Pará (figura II.1.2). Constituída por sedimentos essencialmente terrígenos, a bacia apresenta uma coluna sedimentar com pouco mais de 3.000m, dos quais 2.500m são de idade paleozóica.

O preenchimento da bacia teve início no Siluriano, encerrando-se no Cretáceo Médio. Sua evolução é caracterizada por grandes ciclos deposicionais, que envolvem mudanças ambientais e climáticas separados por discordâncias erosionais.

1.2 Contexto Geotectônico

A Bacia do Parnaíba constitui-se numa sinéclise ou numa bacia intracratônica, localizada sobre a litosfera rígida do tipo continental. Limita-se a noroeste com o Arco Tocantins, a sul e sudoeste com o Arco Médio São Francisco, a este e oeste com o Escudo Costeiro Brasileiro e o Escudo Central Brasileiro, respectivamente (figura II.1.3). A norte estão implantadas as Bacias Marginais Cretácicas de São Luís e Barreirinhas, surgidas em resposta ao rifteamento que provocou a migração das placas Sul-Americana e Africana, e cuja borda interna é representada pelo Arco Ferrer-Urbano Santos.

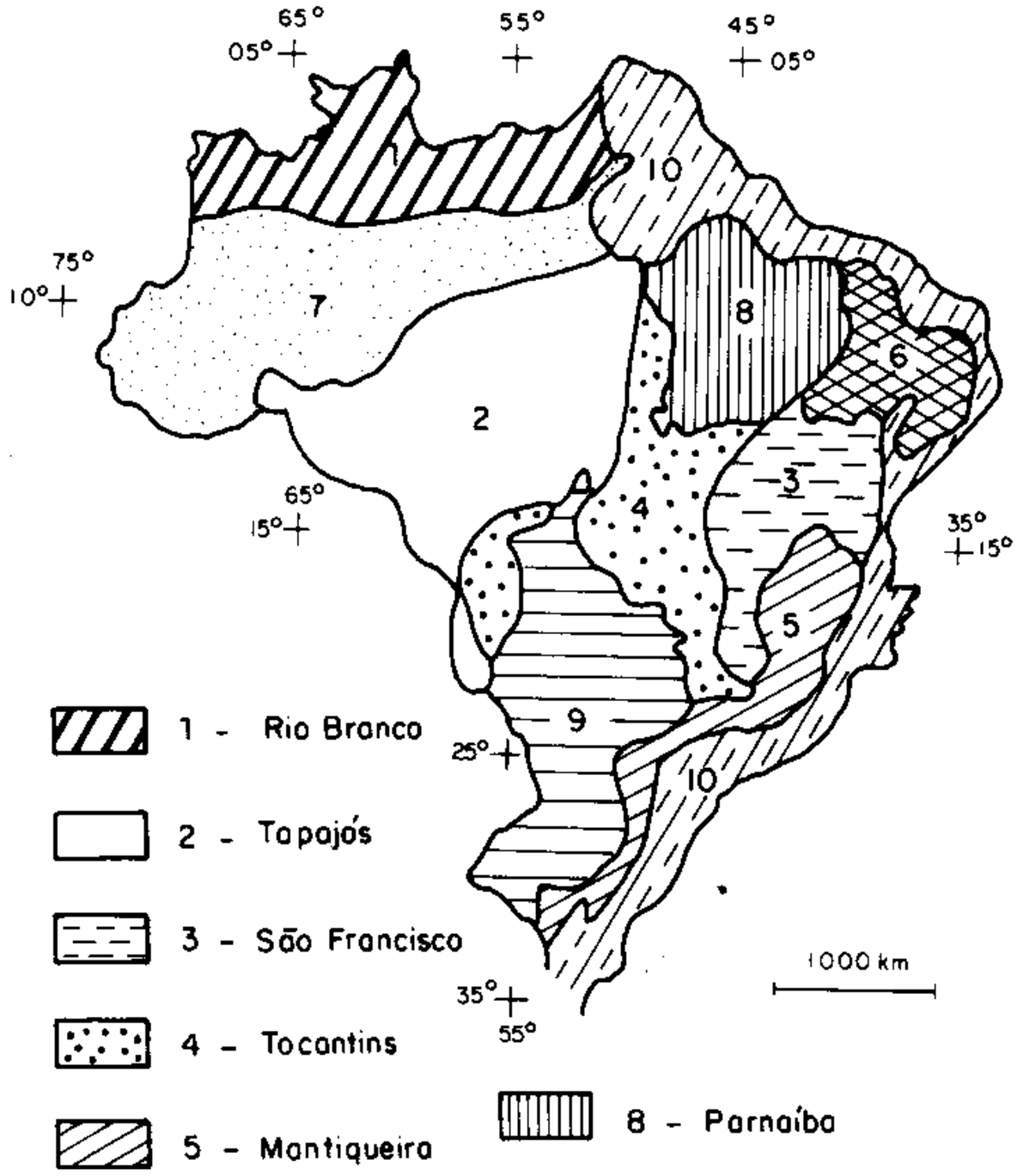


Figura II.1.1 – Províncias Estruturais do Brasil (segundo Almeida et al., 1977).

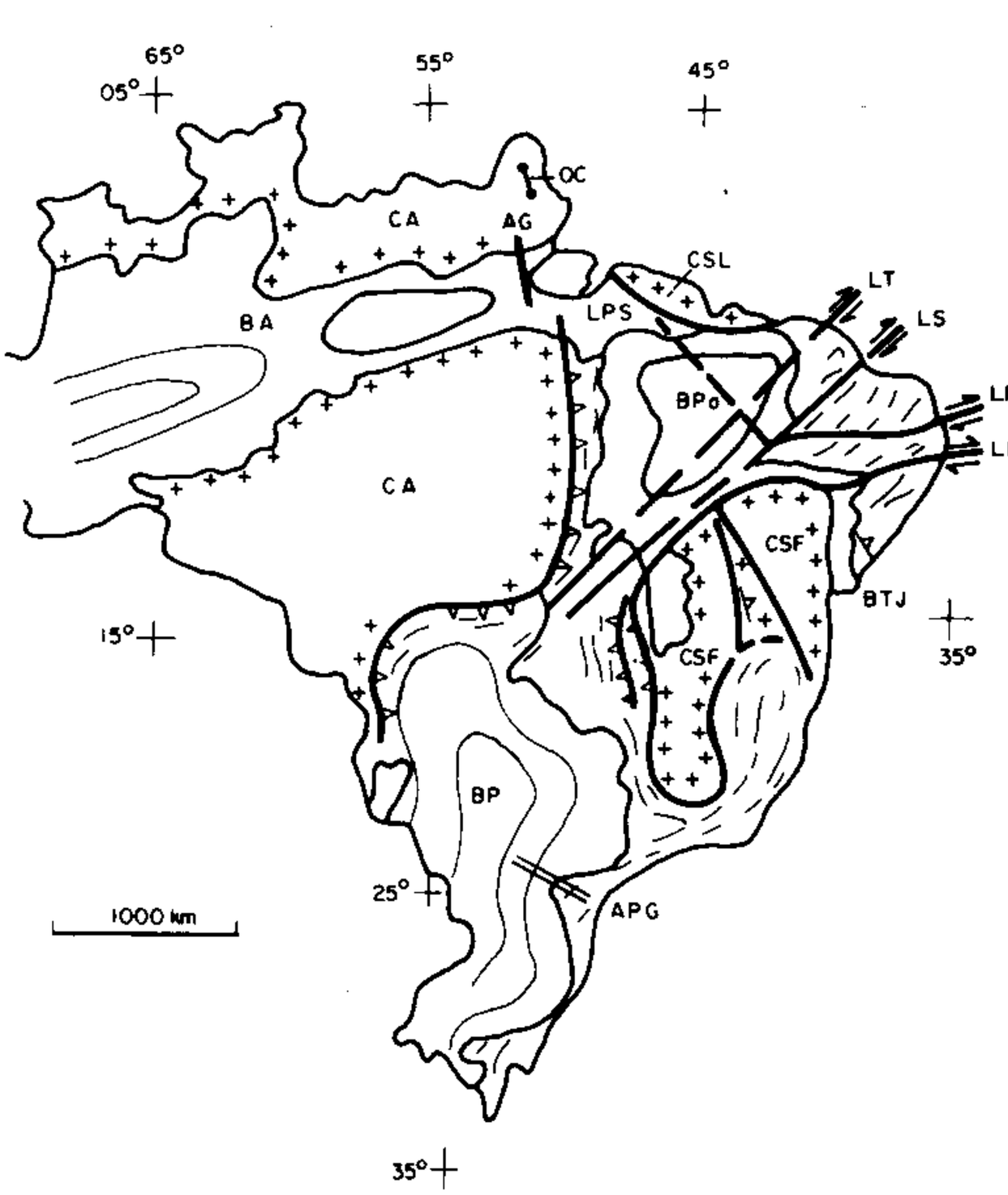


Figura II.1.3 – Localização da Bacia do Parnaíba (BPa) em relação às principais bacias paleozóicas do Brasil (BA – Bacia do Amazonas; BP, Bacia do Paraná), os crátons e o proterozóicos (Amazônico – CA; São Luis – CSL; e São Francisco – CSF) e as faixas de dobramentos geradas ou principalmente envolvidas na tectônica proterozóica média-superior:

DC – Sistema de diques básicos Cassiporé (Triássico-Jurássico)
AG – Arco de Gurupá
LT – Lineamento (Zona de cisalhamento) Transbrasiliano
LS – Lineamento Senador Pompeu (Cinturão de Cisalhamento Mombaça)
LP – Lineamento Patos
BTJ – Bacia Tucano-Jatobá
APG – Arco de Ponta Grossa
LPS – Lineamento Picos/Santa Inés
LPe – Lineamento Pernambuco

Figura II.1.2 – Mapa de localização da Bacia do Parnaíba (modificado de Zembruscki e

Boa parte desses limites estão mascarados por sedimentações mesocenozóicas, como na borda noroeste, que é o limite com a Bacia Mexiana-Limoeiro; ao longo da borda setentrional (limite com as bacias de Barreirinhas e de São Luís) e na borda sul, na área de ocorrência da Formação Urucuia.

O embasamento onde se instalou a bacia foi profundamente afetado durante os episódios tectono-magmáticos do Ciclo Brasiliano. Cunha (1986) ressalta a existência de dois grandes lineamentos que teriam condicionado a bacia: o Lineamento Transbrasiliano de direção NE-SW, com 2.700km que estende-se do Ceará ao Mato Grosso do Sul, entrando em território paraguaio e argentino; e o Lineamento Picos-Santa Inês de direção NW-SE.

Os estratos que preencheram a bacia possuem direções subordinadas às principais linhas de fraturamento NE-SW, NW-SE e N-S (Lima & Leite, 1978). A suavidade dos mergulhos, inferiores a 10m/km, não permite a visualização de dobramentos de grande porte, em escala de afloramento.

Mesner e Wooldridge (1964) propõem três megaciclos para a sedimentação da bacia, separadas por duas grandes discordâncias erosivas. A primeira aconteceu na passagem do Mississipiano para o Pennsylvaniano, e a outra durante o Jurássico.

O primeiro ciclo caracterizou-se pela predominância do clima temperado e úmido. Na base ele é representado por folhelhos escuros e arenitos cinzas de origem marinha e idade siluriana. No topo estão os arenitos de cor cinza de origem marinha, deltaica e continental do Mississipiano. Corresponde às formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti.

No segundo ciclo predominaram condições de clima semi-árido e seus sedimentos repousam sobre os do ciclo anterior em suave discordância angular. Constituído de delgadas camadas de calcário marinho, dolomitos vermelhos, anidritas, arenitos eólicos e *red beds* do Pennsylvaniano, o ciclo teve continuidade com a deposição de arenitos eólicos, dolomitos, *cherts* e *red beds* do Permiano. Finalizando o ciclo, aparecem os arenitos eólicos e fluviais do Triássico. Estas litologias constituem as formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca, Pastos Bons e Sambaíba.

O último ciclo inicia após a discordância do Jurássico, mas é no Cretáceo que tem o seu maior desenvolvimento. A deposição inicia com folhelhos pretos, lacustrinos, contendo finas camadas de calcário marinho e anidritas passando a folhelhos cinzas e arenitos marinhos, concluíndo o ciclo com os clásticos continentais. Compreende as formações Corda, Codó, Grajaú e Itapecuru.

Cunha (1986), apresenta num esquema evolutivo, algo diferente do proposto por Mesner e Wooldridge (1964), caracterizando a sedimentação da bacia (figura II.1.4) como resultante de cinco grandes ciclos tectono-sedimentares:

a – Ciclo Siluriano: marca o início da sedimentação com a deposição dos clásticos fluviais do Grupo Serra Grande (formações Ipu e Jaicós), com ocorrência de transgressão marinha representada pelos sedimentos da Formação Tianguá. Entre o Siluriano e o Devoniano ocorre um soerguimento da região ocasionando uma discordância erosiva;

b – Ciclo Devono-Mississipiano: este ciclo é caracterizado pela deposição do Grupo Canindé (formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças e Longá) e da Formação Poti, com a sedimentação refletindo sucessivas transgressões e regressões marinhas com influência das geleiras do Devoniano Médio. Na transição do Devoniano para o Mississipiano ocorre um novo soerguimento epirogenético,

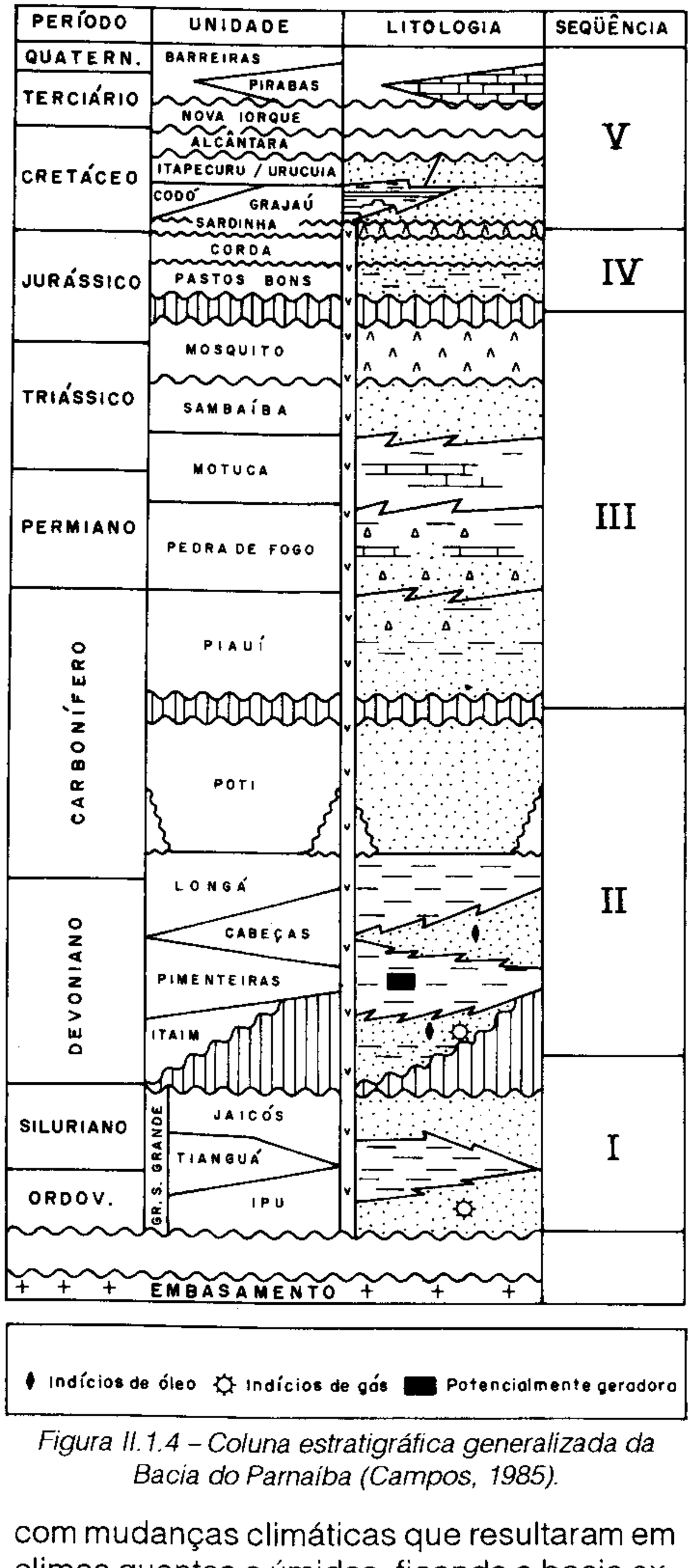


Figura II.1.4 – Coluna estratigráfica generalizada da Bacia do Parnaíba (Campos, 1985).

com mudanças climáticas que resultaram em climas quentes e úmidos, ficando a bacia exposta e submetida aos processos erosivos, favorecendo o aparecimento de uma ampla superfíciedediscordância.

c – Ciclo Pennsylvaniano-Triássico: neste ciclo ocorre a deposição das formações Piauí, Pedra de Fogo e Motuca, em ambiente continental com raras ingressões marinhas. As condições climáticas que imperaram na época foram de acentuada aridez. As comunicações com o mar ficaram restritas, devido ao soerguimento do Arco Tocantins.

d – Ciclo Juro-Triássico-Eocretáceo: caracterizado por manifestações vulcânicas com diques e soleiras de diabásio, havendo sedimentação em ambiente influenciado por clima árido, resultando na deposição das formações Sambaíba, Mosquito, Pastos Bons, Corda e Sardinha.

e – Ciclo Cretáceo: marca o final da sedimentação da Bacia do Parnaíba com a deposição de clastos terrígenos e carbonatos de ambientes marinho restrito, lagunar e continental, originando as formações Grajaú/Codó e Itapecuru/Urucuia.

Após o último ciclo, desde o limiar do Terciário, a região passa por um período de calma tectônica, tendo ocorrido apenas movimentos epirogênicos. A sedimentação se processou sob regime de clima quente e úmido alternado com clima árido. Essas condições propiciaram a atuação de processos de laterização, tendo-se desenvolvido perfis lateríticos imaturos, interrompidos por processos de peneplanização que provocaram a dissecação do relevo de platôs do Terciário, ocorrendo remobilização parcial do perfil desenvolvido.

Após a deposição da Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica, ocorre marcado soerguimento. Como conseqüência, os sedimentos da cobertura detrítica e/ou laterítica ficam expostos a processos erosivos, ocasionando a fixação da atual rede de drenagem, com deposição dos terraços aluviais.

2

Estratigrafia

2.1 Considerações Gerais

Os trabalhos desenvolvidos no âmbito da Folha Itapecuru-Mirim, conduziram à individualização de três unidades litoestratigráficas: (conforme apresentado na figura II.2.1) Formação Itapecuru, Cobertura Detrítico-Laterítica e Coberturas Quaternárias.

O Mesozóico está representado pela Formação Itapecuru, de idade cretácica, pouco fossilífera, e composta dominantemente por siltitos e argilitos. Com laminação plano-paralela, além de pelitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, pelitos tabulares com delgadas intercalações de calcários finos a muito finos com grânulos de quartzo.

Os processos de laterização que incidiram sobre essa unidade no Tércio-Quaternário, deram origem à ampla Cobertura Detrítrico-Laterítica que ocupa a maior extensão da folha.

Sedimentos pleistocênicos e holocênicos de origem marinha, eólica, flúvio-marinha, flúvio-lacustre, de mangues e fluviais, completam o quadro estratigráfico da área, distribuindo-se principalmente pelo quadrante nordeste da folha e ao longo da bacia do rio Mearim em sua porção ocidental.

2.2 Cretáceo

2.2.1 Formação Itapecuru – Ki

2.2.1.1 Histórico

Lisboa (1914) *apud* RADAM (1973): chamou de Camadas Itapecuru aos sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, ao norte da cidade de Pastos Bons, posicionando-os, com dúvidas, no Permiano.

LITOESTRATIGRAFIA		CRONOESTRATIGRAFIA				LITOLOGIAS	AMBIÊNCIA	POTENCIAL MINERAL
COB. QUATERNÁRIAS		FANEROZÓICO	COBERTURAS QUATERNÁRIAS					
Qhfl	Flúvio-lacustre		CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Holoceno	Areias finas à médias e pelitos subordinados.	Sistema fluvial meandrante. Depósitos de canal, barras fluviais, de planície de inundação e de mangue.	Areias e argilas.
QHa	Aluviões fluviais					Areias com lentes de pelitos e de cascalhos.		Areia e cascalho para a construção civil.
QHg	Mangues					Argilas e vasas.		Argilas
QPe	Eólico				Pleistoceno	Areias finas à médias em partes francamente consolidadas.	Eólico	Areias para fins industriais
QPag	Preenchimento					Argila adensada com areia fina disseminada.	Depósitos de preenchimento da porção interna, Galpão Maranhense.	---
QPm	Marinho					Areias quartzosas bem selecionadas.	Marinho	Areias para fins industriais
COB. DETR. LATERÍTICA			COBERTURA DETRÍTICO LATERÍTICO					
TQdl1b	Petroplintito			TERCIÁRIO	Tércio-Quaternário	Canga laterítica ferruginosa.	Alteração Supergênica in situ	Laterito para brita
TQdl1a	Plintito					Laterito imaturo argilo-arenoso, cascalho-amarelado. Argilitos variegados		Argilas e caulim
B. SED. DO PARNAÍBA			BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA					
Ki	Formação Itapemirim		MESOZÓICO	CRETÁCEO	Superior	Siltitos e argilitos cinza-claro à cinza-esverdeado, creme, rôseo e bordô, com laminação plano-paralela. Pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo. Pelito tabulares com intercalações de calcário. Arenitos finos com grânulos de quartzo.	Transicional: deltáico e planície de maré	Argila, caulim e água subterrânea

Figura II.2.1 – Coluna litoestratigráfica.

Price (1947): relata a ocorrência de vértebras de saurópodo em camadas de arenito calcário grosseiro, conglomerático, com estratificação cruzada na base da Ilha de Livramento, situada defronte à cidade de Alcântara. Atribui ao achado fóssil, idade posterior ao Triássico e anterior à Formação Barreiras do Terciário, considerando-o, portanto, cretácico.

Campbell *et al.* (1948): propuseram o nome de Formação Serra Negra para os sedimentos referidos, inicialmente, ao Terciário e que ocorrem sotopostos à Formação Barreiras e sobrepostos à Formação Codó, encontrados na serra de mesmo nome. Subdividiram o perfil aflorante em dois pacotes: um basal, constituído por folhelhos vermelhos e cinzentos, contendo lentes de arenitos e poucas camadas calcíferas, distribuídos nas terras baixas em torno das colinas, denominando-o de "Camadas Sopé"; e outro superior, constituído por arenito desde fino a seixoso, com estratificação cruzada e siltito de cores variegadas, predominando tonalidades marrom, avermelhada e rósea, contendo leitos de folhelho vermelho, e denominando-o de "Camadas Serra". O pacote basal que assenta discordantemente sobre a Formação Corda, foi interpretado como de fácies subaquosa, e a presença de leitos calcíferos indicaria uma passagem da sedimentação marinha para continental. As camadas Serra, de origem continental, estão sotopostas discordantemente à Formação Barreiras, sendo a discordância caracterizada por nível de cascalho e seixos de limonita, ricos em óxidos de ferro.

Posteriormente, Campbell (1949), em seu trabalho de revisão estratigráfica da Bacia do Maranhão, propôs formalmente o termo Formação Itapecuru para designar as Camadas Itapecuru de Lisboa (1914), incluindo nesta unidade, as camadas da Formação Serra Negra, e atribuindo-lhe idade cretácica.

Mesner & Wooldridge (1964) consideraram a Formação Itapecuru como de idade albiana, por correlação com a Formação Tutóia da Bacia de Barreirinhas.

Molnar & Urdininea (1966, *apud* Aguiar, 1969), referem-se a sedimentos equivalentes aos da Formação Itapecuru, repousando diretamente sobre o embasamento, na região do baixo Gurupi.

Northfleet & Melo (1966), Barbosa *et al* (1966) e Aguiar (1969), consideram as formações Itapecuru e Urucuia como equivalentes.

Lima & Leite (1978), no estudo integrado geológico-metalogenético da Bacia do Parnaíba, adotaram a posição de Campbell (1949), referindo-se como Formação Itapecuru ao conjunto de arenitos variegados, principalmente de cor vermelha, rosa e branca, com estratificação cruzada e paralela, textura fina à grossa, contendo conglomerados e intercalações de siltito e lamito vermelho e verde. Mencionam que na parte noroeste da bacia, ocorrem crostas lateríticas e bauxíticas. Para esses autores, a Formação Itapecuru repousa concordantemente sobre a Formação Codó, mas que para além dos limites dessa unidade, jaz discordantemente sobre unidades mais antigas. Não registraram a ocorrência de fósseis, mas correlacionam a Formação Itapecuru com as formações Preguiça e Bonfim da Bacia de Barreirinhas, e com a Formação Alter do Chão da Bacia do Amazonas.

No presente trabalho, são seguidas as propostas de Campbell (1949) utilizadas por Lima & Leite (*op. cit.*), considerando a Formação Itapecuru como um conjunto de siltitos, argilitos e arenitos de idade cretácica, que se expõe mais amplamente na porção centro-ocidental da Folha Itapecuru-Mirim. Essas litologias correspondem ao do Membro Inferior da Formação Itapecuru, como cartografado na Folha São Luís (SA.23-Z-A) ao norte, diferindo das

posições dos autores precedentes, no que concerne ao seu ambiente de deposição, caracterizado na área considerada, como transicional de deltaico a planície de maré.

2.2.1.2 Modo de Ocorrência, Distribuição e Espessura

Na Folha Itapecuru-Mirim, a Formação Itapecuru está, em sua maior parte, sotoposta à Cobertura Detrítico-Laterítica, restringindo-se em sua área aflorante, à porção ocidental da folha. Boas exposições da unidade foram registradas em cortes de estradas, especialmente ao longo da rodovia BR-222, no trecho Vitória do Mearim, Santa Inês, ao longo da Estrada de Ferro Carajás e em barrancas do rio Mearim (fotos 01 a 04). A espessura da unidade, de acordo com cinco poços estratigráficos executados pela PETROBRÁS na região, varia de 250m a 550m (figura II.2.2).

2.2.1.3 Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico

A Formação Itapècuru, conforme consta em outros setores da Bacia do Parnaíba, e registros dos furos estratigráficos efetuados pela PETROBRÁS, sobrepõe-se à Formação Codó através de contato concordante, localmente com pequenas discordâncias. No âmbito da Folha Itapecuru-Mirim, embora a ocorrência desta última unidade tenha sido referida em trabalhos anteriores (Lima & Leite, 1978), nenhum afloramento foi constatado nos diversos caminhamentos efetuados.

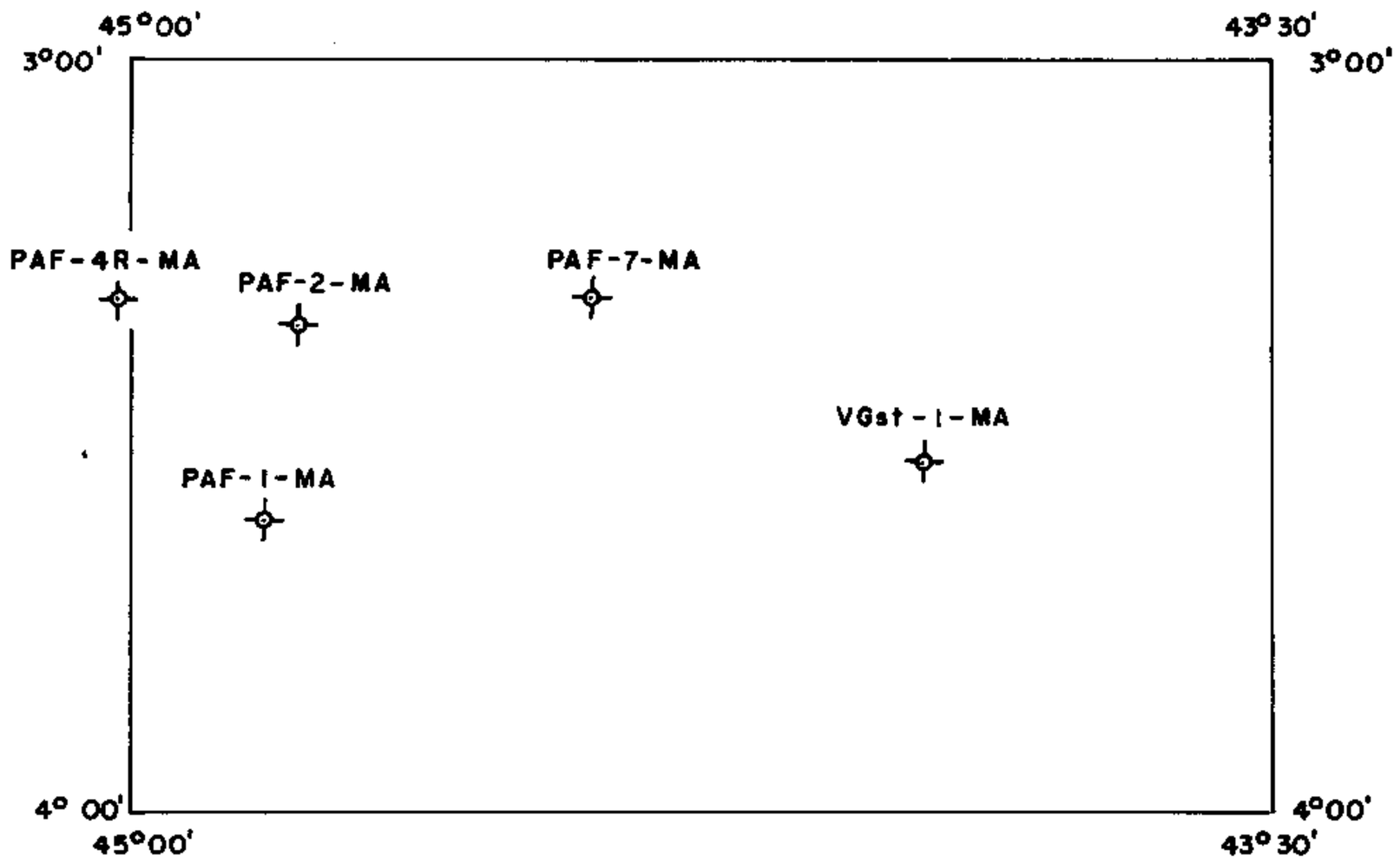
Na maior parte da área, a Formação Itapecuru é recoberta pela Cobertura Detrítico-Laterítica derivada da própria unidade por alteração *in situ*. Na porção ocidental da folha, principalmente as coberturas quaternárias de diferentes naturezas e origens, recobrem tanto a Formação Itapecuru *stricto sensu*, como a Cobertura Detrítico-Laterítica.

2.2.1.4 Litofácies

Na seqüência da Formação Itapecuru aflorante na folha, foi reconhecida uma litofácies dominante, designada litofácies de pelitos. Com laminação plano-paralela (Pp), a qual, subordinadamente associam-se as litofácies de pelitos com geometria sigmoidal (Ps); de pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo (Pac); de argilitos tabulares com intercalação de calcário (Atc); e de arenitos finos com grânulos de quartzo (Af).

Na tabela II.2.1 são apresentadas sumariamente as principais características dessas diferentes litofácies, dando ênfase às estruturas sedimentares, geometria dos corpos, composição mineralógica e outros parâmetros observados, objetivando a identificação dos processos responsáveis pela formação de cada litofácies na paleoambiência da Formação Itapecuru. Uma descrição sucinta dessas diferentes litofácies e sua distribuição é apresentada a seguir.

– Pelitos com laminação plano-paralela (Pp): esta é a litofácies predominante em toda a área de ocorrência da Formação Itapecuru. São siltitos e argilitos finamente laminados com cores que variam do cinza-claro ao cinza-esverdeado, creme, róseo e bordô. Na maior parte dos afloramentos encontrados, as camadas estão intemperizadas e laterizadas, dificultando o reconhecimento das estruturas sedimentares primárias. Quando individualizadas, as camadas se apresentam, em média, com 10 a 20cm de espessura, e atitude suborizontal (fotos 05, 06 e 07).



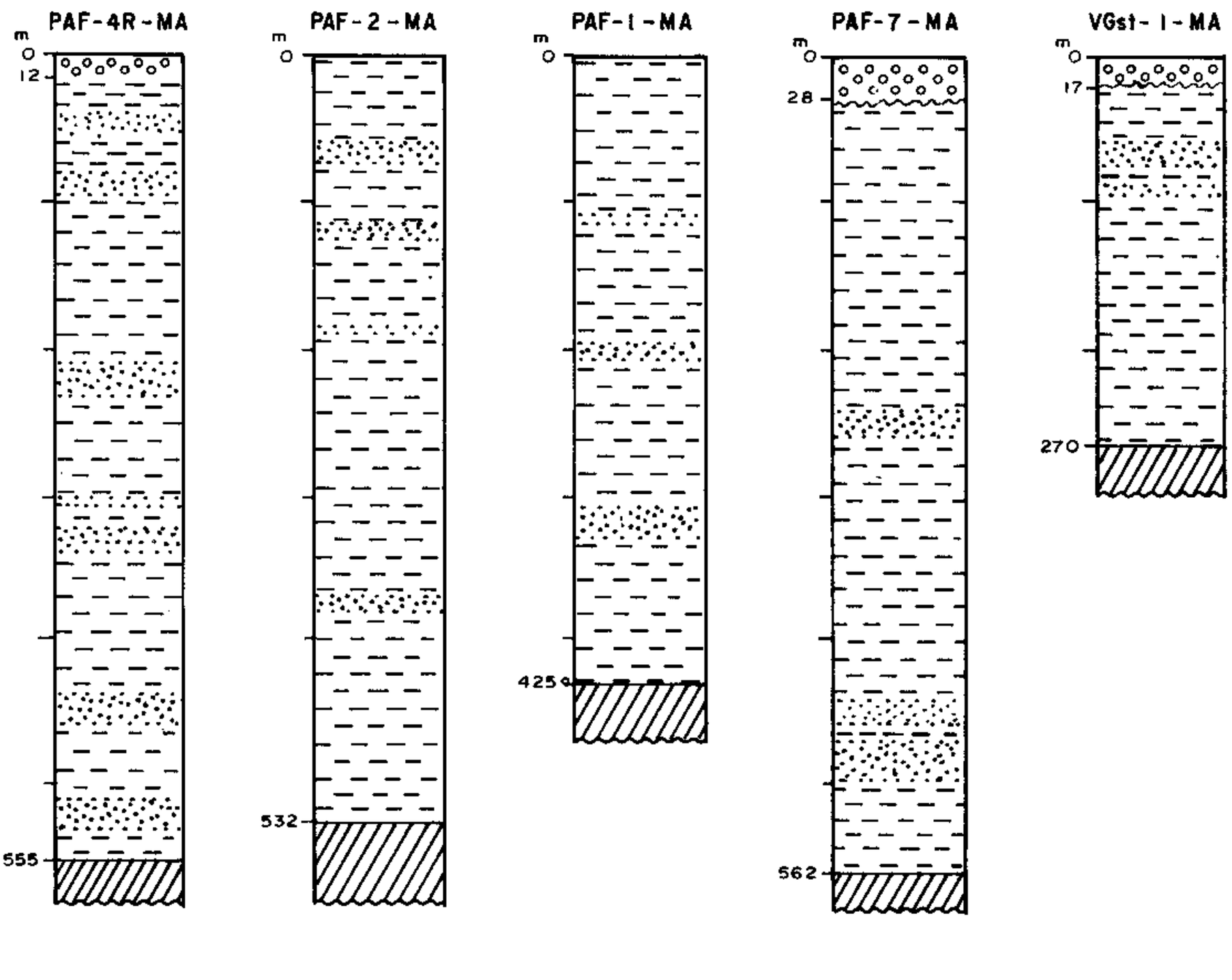


Figura II.2.2 – Localização dos furos de sonda executados pela PETROBRÁS, e perfis parciais com detalhe da Formação Itapecuru.

Tabela II.2.1 – Caracterização das litofácieis da Formação Itapecuru.

