CPRM
BIBLIOTECA
REL
2550

Campo Alegre de Lourdes

Folha SC.23-X-D-IV

Peixe

Folha SC.23-X-D-I

Escala 1:100.000

phl 012162

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

COORDENAÇÃO NACIONAL E SUPERVISÃO TÉCNICA
Nacional

Cordenador Nacional Inácio de Medeiros Delgado
Geofísica Mário J. Metelo
Geologia Estrutural Reginaldo Alves dos Santos
Geoquímica Carlos A. C. Lins e Gilberto J. Machado
Litogeoquímica Emiliano Cornélio de Souza
Metalogenia/Geologia Econômica Inácio de Medeiros Delgado
Petrologia Luiz Carlos da Silva
Sedimentologia Augusto José Pedreira
Sensoriamento Remoto Cidney Rodrigues Valente

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO

COORDENAÇÃO TÉCNICA:
Juracy de Freitas Mascarenhas (CBPM)
João Dalton de Souza (CPRM)
SUPERVISÃO TÉCNICA:
Geologia - Reginaldo Alves dos Santos (CPRM)
Formações Superficiais - Ronaldo Ramalho (CPRM)
Geofísica - Mário José Metelo (CPRM)
Metalogenia - João Pedreira das Neves (CPRM)
Hidrogeologia - Antônio de Souza Leal (CPRM)
COLABORAÇÃO TÉCNICA:
Formações Superficiais: Luiz F. Costa Bomfim (CPRM)
CHEFE DO PROJETO:
Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
GEOLOGIA/CADASTRAMENTO MINERAL:
Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Gileno Amado de Cerqueira Lopes (CBPM)
FORMAÇÕES SUPERFICIAIS:
Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Ronaldo Ramalho (CPRM)
GEOQUÍMICA:
Léo Rodrigues Teixceira (CPRM)
GEOFÍSICA:
Raimundo Antônio Alves Dias Gomes (CPRM)
METALOGENIA:
Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)

HIDROGEOLOGIA:
José Santana de Carvalho (CPRM)
Robério Ribeiro de Azevedo (CPRM)
APOIO DE TÉCNICOS DE NÍVEL MÉDIO:
Manoel Francisco de Arruda Neto (CBPM)
José Valentim da Silva (CBPM)
João José Santos Costa (CPRM)
Rosemeire Vieira Bento (CPRM)
Vania Borges Marques Martins (CPRM)
Edvaldo Lima Mota (CPRM)
Rossini Barreto Cocentino (CPRM)
DOCUMENTAÇÃO E BIBLIOGRAFIA:
Raquel Del Carmen H. Hermida (CBPM)
PLANEJAMENTO CARTOGRÁFICO:
Euvaldo Carvalhal de Britto (CPRM)
Maria Augusta Magalhães e Silva (CBPM)
DESENHISTAS:
Emanoel Vieira de Macedo (CPRM)
Niverton Costa Freitas (CBPM)
Jackson Fernandes Oliveira (CBPM)
DIGITAÇÃO:
Neuza de Albuquerque Souza (CPRM)
Maria de Fátima Costa Mendonça (CBPM)
Magali Carvalho Motta de Menezes (CBPM)

FOLHAS CAMPO ALEGRE DE LOURDES E PEIXE

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

CPRM – *Serviço Geológico do Brasil*

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

CAMPO ALEGRE DE LOURDES

FOLHA SC.23-X-D-IV

PEIXE

FOLHA SC.23-X-D-I

Estado da Bahia

Organizado por
Carlson de Matos Maia Leite

BRASÍLIA 1997

CRÉDITOS DE AUTORIA

Capítulo 1	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Capítulo 2	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM) Léo Rodrigues Teixeira (CPRM)
Capítulo 3	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM) Reginaldo Alves dos Santos (CPRM)
Capítulo 4	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Capítulo 5	José Santana de Carvalho (CPRM) Robério Ribeiro de Azevedo (CPRM)
Capítulo 6	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Carta Geológica	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM) Gileno Amado de Cerqueira Lopes (CBPM)
Carta de Formações Superficiais	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM) Ronaldo Ramalho (CPRM)
Carta Metalogenética/Previsional	Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Carta Hidrogeológica	Robério Ribeiro de Azevedo (CBPM) José Santana de Carvalho (CPRM)

Revisão Final

Roberto Campelo de Melo

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A MINERAÇÃO, O PLANEJAMENTO E A ADMINISTRAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Executado pela Companhia Bainana de Pesquisa Mineral – CBPM e pela
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, através da Superintendência Regional de Salvador

Coordenação Editorial a cargo da
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG
Departmento de Apoio Técnico – DEPAT

Leite, Carlson de Matos Maia

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Campo Alegre de Lourdes, Folha SC.23-X-D-IV; Peixe, Folha SC.23-X.D-I. Estado da Bahia /Organizado por Carlson de Matos Maia Leite. Escala 1:100.000. – Brasília: CPRM, 1997.

204 pag.: il.; mapas

"Trabalho executado pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Superintendência Regional de Salvador, através de Convênio de Cooperação Mútua CBPM/CPRM".

1. Geologia Regional – Mapa. 2. Metalogenia. 3. Hidrogeologia. 4. Bahia. I. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. II. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. III. Título.

CDU 55:553.078:556.3 (814.2)

SUMÁRIO

RESUMO ix

ABSTRACT xiii

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Histórico e Metodologia 1
1.2 Localização e Acesso 4
1.3 Aspectos Socioeconômicos 4
1.4 Clima, Fisiografia e Geomorfologia 4

2 GEOLOGIA 7
2.1 Contexto Geológico Regional 7
2.2 Estratigrafia 10
2.3 Unidades Estratigráficas 11
2.3.1 Complexo Gnáissico-Migmatítico (Subunidades 7a, 7b, e 7c) 11
2.3.2 Unidade Serra da Boa Esperança (Subunidades 6a e 6b) 19
2.3.3 Grupo Santo Onofre/Formação Sítio Novo (Subunidades 5a e 5b) 25
2.3.4 Rochas Plutônicas Relacionadas ao Paleo-Mesoproterozóico (?) 28
2.3.4.1 Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos (Unidades 12 e 13) 30
2.3.4.2 Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (Unidade 11) 35
2.3.4.3 Complexo Máfico do Peixe (Unidade 10) 39
2.3.4.4 Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (Unidade 9) 45
2.3.4.5 Suíte Alcalina Serra do Meio (Subunidades 8a, 8b, 8c e 8d) 52
2.3.5 Bacia do Parnaíba 71
2.3.5.1 Grupo Serra Grande (Unidade 4) 71
2.3.5.2 Grupo Canindé (Unidade 3) 74
2.3.6 Coberturas Cenozóicas 74
2.3.6.1 Depósitos do Terciário-Quaternário (Subunidades 2a, 2b, e 2c) 76
2.3.6.2 Depósitos do Quaternário (Subunidade 1a) 77

3 GEOLOGIA ESTRUTURAL/TECTÔNICA . . . 79
3.1 Introdução . . . 79
3.2 Análise Estrutural dos Domínios . . . 79
3.3 Evolução Tectônica . . . 93

4 GEOLOGIA ECONÔMICA/METALOGENIA . . . 97
4.1 Jazimentos Minerais . . . 97
4.1.1 Ferro-Titânio-Vanádio . . . 97
4.1.2 Apatita (Rocha Fosfática) . . . 101
4.1.3 Calcário . . . 102
4.1.4 Cristal-de-Rocha . . . 103
4.1.5 Quartzito . . . 103
4.1.6 Vermiculita . . . 103
4.1.7 Grafita . . . 103
4.1.8 Fluorita . . . 103
4.2 Metalogenia Previsional . . . 104
4.2.1 Maciços Alcalinos de Afinidade Metaluminosa Parcialmente Peralcalina . . . 104
4.2.2 Maciços Alcalinos de Afinidade Metaluminosa . . . 105
4.2.3 Rocha Metassomatizada de Pau-de-Birro . . . 105
4.2.4 Piroxenito Caboclo dos Mangueiros . . . 106
4.2.5 Calcário . . . 106

5 HIDROGEOLOGIA . . . 107
5.1 A Carta Hidrogeológica . . . 107
5.1.1 Os Sistemas Aqüíferos . . . 108
5.1.2 Classes de Produtividade dos Sistemas Aqüíferos . . . 108
5.1.3 Importância Hidrogeológica Relativa Local . . . 108
5.1.4 Fácies Hidroquímicas e Tipos Químicos de Água . . . 108
5.1.5 Condições das Áreas de Exposição dos Sistemas Aqüíferos . . . 108
5.1.6 Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos à Poluição . . . 109
5.1.7 Informações Cartográficas Adicionais . . . 109
5.2 Hidrogeologia da Folha . . . 109
5.2.1 Sistemas Aqüíferos . . . 110
5.2.2 Produtividade dos Sistemas Aqüíferos e a Importância Hidrogeológica Relativa Local . . . 117
5.2.3 Condições das Áreas de Exposição dos Sistemas Aqüíferos . . . 119
5.2.4 Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos à Poluição . . . 119
5.2.5 Uso Atual e Condições de Exploração . . . 120
5.2.6 Qualidade das Águas . . . 121
5.2.7 Gestão das Águas Subterrâneas . . . 136

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES . . . 139
6.1 Geologia/Tectônica/Metalogenia . . . 139
6.1.1 Conclusões . . . 139
6.1.2 Recomendações . . . 143

6.2 Formações Superficiais 144
6.2.1 Conclusões 144
6.2.2 Recomendações 144
6.3 Hidrogeologia 144
6.3.1 Conclusões 144
6.3.2 Recomendações 145

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 147

APÊNDICES
- Súmula dos Dados de Produção
- Ilustrações Fotográficas
- Catálogo Geral dos Pontos D'água
- Documentação Disponível para Consulta

ANEXOS
- Carta Geológica
- Carta de Formações Superficiais
- Carta Metalogenética/Previsional
- Carta Hidrogeológica

RESUMO

Esta Nota Explicativa contém os principais resultados dos levantamentos geológico e hidrogeológico, em escala de 1:100.000, nas Folhas Campo Alegre de Lourdes (SC.23-X-D-IV) e Peixe (SC.23-X-D-I)/Parcial, numa área de aproximadamente 3.800km2. Esta área está limitada pelos meridianos 43°00' e 43°30'W, pelo paralelo 10°00'S e a divisa dos estados da Bahia e do Piauí.

Esses levantamentos, complementados pela aplicação de métodos geoquímicos e geofísicos, e pelo cadastramento mineral são integrantes do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB e foram executados através de Convênio de Cooperação Mútua, entre a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, empresa esta responsável pela gestão e execução deste programa institucional do Ministério de Minas e Energia.

A área está inserida no limite NNW do Cráton do São Francisco, entre as faixas de dobramentos Riacho do Pontal e Rio Preto, e nela foram cartografados seis conjuntos litoestratigráficos principais:

- O Complexo Gnáissico-Migmatítico, de provável idade arqueana, constituído por ortognaisses a duas micas, milonitizados e de composição granítica; por gnaisses migmatíticos com mesossomas de composição tonalítica e leucossoma trondhjemítica, metamorfizados na fácies anfibolito e localmente com bandas granadíferas e milonitizadas; e por milonito gnaisses leucocráticos de composição granítica.
- A Unidade Serra da Boa Esperança que engloba rochas supracrustais metamorfizadas na fácies xisto-verde, subdivididas em mica-quartzo xistos e xistos calcíferos com lentes de metacalcário, supostamente admitidos como depositados no intervalo Paleoproterozóico-Mesoproterozóico.
- O Grupo Santo Onofre/Formação Sítio Novo, representado no extremo setentrional da serra do Estreito, sendo composto por metapsamitos fortemente recristalizados e metapelitos subordinados. São sedimentos de idade mesoproterozóica, caracterizados, ainda, pela ausência de magmatismo associado.
- Rochas plutônicas toleiíticas ou alcalinas, portadoras de importantes jazimentos econômicos e agrupadas nos complexos toleiíticos de Campo Alegre de Lourdes e do Peixe no Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias e na Suíte Alcalina Serra do Meio, além de outros corpos menores máficos e ultramáficos. Representam um magmatismo intraplaca, anorogênico, cuja idade mínima possivelmente corresponde à cristalização do carbonatito do Complexo de Angico dos Dias, que é de cerca de 2.000Ma. (método U/Pb em zircão/baddeleyíta).
- A Bacia do Parnaíba, na sua borda sudeste, é constituída, localmente, pelos grupos Serra Grande e

Canindé, que contêm, respectivamente, arenitos conglomeráticos e folhelhos ferruginosos, depositados no intervalo Neo-Ordoviciano – Paleocarbonífero. Os primeiros representam uma ambiência de leques aluviais enquanto os últimos um ambiente litorâneo raso.

- Coberturas Cenozóicas, constituídas por areias eólicas, formações detríticas e lateritos, relacionadas aos estágios de pediplanação da região durante o Plioceno-Pleistoceno, e por depósitos aluvionares recentes.

O contexto geotectônico da área é caracterizado por transportes tangenciais e transcorrentes de blocos crustais, em terrenos previamente submetidos a uma tectônica extensional. Esta tectônica extensional mostra episódios distintos, com uma idade mínima de 2.000Ma., cronocorrelata ao Ciclo Transamazônico, e uma evolução ao longo do Mesoproterozóico (a sedimentação do Grupo Santo Onofre) e do Fanerozóico (Bacia do Parnaíba).

As feições de deformação impressas nas unidades litoestratigráficas arqueano-proterozóicas mostram evolução envolvendo dobramentos superpostos, em parte atribuídos a evento pré-brasiliano na região nordeste da área, e transcorrências associadas. A estruturação final é resultante da tectônica colisional desenvolvida no Ciclo Brasiliano.

Para melhor apresentação do quadro geotectônico da área, este foi subdividido em cinco domínios tectônicos:

- Fragmento do Embasamento Arqueano de Campo Alegre de Lourdes que corresponde ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, do extremo-leste da área, cuja principal característica é a rotação dos elementos estruturais pré-brasilianos por zona de cisalhamento transcorrente, dúctil e sinistral de direção submeridiana. Pelo menos três fases de deformação foram reconhecidas, sendo que D_{n+1} e D_{n+2} configuram padrões de interferência de dobramentos predominantemente coaxiais.
- Cinturão de Transcorrência e Dobramentos das Serras da Boa Esperança e da Pedra Comprida que abrange a porção centro-nordeste da área e engloba as supracrustais da Unidade Serra da Boa Esperança, o Complexo Toleiítico de Campo Alegre de Lourdes e parte dos maciços alcalinos peraluminosos e metaluminosos. Três fases de deformação são definidas por uma forte xistosidade (D_1) que é redobrada em estilos revirados e reclinados com planos axiais de baixo ângulo (D_2) que, por sua vez, são redobrados coaxialmente, gerando dobras normais com planos axiais de alto ângulo (D_3) e eixos com caimento para sul. Todo o conjunto foi afetado por uma tectônica de cisalhamento transcorrente, dúctil, formando pares conjugados dextrais e sinistrais, de direção submeridiana.
- Cavalgamentos da Serra do Meio - Santa Úrsula, que abrange a porção noroeste e centro-oeste da área, cujas feições dominantes são rampas frontais com cisalhamento dúctil associado, e movimentação de massas rochosas de SSE para NNW, desenvolvidas sobre os maciços peralcalinos e suas encaixantes xistosas (Suíte Alcalina Serra do Meio e Unidade Serra da Boa Esperança, respectivamente).
- Coberturas Dobradas do Grupo Santo Onofre, correspondendo à porção sudoeste da área, caracterizada por dois eventos de dobramentos com padrões oblíquos de interferência e superposição de uma tectônica de cisalhamento rúptil a rúptil-dúctil que produziu arrastos e rotacionamentos das dobras na direção NNE e cavalgamentos com geometrias tipo duplex, com sentido de SE para NW, na borda oriental do grupo.
- Coberturas Não-Deformadas da Bacia do Parnaíba, representada pelos sedimentos suborizontalizados dessa bacia.

A área é detentora de um dos maiores depósitos mundiais de ferro-titânio-vanádio com reservas da ordem de 112 milhões de toneladas a teores médios de 45% Fe, 21% TiO_2 e 0,75% V_2O_5, associado ao Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes.

Um expressivo depósito de rocha fosfática ocorre associado ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, com reservas de minério residual (crosta fosfática originada por enriquecimento supergênico) da ordem de 12,5 milhões de toneladas com teor médio de 15,4% de P_2O_5 e 50 milhões de toneladas de minério primário (apatita sovito) com teor médio de 8,0% P_2O_5.

Além desses dois depósitos, a análise metalogenética, a partir da integração multidisciplinar dos dados geológicos, geoquímicos e geofísicos,

além do cadastramento mineral, delimitou uma área mineralizada/previsional do tipo "provável" para ferro-titânio-vanádio, associada ao Complexo Máfico do Peixe; sete áreas para calcário, sendo cinco "prováveis" e duas "possíveis", associadas aos xistos calcíferos da Unidade Serra da Boa Esperança; duas áreas "potenciais" para La-Zr-Nb-Y, associadas aos maciços metaluminosos/peralcalinos da Suíte Alcalina Serra do Meio; uma área "potencial" para Ba-Zr-Y associada a maciço metaluminoso dessa mesma suíte; e uma área "possível" para cromo associado a corpo piroxenítico.

Os estudos hidrogeológicos, desenvolvidos a partir do cadastramento de 118 pontos d'água permitiram a definição de cinco sistemas aqüíferos: o sistema aqüífero **a** (areias eólicas) não foi explorado e o sistema **c** (Grupos Serra Grande e Pimenteiras) teve apenas um ponto d'água cadastrado; o sistema **e**, formado por aluviões; o sistema **g**, abrange o Complexo Gnáissico-Migmatítico, os complexos máfico-ultramáficos, o Grupo Santo Onofre e a Unidade Serra da Boa Esperança; o sistema **h**, que engloba as formações detríticas cenozóicas. Todos eles possuem baixa capacidade específica (entre 0,01 e 0,11l/s/m). Apresentam, também, água com salinidade média elevada (851mg/l de resíduo seco) e entre as fácies hidroquímicas predominam as águas cloretadas com 44% das análises, seguidas das bicarbonatadas com 38% e por último as mistas com 18%. Para o consumo humano a salinidade média (resíduo seco) está acima do recomendável, porém, a grande carência de água torna-a bem aceita pela população. Para fins de irrigação, 69% das amostras analisadas foram consideradas inadequadas. Não foi constatada nenhuma fonte de contaminação dos aqüíferos e a água é consumida pela população sem qualquer processo de tratamento.

ABSTRACT

This report presents the main results of the systematic geological and hydrogeological survey at 1:100,000 scale, carried out in the Campo Alegre de Lourdes (SC.23-X-D-IV) and Peixe (SC.23-X-D-I- Partial) map-sheets, that covers an area of nearly 3,800km^2. Such area is limited by 43°00' and 43°30'W meridians, by the 10°00' S parallel and the boundary between Bahia and Piauí states.

Such surveys, part of the Brazilian Basic Geological Survey Program – PLGB, were integrated to geochemical and geophysical information and to the mineral inventory. The program was carried out through an Agreement of Reciprocal Cooperation between Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM and Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. The latter is responsible for the management and execution of this official program of the Brazilian Mines and Energy Ministry.

The studied area covers part of the NNW boundary of the São Francisco Craton, especifically enclosed between the Riacho do Pontal and Rio Preto fold belts. Six lithostratigrafic units were mapped:

- The Migmatitic-Gneissic Complex, represents an Archean rock assemblage composed of two-micas bearing orthogneisses of granitic composition, strongly milonitized; migmatitic orthogneisses with tonalitic composition mesosomas and trondhjemitic composition leucosoma, metamorphosed to amphibolite facies; and leucocratic milonitic gneisses of granitic composition.
- The Serra da Boa Esperança Unit that represents a probable Palaeo/Mesoproterozoic sequence of supracrustal rocks, formed of mica-quartz schists and carbonatic schists with metalimestone lenses, metamorphosed to greenschist facies. Such unit contains associated plutonism.
- The Santo Onofre Group/Sítio Novo Formation is represented in the northern segment of Serra do Estreito and consists mainly of metapsamites with lesser metapelites. The sediments show no associated magmatism and they are middle Proterozoic in age.
- Tholeiitic or alkaline plutonic rocks, with important mineral resources are assembled in the Campo Alegre de Lourdes and Peixe tholeiitic complexes, Angico dos Dias carbonatitic complex and the Serra do Meio alkaline suite. Minor mafic and ultramafic plutons are also grouped herein. These rocks represent an anorogenic intraplate magmatism with a minimum age of 2,000Ma. that corresponds to Angico dos Dias carbonatite crystallization.
- The Parnaíba Basin, at the southeastern border, is locally constituted of the Serra Grande and Pimenteiras groups. Such groups are represented, respectively, by conglomeratic sandstones and ferruginous mudstones. The former were deposited in an alluvial fan environment

while the latter in shallow marine conditions. The ages vary from upper Ordovician to the lower Carboniferous.

- Cenozoic sedimentary cover, composed of aeolic sands, detrital formations and laterites, related to the pediplain stage during the Plio-Pleistocene, and of Recent alluvial deposits.

The tectonic framework is characterized by crustal block tangential transport and transcurrent systems overprinted on terrains originally submitted to an extensional regime. Such extensional tectonics underwent distinct episodes with a minimum age of 2,000Ma., chronocorrelated to the Transamazônico Cycle, and an evolution through the middle Proterozoic (Santo Onofre group sedimentation) and the Phanerozoic (Parnaíba basin sedimentation).

The deformation patterns overprinted on the Archean-Proterozoic lithostratigraphic units show an evolution through folding phases, part of them related to a prebrasilian event in the northeastern part of the area, and a final collisional tectonics. This collisional tectonics is related to the Brasiliano Cycle.

In order to present the geotectonic framework of the area, this has been grouped into five domains.

- Fragment of the Archean Basement of Campo Alegre de Lourdes which encompasses the migmatitic-gneissic complex and occurs in the eastern part of the area. The main characteristic is the rotation of the structural elements by a transcurrent sinistral ductile shear zone with submeridian direction. At least three folding phases have been recognized and the last two (D_{n+1} and D_{n+2}) outline coaxial interference patterns.
- The Serra da Boa Esperança - Pedra Comprida Folding and Transcurrent Belt that occurs in the center-northeast portion of the area and includes the Serra da Boa Esperança supracrustal rocks, the Campo Alegre de Lourdes tholeiitic complex and part of the peraluminous/metaluminous alkaline plutons. Three folding phases are defined by a strong schistosity (D_1) that is refolded in overturned and inclined styles with low angle axial planes (D_2). The third folding phase is determined by coaxial interference patterns with D_2, that produced later normal folds with axes plunging to the south. The folds are overprinted by a transcurrent ductile shear zone, forming conjugated dextral-sinistral pairs with submeridian direction.
- The Serra do Meio-Santa Úrsula Thrust Fault that includes the northwestern and the central portions of the area. The main characteristics are frontal ramps with associated ductile shearing and rock mass transport from SSE to NNW, developed over the peralkaline massives and their host schists (Serra do Meio alkaline suite and Serra da Boa Esperança unit, respectively).
- The Folded Covers of Santo Onofre Group correspond to the southwestern portion of the area and is characterized by two folding phase events with noncoaxial interference patterns. A brittle to brittle-ductile shearing regime has been overprinted to the folds and developed dragging and rotation in the NNE direction as well as duplex geometry thrusting from SE to NW direction in the eastern border of the group.
- The Underformed Covers of Parnaíba Basin that are represented by the low angle-dipping sediments of that basin.

The area contains one of the world-wide biggest resource of iron-titanium-vanadium that amounts nearly 112 million tons with average grades of 45% Fe, 21% TiO_2 and 0,75% V_2O_5. This deposit is associated to the Campo Alegre de Lourdes mafic-ultramafic complex. Another significant resource is the phosphate rock deposit associated to the Angico dos Dias carbonatitic complex that amounts 12,5 million tons of supergene ore with an average grade of 15,4% P_2O_5 and 50 million tons of primary ore (apatite sovite) with average grade of 8,0% P_2O_5.

In addition, the multidisciplinar integration of geological, geochemical and geophysical information, besides the mineral cataloguing points out one *probable* mineralized area for iron-titanium-vanadium related to the Peixe Mafic Complex; 7 areas for limestone being 5 classified as *probable* and 2 as *possible*, related to the carbonatic schists from Serra da Boa Esperança Unit; 2 *potential* areas for La-Zr-Nb-Y related to the peralkaline/metaluminous plutons from the Serra do Meio Alkaline Suite; one *potential* area for Ba-Zr-Y related to a metaluminous pluton from the same

alkaline suite; one *possible* area for chromium related to a pyroxenitic body.

The hydrogeology survey has registered 118 wells and classified 5 aquifer systems: the **a** aquifer system (aeolic sands) has not been studied and the **c** system (Serra Grande and Pimenteiras groups) has just registered one well; the **e** system is composed of alluvial deposits; the **g** system encloses the migmatitic-gneissic and mafic-ultramafic complexes, the Santo Onofre Group and the Serra da Boa Esperança Unit; the **h** system is represented by detrital formations. All of them have low specific capacity (between 0.01 and 0.11l/s/m) and also water with high average salinity (851mg/l of total dissolved solids). Among the hydrochemical facies the chloride water prevails with 44% of the total water samples analised, followed by the bicarbonated ones with 38% and finally by mixed waters with 18% of the total water sample analyses. In general the water salinity is high for human consumption but the shortage of water resources makes the water well-accepted by the population. Besides that, 69% of water sample analyses have been considered as not appropriated for irrigation purposes. No contamination source has been identified for the aquifers. There is no water treatment system in Campo Alegre de Lourdes town.

1

Introdução

1.1 Histórico e Metodologia

O Projeto Campo Alegre de Lourdes, parte integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, foi executado através do Convênio de Cooperação Mútua firmado entre a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral-CBPM e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, empresa esta responsável pela gestão e execução do referido programa institucional do Ministério de Minas e Energia.

A região de Campo Alegre de Lourdes está geologicamente inserida no extremo-noroeste do Cráton do São Francisco, próximo aos limites deste com as faixas de dobramentos Riacho do Pontal e Rio Preto. Esse contexto geotectônico, que demanda um melhor conhecimento geocientífico, apresenta-se associado a uma expressiva província metalogenética que contém depósitos e jazidas de ferro, titânio, vanádio (da ordem de 112 milhões de toneladas a teores médios de 45% Fe, 21% TiO_2 e 0,75% V_2O_5) e de rocha fosfática (12,5 milhões de toneladas de minério residual e 50 milhões de toneladas de minério primário com teores médios respectivos de 15,4% e 8,0% de P_2O_5). Soma-se a isso que os trabalhos de cunho prospectivo regional, executados ou financiados por instituições governamentais do setor mineral – SGM-CBPM e DNPM-CPRM-PROSPEC, nas décadas de 70 e 80, revelaram a existência de anomalias aeromagnéticas e aerocintilométricas associadas a maciços alcalinos e toleiíticos, com alto potencial metalogenético para mineralizações de nióbio, tório, urânio, elementos de terras-raras, fluorita e de metais-base.

Essa conjunção de fatores de ordem econômica e científica norteou os trabalhos de mapeamento regional segundo os moldes do PLGB.

Aliados ao enfoque geocientífico e metalogenético, os contextos geográfico e socioeconômico da região, caracterizados pela sua localização no semi-árido nordestino remoto, com recursos hídricos superficiais extremamente carentes e pela falta de infra-estrutura de saneamento básico, foram fatores determinantes para que no Projeto

Campo Alegre de Lourdes fossem estudados e cadastrados os recursos hídricos e as unidades de formações superficiais da região. Esses estudos resultaram na elaboração da Carta Hidrogeológica e da Carta de Formações Superficiais na escala de 1:100.000, que aqui são apresentadas como documentos básicos contendo subsídios para futuros planos diretores e de manejamento em obras públicas.

O projeto teve início em agosto de 1991 com a implantação da 1ª fase do programa, que se prolongou até abril de 1993 e envolveu as atividades de aquisição da documentação básica, compilação e análise bibliográfica, bem como a interpretação geológica das fotografias aéreas, na escala 1:60.000, e das Imagens LANDSAT TM, bandas 5 e 7, na escala 1:100.000, que recobrem a área do projeto. Em paralelo, foram reprocessados eletronicamente pela CPRM, no escritório do Rio de Janeiro, os dados aerogeofísicos do Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (Moraes & Leite, 1978) com a obtenção dos seguintes mapas aerogeofísicos, na escala 1:100.000, das folhas Campo Alegre de Lourdes (SC.23-X-D-IV) e Peixe (SC.23-X-D-I):

a) Magnetométricos: Campo Total, Continuação para Cima, Primeira Derivada Reduzida ao Pólo e Susceptibilidade Magnética;
b) Gamaespectrométricos: Contagem Total, Canais U, Th, e K e Razões U/Th, U/K e Th/K.

De posse do Mapa Fotogeológico, na escala 1:100.000, foi realizada a primeira campanha de campo objetivando o reconhecimento geológico e o cadastramento dos jazimentos minerais da área. No primeiro objetivo, a campanha de campo contou com a participação dos coordenadores do projeto, pela CBPM e CPRM, e de um supervisor da CPRM, além dos responsáveis pelo mapeamento geológico.

Ainda na primeira fase do projeto foram realizadas três campanhas de campo, empregando-se os métodos convencionais de mapeamento litoestrutural com o apoio de análises petrográficas e químicas dos litótipos mais representativos da área. Visando a melhoria da qualidade na interpretação dos dados petrológicos e estruturais, foram selecionados afloramentos representativos das diferentes unidades litoestratigráficas para discussão e descrição criteriosa com a participação dos supervisores e coordenadores da CBPM e CPRM e de um consultor, Dr. Hebert Conceição, do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia.

A prospecção geoquímica regional, realizada em duas campanhas de campo, compreendeu a coleta de amostras de sedimento de corrente e de concentrado de bateia, segundo uma densidade de amostragem média de 1 amostra por 8km^2.

Finalmente, como atividade pertinente à 1ª fase do projeto, foi realizada uma etapa de campo com a participação dos geólogos da CBPM responsáveis pelo mapeamento geológico e de um supervisor especializado da CPRM, objetivando a cartografia das unidades de formações superficiais.

Em consonância com a metodologia do PLGB, ao final da 1ª etapa foram confeccionadas as cartas Geológica, Estrutural, de Formações Superficiais e Geoquímica, em caráter preliminar, que serviram como parâmetros básicos para o planejamento das atividades executadas na 2ª fase.

A 2ª fase teve início em maio de 1993 com a reinterpretação pela CPRM dos mapas aerogeofísicos reprocessados na escala 1:100.000, e com a análise integrada e a discussão dos resultados obtidos deste reprocessamento com os resultados do mapeamento geológico e da prospecção geoquímica executados durante a 1ª fase.