Litofácies	Geometria	Textura	Estrutura	Pontos Descritos	Obs
Pp	Tabular	Siltitos e argilitos laminados	Laminação plano-paralela	OL-02	
Pac		Siltitos arenosos	Estratificação cruzada de baixo ângulo, com truncamentos	L-06-,OL-21	Intemperização e laterização dificultam as observações
Ps	Sigmoidal amalgamada	Siltitos e arenitos muito finos e argilitos	Ondulações no topo Fissilidade nos argilitos	OL-06,BC-02	
Atc	Tabular	Argilitos fósseis e calcilutito pelletóidal		BC-10,BC-19	
Af	Lenticular	Arenitos finos e muito finos com grânulos de quartzo	Estratificação cruzada acanalada Gradação normal Argilitos com laminação plano-paralela Poucas ondulações	OL-08	

Esta litofácies, teria sido gerada por processo de deposição em ambiente subaquoso de águas calmas. Os depósitos resultantes pertenceriam à fácies lacustres ou de fundo de baía, em provável contexto prodeltaico.

– Pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo (Pac): constituem seqüências rítmicas de siltitos arenosos róseos e cinza-esverdeados. Apresentam estratificação cruzada de baixo ângulo, tangencial à base, com truncamentos. Internamente às camadas, que variam de 3 a 5cm de espessura, apresentam laminação plano-paralela a suavemente ondulada e estruturas *linsen*. Na parte superior das camadas, há marcas de ondas assimétricas e estão presentes pequenas ondulações devido a efeito da carga. Esta litofácies possui pequena expressão, tendo sido registrada em afloramentos ao longo da BR-222 entre Leite e Itapecuru-Mirim (Estação OL-06), ao longo da MA-020 (Estação OL-21) e na BR-135, nas proximidades da Fazenda São José (foto 08).

Estes conjuntos seriam produtos de tração-suspensão, com episódios de decantação, em ambiente subaquoso de baixa energia, tendo-se gerado formas de leito planos. Os depósitos resultantes pertenceriam às fácies distais de prováveis frentes deltaicas.

– Pelitos arenosos com estrutura sigmoidal (Ps): litofácies formada por corpos sigmoidais amalgamados, constituídos de siltito rosado arenoso, imersos em argilito róseo-acinzentado com laminação plano-paralela a suavemente ondulada, muito físsil. Internamente os corpos de siltito podem gradar para um arenito muito fino com camadas de 6cm a 20cm de espessura, separadas por níveis de argilito esbranquiçado de até 2cm, contendo marcas onduladas no topo.

Para esta litofácies, admite-se processos de tração e suspensão subaquosa, em regime de fluxo inferior. Estes processos teriam construído corpos arenosos sigmoidais de prováveis lobos deltaicos em amplos lagos rasos de

águas calmas que teriam sido submetidos a ação das correntes de marés. Esta litofácies tem ocorrência restrita, tendo sido reconhecida em cortes da Estrada de Ferro Carajás (Estação BC-02) e ao longo da BR-222 (Estação OL-06).

– Argilitos tabulares com intercalação de calcários (Atc): é constituído por argilitos avermelhados a cinza-esverdeados. Espessura de camadas variando de 0,30m a 2,00m, com acentuada fissilidade e atitude suborizontal. Intercaladamente, registra-se a presença de uma camada tabular de calcário cinza-esbranquiçado com espessura entre 0,25m a 0,30m (foto 09). A análise petrográfica desta camada revelou tratar-se de uma rocha carbonática, de textura fina, com estratificação ondulada a plano-paralela, em níveis centimétricos. A rocha foi classificada como calcilutito pelletoidal e a análise paleontológica correspondente resultou negativa.

Atribui-se a esta litofácies processos de decantação que possibilitaram a deposição de material pelítico com estratificação plano-paralela em ambiente subaquoso de baixa energia. Eventualmente, com interrupção do aporte de terrígenos finos, ocorreu a deposição de lamas carbonáticas pelletoidais, em provável ambiência de lagos de regiões áridas.

Esta litofácies foi constatada nas estações BC-10 e BC-19.

– Arenitos finos com grânulos de quartzo (Af): esta é a litofácies de presença mais restrita na folha, estando representada apenas em um corte da rodovia BR-222, nas proximidades de Vargem Grande (Estação OL-08). São corpos de arenito avermelhado, muito fino, à fino, mal selecionado, com grânulos de quartzo de até 1cm de diâmetro dispersos na base, estratificação cruzada tipo festonada, em *sets* tendo de 10cm a 15cm de espessura, e com gradação normal para o topo.

A geometria do corpo arenoso é lenticular e a relação de contato erosional. Ocorre imerso em um argilito amarelado, de laminação plano-paralela com alguma ondulação.

Esta litofácies teria sido gerada por processo de tração subaquosa, sob condição de regime de fluxo inferior com alguma turbulência, caracterizando depósitos de preenchimento de canal fluvial.

2.2.1.5 Ambiente de Sedimentação, Sistemas Deposicionais e Procedência

As diversas litofácies que compõem a Formação Itapecuru na área da Folha Itapecuru-Mirim, sugerem que sua deposição se dê em ambiente transicional, de provável planície sublitorânea. O estabelecimento deste ambiente se deu como conseqüência da instabilidade tectônica, associada ao rifteamento que conduziu à abertura do Atlântico equatorial, possibilitando a evolução de um sistema fluvial oriundo de oeste. Este sistema fluvial que não está representado na Folha Itapecuru-Mirim, mas que foi bem caracterizado nas folhas Santa Inês, Pinheiro e Turiaçú (comunicação verbal de A.C. Farias, 1989), desaguou em um corpo de água, desconfinando-se, perdendo energia e construindo depósitos progradantes (figura II.2.3). O fluxo deste sistema fluvial, por ter, presumivelmente, uma densidade semelhante à do corpo d'água invadido (homopicnal) e pouca competência, produziu depósitos pelíticos com geometria sigmoidal.

No provável contexto de planície sublitorânea de deflação, submetida às condições de aridez, restaram no local, bacias restritas para a deposição de evaporitos, onde houve condições para o estabelecimento e preservação das camadas tabulares de calcilutitos pelletoidais, em parte fossilíferos, entre os argilitos.

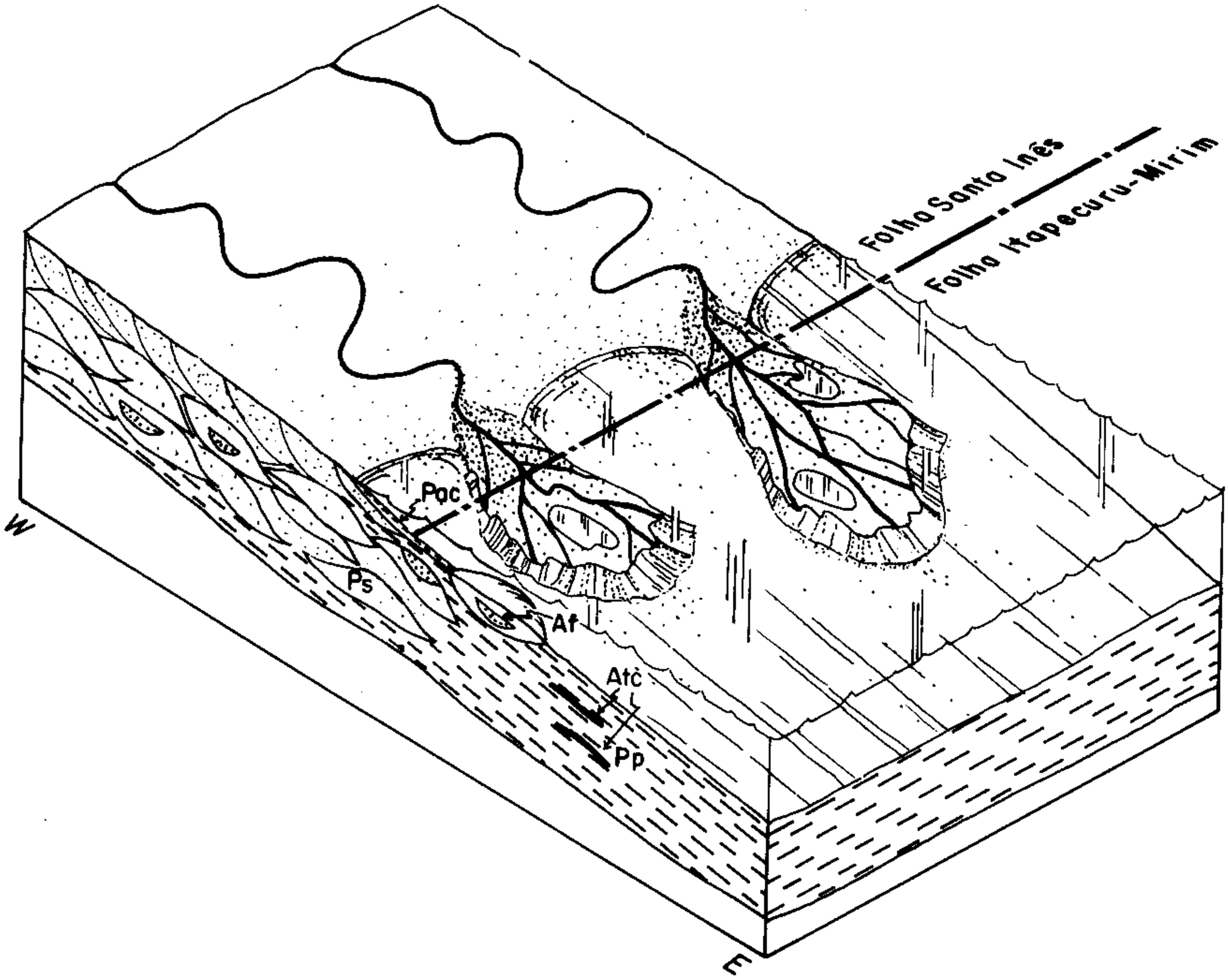


Figura II.2.3 – Modelo ambiental da bacia alongada segundo NE-SW.

Pp : Pelitos com laminação plano-paralela. Produtos de tração-suspensão em ambiente subaquoso de baixa energia.

Pac: Pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo. Produtos de tração-suspensão com episódio de decantação em ambiente de baixa energia. Fácies distais de prováveis frentes deltaicas.

Ps :Pelitos arenosos com estrutura sigmoidal.. Corpos sigmoidais amalgamados de siltitos arenosos imersos em argilitos. Prováveis lobos deltaicos em lagos rasos de águas calmas.

Atc: Argilitos tabulares com intercalação de calcários. Processos de decantação com deposição de material pelítico em ambiente subaquoso de baixa energia. Deposição de lamas carbonáticas em provável ambiência de lagos de regiões áridas.

Af : Arenitos finos com grânulos de quartzo. Processo de tração subaquosa em regime de fluxo inferior com alguma turbulência. Depósitos de preenchimento de canal fluvial.

Os canais distributários, ao cortar os argilitos de sistema transicional, com a energia e o confinamento de um sistema fluvial, produziram os corpos lenticulares de arenito fino com grânulos de quartzo e estratificação cruzada acanalada, com gradação normal nos *sets*.

Mais para o interior do corpo d'água, em águas calmas, depositaram-se sedimentos pelíticos trazidos em suspensão, com laminação plano-paralela, que são os dominantes na área mapeada. Pequenos e esparsos aumentos na energia do ambiente subaquoso, sob condições relativamente mais próximais, permitiram a deposição de siltitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo.

Os furos de sonda realizados pela PETROBRÁS na região mapeada (VGST-1-MA, PAF-1-MA, PAF-2-MA, PAF-4R-MA e PAF-7-MA), atingiram profundidades entre 786,00m e 1.647,40m. Um estudo conjunto das litologias da Formação Itapecuru nestes furos de sonda, mostra que há uma granodecrescência ascendente na coluna das rochas dos furos situados a noroeste da folha (PAF-4R-MA e PAF-2-MA). Em direção ao sul e a leste (furos PAF-1-MA e PAF-1-MA), a tendência é por uma granodecrescência ascendente e, no furo executado mais a leste (VGST-1-MA), ocorrem apenas pelitos, tendo a citada unidade uma espessura total mais reduzida. Tais constatações, reforçam a interpretação de que a progradação se impôs de N-NW para S-SE, com o aporte de sedimentos continentais mais grosseiros (arenitos), que foram depositados por sobre os finos (pelitos) do corpo de água.

2.2.1.6 Idade e Paleontologia

As amostras coletadas da Formação Itapecuru destinadas a análises paleontológicas e palinológicas, revelaram-se negativas para a determinação da idade e do ambiente de sedimentação da unidade, devido a ausência de elementos orgânicos preservados.

Price (1947) identificou vértebras de saurópodos em arenitos na Ilha do Livramento, em frente à cidade de Alcântara, as quais indicaram idade posterior ao Triássico e anterior aos sedimentos Barreiras do Terciário.

Mesner e Wooldridge (1964) colocam a Formação Itapecuru no Cretáceo, Andar Albiano, correlacionando-a com a Formação Tutóia da Bacia de Barreirinhas.

Miura e Barbosa (1972), baseados em análises palinológicas e em correlações de linhas de tempo, inserem a Formação Itapecuru no Cretáceo (Albiano).

Aguiar (1971) *apud* Lima & Leite (1978), registrou a presença de fósseis em calcários da Formação Alcântara, sobreposta à Formação Itapecuru, datando-os como do Coniaciano ao Maestrichtiano.

Colares e Carvalho (1987), atribuiram idade cretácica aos sedimentos da Formação Itapecuru com base em vestígios de foraminíferos, crustáceos, ostracodes, dentes e escamas de peixe cordata, encontrados na localidade de Novo Egito (Folha Santa Inês).

2.3 Terciário-Quaternário – $TQdl_{1a}$/$TQdl_{1b}$

2.3.1 Cobertura Detrítico-Laterítica

2.3.1.1 Histórico

Braun (1971) utilizou a expressão "*depósitos neógenos indiferenciados*" para caracterizar todas as coberturas arenosas, argilosas e lateríticas, que capeiam os remanescentes das superfícies de aplainamento do Ciclo Sul-Americano de King (1956), posicionando-os no Terciário.

Lima & Leite (1978) referem-se a essas coberturas recobrindo indistintamente todas as unidades da Bacia do Parnaíba, e posicionando-as no Tércio-Quaternário.

Costa (1984), apresentou um modelo de formação e evolução dos lateritos, utilizando exemplos do nordeste do Pará e noroeste do Maranhão. Segundo este autor, os lateritos ocorrentes no Maranhão, são classificados como lateritos imaturos, que apresentam um perfil geológico simples, consistindo de horizontes bem definidos, como: horizonte concrecionário no topo, horizonte mosqueado, horizonte pálido horizonte e rocha-mãe na base (figura II.2.4).

O horizonte concrecionário, também chamado de petroplintito, tem coloração marrom-avermelhado, com duas zonas distintas: esferulítica na parte inferior e colunar na parte superior.

O horizonte mosqueado é composto de um pacote argiloso, caracterizado pela distribuição aleatória de óxidos de ferro pulverulentos, colorindo irregularmente as argilas e conferindo-lhes o aspecto mosqueado. O horizonte pálido representa a transição do mosqueado para a rocha-mãe e caracteriza-se pela quase ausência de oxi-hidróxidos de ferro, o que lhe proporciona coloração branco-amarelado.

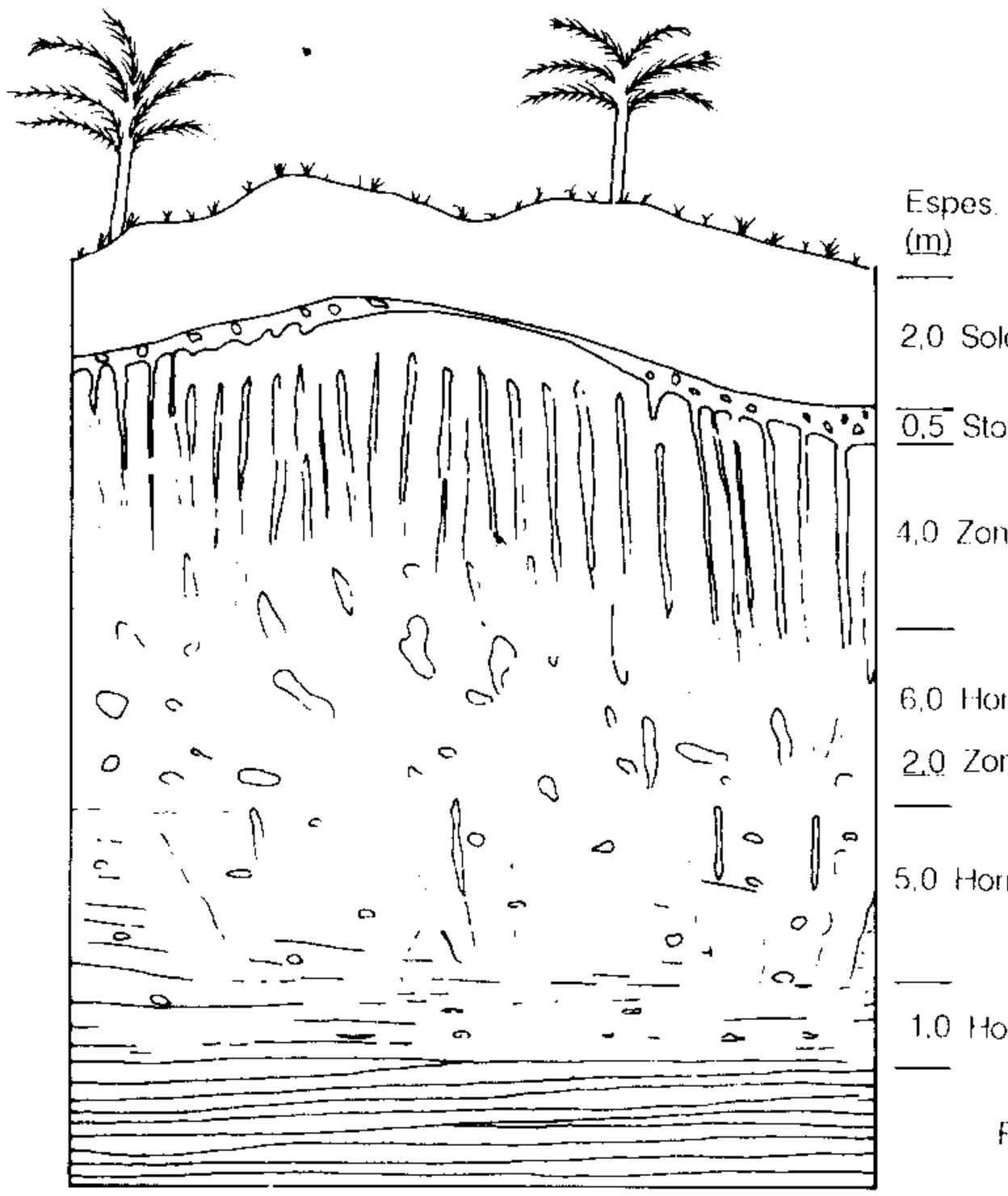


Figura II.2.4 – Perfil laterítico imaturo, característico para a Folha Itapecuru-Mirim. Este perfil normalmente aparece incompleto e com até dois horizontes de stone-line.

2.3.1.2 Modo de Ocorrência, Distribuição e Espessura

A Cobertura Detrítico-Laterítica ocupa cerca de 70% da área da Folha Itapecuru-Mirim, distribuindo-se especialmente por suas porções central e oriental. Essa cobertura desenvolveu-se, na área considerada, essencialmente sobre os sedimentos areno-pelíticos da Formação Itapecuru, constituindo um perfil laterítico pouco evoluído. Geomorfologicamente, caracteriza uma superfície peneplanizada, constituída de platôs elevados, em que as camadas apresentam mergulhos suborizontalizados.

Em consonância com a metodologia adotada nas folhas Cururupu e São Luís ao norte, esta cobertura foi cartografada segundo dois grupos, identificados pelas siglas $Tqdl_{1a}$ e $TQdl_{1b}$. Pela sigla $Tqdl_{1a}$, foram agrupados os plintitos correspondentes aos lateritos imaturos argilo-arenosos, representados em afloramentos pelos horizontes mosqueado e/ou pálido do perfil laterítico e que ocupam, em geral, as porções mais baixas da topografia. Os petroplintitos, correspondentes ao horizonte concrecionário e/ou a produtos de seu desmantelamento, foram agrupados sob a sigla $TQdl_{1b}$, ocorrendo nas partes mais altas do terreno e sua delimitação do grupo anterior foi efetuada, basicamente, por critérios fotogeológicos.

A apresentação mais comum do perfil laterítico nos afloramentos estudados, consiste do horizonte mosqueado e do horizonte concrecionário. O primeiro, possui uma espessura variando de 1,0m a 5,0m, com coloração branca à avermelhada, podendo também ser marrom ou amarela. Neste horizonte, freqüentemente são observadas estruturas primárias, enquanto que as estruturas neoformadas se resumem ao mosqueamento e vênulas. Acima deste, aparece o horizonte concrecionário ou petroplintito, com espessuras variando de 0,30m a 1,5m. Localmente, são comuns as estruturas cavernosas. A coloração mais freqüente é a marrom-avermelhada. Este último horizonte é sobreposto por solo argiloso, com espessura de 0,30m a 1,0m, muitas vezes exibindo seixos de canga ferruginosa (fotos 10 e 11).

2.3.1.3 Origem e Idade

Os lateritos representam um tipo de rocha peculiar, com características texturais, estruturais, químicas e mineralógicas muito diferentes das demais, guardando apenas um certo parentesco com as rochas sedimentares. Suas condições de formação são tipicamente de superfície e controladas pela posição geográfica, em escala geral, no globo terrestre, dentro da faixa tropical, tanto no presente como no passado.

A formação dos lateritos imaturos que compõem a Cobertura Detrítico-Laterítica teve seu início provavelmente no Terciário, estendendo-se pelo Quaternário até os tempos atuais. Os processos de laterização atuaram predominantemente sobre os sedimentos Itapecuru, de idade cretácica. Isto é facilmente constatado em afloramentos em que as estruturas sedimentares primárias de litologias, desta unidade, encontram-se ainda preservadas no horizonte mosqueado do perfil laterítico.

Análises geomorfológicas associadas a datações confiáveis de rocha-mãe no vale do rio Gurupi, permitiram posicionar seus lateritos no Eoceno-Oligoceno, afetados posteriormente por novos processos de laterização no Mioceno e no Pleistoceno.

2.4 Quaternário

2.4.1 Pleistoceno – QPe/QPm

No mapeamento da Folha de São Luís ao norte, constatou-se que os sedimentos que recobrem a superfície sublitorânea de Barreirinhas, a leste do rio Mearim estão representados por areias mal selecionadas, de presumível origem marinha. Na mesma região aparecem areias finas, bem selecionadas, constituindo dunas eólicas de formas alongadas, cujo comprimento maior orienta-se na direção NE-SW.

Na interligação do Sistema Mearim com os lagos da região e suas extensas planícies de inundação, a oeste da folha, predominam as argilas de preencimento da porção interna do Golfão Maranhense.

Os depósitos de origem eólica (QPe) compreendem areias esbranquiçadas, finas a médias, predominantemente quartzosas, em parte fracamente consolidadas, que seriam uma extensão da região conhecida como Lençóis Maranhenses.

O Quaternário Pleistocênico Marinho (QPm) abrange áreas de extremo-nordeste da Folha São Benedito do Rio Preto (escala 1:100.000) formando ilhas dentro dos sedimentos pleistocênicos eólicos. Esta unidade é constituída por areias quartzosas médias, mal selecionadas, originadas por processos de tração de detritos sob condições de fluxo aquoso de alta energia.

Na região oeste da folha ocorrem argilas adensadas com areia fina disseminada, originadas por processos de suspensão/decantação com alguma tração, constituindo fácies de assoreamento do Golfão Maranhense (QPag).

2.4.2 Holoceno – QHfl/QHg/QHa

Os depósitos holocênicos ocorrentes na folha são constituídos por aluviões fluviais, depósitos flúvio-lacustres e depósitos de mangues.

As aluviões fluviais (QHa) são sedimentos predominantemente arenosos com lentes de silte e argila, alternando-se subsidiariamente com lentes de cascalho. Estas aluviões ocupam faixas estreitas ao longo dos principais rios, como Itapecuru e Munim e seus tributários.

Os depósitos flúvio-lacustres (QHfl) predominam na porção oeste da folha, na interligação do Sistema Mearim com os lagos da região e suas extensas planícies de inundação. As litologias mais comuns compreendem depósitos de barra em pontal, originários do regime meandrante dos rios locais, com areias finas a médias intercaladas com pelitos; depósitos de canal com areias finas a médias; depósitos de transbordamentos constituídos por planície de inundação, ocasionada pelas cheias com grande aporte de material silto-argiloso e depósitos lacustres, com deposição sob baixa energia, resultando em frações mais argilosas.

Bordejando o Sistema Mearim ou em ilhas do mesmo, aparecem depósitos de mangues (QHg) constituídos de lamas arenosas plásticas, recobertas por vegetação arbustiva.

3

Aspectos Estruturais

Segundo Lima e Leite (1978), o principal elemento estrutural da área é o arco do embasamento cristalino (Arco Ferrer-Urbano Santos), com direção aproximada NW-SE, que limita a Bacia do Parnaíba das bacias costeiras de São Luís e Barreirinhas. Apesar da forma aparentemente elíptica deste arco, os elementos tectônicos e estruturais que se refletem em superfície, são essencialmente lineares.

De acordo com Cunha (1986), falhamentos orientados no sentido NE-SW, oriundos de reativações do Lineamento Transbrasiliano, cortam as seções paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Parnaíba e a morfologia contemporânea revela traços dessas falhas, demonstrando que essas reativações se mantêm ativas até o presente.

A abertura do Atlântico Norte gerou várias fases de esforços compressionais e distensionais em tempos eocretácicos. Após a sedimentação cretácica admite-se a ocorrência de um período de estabilidade tectônica que associado a uma mudança para um clima quente e úmido com episódios de semi-aridez intercalados, propiciou o desenvolvimento de processos de laterização sobre a Formação Itapecuru e demais unidades aflorantes.

No Terciário, não ocorreram modificações climáticas. Os processos tectônicos foram de natureza epirogenética e acarretaram oscilações eustáticas do nível do mar. Proporcionando transformações na topografia com conseqüente redução da vegetação e desmantelamento das crostas lateríticas, já formadas no pré-Plioceno, e no estabelecimento da Superfície pré-Barreiras, tendo a sedimentação evoluído até o Pleistoceno.

Novas movimentações, de natureza epirogênica, e o acentuado recuo do mar marcaram o fim do Pleistoceno, causando o soerguimento

relativo da Cobertura Detrítico-Laterítica para os níveis atuais, provocando novos processos erosivos pós-Barreiras. Tais processos destruiram a superfície aplainada gerada no ciclo geocrático anterior, com a fixação da atual rede de drenagem e rebaixamento da topografia.

Finalmente, em tempos mais recentes houve, uma retomada da erosão com a formação de vales mais profundos em processos de preenchimento por sedimentos atuais.

A análise morfoestrutural da Folha Itapecuru-Mirim, baseada exclusivamente no traçado da rede de drenagem, mostra uma equivalência de freqüência entre lineamentos N38°-52°E (com um máximo em torno de N50°E) e lineamentos N35°-40°W. Com menor freqüência, aparecem lineamentos N68°E e N65°-70°W, ambos com traçados mais curtos. Orientações N05°-10°W e próximas de EW são também observadas. Com base no exposto, é plausível supor que reativações de falhas antigas se efetuaram após a deposição dos sedimentos que recobrem a área. A hipótese menos viável é a de que a cobertura sedimentar seja tão delgada que as descontinuidades do embasamento sejam refletidas pelo escoamento da rede de drenagem atual.

4

Hidrogeologia

4.1 Introdução

Atendendo ao interesse do Projeto Grande Carajás, a partir de 1987 foi incluído no Subprograma de Recursos Minerais, o levantamento das características dos poços de água, visando fornecer subsídios para o zoneamento hidrogeológico na escala de 1:250.000, em apoio aos projetos que venham a ser implantados na região. Incluiu-se também, a análise dos dados climáticos, responsáveis pelo ciclo hidrológico que controla a alimentação e renovação das águas subterrâneas dos diferentes sistemas aqüíferos.

Neste trabalho, foram tratados apenas os dados climáticos/pluviométricos das estações localizadas no âmbito da folha (vide Parte I, subitem 4.1), objetivando informar a pluviosidade total da área, assim como os períodos de maior e menor intensidade de chuvas, além de sua contribuição para recarga dos sistemas aqüíferos.

4.2 Caracterização dos Dados

Para a caracterização da área da Folha Itapecuru-Mirim quanto aos aspectos hidrológicos, partiu-se dos conhecimentos geológicos existentes, dos dados pluviométricos e das informações colhidas nas perfurações de poços tubulares e manuais e de fontes naturais.

Do ponto de vista geológico, apenas três unidades litoestratigráficas ocorrem na área: Formação Itapecuru, Cobertura Detrítica-Laterítica e Coberturas Quaternárias.

Os dados complementares que serviram de suporte à geologia para o melhor conhecimento das características hidrológicas foram obtidos das seguintes fontes:

– 12 estações pluviométricas, com dados de leituras efetuadas pela CPRM e SUDENE.

– Informações hidrogeológicas contidas no Catálogo de Inventário Hidrogeológico (tabela II.4.1) e na Carta de Pontos de Água, reunindo 95 pontos distribuídos da seguinte forma:

71 poços tubulares (74,74%);
20 poços manuais (21,05%);
04 fontes (4,21%).

– 26 análises químicas, sendo 16 de poços tubulares; e 10 de poços manuais.

O Catálogo de Inventário Hidrogeológico teve como fonte inicial a coleta de dados junto às empresas de perfuração que atuam na área, (apresentadas aqui como fontes), além do Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste – Folha 04 – São Luis-SE (Leal, 1977), sendo complementado com trabalhos de campo e análises físico-químicas realizadas pelo laboratório da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

4.3 Características Hidrogeológicas

As informações acumuladas que se tem conhecimento através de trabalhos anteriores, sejam poços tubulares ou relatórios técnicos, indicam que esta área não é promissora para a explotação de água subterrânea que vise demandas expressivas, sendo suficiente apenas para o abastecimento de pequenas comunidades. A maioria dos centros urbanos localizados no âmbito da Folha Itapecuru-Mirim serão sempre abastecidos pelas águas captadas na superfície, principalmente nos cursos dos rios Itapecuru, Mearim e Munim.

Na área não existe qualquer unidade geológica que possa ser considerada como aqüífero por excelência. A unidade geológica dominante, Formação Itapecuru, não é um bom aqüífero, pois embora forneça água para o abastecimento de pequenas comunidades, deve antes ser definida como aquiclude, tendo em vista a sua constituição litológica.

Do ponto de vista hidrogeológico, a área necessita ainda de investigações mais aprofundadas, uma vez que é muito reduzido o número de poços perfurados na região e inexiste um estudo das suas características hidrodinâmicas. A maioria dos poços explota a unidade Itapecuru em profundidades médias da ordem de 126m, visando o abastecimento de pequenas sedes municipais, vilas, fazendas, etc. Onde não são necessárias grandes vazões.

Assim, para traçar um perfil hidrogeológico da área, foram consideradas também as informações referentes as formações geológicas ocorrentes em subsuperfície extrapoladas de áreas vizinhas, haja vista tratar-se de região puramente sedimentar, onde se verifica um sistema de aqüíferos superpostos.

De acordo com furos realizados pela PETROBRÁS na Bacia do Parnaíba e os mapas de isópacas apresentados por Caputo (1984), ocorrem, em subsuperfície, no âmbito da Folha Itapecuru-Mirim, as seguintes unidades estratigráficas: formações Serra Grande, Cabeças, Poti-Piauí, Sambaíba e Grajaú; as quais se constituem em opções mais seguras, como zonas armazenadoras de águas subterrâneas.

Os poços a serem perfurados nesta folha, devem ser dirigidos inicialmente para a unidade aflorante – Formação Itapecuru, apesar de suas limitações como zona armazenadora de água subterrânea. Somente em casos de empreendimentos mais expressivos, industriais ou de irrigação, que visem maiores demandas, é que se deve buscar os aqüíferos mais profundos, tendo em vista os altos custos, as técnicas especiais que devem ser utilizadas na perfuração e na captação, além do reduzido conhecimento, do ponto de vista hidrogeológico, dessas unidades da área em pauta.