Na 2ª fase o mapeamento geológico foi realizado em duas campanhas de campo objetivando a melhoria na qualidade da Carta Geológica. Desse modo enfatizou-se a busca de dados para melhor compreensão da evolução geotectônica da área e na complementação da cartografia litoestratigráfica em locais de difícil acesso. No primeiro objetivo, esforços foram empreendidos na busca de afloramentos-chave, fora da área do projeto, em regiões que representassem a continuidade das unidades litoestratigráficas mais representativas. Em apoio ao mapeamento geológico, utilizou-se dos meios tecnológicos disponíveis para estudos de evolução geoquímica, mineraloquímica e geocronológica dos maciços alcalinos supersaturados, elementos-guia para a compreensão da ambiência plutônica da crosta antiga e das potencialidades metalogenéticas da área. Ainda com esta finalidade promoveu-se o financiamento e apoio de uma dissertação de mestrado no Instituto de Geociências da Univer-

sidade Federal da Bahia, realizada pelo geólogo Jorge Plá Cid, sob orientação do Prof. Dr. Hebert Conceição.

Para atingir-se o segundo objetivo, complementação da cartografia geológica em regiões de difícil acesso, foram abertas picadas a baliza e bússola que não só foram mapeadas, mas também serviram como meio de acesso para a execução dos perfis geofísicos terrestres de caráter regional.

Os perfis geofísicos terrestres de gravimetria, magnetometria e cintilometria tiveram como objetivo fornecer parâmetros para a interpretação tectônica da área, bem como a delimitação de corpos mineralizados, ou com potencial mineral, através do modelamento teórico. No modelamento dos perfis foram utilizados *softwares* específicos que empregam o algoritmo de Talwani (Talwani & Hertzman, 1964) e que constam do pacote de programas da PGW (Patterson, Grant & Watson), adquirido em 1985, pelo DNPM.

A prospecção geoquímica na 2ª fase obedeceu a dois objetivos: o primeiro, na complementação dos estudos litogeoquímicos, principalmente na definição dos protólitos dos metamorfitos, na interpretação da ambiência tectônica, e no estabelecimento de modelos de evolução do magmatismo e dos processos metalogenéticos a ele associados. O outro objetivo foi a verificação/detalhamento das anomalias geoquímicas detectadas no levantamento regional, através de amostragem de concentrado de bateia, solo, sedimento de corrente e rocha, conforme a especialização metalogenética sugerida em cada alvo.

As atividades de hidrogeologia compreenderam a coleta de dados sobre poços, cacimbas, fontes e outras tomadas de água subterrânea, junto às instituições governamentais em âmbito federal (DNOCS, CPRM), estadual (CERB e EMATERBA) e municipal (prefeituras de Campo Alegre de Lourdes e de Pilão Arcado), e o cadastramento dos pontos d'água com coleta de amostras de água para análise físico-química completa, durante duas campanhas de campo.

Visando a otimização da Carta de Formações Superficiais elaborada na 1ª fase, uma nova campanha de campo foi executada, contando com o apoio de dois especialistas da CPRM.

Todos os dados adquiridos com as atividades executadas tanto na 1ª quanto na 2ª fase foram transferidos para as planilhas padronizadas tipo AFLO (afloramento), PETRO (petrografiá), MINA (ocorrência mineral), SIAGAS (ponto d'água) e SIGEOQ (ponto de amostragem geoquímica), e posteriormente encaminhadas à CPRM para alimentação das bases de dados do Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA e do Sistema Estatístico de Amostragem em Geoquímica – SEAG.

A partir da coleta e interpretação de todos os dados e informações multidisciplinares, foram elaborados os seguintes mapas de serviços: afloramentos, fotolineamentos estruturais, jazimentos minerais, indícios petrológicos para metalogenia, geoquímicos, geofísicos, de pontos d'água e hidrogeológicos.

Ao final do projeto e a partir dos mapas de serviços supracitados, foram elaboradas as cartas Geológica, Metalogenética-Previsional, de Formações Superficiais e Hidrogeológica, além da Nota Explicativa aqui apresentada.

Durante a 1ª fase, a execução do projeto esteve a cargo dos geólogos Carlson de Matos Maia Leite e Gileno Amado Cerqueira Lopes e do técnico em mineração Manoel Francisco de Arruda Neto, pertencentes ao quadro da CBPM. Posteriormente, já na 2ª fase, o geólogo Gileno teve que ser deslocado para um outro projeto da CBPM. Os serviços de geoquímica estiveram a cargo do geólogo Léo Rodrigues Teixeira e dos técnicos em geologia João José Santos Costa, Rosemeire V. Bento e Vânia Borges M. Martins da equipe da CPRM. Quanto à execução das atividades de geofísica, participaram o geofísico Raimundo A. A. Dias Gomes, o auxiliar técnico Edvaldo Lima Mota e o técnico em mineração Rossini Barreto Cocentino, todos da CPRM. Na parte de hidrogeologia estiveram, à frente dos serviços, os geólogos José Santana de Carvalho e Robério Ribeiro de Azevedo da CPRM. Atuaram como supervisores os geólogos Reginaldo Alves dos Santos, Mário José Metelo, João Pedreira das Neves, Antônio de Souza Leal e o geógrafo Ronaldo Ramalho, todos da CPRM, respectivamente nas áreas de geologia, geofísica, metalogenia, hidrogeologia e mapeamento de formações superficiais. Esta última atividade teve a colaboração do geólogo Luiz Fernando Costa Bomfim, da CPRM. Final-

mente, a coordenação do projeto esteve a cargo dos geólogos Juracy de Freitas Mascarenhas da CBPM e João Dalton de Souza da CPRM..

1.2 Localização e Acesso

A região estudada compreende uma área de 3.800km^2 e está localizada na parte nor-noroeste do estado da Bahia, abrangendo parte dos municípios de Campo Alegre de Lourdes e Pilão Arcado, sendo que apenas a sede do primeiro está contida nessa região. Corresponde à folha 30' x 30' Campo Alegre de Lourdes (SC.24-X-D-IV), delimitada pelos paralelos 9°30' e 10°00'S e pelos meridianos 43°00' e 43°30'W, e a parte sul da folha 30' x 30' Peixe (SC.23-X-D-I), contida entre o paralelo 9°30'S e a divisa dos estados da Bahia e Piauí, e os meridianos 43°00 e 43°30'W (figura 1.1).

O acesso principal, a partir de Salvador, é feito pelas rodovias federais, asfaltadas, BR-324 até Feira de Santana, BR-116 até o entroncamento para Capim Grosso, e novamente pela BR-324 até a cidade de Petrolina no estado de Pernambuco, junto à divisa com o estado da Bahia. A partir de Petrolina toma-se a rodovia BR-235, que é asfaltada, até a cidade de Remanso (Bahia) e a estrada BA-340, que é de revestimento solto (encascalhada), até a cidade de Campo Alegre de Lourdes. Uma rede de estradas secundárias, de trânsito precário, principalmente durante a estação chuvosa, interliga a sede municipal de Campo Alegre de Lourdes aos povoados da área. A distância total entre Salvador e Campo Alegre de Lourdes é de 820km.

Um outro meio de acesso à região é feito por aeronaves que interligam Salvador a Petrolina, em Pernambuco, em vôos diários de ida e volta. A partir de Petrolina complementa-se o percurso pelas rodovias supracitadas.

1.3 Aspectos Socioeconômicos

A região de estudo, por sua localização geográfica, não dispõe de serviços de saneamento básico, sendo que a própria sede do município de Campo Alegre de Lourdes é desprovida de água encanada e esgotamento sanitário. Os sistemas educacional e de saúde são organizados de modo razoável na sede do município de Campo Alegre de Lourdes e precariamente nos distritos e povoados. A energia elétrica é disponível na sede e nos povoados de Peixe e Angico dos Dias, enquanto que os sistemas de telefonia e financeiro são restritos à sede do município. A economia local é baseada em uma agricultura de subsistência, totalmente dependente das condições climáticas, e de uma pecuária extensiva, não dispondo de outras alternativas de produção, a não ser um extrativismo depredatório de mel silvestre e madeiras de lei.

Apesar de conter riquezas minerais de importância na economia industrial e agropecuária, no caso o titânio-vanádio e o fosfato, a localização da região em área remota, e as restrições acima mencionadas são fatores que certamente influenciam na tomada de decisões políticas e econômicas para a viabilização da explotação dos depósitos minerais em epígrafe. É fator de registro que o fosfato de Angico dos Dias, pertencente à CBMM, dispõe de estudos técnico-econômicos que mostram a possibilidade de lavra e beneficiamento do minério (Liberal & Cassola, 1989), porém as condições de infra-estrutura tornam o empreendimento de alto custo para sua implantação.

Nesse panorama socioeconômico registra-se uma extração mineral incipiente em garimpos de quartzo, de calcário, para a fabricação de cal, e de olarias rudimentares aproveitando a argila nas bacias das lagoas que são abundantes na região. A demanda por matéria-prima na construção civil é relacionada ao crescimento lento e desordenado da cidade de Campo Alegre de Lourdes, sendo que a oferta mostra-se adequada ao caráter da expansão urbana local.

1.4 Clima, Fisiografia e Geomorfologia

A região, segundo dados do Centro de Estatística e Informações – CEI, do Governo da Bahia (1993), está incluída no Polígono das Secas do Nordeste e apresenta um clima do tipo semi-árido com precipitações pluviométricas irregulares durante os meses de dezembro a março e um período seco de abril a novembro. A temperatura mínima varia entre 15° e 20°C nos meses de junho-julho e a máxima entre 30° e 35°C nos meses de setembro a novembro. Os índices pluviométricos

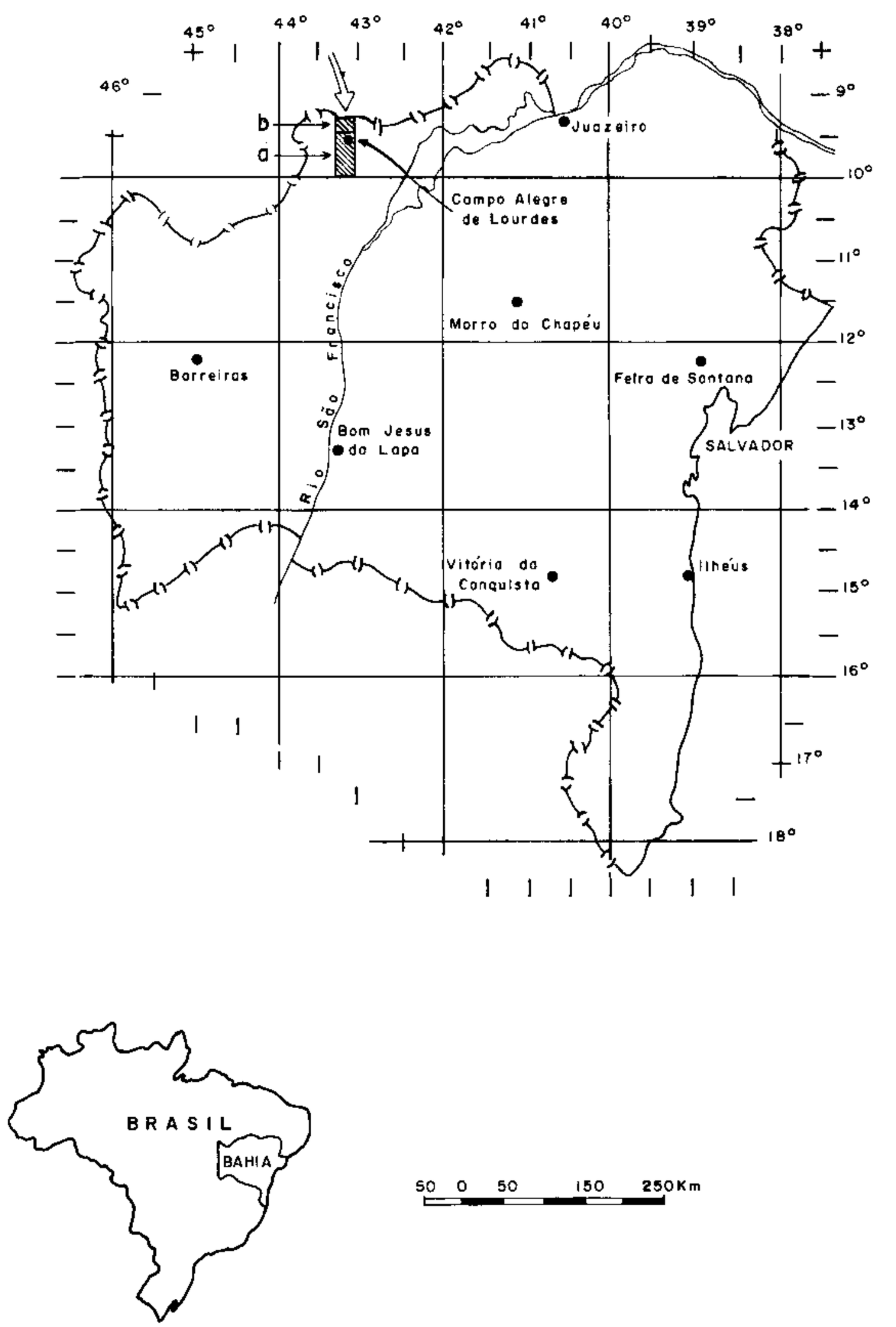


Figura 1.1 – Localização da área de estudo do Projeto Campo Alegre de Lourdes:
a) Folha Campo Alegre de Lourdes (SC.23-X-D-IV);
b) Folha Peixe (SC.23-X-D-I).

anuais variam de 429 a 1.332mm, com uma taxa média de 742mm.

A vegetação é do tipo caatinga arbórea densa a aberta, onde são encontradas madeiras de lei tipo aroeira, cerejeira e o pau d'arco.

Os solos variam em função do substrato rochoso e do tipo de cobertura cenozóica sobre a qual se desenvolvem. Nas áreas de relevo plano a suavemente ondulado, contendo sedimentos detríticos inconsolidados, transportados ou *in situ*, desenvolvem-se latossolos e podzólicos amarelo, vermelho-amarelo e vermelho-escuro, de textura areno-argilosa. Nos locais destacados por relevos residuais representados por *inselbergs*, cristas estruturais e por relevo tipo apalachiano (serras da Pimenteira, Capoeira e do Brejo) ocorrem solos litólicos distróficos (Martins *et al.*, 1973). Na parte centro-sul da região estudada, caracterizada por coberturas arenosas e por dunas fixas e móveis, o nível de solo é representado por areias quartzosas distróficas.

A região está contida na bacia hidrográfica do rio São Francisco, contendo cursos d'águas e lagoas intermitentes, onde se destacam a Vereda da Pimenteira ou do Pilão Arcado, em área pertencente a esse município homônimo, e a lagoa da cidade de Campo Alegre de Lourdes. O padrão de drenagem é tipicamente dendrítico, controlado por falhas e ou fraturas, segundo calhas rasas, ao longo do relevo plano a suavemente ondulado, que propicia a formação de dezenas de lagoas durante o período chuvoso.

Segundo Barbosa *et al.* (1973), a região ocorre na unidade morfológica denominada de "Depressão Periférica do Médio São Francisco". Essa depressão, na parte central e noroeste da região, apresenta pediplanos desdobrados e pedimentos escalonados com altitudes médias de 400-500m. Esse tipo de relevo associa-se a unidades litoestratigráficas contendo micaxistos (Unidade Serra da Boa Esperança), e gnaisses migmatíticos (Complexo Gnáissico-Migmatítico). Em meio ao pediplano regional ocorrem trechos bastante dissecados, nos quais se destacam relevos residuais tipo *inselbergs* e cristas estruturais com altitudes médias de 500-600m, que são sustentados por minério de Fe-Ti-V e por maciços alcalinos e seus xistos encaixantes.

Na parte NNW da região, o relevo é dominado por cristas estruturais (micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança), representadas pelas serras da Boa Esperança, da Pedra Comprida e das Pitombas, partes integrantes do divisor das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Parnaíba. A altitude desse tipo de relevo varia de 550 a 650m.

A sudoeste o relevo é do tipo apalachiano, sustentado por rochas do Grupo Santo Onofre, atravessado em boqueirões epigênicos por afluentes do rio São Francisco, e com altitudes variando de 500 a 650m.

Finalmente, na parte sul, predominam campos de dunas fixas ou móveis, terraços e planícies aluviais, segundo altitudes entre 400 e 470m. Destacam-se algumas dunas no extremo-sudeste com alturas de até 30m.

2

GEOLOGIA

2.1 Contexto Geológico Regional

A área do projeto está inserida no contexto correspondente aos limites entre o Cráton do São Francisco, uma entidade geotectônica estabilizada no Ciclo Brasiliano (Almeida, 1977), e as faixas de dobramentos Rio Preto (Costa et al., 1976) e Riacho do Pontal (Brito Neves, 1975) (figura 2.1). Esse contexto é de particular interesse para o entendimento do significado tectônico dos limites cratônicos postulados por Almeida (op. cit.). Em adição, por conter maciços plutônicos portadores de expressivos depósitos de ferro-titânio-vanádio e de rocha fosfática, mostra-se bastante atraente à execução de programas de prospecção mineral na procura de concentrações minerais afins, de alto valor econômico, tais como o nióbio e os elementos de terras-raras.

Na região de Campo Alegre de Lourdes, Mascarenhas et al. (1984), baseados em dados de Gomes & Motta (1980) e de Davino (1982), propuseram um limite gravimétrico, praticamente coincidente com o limite de Almeida (1977) para o Cráton do São Francisco, resultante de uma combinação da queda nos valores da profundidade de Moho (cerca de 32km) com um forte gradiente negativo de valores Bouguer no sentido cráton afora.

Recentemente, Egydio da Silva et al. (1989 e 1993) postularam um limite para a Faixa Rio Preto, na região de São Desidério-Bahia, a sudoeste da região desse projeto, que ficaria situado a 170km a sul daquele sugerido por Almeida (1977). Tal limite corresponderia ao desaparecimento das deformações na cobertura neoproterozóica, associado à ocorrência de uma falha normal. Esses mesmos autores constataram que o limite traçado por Almeida (1977) corresponde ao contato entre litótipos do embasamento e os do Grupo Rio Preto (Mesoproterozóico) e que se dá através de uma falha reversa, vergente para norte.

Em relação ao limite do cráton, com a Faixa Riacho do Pontal, Alkmim *et al.* (1993) afirmam que o limite sugerido por Almeida (1977) acompanha muito grosseiramente o contato entre o embasamento, a sul, e as supracrustais da faixa, a norte. Jardim de Sá *et al.*

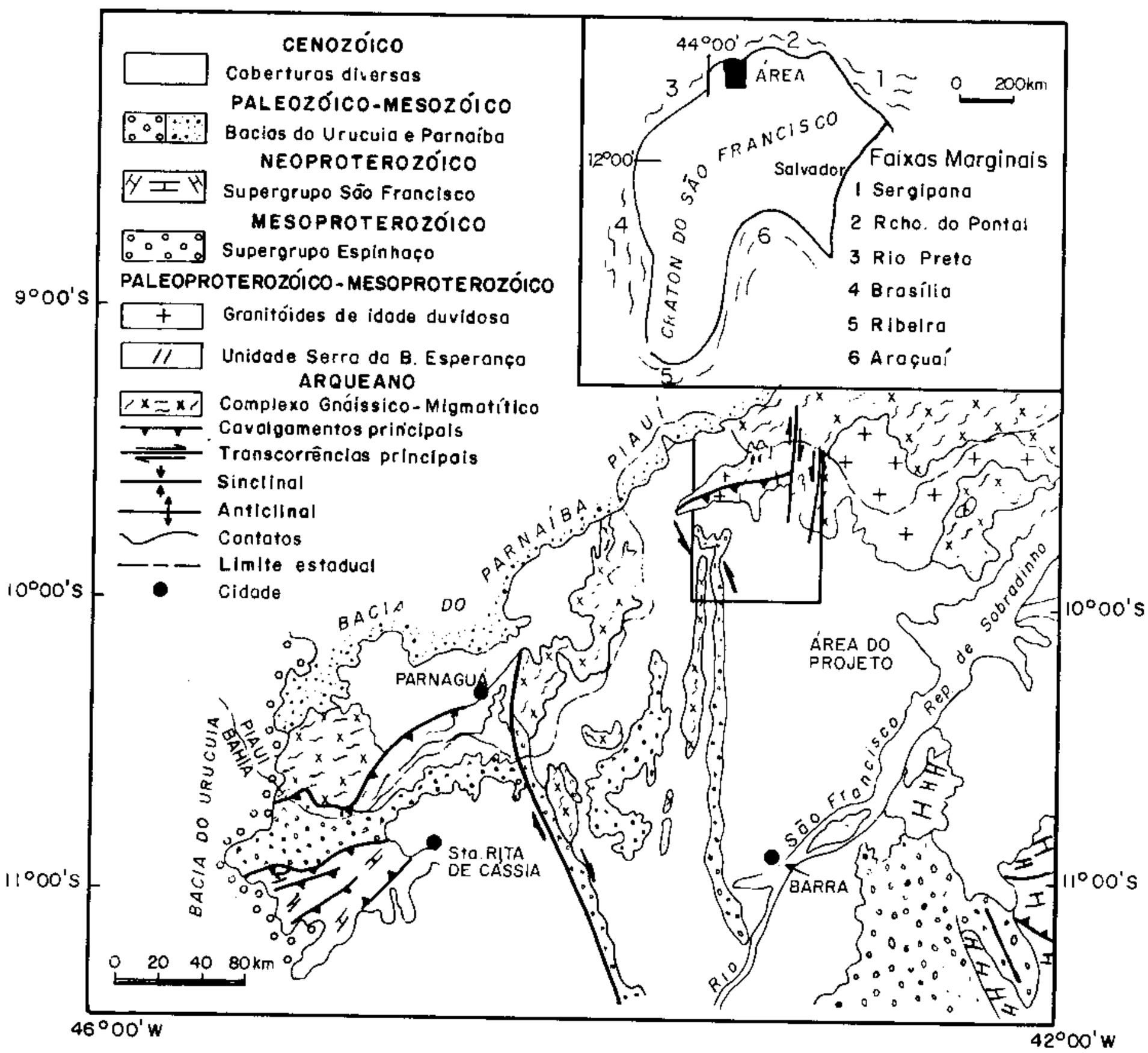


Figura 2.1 – Situação da área do Projeto Campo Alegre de Lourdes no contexto geológico regional (adaptado de Santos, 1994).

(1992) indicam esse limite através de uma série de falhas de empurrão ou de superfície basal das frentes de *nappes* brasilianas que contêm rochas do Complexo Casa Nova (Dalton de Souza *et al.*,1979) recobrindo o embasamento.

Alkmim et al. (1993), revisando o arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco, subdividem-no em dois domínios de vergências centrípetas (figura 2.2) que se juntam ao longo de um corredor de deformação centrifugamente vergente e polarizado, denominado de Corredor do Paramirim. Segundo esses autores, a origem desse "corredor", ou seja, o mecanismo motriz de inversão do rifte ensiálico (Jardim de Sá, 1981) ou aulacógeno do Espinhaço (Costa & Inda, 1982) "se daria pelo intrometimento e competição de cunhas, em sistemas transcorrentes, instaladas principalmente no substrato, a partir da zona das grandes curvaturas da Faixa Araçuaí e da Faixa Rio Preto (figura 2.2). Assim, o ramo abortado do sistema de riftes proterozóicos seria invertido positiva e direcionalmente, com transcorrências ou falhas reversas oblíquas no embasamento e falhas reversas oblíquas a frontais na cobertura" (página 56 do livro O Cráton do São Francisco).

Os dados do Projeto Campo Alegre de Lourdes confirmam a presença de feições geofísicas e tectônicas, tais como a presença de anomalias *Bouguer*

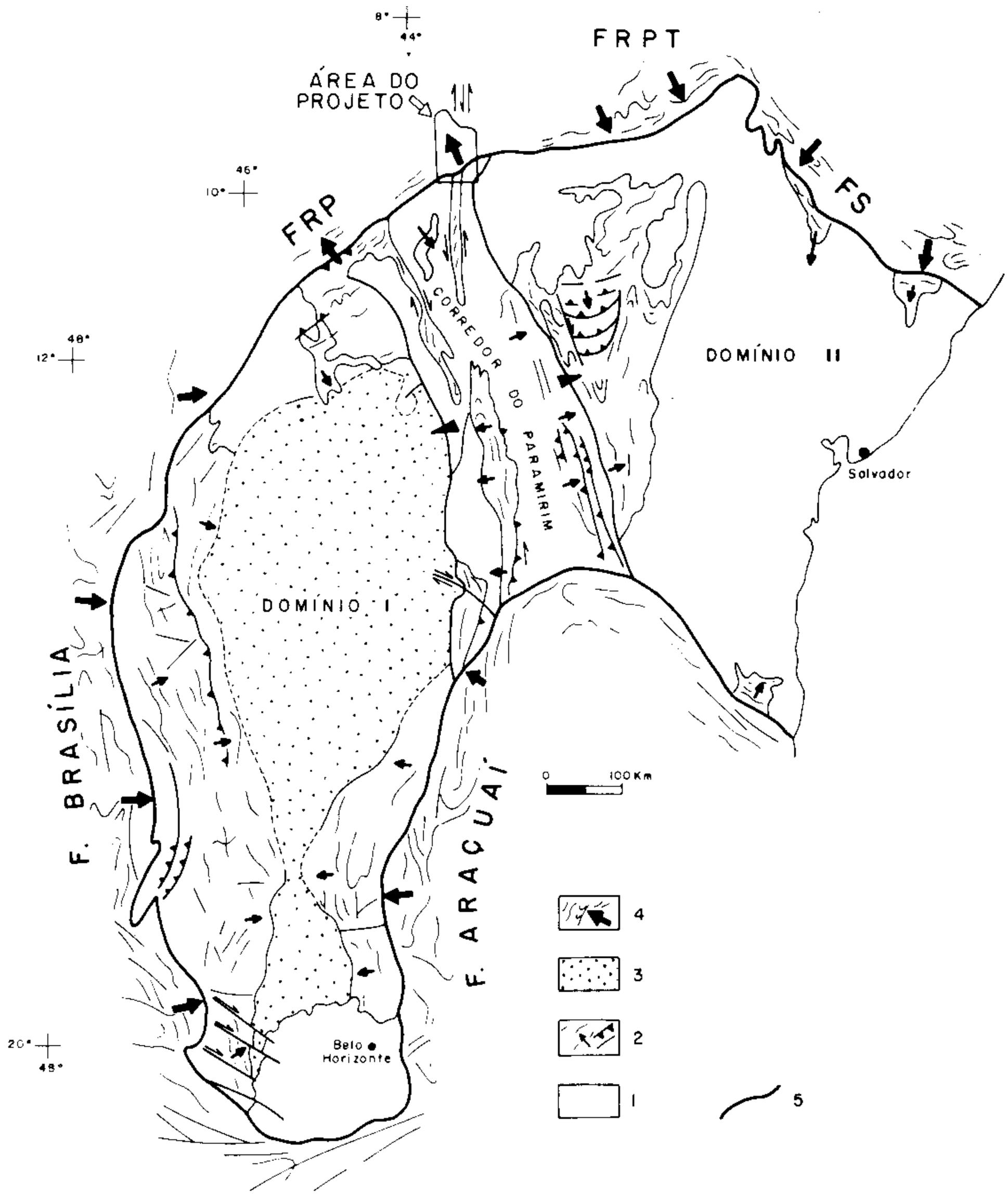


Figura 2.2 – Arcabouço tectônico atualizado do Cráton do São Francisco com a localização da área do Projeto Campo Alegre de Lourdes. 1 - Embasamento. 2 - Traços estruturais das zonas de cobertura deformada no interior do cráton. As setas indicam o sentido de movimento; 3 - Zonas de coberturas proterozóicas indeformadas. 4 - Traços estruturais das faixas marginais; FRP - Faixa Rio Preto; FRPT - Faixa Riacho do Pontal; FS - Faixa Sergipana. 5 - Limite do cráton (adaptado e modificado a partir de Alkmin et al., 1993).

com forte gradiente que sugerem um *hot spot* ensiálico na colocação desses magmas no estágio inicial de evolução, e uma série de dados cinemáticos que atestam dobramentos e transcorrências na porção leste e sudoeste da área e de uma tectônica tangencial com vergência para NNW na sua porção noroeste, e que sugerem um ambiente de aproximação e colisão de blocos crustais durante o estágio final da evolução tectônica.

Colocando em pauta os modelos mais recentes para a compreensão do significado tectônico dos limites do Cráton do São Francisco, como o de Alkmim et al. (1993), a tectônica tardia de modelamento e estabilização desses limites teria o componente do Cinturão de Antepaís na porção norte da área e o Cinturão de Dobramentos e Empurrões a sul, pois a vergência das superfícies de empurrão indicam transporte de blocos crustais para NNW. Em termos regionais o sentido de transporte esperado seria para SSE, no sentido do Cráton do São Francisco. Aparentemente, a vergência indicada pela tectônica tangencial sugere a presença de um componente cratônico a norte, correspondendo à Província Parnaíba ou à Borborema (Almeida, 1977), embora não se tenha registro de rochas proterozóicas e arqueanas, na parte SSE da primeira.

2.2 Estratigrafia

Os dados obtidos com a execução dos trabalhos da cartografia geológica, associados às análises petrográficas e litogeoquímicas, permitiram o estabelecimento de respostas às questões sobre a natureza dos protólitos regionais, suas possíveis correlações e suas evoluções na ambiência geotectônica regional.

A região de estudo é caracterizada pela presença de extensas e espessas formações superficiais que dificultam as correlações e interpretações estratigráficas e estruturais. Grande parte dos afloramentos é de boa qualidade no tocante às informações das características cinemáticas do arcabouço tectônico, sendo, porém, raros aqueles contendo registros que possam permitir o empilhamento estratigráfico das diversas unidades litológicas. Em busca dessas informações, foram realizados perfis fora da área do projeto, principalmente a norte, no estado do Piauí, que ajudaram sobremodo no estabelecimento das correlações estratigráficas entre o plutonismo alcalino e os micaxistos que delineiam as megadobras regionais que ocorrem na porção NNE da área de estudo, e que constituem o pacote de rochas supracrustais mais expressivo da região (Unidade Serra da Boa Esperança).