Tabela II.4.1 – Catálogo de Inventário Hidrogeológico.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

CATÁLOGO DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO FOLHA ITAPECURU-MIRIM SA.23-Z-C

Fonte	Nº	Símbolo	Localização							Data		Características do Poço					ND (m)	Rebaixa-mento(m)	Vazão (m^3/h)	Vazão Específica (m^3/h/m)	Equipamento		Resíduo Seco mg/l	Órgão Executor	Aquífero Captado	Nº
			Local	Município	Estado	Proprietário	Coordenadas X (UTM-km)	Coordenadas Y (UTM-km)	Coordenadas Z (m)	Perfuração	Coleta	Prof. (m)	Prof. NE (m)	Cota NE (m)	Boca 0	Boca h (m)					Unidade de Bombeamento	Reservatório (m^3)				
PGC	001		Bacabalzinho	Anajatuba	MA	POLONORD. (Sec. Irr.)	547800	9630200	–	1986	29/09/88	100,00	7,80	–	6	0,28	14,50	6,70	5,00	0,746	S/E	–	–	–	Ki	001
PGC	002		Bacabalzinho	Anajatuba	MA	Afonso Bacelar	549000	9628200	–	1987	29/09/88	100,00	10,00	–	4	0,45	15,00	5,00	6,00	1,200	MB COMP	50,00	77	–	Ki	002
216.04	003		Coelho Neto	Anajatuba	MA	Benedito P. Everton	541400	9641600	9,6	–	29/09/71	4,23	1,35	6,25	39	0,37	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	003
PGC	004		Cumbi	Anajatuba	MA	Joaquim M.G. Neto	533000	9628200	–	1986	29/09/88	80,00	8,00	–	4	0,32	14,50	6,50	4,00	0,615	MB COMP	50,00	CE-100	SERRA	Ki	004
Sec. Irrig.	005		Olho D'Água	Anajatuba	MA	Sec. Irrigação	546400	9636200	–	04/88	29/09/88	80,00	6,50	–	6	0,27	18,10	11,60	6,70	0,578	MB INJET	5,00	CE-100	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	005
PGC	006		São Pedro	Anajatuba	MA	POLONORD. (Sec. Irr.)	543000	9630200	–	1987	29/09/88	75,00	5,90	–	6	0,46	13,50	7,60	6,00	0,790	S/E	5,00	CE-650	–	Ki	006
CAEMA	007		Sede P-2	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1972	29/09/88	135,00	–	–	6	0,30	–	–	–	–	S/E	–	134	CAEMA	Ki	007
CAEMA	008		Sede P-3	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1972	29/09/88	41,00	4,10	–	6	0,35	26,20	22,10	3,00	0,136	S/E	–	–	CAEMA	Ki	008
CAEMA	009		Sede P-4	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1973	29/09/88	34,00	2,35	–	6	0,42	20,10	17,75	2,20	0,124	S/E	–	115	CAEMA	QHa	009
CAEMA	010		Sede P-5	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1973	29/09/88	28,00	1,97	–	6	0,45	2,78	0,81	9,00	11,111	S/E	–	700	CAEMA	QHa	010
CAEMA	011		Sede P-6	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1978	29/09/88	27,00	1,22	–	6	0,50	5,20	3,98	9,23	2,320	S/E	–	45	J. MELO	QHa	011
CAEMA	012		Sede P-7	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	25/11/80	29/09/88	23,00	1,60	–	6	0,26	10,42	8,62	8,47	0,963	MB SUBM	100,00	809	J. MELO	QHa	012
CAEMA	013		Sede P-8	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	1981	29/09/88	26,00	1,70	–	6	0,40	10,05	8,35	9,00	1,076	MB SUBM	100,00	374	J. MELO	QHa	013
CAEMA	014		Sede P-9	Anajatuba	MA	CAEMA	542400	9638800	–	21/04/84	29/09/88	25,00	1,80	–	6	0,80	11,70	9,90	10,26	1,036	MB SUBM	100,00	CE-140	A.M.C LTDA	QHa	014
PGC	015		Bamburral	Arari	MA	POLONORD. (Município)	527000	9612000	–	1985	24/09/88	110,00	18,00	–	4	0,38	27,00	9,00	7,00	0,778	MB COMP	5,00	–	HIDRO AMAZÔNICA	Ki	015
PGC	016		Boca da Mata	Arari	MA	POLONORDESTE	529000	9607800	–	1985	24/09/88	95,00	12,00	–	4	0,30	23,00	11,00	6,00	0,545	MB COMP	5,00	–	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	016
PGC	017		Bubasa	Arari	MA	POLONORD. ESTE (Município)	535400	9605000	–	1984	29/09/88	100,00	17,00	–	4	0,60	29,00	11,00	2,50	0,227	MB COMP	5,00	–	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	017
PGC	018		Cipó	Arari	MA	POLONORD. (Sec Irr.)	540600	9604200	–	11/11/85	24/09/88	96,00	15,00	–	4	0,10	27,00	12,00	4,00	0,333	MB COMP	5,00	CE-750	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	018
PGC	019		Escondido	Arari	MA	POLONORD. ESTE (Município)	534000	9598000	–	1985	24/09/88	100,00	14,00	–	4	0,54	23,00	9,00	4,00	0,444	MB COMP	5,00	–	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	019
211.04	020		Mata	Arari	MA	Pedro Antônio Vale	529000	9607800	14,0	–	13/10/71	16,20	15,16	1,26	38	0,52	–	–	–	–	–	–	433	–	Ki	020
HIDROAMAZ	021		Morada Nova	Arari	MA	Prefeitura Municipal	530000	9603200	–	01/82	24/09/88	80,00	18,80	–	6	0,28	34,20	15,40	3,00	0,195	MB COMP	5,00	695	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	021
PGC	022		Matões	Cantanhede	MA	Severino F. Vieira	549200	9597000	–	1983	26/08/88	117,00	35,10	–	4	0,32	49,00	13,90	2,00	0,144	MB COMP	–	CE-200	Wilson	Ki	022
194.04	023		Serra	Cantanhede	MA	Antônio I. Mesquita	555000	9583800	35,70	–	08/10/71	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	023
PGC	024		Stª. Eulária	Cordata	MA	Joaquim Santos	604600	9563400	–	06/88	27/09/88	102,00	27,70	–	4	0,16	35,00	7,30	4,00	0,546	MB COMP	5,00	748	SERRA	Ki	024
156.04	025		Areias	Itapecuru-Mirim	MA	Clemente Ferreira	579400	9649800	19,20	–	30/09/71	8,00	3,10	11,07	79	0,47	–	–	–	–	–	–	45	–	Ki	025
PGC	026		Colombo	Itapecuru-Mirim	MA	Posto Carão II	556000	9626400	–	1988	29/09/88	69,00	6,60	–	4	0,62	13,00	6,40	5,00	0,781	MB COMP	10,00	CE-80	MATEP	Ki	026
PGC	027		Entroncamento	Itapecuru-Mirim	MA	Posto Magnólia	561800	9631600	–	1985	29/09/88	120,00	15,00	–	4	0,15	26,00	11,00	5,00	0,455	MB COMP	4,00	CE-900	Wilson	Ki	027
PGC	028		Entroncamento	Itapecuru-Mirim	MA	Posto Magnólia	561800	9631600	–	1986	29/09/88	100,00	16,00	–	4	0,48	26,00	10,00	4,00	0,400	MB COMP	4,00	CE-900	DRILL	Ki	028
Sec. Irrig.	029		Faz. Vaca Branca	Itapecuru-Mirim	MA	Sec. Irrigação	580800	9624400	–	12/82		150,00	–	–	6	0,32	–	–	–	–	S/E	–	–	CONESP	Ki	029
151.04	030		Mirinzal	Itapecuru-Mirim	MA	Manoel A. S. Mendes	591200	9613400	53,00	–	25/09/71	11,40	7,50	45,72	35	0,68	–	–	–	–	–	–	231	–	Ki	030
152.04	031		Nilo Peçanha	Itapecuru-Mirim	MA	Prefeitura Municipal	573600	9628000	18,70	–	27/09/71	3,95	2,90	15,60	39	0,45	–	–	–	–	–	–	532	–	Ki	031
153.04	032		Pindoval	Itapecuru-Mirim	MA	João Carneiro Souza	552400	9616200	52,60	–	06/10/71	5,85	2,75	50,06	39	0,30	–	–	–	–	–	–	35	–	Ki	032
PGC	033		S. Francisco	Itapecuru-Mirim	MA	POLONORD. (Sec. Irr.)	568000	9639400	20,00	02/88	29/09/88	63,00	2,90	–	6	0,51	8,20	5,30	19,20	3,623	MB COMP	5,00	–	PERSONDA	Ki	033
PGC	034		S. Francisco	Itapecuru-Mirim	MA	Walmir L. Andrade	567800	9641600	–	1986	29/09/88	74,00	8,00	–	4	0,30	16,00	8,00	10,00	1,250	MB COMP	7,00	–	–	Ki	034
PGC	035		S. Francisco-Saratoga	Itapecuru-Mirim	MA	Antêmio	566200	9639000	–	–	29/09/88	100,00	12,00	–	6	0,36	34,45	22,45	6,00	0,267	MB COMP	16,00	CE-500	–	Ki	035
PGC	036		Fumaça-V.J. Alberto	Lago Verde	MA	POLONORDESTE	505800	9556200	–	1965	25/09/88	99,50	8,40	–	6	0,41	18,30	9,90	11,00	1,111	MB COMP	5,00	CE-100	DRILL	Ki	036
PGC	037		Santa Luzia	Lago Verde	MA	POLONORDESTE	511800	9559400	–	1964	25/09/88	120,00	15,00	–	4	0,48	28,00	13,00	9,00	0,692	MB COMP	10,00	CE-100	–	Ki	037
CAEMA	038		Sede	Miranda	MA	COHEB	552000	9605600	–	1970	29/09/88	460,00	20,50	–	6	–	40,95	20,45	10,59	0,518	MB COMP	20,00	1364	CONESP	Ki	038
CAEMA	039		Sede	Miranda	MA	ECCIR	545800	9606000	–	–	30/09/88	171,00	–	–	6	–	–	–	–	–	S/E	–	–	CONESP	Ki	039
CAEMA	040		Sede	Miranda	MA	Juisa	545800	9606000	–	–	30/09/88	405,00	–	–	6	–	–	–	–	–	S/E	–	–	CONESP	Ki	040
CAEMA	041		Sede P-I	Miranda	MA	CAEMA	545800	9606000	–	–	29/08/88	961,00	–	–	12	0,07	–	–	–	–	S/E	–	–	CPRM	Ki	041
PGC	042		Faz. Quebra Galho	Nina Rodrigues	MA	Aristão C. Mesquita	619400	9614000	–	1986	26/09/88	100,00	6,40	–	4	0,26	16,30	9,90	5,00	0,505	MB COMP	2,00	CE-60	SÓ POÇOS	Ki	042
142.04	043		Sede	Nina Rodrigues	MA	A.P.M.Nina Rodrigues	621000	9616800	19,90	–	24/09/71	7,10	2,00	17,90	39	0,55	–	–	–	–	–	–	14	–	Ki	043
PGC	044		Riachão	Presidente Vargas	MA	Francisco A. Braga	610000	9612600	–	1986	26/09/88	120,00	12,10	–	6	0,42	20,50	8,40	4,00	0,476	MB COMP	10,00	CE-780	GEMOL	Ki	044
143.04	045		Sede	Presidente Vargas	MA	Prefeitura Municipal	606800	9625200	40,20	–	25/09/71	6,70	3,65	36,55	39	0,87	–	–	–	–	–	–	147	–	Ki	045
CAEMA	046		Sede P-I	Presidente Vargas	MA	CAEMA	610000	9621400	–	07/12/77	28/09/88	46,00	6,00	–	6	–	30,00	24,00	2,50	0,104	MB INJET	5,00	158	J. MELO	Ki	046
CAEMA	047		Sede P-II	Presidente Vargas	MA	CAEMA	610000	9621400	–	08/01/88	28/09/88	57,00	5,00	–	6	–	20,30	15,30	4,00	0,261	S/E	–	230	J. MELO	Ki	047

Tabela II.4.1 (Continuação)

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais -- CPRM — CATÁLOGO DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO FOLHA ITAPECURU-MIRIM SA.23-Z-C

Fonte	Nº	Símbolo	Localização							Data		Características do Poço									Equipamento		Resíduo Seco mg/l	Órgão Executor	Aquífero Captado	Nº
			Local	Município	Estado	Proprietário	Coordenadas X (UTM-km)	Coordenadas Y (UTM-km)	Coordenadas Z (m)	Perfuração	Coleta	Prof. (m)	Prof. NE (m)	Cota NE (m)	Boca 0	Boca h (m)	ND (m)	Rebaixamento(m)	Vazão (m^3/h)	Vazão Específica (m^3/h/m)	Unidade de Bombeamento	Reservatório (m^3)				
CAEMA	048		Sede P-III	Presidente Vargas	MA	CAEMA	610000	9621400	–	1984	26/06/88	92,00	33,00	–	6	0,64	42,75	9,75	12,00	1,230	S/E	–	–	GEOMETA	Ki	048
CAEMA	049		Sede P-IV	Presidente Vargas	MA	CAEMA (COHAB)	610000	9621400	–	04/86	26/06/88	140,00	12,00	–	6	0,55	56,00	44,00	2,80	0,064	S/E	–	2009	GEOMETA	Ki	049
CAEMA	050		Sítio Primavera	Presidente Vargas	MA	Celso de Abreu	604600	9615200	45,80	–	27/09/71	5,65	2,20	43,50	39	0,80	–	–	–	–	–	–	581	–	Ki	050
PGC	051		Bacabeira	Rosário	MA	Eugênio Melo	576800	9667000	–	–	26/09/88	98,00	13,80	–	4	0,21	22,20	8,40	12,00	1,429	MB COMP	5,00	CE-1800	–	Ki	051
PGC	052		Centrinho (km 66)	Santa Rita	MA	Hugo R. Saraiva	577000	9657000	–	–	26/09/88	50,00	10,00	–	4	0,35	18,00	8,00	6,00	0,750	MB COMP	10,00	149	–	Ki	052
PGC	053		Sede	Santa Rita	MA	Domingos dos Santos	75200	9652600	–	12/88	29/09/88	67,00	5,00	–	6	0,42	17,20	12,00	–	–	–	–	–	PROGEO	Ki	053
124.04	054		São José dos Costa	S. Benedito R.Preto	MA	Francisco M. Neto	657800	9616400	–	–	23/07/71	7,50	5,35	–	39	0,55	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	054
PGC	055		Chapados dos Pretos	S. Benedito R.Preto	MA	POLONORD. (Sec.irr.)	660400	9631800	–	30/06/88	26/09/88	121,00	32,50	–	6	0,27	43,80	11,30	2,52	0,223	MB COMP	5,00	107	GEOMETA X PERCON	Ki	055
PGC	056		Sede	S. Benedito R.Preto	MA	Município	663600	9631600	–	08/1986	26/09/88	93,00	55,90	–	4	0,25	72,00	16,10	5,00	0,311	MB COMP	5,00	CE-100	–	Ki	056
122.04	057		Sítio Cocal	Urbano Santos	MA	Luzia R. dos Santos	661400	9644000	85,60	–	29/09/71	–	–	85,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	057
120.04	058		Sítio Prata	Urbano Santos	MA	Hilton J. Araújo	665800	9642800	54,90	–	03/10/71	–	–	54,90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	058
121.04	059		Sítio Santa Isabel	Urbano Santos	MA	Luís Guedes Oliveira	665200	9652400	–	–	30/09/71	7,25	5,00	–	79	0,75	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	059
135.04	060		Bela Vista	Vargem Grande	MA	Alfredo de S. Lobo	625800	9569800	30,78	–	20/07/71	17,35	12,15	18,60	39	0,30	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	060
134.04	061		Caiçara	Vargem Grande	MA	Sebastião L. Lima	626000	9606800	36,60	–	–	7,30	1,40	35,20	39	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	061
132.04	062		Canto da Capoeira	Vargem Grande	MA	Domingos Costa	629600	9606800	27,50	–	23/07/71	15,50	8,80	18,70	39	0,70	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	062
PGC	063		Faz. Iguará	Vargem Grande	MA	Pe. Gerson	624600	9584800	–	27/09/88	27/09/88	–	–	–	–	–	–	–	–	–	MB COMP	5,00	CE-70	–	Ki	063
PGC	064		Faz. Paroara	Vargem Grande	MA	Leôncio T. Fernandes	622000	9596600	–	1986	27/09/88	66,00	10,40	–	4	0,84	21,30	10,90	5,00	0,459	MB COMP	5,00	–	GEMOL	Ki	064
Sec. Irrig.	065		Fazendinha	Vargem Grande	MA	Sec. Irrigação	644800	9603200	–	01/82	26/09/88	110,00	16,30	–	6	0,67	49,10	32,80	10,25	0,313	MB COMP	5,00	–	PROGEO	Ki	065
129.04	066		Lagoinha	Vargem Grande	MA	João Batista Belo	645200	9563200	–	–	21/07/71	18,90	5,25	–	39	0,60	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	066
131.04	067		Monte Castelo	Vargem Grande	MA	Dr. João Peires	633600	9594800	–	–	22/11/71	16,30	20,30	–	39	0,40	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	067
136.04	068		Poço D'Água	Vargem Grande	MA	Pedro de A. Lopes	632600	958000	27,70	–	20/07/71	10,05	5,90	31,80	39	0,55	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	068
127.04	069		Riacho da Cruz	Vargem Grande	MA	Manoel Araújo	650600	9599400	28,70	–	30/07/71	6,75	2,00	26,70	39	0,20	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	069
126.04	070		Santo Inácio	Vargem Grande	MA	Francisco F. Costa	649400	9625200	41,10	–	22/07/71	9,30	3,25	37,85	39	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Ki	070
137.04	071		São Tomé	Vargem Grande	MA	Antônio de Lima	617200	9602000	36,00	–	–	9,00	1,60	34,40	79	0,60	–	–	–	–	–	–	259	–	Ki	071
PGC	072		Sede	Vargem Grande	MA	Posto Keila	620200	9608600	–	1985	26/09/88	114,00	13,00	–	4	0,44	24,00	11,00	5,00	0,455	MB COMP	2,00	CE-1100	GEMOL	Ki	072
PGC	073		Sede	Vargem Grande	MA	Paróquia	620200	9608600	–	08/87	26/09/88	200,00	11,00	–	4	0,44	44,00	33,00	7,80	0,236	MB COMP	2,00	370	SÓ POÇOS	Ki	073
SUDENE	074		Sede P-I	Vargem Grande	MA	CAEMA	620200	9608600	–	–	–	90,00	14,00	–	6	–	66,00	52,00	6,00	0,116	–	–	–	CAEMA	Ki	074
CAEMA	075		Sede P-II	Vargem Grande	MA	CAEMA	620200	9608600	–	10/68	28/09/88	151,00	–	–	6	0,60	–	–	–	–	S/E	–	929	CAEMA	Ki	075
PGC	076		Cachoeira	Viana	MA	Prefeitura Municipal	510400	9636000	–	1988	24/09/88	100,00	1,28	–	4	1,05	–	–	–	–	S/E	–	CE-4000	–	Ki	076
PG	077		Acoque	Vitória do Mearim	MA	Sec. Irrigação	504800	9604200	–	1985	24/09/88	120,00	17,00	–	4	0,58	32,00	15,00	2,00	0,133	MB COMP	10,00	CE-80	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	077
PGC	078		Juçara	Vitória do Mearim	MA	João Coelho da Silva	514200	9572600	–	1987	25/08/88	84,50	10,50	–	4	0,42	18,00	7,50	7,00	0,933	MB COMP	2,00	CE-700	DRILL	Ki	078
PGC	079		Lago Açú	Vitória do Mearim	MA	Francisco João M. Lobo	511200	9575400	–	1984	25/09/88	101,00	3,00	–	4	0,20	10,30	7,30	14,00	1,918	MB COMP	25,00	CE-77	SÓ POÇOS	Ki	079
PGC	080		Lago Açú	Vitória do Mearim	MA	Valdir Cortez Leite	511200	9575400	–	1983	25/08/88	120,00	10,60	–	4	0,66	24,00	13,40	8,00	0,597	MB COMP	5,00	748	PETRUS	Ki	080
PGC	081		Lago Açú	Vitória do Mearim	MA	Prefeitura Municipal	511200	9575400	–	1986	25/08/88	100,00	19,00	–	4	0,15	17,00	8,00	10,00	1,250	MB COMP	10,00	CE-1650	DRILL	Ki	081
PGC	082		São Lourenço	Vitória do Mearim	MA	Sec. Irrigação	510200	9604800	–	1986	–	88,00	9,65	–	6	0,63	32,80	23,15	3,60	0,156	S/E	–	–	HIDROMAR	Ki	082
HIDROAMAZ.	083		Sede	Vitória do Mearim	MA	CVRD/ESTACON ENG.	514200	9617400	–	08/82	–	102,00	6,00	–	6	–	70,00	62,00	3,60	0,058	MB COMP	20,00	–	HIDRO AMAZÔ-NICA	Ki	083
AEMA	084		Sede P-II	Vitória do Mearim	MA	CAEMA	514200	9617400	–	05/10/88	30/09/88	40,00	–	–	6	–	–	–	–	–	S/E	–	–	J. MELO	QHa	084
CAEMA	085		Sede P-III	Vitória de Mearim	MA	CAEMA	514200	9617400	–	–	30/09/88	27,50	–	–	6	–	–	–	–	–	S/E	–	–	J. MELO	QHa	085
CAEMA	086		Sede P-IV	Vitória de Mearim	MA	CAEMA	514200	9617400	–	1981	30/09/88	9,00	4,59	–	6	–	5,60	1,01	2,94	2,910	S/E	12,00	144	CAEMA	QHa	086
CAEMA	087		Sede P-V	Vitória de Mearim	MA	CAEMA	514200	9617400	–	1981	30/09/88	12,00	6,40	–	6	–	8,12	1,72	2,33	1,355	S/E	120,00	96	CAEMA	QHa	087
CAEMA	088		Sede P-VI	Vitória de Mearim	MA	CAEMA	514200	9617400	–	1981	30/09/88	8,00	4,45	–	6	–	5,00	0,55	1,66	3,018	S/E	120,00	146	CAEMA	QHa	088
FSESP	089		Sede (Casa de Bomba)	Vitória de Mearim	MA	FSESP	514200	9617400	–	07/71	30/09/88	67,00	2,10	–	6	–	32,00	29,90	1,80	0,060	S/E	120,00	–	FSESP	Ki	089
Sec. Irrg.	090		Serraria	Vitória de Mearim	MA	Sec. Irrigação	514600	9570400	–	01/88	25/09/88	100,00	9,50	–	6	0,44	20,30	10,80	6,80	0,630	MB COMP	5,00	CE-650	GEOMETA	Ki	090
PGC	091		Serraria	Vitória de Mearim	MA	Manoel de Jesus	514600	9570400	–	1984	25/08/88	100,00	15,00	–	4	0,25	22,00	7,00	5,00	0,714	MB COMP	5,00	CE-700	SÓ POÇOS	Ki	091
PGC	092		Serraria	Vitória de Mearim	MA	Chico Côco	514600	9570400	–	1986	25/08/88	85,00	14,00	–	4	0,70	21,00	7,00	6,00	8,570	MB COMP	5,00	–	DRILL	Ki	092
PGC	093		Serraria	Vitória de Mearim	MA	José Alcoforado	515800	9569800	–	1986	25/08/88	105,00	105,00	9,60	4	0,41	18,00	8,40	7,00	0,833	MB COMP	5,00	CE-1400	PETRUS	Ki	093
PGC	094		Serraria Nova	Vitória de Mearim	MA	Augusto Gama	515800	9569800	–	1985	25/08/88	100,00	16,00	–	4	0,75	24,00	8,00	5,00	0,625	MB COMP	5,00	CE-600	SÓ POÇOS	Ki	094
PGC	095		Tatajuba	Vitória de Mearim	MA	Sec. Irrigação	515200	9566200	–	1986	25/08/88	100,00	11,68	–	6	0,62	20,50	8,82	5,00	0,567	MB COMP	5,00	CE-150	–	Ki	095

Antes da perfuração de poços, visando os aqüíferos tradicionais que ocorrem em subsuperfície (Serra Grande, Cabeças, Poti-Piauí, Sambaíba ou Grajaú), deve-se executar um estudo local e/ou regional, através de método geofísico, para verificação da espessura e profundidade das camadas, bem como para a determinação do contorno do embasamento. Tendo em vista que as indicações disponíveis são pautadas apenas na tradição dessas unidades, como bons aqüíferos no contexto da Bacia do Parnaíba.

Com base nos critérios acima expostos, foi elaborada a *"Carta* de Zoneamento Hidrogeológico" para a área, onde foram considerados em superfície, a unidade Itapecuru e as aluviões, como mananciais para captação de água subterrânea e em subsuperfície, os aqüíferos Grajaú, Sambaíba, Sistema Poti-Piauí, Cabeças e Serra Grande. Encontram-se representadas nesta carta, três zonas para a captação de água subterrânea. São elas:

– Zona 1: de captação com profundidade superior a 600m, objetivando a explotação dos aqüíferos Grajaú (600m), Sambaíba (700m), Poti-Piauí (1.000m), Cabeças (1.200m) e, em casos extremos, Serra Grande (1.500m); recomendada apenas para grande empreendimento populacional, industrial ou de irrigação.

Os poços a serem perfurados nesta zona, deverão ser dirigidos prioritariamente para o Sistema Poti-Piauí e, somente em caso de insucesso, é que se deverá buscar o aqüífero Cabeças ou, em situações extremas, o Aqüífero Serra Grande, face às dificuldades de captação de água através de poços a grandes profundidades e o desconhecimento das características hidrodinâmicas dessas unidades na região.

– Zona 2: de captação da unidade Itapecuru e aluviões, compõe a quase totalidade aflorante da Folha. Constitui-se como zona livre a subconfinada. Indicada para poços de até 250m e com vazões inferiores a $20m^3/h$. É recomendada para abastecimento de pequenos centros urbanos, pequenas irrigações, pequena e média indústria, pecuária, hospitais, postos de gasolina, hotéis, fazendas, escolas, residências, chafarizes públicos, etc.

– Zona 3: de predominância de lagos e planícies fluviais, em sua grande maioria afogados, de constituição essencialmente argilosa, remanescentes do antigo estuário da Bacia de São Marcos, onde não é recomendada a implantação de empreendimentos com vistas à captação de água subterrânea.

A partir do cadastro de pontos de água, foi elaborada a tabela II.4.2, onde se encontram representados os valores médios, máximos e mínimos, das principais características dos poços tubulares e manuais, perfurados na Folha Itapecuru-Mirim. Da análise desses dados verifica-se que, apesar das limitações hidrogeológicas que caracterizam a área, face a sua constituição geológica, os valores apresentados não a desqualificam para a realização de poços que visem o uso das águas subterrâneas destinadas a pequenas demandas. Entretanto, respaldado em resultados obtidos em outras regiões similares, recomenda-se que sejam explotados os aqüíferos mais promissores que ocorrem em subsuperfície, quando houver necessidade de demandas maiores.

As unidades consideradas como zonas produtoras de água subterrânea ou que poderão vir a ser utilizadas, são tratadas sumariamente a seguir.

4.3.1 Aqüífero Serra Grande

Representa a unidade basal do pacote sedimentar que preenche a Bacia do Parnaíba, constituindo-se do ponto de vista hidrogeológico,

Tabela II.4.2 – Demonstrativo das características dos poços tubulares e manuais.

Característica / Manancial		Prof (m)	Ne (m)	Nd (m)	Reb (m)	Vazão (m^3/h)	Vazão Específica (m^3/h/m)	Resíduo Seco (mg/l)	Cond. Elétrica µmho/cm	PH
Poço Tubular	Média	125,00	15,00	28,00	15,00	6,10	0,776	594,00	724,00	7,92
	Máximo	961,00	55,90	72,00	62,00	19,00	8,570	2.009,00	4.000,00	8,70
	Mínimo	41,00	1,28	8,20	5,00	1,80	0,120	77,00	60,00	6,97
Poço Manual	Média	9,70	5,60	–	–	–	–	253,00	450,00	7,55
	Máximo	20,30	16,30	–	–	–	–	581,00	950,00	8,60
	Mínimo	4,00	1,35	–	–	–	–	14,00	50,00	6,50

no mais importante e maior produtor de água subterrânea da bacia. Na Folha Itapecuru-Mirim, esta unidade ocorre somente em subsuperfície, distribuindo-se por toda a extensão da folha, com espessura média da ordem de 200m, representando, assim, uma camada considerável.

Ocorre a uma profundidade média da ordem de 1.500m, como atestam os furos realizados pela PETROBRÁS na Bacia do Parnaíba e o mapa de tendência do contorno estrutural do topo desta unidade (figura II.4.1), elaborado a partir dos mapas de isópacas apresentados por Caputo (1984).

Para a Folha Itapecuru-Mirim, o Aqüífero Serra Grande tem importância bastante reduzida, devido a sua grande profundidade e ao desconhecimento de seu comportamento na área, uma vez que suas características hidrodinâmicas, reconhecidas em grande extensão da Bacia do Parnaíba, podem não se repetir na área em questão, devido, entre outros fatores, aos aspectos estruturais que o condicionam.

4.3.2 Aqüífero Cabeças

No âmbito da Bacia do Parnaíba, este aqüífero ocupa o segundo lugar em importância como zona armazenadora de água subterrânea. Ocorre apenas em subsuperfície, em pacote contínuo com espessura da ordem de 100m, e a uma profundidade média em torno de 1.000m (figura II.4.2). Seu meio aqüífero é representado por arenitos porosos permeáveis, constituindo assim excelente reservatório de água subterrânea, e que poderá ser útil nesta região, quando as unidades sobrepostas não forem suficientes para atenderem às demandas desejadas.

4.3.3 Sistema Aqüífero Poti-Piauí

As unidades geológicas que constituem este sistema aqüífero, ocorrem apenas na porção meridional da área em estudo, com espessuras médias de 170m e 160m respectivamente, constituindo uma camada sedimentar, consi-

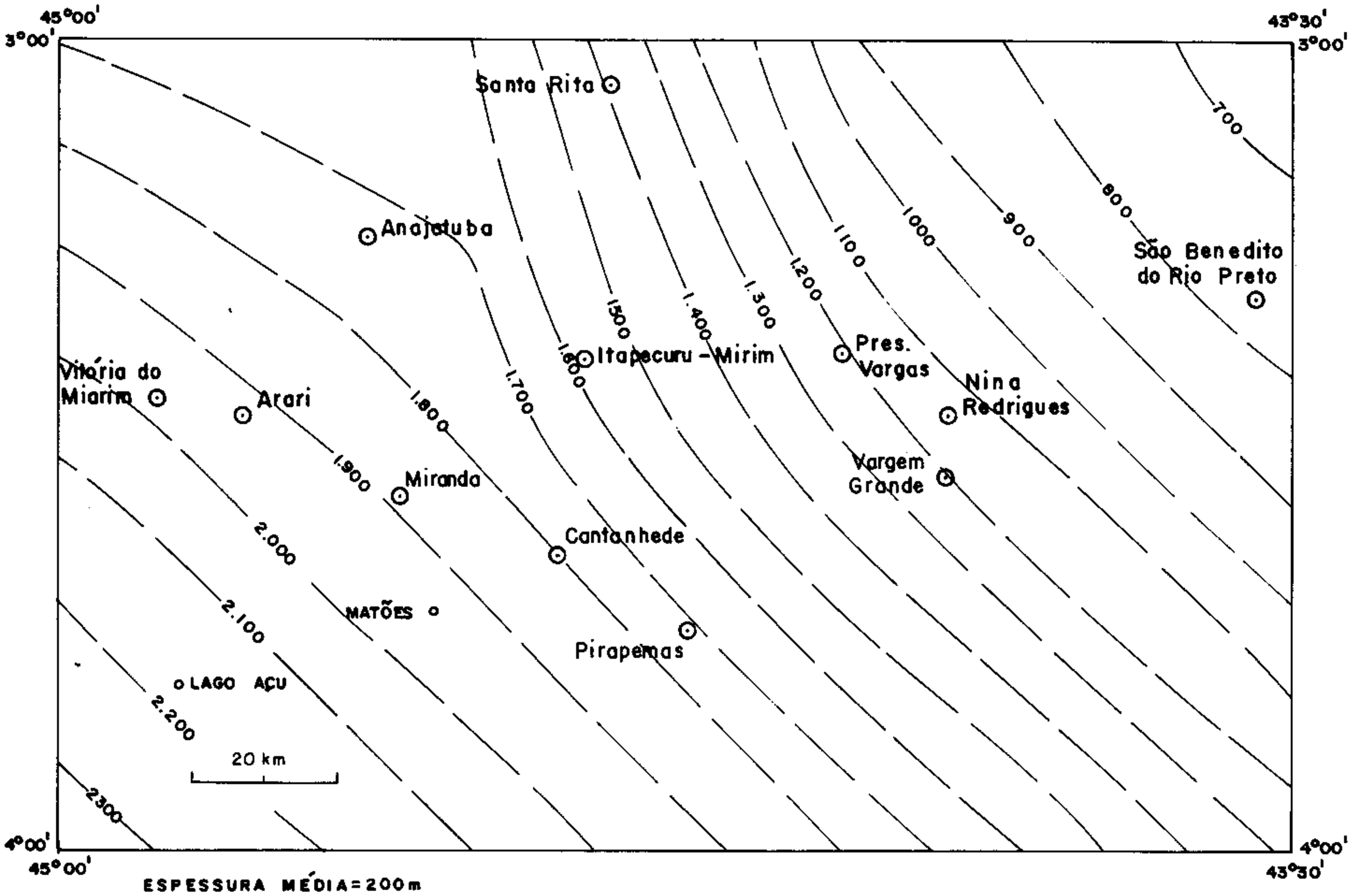


Figura II.4.1 – Mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Sistema Serra Grande.

derável do ponto de vista hidrogeológico. A sua ocorrência, verifica-se a uma profundidade média em torno de 900m, segundo atestam furos realizados pela PETROBRÁS e o mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Aqüífero Piauí (figura II.4.3).

O Aqüífero Poti é tratado no âmbito da Bacia do Parnaíba, como de características hidrogeológicas boas e de potencialidade elevada, o que, juntamente com o Aqüífero Piauí, de conceitos semelhantes, vem a representar, para a porção sul da folha, uma opção de captação de água subterrânea, destinada a grandes empreendimentos industriais ou de irrigação que exijam grandes demandas.

As características hidrodinâmicas conhecidas para o Aqüífero Poti, na região de Balsas, sudoeste da folha em foco, são as seguintes:

- $t = 3{,}5 \times 10^{-3}\ m^2/s$
- $k = 6{,}3 \times 10^{-6}\ m/s$
- $S = 9{,}29 \times 10^{-4}$

Para o Aqüífero Piauí, foram considerados os mesmos valores, face a estreita similaridade que guardam entre si.

4.3.4 Aqüífero Sambaíba

Hidrogeologicamente, e à luz dos conhecimentos disponíveis, a Formação Sambaíba ca-

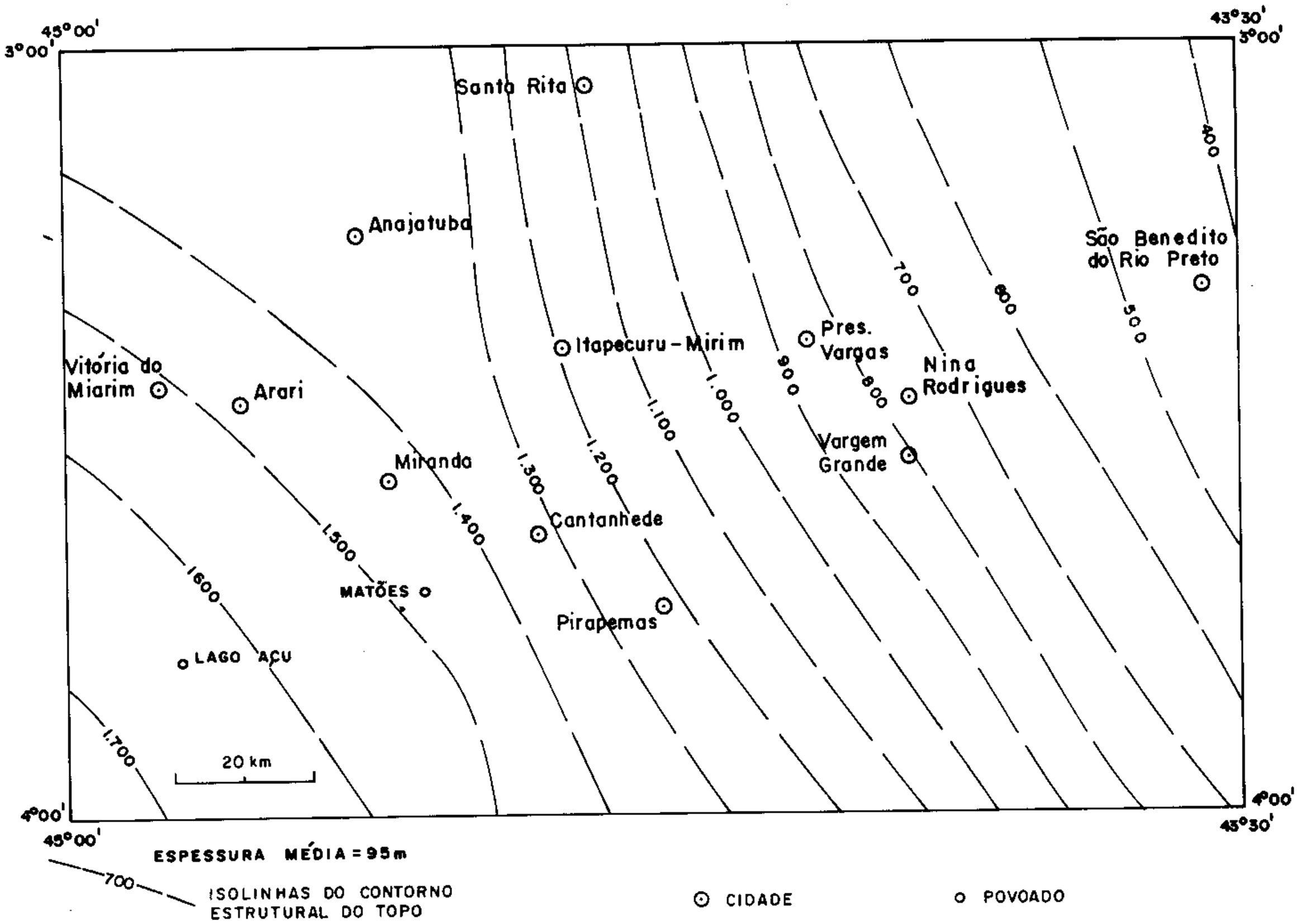


Figura II.4.2 – Mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Aqüífero Cabeças..

racteriza-se como a unidade geológica mesozóica mais promissora para a explotação de água subterrânea, no âmbito da folha e da Bacia do Parnaíba. Esta unidade, não aflora na área em estudo, mas evidências de sua ocorrência em subsuperfície com caimento rumo ao centro da bacia, são destacadas em vários trabalhos executados em terrenos circunvizinhos, confirmado em furo realizado pela PETROBRÁS. O topo da unidade situa-se a uma profundidade média superior a 600m, conforme evidencia o mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Aqüífero Sambaíba (figura II.4.4). A sua espessura média é da ordem de 100m, e sua ocorrência em subsuperfície restringe-se à porção SSW da folha, conforme figura citada.

A Formação Sambaíba é constituída predominantemente por arenitos róseos e esbranquiçados, finos a médios, bem selecionados, com grãos subangulosos a arredondados, que se expõem em amplas áreas ao sul dos limites da folha, sugerindo boas perspectivas como aqüífero em áreas em que seja captado em subsuperfície, tendo em vista que apresenta também uma grande zona de recarga flúvio-pluviométrica, além de possuir boa porosidade e razoável permeabilidade.

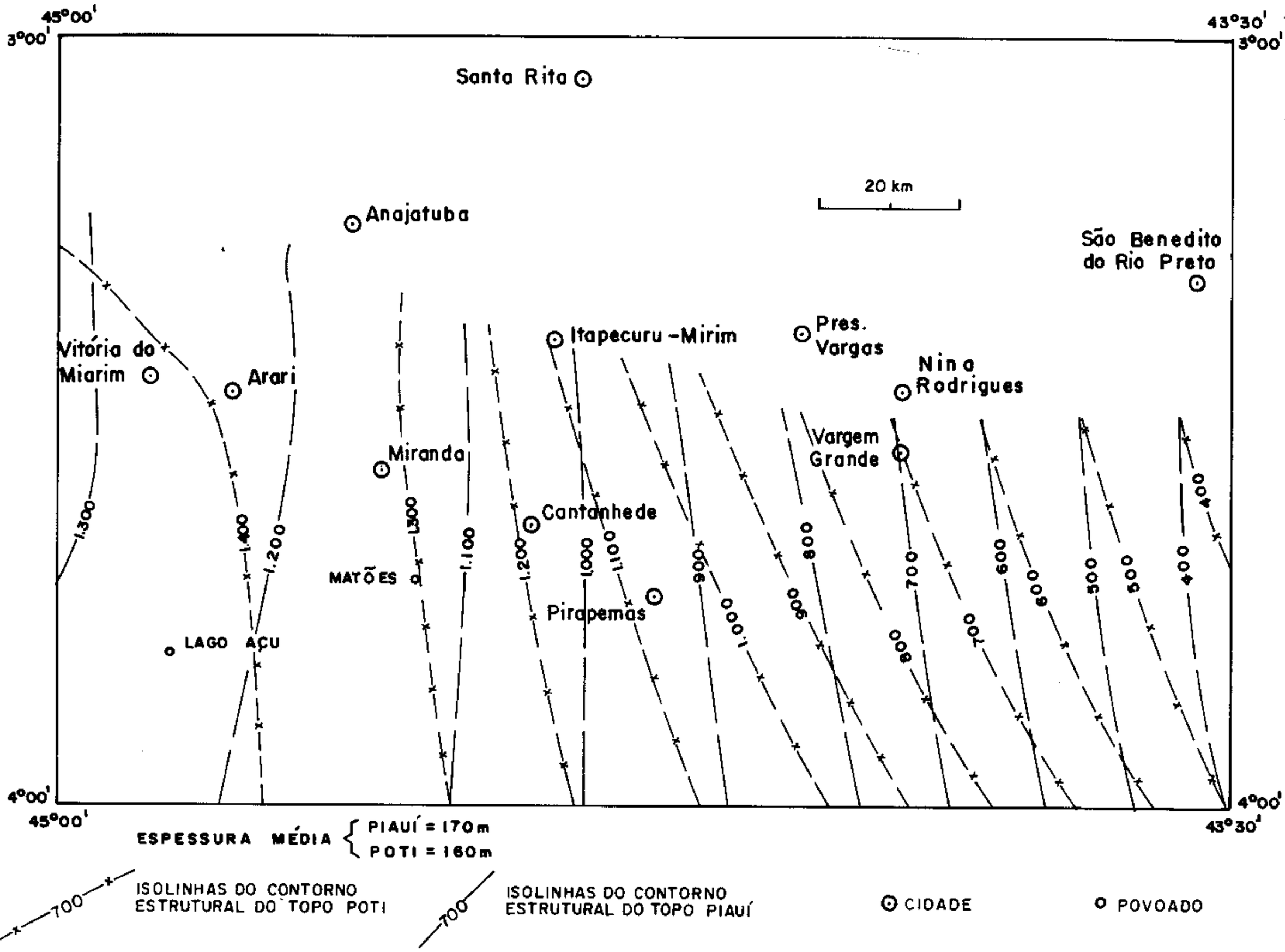


Figura II.4.3 – Mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Sistema Poti-Piauí.

A comprovação da boa perspectiva desta unidade como zona armazenadora de água subterrânea, vem sendo alcançada, atualmente, pela perfuração de poços na cidade de Imperatriz e arredores, com profundidades superiores a 350m, buscando exclusivamente a captação nesta formação. Efetivamente, os poços perfurados na Folha Imperatriz (SB.23-V-C) têm alcançado va-zões superiores a 100m3/h, chegando até 225m^3/h, e com vazões específicas da ordem de 9m^3/h, alcançando um valor máximo de 30m^3/h.

A recarga deste aqüífero ocorre principalmente em suas zonas de afloramento, fora da área em estudo, através da infiltração direta das precipitações pluviométricas e pelos cursos d'água que o drenam. A alimentação do aqüífero é dificultada em subsuperfície pelos derrames basálticos que se lhe sobrepõem, reduzindo ou mesmo impedindo, em certos casos, a infiltração vertical descendente através das unidades sobrepostas.

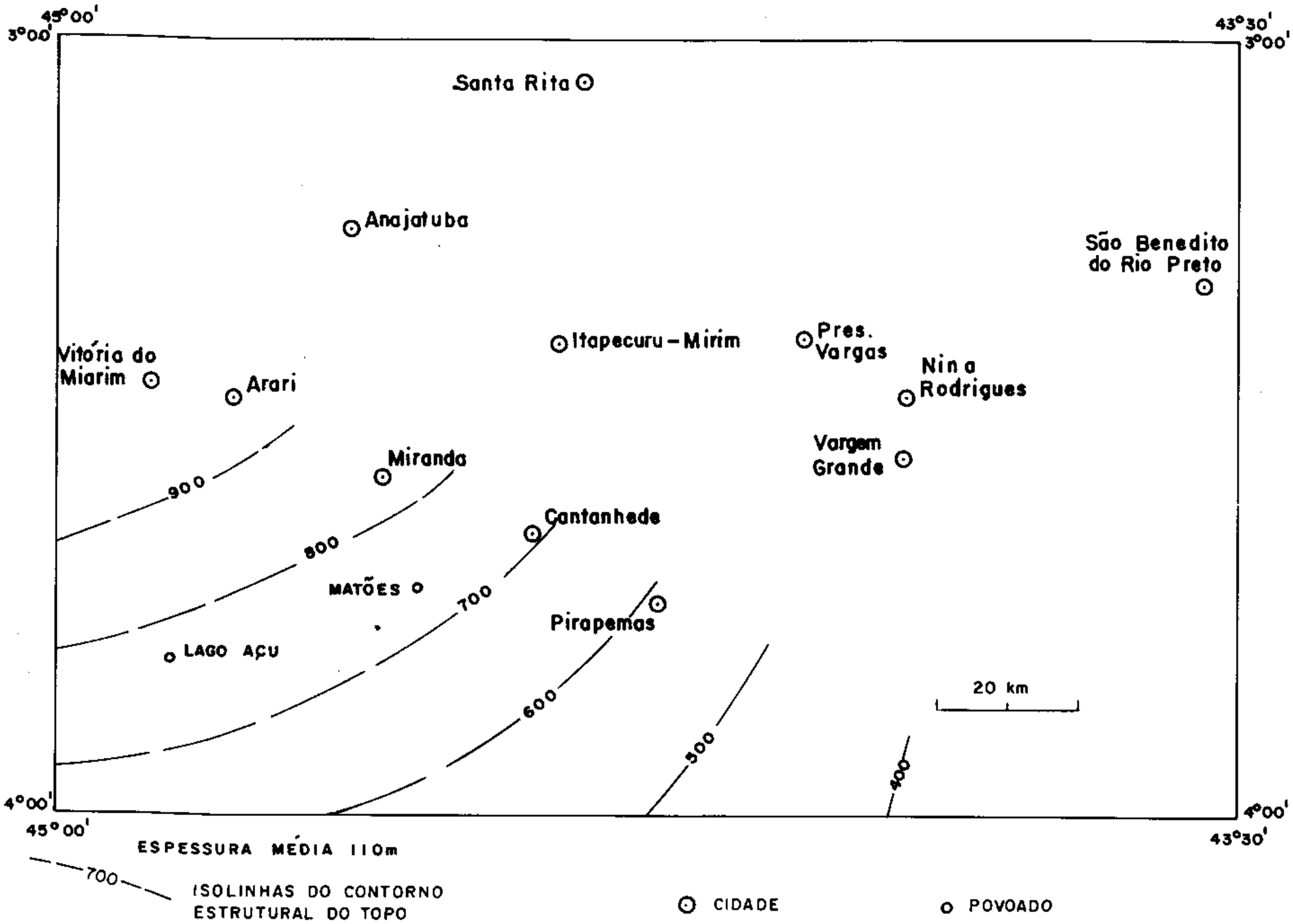


Figura II.4.4 – Mapa de tendência do contorno estrutural do topo Aqüífero Sambaíba.

4.3.5 Aqüífero Grajaú

Esta unidade ocorre apenas em subsuperfície, em faixas isoladas, interdigitadas com a Formação Codó. Litologicamente, é constituída dominantemente por arenitos esbranquiçados a creme, finos a médios, com níveis grosseiros a conglomeráticos de baixa diagênese.

Apresenta uma espessura da ordem de 60m, distribuindo-se em profundidades que variam de 200m a 1.000m, conforme se infere do mapa de tendência do contorno estrutural do topo da unidade (figura II.4.5) e dos mapas de isópacas das formações da Bacia do Parnaíba elaborados por Caputo (1984).

Quanto aos aspectos hidrogeológicos, esta unidade apresenta características de bom aqüífero, em vista principalmente de sua constituição litológica. Entretanto, sua reduzida espessura, somada a sua limitada distribuição, reduz em muito sua relevância para a captação de água subterrânea. Mesmo assim, para a Folha Itapecuru-Mirim, seu potencial é considerado promissor quando identificada em poços que busquem a captação de água subterrânea.

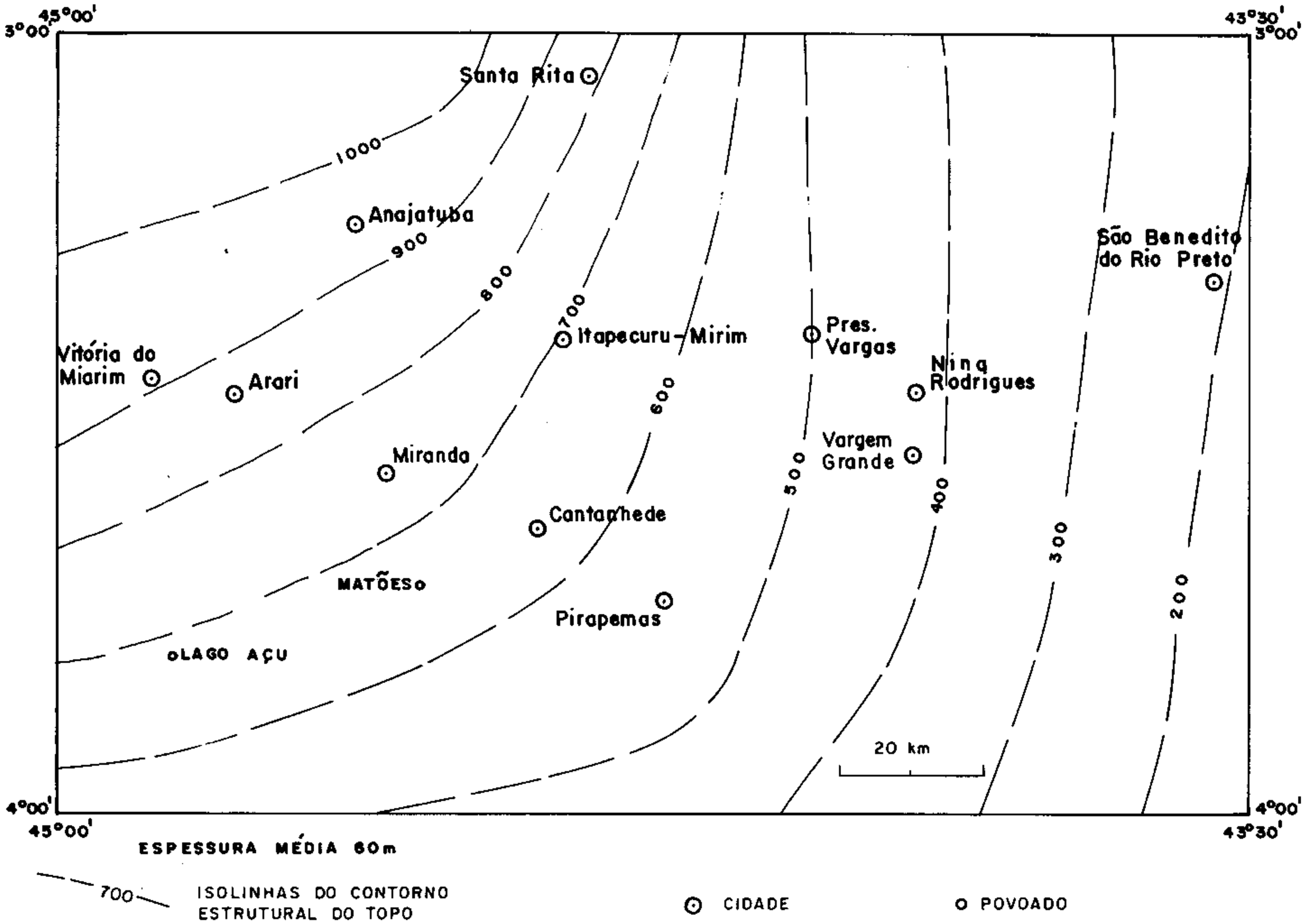


Figura II.4.5 – Mapa de tendência do contorno estrutural do topo do Aqüífero Grajaú.

4.3.6 Unidade Itapecuru

Excetuando as coberturas detrítico-lateríticas e os depósitos quaternários, a Formação Itapecuru é a que apresenta maior distribuição na Folha Itapecuru-Mirim.

Litologicamente, é constituída por arenitos de coloração variada, avermelhados a claros, finos a muito finos, argilosos, porém apresentando níveis arenosos que justificam a perfuração de poços tubulares.

Do ponto de vista hidrogeológico, esta unidade é classificada como de potencial fraco, em função de suas características areno-argilosas, chegando mesmo a ser considerada por Leal (1977), para a área, como um aqüiclude.

A recarga deste aqüífero se faz através da infiltração direta das precipitações pluviométricas e pelos rios que o drenam. Em parte, esta alimentação é dificultada pelos estratos pelíticos, os quais se constituem em verdadeiras barreiras semipermeáveis, fazendo com que o movimento descendente das águas seja inibido e provocando, assim, um aumento da vazão de escoamento natural.

Na área em foco, a unidade Itapecuru representa a primeira opção de captação de água subterrânea, com vistas ao atendimento de

pequenas sedes municipais, vilas, fazendas, hospitais, pequena irrigação e pequena e média pecuária.

Do total de pontos cadastrados para a folha, 86% dos poços tubulares explotam este aqüífero, bem como 100% dos poços manuais. Os poços tubulares restantes (14%) explotam as aluviões localizadas em pequenos vales.

4.3.6.1 Poços Tubulares

Os poços perfurados no âmbito da folha apresentam os seguintes parâmetros:

– A profundidade média é da ordem de 126m, a máxima de 961m e a mínima de 41m;

– O nível estático médio é da ordem de 14m, o máximo de 56m e o mínimo de 1m.

A partir dos valores médios locais ou unitários dos níveis estáticos, elaborou-se o mapa de profundidade do nível das águas subterrâneas para a Unidade Itapecuru na Folha Itapecuru-Mirim (figura II.4.6), onde se verifica que não há uma zona de predominância de um determinado nível, face ao controle exercido por efeitos topográficos, litológicos e/ou estruturais.

A vazão de explotação não é suficientemente conhecida, uma vez que o volume de água utilizado para o abastecimento público, industrial e agropecuário, não apresenta controle de descarga através de bombeamento constante para determinado tempo. Apenas a Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão (CAEMA) exerce este controle em seus núcleos de abastecimento. De acordo com informações dessa empresa, a vazão de explotação média é, atualmente, da ordem de $6m^3/h$. Considerando-se a precipitação pluviométrica regional e, conseqüentemente, a recarga do aqüífero em questão, este nível de explotação não apresenta nenhum risco para a vida útil deste sistema-reservatório.

A vazão média de teste é da ordem de $6m^3/h$; a máxima de 19 e a mínima de $2m^3/h$.

A vazão específica média é da ordem de $0,80m^3/h$, verificando-se um valor máximo de 8,60 e um valor mínimo de $0,85m^3/h$.

O nível de variação da profundidade das águas (ND-NE), verificado para o sistema de captação utilizado na área, não chega a comprometer o abastecimento, visto que, o rebaixamento médio é da ordem de 15m, sendo o máximo de 62m e o mínimo de 5m, o que vem a corresponder a menos de 12% da coluna de bombeamento do poço. Entretanto, as vazões esperadas para este aqüífero não devem superar em muito aos valores antes mencionados, tendo em vista a sua natureza litológica, que é o fator primordial na sua qualificação como zona armazenadora de água.

Apesar de conter níveis arenosos que justificam a perfuração de poços tubulares para o abastecimento de vilas e cidades, o uso deste aqüífero não é recomendado com segurança quando a demanda desejada for superior aos valores anteriormente mencionados.

4.3.6.2 Poços Manuais

O sistema de captação de água subterrânea rasa, através de poços manuais (poços escavados), é responsável por uma grande parte do abastecimento desta área, notadamente em fazendas e em pequenos núcleos urbanos.

Os poços manuais que explotam a unidade Itapecuru apresentam profundidades variáveis, controlados que são, pelas condições topográficas de suas locações.

A profundidade média verificada é da ordem de 9,70m, a máxima de 20,30 e a mínima de 4,0m. O nível da água é também bastante variável, e está sempre relacionado com a situação topográfica de sua locação, a litologia

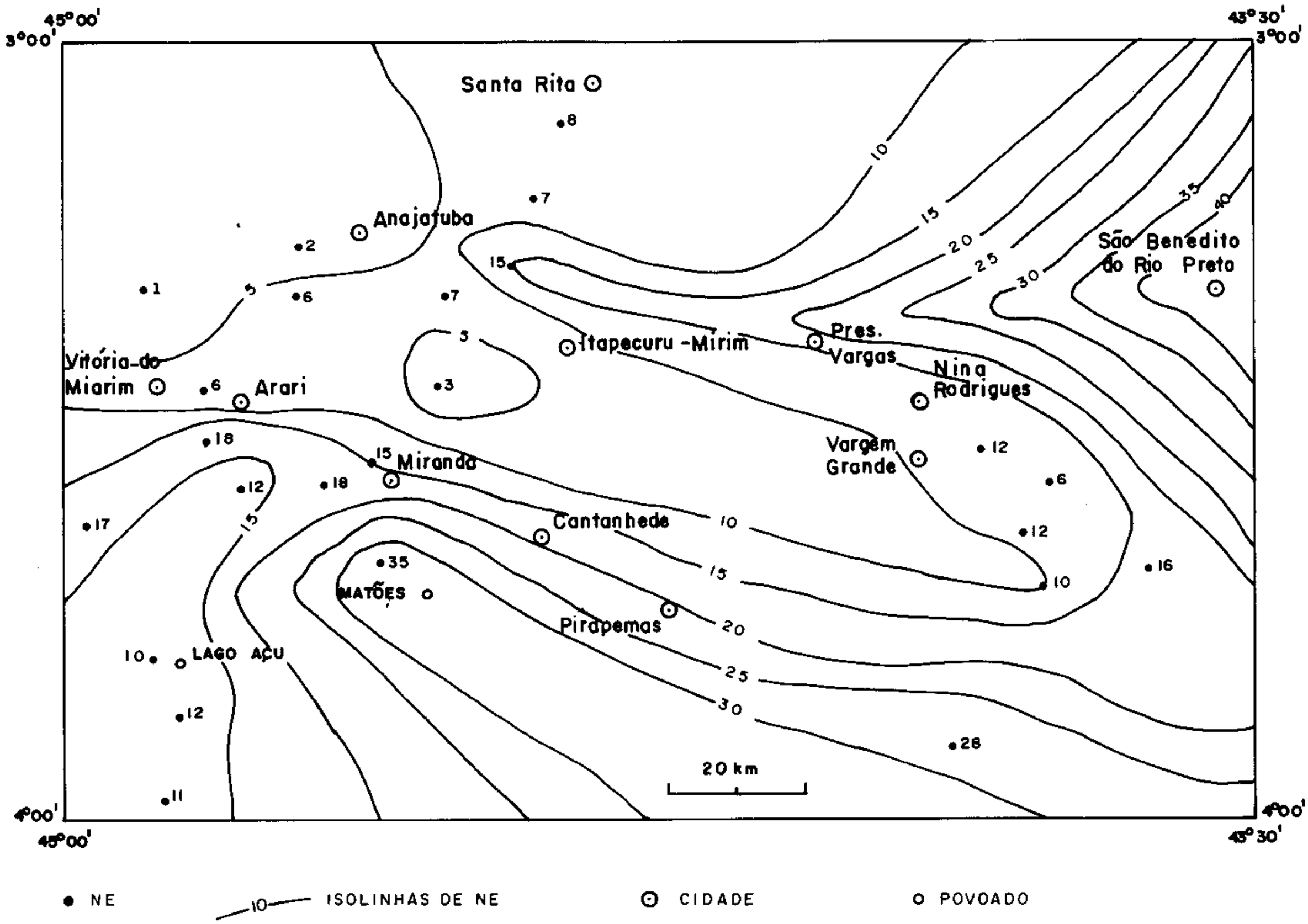


Figura II.4.6 – Mapa de profundidade do nível das águas subterrâneas da Unidade Itapecuru.

atravessada e a estação climática do período de observação. A profundidade média registrada para o nível da água durante o período seco (fase de cadastramento), foi da ordem de 5,60m, com máxima de 16,30m e mínima de 1,35m.

4.3.7 Aluviões

Os sedimentos aluviais ocorrem com grande destaque, na porção ocidental da Folha Itapecuru-Mirim, ocupando uma região baixa de lagos e planícies, quase sempre afogados pelas inundações dos rios Mearim, Grajaú, Ipixuna, Prequeú e Pindaré-Mirim. São constituídos por argilas, siltes e areias, que ocupam uma grande faixa do antigo estuário da Bacia de São Marcos.

Apresentam importância hidrogeológica somente em reduzidas faixas, hoje ocupadas por enseadas e desembocadouros dos pequenos cursos d'água. Tem-se como exemplos, as cidades de Anajatuba e Vitória do Mearim, onde existem poços que explotam estes sedimentos.

Os poços que explotam esses depósitos apresentam as seguintes características:

– Profundidade média da ordem de 23m, sendo a máxima de 40m e a mínima de 8m;

– Nível estático médio da ordem de 3,0m, com máximo de 6,5m e mínimo de 1,0m;

– Nível dinâmico médio em torno de 9m, sendo o máximo de 20m e o mínimo de 3m;

– Vazão média da ordem de 6m^3/h, com máxima de 10m3/h e mínima de 1,6m^3/h.

– Rebaixamento médio da ordem de 6m (máximo de 18m e mínimo de 0,12m).

Vazão específica da ordem de 2,66m^3/h (máxima de 11,11m^3/h e mínima de 0,12m^3/h).

Estes depósitos são considerados para a área, como de boas perspectivas hidrogeológicas, tendo em vista que sua recarga é fornecida pela elevada precipitação pluviométrica da região. Sua explotação é recomendada através de poços rasos, como acima especificado, e que visem demandas modestas para atendimento a pequenas comunidades particulares, fazendas, etc.

4.4 Características Químicas das Águas

A caracterização química das águas, ocorrentes em uma determinada área, tem sua importância fundamentada pela implicação direta que o tipo de água presente terá quanto a sua utilização na agricultura, na pecuária e, principalmente, no consumo humano.

As considerações aqui apresentadas dizem respeito exclusivamente às águas provenientes da unidade Itapecuru e das aluviões, por constituirem-se nos únicos mananciais subterrâneos em explotação na Folha Itapecuru-Mirim.

Este estudo hidroquímico para a caracterização das águas, baseou-se em análises efetuadas pela Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão (CAEMA), naquelas constantes no Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste – Folha 04 – São Luís-SE (Leal, 1977), complementadas por determinações efetuadas em amostras coletadas neste levantamento.

Os resultados analíticos disponíveis permitem as seguintes considerações:

• Dureza: de acordo com a classificação de Klut Olszewski, as águas desta área provenientes dos aluviões e da Unidade Itapecuru são classificadas como muito moles a moles, visto que a média de dureza é de 4,62 graus franceses e 100% das mesmas apresentam valores abaixo de 12 graus franceses. Já os poços manuais que captam a Unidade Itapecuru apresentam 60% como águas algo duras, com valores acima de 12 graus franceses.

• pH: verifica-se uma estreita correlação entre os valores de pH para as águas provenientes da unidade Itapecuru, captadas por poços tubulares e manuais, com índices acima de 7,0, o que as caracteriza como ligeiramente alcalinas. As águas oriundas dos aluviões classificam-se como ligeiramente ácidas com um pH médio da ordem de 5,93, com máximo de 7,7 e mínimo de 4,70.

• Resíduo Seco: os resultados analíticos indicam um valor médio de 384mg/l, o que vem a qualificar essas águas como de baixo grau de concentração de sais dissolvidos; entretanto, foram verificados valores extremos de 14mg/l e 2.009mg/l, considerados respectivamente, como muito baixo e elevado. Quanto ao resíduo seco, verificou-se o seguinte comportamento: os poços manuais apresentam os menores valores, seguidos pelos aluviões; os poços tubulares que captam a unidade Itapecuru apresentam os valores mais elevados, não sendo, entretanto, generalizadas como impróprias para o consumo humano.

• Condutividade Elétrica: os valores mencionados no catálogo foram determinados em campo, através de medições diretas com con-

dutivímetro, e complementadas com resultados laboratoriais. O valor médio é da ordem de 600 micromho/cm, o que vem confirmar o baixo grau de concentração de sais dissolvidos, ressaltado quanto as determinações dos valores de resíduo seco. Entretanto, foram determinadosna localidade, índices extremos de 50 e 4.000 micromho/cm, o que no caso de anomalia maior, não vem a comprometer o caráter regional de baixa salinidade. Verifica-se o mesmo comportamento do resíduo seco com valores crescentes a partir de poços manuais, aluviões e Unidade Itapecuru para poços tubulares.

De posse desses resultados analíticos elaborou-se a tabela comparativa das características químicas para os poços tubulares (unidade Itapecuru e aluviões) e manuais (tabela II.4.3).

4.4.1 Determinação das Fácies Químicas

Para a classificação das águas, empregou-se o diagrama de Piper-Hill-Langelier, que define as diferentes classes e tipos predominantes das águas existentes.

Para uma melhor caracterização, as amostras foram agrupadas de acordo com suas procedências, estando portanto individualizadas as águas dos poços tubulares (unidade Itapecuru e aluviões) e manuais (águas subterrâneas rasas).

Tabela II.4.3 – Tabela comparativa das características químicas para os poços tubulares (Unidade Itapecuru e Aluviões) e manuais.

Parâmetro		Poço		
		Tubular		Manual
		Formação Itapecuru	Aluviões	Aluviões
Dureza °F	Médio	4,57	4,67	8,95
	Máximo	8,80	10,00	21,00
	Mínimo	1,40	1,60	1,90
pH	Médio	7,92	5,93	7,55
	Máximo	8,70	7,70	7,55
	Mínimo	6,97	4,70	6,50
Resíduo Seco mg/l	Médio	594	304	253
	Máximo	2009	809	581
	Mínimo	77	45	41
Cod. Elétrica microhbo/cm	Médio	724	621	450
	Máximo	4000	2500	950
	Mínimo	60	140	50

4.4.1.1 Unidade Itapecuru

Conforme o diagrama de freqüência da distribuição das fácies hidroquímicas (figura II.4.7), as águas procedentes da Unidade Itapecuru apresentam o seguinte comportamento:

- Águas Cloretadas 50,00%
- Águas Cloretadas Carbonatadas 37,50%
- Águas Mistas 2,50%

Pelo acima exposto, denota-se uma predominância absoluta do íon cloro para as águas deste sistema, característica esta, homogeneamente verificada em toda a folha.

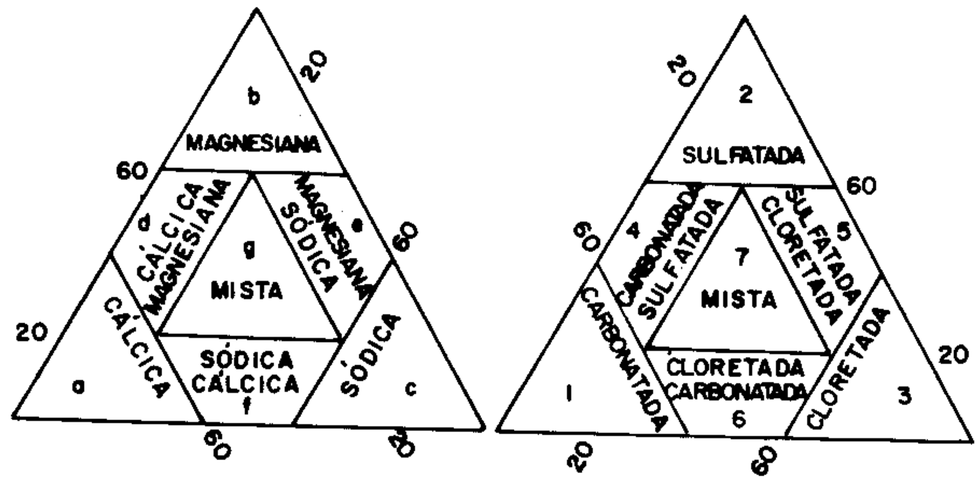
Dentre as classes acima mencionadas há uma predominância do tipo sódica. A distribuição percentual é a seguinte:

- Sódica 75,00%
- Magnesiana Sódica 12,50%
- Mista 12,50%

4.4.1.2 Aluviões

As águas procedentes deste manancial apresentam, segundo o diagrama de freqüência das fácies hidroquímicas (figura II.4.8), a seguinte distribuição:

- Águas Cloretadas 85,70%
- Águas Cloretadas Carbonatadas 14,30%



ITAPECURU

AMOSTRA	SÍMBOLO	FÁCIES
021	⊙	6c
024	⊙	6c
046	⊙	3e
047	⊙	6c
052	⊙	6c
055	⊙	3c
073	⊙	3g
080	⊙	7c

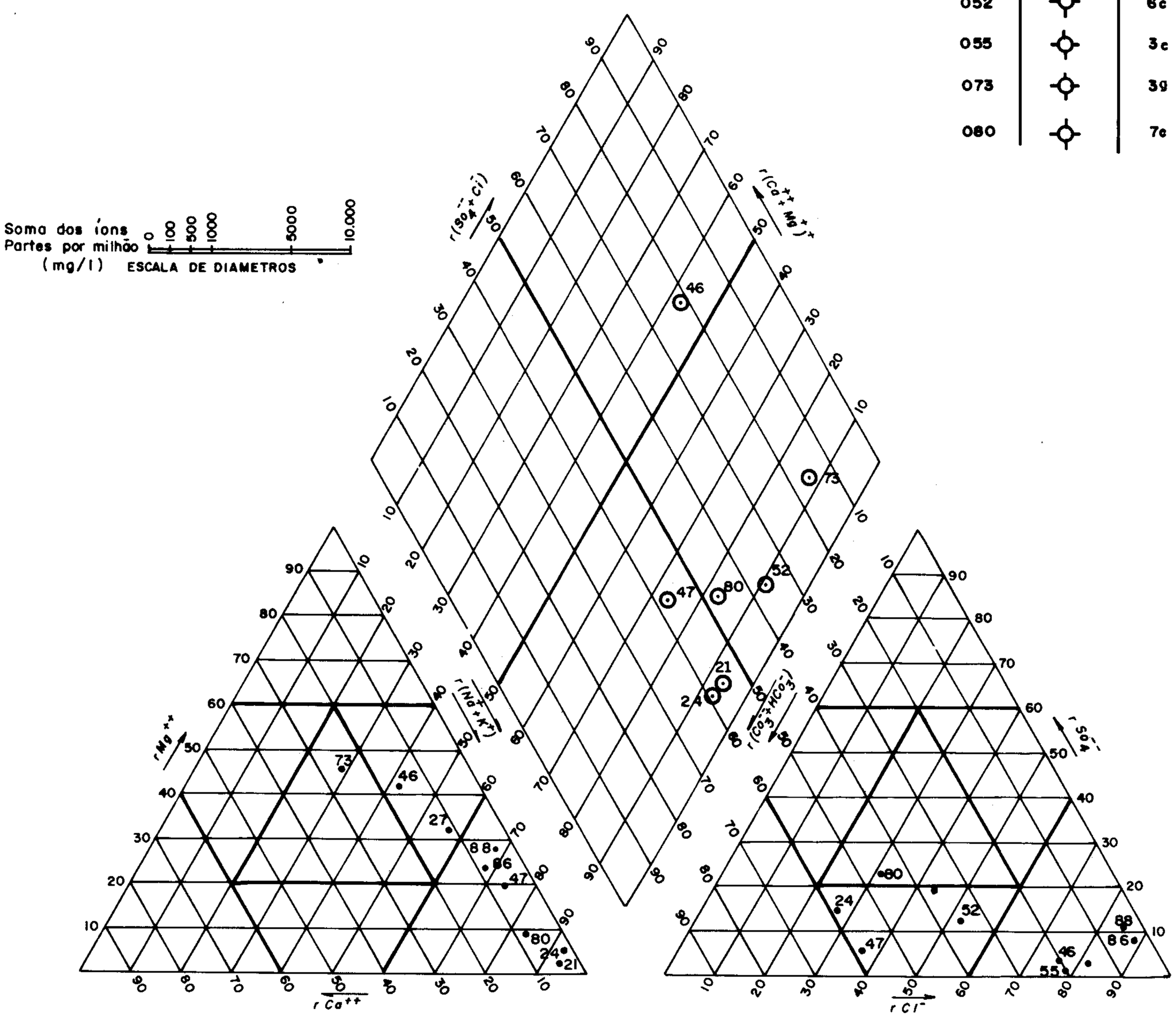
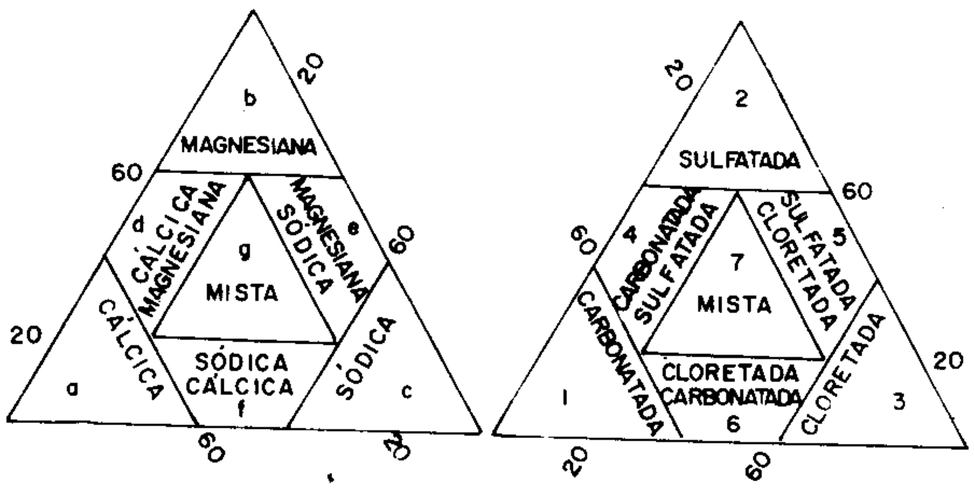


Figura II.4.7 – Fácies hidroquímicas – Diagrama de Piper - Hill - Langelier . O número das amostras corresponde ao do Catálogo de Inventário Hidrogeológico (tabela II.4.1).