Em adição, os dados bibliográficos indicam que o Grupo Santo Onofre, representado pelo extremo setentrional da sua área de distribuição e que ocorre na porção sudoeste da região mapeada, é uma entidade litoestratigráfica atribuída ao Mesoproterozóico (Porcher, 1970; Costa *et al.*, 1976; Inda & Barbosa, 1978). Já o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias dispõe de datação geocronológica pelo método U/Pb, em zircão e baddeleyíta, cuja isócrona intercepta a curva a 2.011 ±6 Ma. no diagrama Concórdia ($^{206}Pb/^{238}U \times ^{207}Pb/^{235}U$), idade essa atribuída à cristalização do carbonatito (Silva *et al.*, 1988). Exemplos da literatura (*e.g.* Sorensen, 1974) mostram a cronocorrelação de maciços alcalinos e complexos carbonatíticos num lapso de tempo da ordem de 100 a 200Ma., em um ambiente tectônico de rifte ou *hot spot* continental. Admitida essa correlação, os maciços alcalinos da área (Suíte Alcalina Serra do Meio) seriam de idade paleoproterozóica ou mesoproterozóica precoce. Na mesma linha de raciocínio, os metassedimentos da Unidade Serra da Boa Esperança são aqui considerados como paleoproterozóicos (ou mesoproterozóicos precoces), já que são intrudidos pelos granitos alcalinos. Contudo, na ausência ou insuficiência de datações geocronológicas precisas para a Unidade Serra da Boa Esperança e para a Suíte Alcalina Serra do Meio, suas posições estratigráficas são questões em aberto.

Em relação aos complexos máficos e ultramáficos de Campo Alegre de Lourdes e Peixe, é sugestivo incluí-los no contexto dessa província que, do ponto de vista metalogenético, trata-se de uma província toleítico-alcalina. O acamadamento rítmico observado no minério de Fe-Ti-V de Campo Alegre de Lourdes, dado pela alternância de óxidos de ferro-titânio e de grãos de plagioclásio (contato de fase), ou ainda pelo acamadamento métrico segundo contatos crípticos dado pela razão $FeO/(FeO+Fe_2O_3)$ e pelo V_2O_5 em direção ao topo (Couto, 1989), é sugestivo de uma intrusão anorogênica, em um ambiente tectônico similar ao das intrusões alcalinas.

O embasamento gnáissico-migmatítico de provável idade arqueana apresenta composição gra-

nítica a trondhjemítica e ocorre nas partes leste e sudoeste da área.

Os eventos tectônicos tangencial e transcorrente, de caráter dúctil a dúctil-rúptil, são aqui atribuídos à inversão dos movimentos crustais de divergentes (fase rifte ou de *hot spot* ensiálico) para convergentes, envolvendo colisão e espessamento de massas crustais. Essa tectônica colisional é superposta a todas as unidades litoestratigráficas arqueanas e proterozóicas, inclusive às do Grupo Santo Onofre, parte das quais apresentam registros de deformações pré-brasilianas, sendo por isso tentativamente relacionada ao Ciclo Brasiliano, como será discutido no capítulo referente a Geologia Estrutural/Tectônica.

No extremo noroeste da área, junto à divisa da Bahia com o Piauí, sedimentos da Bacia do Parnaíba recobrem, através de não-conformidade, rochas do embasamento pré-Cambriano. Foram reconhecidos os grupos Serra Grande, de idade ordoviciano-siluriana, e Canindé, de idade devoniano-carbonífera.

Finalmente, extensas e espessas coberturas detríticas e/ou lateríticas cenozóicas recobrem grande parte da área. O mapeamento das unidades dessas formações superficiais permitiu definir dois paleoambientes a elas relacionados. O primeiro, representado por psamitos com ou sem cascalheira basal limonitizada, lateritos concrecionários e areias eólicas fixas, é uma superfície de aplainamento do tipo pediplano, relacionado a um paleoclima inicialmente úmido do Terciário/Plioceno e um paleoclima final do tipo semiárido do Quaternário/Pleistoceno (Kegel, 1956; Barbosa *et al.*, 1973). O segundo paleoambiente é uma continuidade do paleoclima seco do Pleistoceno e é representado por depósitos de tálus, areias eólicas móveis e aluviões do Holoceno.

A organização dos diversos grupamentos litológicos em unidades litoestratigráficas é apresentada na figura 2.3.

2.3 Unidades Estratigráficas

2.3.1 Complexo Gnáissico-Migmatítico (Subunidades 7a, 7b e 7c)

As primeiras referências aos gnaisses e migmatitos que compõem a unidade litoestratigráfica mais antiga na área do projeto, devem-se a Caldasso et al. (1973). Estes autores individualizaram uma unidade com direção NE-SW, passando pela cidade de Campo Alegre de Lourdes, tendo como limite sudoeste os metassedimentos da serra do Estreito. Denominaram-na de Pré-Cambriano C, sendo constituída por migmatitos e gnaisses grossos, pobres em minerais ferro-magnesianos, apresentando um grau metamórfico de médio a elevado, correspondente à fácies almandina-anfibolito de Winkler (1967). Tais autores correlacionaram essa unidade ao Grupo Caraíba (Barbosa, 1965). Lima et al. (1977) e Souza & Sampaio (1979) englobaram no "embasamento cristalino" uma seqüência de gnaisses migmatíticos com estruturas variando de nebulítica a pitgmática, associados a metapsamitos e a metabasitos. Segundo Lima et al. (1977) ocorre uma zonalidade em relação ao grau de migmatização, predominando anatexitos no trecho meridional da região, passando gradativamente, para norte, a embrechitos e paragnaisses pouco afetados pelos processos de migmatização.

Coube a Leite *et al.* (1987 e 1993) e Leite & Silva (no prelo) individualizarem o Complexo Gnáissico-Migmatítico na região. Esse complexo ocorre a sudoeste, leste e noroeste da área estudada e apresenta características composicionais distintas nessas porções, razão pela qual é subdividido em ortognaisses a duas micas de composição granítica, aflorantes na porção sudoeste da área (Subunidade 7a); gnaisses migmatíticos com assinatura geoquímica semelhante aos TTG's (Tonalitos, Trondhjemitos, Granodioritos), que ocorrem a leste da área (Subunidade 7b); e os milonito-gnaisses leucocráticos graníticos (Subunidade 7c) encaixantes do Complexo Carbonatítico Angico dos Dias.

A distribuição geográfica dos litótipos em epígrafe pode ser vista na figura 2.4. A cobertura detrítica cenozóica oblitera totalmente as relações de contato com as demais unidades estratigráficas. A morfologia de seus afloramentos é a de lajedos, na borda de lagoas ou nos leitos dos riachos intermitentes.

Na porção sudoeste da área do projeto, os afloramentos ocorrem ao longo do leito da Vereda do Poço da Pedra. De um modo geral são ortognaisses (Subunidade 7a) de cor cinza, granulação fina a grossa, milonitizados e dobrados, por vezes com estrutura *augen*. Ao microscópio apresentam textura granoblástica a granolepidoblástica, sendo que os componentes mineralógicos (tabela 2.1) formam um mosai-

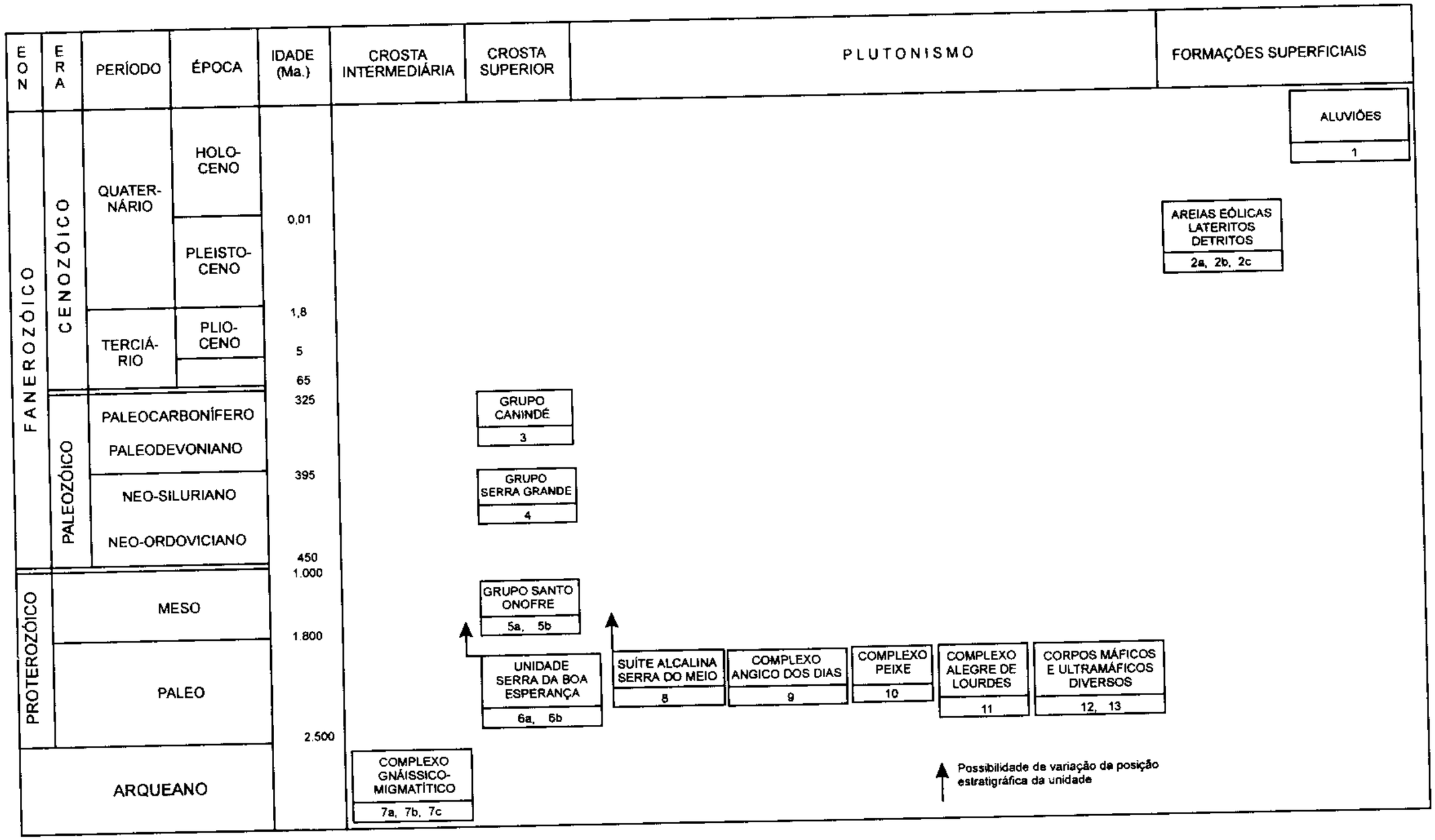
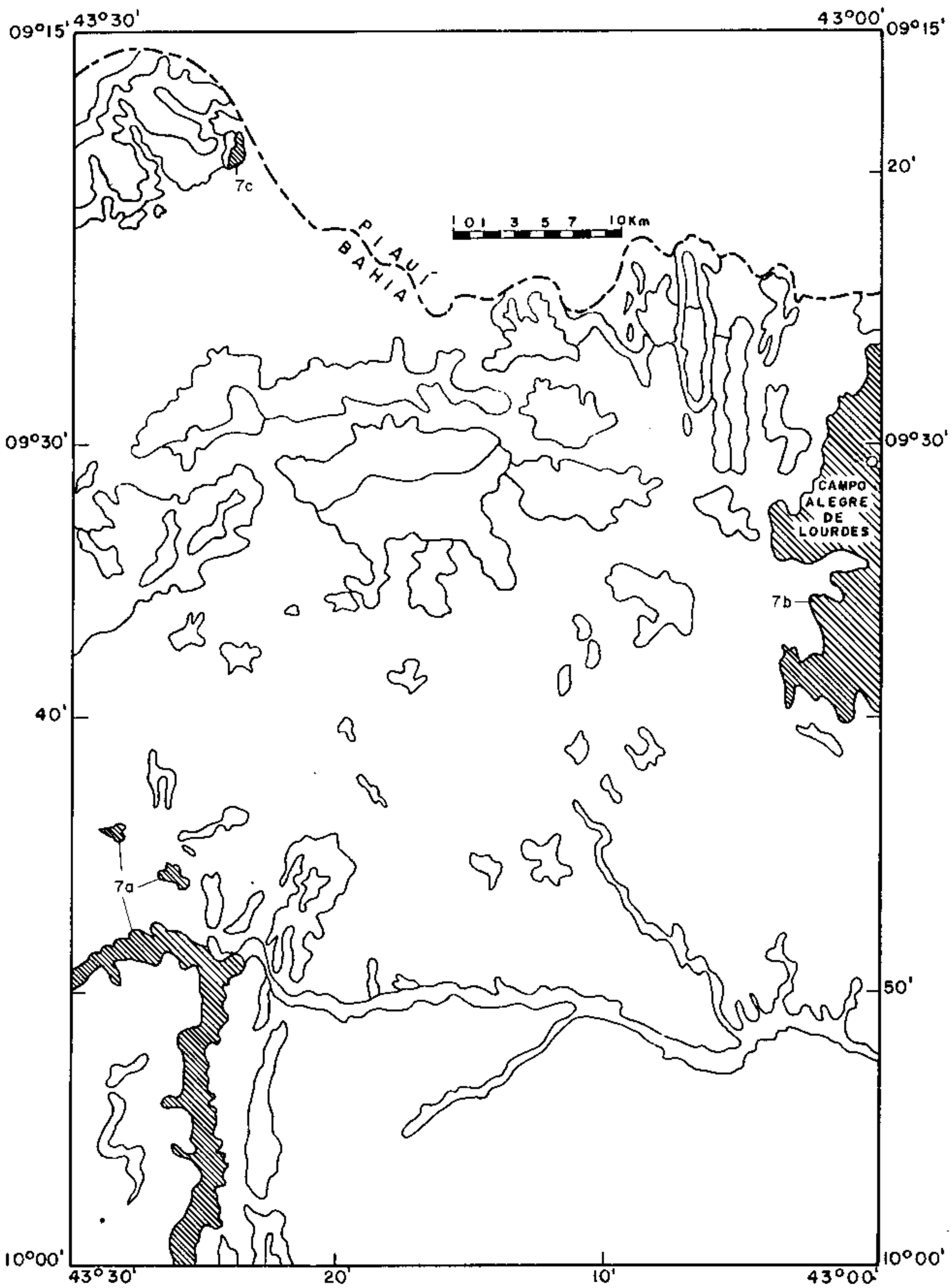


Figura 2.3 – Litoestratigrafia proposta para a área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.



7a	7b	7c
Ortognaisses graníticos	Gnaisses migmatíticos de composição tonalítica-granodiorítica-trondhjemítica	Leucognaisses graníticos

Figura 2.4 – Distribuição geográfica do Complexo Gnáissico-Migmatítico na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

Tabela 2.1 – Composição modal dos ortognaisses (Subunidade 7a) do Complexo Gnáissico-Migmatítico na porção sudoeste da área.

Amostra nº	Minerais									
	Plagio-clásio	Micro-clínio	Quartzo	Mica branca	Biotita	Epídoto	Opacos	Zircão	Granada	Clorita
RD-02 (CL-10)	50	16	27	4	2	1	TR	TR	TR	-
RD-30 (GA-73)	51	19	25	TR	5	TR	TR	-	TR	TR

Obs.: As seções delgadas RD-02 (CL-10), RD-30 (GA-73) apresentam granulometria muito fina dos constituintes mineralógicos (que são os mesmos acima) o que dificulta a contagem dos mesmos, razão pela qual não foram incluídas na tabela acima.

A paragênese mineralógica composta por plagioclásio + microclínio + quartzo + moscovita + biotita é indicativa de um metamorfismo de médio grau, da fácies anfibolito.

No mapa geofísico contendo a integração da magnetometria de campo total com unidades radiométricas de contagem total (Gomes, 1993), a área de exposição dos gnaisses graníticos mostra um relevo magnético de muito fraco a moderado e um nível de radiação muito fraco.

Os gnaisses migmatíticos (Subunidade 7b) da porção leste da área apresentam contatos recobertos por sedimentos cenozóicos. Excelentes afloramentos, na forma de lajedos, podem ser vistos na fazenda Brasileiro, Genipapinho e nas lagoas de Campo Alegre de Lourdes, Veados, Macacos, Marrecas, Volta de Cima, Volta de Baixo e de Dentro.

Os migmatitos, em geral, mostram-se bandados com mesossomas gnáissicos contendo biotita, localmente granada, e leucossomas essencialmente quartzo-feldspáticos de granulação média a grossa.

Nos lajedos situados a nordeste da lagoa de Campo Alegre de Lourdes os migmatitos mostram-se mais granitizados, por vezes com manchas escuras ricas em biotita e granada. É freqüente a presença de diques granitóides de espessura métrica, granulação fina a grossa (diques de 1ª geração) ou essencialmente fina (diques de 2ª geração), isotrópicos ou foliados, contendo xenólitos angulosos, parcialmente assimilados, do migmatito.

A composição petrográfica desses migmatitos varia de granito a biotita granito e biotita monzogranito e seus constituintes mineralógicos essenciais são biotita, microclínio, quartzo e plagioclásio (tabela 2.2), que se arranjam segundo contatos interpenetrativos a interlobados, segundo texturas granular hipidiomórfica, granoblástica e granolepidoblástica.

Com vistas à caracterização petrológica do Complexo Gnáissico-Migmatítico que ocorre na porção leste da área (Subunidade 7b) foram analisadas quinze amostras dos seguintes litótipos: cinco amostras de mesossoma/melanossoma migmatítico (duas de biotititos, duas de monzo-

Tabela 2.2 – Composição modal dos gnaisses migmatíticos (Subunidade 7b) na porção leste da área.

Amostra nº	Minerais										
	Plagio-clásio	Micro-clínio	Quartzo	Mica branca	Biotita	Epídoto	Opacos	Zircão	Granada	Esfeno	Carbonato
RD-08 (GA-01A)	29	25	39	2	3	TR	-	TR	TR	2	TR
RD-09 (GA-01D)	40	25	26	-	8	-	-	-	-	1	-
RD-20 (CL-45)	61	10	26	-	3	TR	TR	-	-	-	-

granular hipidiomórfica, granoblástica e granolepidoblástica.

Com vistas à caracterização petrológica do Complexo Gnáissico-Migmatítico que ocorre na porção leste da área (Subunidade 7b) foram analisadas quinze amostras dos seguintes litótipos: cinco amostras de mesossoma/melanossoma migmatítico (duas de biotititos, duas de monzogranitos e uma de granito); três amostras de gnaisses leucocráticos (leucossomas) e sete amostras de diques granitóides (três do tipo de granulação grossa e quatro do tipo de granulação fina). Dados analíticos dos elementos maiores (tabela 2.3) mostram altos teores de K_2O (5%), TiO_2 (1%) e Fe_2O_3 (14%) para os melanossomas ricos em biotita (biotititos), sugerindo um acentuado processo de metassomatose durante a migmatização. Quanto aos mesossomas de composição tonalítica e os gnaisses leucocráticos, os teores de K_2O são baixos (1,8 a 2,9%) e as razões K_2O/Na_2O situam-se entre 0,4 e 0,7. Nos diques granitóides esta razão varia entre 1 e pouco mais de 2. Os teores de Al_2O_3 são elevados, entre 13 e 15%, exceção do melanossoma rico em biotita (CL-37B) com Al_2O_3 = 12,3%. O valor do somatório Fe_2O_3 + MgO é inferior a 8% em todas as amostras félsicas.

No diagrama ternário normativo Ab-An-Or (O'-Connor, 1965) da figura 2.5A as amostras com mais de 10% de quartzo normativo (amostras CL-46A e CL-46H) mostram uma distribuição muito semelhante à série trondhjemítica (Barker & Arth, 1976) e os leucognaisses plotam no campo trondhjemítico. Os diques granitóides plotam próximo ao mínimo termal plagioclásio-feldspato alcalino (1Kbar PH_2O) (Sheraton & Black, 1988) projetado no diagrama em epígrafe, sugerindo uma origem crustal a partir de fusão mínima.

No diagrama ternário Qz-Ab-Or (Barker & Arth, 1976) da figura 2.5B os leucognaisses e mesossomas localizam-se próximos ao *trend* trondhjemítico, enquanto que os diques graníticos plotam próximos ao *trend* calcialcalino. O afastamento no sentido do pólo Or sugere que as amostras de granitóides provêm de rochas pertencentes à série calcialcalina potássica ou monzonítica.

As paragêneses dos gnaisses migmatíticos da porção leste da área (tabela 2.2) são indicativas de condições metamórficas da fácies anfibolito.

Os teores de elementos-traço (tabela 2.3) mostram que os valores de Zr (600 a 1.259ppm) e Nb (16 a 255ppm) para as amostras CL-36A(11), CL-37C(12) e CL-36B(13) dos diques granitóides são compatíveis com uma filiação alcalina/subalcalina.

Foram analisadas onze amostras para elementos de terras-raras (tabela 2.3) cujos diagramas de normalização em relação aos condritos (Masuda et al., 1973; apud Martin, 1988) são apresentados na figura 2.6.

O melanossoma (amostra CL-37A) mostra um padrão de distribuição dos ETR semelhante aos toleítos denominados TH_2 (Condie, 1981) com uma pequena anomalia negativa de Eu. Os mesossomas tonalíticos (amostras CL-46A e CL-46H) apresentam um forte fracionamento dos ETR leves em relação aos ETR pesados, sendo que o Eu evidencia uma anomalia negativa pouco acentuada. Tais características assemelham-se aos dos granitóides calcialcalinos normais (granodioríticos).

As duas amostras de leucognaisses (CL-46G e CL-46C) apresentam padrões de distribuição muito semelhantes, com baixo somatório dos ETR e forte fracionamento, teores de Yb (N) próximo de 01 e La (N) próximo a 50. As anomalias de Eu são pequenas e positivas. Essas características são típicas de granitóides da série calcialcalina de baixo K (Trondhjemítica, de Barker & Arth, 1976), e podem representar as primeiras fusões trondhjemíticas do migmatito.

Os padrões de distribuição dos diques de granitos de grão fino (figura 2.6B) são semelhantes aos dos tonalitos, enquanto que os de grão grosso (1ª geração) são semelhantes aos dos gnaisses leucocráticos (trondhjemitos). Apresentam, porém, variações menos bruscas de valores entre os elementos vizinhos. Os granitos de granulação fina (GA-1A, CL-43H e CL-37C) apresentam anomalias negativas acentuadas de Eu, enquanto que os granitos de granulação grossa (CL-37D e GA-1B) não têm, praticamente, anomalias de Eu e os teores de ETR pesados são muito baixos (Yb (N)=3).

Os milonito-gnaisses leucocráticos (Subunidade 7c) representam os litótipos encaixantes do Complexo Carbonatítico Angico dos Dias e foram estudados e interpretados por Silva *et al.* (1988). Apresentam composição granítica e são constituídos por fenoclastos de microclínio, plagioclásio sericitizado e por agregados lenticulares de quartzo. Os acessórios são de ilmenita com invólucro de titanita, apatita e zircão.

Tabela 2.3 – Dados analíticos do Complexo Gnáissico-Migmatítico (Subunidade 7a) de Campo Alegre de Lourdes.

	AMOSTRA												
ELEMENTO	CL-37A(1)	CL-37B(2)	CL-46A(3)	GA-1C(4)	CL-46H(5)	CL-46G(6)	CL-46C(7)	CL-46D(8)	GA-1A(9)	CL-43H(10)	CL-36A(11)	CL-37C(12)	CL-36B(13)
SiO_2	51,60	49,70	67,40	69,20	60,50	72,50	72,30	73,50	71,00	71,50	70,50	68,40	74,50
TiO_2	1,00	1,10	0,52	0,49	0,48	0,10	0,21	0,10	0,23	0,23	0,21	0,63	0,10
Al_2O_3	13,20	12,30	14,20	13,10	15,10	15,40	14,20	14,20	14,20	14,20	15,10	14,20	13,20
Fe_2O_3*	15,18	14,91	4,83	6,63	4,82	1,86	3,35	1,26	2,87	2,49	1,41	3,67	0,80
MnO	0,21	0,22	0,03	0,08	0,06	0,02	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03
MgO	6,80	6,80	1,00	0,60	0,93	0,31	0,10	0,05	0,27	0,44	0,17	0,66	0,03
CaO	4,50	6,50	3,60	0,88	2,90	2,60	1,80	1,80	1,20	1,90	0,66	1,80	0,42
Na_2O	0,11	0,09	4,30	2,50	3,60	4,30	4,30	5,70	3,30	3,20	4,90	4,10	4,3
K_2O	5,60	5,80	2,40	5,60	2,40	1,80	2,90	2,20	5,60	4,50	5,30	5,10	5,6
P_2O_5	0,17	0,13	0,17	0,14	0,13	0,03	0,07	0,03	0,05	0,06	0,08	0,17	0,04
Total	98,37	97,55	98,45	99,22	98,92	98,92	99,26	98,87	98,80	98,55	98,36	98,76	99,02
H_2O^+	0,57	0,44	0,11	0,09	0,07	-	0,11	0,05	0,11	0,04	0,05	0,20	0,05
PF	2,00	3,30	1,20	0,47	0,99	0,90	1,0	0,82	1,09	1,45	0,85	0,91	0,63
Cr	84	54	3	-	-	-	3	3	-	-	3	3	2
Ni	61	48	5	-	-	-	1	1	-	-	2	4	1
Co	43	44	7	-	-	-	2	5	-	-	1	5	1
V	3	208	232	-	-	-	16	5	-	-	5	16	5
Cu	9	5	7	-	-	-	4	3	-	-	4	29	4
Pb	10	10	2	-	-	-	2	4	-	-	6	20	4
Zn	210	260	85	-	-	-	14	12	-	-	5	46	5
Rb	650	642	166	231	133	84	143	82	383	162	123	246	330
Ba	210	190	640	905	719	553	980	820	377	1.071	830	1.880	55
Sr	210	129	361	47	352	414	411	400	77	337	143	720	-
Ga	-	-	-	24	26	22	-	-	35	26	-	-	-
Ta	-	-	-	1,0	1	1	-	-	1	1	3	-	17
Nb	3	3	3	43	17	8	3	31	32	6	255	16	134
Zr	75	76	304	879	250	146	123	35	312	263	1.259	886	600
Y	5	5	3	163	44	2	5	5	32	4	-	19	-
Th	-	-	-	32	7	3	-	-	-	23	-	-	-
La	18,27	-	42,20	139,80	103,10	15,54	14,66	-	63,19	58,53	-	259,30	-
Ce	41,59	-	30,67	301,30	105,0	34,87	32,11	-	140,90	116,10	-	517,00	-
Nd	20,49	-	29,73	135,00	62,50	10,41	31,32	-	51,84	36,32	-	155,40	-
Sm	5,07	-	5,06	25,37	8,93	1,54	2,08	-	8,30	4,36	-	21,43	-
Eu	1,03	-	0,78	3,49	1,50	0,56	0,56	-	0,68	1,0	-	2,87	-
Gd	4,64	-	3,38	21,03	5,90	1,05	1,31	-	5,20	2,14	-	11,02	-
Dy	5,73	-	2,31	24,42	-	0,77	0,90	-	3,83	1,27	-	7,06	-
Ho	1,21	-	0,47	5,01	5,60	0,14	0,17	-	0,74	0,26	-	1,37	-
Er	3,60	-	1,35	16,11	1,02	0,29	0,29	-	1,78	0,56	-	5,46	-
Yb	3,35	-	0,94	12,09	2,56	0,23	0,28	-	1,17	0,46	-	2,38	-
Lu	0,43	-	0,15	1,48	1,61	0,04	0,05	-	0,15	0,08	-	0,29	-

1 e 2: Melanossomas maficos; 3 e 5: Mesossomas tonalíticos; 4: Enclave granítico; 6 a 8: Gnaisses leucocráticos; 9 a 12: Granitos finos; 13: Granitos grossos; Fe_2O_3* - ferro total.

Dados analíticos apresentados por Silva *et al.* (1988) mostram que os milonito-gnaisses leucocráticos são ricos em K_2O, têm razões K_2O/Na_2O próximas a 1,5 e são empobrecidos em elementos-traço siderófilos. Os dados relativos aos ETR mostram valores dos somatórios variando de ETR=312,65 a 334,71ppm e um forte fracionamento dos ETRL em relação aos ETRP, com anomalia moderada e negativa para o Eu (figura 2.7). Os padrões de distribuição dos ETR assemelham-se aos do litótipo classificado como quartzo-sienito do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (ver figura 2.25) sugerindo que os milonito gnaisses leucocráticos sejam, também, um constituinte deste complexo.

O padrão magnético das rochas componentes dos gnaisses migmatíticos (Subunidade 7b) corresponde a um domínio caracterizado por um relevo magnético moderado (Gomes, 1993). Já no mapa radiométrico de contagem total os litótipos têm correspondência com anomalias moderadas (400 a 600cps) contendo núcleos de forte anomalia (> 600cps). Tais núcleos correspondem a áreas de extensos lajedos localizados nas margens e a norte da lagoa de Campo Alegre de Lourdes, na lagoa dos Veados e no povoado dos Martins. Razões Th/U > 0,6 foram identificadas nas lagoas de Campo Alegre de Lourdes, Veados e Volta de Cima e no povoado do Genipapinho. Tais valores mostram-se diferenciados dos metassedimentos da Unidade Serra da Boa Esperança que estão mais enriquecidos em Th com relação ao K (Th/K > 1,5).