ALUVIÕES

AMOSTRA	SÍMBOLO	FÁCIES
009	⊙	6c
011	⊙	3c
012	⊙	3c
013	⊙	3c
086	⊙	3c
087	⊙	3c
088	⊙	3c

Soma dos íons
Partes por milhão (mg/l)
0 100 500 1000 5000 10.000
ESCALA DE DIAMETROS

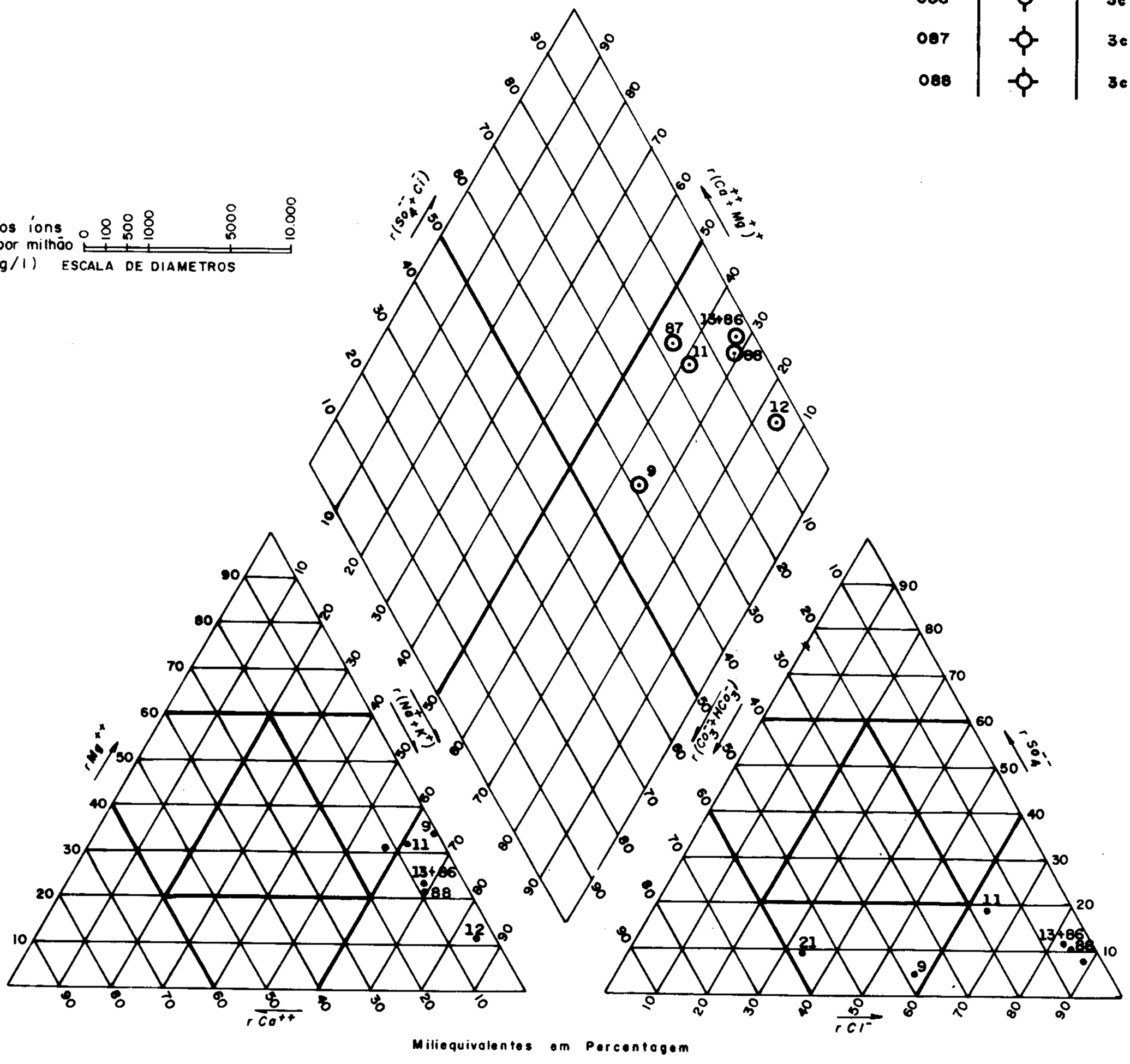


Figura II.4.8 – Fácies hidroquímicas – Diagrama de Piper-Hill-Langelier. O número das amostras corresponde ao do Catálogo de Inventário Hidrogeológico (tabela II.4.1).

Para as águas acima mencionadas, foi identificada, segundo o mesmo diagrama, a predominância absoluta do tipo sódica, com 100% das amostras analisadas.

Associa-se a esta predominância absoluta de águas cloretadas sódicas nos aluviões, a correlação direta que estes sedimentos mantêm com o antigo estuário da Baía de São Marcos.

4.4.1.3 Poços Manuais

As águas provenientes deste tipo de captação, apresentaram, segundo o diagrama de freqüência das fácies hidroquímicas (figura II.4.9), a seguinte distribuição:

- Águas Cloretadas 40,00%
- Águas Cloretadas Carbonatadas 30,00%
- Águas Carbonatadas 20,00%
- Águas Mistas 10,00%

Assim como nos poços tubulares, verifica-se uma predominância absoluta do íon cloro que, por sua vez, parece caracterizar, as águas subterrâneas desta área, onde predomina a condição de aqüífero livre e pouca circulação, favorecendo um maior tempo de contato da água com a rocha, devido ao caráter argiloso dos sedimentos e a grande porosidade das argilas.

As classes de água identificadas neste sistema apresentam, assim como nos poços tubulares, uma predominância dos tipos sódica e mista, conforme a distribuição percentual abaixo:

- Sódica 40,00%
- Mista 30,00%
- Sódica Cálcica 10,00%
- Magnesiana Sódica 10,00%
- Cálcica 10,00%

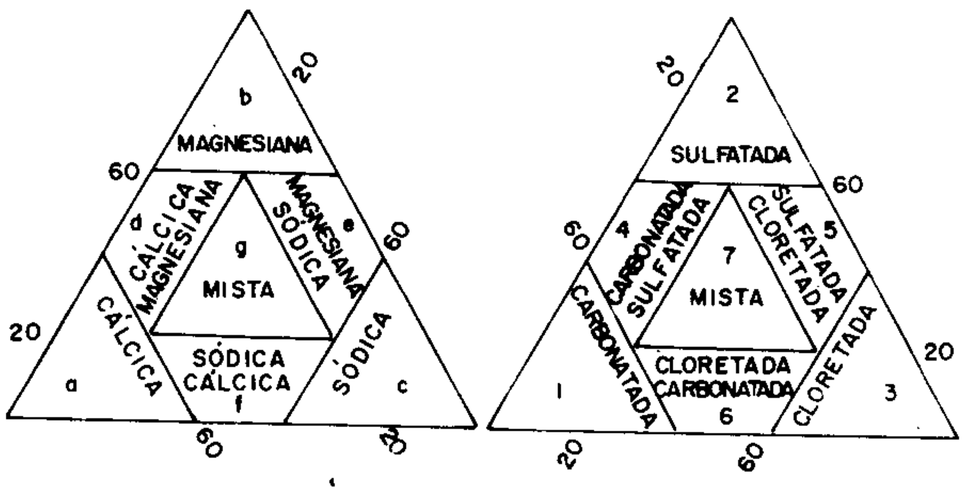
4.4.2 Potabilidade das Águas

Após o conhecimento das diferentes classes e tipos de água, efetuou-se a determinação do grau de potabilidade para os diferentes mananciais ocorrentes na área. Para que se conheça efetivamente a qualidade da água a ser utilizada para consumo humano, é necessário definir suas características físicas, químicas e bacteriológicas. No caso presente, não foram efetuados estudos bacteriológicos, em virtude das considerações aqui emitidas serem dirigidas para águas de manancial subterrâneo e, por conseguinte, não levarem em consideração os fatores inerentes ao sistema de abastecimento.

De acordo com a tabela II.4.4 de distribuição de freqüência da potabilidade, com base no resíduo seco (Schoeller, 1955), verifica-se que 67%, das águas analisadas classificam-se como de potabilidade permanentemente boa; 27% como passável; 3% como medíocre; e apenas 3% como má. Isto confere, à maioria absoluta das águas estudadas um caráter de restrição localizado, onde verifica-se um grau de salinidade um pouco elevado para os padrões internacionais, com pequena percentagem dessas águas com paladar salobro.

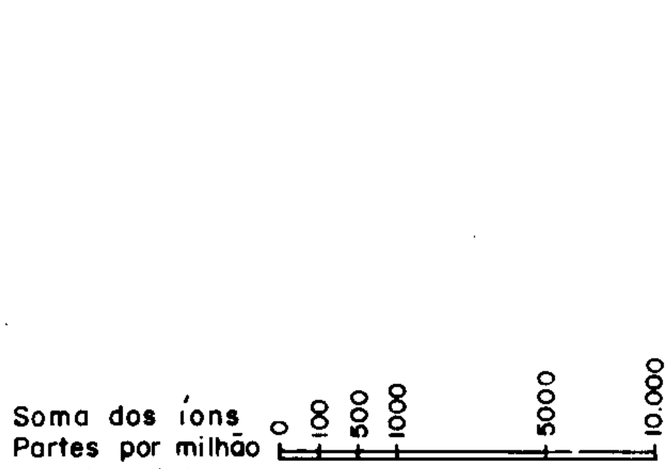
Tabela II.4.4 – Distribuição da freqüência da potabilidade com base no resíduo seco (Schoeller, 1955).

Potabilidade		Resíduo Seco mg/l	Número de Amostras	Freqüência %	
				Relativa	Acumulada
Permanente	Boa	0 – 500	20	67	67
	Passável	501 – 1.000	8	27	94
	Medíocre	1.000 – 2.000	1	3	97
	Má	2.000 – 4.000	1	3	100
	Momentânea	4.000 – 8.000	–	–	–
	TOTAL	–	30	100	100



POÇOS MANUAIS

AMOSTRA	SÍMBOLO	FÁCIES
003	O	6 f
020	O	1 g
025	O	3b
030	O	1a
031	O	7 f
032	O	6 g
043	O	6e
045	O	3c
050	O	3e
071	O	3 g



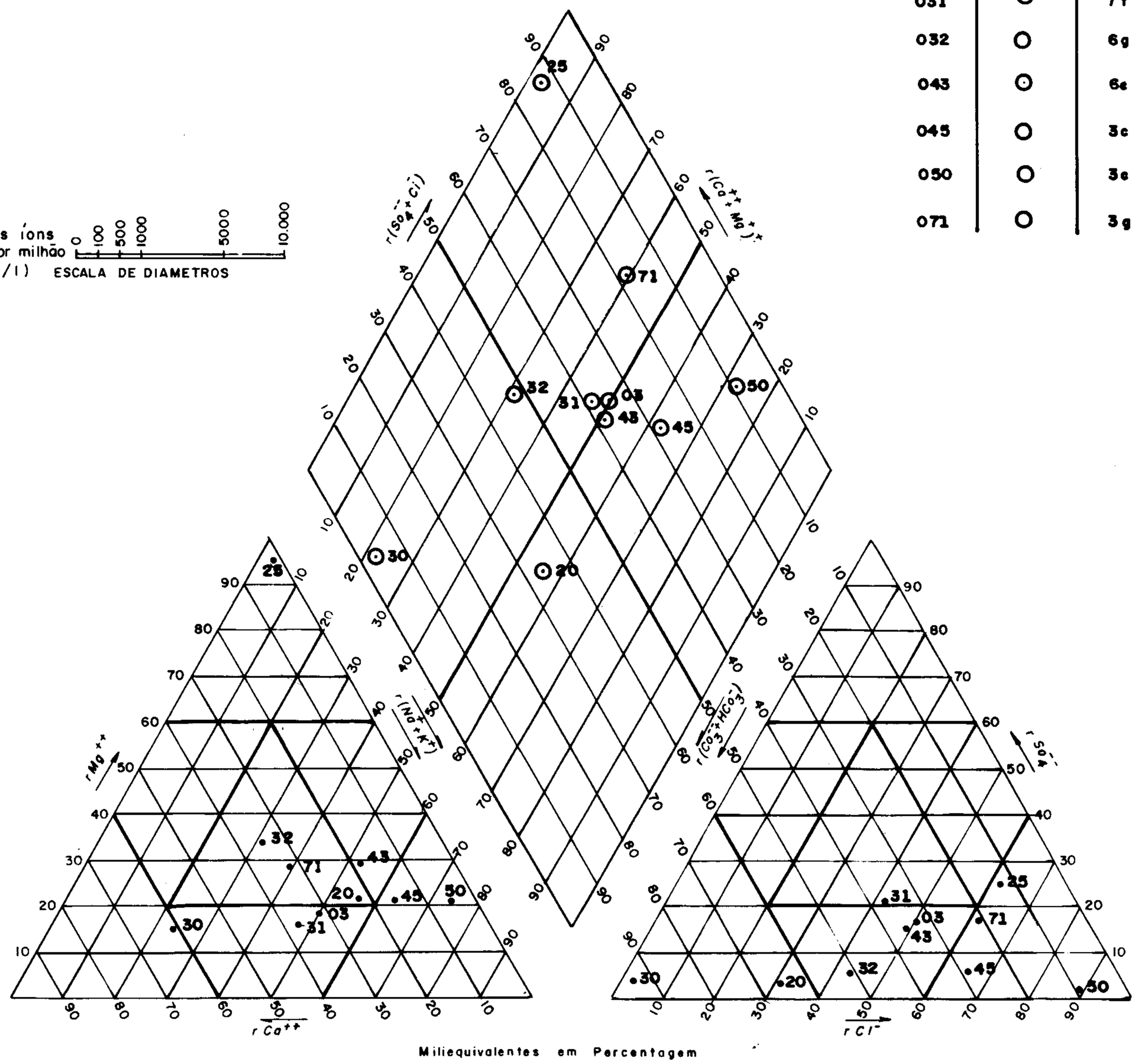


Figura II.4.9 – Fácies hidroquímicas – Diagrama de Piper-Hill-Langelier. O número das amostras corresponde ao do Catálogo de Inventário Hidrogeológico (tabela II.4.1).

Para a avaliação da potabilidade dos aqüíferos utilizou-se o diagrama de análise de água de Schoeller-Berkaleff (1955), que permite determinar a adequabilidade das águas para o consumo humano, a partir dos valores em mg/l dos seguintes íons: cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloro, sulfatos e carbonatos, em combinações com a dureza, expressa em graus franceses e pH.

4.4.2.1 Unidade Itapecuru

As águas aqui analisadas são provenientes de poços tubulares, de profundidades variáveis, o que, em conjunto com as diversas feições litológicas, atravessadas por cada poço, fazem com que estas águas, embora guardem ligeiras semelhanças entre si, apresentem valores diferentes entre seus elementos constituíntes, quando submetidas a análises físico-químicas.

Os diagramas de análises de água (figuras II.4.10 e II.4.11), elaborados para este sistema, classificam essas águas como de potabilidade permanentemente boa, verificando-se que, apenas em alguns pontos, os valores de pH extrapolam estes limites, atingindo faixas de potabilidade passável à medíocre, mesmo assim, sem comprometer o seu uso para o consumo humano, e conferindo-lhes apenas um caráter ligeiramente ácido, passível de correção.

4.4.2.2 Aluviões

As águas analisadas são provenientes de poços tubulares rasos, localizados em vales enseados, que comunicam-se diretamente com o antigo estuário da Bacia de São Marcos.

Os diagramas de análises de água (figuras II.4.12 e II.4.13) elaborados para as águas oriundas dos aluviões, caracterizam-nas como de potabilidade permanentemente boa, verificando-se que apenas os valores de pH e Na^+ K, extrapolam esses limites, atingindo faixas de potabilidade passável, má à não potável. Todavia não chega haver comprometimento no uso dessas águas para o consumo humano, as quais exibem apenas um caráter ligeiramente ácido, passível de correção nos valores de pH.

4.4.2.3 Poços Manuais

A caracterização da potabilidade das águas provenientes de poços manuais é de fundamental importância em qualquer levantamento hidrogeológico no Nordeste brasileiro, face à grande abrangência populacional que se utiliza desta fonte de abastecimento.

Os diagramas de análises de água (figuras II.4.14 e II.4.15) conferem para este tipo de manancial uma potabilidade permanentemente boa em todos os seus elementos, havendo apenas pequenas ressalvas a alguns valores de pH, que apresentam-se levemente ácidos, mas que são passíveis de correção.

4.5 Classificação das Águas para Irrigação

Face aos efeitos que os sais dissolvidos podem provocar nos solos ou nos vegetais cultivados, o conhecimento do grau de salinidade das águas é de grande importância para o estabelecimento de projetos de irrigação.

Existem atualmente vários métodos que se propõem a classificar as águas para fins de irrigação. O método aqui utilizado, baseia-se na classificação americana, proposta pelo U.S. Salinity Laboratory (Araújo, 1979), o qual tem sido testado sob diversas condições e é considerado ainda, como um dos mais completos.

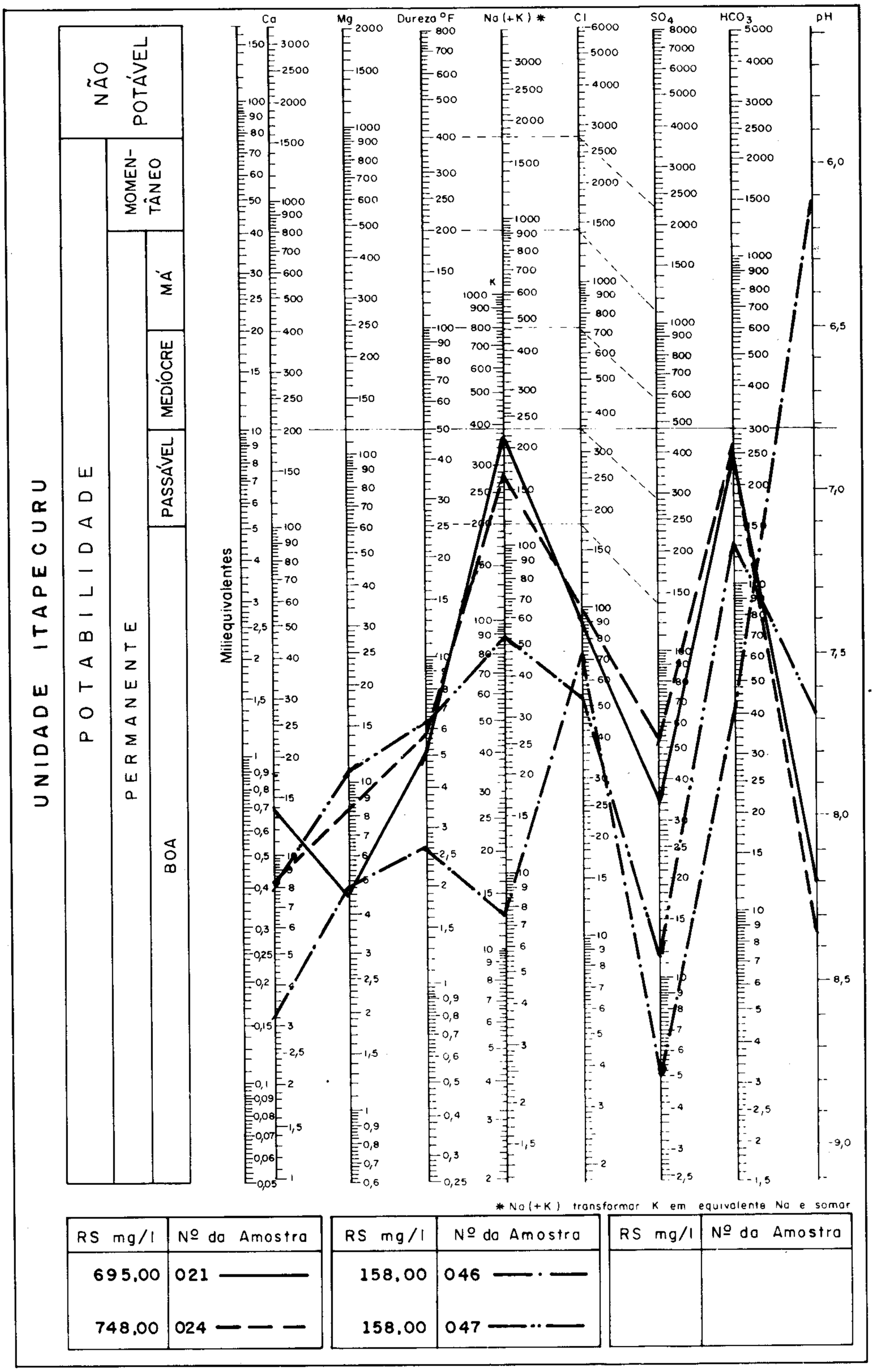


Figura II.4.10 – Diagrama de análise d'água – Unidade Itapecuru.

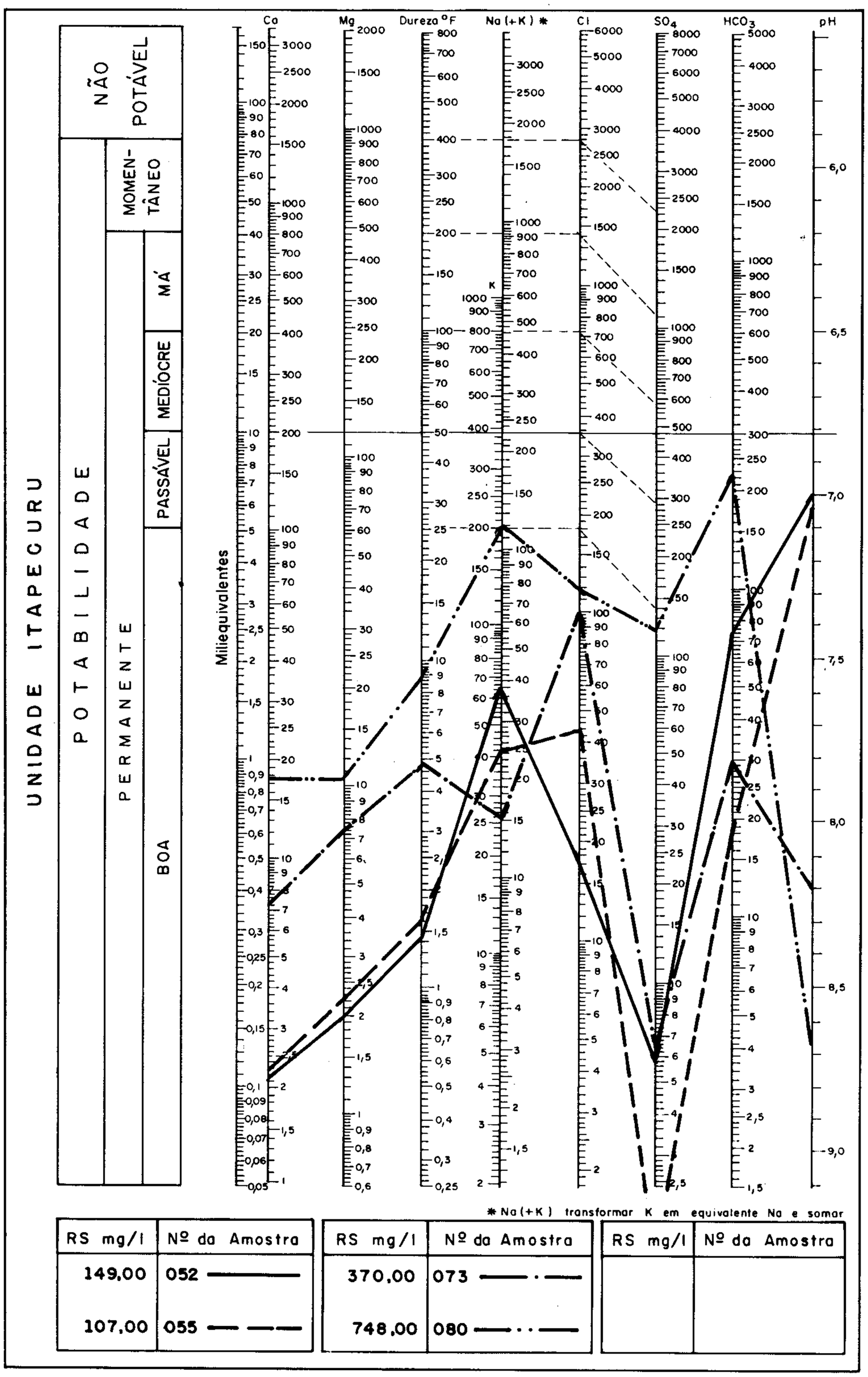
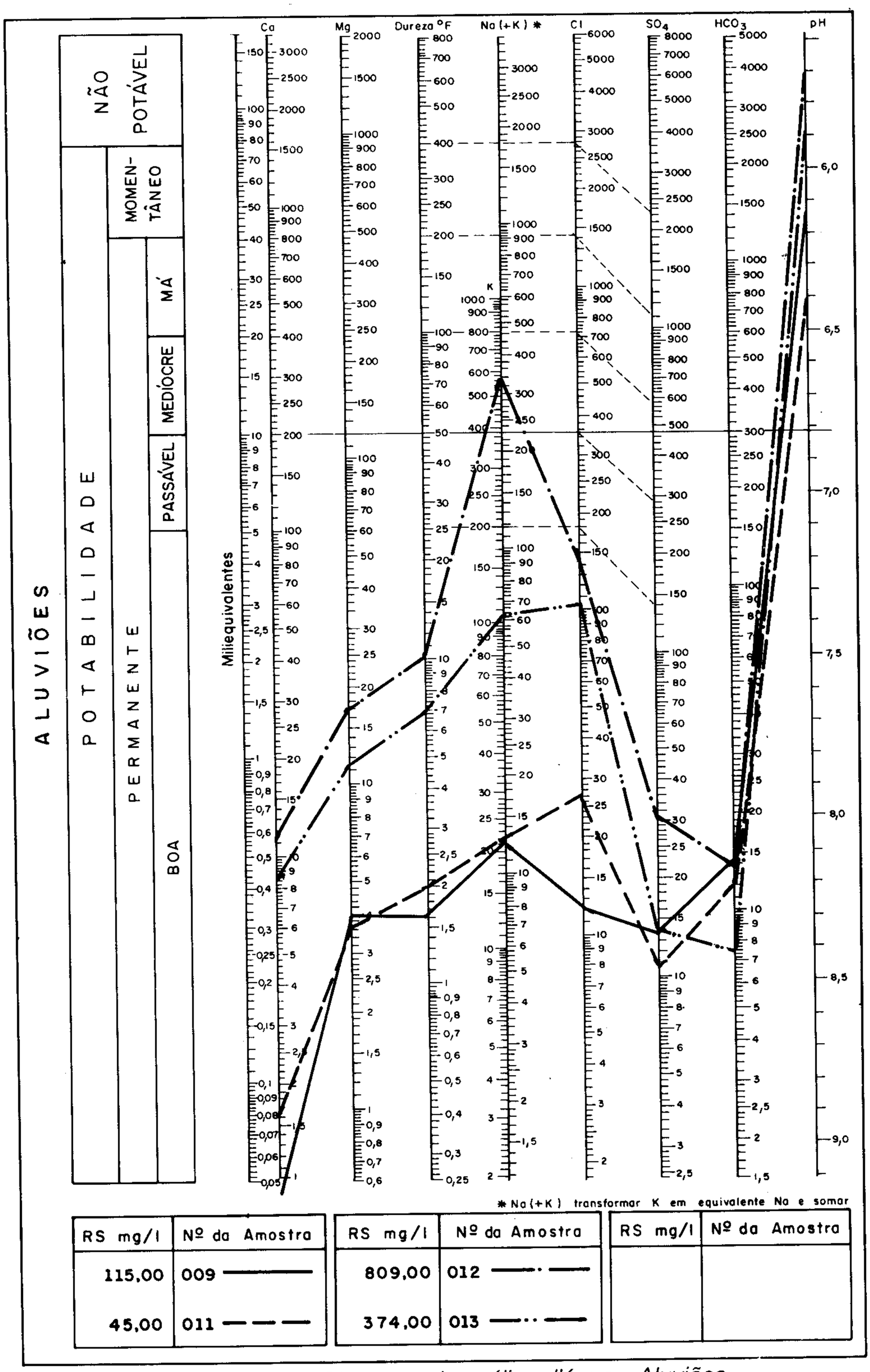
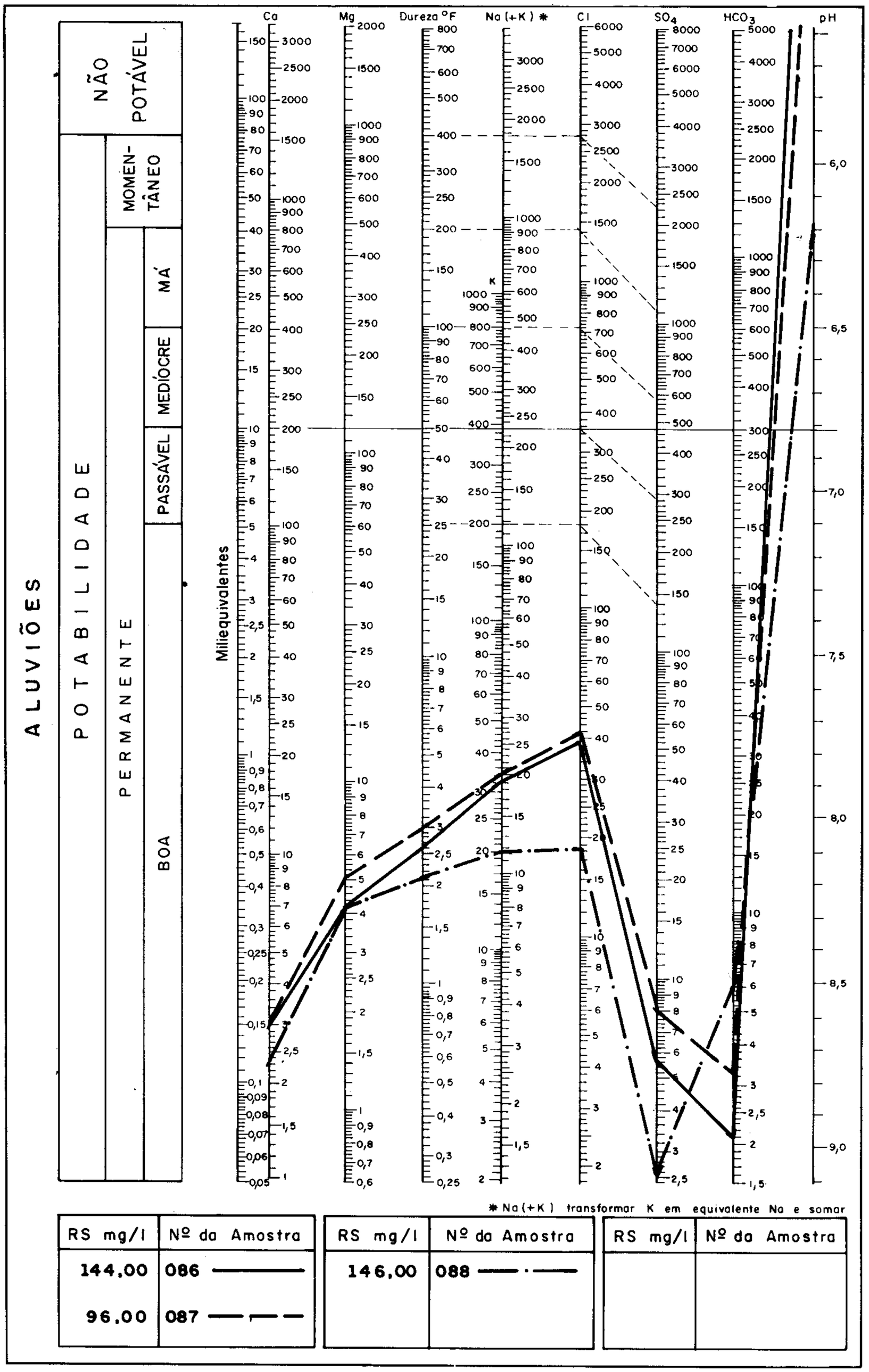


Figura II.4.11 – Diagrama de análise d'água – Unidade Itapecuru.



RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
115,00	009	809,00	012		
45,00	011	374,00	013		

Figura II.4.12 – Diagrama de análise d'água – Aluviões.

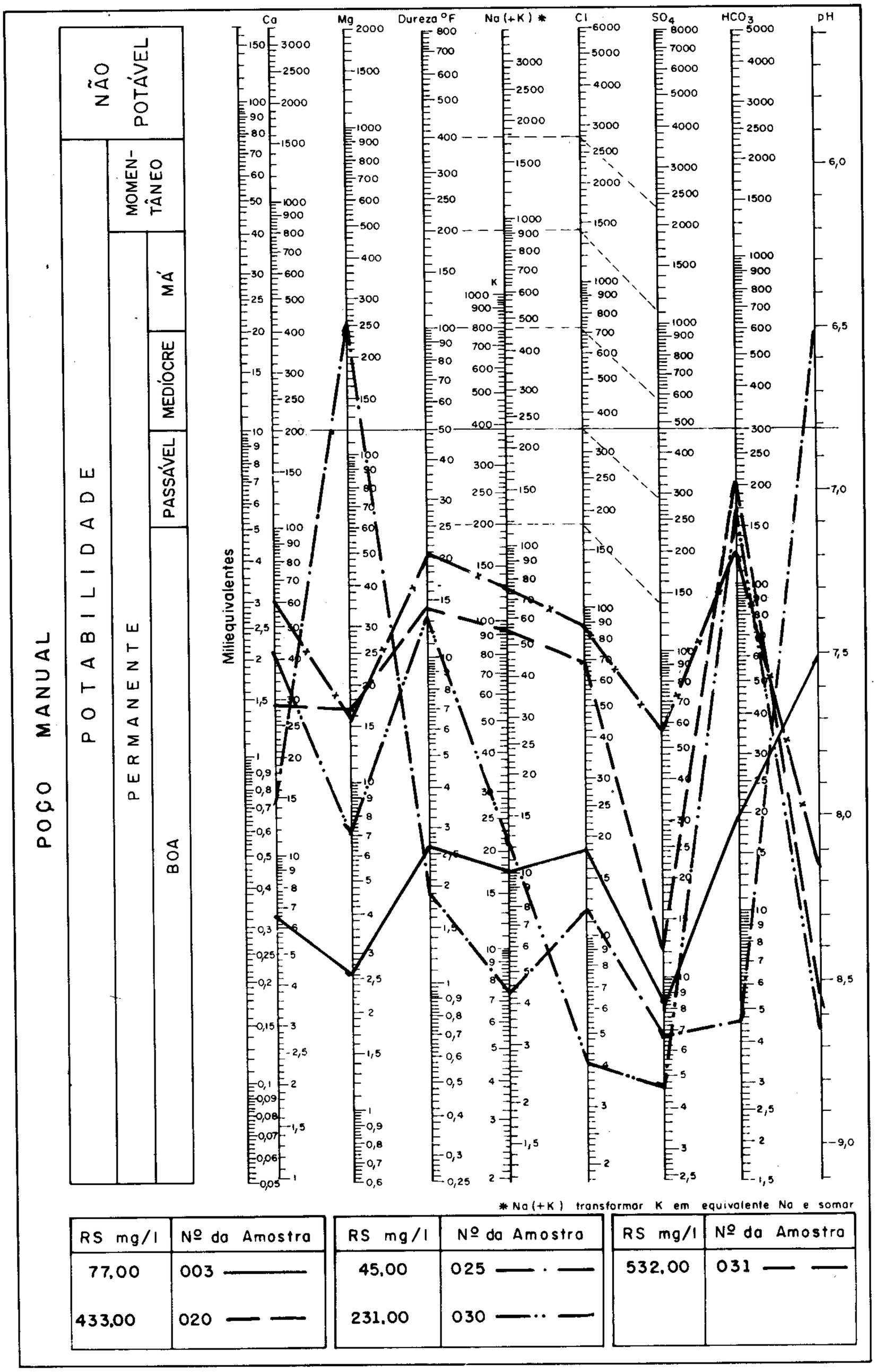


* Na (+K) transformar K em equivalente Na e somar

RS mg/l	Nº da Amostra
144,00	086
96,00	087

RS mg/l	Nº da Amostra
146,00	088

RS mg/l	Nº da Amostra

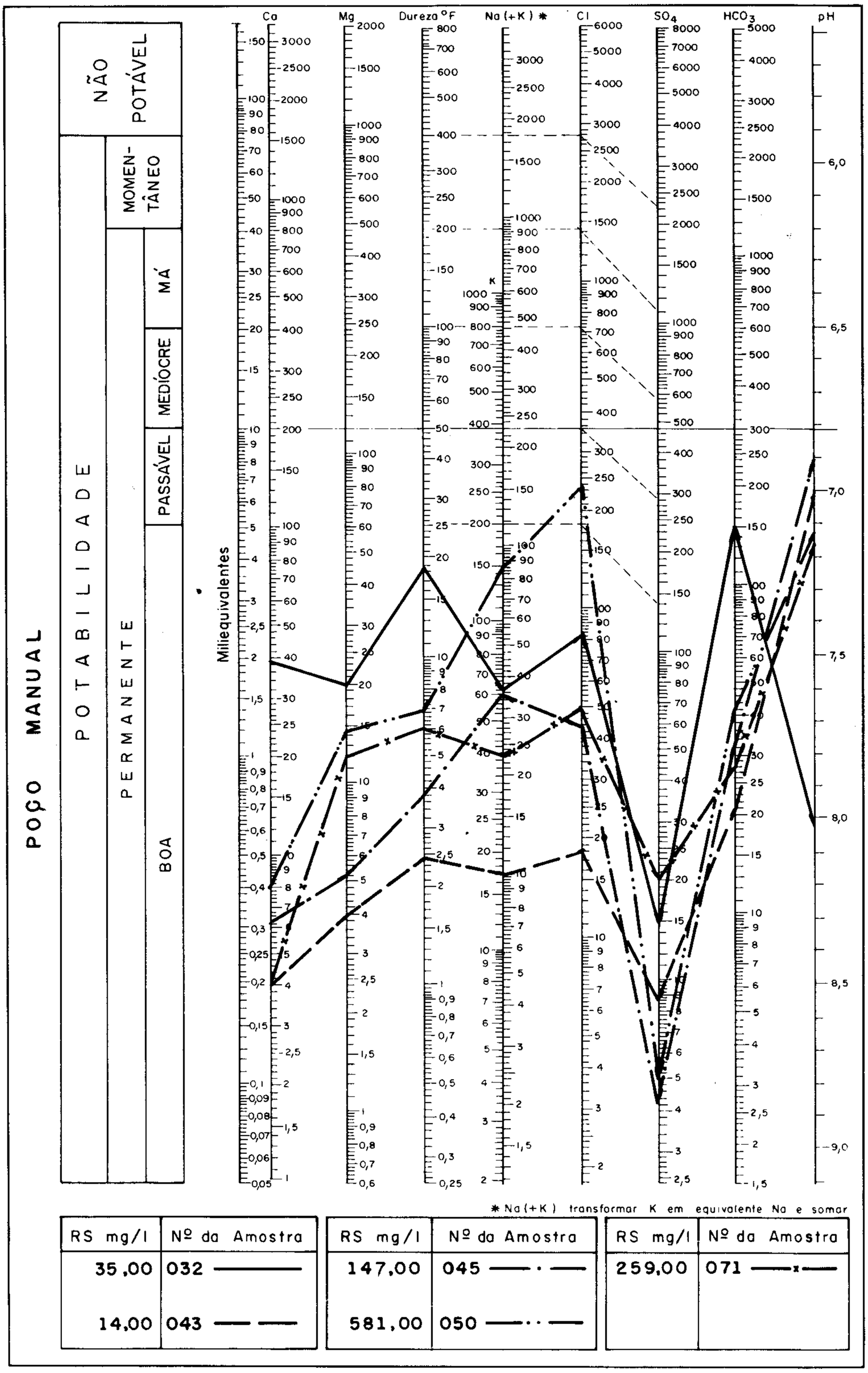


RS mg/l	Nº da Amostra
77,00	003
433,00	020

RS mg/l	Nº da Amostra
45,00	025
231,00	030

RS mg/l	Nº da Amostra
532,00	031

Figura II.4.14 – Diagrama de análise d'água.



RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra	RS mg/l	Nº da Amostra
35,00	032	147,00	045	259,00	071
14,00	043	581,00	050		

Figura II.4.15 – Diagrama de análise d'água.

Das análises disponíveis para a classificação das águas para fins de irrigação, foram processadas apenas 16 amostras procedentes de poços tubulares (unidade Itapecuru e aluviões), uma vez que as águas provenientes de poços manuais, por apresentarem volume reduzido, praticamente não são utilizadas para este fim.

Evidentemente, o número de análises disponíveis é muito reduzido, frente às dimensões da área estudada. Entretanto, ele pode ser considerado satisfatório para o nível de conhecimento requerido neste trabalho, pois além de proceder de apenas dois mananciais (unidade Itapecuru e aluviões), pode-se admitir que as variações hidrogeológicas e hidrogeoquímicas são pouco acentuadas dentro de cada um desses sistemas aqüíferos.

As análises processadas foram plotadas em gráfico semilogarítmico (figura II.4.16), que determinou as diversas classes de água para fins de irrigação (tabela II.4.5).

Tabela II.4.5 – Classificação das águas para irrigação.

Unidade	Amostra	Cond. Elét.	Sar	Classe
Aluvião	009	200,00	1,100	$C_1 - S_1$
Aluvião	011	250,00	0,984	$C_1 - S_1$
Aluvião	012	2.500,00	3,252	$C_4 - S_1$
Aluvião	013	500,00	2,701	$C_2 - S_1$
Aluvião	086	500,00	2,117	$C_2 - S_1$
Aluvião	087	375,00	1,164	$C_2 - S_1$
Aluvião	088	500,00	2,117	$C_2 - S_1$
Itapecuru	021	1.400,00	19,304	$C_3 - S_4$
Itapecuru	024	600,00	15,772	$C_2 - S_3$
Itapecuru	044	780,00	25,013	$C_3 - S_4$
Itapecuru	046	500,00	0,510	$C_2 - S_1$
Itapecuru	047	875,00	3,975	$C_3 - S_1$
Itapecuru	052	310,00	6,735	$C_2 - S_1$
Itapecuru	055	225,00	4,350	$C_1 - S_1$
Itapecuru	073	750,00	0,015	$C_2 - S_1$
Itapecuru	080	1.500,00	9,119	$C_3 - S_2$

Cond. Elétr. = Condutividade Elétrica (micromho/cm)

$$SAR = \frac{Na}{1/2\,(Ca+Mg)}$$

4.5.1 Unidade Itapecuru

Para as águas provenientes desta unidade verificou-se que: 34% correspondem a águas de salinidade baixa e fracamente sódica (C_1-S_1), que podem ser utilizadas sem restrições em irrigação para a grande maioria das culturas e solos, onde ocorra uma lixiviação moderada; 11% a águas de salinidade média à fracamente sódica (C_2-S_1), que podem ser utilizadas na irrigação, onde ocorra uma lixiviação moderada do solo e sejam empregadas culturas com boa tolerância salina. Complementa o quadro desta unidade as classes C_3-S_1, S_2,S_3 e S_4, que correspondem a águas de alto grau de salinidade e de fraco à forte teor de sódio, que de um modo geral, só devem ser utilizadas em solos bem drenados, de boa, lixiviação e com culturas de boa tolerância salina, e adotando-se cuidados especiais para que não ocorra a salinização do solo.

4.5.2 Aluviões

Para este manancial, verificou-se que 29% das amostras correspondem a águas de baixa salinidade e fracamente sódicas (C_1-S_1); e 57% a águas de média salinidade e fracamente sódicas (C_2-S_1), que podem ser utilizadas para irrigação, onde ocorra uma lixiviação moderada no solo, e para culturas de fraca tolerância salina. Os 14% restantes correspondem a águas de forte salinidade (C_4-S_1), que, em geral, não se prestam para irrigação. Excepcionalmente, elas são empregadas em solos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados, em que podem ser cultivadas plantas de altíssima tolerância salina.

Com a determinação dos tipos predominantes de água para a irrigação, elaborou-se a tabela II.4.6 onde encontra-se representada a distribuição de freqüência das mesmas.

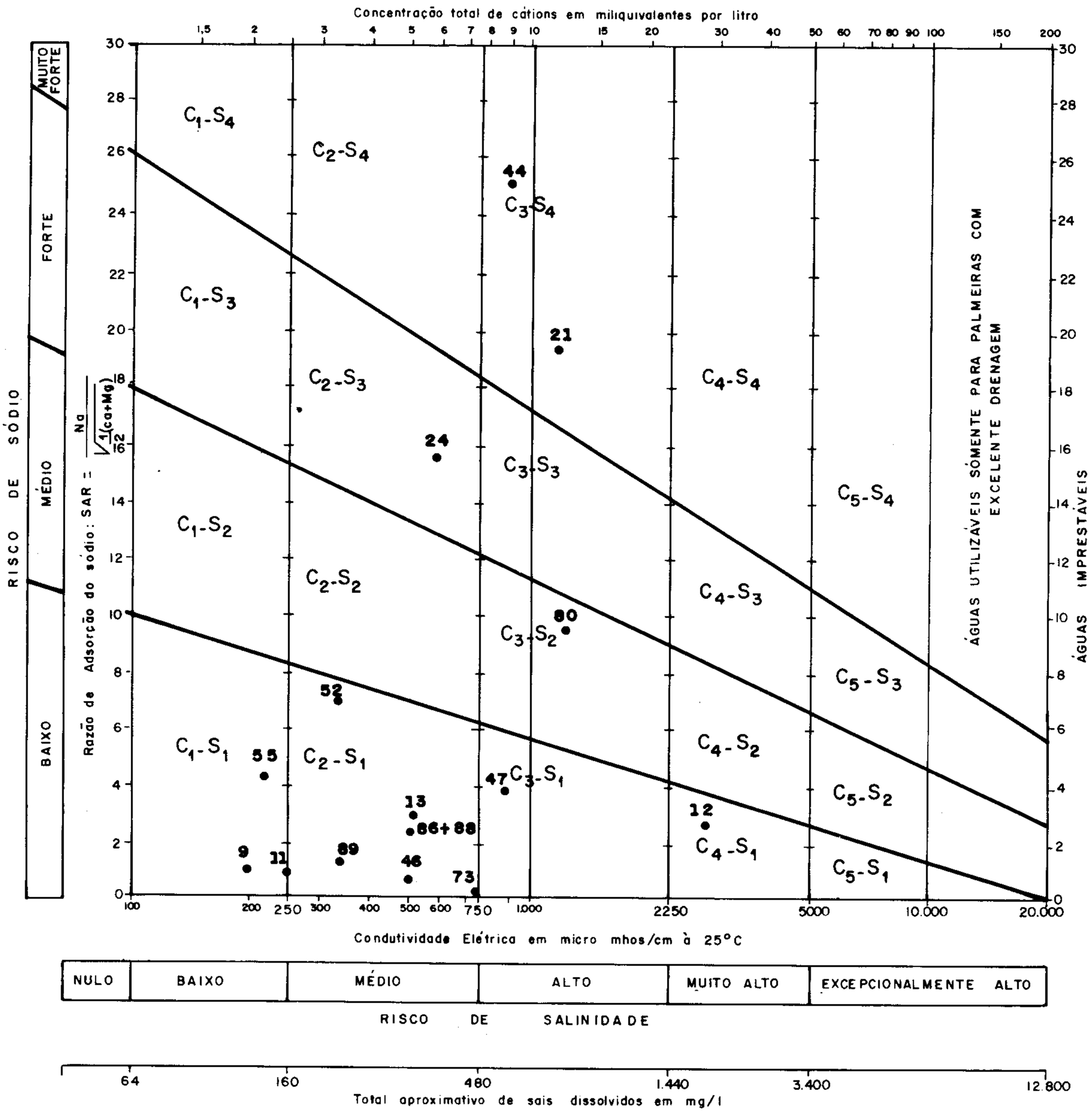


Figura II.4.16 - Classificação das águas para irrigação

4.6 Qualidade das Águas para o Consumo Animal

Para o consumo animal, admite-se valores bem mais altos do que os limites de potabilidade para o consumo humano. Na tabela II.4.7, têm-se os limites em miligramas por litro, dos teores de resíduos seco admitidos por Logan (1965) para o consumo por alguns animais.

Pelos valores expostos, verifica-se que todas as águas analisadas, procedentes das diferentes fontes, podem ser utilizadas sem limitações para o consumo animal.

Tabela II.4.6 – Distribuição da freqüência das classes de água para irrigação.

Classe	Número de Amostras	Freqüência %	
		Relativa	Acumulada
$C_1 - S_1$	3	18,75	18,95
$C_2 - S_1$	7	43,75	62,50
$C_2 - S_3$	1	6,25	68,75
$C_3 - S_1$	1	6,25	75,00
$C_3 - S_2$	1	6,25	81,25
$C_3 - S_4$	2	12,50	93,75
$C_4 - S_1$	1	6,25	100,00
TOTAL	16	100,00	100,00

Tabela II.4.7 – Qualidade de águas para uso animal (Logan, 1965).

Animal	Valor limite do resíduo seco (mg/l)
Aves	2.800
Porcos	4.290
Cavalos	6.435
Gado leiteiro	7.150
Gado de corte	10.000
Carneiros	12.900

5

Metalogenia

5.1 Considerações Gerais

O presente capítulo, refere-se principalmente à especificação do potencial metalogenético da Folha Itapecuru-Mirim, obtido através da elaboração das cartas Metalogenética, de Previsão dos Recursos Minerais e de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais.

A metodologia para a obtenção desses produtos, baseou-se nos conhecimentos adquiridos na execução do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais (escala 1:250.000) desenvolvido pelo Convênio DNPM/CPRM, a partir de 1982.

Pelas observações colhidas nos caminhamentos de campo e com base nas poucas análises efetuadas, evidencia-se claramente o potencial relacionado a materiais de aplicação na construção civil, tais como argila, caulim, areia e cascalho.

A tabela II.5.1 lista os recursos minerais cadastrados na Folha Itapecuru-Mirim.

Na Carta de Previsão de Recursos Minerais, estão individualizadas as áreas favoráveis à ocorrência desses bens minerais, enquanto na Carta de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais são reunidas sugestões de trabalhos adicionais a serem desenvolvidos nos alvos prospectáveis.

5.2 Formação Itapecuru

Os sedimentos da Formação Itapecuru, originados de ambiente transicional de planície deltaica com influência de marés, são compostos predominantemente de pelitos com arenitos, aparecendo de maneira subordinada.

O recurso mineral mais freqüente no domínio dessa formação, refere-se à argila para uso na

Tabela II.5.1 – Listagem dos Recursos Minerais

Nº de Ordem	Substância Mineral	Localização			Coordenadas UTM		Dados da Mineralização		Rochas Encaixantes		Status da Miner.	Ref. Bibliográfica
		Município	UF	Local	N	E	Morfologia	Tipo Genético	Litologia	Idade		
01	Argila	Miranda	MA	Pindoval	9.615.850	551.850	Lenticular	II	Argilito	TQ	6	
02	Argila	Arari	MA	Muquila	9.616.400	526.000	Lenticular	IIIa	Aluvião	Q	6	
03	Argila	Arari	MA	Muquila	9.616.300	525.450	Lenticular	IIIa	"	Q	6	
04	Argila	Arari	MA	Muquila	9.616.800	525.200	Lenticular	IIIa	"	Q	6	
05	Argila	Arari	MA	Muquila	9.617.400	525.500	Lenticular	IIIa	"	Q	6	
06	Argila	Vitória do Mearim	MA	Jacaraí	9.620.300	516.350	Estratiforme	IIIa	"	Q	6	
07	Argila	Vitória do Mearim	MA	Jacaraí	9.620.300	513.100	Estratiforme	IIIa	"	Q	6	
08	Argila	Vitória do Mearim	MA	Itaquipetuba	9.627.550	516.150	Lenticular	II	"	Q	6	
09	Argila	Viana	MA	Palmares	9.644.300	505.100	Estratiforme	IIIa	"	Q	6	
10	Argila	Santa Rita	MA	Mcrada Nova	9.654.600	575.250	Lenticular	III	Argilito	TQ	6	
11	Argila	Itapecuru-Mirim	MA	Itapecuru-Mirim	9.624.250	570.650	Lenticular	IIIa	Aluvião	Q	6	
12	Argila	Itapecuru-Mirim	MA	Itapecuru-Mirim	9.622.500	573.650	Lenticular	II	Argilito	TQ	6	
13	Argila	Itapecuru-Mirim	MA	Itapecuru-Mirim	9.623.250	573.350	Lenticular	II	"	TQ	6	
14	Argila	Itapecuru-Mirim	MA	Alto da Antena	9.624.000	572.500	Lenticular	IIa	Aluvião	Q	6	
15	Argila	Presidente Vargas	MA	Presidente Vargas	9.622.500	607.500	Lenticular	II	Argilito	TQ	6	
16	Argila	Presidente Vargas	MA	Faz. Primavera	9.615.300	603.350	Lenticular	II	"	TQ	6	
17	Argila	Arari	MA	Escondido	9.599.300	534.350	Lenticular	II	"	TQ	6	
18	Argila	Cantanhede	MA	Galvão	9.598.700	569.000	Lenticular	IIIa	Aluvião	Q	6	
19	Argila	Cantanhede	MA	Marajá	9.598.850	568.100	Lenticular	IIIa	"	Q	6	
20	Argila	Pirapemas	MA	Provisória	9.589.500	587.300	Lenticular	IIIa	"	Q	6	
21	Argila	Vargem Grande	MA	Vargem Grande	9.608.500	618.800	Lenticular	II	Argilito	TQ	6	
22	Argila	Vargem Grande	MA	Riacho do Soldado	9.607.300	620.900	Lenticular	II	"	TQ	4	
23	Argila	Vargem Grande	MA	Madalta	9.607.500	625.500	Lenticular	II	"	TQ	6	
24	Cascalho (Areia)	São Benedito do Rio Preto	MA	Campo Lira	9.629.400	661.750	Não Especificada	II	Argilito Laterizado Concrecionário	TQ	6a	
25	Cascalho (Areia)	Chapadinha	MA	Pitombeira	9.590.300	663.550	Não Especificada	IIIa	Aluvião	Q	6	

Tabela II.5.1 – Listagem dos Recursos Minerais (Continuação)

Nº de Ordem	Substância Mineral	Localização			Coordenadas UTM		Dados da Mineralização		Rochas Encaixantes		Status da Miner.	Ref. Bibliográfica
		Município	UF	Local	N	E	Morfologia	Tipo Genético	Litologia	Idade		
26	Calcário	Cantanhede	MA	Itapiracó	9.609.300	563.000	Estratiforme	IIIa	Argilito Laterizado	K	1	
27	Calcário	Pirapemas	MA	Boa União	9.590.300	578.500	Estratiforme	IIIa	"	K	1	
28	Caulim	Vargem Grande	MA	Fazenda Iguará	9.579.700	621.000	Lenticular	II	Argilito	TQ	1	
29	Caulim	Cantanhede	MA	Palmeiral	9.579.600	554.450	Lenticular	II	"	TQ	1	
30	Caulim	Itapecuru-Mirim	MA	Redenção	9.614.200	593.200	Lenticular	II	"	TQ	1	
31	Caulim	Vargem Grande	MA	Unha de Gato	9.601.200	636.000	Lenticular	II	"	TQ	1	
32	Caulim	Chapadinha	MA	Centro dos Buracos	9.592.900	657.700	Lenticular	II	"	TQ	1	
33	Caulim	São Benedito do Rio Preto	MA	Cadete	9.627.900	664.400	Lenticular	II	"	TQ	1	
34	Caulim	Miranda	MA	Centrinho	9.604.400	544.500	Lenticular	II	"	TQ	1	
35	Caulim	Presidente Vargas	MA	Ferrugem	9.620.700	604.900	Lenticular	II	"	TQ	1	
36	Turfa	São João Batista	MA	Lago Coqueiro	9.661.000	551.500	Lenticular	IIIa	Aluvião	Q	1	(Araújo & Veríssimo, 1984)
37	Turfa	Viana	MA	Palmares	9.644.000	503.800	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
38	Turfa	Arari	MA	Mantibe	9.622.300	534.800	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
39	Turfa	Conceição de Lago Açu	MA	Lago Açu	9.576.600	511.000	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
40	Turfa	Conceição de Lago Açu	MA	Intã	9.584.500	507.700	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
41	Turfa	Arari	MA	Boca do Caminho	9.618.700	536.600	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
42	Turfa	Vitória do Mearim	MA	Jaguari	9.621.700	512.100	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
43	Turfa	Vitória do Mearim	MA	Lago Porno Açu	9.624.200	510.800	Lenticular	IIIa	"		1	"
44	Turfa	Miranda	MA	Mutunzinho	9.606.700	535.700	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
45	Turfa	Conceição de Lago Açu	MA	Fazenda Santo Antonio	9.574.000	512.400	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"
46	Turfa	Conceição de Lago Açu	MA	Cantagalo	9.583.000	509.000	Lenticular	IIIa	"	Q	1	"

Idade das Encaixantes: K - Cretáceo; TQ - Tércio-Quaternário; Q - Quaternário

Tipo Genético das Mineralizações: II - Supergênico
IIIa - Sedimentar

Status das Mineralizações: 1 - Ocorrência/Indício
4 - Mina a céu aberto em explotação
6 - Garimpo ("lavra rudimentar") a céu aberto em explotação
6a - Garimpo a céu aberto, paralisado

indústria de cerâmica vermelha, relacionado mais especificamente à litofácies de Pelitos com laminação plano-paralela.

Essas argilas são reconhecidas aflorando, logo abaixo da camada de solo, bem como sotopostas aos horizontes lateríticos. Elas estão bem caracterizadas na Folha Arari (escala 1:100.000) nos pontos de cadastramento de ocorrências minerais nºs 06 e 07 e nos pontos BC-R-02, BC-R-03, BC-R-04 e BC-R-26, correspondendo a Área I da Carta de Previsão de Recursos Minerais.

Pela semelhança com as argilas analisadas nas folhas São Luís e Santa Inês, essas argilas seriam compostas de minerais dos grupos da caulinita e illita e, em menor proporção, do grupo da esmectita. Este tipo de argila tem sua aplicabilidade dirigida exclusivamente para a produção de cerâmica vermelha.

5.3 Cobertura Detrítico-Laterítica

Esta unidade faz-se presente em toda a porção oriental da Folha Itapecuru-Mirim. Os lateritos são resultantes da ação do intemperísmo químico sobre rochas preexistentes. Representam um tipo de rocha muito peculiar, com características texturais e estruturais, químicas e mineralógicas muito diferentes das demais. Os processos de laterização, localizados no Terciário-Quaternário, atuaram, na área em foco, essencialmente sobre os sedimentos Itapecuru.

Nos lateritos de perfil maturo, ocorrentes em regiões do estado do Pará, são comuns os horizontes bauxitíferos, recobertos por argilitos do tipo Belterra, em condições topográficas mais elevadas. Os lateritos encontrados na Bacia do Parnaíba, são considerados de perfil imaturo, com potencialidade mineral restrita a argilas, caulim e concreções ferruginosas.

Em quase todas as exposições dessa cobertura, foram observadas boas espessuras de argilas no horizonte mosqueado, consistindo em ótima fonte de matéria-prima para a indústria de cerâmica vermelha. Também são abundantes as cangas lateríticas ferruginosas que ocorrem no topo do perfil, e que podem ser utilizadas como brita, com ótimos resultados em construção de estradas e obras civis em geral. Estes bens minerais estão delimitados na Carta de Previsão de Recursos Minerais na porção centro-leste da folha (Área II).

Convém ressaltar a presença de caulim no ponto OL-R-33, que em análise de difração de Raios X, realizada pelo LAMIN, acusou o resultado de 100% de caulinita.

5.4 Coberturas Quaternárias

Os sedimentos recentes, das mais diversas origens, ocorrentes na Folha Itapecuru-Mirim, são importantes fontes de materiais para a construção civil.

Os sedimentos aluvionares provindos da sedimentação fluvial, podem se revelar como excelentes mananciais de areia e cascalho para argamassa, principalmente aqueles dos leitos e das planícies de inundação dos grandes rios, como o Munim, Itapecuru e o Mearim.

Os sedimentos pleistocênicos eólicos e marinhos, ocorrentes na porção nordeste da folha, são constituídos essencialmente de areias inconsolidadas a pouco consolidadas, que além de seu uso na construção civil, poderiam ter outras aplicações industriais. A inconveniência para maior utilização dessas areias reside na sua localização, afastada dos grandes centros urbanos e das precárias condições das vias de acesso.

Nas porções abrangidas pelos sedimentos holocênicos flúvio-marinhos e flúvio-lacustres, na faixa extremo-oeste da folha, foi constatada, através de trabalhos do Projeto Prospecção de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional (Araújo & Veríssimo, 1984), a presença de turfa em onze furos a trado realizados próximos ao limite da folha. As condições de cobertura, espessura, teor de cinzas e poder calorífico definidos para essas turfeiras, entretanto, não são compatíveis para um aproveitamento economicamente viável.

Além da turfa, esses sedimentos se apresentam como fontes de suprimento de argilas para cerâmica vermelha, como se constatou nos pontos de cadastramento das ocorrências minerais de números 2, 3, 4 e 5 em redor da cidade de Arari. Ressalte-se que tais argilas, pressupondo-as semelhantes às situadas próximas na Folha Santa Inês, são constituídas de caulinita, illita e, em menor proporção, de esmectita, utilizáveis apenas para a produção de telhas e tijolos.

6

Geologia Econômica

6.1 Consideraçãoes Gerais

A principal atividade mineral desenvolvida na Folha Itapecuru-Mirim, refere-se à extração de argila para a produção de cerâmica vermelha, utilizável na construção civil. A maioria destas extrações é operada por métodos rudimentares manuais, com a produção interrompida nos meses chuvosos. Estas pequenas lavras são restritas ao consumo local. Em contrapartida, existem, em proporção menor, cerâmicas de médio e grande porte e com modernos maquinários que atendem a uma demanda mais regionalizada.

Pequenas lavras de areia e cascalho nas calhas dos rios são também registradas, de maneira muito isolada, no âmbito da folha.

Pode-se afirmar que todas as ocorrências minerais em explotação na área, encontram-se em situação irregular perante o DNPM, exceção feita a Cerâmica Vale do Iguará S.A. – (CERVASA), que por ser empreendimento com financiamento da SUDENE, possui situação legal regularizada perante aquele órgão.

6.2 Argilas

Argilas para a produção de cerâmica vermelha são encontradas associadas à Formação Itapecuru, Cobertura Detrítico-Laterítica e nos sedimentos quaternários holocênicos.

Na Formação Itapecuru estão restritas três ocorrências cadastradas (tabela II.5.1), na porção extremo-oeste da folha, duas próximas a Vitória do Mearim e uma nos arredores de Viana. São todas extrações rudimentares utilizando métodos manuais, com produção reduzida.

Análises realizadas em argilas da Formação Itapecuru, próximas dessas ocorrências, na Folha Santa Inês, registram composições constituídas de minerais dos grupos da caulinita, illita, esmectita, clorita, illita-esmectita e illita-clorita. Este tipo de argila é indicado somente para a produção de telhas e tijolos, estando descartada sua aplicação para fins mais nobres.

Na Cobertura Detrítico-Laterítica foram constatados nove locais com explotação de argila, todos relacionados na subunidade $TQdl_{1a}$, correspondente ao horizonte mosqueado do perfil laterítico. A maioria dessas extrações funciona com métodos manuais, havendo três lavras que possuem pás carregadeiras e tratores de esteira para sua operacionalização.

Esta unidade revela-se em toda sua extensão, como excelente fonte de argila para cerâmica vermelha, estando os pontos em explotação restritos aos arredores dos principais centros urbanos, como Itapecuru-Mirim, Vargem Grande, Vitória do Mearim, Arari, Presidente Vargas e Santa Rita.

A maior quantidade de lavras de argila para a fabricação de tijolos e telhas ocorre nas coberturas quartenárias, notadamente nos aluviões dos grandes rios (QHa) onde, foram cadastrados seis pontos. Nos sedimentos holocênicos flúvio-lacustres do extremo-oeste da folha, região dos lagos, foram cadastradas outras cinco lavras.

Tal como nas outras unidades, as olarias que promovem as extrações de argila, estão concentradas nas imediações de aglomerados urbanos como Itapecuru-Mirim, Vargem Grande, Arari, Miranda, Cantanhede e Pirapemas. São todas lavras manuais de metodologia rudimentar, funcionando intermitentemente devido aos períodos chuvosos, exceção feita à Cerâmica Itapecuru, em Itapecuru-Mirim, que opera com pá mecânica, trator de esteira e caçamba.

Os pequenos empreendimentos têm funcionamento restrito ao período seco, paralisando na estação chuvosa, o que equivale a cinco meses de atividade anual.

6.3 Cascalho e Laterito Ferruginoso

Foi cadastrada uma ocorrência de cascalho no leito do rio Munim, próximo à ponte da rodovia BR-222, entre Vargem Grande e Chapadinha. São cascalhos subarredondados de centímetros a decímetros, usados para a produção de concreto, nas localidades próximas.

Brita e pedras de alicerce feitas com laterito ferruginoso são comuns na região, não havendo, entretanto, uma exploração organizada e sistemática.

6.4 Turfa

Através do Projeto Prospecção de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional (Araújo & Veríssimo, 1984), foram efetuados onze furos de trado no âmbito da Folha Itapecuru-Mirim. Tais furos realizados na parte oeste da folha, na região dos lagos, visaram a prospecção de turfa. Em nenhum dos furos efetuados se constatou condições favoráveis de cobertura, espessura e poder calorífico, para um aproveitamento do depósito.

6.5 Calcário

Em dois afloramentos, em Cantanhede (BC-R-10) e em Pirapemas (BC-R-19), foi anotada a ocorrência de rocha calcária. Apresenta-se em camadas tabulares, com 20 a 30cm de espessura, e sem grande continuidade lateral. A amostra BC-R-19 foi classificada petrograficamente como calcilutito pelletoidal.

A pequena espessura da camada e o espesso capeamento (20m) não indicam condições de explotabilidade economicamente viável.

6.6 Caulim

Foram cadastradas oito ocorrências de caulim na Folha Itapecuru-Mirim, destacando-se a ocorrência 28 (tabela II.5.1), próximo à Fazenda Iguará, município de Vargem Grande. São paredões de 10m de altura, de argilitos completamente caulinizados. Esta ocorrência mereceria um estudo mais detalhado para se aferir sua real potencialidade (foto 12).

Parte III

Considerações Gerais

1
Conclusões

Os trabalhos efetuados na Folha Itapecuru-Mirim, como parte do Programa Grande Carajás, contribuiram essencialmente para a ampliação do conhecimento mineral e hidrogeológico da área, em nível compatível com a escala do levantamento executado e de acordo com os objetivos propostos.

O mapeamento geológico efetuado conduziu à individualização de três principais unidades estratigráficas: Formação Itapecuru, de idade cretácica; Cobertura Detrítico-Laterítica, do Tércio-Quaternário; e Coberturas Quaternárias (pleistocênicas e holocênicas).

A Formação Itapecuru, que se expõe restritamente na porção ocidental da folha, é composta por siltitos e argilitos com estratificação cruzada plano-paralela e raramente cruzada tangencial, e por arenitos finos a sílticos.

O estudo das diversas litofácies que compõem essa unidade, sugere, para sua deposição, um ambiente transicional de provável planície sublitorânea.

A Cobertura Detrítico-Laterítica do Tércio-Quaternário, que ocupa cerca de 70% da área, foi cartografada através de critérios fotogeológicos nas unidades $TQdl_{1a}$ e $TQdl_{1b}$. A primeira, reunindo os lateritos imaturos (plintitos), essencialmente argilo-arenosos correspondentes ao horizonte mosqueado e/ou pálido do perfil laterítico. A unidade $TQdl_{1b}$ reúne os petroplintitos, representados pelo horizonte concrecionário e/ou produtos de seu desmantelamento.

Os sedimentos pleistocênicos estão representados por areias finas a médias, em parte fracamente consolidadas, que seriam uma extensão da região conhecida como Lençóis Maranhenses.

Os depósitos do Holoceno compreendem aluviões fluviais, depósitos flúvio-lacustres, flúvio-marinhos e de mangues.

A análise morfoestrutural da área, a partir de imagens de radar e satélite, evidenciou lineamentos estruturais com orientação NW-SE e outros, maiores, com direção predominantemente NE-SW.

A unidade $TQdl_{1a}$ da Cobertura Detrítico-Laterítica é que exibe maior interesse econômico, com ocorrências de garimpos e minas de argila e caulim em atividade, em inúmeros locais da área mapeada. Essas substâncias, além de areia e cascalho explotados junto aos leitos dos rios, são abundantes na região e amplamente empregadas como insumos na construção civil.

A argila é o principal recurso mineral da Folha Itapecuru-Mirim, sendo encontrada em grande quantidade e com possibilidades de ampla aplicação, não só na construção civil, como também na indústria cerâmica.

Na área, inexiste em superfície, uma unidade geológica que seja considerada como aqüífero, sendo portanto enquadrada como de fraca potencialidade hidrogeológica.

O elemento hidrogeológico dominante – Formação Itapecuru, reconhecidamente não é um bom aqüífero, apesar de fornecer água para abastecimento de pequenas comunidades; sua vazão é inferior a $20m^3/h$ para poços de até 250m.

Do ponto de vista hidrogeológico, a área necessita de maiores estudos a respeito de sua potencialidade como zona armazenadora de água subterrânea, visto que em toda a sua extensão é muito reduzido o número de poços perfurados e inexiste um estudo de suas características hidrodinâmicas.

De acordo com os furos da PETROBRÁS e os mapas de isópacas efetuados por Caputo (1984), ocorrem em subsuperfície, no âmbito da folha, as formações Serra Grande, Cabeças, Poti-Piauí, Sambaíba e Grajaú, as quais poderão constituír-se em opções mais viáveis para a captação de água subterrânea visando grandes demandas.

O resultado analítico das amostras estudadas indicou tratar-se de águas de baixo grau de concentração de sais dissolvidos, com predominância da fácies química cloretada e do tipo sódica.

Apresentam potabilidade permanentemente boa, verificando-se que apenas em certos casos os valores de pH extrapolaram estes limites, conferindo-lhes apenas um aspecto ligeiramente ácido.

2
Recomendações

As principais recomendações, no sentido de aproveitamento dos recursos minerais ocorrentes na Folha Itapecuru-Mirim, estão explicitadas na própria Carta de Previsão para Planejamento de Ações Governamentais.

Ainda que nesta carta algumas áreas tenham sido indicadas para futuros trabalhos, esses programas só serão viabilizados em função da implantação de projetos agro-industriais que empregarem materiais de construção para obras civis.

Do ponto de vista hidrogeológico, as seguintes recomendações são apresentadas:

A perfuração de poços, visando pequenas demandas, deve ser dirigida inicialmente para a Formação Itapecuru, que apesar de suas limitações como reservatório de água subterrânea, encerra níveis arenosos que justificam a sua explotação.

Em caso de maiores necessidades, como grandes projetos de irrigação para agricultura, devem ser captados os aqüíferos em profundidade (Zona 1) tais como Grajaú, Sambaíba, Poti-Piauí, Cabeças ou Serra Grande.

Antes de perfurar poços visando aqüíferos de subsuperfície, recomenda-se que seja executado, preliminarmente, um estudo local e/ou regional, através do método geofísico, para verificação da espessura e profundidade das camadas, bem como a determinação do contorno do embasamento.

Quando da execução de poços tubulares para a captação de água subterrânea, quer sejam na unidade Itapecuru ou em aqüíferos mais profundos, devem ser determinadas as características hidrogeológicas das respectivas unidades e apresentá-las sob a forma de relatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. A. M. de, LESQUER, A., BYAMUNGU, B. R. - 1984. A estruturação setentrional do Brasil segundo a Gravimetria. *Ciências da Terra*, 10: 10-3.

ABREU, F. A. M. *et al.* 1980. Esboço estratigráfico do Precambriano da região do Gurupi, estados do Pará e Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, 1980. *Anais* ... Camboriú. SBG. v. 2:645-69.

AB'SABER, A. N. 1960. Contribuição à Geomorfologia do Estado do Maranhão. Campinas. *Notícia Geomorfológica*, 3 (5): 35-45.

AGUIAR, G. A. de. 1969. *Bacia do Maranhão; Geologia e Possibilidades de Petróleo*. Belém. PETROBRÁS, 55 p. (PETROBRÁS, Relatório Interno, 371).

AGUIAR, G. A. de. 1971. Revisão Geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo 1971. *Anais*...São Paulo: SBG. v. 1:113-22.

ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: Simpósio De Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, 1977. *Atas* ... Campina Grande. SBG. p. 363-91.

ALMEIDA, J.C. de *et al.* 1976. *Relatório do Projeto Cadastramento e Investigações Geológicas de Ocorrências Minerais do Estado do Maranhão, nas áreas das Bacias dos Rios Itapecuru e Mearim.* São Luis: CODEMINAS, 2 v. il.

ARAÚJO, C.C. de. 1979. *Projeto Estudo Global da Bacia Sedimentar do Parnaíba - Subprojeto Hidrogeologia. Relatório Final - Folha 12 - Teresina SO.* Recife. DNPM/CPRM, 2 v.