Os gnaisses migmatíticos, no estado da Bahia, têm sido descritos por diversos autores como rochas representativas de um embasamento arqueano. Na região de Remanso-Sento Sé, localizado a leste de

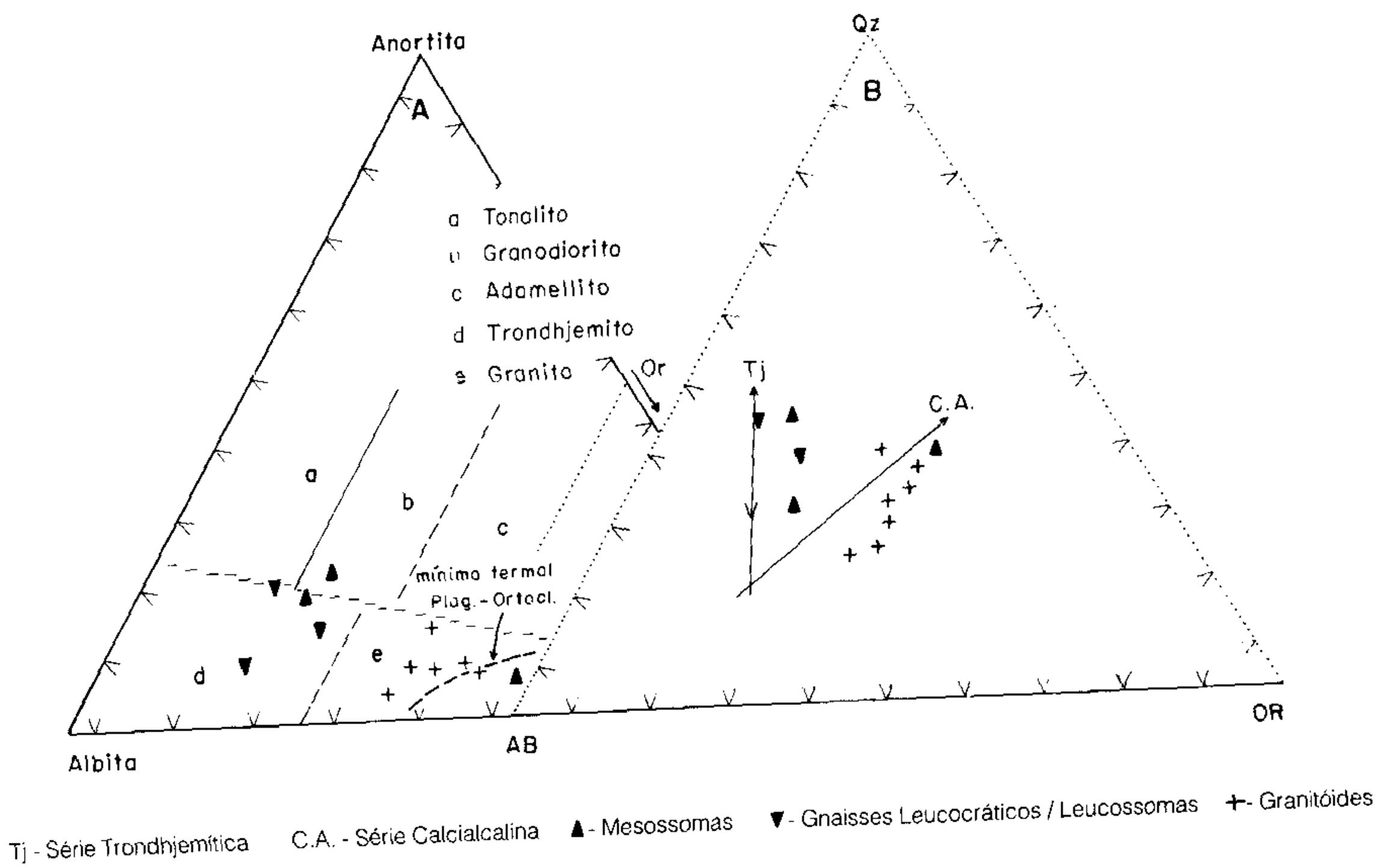
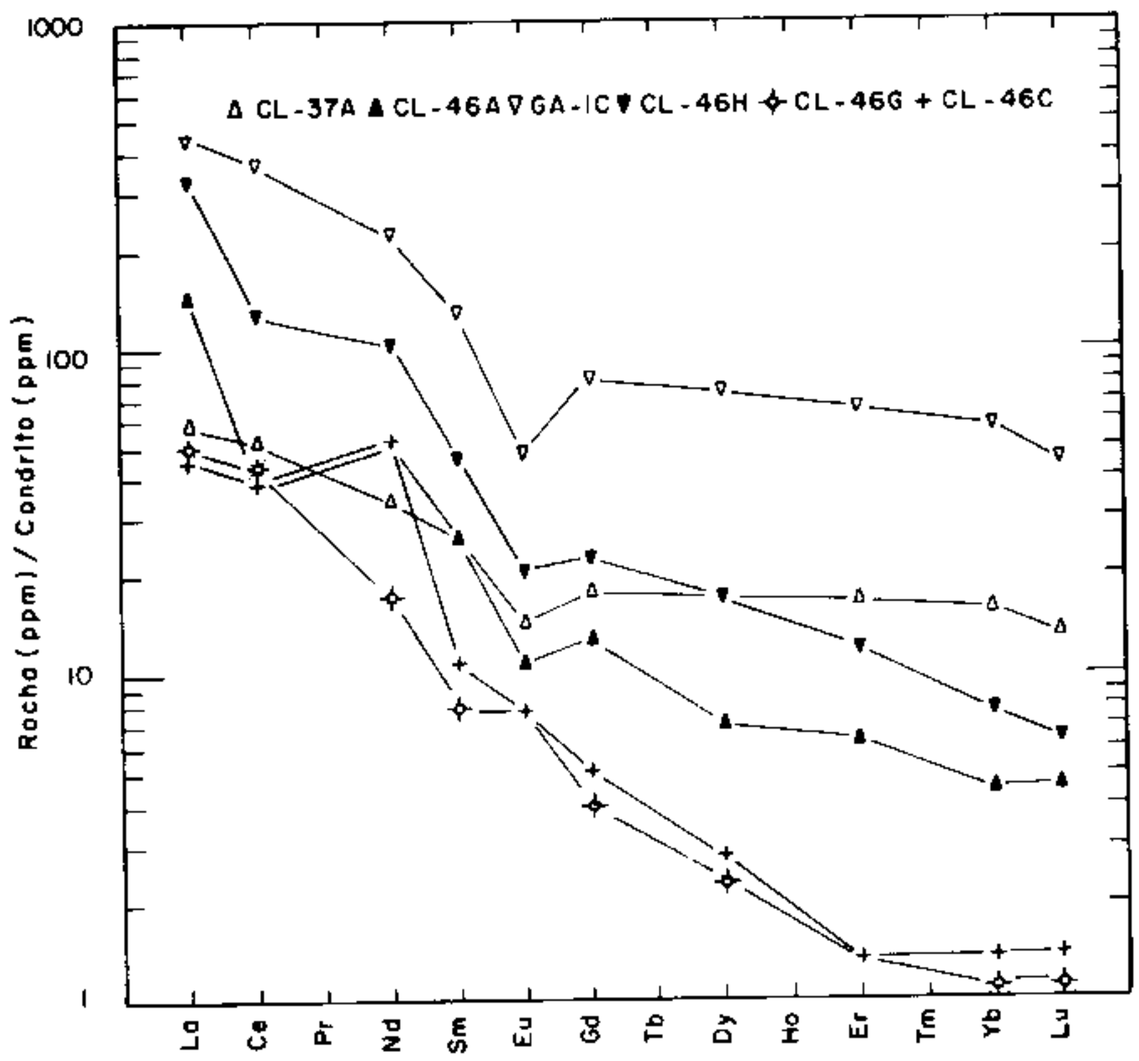


Figura 2.5A – Diagrama normativo Ab - An - Or; B - Diagrama Ab - Qz - Or para amostras do Complexo Gnáissico - Migmatítico (Teixeira, 1994).



CL-37A (1) - Mesossoma máfico; CL-46G (6), CL-46C(7) - Gnaisses leucocráticos (Trondhjemitos); CL-46A(3), CL-46H(5) - Mesossoma (Tonalitos); GA-IC (4) - Xenólito granítico.

Figura 2.6 A – Padrões de distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Masuda et al., 1973) das amostras do Complexo Gnáissico - Migmatítico (porção leste da área) Teixeira, 1994). Para identificação das amostras, ver tabela 2.3.

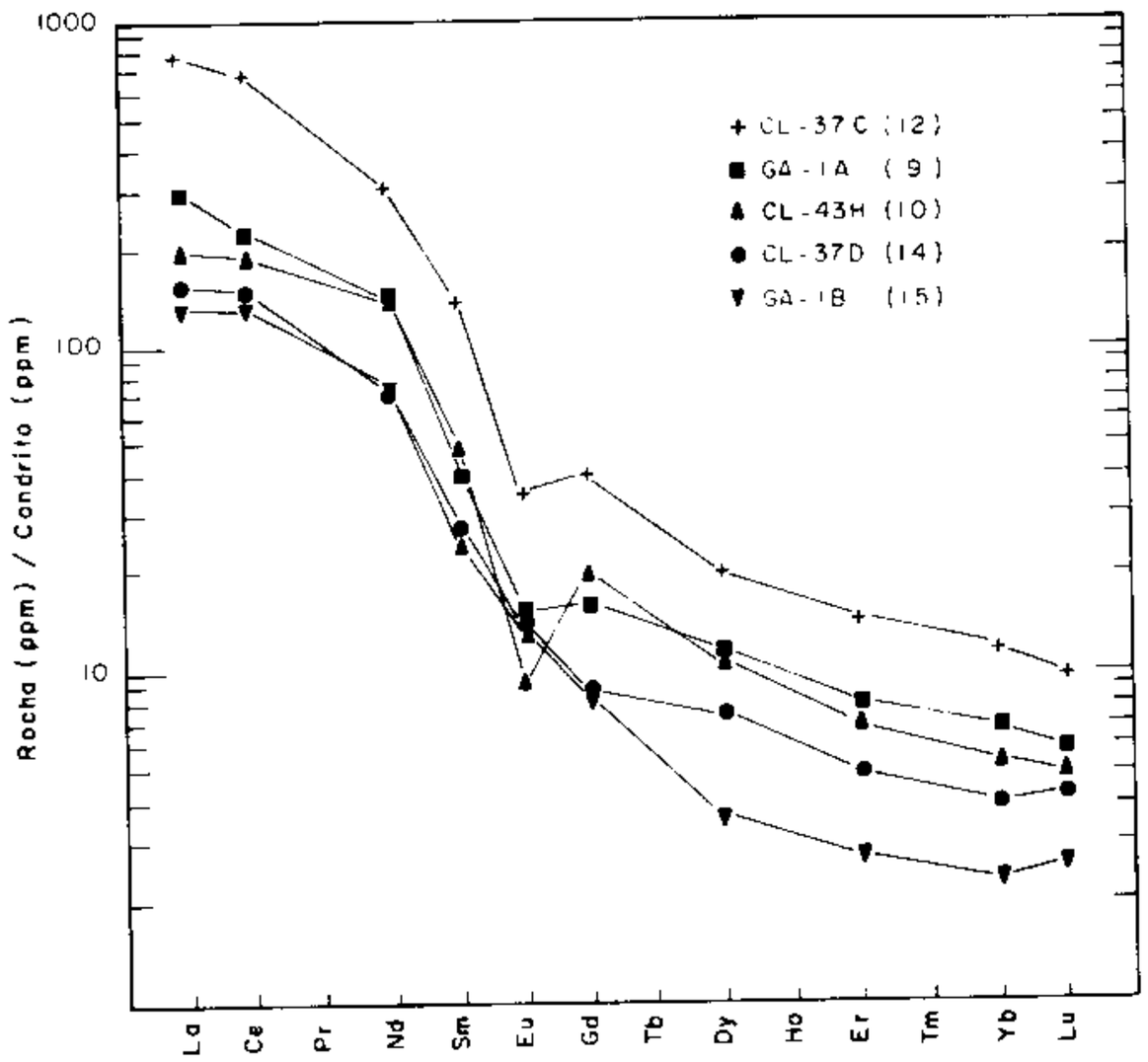


Figura 2.6B -- Padrões de distribuição dos ETR normalizados em relação ao condrito (Masuda et al., 1973 apud Martin, 1988) das amostras dos diques graníticos intrusivos no Complexo Gnáissico-Migmatítico da porção leste da área (Teixeira, 1994). Para identificação das amostras ver tabela 2.3.

Campo Alegre de Lourdes, Barbosa (1965) identificou o Grupo Caraíba representado por um conjunto de gnaisses de alto grau metamórfico, migmatitos e granitóides diversos, sendo admitidos como as rochas mais antigas nas áreas pesquisadas. Na mesma região, Dalton de Souza *et al.* (1979) utilizaram o termo Complexo Metamórfico-Migmatítico para designar um conjunto de rochas de fácies anfibolito (migmatitos, arteritos, granitóides gnáissicos, gnaisses diversos, anfibolitos, rochas calcissilicáticas e outros litótipos subordinados), ao qual atribuíram idade arqueana. Figueiroa (1988), em trabalhos efetuados na Folha Petrolina (SC.24-V-C-III), adotou a nomenclatura Complexo Caraíba, para denominar um conjunto lítico do Arqueano Inferior, composto por gnaisses bandados e ortognaisses migmatizados de natureza tonalítico-granodiorítica e anfibolítica, localmente trondhjemítica.

Dados geocronológicos existentes para a região, entre as cidades de Remanso e Campo Alegre de Lourdes devem-se a Mascarenhas & Garcia (1989). Uma isócrona de afloramento pelo método Rb/Sr foi obtida a partir de 5 amostras coletadas em um extenso lajedo de biotita gnaisse com injeções de veios graníticos potássicos e forneceu idade de 3.189,2 ± 24,5 Ma. A razão inicial é alta (0,7127 ± 0,0011) mas o MSWD no valor 0,1077 permitiu um bom alinhamento dos pontos. Os mesmos autores descrevem uma isócrona de referência de 4 pontos para essa região, em rochas granito-gnáissicas que forneceu idade de 2.704,2 ± 126,4 Ma. com R.I. = 0,70647 ± 0,00278 e MSWD = 3,3637. Portanto, o Complexo Gnáissico-Migmatítico na região de Campo Alegre de Lourdes é aqui correlacionado ao Grupo/Complexo Caraíba e, adotando-se o método da extrapolação com os dados isocrônicos existentes a leste no município

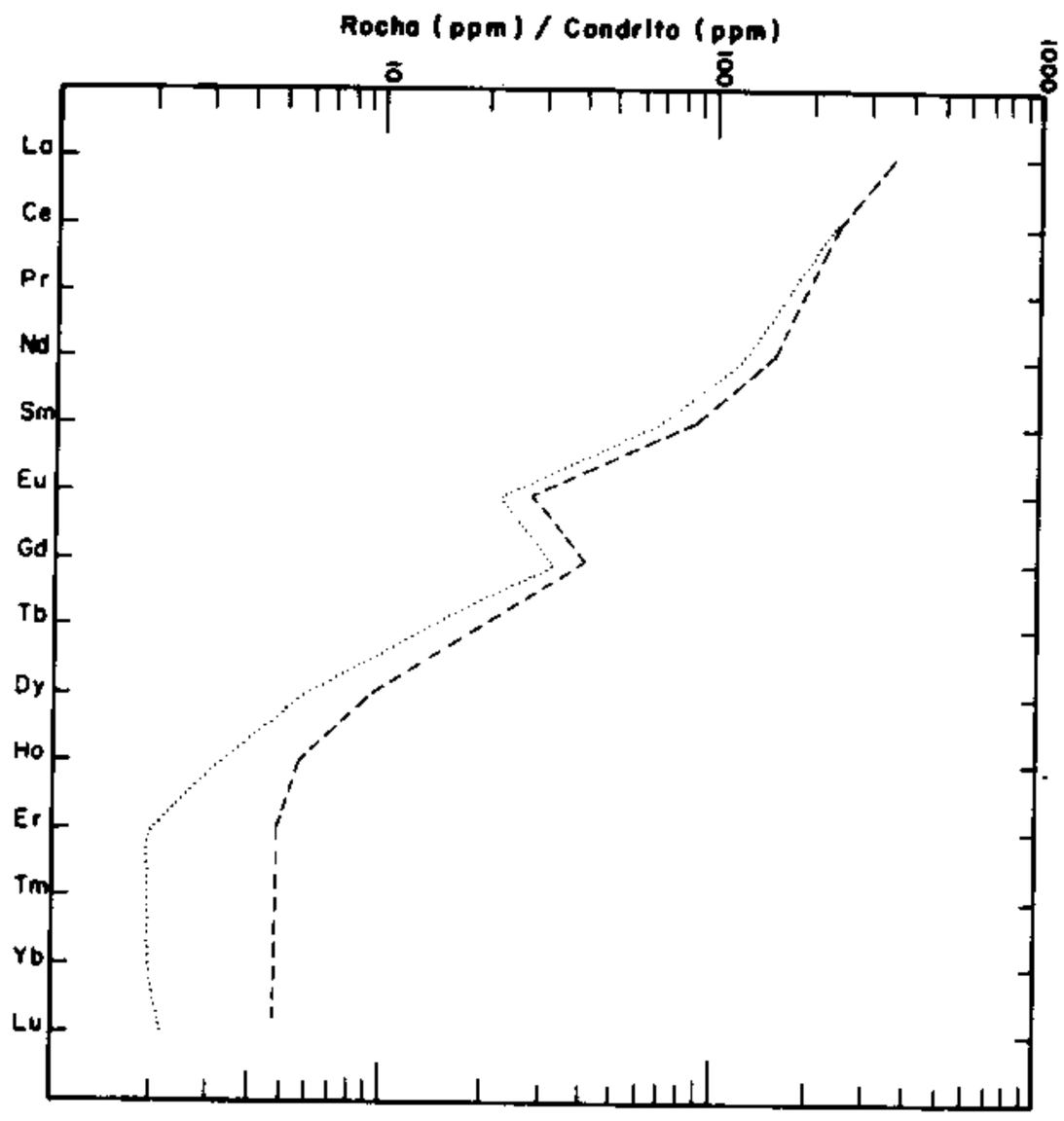


Figura 2.7 – Distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978), de amostras de milonito-gnaisses leucocráticos, encaixantes do Complexo Carbonatitico de Angico dos Dias (segundo Silva et al., 1988).

de Remanso, tem sua idade atribuída ao Arqueano Médio-Superior.

2.3.2 Unidade Serra da Boa Esperança (Subunidades 6a e 6b)

O nome emprestado a essa unidade deve-se ao fato da serra da Boa Esperança representar o maior acidente geográfico na porção norte da região, tendo direção NNE-SSW e sendo comum tanto ao estado da Bahia quanto ao do Piauí.

Esta serra, em conjunto com as das Pitombas e Pedra Comprida, constitui um relevo do tipo crista estrutural, sustentado por metapsamitos e metapelitos, sendo parte integrante do divisor de águas (e também o divisor dos estados da Bahia e do Piauí) das bacias do Parnaíba e do São Francisco.

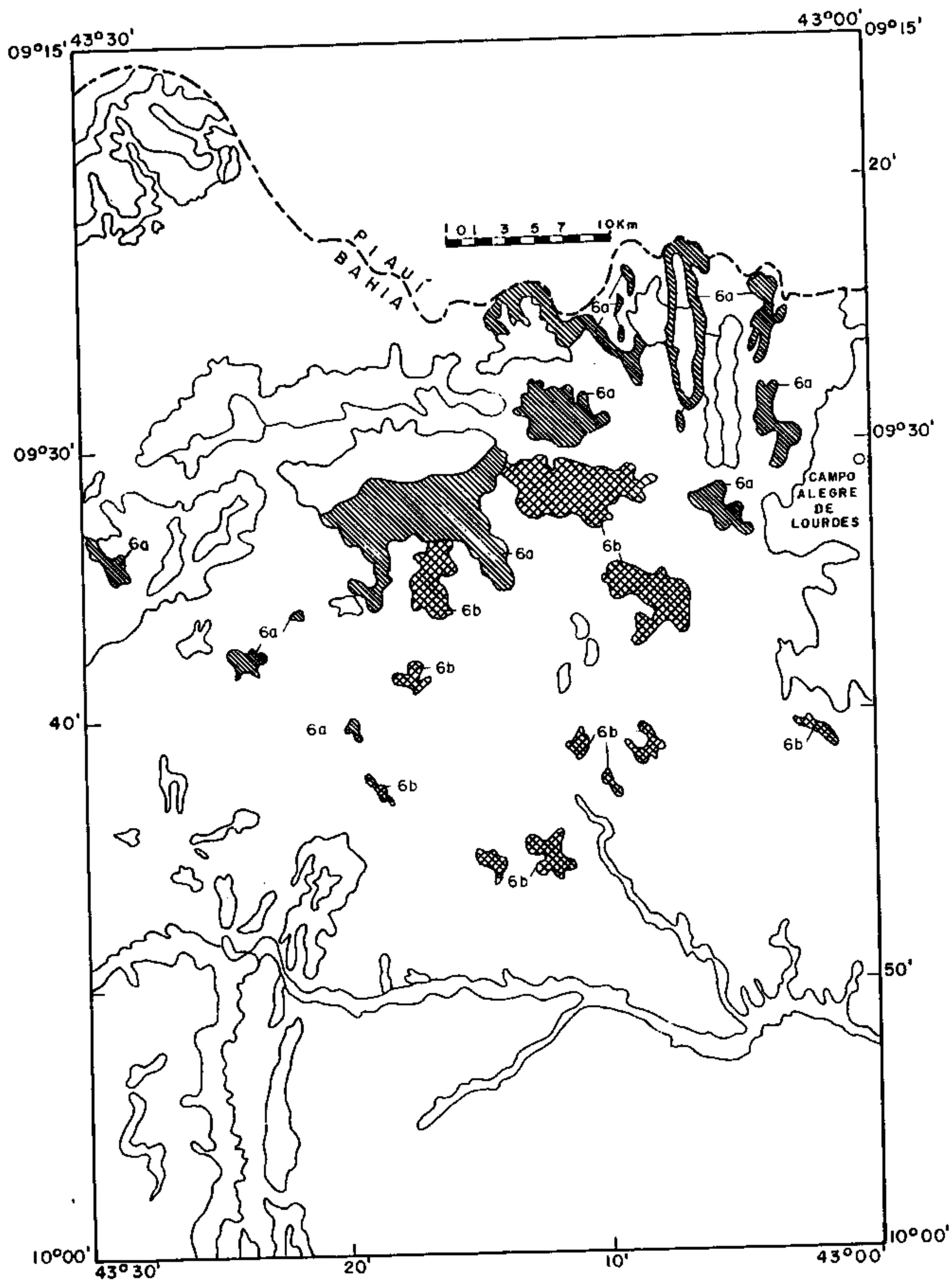
Kegel (1956) mencionou a presença de quartzitos e micaxistos, estruturados segundo a direção N-S, superpostos a gnaisses, a sul da cidade de Caracol, no Piauí. Barbosa (1965) reconheceu, na divisa dos estados da Bahia e do Piauí, micaxistos a duas micas com quartzitos micáceos e lentes de calcário associados, contendo intrusões de granitos e sienitos. Na região de Campo Alegre de Lourdes, Caldasso *et al.* (1973) incluíram no Pré-Cambriano B uma seqüência de quartzitos e de quartzo micaxistos feldspáticos (pBq), aflorante nas serras das Pitombas, da Boa Esperança e do Estreito (Pimenteira e Brejo), à qual atribuíram uma idade do Meso ao Neproterozóico. Lima *et al.* (1977) descreveram uma seqüência de metapsamitos com intercalações subordinadas de metassemipsamitos e metapelitos, constituindo as serras da Boa Esperança, Pitombas, Morrinho e da Pedra Comprida.

Leite *et al.* (1987) e Leite & Fróes (1989) descreveram a ocorrência de metassedimentos xistosos e quartzíticos com lentes de mármore na região de Campo Alegre de Lourdes, correlacionando-os ao Grupo Salgueiro-Cachoeirinha (Paleoproterozóico). Leite *et al.* (1993) mencionaram a existência de uma Seqüência Metassedimentar Carbonatada composta por xistos calcíferos e lentes de calcário. O posicionamento estratigráfico desta última seqüência foi incluído no Neoproterozóico com a ressalva de seu caráter duvidoso.

A Unidade Serra da Boa Esperança reúne os xistos carbonatados com lentes de calcário e os metapsamitos/pelitos da porção norte da área. Essa transição de uma fácies pelito-psamítica (Subunidade 6a) para uma fácies pelítico-carbonática (Subunidade 6b) pode ser melhor observada entre o povoado de Mundo Novo e a fazenda Estevão. A proximidade geográfica de afloramentos isolados de mica-quartzo xistos e de metacalcário impuro na parte centro-leste da Folha Campo Alegre de Lourdes, bem como nos povoados de Mandarino e Boa Esperança, é um outro fator que pode ser levantado em defesa do agrupamento dessas fácies na Unidade Serra da Boa Esperança.

As melhores exposições da fácies pelito-psamítica encontram-se na parte NNE e central da área, delineando as megadobras regionais, observadas nas imagens de satélite e fotografias aéreas e que constituem as serras supracitadas (figura 2.8). Trata-se de micaxistos quartzosos que contêm intrusões de maciços alcalinos de afinidade metaluminosa (Suíte Alcalina Serra do Meio), ao longo das zonas de charneira das megadobras regionais.

Os micaxistos quartzosos apresentam-se de coloração cinza-amarronzado, granulação fina a média, com forte foliação penetrativa. Localmente contêm ní-



Metassedimentos xistosos	
6a	6b
Fácies pelito-psamítica	Fácies pelito-carbonática

Figura 2.8 – Distribuição geográfica da Unidade Serra da Boa Esperança na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

veis enriquecidos em grãos de magnetita/hematita com dimensões de até 3mm, ao longo das zonas de fechamento das megadobras, bem como concentrações de granada do tipo almandina, na serra das Pitombas e na Boca da Serra. Petrograficamente são classificados como moscovita-quartzo xistos, magnetita-moscovita quartzito, moscovita-magnetita quartzito, granada-biotita-feldspato-quartzo xisto e albita-biotita-quartzo xisto. Neste último litótipo a albita pode ser de aporte, oriunda da percolação de fluidos alcalinos, próximos a contatos com os maciços metaluminosos.

Ao microscópio apresentam textura granolepidoblástica, por vezes crenulada, na qual o quartzo apresenta forte extinção ondulante. A moscovita está intimamente associada a opacos de formato pulverulento, sugerindo origem a partir da recristalização de biotitas pretéritas. Estas apresentam pleocroísmo variando de marrom-escuro a marrom-amarelado. A granada, tipo almandina, é típica de crescimento sintectônico, contendo estruturas internas assimétricas e helicíticas. A proporção relativa dos componentes mineralógicos é apresentada na tabela 2.4

Na parte central da área do projeto, constituindo o pediplano regional suavemente ondulado, os micaxistos mostram-se menos quartzosos e em contato com os maciços peralcalinos de grande expressão em área. Petrograficamente são classificados em biotita-albita-quartzo-moscovita xistos, moscovita-quartzo xistos, moscovita-albita-quartzo xistos. Ao microscópio apresentam textura granolepidoblástica, inequigranular, em que o quartzo e a albita formam um mosaico de contatos retos e as palhetas de mica, quando não estão segregadas em bandas, por vezes retorcidas e crenuladas, encontram-se intersticiais ao mosaico quartzo-feldspático. A biotita está substituída por moscovita, o que originou inclusão de opacos pulverulentos ao longo das clivagens. A percentagem de opacos é bem menor em relação aos micaxistos quartzosos do norte da área (tabela 2.4).

Os litótipos representativos da fácies pelito-carbonática (Subunidade 6b) ocorrem na parte central e sul da Folha Campo Alegre de Lourdes (figura 2.8). Seus afloramentos são isolados, muitas vezes descritos a partir de amostras retiradas de poços e

Tabela 2.4 – Composição modal dos litótipos pertencentes à Unidade Serra da Boa Esperança (subunidades 6a e 6b).

Amostra nº	Minerais								
	Quartzo	Moscovita	Feldspato	Opacos	Carbonato	Clorita	Biotita	Zircão	Granada
RD-07*(GA-15)	59	40	01	01	-	-	-	-	-
RD-23* (GA-26)	74	20	-	06	-	-	-	-	-
RD-40* (GA-17)	68	08	-	24	-	-	-	-	-
RD-41* (GA-19)	61	37	-	02	-	-	-	TR	TR
RD-51A* (CL-104)	60	-	29	-	TR	-	06	-	05
RD-29** (GA-51)	54	29	16	01	-	-	-	-	-
RD-24** (GA-32)	40	42	11	01	-	-	06	-	-
RD-31** (CL-60)	67	33	-	TR	-	-	-	TR	-
RD-61+ (GA-128)	10	80	-	10	-	-	-	-	-
RD-62+ (GA-149)	10	75	-	15	-	-	-	-	-
RD-58+ (GA-123)	58	23	06	02	05	-	04	-	-
RD-63+ (GA-150)	22	05	03	-	70	-	-	-	-
RD-10+ (GA-03)	74	06	16	TR	03	01	-	-	-
RD-11+ (GA-04)	02	02	03	TR	93	-	-	-	-
RD-27+ (GA-42)	03	01	04	02	90	-	-	-	-

* Amostras provenientes da parte norte da área (fácies pelítico-psamítica).
** Amostras provenientes da parte central da área (fácies pelítico-psamítica).
\+ Amostras provenientes da parte centro-sul da área (fácies pelítico-carbonática).

cacimbas. Em um deles, no povoado Mundo Novo, observa-se um bandamento dobrado, de espessura centimétrica, com alternância de leitos essencialmente calcíticos ou constituídos por siliciclastos e mica. Petrograficamente são classificados como quartzo-moscovita xisto limonitizado, calcita-biotita-quartzo xisto, quartzo-moscovita xisto calcítico, calcita quartzito feldspático e quartzito carbonático. Mostram-se bandados e de granulação muito fina, com bandas originalmente mais argilosas ou arenosas, cimentadas por carbonato.

Associados a estes xistos calcíferos ocorrem, em afloramentos isolados, uma série de lentes de metacalcário cinza a cinza-escuro, foliado e redobrado. A área de abrangência é típica de um relevo kárstico, contendo dolinas e pequenas grutas por onde escoam rapidamente as águas pluviais, como nas fazendas Lagoa do Aristóteles e Pedra Furada. Em alguns locais, o metacalcário tem sido utilizado, de modo rudimentar, na fabricação de cal para construção civil, como no Alto do Consolo e na fazenda Boa Esperança.

Ao microscópio apresentam textura granoblástica, equigranular, foliada e com arranjo subparalelo dos cristais alongados de carbonato. Grânulos de quartzo, albita, mica branca e opacos de formato pulverulento, em pequenas proporções (tabela 2.4), constituem os siliciclastos.

Duas amostras da fácies pelito-psamítica (Subunidade 6a) de código CL-104A e CL-109 e uma da fácies pelito-carbonática (Subunidade 6b), código CL-56, foram quimicamente analisadas (tabela 2.5). A amostra CL-56, um micaxisto contendo carbonato e óxido de ferro, apresenta teores de elementos maiores que refletem esta mineralogia, ou seja, teores relativamente elevados de Fe_2O_3, CaO, MgO e teores mais baixos em SiO_2, Na_2O e K_2O. As amostras CL-104A e CL-109 contêm SiO_2 acima de 75%, Na_2O acima de 4% e K_2O abaixo de 2%. Em relação aos elementos-traço observa-se que as amostras pelito-psamíticas são enriquecidas em Zr, Y, Ti e ETR leves (La, Ce e Nd) e empobrecidas em Cr, Ni, Co, V e Cu. A amostra pelítica-carbonática (CL-56) mostra o dobro do valor em teor no somatório de ETR em relação à amostra pelítica-psamítica, conseqüência esta da presença de carbonato na primeira.

Os padrões de distribuição dos ETR, normalizados pelos teores de NASC (folhelhos americanos), mostram-se semelhantes entre si, apenas com anomalia negativa para o Eu mais acentuada na amostra que contém calcita (figura 2.9).

Uma característica notável das amostras da fácies pelito-psamítica (Subunidade 6a) é o enriquecimento de Na_2O em relação ao K_2O. Como essas amostras posicionam-se próximo a maciços ígneos com forte influência de metassomatose alcalina, fica difícil a sua caracterização, se ígnea ou sedimentar, pois a maioria dos métodos discriminantes baseia-se na ausência de Na_2O e na presença de K_2O para definição dos protólitos sedimentares. Porém, no diagrama mg-c de Niggli, os dados atestam o caráter sedimentar dos mesmos (figura 2.10). Os elevados teores de Zr, Y, ETRL e Ti podem ainda ser atribuídos à interação da rocha com fluidos alcalinos tardi-magmáticos que atuaram no paleoambiente durante a fase de tectonismo dúctil.

As paragêneses mais comuns nas diferentes fácies litológicas da Unidade Serra da Boa Esperança são:

1) Quartzo + feldspato + carbonato ≅ Metacalcário.
2) Carbonato + feldspato + moscovita + quartzo ≅ Xisto calcífero.
3) Biotita/Moscovita + quartzo ± feldspato ≅ xistos da parte central da área.
4) Magnetita + moscovita + quartzo ≅ micaxisto da parte setentrional da área.
5) Granada + biotita + feldspato + quartzo ≅ xistos granadíferos que afloram no Piauí.

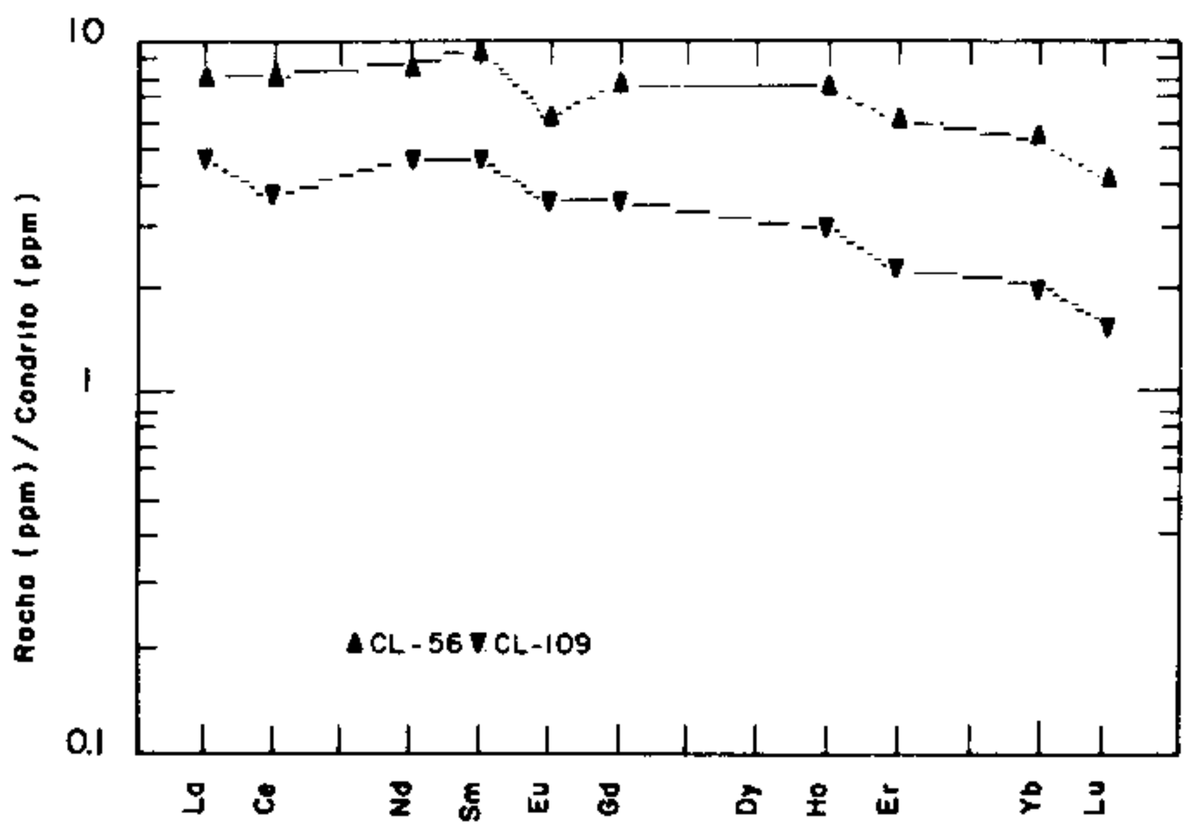
Embora o estudo do metamorfismo de sedimentos carbonatados deva levar em conta a composição da fase fluida, rica em CO_2, que depende muito mais da composição mineralógica do sedimento do que das condições de pressão e temperatura, alguns autores, a partir de Kennedy (1949), desenvolveram esquemas de zoneamento metamórfico em terrenos contendo metadolomitos impuros e margas, baseado no estudo das mudanças mineralógicas devido a variações na temperatura (ver Yardley, 1989).

As paragêneses das rochas carbonatadas em epígrafe demonstram que as condições de pressão e temperatura não foram suficientes para a recristalização de silicatos de Ca-Mg. A partir dos estudos petrográficos observa-se que o metamorfismo produziu texturas de recristalização parcial do quartzo em grãos poligonais, do carbonato em calcita espática, e o crescimento e orientação da moscovita. Esses dados corroboram um metamorfismo de baixo grau (notar a ausência da biotita nas pa-

Tabela 2.5 – Dados analíticos das amostras representativas da Unidade Serra da Boa Esperança.

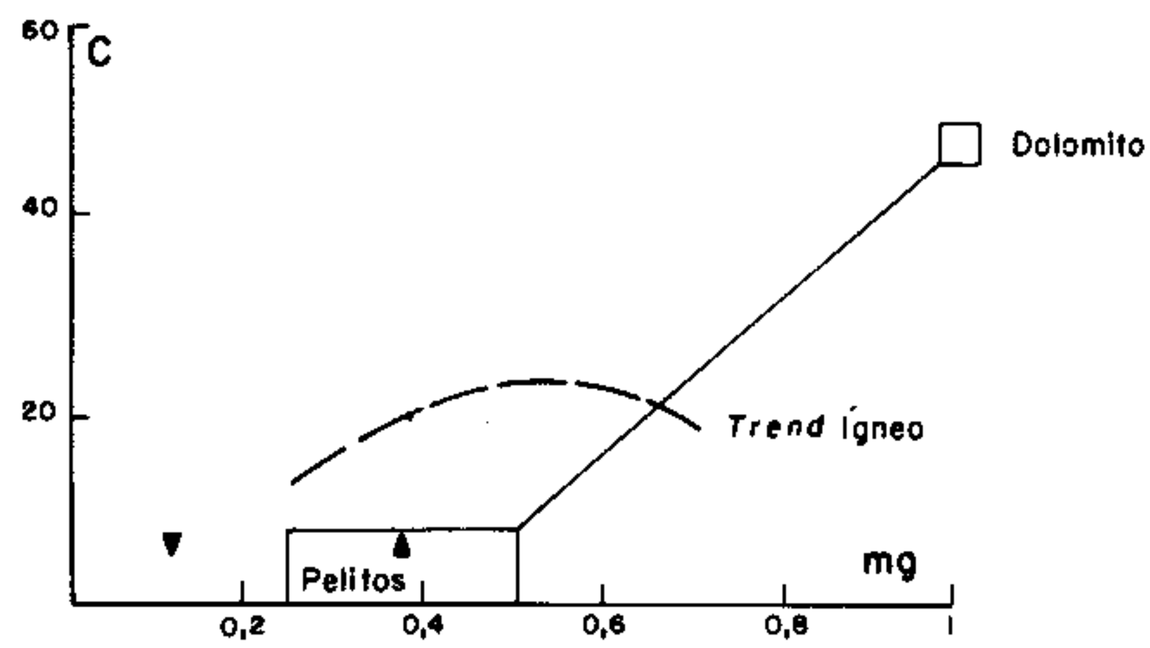
ELEMENTO	AMOSTRA		
	CL-56(1)	CL-109(2)	CL-104A(3)
SiO_2	64,00	75,20	75,50
TiO_2	0,63	0,42	0,31
Al_2O_3	12,80	12,30	11,30
Fe_2O_3*	6,31	3,63	2,70
MnO	0,09	0,10	0,10
MgO	2,30	0,25	0,70
CaO	3,90	0,98	1,40
Na_2O	2,00	4,30	5,70
K_2O	2,40	1,70	0,85
P_2O_5	0,19	0,08	0,06
Total	94,62	98,96	98,62
H_2O^+	0,50	0,33	0,20
LOI	5,60	1,30	1,30
Mg #	41,92	12,00	33,93
Cr	36	3	3
Ni	32	1	1
Co	14	2	2
V	40	5	5
Cu	37	4	9
Pb	38	4	10
Zn	65	71	120
K	19.923	14.112	7.056
Rb	120	58	28
Ba	420	800	180
Sr	115	59	117
Nb	3,0	69,0	168,0
Zr	247	965	1.500
Ti	3.777	2.518	1.858
Y	37	129	114
La	255,80	152,40	-
Ce	594,90	266,40	-
Nd	283,20	157,10	-
Sm	55,76	26,93	-
Eu	7,70	4,43	-
Gd	39,81	18,79	-
Dy	39,86	16,43	-
Ho	7,93	3,16	-
Er	21,25	7,93	-
Yb	16,84	6,38	-
Lu	1,96	0,76	-

1 - Calcita-Magnetita-Moscovita-Quartzo Xisto;
2 - Feldspato-Moscovita-Quartzo Xisto;
3 - Granada-Biotita-Feldspato-Quartzo Xisto
Fe_2O_3* - Ferro Total; Mg # = FeO/FeO+MgO



CL-56 - Magnetita-carbonato-moscovita-quartzo xisto
CL-109 - Feldspato-moscovita-quartzo xisto

Figura 2.9 - Distribuição dos ETR, normalizados em relação ao N.A.S.C., dos litótipos representativos da Unidade Serra da Boa Esperança (Teixeira, 1994).



CL-56 - Magnetita-carbonato-moscovita-quartzo xisto
CL-109 - Feldspato-moscovita-quartzo xisto

Figura 2.10 - Diagrama mg-c com amostras da Unidade Serra da Boa Esperança.

ragêneses minerais dos metassedimentos carbonatados na tabela 2.4).

Ao adotarmos o clássico esquema do zoneamento metamórfico nos litótipos da fácies pelito-psamítica (Subunidade 6a), esses, através de suas paragêneses, demonstram um metamorfismo progressivo de sul para norte, variando da zona da biotita (paragêneses 3 e 4) à zona da granada (paragênese 5) em condições de fácies xisto-verde.

A biotita presente na paragênese (3) está sempre associada à moscovita e óxido de ferro, além do feldspato, quando este está presente. É possível que em condições progressivas de metamorfismo, sedimentos grauváquicos possam recristalizar-se em micaxistos, segundo a seguinte reação:

K-feldspato + clorita ⇒ biotita + moscovita + quartzo + H2O (Yardley, 1989).

Por outro lado, a partir de um sedimento pelítico, a biotita é formada segundo condições de temperaturas progressivamente elevadas, através da seguinte reação contínua:

fengita + clorita ⇒ biotita + moscovita + quartzo + H_2O (Yardley, 1989).

Os estudos petrográficos mostram, também, que muito da moscovita se formou a partir da biotita, principalmente ao longo das zonas de cisalhamento transcorrente com dobramentos associados. O óxido de ferro como acessório à moscovita sugere biotitas próximas da série anita.

A granada, presente mais a norte, fora da área do projeto, é tipicamente sin a tardi-tectônica e suas características óticas e texturais, com desenvolvimento de estruturas helicíticas, permitem classificá-la como do tipo almandina. A paragênese (5) é típica da zona da granada, fácies xisto-verde de alta temperatura. Na serra da Boa Esperança, no estado do Piauí, as palhetas de biotita perfazem duas direções de foliação que se truncam em baixo ângulo e estão associadas a granada. Ao exame microscópico as biotitas são semelhantes oticamente, porém os grãos de granada exibem texturas helicíticas, sintectônicas na foliação mais grossa, e texturas de crescimento tardio ao processo tectônico, ao longo da foliação mais fina.

Em resumo, apesar de não dispormos de dados de análises mineraloquímicas, podemos aventar um modelo de metamorfismo progressivo de sul para

norte, concomitante aos eventos tectônicos de dobramento, a partir de sedimentos carbonatados a sul e pelítico-psamíticos (com possíveis componentes grauváquicos) a norte. Esse aumento de temperatura no zoneamento metamórfico é também coincidente com a ocorrência de maciços graníticos alcalinos que sofreram percolações de fluidos magmáticos durante os eventos tectônicos (ver no próximo capítulo). Tal dado sugere que o metamorfismo regional e a percolação de fluidos alcalinos tardi-magmáticos foram concomitantes e tenham tido uma fonte única de calor.

Os litótipos da Unidade Serra da Boa Esperança apresentam moderada a fraca intensidade de magnetização e de radiação (100 a 300cps – contagem total). Tais intensidades tendem a ser maiores nas regiões de contato com as intrusões de granitos alcalinos.

Comparando-se as observações de campo e os dados petrográficos com aqueles divulgados na literatura concernente, a melhor correlação da Unidade Serra da Boa Esperança se faz com o Complexo Casa Nova (Dalton de Souza et al., 1979).

O Complexo Casa Nova está posicionado ao longo da Faixa Riacho do Pontal, uma entidade tectônica amoldada e estabilizada no Neoproterozóico (Brito Neves, 1975; Almeida et al., 1976). Trabalhos recentes nesta faixa caraterizam-na como produto da orogênese brasiliana, que estabeleceu um sistema tipo fold-and-thrust belt na margem norte do Cráton do São Francisco (Fuck et al., 1993), embora dados geocronológicos da parte interna desta faixa demonstrem a geração de granitóides e vulcânicas ácidas no Mesoproterozóico (Angelim, 1988; Jardim de Sá et al., 1988; Brito Neves et al., 1993), em terrenos que foram amalgamados ao Cráton do São Francisco no Ciclo Brasiliano (Jardim de Sá et al., 1992; Fuck et al., 1993).

Dados geocronológicos relativos ao Complexo Casa Nova são escassos e embora os primeiros trabalhos publicados sobre este complexo refiram-no como de idade paleoproterozóica (Inda & Barbosa, 1978; Mascarenhas, 1979; Dalton de Souza *et al.*, 1979; Jardim de Sá & Hackspacher, 1980; Jardim de Sá *et al.*, 1988; Jardim de Sá & Souza, 1989 e Souza & Jardim de Sá, 1989), estudos recentes descartam essa hipótese (Jardim de Sá *et al.*, 1992; Fuck *et al.*, 1993; Angelim, 1992; Angelim & Silva Filho, 1993), em favor de uma idade mesoproterozóica.

Os maciços (anorogênicos) de Campo Alegre de Lourdes (Plá Cid, 1994) forneceram idades sin a tardi-brasilianas (método Rb/Sr, rocha total), embora as isócronas apresentem um MSWD elevado, o que demonstra apenas a reabertura do sistema Rb/Sr durante o Ciclo Brasiliano (ver maiores discussões no item 2.3.6). Por outro lado, o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias forneceu uma datação precisa de 2.011 æ 6 Ma., pelo método U/Pb em zircão e baddeleyíta (Silva et al., 1988). Sua ocorrência restrita e a falta de dados sobre a existência de outros complexos carbonatíticos na região, não assegura que tais complexos possam também ter intrudido as supracrustais da Unidade Serra da Boa Esperança, o que poderia levar ao estabelecimento de uma idade mínima no Paleoproterozóico para estas supracrustais.

Portanto, a falta de dados geocronológicos precisos para a Unidade Serra da Boa Esperança e suas cronocorrelatas, bem como para os maciços graníticos intrusivos, faz com que o seu posicionamento estratigráfico seja ainda de caráter duvidoso, permitindo apenas aventar como sendo pré-brasiliana, preliminarmente posicionada no Paleo-Mesoproterozóico.

2.3.3 Grupo Santo Onofre/Formação Sítio Novo (Subunidades 5a e 5b)

O termo "Grupo Santo Onofre" foi proposto por Porcher (1970) para designar os metassedimentos da Serra do Espinhaço na parte centro-ocidental do estado da Bahia. Apesar de Winge (1972) e Caldasso et al. (1973) terem, respectivamente, designado de Grupo Itacolomi e de Pré-Cambriano B aos metassedimentos de origem clástica que ocorrem na serra do Estreito, o termo "Santo Onofre" foi retomado por Bruni et al. (1974) em virtude da continuidade litológico-estrutural e geográfica das serras do Estreito e do Boqueirão com a área onde foi definido o Grupo Santo Onofre.

Pflug & Renger (1973) admitiram os grupos Santo Onofre e Chapada Diamantina como correlatos estratigráficos, apresentando diferenças litológico-estruturais devido à diversidade da ambiência geotectônica de formação e estruturação desses grupos, que são considerados na literatura geológica como de idade mesoproterozóica.

Na região de Campo Alegre de Lourdes, Inda & Barbosa (1978) agruparam as supracrustais que ocorrem na divisa dos estados da Bahia e do Piauí e nas serras da Pimenteira e do Brejo, como pertencentes à Formação Santo Onofre (Kaul, 1970) que é incluída no grupo homônimo. Segundo esses autores, essa formação é constituída predominantemente por filitos hematíticos, filitos com cloritóide e filitos manganesíferos, intercalados em quartzitos sericíticos.

Coube a Jardim de Sá & Hackspacher (1980) retomarem o reagrupamento estratigráfico dos metassedimentos da divisa dos estados da Bahia e Piauí, separando-os daqueles das serras da Pimenteira e do Brejo que são continuidades fisiográficas da serra do Estreito. Aos primeiros atribuíram idades do Paleoproterozóico, enquanto os das serras da Pimenteira e do Brejo foram incluídos no Grupo Santo Onofre (Porcher, 1970), integrante do Supergrupo Espinhaço.

Nesta nota explicativa, ao comparar-se os componentes litológicos do Grupo Santo Onofre na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes com os descritos na literatura para as formações Sítio Novo e Santo Onofre (Kaul, 1970; Inda & Barbosa, 1978), é preferível associá-los à Formação Sítio Novo, ao contrário da proposição de Inda & Barbosa (1978). Segundo esses autores, o que diferencia a Formação Sítio Novo da Formação Santo Onofre é a predominância de metapsamitos na primeira e de metapelitos na segunda, com alguma contribuição química de Fe e Mn nos processos de sedimentação.

Na área do projeto, os metassedimentos da Formação Sítio Novo ocorrem principalmente na parte sudoeste (figura 2.11) constituindo elevações topográficas que se destacam em meio ao pediplano regional, formando um relevo residual do tipo apalachiano. Esse relevo é representado pelas serras do Brejo, Pimenteira e Capoeira, e pelos morros do Jacu, Velho e Grande.

Na área, a Formação Sítio Novo apresenta contato com o embasamento totalmente coberto por sedimentos detríticos/lateríticos e por areias eólicas remobilizadas do Cenozóico. Face a dificuldade de acesso para estudo de afloramentos representativos dos litótipos constituintes dessa formação, foram abertas duas picadas nas serras da Capoeira e da Pimenteira. A primeira teve extensão de 3km, e a segunda de 9km. Esses estudos permitiram uma melhor definição dos litótipos e de suas relações estruturais, bem como uma melhor avaliação do significado das suas assinaturas geofísicas e geoquímicas.

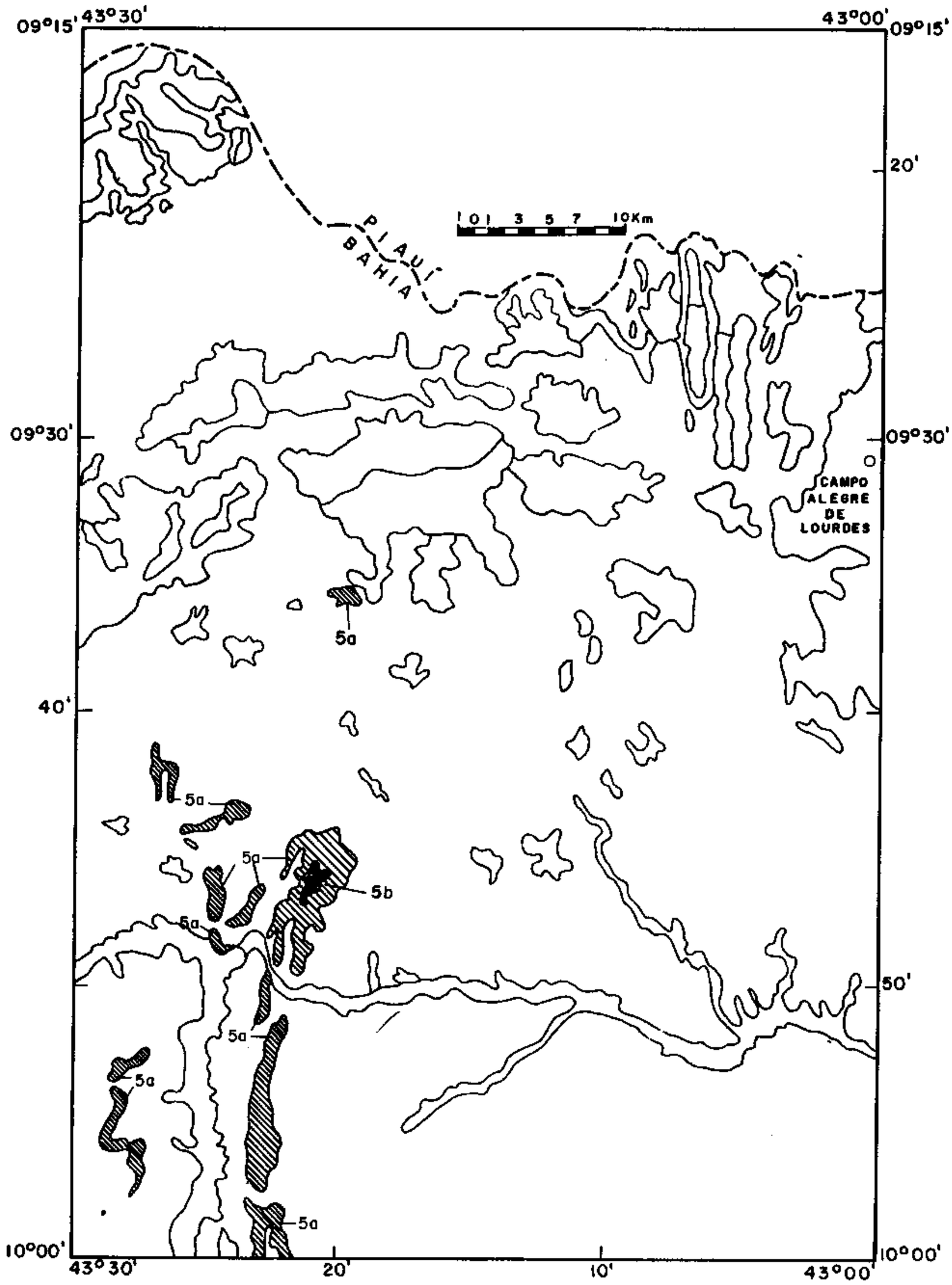
Os dados obtidos permitiram a definição de duas litofácies: uma de quartzitos (Subunidade 5a) de granulação fina a média, micáceos e laminados, contendo níveis centimétricos enriquecidos em óxido de ferro, e uma outra litofácies composta por moscovita-quartzo xistos limonitizados (Subunidade 5b) de coloração cinza a esverdeada, fortemente foliados, por vezes milonitizados e contendo cubos de pirita limonitizada, de até 2cm.

Ao microscópio, os quartzitos (Subunidade 5a) apresentam textura granoblástica a granolepidoblástica, com os grãos exibindo contatos reentrantes e, eventualmente, poligonais. A tectônica é evidenciada pelo estiramento e extinção ondulante dos grãos de quartzo e pela orientação das palhetas de moscovita intersticiais ao mosaico, paralelas/subparalelas a um provável acamadamento. Este é sugerido pela intercalação de finos níveis enriquecidos em óxidos de ferro. Os acessórios comuns são a turmalina, a limonita e cubos de pirita limonitizados (tabela 2.6). Ao longo das superfícies de cisalhamento dúctil-rúptil e rúptil ocorrem concentrações de óxido de ferro limonitizado. Neste caso representam percolações hidrotermais sin a tardi-tectônicas.

Os micaxistos limonitizados (Subunidade 5b) ocorrem ao longo dos vales e depressões da serra da Pimenteira, não tendo sido observados nas demais serras, face à espessa cobertura detrítica e os depósitos de tálus oriundos das cristas quartzíticas. Mostram-se de coloração cinza-avermelhado e de granulação fina. Ao longo dos cursos das drenagens principais dessa serra, mostram-se crenulados ou milonitizados, contendo segregações de quartzo e cubos de pirita tardi-tectônicos.

Petrograficamente são classificados como metarcóseos impuros e limonita-moscovita-quartzo xistos de textura granolepidoblástica, lepidoblástica e blastopsamítica, com alternância de níveis crenulados, compostos essencialmente por moscovita e opacos e níveis quartzosos entremeados por palhetas de moscovita.

Apesar de o grau metamórfico e de as feições de dobramentos e de milonitização obliterarem as estruturas primárias, pode-se observar, em seções delgadas, níveis de diferente granulometria, sendo os de granulação mais fina essencialmente micáceos e enriquecidos em óxidos de ferro (folhelhos). Tais características evidenciam uma ambiência de



5a	5b
Quartzitos	Moscovita-quartzo xisto

Figura 2.11 – Distribuição geográfica do Grupo Santo Onofre (Formação Sítio Novo) na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

Tabela 2.6 – Composição modal dos litótipos pertencentes ao Grupo Santo Onofre (Formação Sítio Novo).

Amostra Nº	Minerais					
	Quartzo	Moscovita	Opacos	Feldspato	Turmalina	Zircão
RD-43(GA-88)	95	04	01	-	TR	-
RD-44(GA-92)	97	03	TR	-	-	-
RD-46(GA-135)	96	01	03	-	TR	TR
RD-45(GA-100)	52	42	06	-	-	-
RD-60(GA-102)	55	39	05	01	-	-

- = ausente

deposição sujeita a diferenças nas condições energéticas de transporte e acumulação dos sedimentos. A predominância de arenitos com intercalações de folhelhos sugere um modelo de um sistema deposicional do tipo estuário.

Domingues (1993), ao abordar o Espinhaço Setentrional (Grupo Santo Onofre), enfatizando o reconhecimento de sistemas deposicionais entre as cidades de Caetité e Licínio de Almeida, menciona um ambiente tipo estuário sotoposto a um ambiente eólico e esse por sua vez gradando a um ambiente marinho transicional.

Os estudos de seções delgadas mostram que as paragêneses minerais foram reequilibradas em condições metamórficas de baixo grau, fácies xisto-verde: quartzo + moscovita + óxido de ferro. Essa paragênese define uma foliação S2, na qual pode-se observar que a associação de moscovita com óxido de ferro ao longo dos planos de clivagem sugere uma cristalização retrógrada, a partir de uma paragênese de biotita+quartzo. Na seção delgada RD-045 (GA-100), observa-se que, além da feição acima descrita, palhetas de mica estão microdobradas, com foliação de plano axial paralela a S2, formando localmente micro kink bands. O caráter progressivo da deformação que foi acompanhada de metamorfismo retrógrado, na fácies xisto-verde, é, também, evidenciado pela recristalização dos grãos de quartzo, que formam, localmente, sigmóides ao longo de zonas de cisalhamento de caráter dúctil-rúptil.

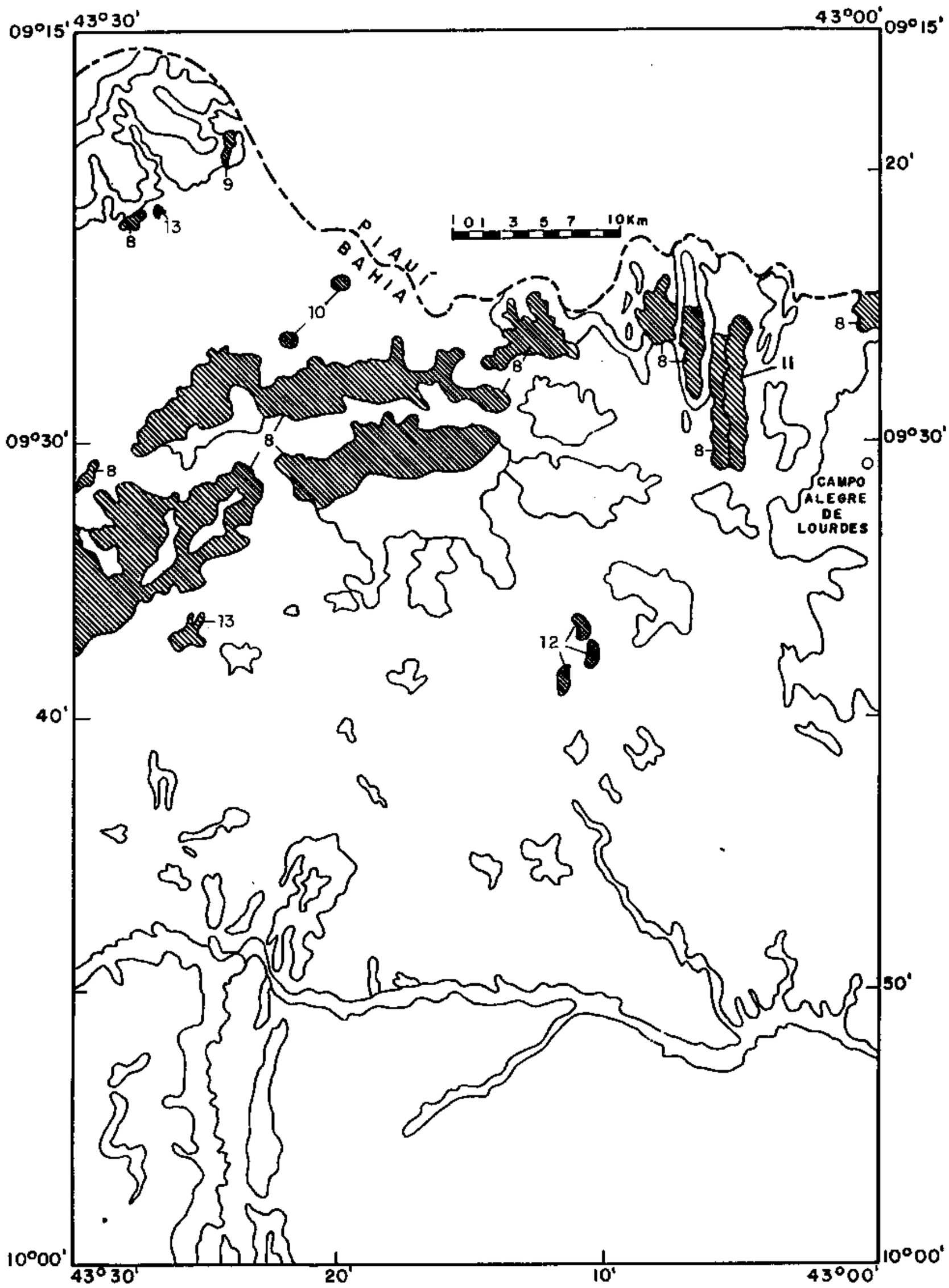
O reprocessamento dos dados aerogeofísicos (magnetometria e cintilometria) obtidos do Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (DNPM-CPRM-PROSPEC, 1978), permitiu associar os metassedimentos do Grupo Santo Onofre/Formação Sítio Novo a um padrão magnético muito fraco a moderado (Gomes, 1993). No entanto, na serra da Pimenteira, foi individualizada uma unidade magnética caracterizada por uma forte intensidade de magnetização, contendo três dipólos com mínimos magnéticos ao norte e máximos ao sul da fronteira de indução. Essa unidade magnética parece corresponder a um maciço plutônico máfico a ultramáfico, sotoposto aos metassedimentos. A observação de óxido de ferro remobilizado ao longo das superfícies de cisalhamento tangencial, dúctil-rúptil, nos quartzitos e de cubos de pirita limonitizados nos micaxistos favorecem essa hipótese.