ARAÚJO, C.C. & VERÍSSIMO, L. S. 1984. *Projeto Prospecção de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional; relatório final das etapas I e II.* Fortaleza: DNPM/CPRM. 2 v. (Inédito).

BARBOSA, O.; RAMOS, J.R. de A.; GOMES, F.A.; HEMBOLD, R. 1966. Geologia Estratigráfica, Estrutural e Econômica da Área do Projeto Araguaia. Rio de Janeiro. DNPM/DGM. (Boletim).

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. 1973. Levantamento de Recursos Naturais; Programa de Integração Nacional: Folha São Luis (SA 23.). Rio de Janeiro: MME. 1v.

BRASIL.MINISTÉRIO DO INTERIOR. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Arquivo controle pluviométrico Piauí e Maranhão.* Recife. SUDENE. 5 v.

BRAUN, O.P.G. 1971. Contribuição à Geomorfologia do Brasil Central. Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, 3:3-39.

BRITO, I. M. 1975. Bacias Sedimentares do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ. 107 p. (Contribuição Didática, Inst. de Geociências, n. 1)

CAMPBELL, D. F. 1949. Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. Conselho Nacional de Petróleo. (Boletim 01).

CAPUTO. M. V. 1984. *Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basin of Brazil.* Santa Bárbara: University of California. 583 p. (Doutorado em Filosofia e Geologia - University of California).

CODEMINAS 1975. *Relatório de compilação e análise da bibliografia geológica e dos recursos minerais do Maranhão.* São Luis. 2 v.

COLARES, J. Q. S. & ARAÚJO, C. C. 1987. *Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para área do Programa Grande Carajás: subprograma recursos minerais, Folha Santa Inês (SA. 23-Y-D)*, escala 1:250.000. Recife: DNPM/CPRM 1 v.

COSTA, M.L. da 1984. A dinâmica de formação de lateritas: o exemplo do NE do Pará e do NW do Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33,. Rio de Janeiro, 1984. *Anais* ... Rio de Janeiro, SBG, v.4: 4823-37.

COSTA, M. L. da 1987. *Mineralizações do tipo supergênicas em ambientes lateríticos.* PETROMISA. Belém. ago/87.

CPRM 1987. *Novo modelo de caderneta de campo para mapeamento geológico.* Rio de Janeiro. 1 v.

CUNHA, F. M. B. 1968. *Fotointerpretação da Bacia de São Luis, Maranhão.* Belém: PETROBRÁS 1 v. (Relatório Interno RENOR, 318/68).

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M.R. 1976. *Hidrogeologia Subterrânea.* Barcelona. Omega, 2 v. il.

BRASIL. DNPM/CPRM. 1986. Mapa Geológico do Estado do Maranhão, escala 1:1.000 000. Fortaleza. mapa.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1977. Geografia do Brasil: Região Nordeste. Rio de Janeiro. 534 p.

GOES, A. M. 1981. *Estudo sedimentológico dos sedimentos Barreiras, Ipixuma e Itapecuru no norte do Pará e noroeste do Maranhão.* Belém: UFPA. 1 v. (Tese - Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas - Inédito).

KEGEL, W. 1956. As inconformidades da Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro. DNPM/DGM, 59 p. il. (Boletim 160).

KING, L. C. 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia.* 18 (2): 147-265.

LEAL, O. 1977. *Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha 04 - São Luis-SE.* Recife, SUDENE. Div. Documentação, 1977. 1 v. p. il. Mapa (in bolso. Nota Explicativa mapa).

LIMA, E. de A. M. & LEITE, J. F. 1978. *Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba: integração geológica-metalogenética.* Recife: DNPM/CPRM. 16 v.

LISBOA, M.A.R. 1914. The Permian Geology of Northern Brazil. New Haven, *Am. J. Sci.*, 37(211):423-43.

LOGAN, J. 1965. *The Interpretation of chemical analyses of water.* Recife, USAID, 1965. 65 p. graf.

MESNER, J. & WOOLDRIDGE P. 1964. Estratigrafia das bacias paleozóica e cretácea do Maranhão. Rio de Janeiro. PETROBRÁS. *Boletim Técnico* 7(2):137-64.

MIURA, K. & BARBOSA, J. C. 1972. Geologia da plataforma continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém: SBG. p. 57-66.

MOLNAR, A.B. de & URDINEIA, J.S.A. 1966. *Reconhecimento Geológico entre as Bacias do Amazonas e Maranhão*. PETROBRÁS. Belém, 62 p. (PETROBRÁS, Relatório Técnico, 50 G).

NORTHFLEET, A.A. MELO, H.T. 1967. *Geologia da Região Norte de Balsas, Maranhão*. PETROBRÁS. Belém, 55 p. il. (PETROBRÁS, Relatório Técnico, 266).

PRICE, L. I. 1947. Sedimentos mesozóicos na baía de São Marcos, estado do Maranhão. Rio de Janeiro. DNPM, 12 p. il.

REZENDE, W. M. & PAMPLONA A. H. R. P. 1970. Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. Rio de Janeiro. PETROBRÁS. *Boletim Técnico*. 13 (1/2): 5-14.

SZATMARI, P. *et al.* 1987. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (2): 180-8.

SILVA, E. F. A. & LINS 1971. *Relatório final do Projeto Itapecuru; reconhecimento geológico-radiométrico preliminar*, Recife: CNEN/CPRM. 3 v.

SILVA, F.A.C. da. 1979. *Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba - Subprojeto Hidrogeologia*. Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 2 v.

SOUZA, É. M. de 1971. *Geologia econômica do município de Codó - Maranhão e Formação Codó*. Recife: UFPe. 1 v. (Relatório de Graduação em Geologia).

ZEMBRUSCKI, S. G. & CAMPOS, J. N. dos P. 1988. Comportamento geotérmico regional e provável movimentação de fluídos na Bacia do Parnaíba, Maranhão. PETROBRÁS. *Boletim Geociências*, 2 (2/4): 133-45.

APÊNDICES

SÚMULA DE DADOS DE PRODUÇÃO

1. Levantamento Geológico

Caminhamento geológico (km)	5.600
Afloramentos estudados	70
Amostras coletadas	14
Cadastramento mineral	46
Furos de trado realizados (turfa)	11
Amostras de trado coletadas (turfa)	11
Espectrografia ótica de emissão para 30 elementos	01
Análises industriais	07
Análises palinológica e micropaleontológica qualitativa	02
Análise petrográfica	01
Difração de raios X.	01

2. Levantamento Hidrogeológico

Poços tubulares cadastrados	71
Poços manuais cadastrados	20
Fontes de água	04
Análises físico-químicas	26

BIBLIOTECA

ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

Foto 1

Argilito acinzentado com laminação plano-paralela com intercalações de corpos lenticulares de siltito à arenito muito fino amarelo-avermelhado da Formação Itapecuru. Fazenda Redenção, BR-222, 26km a oeste da cidade de Itapecuru-Mirim. Afloramento OL-06.

Foto 2

Sedimentos argilosos lateritizados, pertencentes à Formação Itapecuru que ocorrem próximo à região de Leite, na BR-222, 30km a oeste da cidade de Itapecuru-Mirim. Afloramento OL-07.

Foto 3

Arenito seixoso, avermelhado, quartzoso, muito mal selecionado. Estratificação festonada com gradação normal. Geometria lenticular com acunhamento em uma extremidade e corte abrupto na outra, encaixando-se em argilito esbranquiçado de laminação plano-paralela. Local: Riacho Paulica, na BR-222, 6km a leste da cidade de Vargem Grande. Afloramento OL-08.

Foto 04

Siltito amarelado com laminação plano-paralela em parte ondulada, com dois níveis de canga laterítica ferruginosa. Banana, BR-222, 7km a oeste da cidade de Vargem Grande.

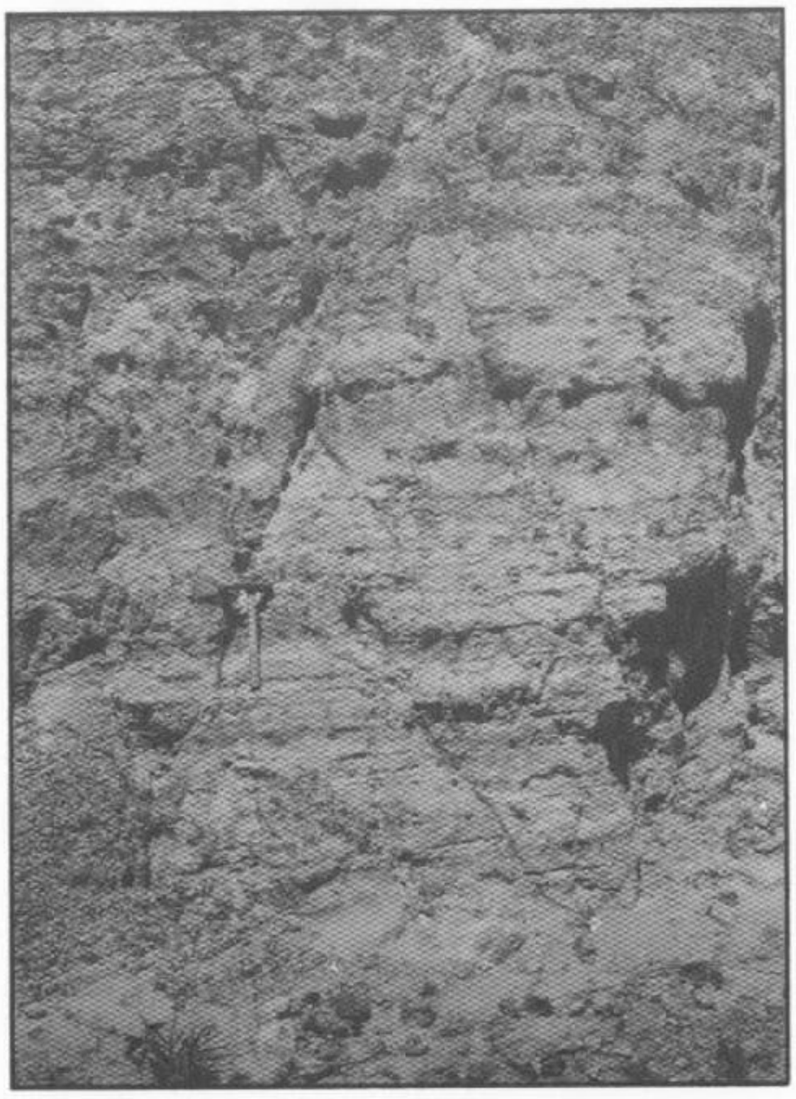


Foto 5

Intercalações de siltito e argilito de laminação plano-paralela e cruzadas de baixo ângulo. Esta fácies é cortada por falhas normal e inversa de pequeno rejeito. Local: 5km SW de Presidente Vargas, margem da MA-020. Afloramento BC-09.

Foto 06

Aspecto da estrutura interna do siltito da foto anterior. Os finos níveis argilosos são, em parte, descontínuos e formam estruturas do tipo "wavy". Local: 5km SW de Presidente Vargas, margem da MA-020. Afloramento BC-09.

Foto 8

Argilito de aspecto bandado devido a alternância de lâminas róseas e vermelhas, lembrando um ritmito, estratificação cruzada de baixo ângulo e grande porte do tipo tangencial com truncamento. Internamente laminação plano-paralela e ondulações devido a efeito de carga. Truncando esta fácies ocorre 0,20m de conglomerado laterítico "stone lines". Fazenda São José, na BR-135,38km a sul da cidade de Santa Rita.Afloramento OL-2.

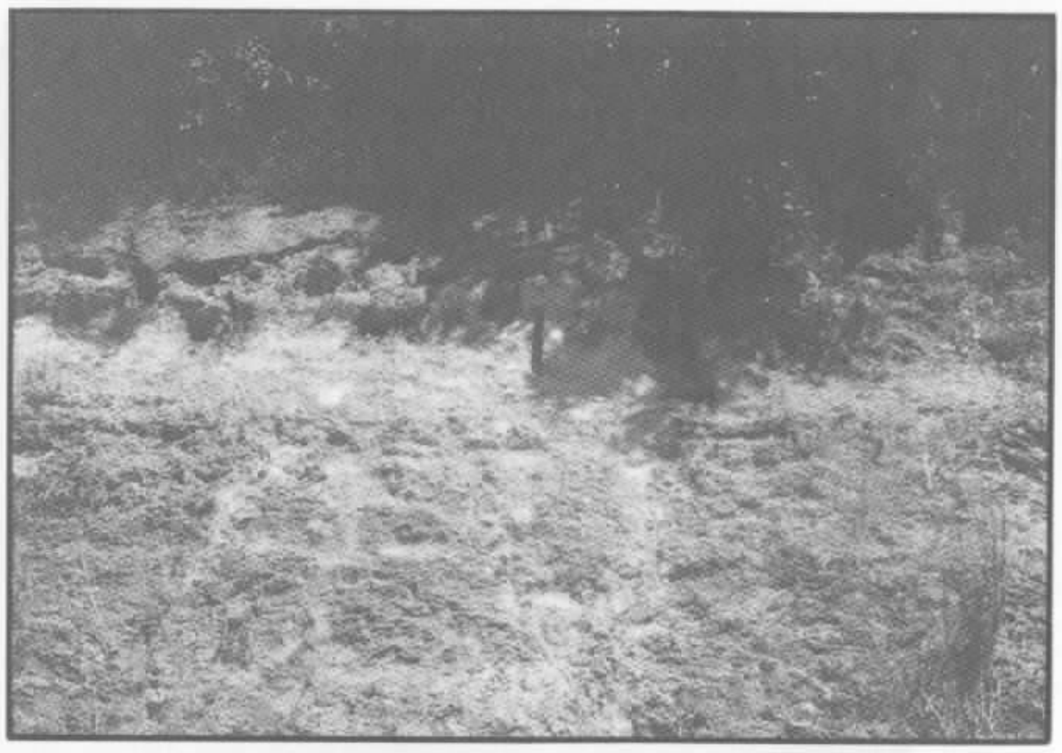


Foto 7

Argilitosíltico avermelhado na base a esbranquiçado para o topo, laminação plano-paralela, em parte ondulada. No topo conglomerado suportado pela matriz em contato erosivo. Local: Mato Grosso, margem da BR-222, 10km a sudoeste da cidade de Vitória de Mearim. Afloramento BC-03.

Foto 9

Na base, argilito avermelhado e cinza-esverdeado com estratificação e laminação plano-parelela e acentuada fissilidade. Na porção intermediária 0,25/0,30m de uma camada tabular contínua de carbonato cinza-esbranquiçado com inúmeras fraturas subverticais. Afloramento BC-19. Boa União, às margens do rio Peritoró em Pirapemas.

Foto 10

Pelitos avermelhados com lobos de suspensão e "climbing" constituídos por siltito, estruturas de colapso e concreções carbonáticas, pertencentes à Formação Itapecuru. Local: margem direita do rio Itapecuru, sob a ponte de entrada na cidade de Itapecuru-Mirim. Afloramento BC-7.

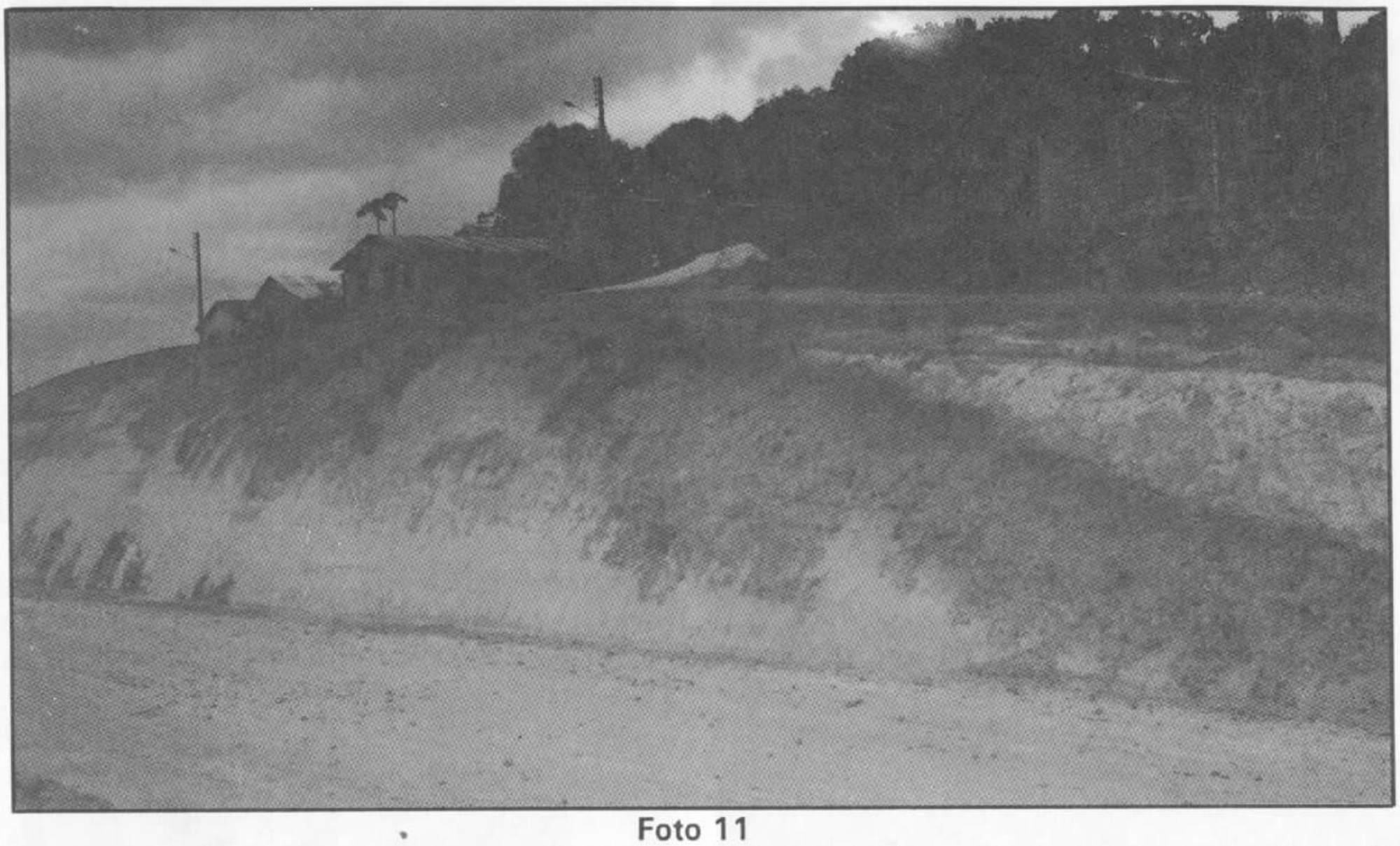


Foto 11

Aspecto geral de afloramento de laterito. Da base para o topo ocorrem: horizonte mosqueado, horizonte concrecionário, zona esferulítica com módulos endurecidos devido a ação do calor, "stone line" resultante do desmantelamento do horizonte concrecionário e solo areno-argiloso resultante de peneplanização dos horizontes mosqueado e concrecionário. BR-135, próximo a São Luís.

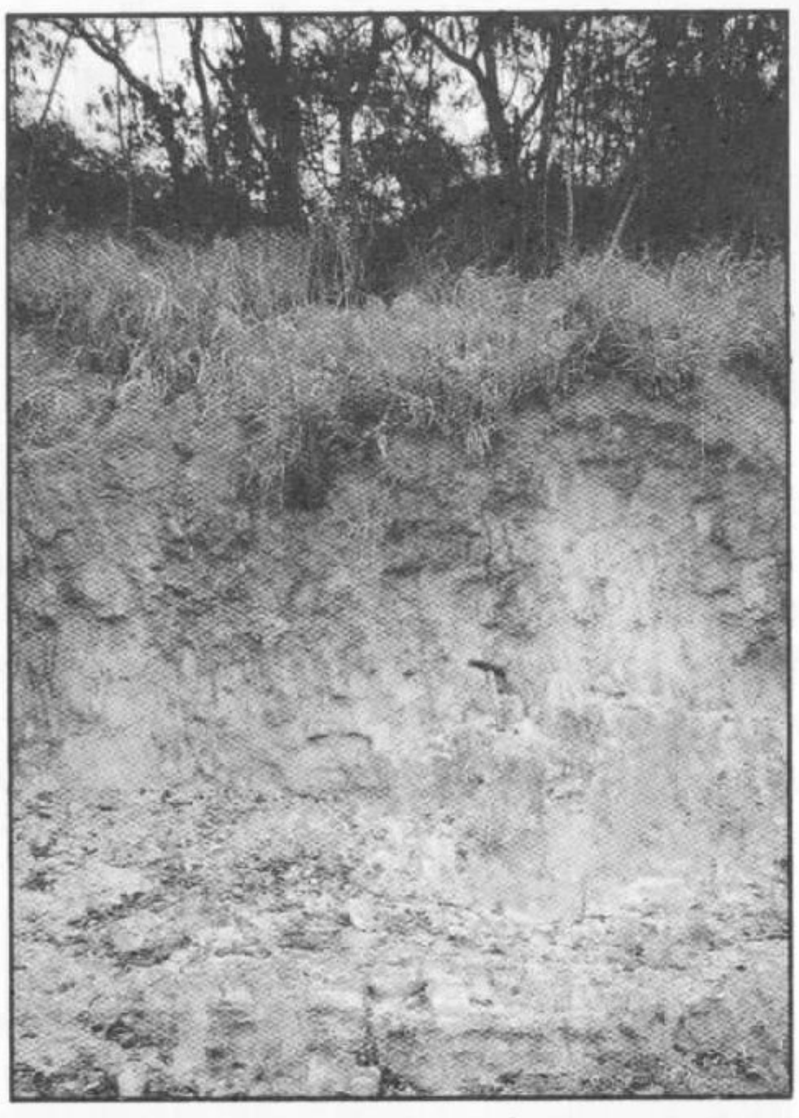


Foto 12

Argilito avermelhado-ocre muito decomposto com caulinita, correspondendo ao horizonte mosqueado do perfil laterítico. No topo conglomerado de concreções ferruginosas "stone lines" com 0,50m de espessura. Localmente ocorrem níveis descontínuos de "stone lines". Na parte mediana a uns 100m adiante ocorre em um corte de 8m um siltito esbranquiçado com areia muito fina, maciça, intensamente fraturado, sugerindo provável zona de falha. Próximo a Igarapé Grande em Itapecuru-Mirim. Afloramento OL-43.

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

Folhas em Execução

NA.19-Z	Alto Rio Negro[9]
NA.20	Boa Vista[8]
NA.20-X	Roraima Central[9]
NA.20-Z	Caracaraí[9]
SA.22-X-D	Belém[4]
SA.23	São Luís[8]
SA.23-V-C	Castanhal[4]
SA.24-Y-D-V	Irauçuba[3]
SB.22-X-B	Rondon do Pará[4]
SB.24	Jaguaribe[8]
SB.24-Z-C	Serra Talhada[1]
SB.24-Z-D-V	Sumé[1]
SC.20	Porto Velho[8]
SC.21-Z-A	Ilha 24 de Maio[1]
SC.22-X-A	Redenção[4]
SC.23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes[1]
SC.23-Z-A/Y-B	Curimatã/Corrente[1]
SC.24	Aracaju[8]
SC.24-V-A-I	Riacho Queimadas[1]
SC.24-X-A	Floresta[1]
SC.24-Y-C	Jacobina[1]
SD.22-Z-A	Itapaci[1]
SD.22-Z-B	Uruaçu[1]
SD.22-Z-C-V	Sanclerlândia[1]
SD.24-Y-B	Ilhéus[1]
SE.22	Goiânia[8]
SE.22-V-A	Guiratinga[1]
SE.22-V-B	Iporá[1]
SE.22-X-B	Goiânia[1] (rev.)
SE.23-Z-B-IV	Serro[1]
SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte[1]
SE.23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro[1]
SE.23-Z-D-IV	Itabira[1]
SF.21	Apa[8]
SF.21-X-A	Aquidauana[1]
SF.23	Rio de Janeiro[8]
SG.22-X-B	Itararé[1]
SH.22	Porto Alegre[8]
SH.22-X-B-IV	Criciúma[1]
SH.22-Y-A	Cachoeiro do Sul[1]
SH.22-Y-C	Pedro Osório[1]

Folhas Impressas

NA.20-X-C-III	Paredão[1]
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani[1]
NB.20-Z-B-V	Monte Roraima[1]
NB.20-Z-B-VI	Monte Caburaí[1]
NB.20-Z-D-II	Rio Quinô[1]
NB.20-Z-D-III	Rio Cotingo[1]
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira[1]
NB.20-Z-D-VI	Rio Viruquim[1]
NB.21-Y-A-IV	Sem denominação
NB.21-Y-C-I	Sem denominação
SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim[4]
SA.22-Y-D	Altamira[4]
SA.23-V-D	Turiaçu[4]
SA.23-X-C	Cururupu[4]
SA.23-Y-B	Pinheiro[4]
SA.23-Z-A	São Luís[4]
SA.23-Y-D	Santa Inês[4]
SB.22-X-C	Serra Pelada[4]
SB.20-Z-B-VI	Mutum[1]
SB.22-X-D	Marabá[4]
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás[4]
SB.22-Z-B	Xambioá[4]
SB.22-Z-D	Araguaína[4]
SB.23-V-B	Vitorino Freire[4]
SB.23-V-C	Imperatriz[4]
SB.24-V-C-III	Crateús[1]
SB.23-V-D	Barra do Corda[4]
SB.23-X-A	Bacabal[4]
SB.23-X-C	Presidente Dutra[4]
SB.24-V-D-V	Mombaça[1]
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró[2]
SB.24-Y-B-II	Catarina[1]
SB.24-Y-C-V	Patos[1] (PI)
SB.24-Y-C-VI	Simões[1]
SB.24-Z-B-II	Currais Novos[3]
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó[3]
SB.24-Z-C	Serra Talhada
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira[1]
SB.24-Z-D-I	Patos[1] (PB)
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho[1]
SB.24-Z-D-IV	Monteiro[1]
SB.25-V-C	Natal[2]
SB.25-V-C-IV	João Câmara[1]
SB.25-Y-C-V	Limoeiro[1]
SC.20-V-B-V	Porto Velho[1]
SC.20-V-C-V	Abunã[1]
SC.20-V-C-VI	Mutumparaná[1]
SC.20-V-D-I	Jaciparaná[1]
SC.22-X-B	Conceição do Araguaia[4]
SC.23-Y-D	Formosa do Rio Preto[1]
SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássia[1]
SC.24-V-A-II	Paulistana[1]
SC.24-V-A-III	Santa Filomena[1]
SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito[1]
SC.24-V-A-V	Afrânio[1]
SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo[1]
SC.24-V-B-IV	Cristália[1]
SC.24-V-C-III	Petrolina[1]
SC.24-V-D	Uauá[2]
SC.24-V-D-I	Itamotinga[1]
SC.24-X-C-V	Santa Brígida[1]
SC.24-X-C-VI	Piranhas[1]
SC.24-X-D-V	Arapiraca[1]
SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim[2]
SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha[3]
SC.24-Y-C	Jacobina[2]
SC.24-Y-D	Serrinha[1] (rev.)
SC.24-Y-D	Serrinha[2]
SC.24-Y-D-II	Gavião[1]
SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo[1]
SC.24-Y-D-V	Pintadas[1]
SC.S4-Y-D-VI	Serrinha[1]
SC.24-Z-A-II	Jeremoabo[1]
SC.24-Z-A-III	Carira[1]
SC.25-V-A-II	Vitória de Santo Antão[1]
SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda[1]
SD.21-Z-A	Rosário do Oeste[2]
SD.21-Z-C	Cuiabá[2]
SD.22-X-D	Porangatu[2]
SD.22-Z-B	Uruaçu[2]
SD.22-Z-C	Ceres[2]
SD.22-Z-D	Goianésia[2]
SD.22-Z-D-IV	Jaraguá[1]
SD.22-Z-D-V	Pirenópolis[1]
SD.23-X-B	Ibotirama[2]
SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa[2]
SD.23-Y-C	Brasília[2]
SD.23-Y-D	Buritis[2]
SD.23-Z-D-II	Monte Azul[3]
SD.23-Z-D-IV	Janaúba[3]
SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas[3]
SD.24-V-A-II	Utinga[1]
SD.24-V-A-V	Lençóis[1]
SD.24-V-C	Livramento do Brumado[2]
SD.24-V-C-II	Mucugê[1]
SD.24-Y-A	Vitória da Conquista[2]
SD.24-Y-B-V	Ibicaraí[1]
SD.24-Y-B-VI	Itabuna[1]
SE.22-V-B	Iporã[2]
SE.22-X-A	São Luís de Montes Belos[2]
SE.22-X-A-VI	Nazário[1]
SE.22-X-B	Goiânia[2]
SE.22-X-B-I	Nerópolis[1]
SE.22-X-B-II	Anápolis[1]
SE.22-X-B-IV	Goiânia[1]
SE.22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões[1]
SE.22-X-B-VI	Caraíba[1]
SE.22-X-D	Morrinhos[2]
SE.23-V-B	São Romão[2]
SE.23-Z-B	Guanhães[2]
SE.23-Z-C	Belo Horizonte[2]
SE.23-Z-D	Ipatinga[2]
SE.24-Y-C-V	Baixo Guandu[1]
SE.24-Y-C-VI	Colatina[1]
SF.23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí[1]
SF.23-X-B-I	Mariana[1]
SF.23-X-B-II	Ponte Nova[1]
SF.23-X-B-IV	Rio Espera[1]
SF.23-X-C-III	Barbacena[1]
SF.23-X-C-VI	Lima Duarte[1]
SF.23-X-D-I	Rio Pomba[1]
SF.23-Y-B-II-2	Heliodora[1]
SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio[1]
SF.24-V-A-III	Domingos Martins[1]
Sf.24-V-A-V	Cachoeiro de Itapemirim[1]
Sf.24-V-A-VI	Piúma[1]
SG.22-Z-B	Joinville[2]
SG.22-Z-D-I-2	Botuverá[1]
SG.22-Z-D-II-1	Brusque[1]
SH.22-V-C-IV	Santa Maria[3]
SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul[2]
SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho[1]

Folhas em Editoração

NA.20-Y	Rio Marauiá[1]
SA.20-V	Rio Cuiuni[1]
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu[4]
SB.22-Z-C	Xinguara[4]
SB.23-V-A	Açailândia[4]
SB.23-X-B	Caxias[1]
SB.24-Y-B	Iguatu[1]
SB.24-Z-B	Caicó[1]
SC.20-Z-C-VI	Rio Pardo[1]
SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha[1]
SC.24-V-A	Paulistana[1]
SC.24-V-C	Petrolina[1]
SC.24-Y-C-V	Morro do Chapéu[1]
SD.22-Z-C-VI	Itaguaru[1]
SD.23-X-C-V	Coribe[1]
SD.24-V-A-I	Seabra[1]
SE.24-V-A	Almenara[1]
SE.21-Y-D	Corumbá[1]
SE.22-X-A-III	Itaberaí[1]
SF.21-V-B	Aldeia Tomásia[1]
SF.21-V-D	Porto Murtinho[1]
SF.24-V-A	Cachoeiro de Itapemirim[1]
SG.22-Z-D-V	Florianópolis[1]
SH.22-Y-B	Porto Alegre[1]
SH.22-Y-C-II	Piratini[1]

1Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000; [2]Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250.000; [3]Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100.000; [4]Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás – Subprojeto Recursos Minerais; [5]Levantamento geológico visando ao meio meio ambiente; [6]Levantamentos aerogeofísicos; [7]Integração geológico/geoquímica de regiões metropolitanas; [8]Integração geológica/metalogenética na escala 1:1.000.000; [9]Mapeamento Geológico/Metalogenético da Região Amazônica na escala 1:500.000.