Na interpretação radiométrica (Gomes, 1993), os metassedimentos são associados a unidades radiométricas de fraca radiação, com intensidades radiométricas variando de <100cps a 300cps. No mapa das razões de U/K, U/Th e Th/K há uma predominância do urânio em relação ao potássio e ao tório.

2.3.4 Rochas Plutônicas Relacionadas ao Paleo-Mesoproterozóico (?)

Na porção centro-norte da área do projeto (figura 2.12), junto à divisa com o estado do Piauí, ocorrem vários maciços de afinidade ígnea toleiítico/alcalina contendo importantes depósitos e jazimentos de Fe-Ti-V e de rocha fosfática, bem como um alto potencial metalogenético para mineralizações de ETR, zirconita, nióbio, tântalo. Esse magmatismo com metalogênese própria permite caracterizar a região de Campo Alegre de Lourdes como uma Província Toleiítico-Alcalina (Leite & Silva, no prelo).

Os aspectos distintivos, texturais e estruturais, evidenciam colocação e cristalização de magmas em épocas anteriores aos cisalhamentos transcorrente e tangencial da região. As assinaturas geoquímicas desses maciços sugerem intrusões em um ambiente continental anorogênico, segundo eixos de rifte ou de domeamento crustal, a partir da instalação de *hot spots* mantélicos. Por outro lado, datações geocronológicas precisas, obtidas pelo método U/Pb em zircão e badde-



8	Maciços alcalinos (Granito Tipo A)	9	Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias
10	Complexo Máfico de Peixe	11	Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes
12	Rocha metassomatizada de Pau-de-Birro	13	Corpos máficos e ultramáficos diversos

Figura 2.12 – Distribuição geográfica das rochas relacionadas ao Paleo-Mesoproterozóico (?), na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

leyíta, determinaram idade de 2.000Ma. (Silva *et al.*, 1988) para o Complexo Carbonatitíco de Angico Dias. Tal datação mostra que a região foi submetida a eventos de distensão crustal durante o Paleoproterozóico associados à atividade magmática (intrusão e cristalização do Complexo Carbonatítico) de origem mantélica ou relacionada a fluidos mantélicos. Resta determinar, a partir de datações geocronológicas precisas U/Pb ou Pb/Pb, a idade dos complexos máfico-ultramáficos e dos maciços alcalinos, para posicionamento de toda a magmatogênese ao longo do Proterozóico.

2.3.4.1 Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos (Unidades 12 e 13)

São aqui agrupados corpos máfico-ultramáficos diversos, sem um posicionamento estratigráfico definido, visto que as informações obtidas provêm de afloramentos esparsos, sem contato visível com a encaixante, ou a partir de dados indiretos de sondagem exploratória (Projeto Peixe - Pau-de-Birro, SGM/CBPM, 1988), e de levantamentos aerogeofísicos (Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba, DNPM/CPRM/PROSPEC, 1978) e geofísicos terrestres. Deste modo, foram reconhecidos corpos de composição piroxenítica, gabróica e xistos ultramáficos (Unidade 13) e, em especial, um provável complexo gabróico, associado a fortes anomalias magnéticas e gravimétricas, que ocorre próximo ao sul do povoado de Pau-de-Birro (Unidade 12).

Corpos de composição piroxenítica (Unidade 13) foram identificados nos povoados do Baixãozinho e do Caboclo dos Mangueiros, muito próximos a maciços peralcalinos. Apresentam um agregado de cristais grossos a médios de piroxênio uralitizados ou talcificados, orientados e imbricados. Ao microscópio, o corpo do Caboclo dos Mangueiros (TR-67) apresenta uma textura granular xenomórfica na qual cristais xenomórficos equidimensionais de augita titanífera fortemente tremolitizada e cloritizada contêm, nos seus interstícios, massas irregulares de magnetita e agregados de tremolita de contorno arredondado, que podem representar antigos cristais de olivina. Já o corpo do povoado de Baixãozinho (SI-088) apresenta textura nematoblástica na qual cristais prismáticos, orientados, de anfibólio incolor (tremolita) ocorrem em meio a uma massa de talco e tremolita muito fina que substitui antigos cristais de piroxênio granular, dos quais observa-se apenas o contorno cristalino. Manchas irregulares de serpentina ocorrem em meio ao agregado de talco, devendo representar antigos cristais de olivina.

Rolados de xistos ultramáficos (Unidade 13) impregnados por óxido de ferro foram observados a norte do povoado do Baixão de Calixto, associados a solo argiloso vermelho e próximo ao maciço peralcalino homônimo. Ao microscópio apresentam textura nematoblástica (SI-133) em que prismas finos, na maioria orientados, de actinolita e clorita contêm inclusões de titanita e epídoto. Microbolsões de quartzo + albita sugerem interação com o maciço alcalino adjacente.

Rochas de composição gabróica foram observadas no povoado de Baixão Novo, situado a WSW de Angico dos Dias e a norte da fazenda Morro Branco, junto à divisa com o estado do Piauí. No primeiro caso, o afloramento mostra-se redobrado desarmonicamente (eixo Lb oblíquo em relação à dobra de 2ª geração). Ao microscópio apresentam textura granoblástica/cataclástica com fenoclastos fusiformes de diopsídio orientados e tremolitizados em meio a uma massa saussurítica proveniente da alteração de plagioclásio. Vênulas e bolsões de quartzo + microclínio indicam origem por aporte. Grãos de granada são caracteristicamente sin a pós-tectônicos, e estão intercrescidos simplectiticamente com o quartzo, exibindo formas idioblásticas. A magnetita ocorre em manchas irregulares, segundo formas típicas de intercumulus em meio a massa saussurítica. Já a titanita é de origem metamórfica.

A seção delgada da amostra do corpo que ocorre a norte da fazenda Morro Branco (RDP-030) exibe uma textura granoblástica planar em que cristais fortemente achatados, lenticulares, de quartzo ocorrem em meio a um mosaico poligonal de plagioclásio e hiperstênio fortemente alterados, respectivamente, a sericita + epídoto e talco. Trata-se de um quartzo norito.

Os produtos que ocorrem como pseudomorfos dos minerais primários, tais como tremolita, actinolita, serpentina, sericita, epídoto, talco e clorita, evidenciam um metamorfismo retrógrado, hidratado, de baixo grau, sincrônico ao cisalhamento regional. Embora estudos mineraloquímicos através de microssonda eletrônica não tenham sido executados, a paragênese relacionada ao xisto ultramáfico do povoado do Baixão do Calixto (amostra SI-133, tabela 2.7) é estável a temperaturas entre 350° e 400°C (Nitsch, 1971), o que é compatível com a temperatura do limite inferior da fácies xisto-verde (Yardley, 1989). Por outro lado, a existência de simplectitos de granada + quartzo formados

Tabela 2.7 – Composição modal dos litótipos pertencentes aos corpos máfico-ultramáficos diversos.

Amostra Nº	Minerais															
	Augi-ta	Plagio-clásio	Diopsí-dio	Opa-cos	Tremo-lita	Olivi-na	Orto-piroxênio	Parga-sita	Actino-lita	Clorita	Titanita	Epídoto	Quartzo+ Albita	Apatita	Quartzo+ Microclínio	Granada
TR-67*	94	-	-	01	05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TR-68*	93	-	-	-	-	02	05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SI-088**	-	-	-	03	-	05	54	38	-	-	-	-	-	-	-	-
SI-133**	-	-	-	TR	-	-	-	-	63	20	10	02	05	-	-	-
CL-R-182 (RDP-030)	-	49	-	01	-	-	20	-	-	-	-	-	30	TR	-	-
CL-R-196 (RD-078)	-	54	25	01	-	-	-	-	-	-	04	-	-	TR	15	01

* Lâmina delgada recuperada do Projeto Remanso (SGM/CBPM,1987).
** Lâmina delgada recuperada do Projeto Peixe – Pau-de-Birro (SGM/CBPM, 1988).

a partir de plagioclásio e sua associação a saussurita e tremolita indicam que, durante a deformação, a rocha atingiu temperaturas próximas ao limite superior da fácies xisto-verde.

Metamorfismo na fácies granulito é indicado pela paragênese da amostra CL-182. Quartzo coexiste com plagioclásio e ortopiroxênio em granulitos de alta pressão (Yardley, 1989), embora a saussuritização e talcificação do plagioclásio e hiperstênio indiquem que a rocha tenha experimentado metamorfismo retrógrado à fácies xisto-verde, durante o evento de cisalhamento transcorrente.

O reprocessamento dos dados aerogeofísicos do Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (DNPM/CPRM/PROSPEC, 1978) mostra que o piroxenito do Caboclo dos Mangueiros é representado por uma anomalia magnética elíptica, com eixo maior orientado na direção E-W, segundo valores de até 25.750nT. Ao mesmo tempo, o padrão radiométrico é suave, não constituindo anomalia, segundo valores de 120 a 160cps de contagem total.

Já os corpos piroxeníticos e gabróicos da borda da Bacia do Parnaíba, nos povoados de Baixão Novo e Baixãozinho, fazem parte de um contexto de um baixo magnético elipsoidal, orientado ENE-WSW, com valores anômalos de até 26.650nT. O padrão radiométrico é suave, orientado ENE-WSW, e situado entre 220 e 280-cps.

Uma extensa e expressiva anomalia aeromagnética localizada a sul do povoado de Pau-de-Birro, com extensão de vinte quilômetros ao longo da direção NE-SW, representa um provável maciço plutônico (Unidade 12) cuja definição requer maiores estudos de subsuperfície, visto que apenas três pequenos afloramentos nas porções nordeste e sudeste da anomalia são a ela relacionados. Dados adicionais foram obtidos em campanhas de prospecção, executadas pela CBPM (Projeto Peixe-Pau-de-Birro, 1988), através de furo de sondagem exploratória.

Leite & Silva (no prelo), referindo-se a essa anomalia, denominaram-na de "rocha básica metassomatizada de Pau-de-Birro", a partir dos dados obtidos com o furo de sondagem supracitado, localizado próximo à fazenda Cacimba da Vaca.

Apenas três afloramentos foram estudados e estão situados nas cercanias da fazenda Caraíba e do sítio do Espinheiro. Pode-se observar o contato entre a rocha básica metassomatizada e o magnetita-moscovita-quartzo xisto encaixante.

Estudos petrográficos identificaram uma rocha metabásica xistificada ou um esfeno-clorita-quartzo-albita-mica branca xisto de granulação fina a média, inequigranular e de textura granolepidoblástica. É composta por um mosaico de quartzo e albita ao qual associam-se palhetas de biotita transformadas em clorita, e essa, por sua vez, associada a mica branca. Inclusos, ainda, nesse mosaico, tem-se fenoclastos de plagioclásio que guardam feições de rocha ígnea, tais como formas tabulares e, mais raramente, zoneamento. Epídoto e esfeno constituem agregados de granulação fina, geralmente associados a finos grãos de opacos e à clorita. O epídoto ocorre, também, como inclusões nos grãos de plagioclásio.

Amostras de testemunhos da sondagem supracitada foram estudadas através de 32 seções delgadas. Em todas essas, o protólito acha-se totalmente transformado, sendo que a rocha encontra-se fortemente redobrada e há vestígios de bandamento com segregações de quartzo + albita, mascarado pelo forte redobramento. A textura varia de granolepidoblástica, granolepidoblástica bandada, granoblástica e cataclástica, na qual palhetas orientadas de moscovita + clorita ocorrem segregadas em bandas ou intersticiais a um mosaico perfeitamente poligonal de albita, quartzo e calcita. Abundantes grãos de magnetita, epídoto e titanita concentram-se nas bandas ricas em moscovita e clorita. A apatita está presente, associada às micas. Os bandamentos redobrados estão, também, transpostos por vênulas de calcita grossa e quartzo.

Em algumas seções delgadas a biotita está presente, em cores castanho-esverdeadas, parcialmente transformada a clorita e moscovita e concentrada em volta de fenoblastos/clastos de magnetita. Níveis centimétricos ricos em epídoto + titanita (até 79% da composição modal estimada) mostram o epídoto variando em composição de zoisita a allanita, tendo ainda gotículas e diminutos cristais de magnetita e apatita.

Ao nível de estudo petrográfico, trata-se de uma rocha metassomatizada em que a estrutura bandada é herdada da rocha original e os minerais vestígios desse protólito são a biotita, apatita e os fenoclastos de magnetita. A classificação petrográfica é função da maior ou menor percentagem de cada constituinte mineralógico que denomina os xistos, gnaisses e epidositos representantes desse litótipo (tabela 2.8).

Tabela 2.8 – Constituintes mineralógicos e suas proporções modais na rocha metassomatizada do furo de sondagem na fazenda Cacimba da Vaca (anomalia aeromagnética de Pau-de-Birro).

Minerais	Albita	Moscovita	Epídoto + Titanita	Quartzo	Clorita	Calcita	Magnetita	Apatita	Biotita	Tremolita	Vênulas de Calcita + Quartzo
%	18 a 69	05 a 65	02 a 79	05 a 27	TR a 70	02 a 30	02 a 07	TR a 01	- a 04	- a 05	- a 03

- = ausente

Dados analíticos de cinco amostras (tabela 2.9) indicam o empobrecimento em SiO2 (quatro amostras com menos de 50%) e o enriquecimento em Al2O3 e Fe2O3 (até 18 e 15%, respectivamente). Chama atenção, também, o enriquecimento em Ba, Sr, Zr e Nb, que sugerem um protólito alcalino a subalcalino. A amostra CL-130B foi analisada para ETR e os dados normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978) evidenciam um forte enriquecimento dos ETRL em relação aos ETRP e ausência de anomalia de Eu (figura 2.13). Tais características indicam rocha fortemente metassomatizada.

Os teores um tanto quanto elevados de Na2O (até 4,6%), K_2O (até 4,0%), CaO (até 4,8%) e MgO (até 4,2%) são relacionados aos altos conteúdos de albita, mica e aos silicatos e carbonatos de cálcio e magnésio. Diagramas tipo Harker (1909) (figura 2.14) exibem a correlação de alguns elementos contra Al_2O_3 e TiO_2, estes escolhidos devido a baixas mobilidades durante eventos metamórfico-hidrotermais. Esta correlação se faz de modo positivo entre o TiO_2, o Fe_2O_3 e o P_2O_5 com o Al_2O_3. O enriquecimento mútuo entre estes óxidos deve ser atribuído a minerais que os podem conter mutuamente, tais como allanita e apatita.

A associação clorita+moscovita+biotita é estável dentro de um amplo intervalo de temperatura, pois trata-se de cristalização contínua (de acordo com a natureza do tectonismo associado) (Yardley, 1985). No metamorfismo de rochas pelíticas, essa paragênese pode ser estável no intervalo de temperatura entre as zonas de clorita e da granada (aproximadamente entre 350o e 500oC). Pode-se aventar, preliminarmente, temperaturas aproximadas durante a recristalização metassomático-hidrotermal do protólito.

A abundância de clorita, albita, epídoto e titanita sugere um protólito muito mais ígneo do que sedimentar. Segundo Winkler (1976) esta paragênese indica baixo grau de metamorfismo em rochas máficas correspondentes à zona da albita-actinolita-clorita-zoisita-clinozoisita (epídoto). A presença de calcita e de minerais de Ca-Al em equilíbrio indica que o fluido metassomático-hidrotermal foi mais rico em H_2O do que em CO_2 (ver Winkler,1976), o que é corroborado pela associação titanita+quartzo+calcita.

Tabela 2.9 – Dados analíticos da rocha metassomatizada localizada próxima ao povoado de Pau-de-Birro.

ELEMENTO	AMOSTRA				
	CL-130A(1)	CL-130B(2)	CL-130C(3)	PPB1-24(4)	PPB1-29(5)
SiO_2	49,20	44,30	46,00	59,10	47,20
TiO_2	2,70	3,10	3,40	1,20	3,90
Al_2O_3	16,50	18,0	18,0	14,60	16,10
Fe_2O_3*	13,12	15,49	15,35	11,39	17,33
MnO	0,17	0,18	0,15	0,17	0,20
MgO	4,08	4,20	2,40	3,20	2,50
CaO	4,80	4,80	3,90	3,00	4,80
Na_2O	4,60	1,90	3,20	2,30	2,70
K_2O	1,20	3,60	4,00	2,70	3,00
P_2O_5	0,59	0,77	0,64	0,27	0,55
Total	96,88	96,34	97,04	97,93	98,28
H_2O^+	0,40	0,38	0,40	-	-
PF	3,20	3,80	3,10	-	-
Cr	8	3	-	-	-
Ni	8	5	-	-	-
Co	34	33	-	-	-
V	48	44	32	151	234
Cu	16	25	22	25	25
Pb	1	1	2	8	9
Zn	114	118	94	67	77
Rb	3	69	-	66	65
Ba	450	1.700	-	600	1.310
Sr	1.500	636	-	230	110
Nb	31	45	-	76	76
Zn	94	275	-	650	420
Y	35	25	-	92	92
La	-	76,02	-	-	-
Ce	-	158,50	-	-	-
Nd	-	70,42	-	-	-
Sm	-	12,11	-	-	-
Eu	-	2,91	-	-	-
Gd	-	8,40	-	-	-
Dy	-	7,00	-	-	-
Ho	-	1,40	-	-	-
Er	-	3,57	-	-	-
Yb	-	2,63	-	-	-
Lu	-	0,31	-	-	-

DEINF DIDOTS

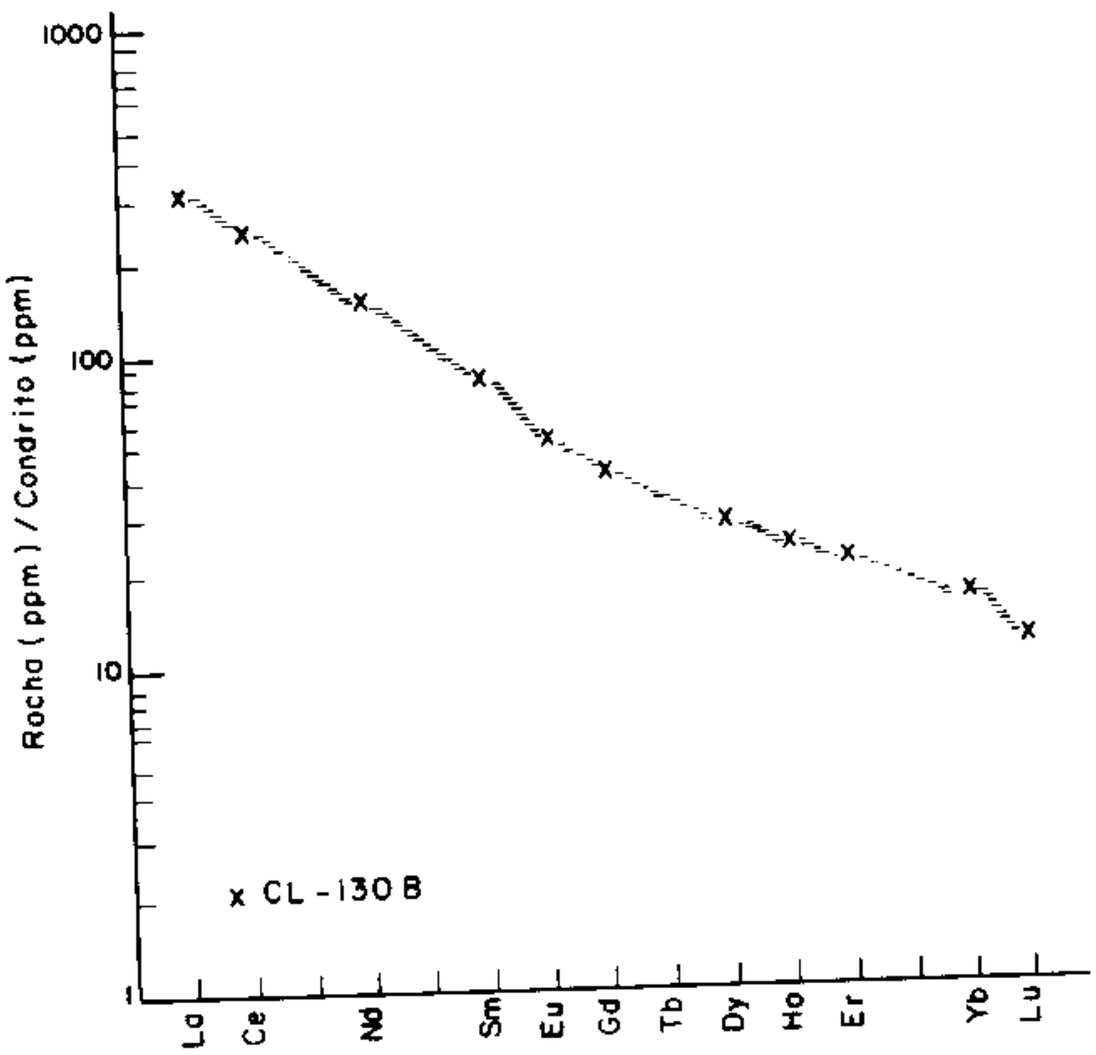


Figura 2.13 – Padrão de distribuição dos ETR normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978) da "rocha metassomatizada de Pau-de-Birro."

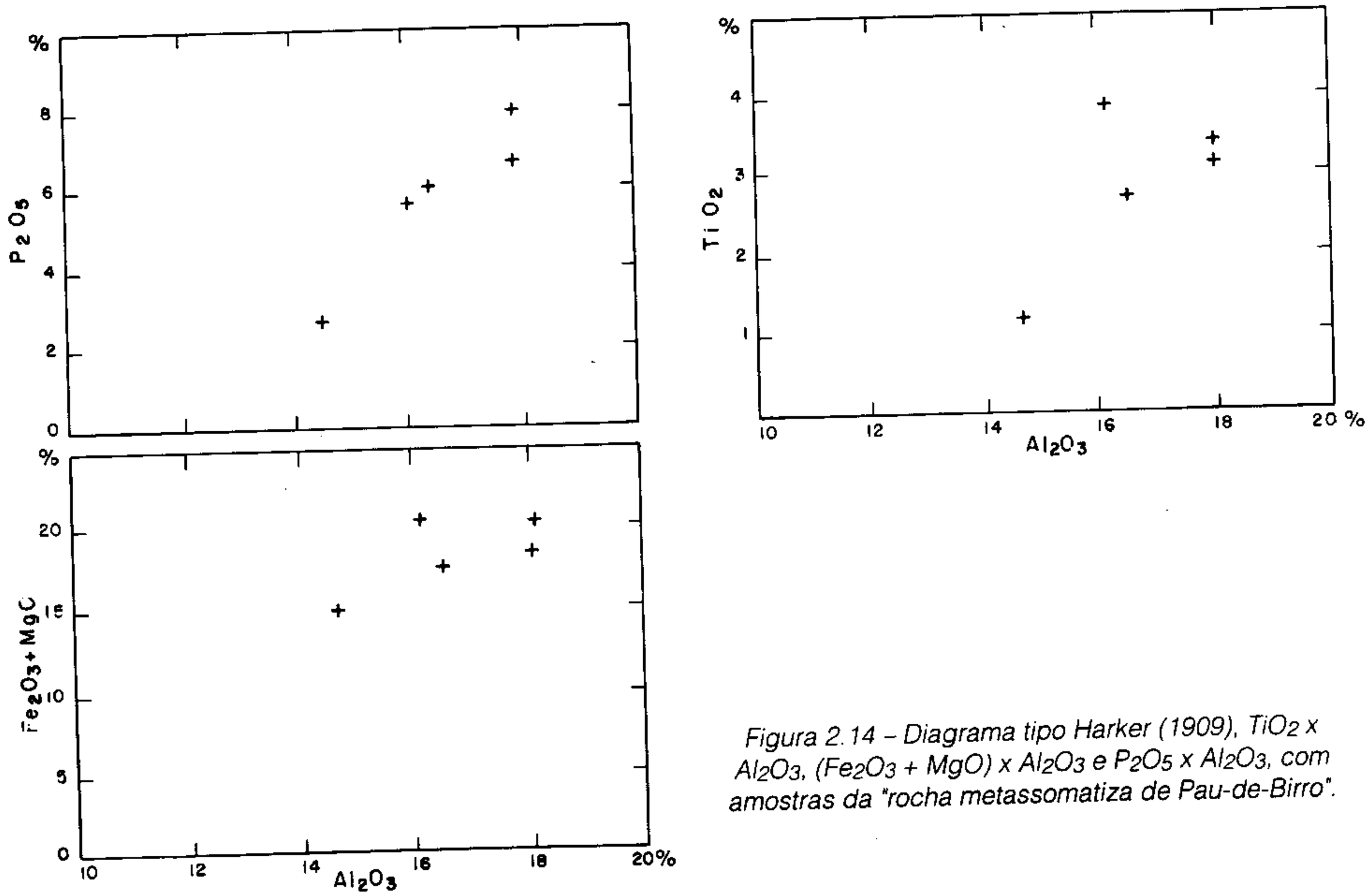


Figura 2.14 – Diagrama tipo Harker (1909), TiO_2 x Al_2O_3, (Fe_2O_3 + MgO) x Al_2O_3 e P_2O_5 x Al_2O_3, com amostras da "rocha metassomatiza de Pau-de-Birro".

A anomalia magnética de Pau-de-Birro apresenta um campo total de 25.700nT e contém cinco dipólos magnéticos, sendo quatro com mínimo magnético ao sul e um com o mínimo ao norte. Levantamento geofísico terrestre mostrou fortes anomalias magnéticas com amplitude de pico a pico de 2.000nT e gravimétrica com resíduo positivo de 6,25mgal (Gomes, 1993). Essas anomalias caracterizam uma rocha ou maciço bem mais denso que a rocha regional (Sd = 0,10g/cm3) e são indicativas de maciço básico-ultrabásico.

A existência de dipólos com mínimos magnéticos ao sul da fronteira de indução, representa posições invertidas em relação aos dipólos associados aos complexos de Campo Alegre de Lourdes e do Peixe. Essas inversões sugerem eventos geológicos de diferentes idades, pois representam magnetização remanescente (remanente), com vetores de magnetização de direções diferentes (Gomes, 1993). Portanto, a natureza do protólito da rocha metassomatizada de Pau-de-Birro pode ser caracterizada como de origem ígnea, conforme atestam os dados geofísicos mencionados em epígrafe, embora os dados geoquímicos deixem margem a dúvida para os litótipos intersectados pelo furo de sondagem executado pela CBPM (Projeto Peixe – Pau-de-Birro, 1988). É possível que este furo tenha intersectado as bordas desse maciço, envolvendo, também, as rochas encaixantes.

2.3.4.2 Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (Unidade 11)

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes está localizado a 12km a noroeste da sede do município e contém uma das maiores reservas mundiais de Fe-Ti-V. O minério ocorre disposto ao longo de uma série de morrotes que constituem um relevo tipo inselberg em meio ao pediplano regional.

Coube a Caldasso et al. (1973) os primeiros registros do depósito de Fe-Ti-V. Tais autores englobaram-no no Pré-Cambriano B e levantaram a hipótese de uma provável origem magmática para o mesmo.

Cassedanne et al. (1976) realizaram estudos de microscopia em amostras do minério e definiram uma associação de ilmenita + hematita, classificando-o como do tipo Allard Lake, ou seja, uma mineralização ferro-titanífera associada a maciço anortosítico.

Trabalhos de prospecção e avaliação econômica dos depósitos foram executados pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral no final da década de 70. Nestes trabalhos (Lima et al., 1977 e Souza & Sampaio, 1979) ficou caracterizado um complexo básico constituído por gabros com anortositos e litótipos ricos em apatita subordinados, intensamente deformados e retrometamorfizados (metabasitos, clorita xistos e tremolita xistos) intrudidos, ainda, por diques de diabásio. Segundo esses autores o complexo tem dimensões aproximadas de 13,6km (N-S) x 7km (E-W) e é intrusivo em gnaisses e gnaisses migmatizados do Grupo Caraíba. As reservas medidas do minério de Fe-Ti-V foram avaliadas em 112 milhões de toneladas com teores médios de 45% Fe, 21% TiO_2 e 0,75% V2O5. Tais reservas foram bloqueadas ao longo de nove morrotes, cuja descrição e quantificação serão abordadas no Capítulo 4 (Geologia Econômica/Metalogenia).

Couto (1989), em estudos desenvolvidos para defesa de tese de mestrado na UnB, caracterizou o Complexo de Campo Alegre de Lourdes como do tipo máfico-ultramáfico, diferenciado e acamadado, e cristalizado a partir de um magma de composição basáltico-toleiítica. Essa autora dividiu as rochas do complexo em três grupos: rochas cumuláticas (piroxenitos, gabro, leucogabro/anortosito, ilmenita magnetitito e cumulato à apatita), diabásios e rochas derivadas da milonitização dos tipos anteriores.

Os litótipos constituintes do complexo e encaixantes do minério afloram em apenas um ponto, no sítio do Lazan. Por essa razão, os contatos foram delimitados por magnetometria a partir dos dados do levantamento aerogeofísico realizado pelo Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (DNPM/CPRM/ PROSPEC, 1978) e pelos trabalhos executados pela CBPM.

A oeste, esse contato ocorre provavelmente com o maciço alcalino metaluminoso denominado de Pedra Comprida. Segundo dados de Lima et al. (1977) e Souza & Sampaio (1979), a leste, o complexo faz contato, intensamente milonitizado, com paragnaisses de granulação fina compostos por andesina (An 30-35%), quartzo, biotita com pleocroísmo marrom-amarelado a marrom-escuro e calcita.