Folhas Concluídas

Disponíveis para consulta

NA.20-X-B	Uraricoera[2]
NA.21-V-A	Conceição do Maú[2]
NA.20-X-D	Boa Vista[2]
NA.20-Z-B- NB.20-Z-B e	Caracaraí[2]
NB.21-Z-A	Monte Roraima[2]
NB.20-Z-D	Vila Surumu[2]
NB.21-Y-C	Rio Maú[2]
NA.21-Z-B	Rio Citaré[2]
NA.22-V-B	Rio Oiapoque[2]
NB.22-Y-D	Cabo Orange[2]
NA.22-V-D	Lourenço[2]
NA.22-Y-A	Serra do Tumucumaque[2]
NA.22-Y-B	Rio Araguari[2]
NA.22-Y-D	Macapá[2]
SA.21-X-B	Rio Maicuru[2]
SA.24-Y-A	Parnaíba[2]
SA.24-Y-B	Acarau[2]
SA.24-Y-C	Granja[2]
SA.24-Y-D	Sobral[2]
SA.24-Z-C	Fortaleza[2]
SB.22-X-C	Rio Itacaiúnas[2]
SB.22-X-D	Marabá[2]
SB.22-Z-A	Rio Paraopebas[2]
SB.24-V-A	Piripiri[2]
SB.24-V-B	Quixadá[2]
SB.24-V-C	Crateús[2]
SB.24-V-D	Quixeramobim[2]
SB.24-X-A	Aracati[2]
SB.24-X-C	Morada Nova[2]
SB.24-Y-A	Valença do Piauí[2]
SB.24-Y-B	Iguatu[2]
SB.24-Y-C	Picos[2]
SB.24-Y-D	Juazeiro do Norte[2]
SB.24-Z-A	Souza[2]
SB.24-Z-B	Caicó[2]
SB.24-Z-D	Patos[2]
SB.25-Y-A	Cabedelo[2]
SB.25-Y-C	João Pessoa[2]
SC.20-V-C	Abunã[2]
SC.20-V-D	Ariquemes[2]
SC.20-Y-B	Alto Jamari[2]
SC.20-Y-D	Serra dos Uopianes[2]
SC.20-Z-A	Rondônia[2]
SC.20-Z-B	Rio Branco[2]
SC.20-Z-C	Presidente Médici[2]
SC.20-Z-D	Pimenta Bueno[2]
SC.21-Z-B	Vila Guarita[2]
SC.22-X-D	Miracema do Norte[2]
SC.22-Z-B	Porto Nacional[2]
SC.22-Z-D	Gurupi[2]
SC.23-X-D	São Raimundo Nonato[2]
SC.23-Y-C	Natividade[2]
SC.23-Z-B	Xique-Xique[2]
SC.23-Z-D	Barra[2]
SC.24-V-A	Paulistana[2]
SC.24-V-B	Salgueiro[2]
SC.24-V-A	Floresta[2]
SC.24-X-E	Garanhuns[2]
SC.24-X-C	Paulo Afonso[2]
SC.24-X-D	Santana do Ipanema[2]
SC.24-Y-A	Mirangaba[2]
SC.24-Z-A	Jeremoabo[2]
SC.24-Z-B/D	Aracaju/Estância[2]
SC.24-Z-C	Tobias Barreto[2]
SC.25-V-A	Recife[2]
SC.25-V-C	Maceió[2]
SD.20-V-B	Príncipe da Beira[2]
SD.20-X-A	Pedras Negras[2]
SD.20-X-B	Vilhena[2]
SD.20-X-C	Ilha do Sossego[2]
SD.20-X-D	Pimenteiras[2]
SD.21-Y-C	Mato Grosso[2]
SD.21-Y-D	Barra do Bugres[2]
SD.22-X-A	Araguaçu[2]
SD.22-X-B	Alvorada[2]
SD.22-X-C	São Miguel do Araguaia[2]
SD.22-Y-D	Barra do Garças[2]
SD.22-Z-A	Mozarlândia[2]
SD.23-V-A	Arraias[2]
SD.23-V-C	Campos Belos[2]
SD.23-X-A	Barreiras[2]
SD.23-X-C	Santa Maria da Vitória[2]
SD.23-Y-A	São João d'Aliança[2]
SD.23-Z-A	Manga[2]
SD.23-Z-B	Guanambi[2]
SD.24-V-A	Seabra[2]
SD.24-V-B	Itaberaba[2]
SD.24-V-D	Jequié[2]
SD.24-X-C	Jaguaribe[2]
SD.24-X-A	Salvador[2]
SD.24-Y-B	Ilhéus[2]
SD.24-Z-A	Itacaré[2]
SD.24-Y-C	Rio Pardo[2]
SD.24-Y-D	Itapetinga[2]
SD.24-Z-C	Canavieiras[2]
SE.21-V-D-V	Morraria do Ínsua[1]
SE.21-Y-B-II	Lagoa de Mandioré[1]
SE.21-Y-B-III	Amolar[1]
SE.23-V-A	Unaí[2]
SE.23-V-C	Paracatu[2]
SE.23-V-D	João Pinheiro[2]
SE.23-X-A	Montes Claros[2]
SE.23-X-B	Araçuaí[2]
SE.23-X-C	Pirapora[2]
SE.23-X-D	Capelinha[2]
SE.23-Y-A	Patos de Minas[2]
SE.23-Y-B	Três Marias[2]
SE.23-Y-C	Uberaba[2]
SE.23-Y-D	Bom Despacho[2]
SE.23-Z-A	Curvelo[2]
SE.24-V-C	Teófilo Otoni[2]
SE.24-Y-A	Governador Valadares[2]
SE.24-Y-C	Colatina[2]
SF.21-V-B	Baía Negra[2]
SF.21-X-A	Miranda[2]
SF.23-V-A-II.2	Rio São Lourensinho[7]
SF.23-V-A-III.1	Itanhaem[7]
SF.23-V-A-III.2	Mangagua[7]
SF.23-Y-A-V.4	Campinas[7]
SF.23-Y-A-VI.3	Valinhos[7]
SF.23-Y-C-II.2	Indaiatuba[7]
SF.23-Y-C-II.4	Cabreúva[7]
SF.23-Y-C.III.1	Jundiaí[7]
SF.23-Y-C-III.2	Atibaia[7]
SF.23-Y-C-III.3	Santana do Parnaíba[7]
SF.23-Y-C-III.4	Guarulhos[7]
SF.23-Y-C-V.2	São Roque[7]
SF.23-Y-C-V.4	Juquitiba[7]
SF.23-Y-C.VI.1	Itapecerica da Serra[7]
SF.23-Y-C-VI.2	São Paulo[7]
SF.23-Y-C-VI.3	Imbu-Guaçu[7]
SF.23-Y-C-VI.4	Riacho Grande[7]
SF.23-Y-D-I.1	Piracaia[7]
SF.23-Y-D-I.2	Igaratá[7]
SF.23-Y-D-I.3	Itaquaquecetuba[7]
SF.23-Y-D-I.4	Santa Isabel[7]
SF.23-Y-D-II.3	Jacareí[7]
SF.23-Y-D-IV.1	Suzano (Mauá)[7]
SF.23-Y-D-IV.2	Mogi das Cruzes[7]
SF.23-Y-D-IV.3	Santos[7]
SF.23-Y-D-IV.4	Bertioga[7]
SF.23-Y-D-V.1	Salesópolis[7]
SF.23-Y-D-V.2	Pico do Papagaio[7]
SF.23-V-A	Franca[2]
SF.23-V-B	Furnas[2]
SF.23-V-C	Ribeirão Preto[2]
SF.23-V-D	Varginha[2]
SF.23-X-A	Divinópolis[2]
SF.23-X-B	Ponte Nova[2]
SF.23-X-C	Barbacena[2]
SF.23-X-D	Juiz de Fora[2]
SF.23-Y-A	Campinas[2]
SF.23-Y-B	Guaratinguetá[2]
SF.23-Y-C	São Paulo[2]
SF.23-Y-D	Santos[2]
SG.22-X-A	Telêmaco Borba[2]
SG.22-X-B	Itararé[2]
SG.22-X-C	Ponta Grossa[2]
SG.22-X-D	Curitiba[2]
SG.23-V-C	Cananéia[2]
SG.23-V-A	Iguape[2]
SG.22-Z-D	Florianópolis[2]
SH.21-Z-D	Bagé[2]
SH.21-Z-B	São Gabriel[2]
SH.22-X-B	Criciúma[2]
SH.22-Y-D	Pelotas[2]
SH.22-Z-C	Mostarda[2]
SI.22-V-A	Jaguarão[2]
SI.22-V-B	Rio Grande[2]

Memória Técnica

- Mapas de serviço disponíveis para cópias heliográficas (*)
- Disquetes de computador com análises químicas, petrográficas, mineralógicas etc (*)
- Sistema de informações Geológicas do Brasil – SIGA (**)
- Bases de Dados:

GEOB e GTM	– Bibliografia	SIGEO	– Projetos de Geologia, Geoquímica, Geofísica
META	– Ocorrências Minerais	SISON	– Dados de Sondagem
AFLO	– Descricão de Afloramento	DOTE	– Acervo Bibliográfico da CPRM
PETR	– Análises Petrográficas	PROJ	– Carteira de Projetos da CPRM

Locais de acesso: (*) DNPM: Brasília e Distrito Regional; (**)Brasília e Distritos Regionais e CPRM: Rio de Janeiro

Endereços da CPRM

Sede
SGAN - 603 - Módulo I - 1º andar - Cep.: 70830.030
Brasília - DF
Telefones: (061)223-1059 - (061)312-5252 (PABX)
Telex: (061)1355 - Fax.: (061)225-3925

Escritório Rio
Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep.: 222290.240
Rio de Janeiro - RJ
Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Telex: (021)22685 - (021)32525 - Fax: (021)295-6347

Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos
Telefones: (021)295-4546 - (021)295-0032 (PABX)

Centro de Documentação Técnica
Telefones: (021)295-5897 - (021)295-5997 -
(021)295-0032 Ramais 250 e 389 - Fax:(021)295-6347

Superintendência Regional de Belém
Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep.: 66095.110
Belém-PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)226-6066 (PABX)
Telex: (091)1149 - Fax: (091)226-0016

Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep.: 30140.002
Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)262-3037 - (031)261-5977 (PABX)
Telex: (031)1011 - Fax: (031)261-5585

Superintendência Regional de Goiânia
Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep:74170.110
Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1709 - (062)281-1522 (PABX)
Telex: (062)2157 - Fax: (062)281-1709

Superintendência Regional de Manaus
Av. André Araújo, 2160 - Aleixo - Cep.: 69060.001
Manaus - AM
Telefones: (092)663-5333 - (092) 663-5614 (PABX)
Fax: (092)663-5531

Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Cep.: 90840.030
Bairro Santa Teresa - Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Telex: (051)1062 - Fax: (051)233-7772

Superintendência Regional de Recife
Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep.: 50610.100
Recife - PE
Telefones: (081)228-2988 - (081)227-0277 (PABX)
Telex: (081)1368 - Fax:228-2142

Superintendência Regional de Salvador
6ª Avenida do Centro Administrativo da Bahia
Estrada da Sussuarana, 2862 - Cep.: 41213.000
Salvador - BA
Telefone: (071)230-9977 (PABX)
Telex: (071)1182 - Fax: (071)230-0025

Superintendência Regional de São Paulo
Rua Domingos de Morais, 2463 - Vila Mariana - Cep.: 04035.000
São Paulo - SP
Telefones: (011)574-7977 - (011)549-1133 (PABX)
Fax: (011)572-9186

Residência de Fortaleza
Av. Santos Dumont, 7700 - Papicu - Cep.: 60150.163
Fortaleza - CE
Telefones: (085) 265-1726 - (085)265-1288 (PABX)
Fax: (085)265-2212

Residência de Porto Velho
Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanque - Cep.: 78904.300
Porto Velho - RO
Telefones: (069)233-3165 - (069) 223-3284 (PABX)
Telex: (069)2124 - Fax: (069)221-5435

Residência de Teresina
Rua Goiás, 312 - Sul - Cep.: 64001.570
Teresina - PI
Telefones: (086)222-6963 - (086)222-4153 (PABX)
Telex: (086)2141 - Fax: (086)222-6651

Núcleo de Divulgação
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep.: 30140.002
Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-4300 - (031)261-5977 Ramal 58
Telex: (031)1011 - Fax: (031)261-5585

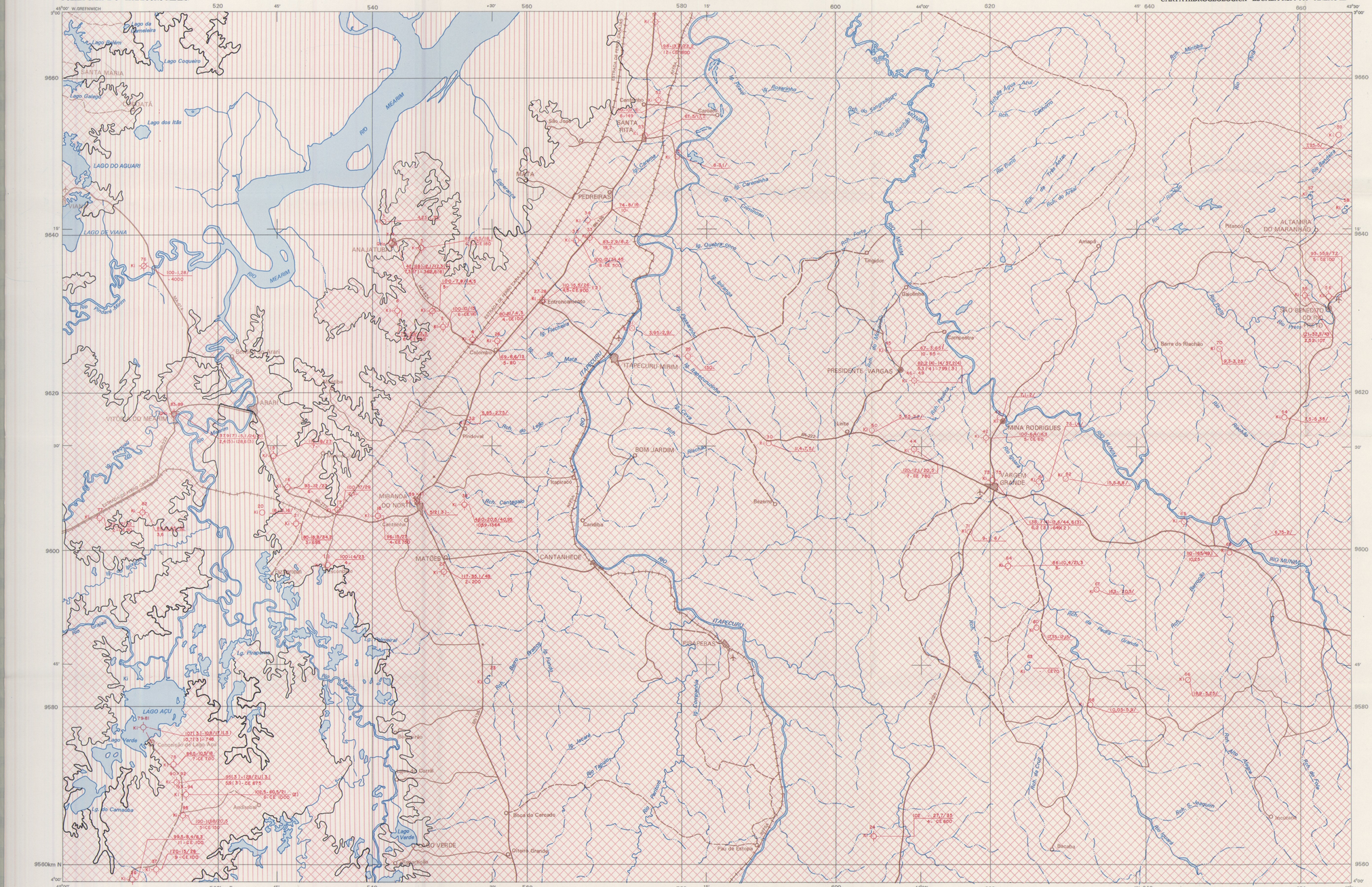
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

FOLHA SA.23-Z-C – ITAPECURU-MIRIM

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA HIDROGEOLÓGICA - ESCALA 1:250 000 - ANEXO III

CARTA HIDROGEOLÓGICA
FOLHA ITAPECURU-MIRIM - SA.23-Z-C
ESCALA 1:250 000 - CPRM - 1995



ZONEAMENTO HIDROGEOLÓGICO

Área de captação profunda para poços com profundidades superiores a 800m: aqüíferos Grajaú (>800m), Sambaíba (>700m), Poti-Piauí (>1000m), Cabeças (>1200m) e Serra Grande (>1700m). Águas de boa qualidade, recomendadas apenas para grandes empreendimentos populacionais, industriais ou de irrigação.

Área de captação em sedimentos Itapecuru e em aluviões livres a subconfinados, satisfatória para poços com até 250m e com vazões inferiores a 20m³/h. Águas de boa qualidade recomendadas para pequenos empreendimentos.

Área de predominância de lagos e planícies fluviais, quase sempre afogadas, não recomendada para a implantação de empreendimentos hidrogeológicos.

PONTOS DE ÁGUA

CLASSIFICAÇÃO:

Fonte · Poço Manual · Poço Tubular · Poço Tubular Jorrante · Poço Tubular Abandonado

CARACTERÍSTICAS:

2 / 1 – 3 – 4 / 5 – 6

1 - Aqüífero (Ki = Itapecuru e QHa = Aluvião)
2 - Número de ordem
3 - Profundidade (m)
4 - NE/ND (m)
5 - Vazão (m³/h)
6 - Resíduo seco (mg/l) e/ou CE (Condutividade Elétrica em umho/cm)

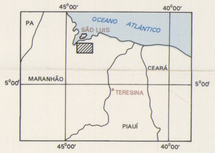
Quando em um ponto forem agrupados diversos poços próximos e da mesma classe:

83 - 89 / 1 – 3(12) - 4(12) / 5(12) - 6 (5) e/ou 27 - 28 / 1 – 3 - 4 / 5 - 6 (2)

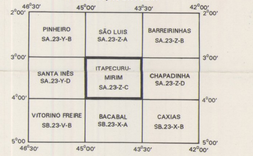
Entre parênteses o número de dados para obtenção da média - = a (Exemplo) 83 - 89 = 83 a 89

Cidade · Vila · Fazenda · Estrada pavimentada
Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
Caminho
Estrada de ferro
Campo de pouso
Curso de água permanente
Curso de água periódico
Lago

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DA FOLHA



Base planimétrica elaborada pelo Centro de Cartografia, a partir da folha SA.23-Z-C Itapecuru-Mirim, escala 1:250 000, 1ª ed., 1ª impressão, DSG, 1984.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da SUREG/PA, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos, imagens de satélite e de radar.
Compilação e orientação na SUREG/PA: Bráulio Robério Caye e Olinto Gabriel Lovato.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia - CECAR/ Superintendência de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico - SUDETE.
Superintendente da SUDETE: Giuseppina Giaquinto de Araujo.
Chefe do CECAR: Manoel Leite de Sá.
Editoração cartográfica: Marlia Gomes dos Santos, Wilhelm Petter de Freire Bernard, Carlos Alberto da S. Copolillo, Maria Luiza Poucinho e José Henrique da Silva.
Revisão do tema na SUDETE/NUTEC: Antônio Lagarde.

O Programa Grande Carajás - PGC vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para o Departmento Nacional da Produção Mineral - DNPM, desde o ano de 1983.
Esta carta do PGC foi executada pela Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA, tendo sido concluída em dezembro de 1988.
Coordenador nacional do PLGB: Valter José Marques.
Coordenador nacional do PGC: Odair Olivatti.
Coordenador regional: Eduardo Camozzato
Supervisores: Gilberto Emílio Ramgrab
Luiz Fernando Fontes de Albuquerque
Responsáveis Técnicos: Bráulio Robério Caye e
Olinto Gabriel Lovato.
Colaboração: Douglas Roberto Trainini.

ESCALA 1:250 000

5 0 5 10 15 20km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45° W.Gr., acrescida as constantes: 10 000 e 500km, respectivamente
Datum horizontal: SAD-69 - MG.
Declinação magnética do Centro da folha em 1995: 20°33' W; cresce 5,6' anualmente.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

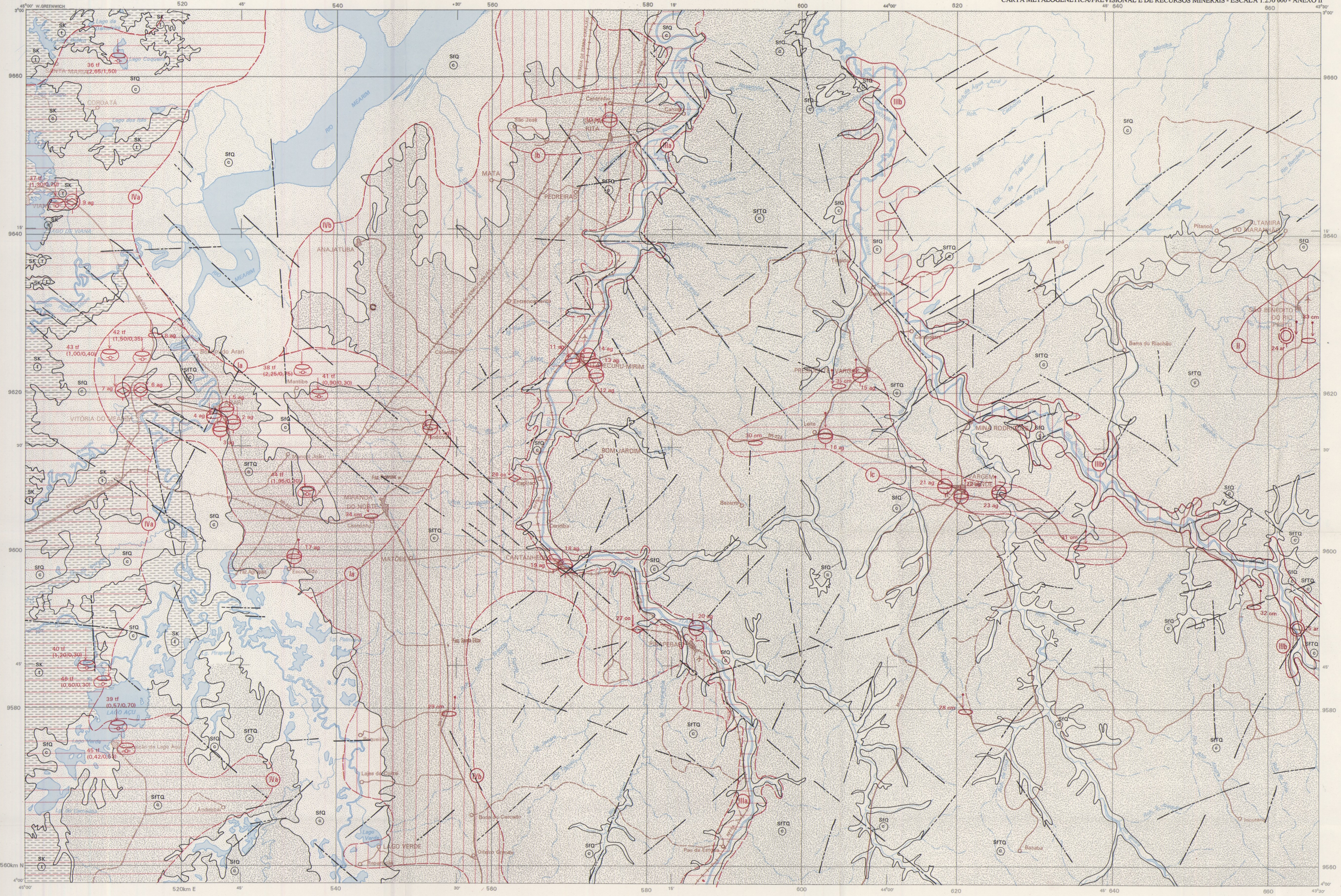
1995

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL E DE RECURSOS MINERAIS - ESCALA 1:250 000 - ANEXO II

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
E DE RECURSOS MINERAIS
FOLHA ITAPECURU-MIRIM - SA.23-Z-C
ESCALA 1:250 000 - CPRM - 1995

FOLHA SA.23-Z-C – ITAPECURU-MIRIM



ESCALA 1:250 000

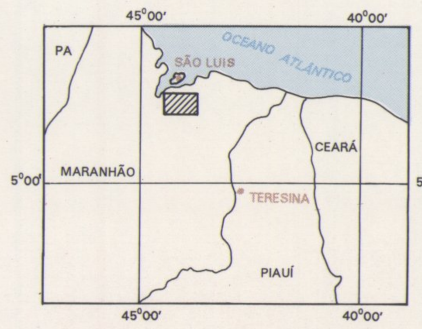
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45° W.Gr., acrescida as constantes: 10 000 e 500km, respectivamente
Datum horizontal: SAD-69 - MG.
Declinação magnética do Centro da folha em 1995: 20°33′ W; cresce 5,6′ anualmente.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

1995

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

PINHEIRO SA.23-Y-B	SÃO LUIZ SA.23-Z-A	BARREIRINHAS SA.23-Z-B
SANTA INÊS SA.23-Y-D	ITAPECURU-MIRIM SA.23-Z-C	CHAPADINHA SA.23-Z-D
VITORINO FREIRE SB.23-V-B	BACABAL SB.23-X-A	CAXIAS SB.23-X-B

Base planimétrica elaborada pelo Centro de Cartografia, a partir da folha SA.23-Z-C Itapecuru-Mirim, escala 1:250 000, 1ª ed., 1ª impressão, DSG, 1984.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da SUREG/PA, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos, imagens de satélite e de radar.
Compilação e orientação na SUREG/PA: Bráulio Robério Caye e Olinto Gabriel Lovato.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia - CECAR/ Superintendência de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico - SUDETE.
Superintendente da SUDETE: Giuseppina Giaquinto de Araujo.
Chefe do CECAR: Manoel Leite de Sá.
Editoração cartográfica: Marília Gomes dos Santos, Wilhelm Petter de Freire Bernard, Carlos Alberto da S. Copolillo, Maria Luiza Poucinho e José Henrique da Silva.
Revisão do tema na SUDETE/NUTEC: Antônio Lagarde.

O Programa Grande Carajás - PGC vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, desde o ano de 1983.
Esta carta do PGC foi executada pela Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA, tendo sido concluída em dezembro de 1988.
Coordenador nacional do PLGB: Valter José Marques.
Coordenador nacional do PGC : Odair Olivatti.
Coordenador regional: Eduardo Camozzato
Supervisores: Gilberto Emílio Ramgrab e Luiz Fernando Fontes de Albuquerque.
Responsáveis Técnicos: Bráulio Robério Caye e Olinto Gabriel Lovato.

Cidade — Estrada pavimentada — Estrada sem pavimentação, tráfego periódico — Curso de água permanente
Vila — Estrada sem pavimentação, tráfego permanente — Caminho — Curso de água periódico
Fazenda — Estrada de ferro — Campo de pouso — Lago,

BASE TECTONOGEOLÓGICA

ESTRATIGRAFIA/TECTÔNICA

DIVISÃO ESTRATIGRÁFICA (m.a.)
- Q / TQ — QUATERNÁRIO (1.8)
- TÉRCIO-QUATERNÁRIO (65)
- K — CRETÁCEO
- Intervalo de Erosão

DIVISÃO TECTONOGEOLÓGICA
- Sf — Cobertura superimposta final
- S — Cobertura sedimentar não-dobrada

LITOLOGIA / PETROGRAFIA

ROCHAS SEDIMENTARES
- K — Cobertura areno-silte-argilosa
- TQ — Cobertura detrítica e/ou laterítica
- Q — Aluviões

Fácies Sedimentar: (c) Continental (t) Transicional

ELEMENTOS ESTRUTURAIS DIVERSOS
- Contato
- Lineamento fotointerpretado

CARACTERÍSTICAS METALOGENÉTICAS

SUBSTÂNCIAS MINERAIS

ag - Argila; ar - Cascalho/Areia; cm - Caulim
cc - Calcário e tf - turfa

MORFOLOGIA
(orientada na direção dos corpos)

lenticular — estratiforme — não especificada

CLASSE DO JAZIMENTO

- sedimentos e/ou associados a seqüências sedimentares.
- Alteração supergênica.

OUTROS CARACTERES

Mineralização extensiva, subaflorante, definida por furo de trado, com indicação da morfologia.

39tf
(0,57/ 0,70) → (Capeamento/Turfa) - espessuras em m

DADOS PREVISIONAIS

SITUAÇÃO ATUAL DAS CONCENTRAÇÕES MINERAIS

Ocorrência/indícios não tem parâmetros econômicos definidos; são representados apenas pelos símbolos dos caracteres metalogenéticos.

- Garimpo a céu aberto, em atividade
- Garimpo a céu aberto, paralisado
- Mina: jazida em explotação

ÁREAS FAVORÁVEIS PARA EXPLORAÇÃO

POTENCIALIDADE 1 - áreas de rocha(s) hospedeira(s) e/ou estrutura(s) favorável(is) com garimpos e/ou ocorrências/indícios.

POTENCIALIDADE 2 - áreas de rocha(s) hospedeira(s) e/ou estrutura(s) favorável(is) sem registros diretos ou indiretos de mineralização e demandando estudos básicos complementares.

CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS FAVORÁVEIS

argila - ag

POTENCIALIDADE 1 - ÁREAS Ia, Ib, Ic, IIIa, IVa. Uma mina e quatorze garimpos de argila em atividade, relacionados à Formação Itapecuru, lateritos imaturos argilo-arenosos e áreas aluvionares. Ocorrências de turfa sem interesse econômico com argilas associadas.

POTENCIALIDADE 2 - Ambiência geológica favorável. Área IVb.

cascalho / areia - ar

POTENCIALIDADE 2 - ÁREAS II, IIIa, IIIb. Um garimpo em atividade, relacionado à faixa aluvionar, e um paralisado, na cobertura laterítica. Ambiência geológica favorável.

caulim - cm

POTENCIALIDADE 2 - ÁREAS Ia, Ic. Quatro ocorrências de caulim em laterito imaturo argilo-arenoso.

ORDEM DE PRIORIDADE DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS NAS ÁREAS FAVORÁVEIS

ag -argila (1ª prioridade), seguida de ar areia (2ª prioridade).

EXPLOTABILIDADE E INVESTIMENTO

- Áreas indicadas para explotação manual a semimecanizada, exigindo baixo investimento.
- Áreas indicadas para explotação semimecanizada a mecanizada, exigindo razoável investimento.

LISTAGEM DE JAZIMENTOS MINERAIS

Nº DE ORDEM	SUBSTÂNCIA	LOCAL	ROCHA HOSPEDEIRA
01	Argila	Pindoval	Argilito
02	Argila	Muquila	Aluvião
03	Argila	Muquila	Argilito
04	Argila	Muquila	Aluvião
05	Argila	Muquila	Aluvião
06	Argila	Jacaraí	Argilito
07	Argila	Jacaraí	Argilito
08	Argila	Itaquipetuba	Aluvião
09	Argila	Palmares	Argilito
10	Argila	Morada Nova	Argilito
11	Argila	Itapecuru-Mirim	Aluvião
12	Argila	Itapecuru-Mirim	Argilito
13	Argila	Itapecuru-Mirim	Argilito
14	Argila	Alto da Antena	Aluvião
15	Argila	Presidente Vargas	Argilito
16	Argila	Faz. Primavera	Argilito
17	Argila	Escondido	Argilito
18	Argila	Galvão	Aluvião
19	Argila	Marajá	Aluvião
20	Argila	Provisória	Aluvião
21	Argila	Vargem Grande	Argilito
22	Argila	Riacho do Soldado	Argilito
23	Argila	Madalta	Argilito
24	Cascalho/Areia	Campo Lira	Argilito laterizado concrecionário
25	Cascalho/Areia	Pitombeira	Aluvião
26	Calcário	Itapiracó	Argilito laterizado
27	Calcário	Boa União	Argilito laterizado
28	Caulim	Faz. Iguará	Argilito
29	Caulim	Palmeiral	Argilito
30	Caulim	Redenção	Argilito
31	Caulim	Unha de Gato	Argilito
32	Caulim	Centro dos Buracos	Argilito
33	Caulim	Cadete	Argilito
34	Caulim	Centrinho	Argilito
35	Caulim	Ferrugem	Argilito
36	Turfa	Lago Coqueiro	Aluvião
37	Turfa	Palmares	Aluvião
38	Turfa	Mantibe	Aluvião
39	Turfa	LagoAçu	Aluvião
40	Turfa	Intã	Aluvião
41	Turfa	Boca do Caminho	Aluvião
42	Turfa	Jaguari	Aluvião
43	Turfa	Lago Porno Açu	Aluvião
44	Turfa	Mutunzinho	Aluvião
45	Turfa	Faz. Santo Antonio	Aluvião
46	Turfa	Cantagalo	Aluvião

PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÕES

AGUIAR. G. A.& NAHAS. S. 1969. Mapa Geológico Geral da Bacia do Maranhão: escala 1:100 000. Rio de Janeiro: PETROBRÁS. mapa.

CODEMINAS. 1975. Relatórios de Compilação e Análise da Bibliografia Geológica e dos Recursos Minerais do Maranhão. São Luís. 2v.

DNPM. 1986. Mapa Geológico do Estado do Maranhão: escala 1:1 000 000. Fortaleza. mapa.

ARAÚJO, C.C.& VERÍSSIMO. L.S. 1984. Projeto Prospectivo de Turfa e Linhito no Nordeste Setentrional. Relatório final das etapas I e II. Fortaleza: DNPM. CPRM. 2 v.

DNPM. 1973. Projeto RADAMBRASIL: folha SA.23 - São Luís e parte da folha SA.24 - Fortaleza. Rio de Janeiro. 1v. mapas (Levantamento de Recursos Naturais. v.3.)

LIMA, E de A. M. & LEITE, J. F. 1978. Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba integração geológico-metalogenética. Recife: DNPM/CPRM. 16v.

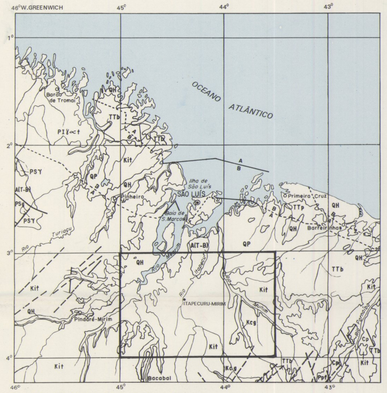
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA GEOLÓGICA - ESCALA 1:250 000 - ANEXO I

FOLHA SA.23-Z-C – ITAPECURU-MIRIM

CARTA GEOLÓGICA
FOLHA ITAPECURU-MIRIM – SA.23-Z-C
ESCALA 1:250 000 - CPRM - 1995

GEOLOGIA REGIONAL



Fonte: Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, DNPM, 1981.

CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	QH Aluviões fluviais, depósitos marinhos, eólicos e flúvio-marinhos (Holoceno).
		QP Aluviões fluviais e depósitos marinhos (Pleistoceno).
	TERCIÁRIO	TTb Grupo Barreiras: sedimentos detríticos e lateríticos, arenitos, argilitos e conglomerados.
		TTp Formação Pirabas: calcários argilosos com intercalações de folhelhos.
MESOZÓICO	CRETÁCEO	Kit Formação Itapecuru: arenitos, argilitos e calcários.
		Kcg Formações Codó/Grajaú: arenitos, conglomerados, folhelhos, siltitos e calcários.
PALEOZÓICO	PERM. CARBONÍFERO	Ppf Formação Pedra de Fogo: Siltitos e folhelho com laminação de carbonato e silexito, intercalados com arenitos.
		Cpi Formação Piauí: arenitos finos a grosseiros, com níveis de siltitos argilosos.
		Cp Formação Poti: arenitos e siltitos com intercalações de folhelhos carbonosos e arenitos calcíferos.
PRÉ-CAMBRIANO	PROT. SUP.	PSy Granitóides de Ney Peixoto e outros, alcalinos e sin-tectônicos.
		PSg Grupo Gurupi: metamorfitos de baixo grau (ardósias, filitos, metagrauvacas e quartzitos).
	PROT. INF.	Phyt Formação Tromaí: granitóides, andesitos e riolitos.
		A(T-Bj) Complexo Maracaçumé: gnaisses, migmatitos e anfibolitos.

Contato definido — — — Fratura

A / B Falha normal encoberta (A-bloco alto; B-bloco baixo)

LITOESTRATIGRAFIA		CRONOESTRATIGRAFIA			LITOLOGIAS	AMBIÊNCIA	POTENCIAL MINERAL
COB. QUATERNÁRIAS					COBERTURAS QUATERNÁRIAS		
QHfl	Flúvio-lacustre	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Holoceno	Areias finas à médias e pelitos subordinados.	Sistema fluvial meandrante. Depósitos de canal, barras fluviais, de planície de inundação e de mangue.	Areias e argilas.
QHa	Aluviões fluviais				Areias com lentes de pelitos e de cascalhos.		Areia e cascalho para a construção civil.
QHg	Mangues				Argilas e vasas.		Argilas
QPe	Eólico			Pleistoceno	Areias finas à médias em partes francamente consolidadas.	Eólico	Areias para fins industriais
QPag	Preenchimento				Argila adensada com areia fina disseminada.	Depósitos de preenchimento da porção interna. Galpão Maranhense.	–
QPm	Marinho				Areias quartzosas bem selecionadas.	Marinho	Areias para fins industriais
COB. DETR. LATERÍTICA					COBERTURA DETRÍTICO LATERÍTICO		
TQdl1b	Petroplintito		TERCIÁRIO	Tércio-Quaternário	Canga laterítica ferruginosa.	Alteração supergênica *in situ*	Laterito para brita
TQdl1a	Plintito				Laterito imaturo argilo-arenoso, cascalho-amarelado. Argilitos variegados		Argilas e caulim
B. SED. DO PARNAÍBA					BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA		
Ki	Formação Itapecuru	MESOZÓICO	CRETÁCEO	Superior	siltitos e argilitos cinza-claro a cinza-esverdeado, creme, róseo e bordô, com laminação plano-paralela. Pelitos arenosos com estratificação cruzada de baixo ângulo. Pelitos tabulares com intercalação de calcários. Arenitos finos com grânulos de quartzo.	Transicional: deltaico e planície de maré	Argila, caulim e Água subterrânea

Contato definido
Contato aproximado
Camada com mergulho de valor medido
Cidade
Vila
Fazenda
Estrada pavimentada
Junta vertical
Fratura e ou falha, fotointerpretada
Mina em atividade
Poço para petróleo
Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
Caminho
Garimpo em atividade
Garimpo paralisado
Afloramento descrito
Estrada de ferro
Campo de pouso
Curso de água permanente
Curso de água periódico
Lago
Ocorrência mineral
ag - argila
ar - cascalho/areia
oc - calcário
cm - caulim
tf - turfa

Base planimétrica elaborada pelo Centro de Cartografia, a partir da folha SA.23-Z-C Itapecuru-Mirim, escala 1:250 000, 1ª ed., 1ª impressão, DSG, 1984.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da SUREG/PA, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos, imagens de satélite e de radar.
Compilação e orientação na SUREG/PA: Bráulio Robério Caye e Olinto Gabriel Lovato.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia - CECAR/ Superintendência de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico - SUDETE.
Superintendente da SUDETE: Giuseppina Giaquinto de Araujo.
Chefe do CECAR: Manoel Leite de Sá.
Editoração cartográfica: Marilia Gomes dos Santos, Wilhelm Petter de Freire Bernard, Carlos Alberto da S. Copolillo, Maria Luiza Pouzinho e José Henrique da Silva.
Revisão do tema na SUDETE/NUTEC: Antônio Lagarde.

O Programa Grande Carajás - PGC vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para o Departmento Nacional da Produção Mineral - DNPM, desde o ano de 1983.
Esta carta do PGC foi executada pela Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG/PA, tendo sido concluída em dezembro de 1988.
Coordenador nacional do PLGB: Valter José Marques.
Coordenador nacional do PGC: Odair Olivatti.
Coordenador regional: Eduardo Camozzato
Supervisores: Gilberto Emílio Ramgrab
Luiz Fernando Fontes de Albuquerque
Responsáveis Técnicos: Bráulio Robério Caye e Olinto Gabriel Lovato.
Colaboração: Douglas Roberto Trainini.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

PINHEIRO SA.23-Y-B	SÃO LUIZ SA.23-Z-A	BARREIRINHAS SA.23-Z-B
SANTA INÊS SA.23-Y-D	ITAPECURU-MIRIM SA.23-Z-C	CHAPADINHA SA.23-Z-D
VITORINO FREIRE SB.23-Y-B	BACABAL SB.23-X-A	CAXIAS SB.23-X-B

ESCALA 1:250 000

5 0 5 10 15 20km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45° W.Gr., acrescida as constantes: 10 000 e 500km, respectivamente
Datum horizontal: SAD-69 - MG.
Declinação magnética do Centro da folha em 1995: 20°33' W; cresce 5,6' anualmente.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

1995