No único afloramento do litótipo encaixante do minério foi observado um xisto básico de cor verde a cinza, granulação média, contendo veio de quartzo paralelo à foliação principal. A xistosidade está crenulada com recristalização de clorita ao longo dos planos de clivagem de crenulação. Ao microscópio,

apresenta, em sua composição mineralógica, plagioclásio fortemente saussuritizado, epídoto, biotita, em parte já alterada para clorita, esfeno e quartzo de aporte.

Segundo dados de Couto (1989) e Couto & Nilson (1992A), foram identificados três tipos de cumulatos a piroxênio:

1) clinopiroxênio de cumulus pseudomorfizado em actinolita e calcita, com megacristais poiquilíticos (intercumulus) de piroxênio metassomatizado ou anfibólio ígneo (pargasita) e de óxidos de Fe-Ti, todos como fase de intercumulus;
2) adcumulato a piroxênio;
3) cumulatos de piroxênio pseudomorfizados em talco (provavelmente um ortopiroxênio original) e em clorita æ biotita a partir de augita. As relações de contato observadas foram do tipo abrupto (fase) com anortosito e tipo gradacional (modal) com ilmenita magnetitito. Os cumulatos a plagioclásio são gabros e anortositos, sendo o plagioclásio o primeiro mineral de cumulus.

Determinações pelo método EDS atestam um plagioclásio rico em cálcio (An = 67). Os processos hidrotermais que acompanharam a tectônica superimposta transformaram o plagioclásio em saussurita e o piroxênio de intercumulus em actinolita æ clorita.

Um outro cumulato a apatita foi identificado por Couto (1989), sendo composto por apatita (40%), piroxênio (30%) e óxidos de Fe-Ti (30%). Composicionalmente, a apatita é do tipo clorapatita (identificação por EDS).

Diques de diabásio cortam todos os litótipos cumuláticos do complexo. São constituídos por fenocristais de clinopiroxênio æ magnetita æ glomeropórfiros de plagioclásio em matriz composta por ripas de plagioclásio, anfibólio, epídoto e óxidos de Fe-Ti.

O minério de Fe-Ti (V) é constituído por ilmenita e magnetita (Couto, 1989; Couto & Nilson, 1992B) e por seus produtos de alteração intempérica que são a hematita, martita, goethita, leucoxênio e esfeno (Souza & Sampaio, 1979). Esses óxidos estão associados a pseudomorfos de plagioclásio e piroxênio, definindo um acamadamento rítmico centimétrico com bandas ricas em plagioclásio e bandas ricas em ilmenita e magnetita, segundo contatos gradacionais com as rochas hospedeiras. O acamadamento rítmico no minério foi também identificado com espessura métrica, definido pela variação rítmica de elementos maiores e das percentagens modais de magnetita e silicatos, ao longo do furo de sondagem (Couto, 1989). Os contatos entre os cristais de cumulus (ilmenita e magnetita) são mutuamente interferentes, evidenciando crescimento adcumulus, sendo que, localmente, a ilmenita engloba a magnetita. As características de deformação e metamorfismo no minério são indicadas pela migração e recristalização das lamelas de ilmenita em direção às fraturas e às bordas dos cristais de magnetita.

De acordo com os estudos mineraloquímicos e petroquímicos de Couto (1989), o fracionamento do plagioclásio e do clinopiroxênio ocorre a partir de um magma toleítico original, conforme atestam o padrão de distribuição dos ETR quando normalizados em relação aos condritos (figura 2.15A) e a plotagem dos dados no diagrama $(FeO+MgO)/Al_2O_3$ x SiO_2/Al_2O_3 (Pearce, 1970) (figura 2.15B). A composição química dos relictos de piroxênio sugere que estes pertencem ao campo dos basaltos toleíticos intraplaca (figura 2.16) As razões de Al^{VI}/Al^{IV}, situadas entre 0,01 e 0,31, são características de intrusões acamadadas rasas.

Em relação ao minério de Fe-Ti-(V), os estudos mineraloquímicos indicam que a magnetita constitui uma solução sólida, homogênea, de magnetita-ulvoespinélio, enquanto que a ilmenita é uma solução sólida de ilmenita-hematita. Os teores de V_2O_3 (análises por EDS) na magnetita variam entre 0,83 e 1,36% enquanto que na ilmenita estes variam de 0,40 a 0,73%. Foi observado, também, uma diminuição da razão $FeO/(FeO+Fe_2O_3)$ e da percentagem de magnetita em direção ao topo, enquanto que a percentagem de silicatos aumenta, definindo um acamadamento rítmico da ordem de vinte metros. Tais características evidenciam, também, um processo de cristalização fracionada. Em adição, foi constatado o comportamento oposto dos óxidos de P_2O_5 e SiO_2 no minério ao longo dos furos de sondagem, sugerindo imiscibilidade entre um líquido rico em sílica e outro rico em fósforo e óxidos de Fe-Ti (Couto, 1989).

A paragênese mineralógica dos litótipos constituintes do complexo, composta por plagioclásio saussuritizado, por piroxênios transformados em talco, actinolita e clorita ± biotita, e por agregados de epídoto, albita, quartzo e calcita, evidencia um metamorfismo retrógrado à fácies xisto-verde, zonas da biotita e da clorita (temperaturas próximas a 400°C). Estudos mineraloquímicos em anfibólios, realizados por Couto (1989), confirmam que os prismas de actinolita, através das razões Al^{VI}/Al^{IV}, Ti/Al^{IV} e K/Al^{IV}, plotam no campo da zona da biotita (figura 2.17), quando com-

A

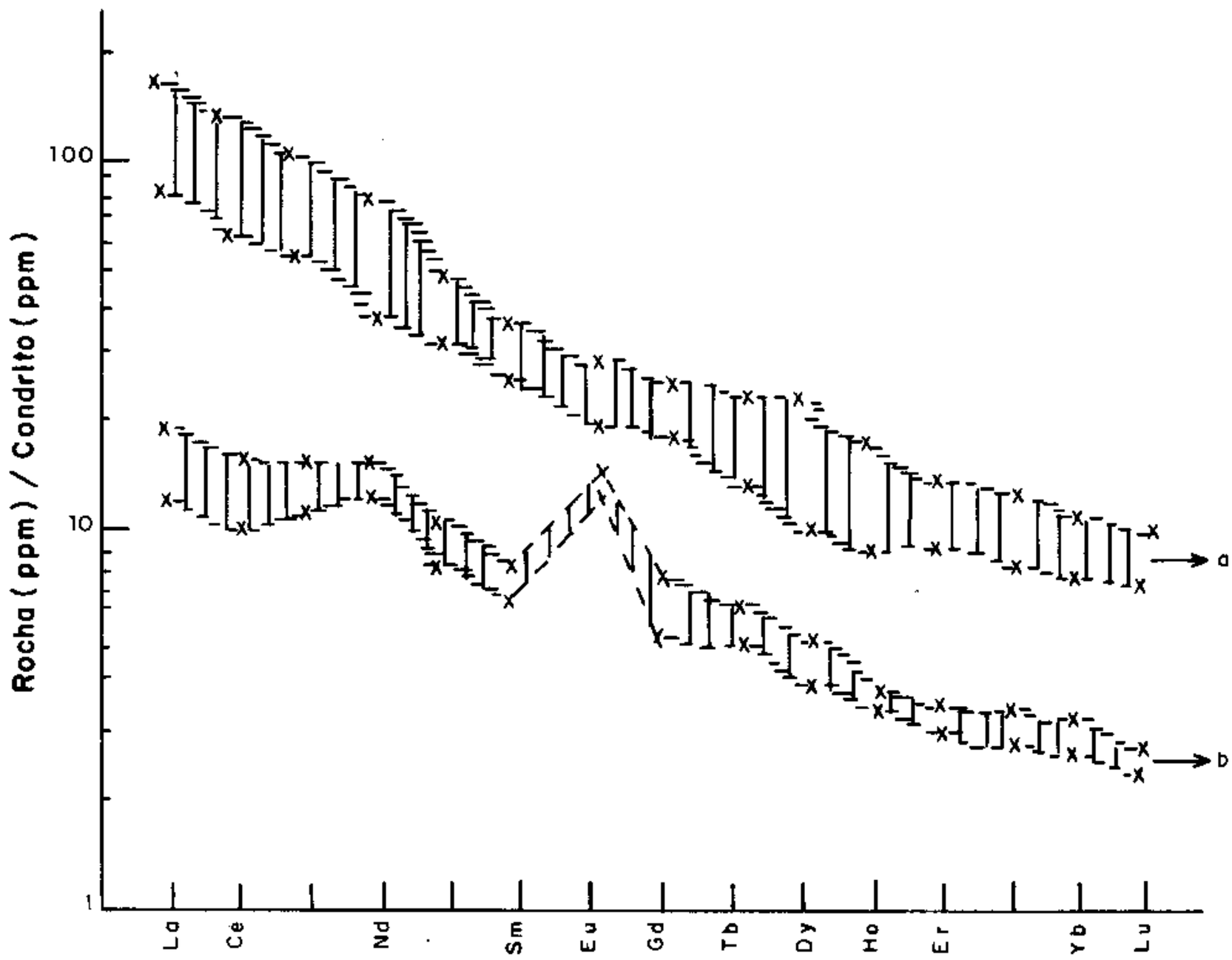


Figura 2.15A – Padrão de terras-raras, normalizadas segundo o condrito (Masuda, 1973), para as rochas do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes: a) piroxenitos e diabásios; b) gabros e anortositos (segundo Couto, 1989).

B

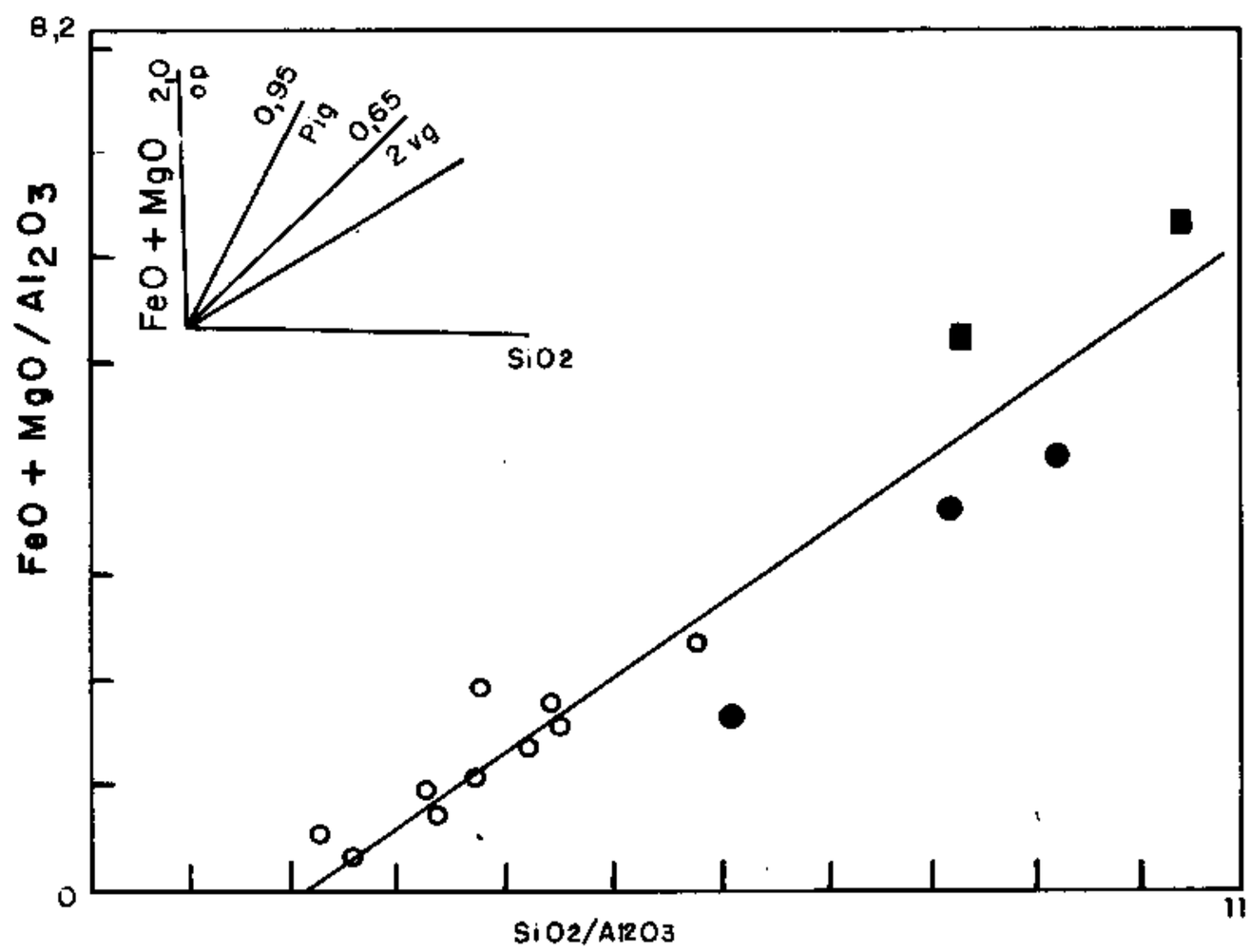


Figura 2.15B – Diagrama de (FeO+MgO) / Al_2O_3 contra SiO_2 / Al_2O_3 de Pearce (1970) para as rochas do mesmo complexo, evidenciando fracionamento de augita (segundo Couto, 1989).

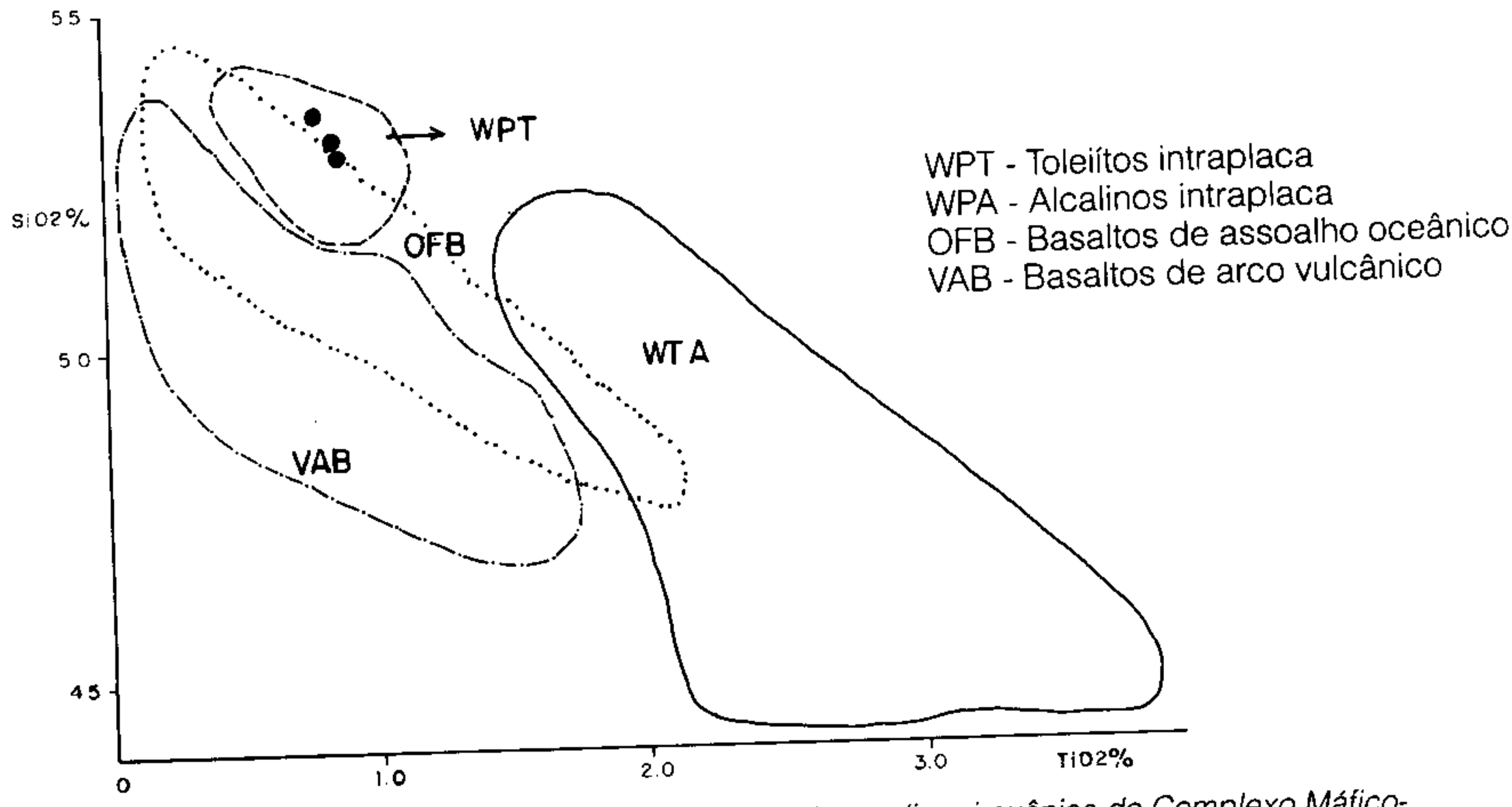


Figura 2.16 – Diagrama de Nisbet & Pearce (1978) onde os clinopiroxênios do Complexo Máfico-Ultramáfico plotam no campo dos toleiítos intraplaca (Couto, 1989).

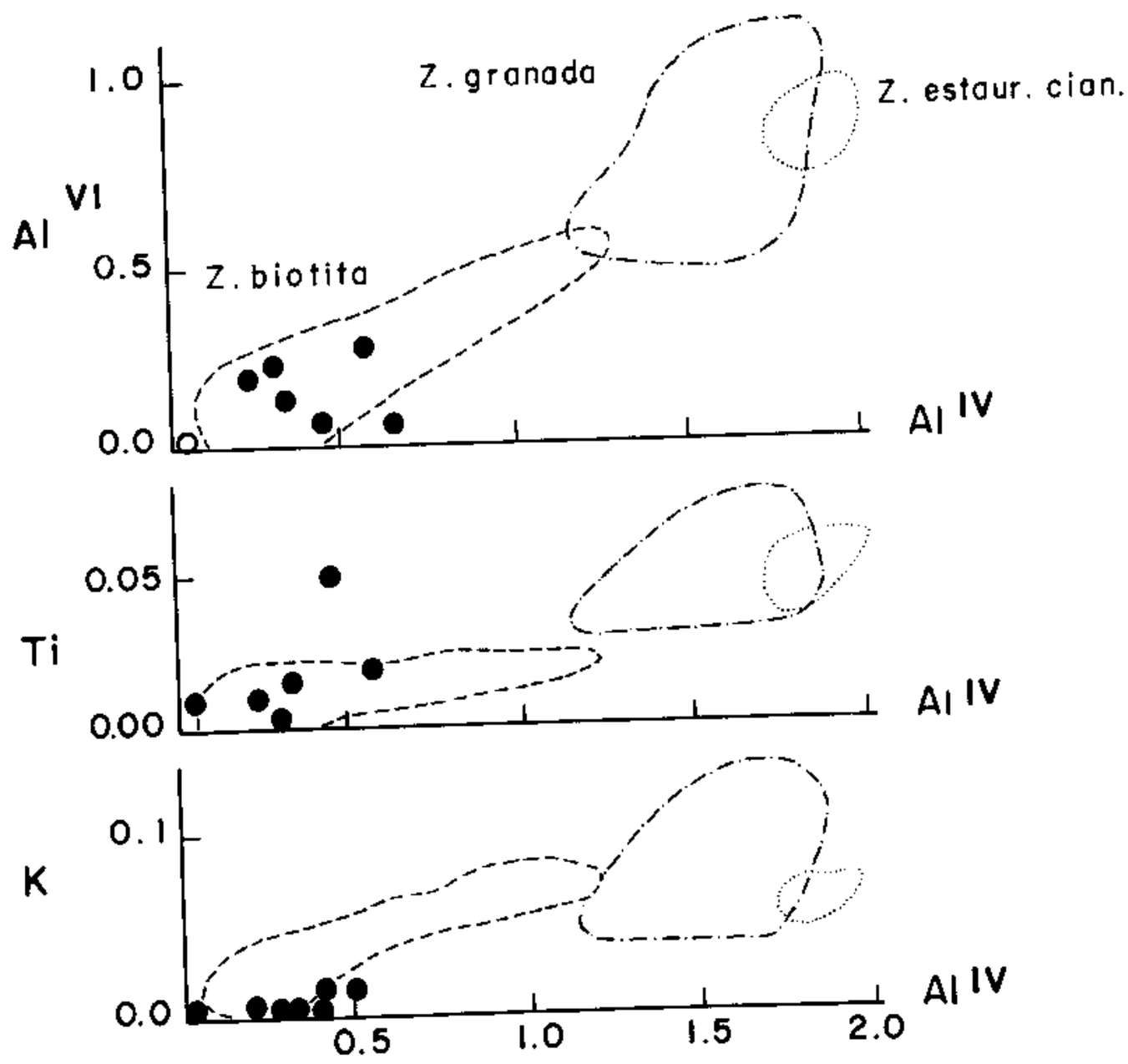


Figura 2.17 – Diagrama de Al^{VI}, Ti e K contra Al^{IV} (Laird & Albee, 1981); os anfibólios do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes plotam no campo de anfibólios da zona da biotita(Couto, 1989).

parados com a variação composicional dos anfibólios cálcicos durante o metamorfismo Barroviano nas metabásicas de Veermont (Laird & Albee, 1981).

Segundo a interpretação de Gomes (1993), o complexo tem correspondência com uma unidade magnética caracterizada por forte a moderada magnetização, direção geral norte-sul, apresentando quatro dipólos com mínimos magnéticos ao norte e máximos ao sul da fronteira de indução, segundo um campo total de 25.700nT. Essa mesma disposição é observada nos dipólos correspondentes ao Complexo Máfico do Peixe e ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (Gomes, 1993). Em relação aos níveis radiométricos, o complexo apresenta fraca a moderada radiação (200 a 400cps) (Gomes, 1993).

Embora não se disponha de dados geocronológicos para as rochas do complexo, os dados geofísicos indicam a mesma orientação dos dipólos magnéticos para esse complexo e para o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias. Esses dados sugerem um mesmo período de magnetização remanescente (remanente), oriundo do Paleoproterozóico.

2.3.4.3 Complexo Máfico do Peixe (Unidade 10)

Leite & Silva (no prelo), a partir de dados obtidos com um furo de sondagem exploratório, executado pela CBPM a nordeste do povoado do Peixe, em programa de exploração regional, definiram o Complexo Máfico do Peixe mineralizado em Fe-Ti-(V) (figura 2.18), cujos dados foram inicialmente publicados por Leite *et al.* em 1993. Face à extensa cobertura cenozóica composta por sedimentos eluviais/coluviais, a delimitação desse complexo é feita a partir da expressiva anomalia aeromagnética a ele associada (ver anexo I – Mapa Geológico), cuja intensidade é semelhante à do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes, e através dos dados obtidos com o follow-up de magnetometria executado pela CBPM (projetos Remanso I e II, 1987 e 1988). Essa anomalia aeromagnética apresenta direção NE-SW, estendendo-se pelo estado do Piauí, segundo dimensões aproximadas de 12km x 4,5km, estando localizada a NNE do povoado do Peixe.

O furo de sondagem exploratório executado pela CBPM (Projeto Peixe – Pau-de-Birro, 1988) atingiu extensão de 362m e interceptou litótipos que variam de metagabro grosso, metamagnetita-gabro de grão médio, metagabro fino, metapiroxenito, ilmenita magnetitito, leucogabro grosso, tremolitito, gabronorito fino e magnetita gabronorito grosso, bem como variedades miloníticas e cataclásticas destes litótipos (tabela 2.10).

Os litótipos acima apresentam, invariavelmente texturas cumuláticas, por vezes acamadada, segundo contatos de fase (abrupto) e contatos modais (gradacional). O principal mineral de *cumulus* é o plagioclásio, em grande parte saussuritizado, com relictos exibindo composição de andesina (An ≅ 42). O piroxênio ocorre tanto como fase de *cumulus* como de *intercumulus* e está em grande parte uralitizado ou totalmente tremolitizado, guardando tão somente o contorno granular primitivo. Relictos de clinopiroxênio são identificados, oticamente, como sendo de titanoaugita, enquanto que os ortopiroxênios são de hiperstênio. A apatita representa uma outra fase de *cumulus* e está inclusa na massa de magnetita ou nos cristais de plagioclásio.

A magnetita e a ilmenita preenchem de forma irregular os espaços intergranulares do plagioclásio e piroxênio, sendo tipicamente de *intercumulus* nos litótipos gabróicos e gabro-noríticos. Nas camadas de ilmenita magnetitito ocorrem como fases de *cumulus* segundo cristais poligonais em mosaico entre si, sendo que os de magnetita apresentam exsolução de lamelas de ilmenita e estão levemente martitizados.

Os minerais acessórios são constituídos por hornblenda, formando bordas quelifíticas entre o clinopiroxênio e o plagioclásio; biotita vermelha, tremolita-actinolita, clorita e titanita substituindo a titanoaugita ou ao longo de microfraturas nesta; talco substituindo ao hiperstênio; epídoto e albita ao plagioclásio; calcita formando vênulas; e a pirita, pirrotita ou calcopirita, como grãos tardios ao mosaico de magnetita + ilmenita no minério de Fe-Ti-(V).

Rochas miloníticas derivadas dos litótipos constituintes do complexo são classificadas em milonito-xistos de magnetita tremolitito e de magnetita gabro, magnetita-tremolita-clorita xisto, epídoto-albita-actinolita-clorita xisto e brecha de metagabro fino (tabela 2.10). Os fenoclastos são de tremolita ou augita titanífera, orientados, retorcidos e estirados segundo o fluxo milonítico. A matriz é formada por finos grãos, produtos da saussuritização e uralitização das fases primárias de *cumulus*, estando ainda seccionada por vênulas e bolsões de calcita + albita, ou de sulfetos.

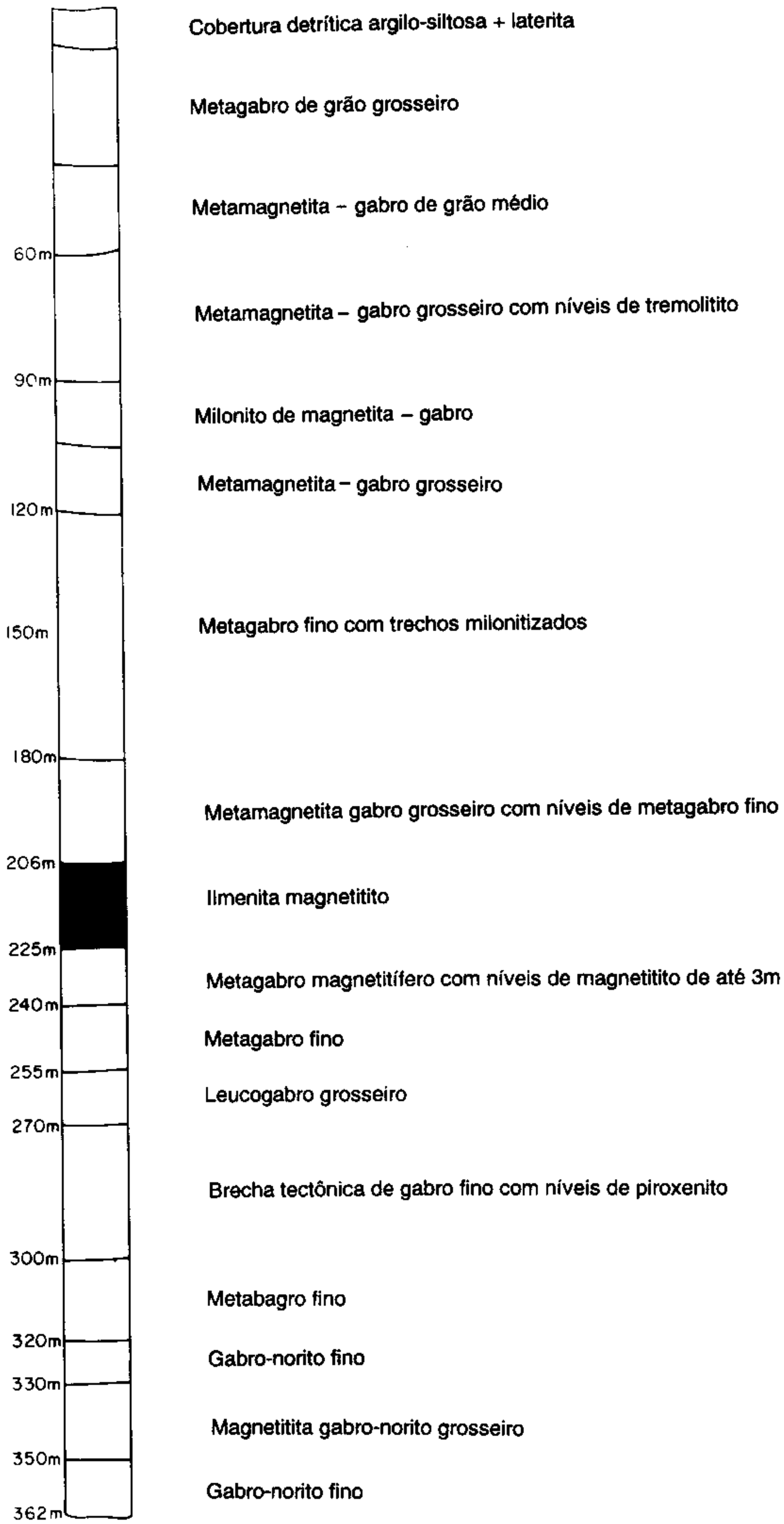


Figura 2.18 – Log do perfil de sondagem executado no Complexo Máfico do Peixe.

Tabela 2.10 – Composição modal dos litótipos do Complexo Máfico do Peixe.

Classificação	Plagioclásio Saussuritizado	Piroxênio Uralitizado	Opacos	Tremolita+Clorita±Biotita	Albita+Epídoto	Apatita	Calcita
Metamagnetita Gabro (Grosso)	40-58	27-40	05-27	-	-	TR-01	-
Metagabro Fino	43-60	38-55	02-05	-	-	TR-02	TR
Metamagnetita Gabro (Fino)	48	45	05	02	-	TR	-
Metamicrogabro	48	47	05	-	-	TR	-
Brecha de Metagabro Fino	45	41	04	01	-	TR	08
Magnetita Leucogabro Fino	49	-	15	15	20	01	-
Milonito-Xisto de Magnetita Gabro	09	-	50	40	-	01	-
Epídoto-Albita-Actinolita-Clorita Xisto	-	-	02	67	30	-	01
Protomilonito de Gabro Fino	53	42	05	-	-	TR	-

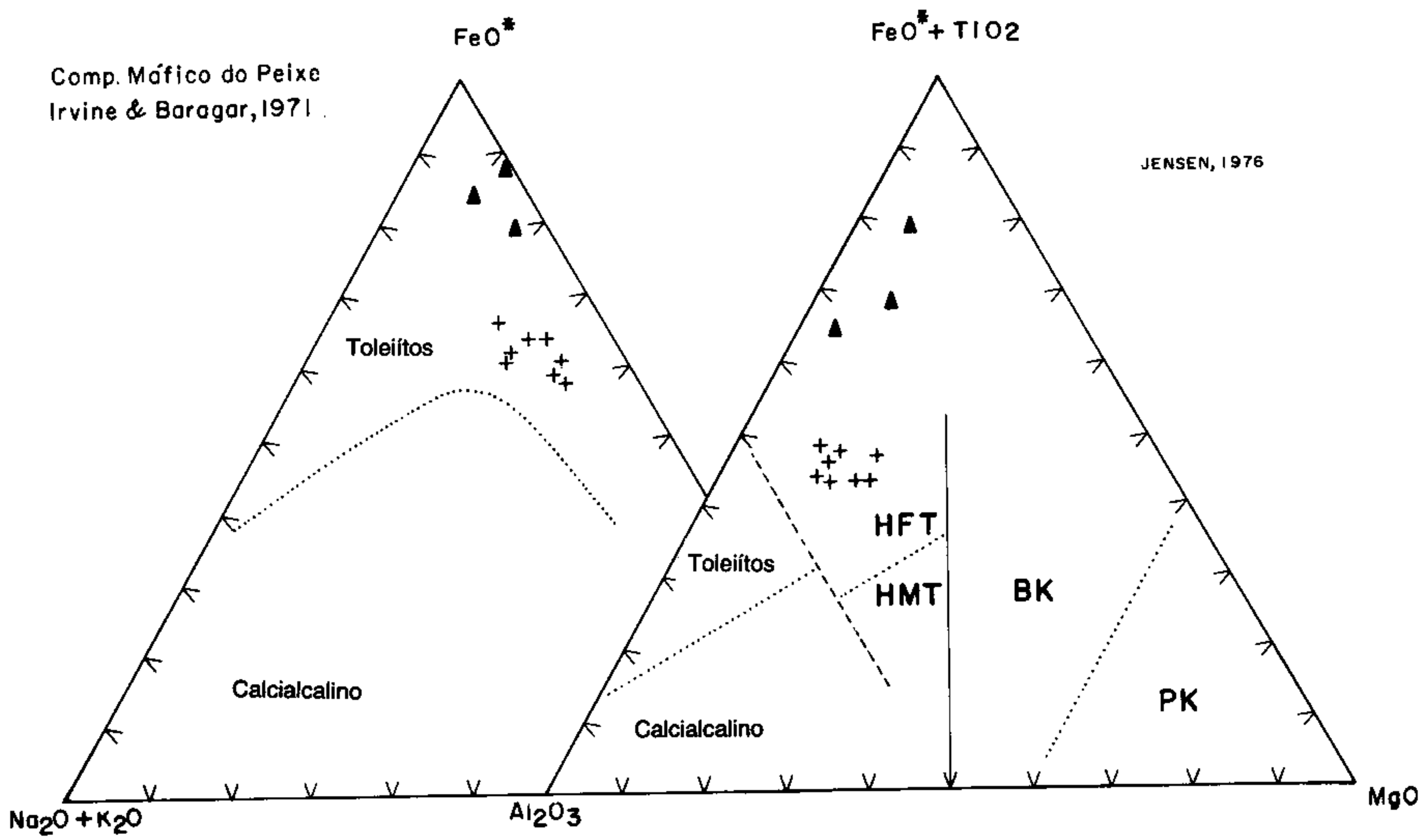
Classificação	Mineralogia									
	Fenoclastos		Matriz							
	Tremolita	Augita Titanífera	Clorita	Opacos	Epídoto + Titanita	Epídoto + Albita + Clorita	Tremolita + Clorita	Epídoto	Calcita	Apatita
Milonito-Xisto de Magnetita Tremolitito	40	-	35	15	TR	-	-	5	5	-
Milonito-Xisto de Magnetita Gabro	20	-	-	35	-	45	-	-	-	-
Milonito-Tremolita-Clorita Xisto	10	-	-	45	-	-	35	-	5	TR

Foram selecionadas 11 amostras representando várias profundidades ao longo dos testemunhos de sondagem para consecução de análises químicas (tabela 2.11). Três amostras são de cumulatos ricos em magnetita e ilmenita, sendo dois de granulação grossa e um de granulação fina. As 8 amostras restantes foram classificadas como gabro fino, microgabro e gabro-norito fino, que exibem texturas de *cumulus*.

Excetuando as amostras ricas em Fe e Ti, todas as demais apresentam teores de SiO_2 semelhantes entre si, teores normais de MgO para rochas máficas e teores elevados de Na_2O (até 3,6%), Fe_2O_3 e CaO. No diagrama AFM (figura 2.19) as amostras de granulação fina definem uma afinidade toleiítica.

Em diagramas binários, tipo Harker (1909), onde são plotados vários elementos contra MgO (figura 2.20), ficam definidos os dois agrupamentos distintos com teores de MgO respectivos de 5 e 7%, com *trends* em direção ao cumulato CL-72 e ao cumulato CL-72E. Nesses *trends* as amostras que representam o "líquido" menos diferenciado são a CL-72L e a CL-72J, com teor de MgO maior para a primeira.

Os elementos menores estão presentes com teores característicos de rochas de afinidade toleiítica, não adicionando qualquer informação ao que foi evidenciado pelos elementos maiores. Apenas o V exibe teores anômalos, em função da presença de magnetita rica nesse elemento.



PK - Peridotitos Komatiíticos
BK - Bosaltos Komatiíticos
HFT - Toleiítos ricos em ferro; HMT - Toleiítos ricos em magnésio.

Figura 2.19 A – Diagrama A-F-M; B - Diagrama Al_2O_3 - FeO^*+TiO_2 - MgO. Complexo Máfico do Peixe (Teixeira, 1994).

Tabela 2.11 – Dados analíticos do Complexo Máfico do Peixe.

ELEMENTO	AMOSTRA										
	CL-72(1)	CL-72B(2)	CL-72E(3)	CL-72A(4)	CL-72C(5)	CL-72F(6)	CL-72G(7)	CL-72H(8)	CL-72I(9)	CL-72J(10)	CL-72L(11)
SiO_2	27,50	34,80	34,50	46,20	47,10	45,80	46,10	46,30	46,90	48,40	48,40
TiO_2	11,30	8,20	4,30	2,70	3,10	2,70	2,80	3,10	2,70	2,90	2,30
Al_2O_3	9,40	12,30	15,20	14,20	16,50	15,40	13,30	14,60	14,90	15,90	13,90
$Fe_2O_3^*$	37,94	29,72	28,16	13,72	14,30	15,97	15,34	14,34	14,22	13,94	13,87
MnO	0,25	0,21	0,21	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18	0,21
MgO	4,70	5,60	2,90	6,80	5,30	4,60	7,30	5,40	5,20	5,70	7,30
CaO	7,00	7,00	8,60	10,20	7,90	9,20	9,50	10,50	9,00	9,10	10,20
Na_2O	1,40	2,00	2,80	2,70	3,50	3,30	2,50	2,50	3,60	2,10	2,30
K_2O	0,36	0,48	0,20	0,06	0,16	0,26	0,13	0,29	0,17	0,26	0,41
P_2O_5	0,17	0,45	1,40	0,30	0,20	0,35	0,28	0,28	0,40	0,26	0,25
Total	100,02	100,76	98,27	97,03	98,21	97,75	97,43	97,51	97,28	98,74	99,14
H_2O^+	0,33	0,23	0,11	0,33	0,27	0,24	0,18	0,14	0,29	0,16	0,17
PF	1,30	0,49	1,44	2,90	2,00	1,76	2,17	2,35	2,46	0,86	0,42
Cr	3	34	24	80	104	135	417	348	180	183	201
Ni	1	17	26	28	30	56	155	143	84	82	84
Co	85	60	-	32	30	-	-	-	-	-	-
V	3	1.000	260	520	104	280	400	420	380	420	320
Cu	52	48	10	12	3	7	6	6	16	6	18
Pb	2	1	67	1	1	58	60	65	60	62	74
Zn	118	50	240	63	55	150	138	108	123	144	135
Rb	3	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-
Ba	90	200	-	-	200	-	-	-	-	-	-
Sr	171	232	-	423	400	-	-	-	-	-	-
Nb	3,0	3,0	-	3,0	3,0	-	-	-	-	-	-
Zr	39	49	-	78	10	-	-	-	-	-	-
Y	5	5	-	35	5	-	-	-	-	-	-
La	-	-	15,85	21,16	-	15,73	14,62	8,46	13,86	18,53	18,53
Ce	-	-	45,63	53,72	-	38,70	37,01	19,49	35,37	44,61	44,61
Nd	-	-	36,85	31,31	-	23,12	23,74	11,28	22,68	26,57	26,57
Sm	-	-	7,24	7,08	-	4,53	4,95	2,46	4,68	5,42	5,42
Eu	-	-	2,24	2,12	-	1,93	1,49	1,04	1,71	1,71	1,71
Gd	-	-	6,77	5,61	-	3,66	4,17	2,02	4,23	4,66	4,66
Dy	-	-	4,51	4,84	-	2,53	3,69	1,51	3,44	4,43	4,43
Ho	-	-	0,79	0,87	-	0,45	0,68	0,28	0,63	0,03	0,83
Er	-	-	1,59	1,88	-	0,94	1,55	0,61	1,40	1,96	1,96
Yb	-	-	0,69	1,22	-	0,55	0,97	0,36	0,88	1,32	1,32
Lu	-	-	0,08	0,14	-	0,06	0,11	0,05	0,11	0,15	0,15

Obs.: Amostras 1 a 3 - Cumulatos Fe-Ti; 4 a 11 - Gabro fino.

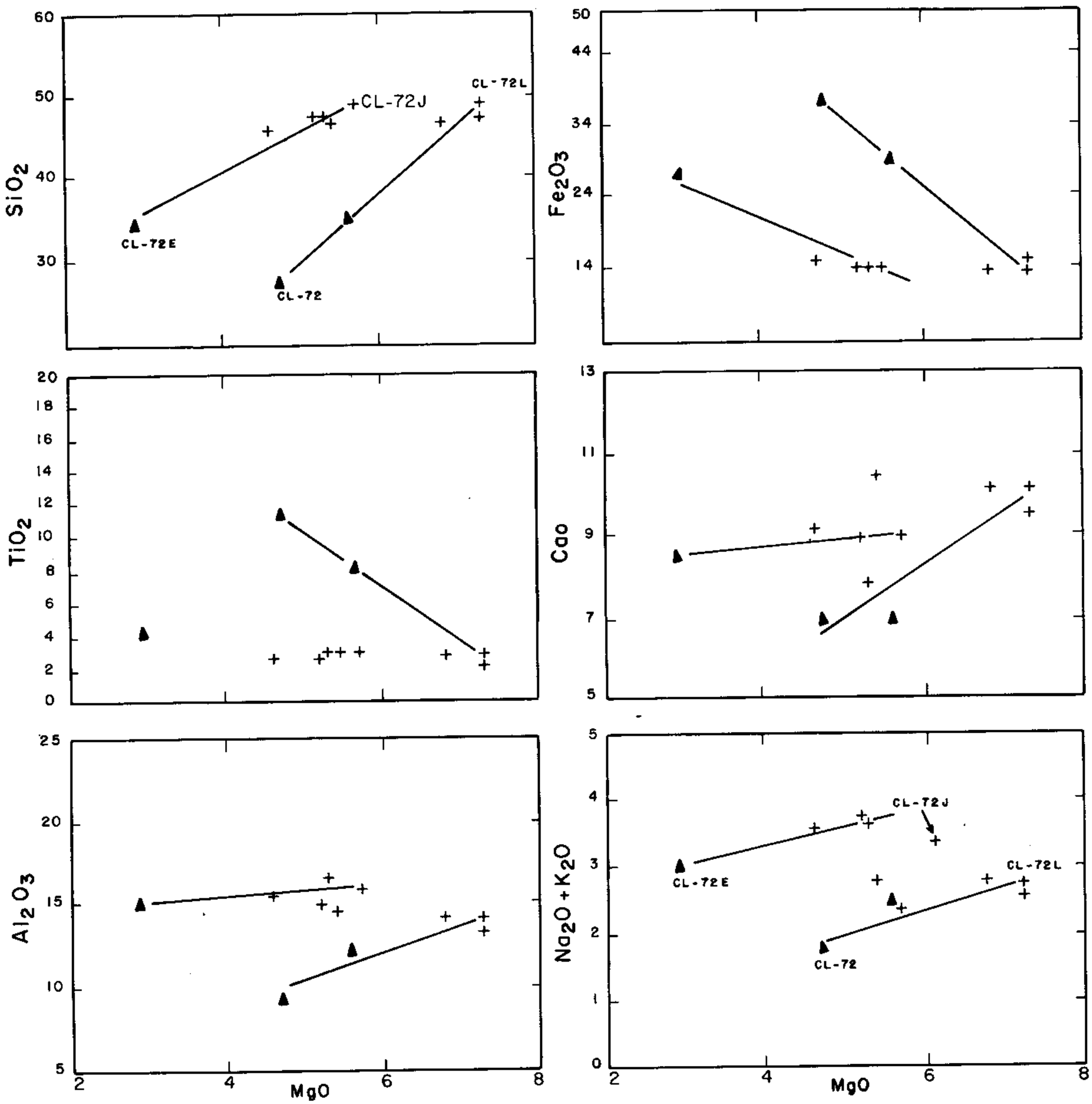


Figura 2.20 – Diagramas de variação para amostras do Complexo Máfico do Peixe (Teixeira, 1994).

Nos dois grupos de amostras citados, os padrões de distribuição dos elementos de terras-raras (ETR), normalizados em relação aos condritos, mostram-se, também, distintos (figura 2.21). No conjunto mais magnesiano há um enriquecimento de ETRL, ausência de anomalia de Eu e notável empobrecimento de ETRP. O outro grupo é ainda mais empobrecido em ETRP e apresenta uma pequena, mas persistente, anomalia positiva de Eu, sugerindo uma maior presença de plagioclásio nestas amostras. A amostra rica em Fe-Ti, CL-72E, é também a mais enriquecida em Eu, Sm e Gd, efeito este devido a aglomerados de apatita que emprestam à amostra teor de 1,40% P_2O_5. Esses padrões de distribuição dos ETR são sugestivos de uma magmatogênese a partir da fusão de uma fonte mantélica, onde a granada foi um importante componente residual. O expressivo enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP sugere ainda uma fonte mantélica anômala. É possível que os dois padrões de distribuição de ETR representem evolução por fracionamento magmático, sendo o padrão mais retilíneo, com maior conteúdo de magnésio, o tipo menos evoluído, e o padrão enriquecido em Eu e menos magnesiano, o tipo mais fracionado ou mais evoluído.

Apesar de não terem sido executadas dosagens mineraloquímicas por microssonda eletrônica, os estudos petrográficos indicam uma paragênese metamórfica/hidrotermal semelhante ao do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes. Essa característica evidencia um metamorfismo da fácies xisto-verde, zonas da biotita e da clorita (temperaturas próximas a 400°C).

A interpretação dos dados reprocessados do levantamento aerogeofísico executado pelo Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (DNPM/CPRM/PROSPEC, 1978) mostra que o Complexo Máfico do Peixe tem correspondência, em parte, com a unidade magnética caracterizada por três dipólos com mínimos magnéticos ao norte ou nordeste e máximos ao sul ou sudoeste (Gomes, 1993). A execução de um perfil terrestre regional com direção geral N-S, passando pela anomalia aeromagnética do Peixe, entre as localidades de Tamboril e Fidalgo (figura 2.22), trouxe novas informações a respeito dessa anomalia. Entre essas localidades foram constatadas fortes anomalias magnética e gravimétrica e baixo nível de radiação. As anomalias magnéticas apresentam amplitudes de pico a pico variando de 200 a 1.000nT, bem como um résíduo gravimétrico positivo de 18mgal e com diferença de densidade variando de 0,10 a 0,11g/cm^3.

Da mesma forma que se utilizou da orientação dos dipólos magnéticos relativos aos complexos máfico-ultramáfico e carbonatítico para, especulativamente, correlacioná-los temporalmente ao Paleoproterozóico, essa tentativa é aqui feita com o Complexo Máfico do Peixe. Dos três dipólos magnéticos que representam esse complexo, dois têm direção NE-SW e um N-S. Essas direções são discordantes do dipólo magnético que representa o complexo carbonatítico e que tem direção NW-SE. É provável que tenha ocorrido mais de um episódio de colocação e cristalização de magmas de afinidade toleítica.

2.3.4.4 Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (Unidade 9)

O Complexo Angico dos Dias representa a primeira associação carbonatítica com idade radiogênica proterozóica descoberta no âmbito do Cráton do São Francisco (Silva *et al.*, 1987). Situa-se no povoado homônimo, município de Campo Alegre de Lourdes, bem próximo à divisa com o estado do Piauí (figura 2.12).

Mineralizações de vermiculita associadas a esse complexo são conhecidas há mais de duas décadas, tendo sido registradas no Mapa Metalogenético do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000 (Sá, 1983).

Essas mineralizações foram objeto de pesquisa, tendo sido lavradas, de modo rudimentar, por companhias privadas, sendo consideradas, porém, antieconômicas. Caldasso *et al.* (1973) registraram, também, a ocorrência da vermiculita, sem conseguir identificar a natureza da rocha hospedeira. Descreveram, ainda, a existência, no topo de uma pequena elevação, de crostas manganesíferas e lateríticas, mas não mencionaram a presença de apatita nas mesmas. Em 1984, a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) iniciou um programa de prospecção preliminar na região, que resultou na definição de importante faixa portadora das concentrações de fosfato residual e na localização de dois afloramentos de carbonatito (Silva *et al.*, 1988). Desde então, até o início da década de 90, a CBMM desenvolveu trabalhos de avaliação econômica do jazimento de rocha fosfática.

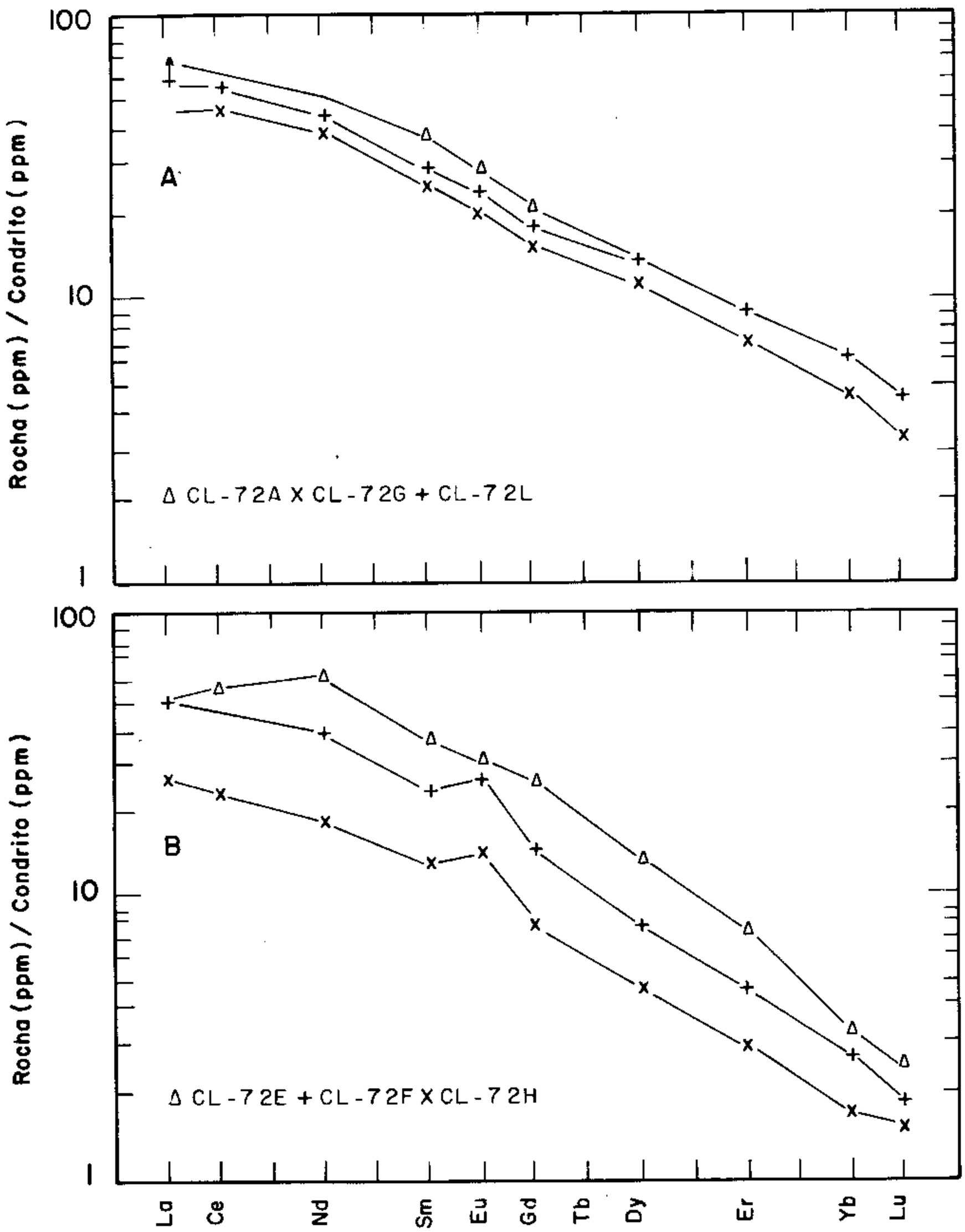


Figura 2.21 – Padrão de distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Masuda, 1973), para amostras do Complexo Máfico do Peixe: A-Mg ≅ 7%; B-Mg ≅ 5%.

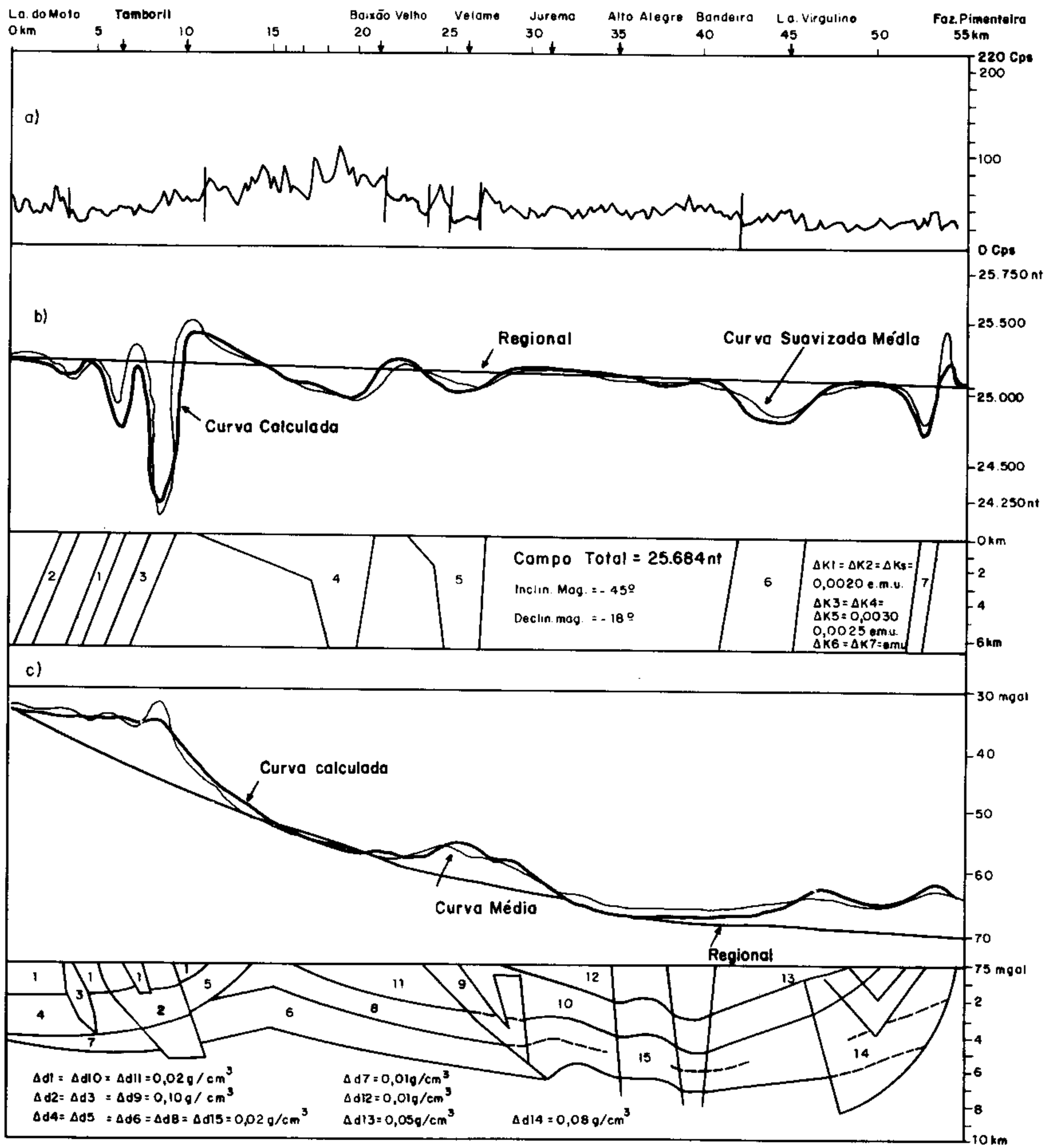


Figura 2.22 – Perfis cintilométrico (a), magnetométrico (b) e gravimétrico (c) Lagoa do Mato / Faz. Pimenteira (Gomes, 1994).

O complexo apresenta dimensões de 2,25km x 1,25km e aflora no sopé de um escarpamento encurvado, modelado por arenitos e conglomerados do Grupo Serra Grande (Bacia do Parnaíba), a WNW, e por rochas do embasamento gnáissico-migmatítico a ENE (figura 2.23). Tais relações de contato são difíceis de serem observadas face a cobertura cenozóica.

Os litótipos constituintes do complexo foram definidos por Silva *et al.* (1988) como piroxenitos, dioritos alcalinos, sienitos (albititos, alcalifeldspato sienitos e quartzo sienitos), carbonatitos (olivina-apatita sovito, biotita-apatita sovito e magnetita-olivina-apatita sovito), lamprófiros e crostas fosfáticas residuais. Estas crostas são resultantes de enriquecimento supergênico e serão melhor abordadas no capítulo sobre Geologia/Metalogenia Econômica.

Em nível de superfície foram observados afloramentos de carbonatito, quartzo sienito com xenólitos de piroxenito, leucogabro (diorito alcalino?) e crosta fosfática. As descrições petrográficas e macroscópicas dos litótipos não residuais são aqui extraídas a partir dos trabalhos de Silva *et al.* (1987) e Silva *et al.* (1988).

Os piroxenitos (diopsiditos) apresentam granulação média a grossa e textura granular hipidiomórfica. A composição mineralógica essencial é de diopsídio, barkevikita (anfibólio sódico) e biotita. Os acessórios incluem tremolita, feldspato potássico, epídoto e carbonato.

Os dioritos alcalinos apresentam-se bandados e foliados. O bandamento é caracterizado por cristais grossos de *cumulus* de plagioclásio exibindo variadas granulometrias, com interstícios preenchidos por cristais irregulares de piroxênio e magnetita. Tanto o plagioclásio como o piroxênio estão inteiramente alterados, o primeiro em saussurita e o segundo em tremolita.

Os sienitos formam exposições com uma ou duas dezenas de metros de largura, com direção N30°E ou ainda massas tabulares/lenticulares estreitas e alojadas no embasamento. Por vezes apresentam xenólitos de piroxenito, evidenciando cristalização por processos seqüenciais de intrusões múltiplas. O contato com o carbonatito se faz através de uma zona de biotitização ou por uma zona de rocha mista, ora predominando carbonato, ora feldspato.

Três tipos petrográficos característicos foram descritos no âmbito dos sienitos: albititos, alcalifeldspato sienitos e quartzo sienitos. Todos eles têm em comum a presença de um feldspato potássico com Ba.

Os albititos são constituídos essencialmente por albita e os acessórios são a biotita, clinopiroxênio, apatita, zircão, calcita, feldspato potássico com Ba, titanita, monazita (inclusa na apatita), ilmenita com auréola de titanita, thorita (nas bordas da apatita e inclusa em carbonato e biotita), allanita, baddeleyíta, pirita e galena. Os alcalifeldspato sienitos são constituídos essencialmente por feldspato potássico com Ba, diopsídio, esfênio e apatita e os acessórios são de albita, tremolita-actinolita, ilmenita e carbonato. O quartzo sienito aparece no contato com os gnaisses graníticos, mostra-se fortemente tectonizado e é constituído essencialmente por albita, quartzo e biotita castanha.

O carbonatito é verificado de modo indireto, a partir de seu produto de enriquecimento supergênico (crosta fosfática) ou em dois pequenos afloramentos. O carbonatito posiciona-se no interior do sienito, no contato sienito – embasamento e, raramente, no embasamento (Silva *et al.*, 1988).

Mesoscopicamente o carbonatito apresenta-se de granulação grossa, coloração cinza-claro e é constituído por cristais centimétricos de calcita e por grânulos ovóides de apatita verde-clara, biotita, magnetita e pseudomorfos serpentinizados de olivina. Em um dos afloramentos observam-se níveis compostos por apatita ou por magnetita+olivina, sugerindo um acamadamento cumulático.

Os estudos petrográficos da CBMM (Silva *et al.*, 1988) indicam composição essencial de calcita (18 a 92% em volume), apatita (2 a 35%), biotita (ausente a 46%), magnetita (entre ausente a 25%) e de olivina serpentinizada (entre ausente e 40%). Os acessórios são a tremolita, monazita, baddeleyíta, zircão, antofilita e sulfetos. As texturas indicam que a apatita é precoce à cristalização da forsterita, biotita e magnetita.

Lamprófiros homófanos foram descritos tanto em litologias do complexo quanto do embasamento. São corpos de rochas máficas de granulação fina e espessura variável. Mineralogicamente podem ou não apresentar feldspato. O tipo com feldspato albítico contém textura subofítica, constituída por ripas de plagioclásio com bordas mais sódicas e agregados com biotita dominante e actinolita+clorita, formados às expensas do piroxênio. Os acessórios são de ilmenita, apatita, cobaltita, pirita,

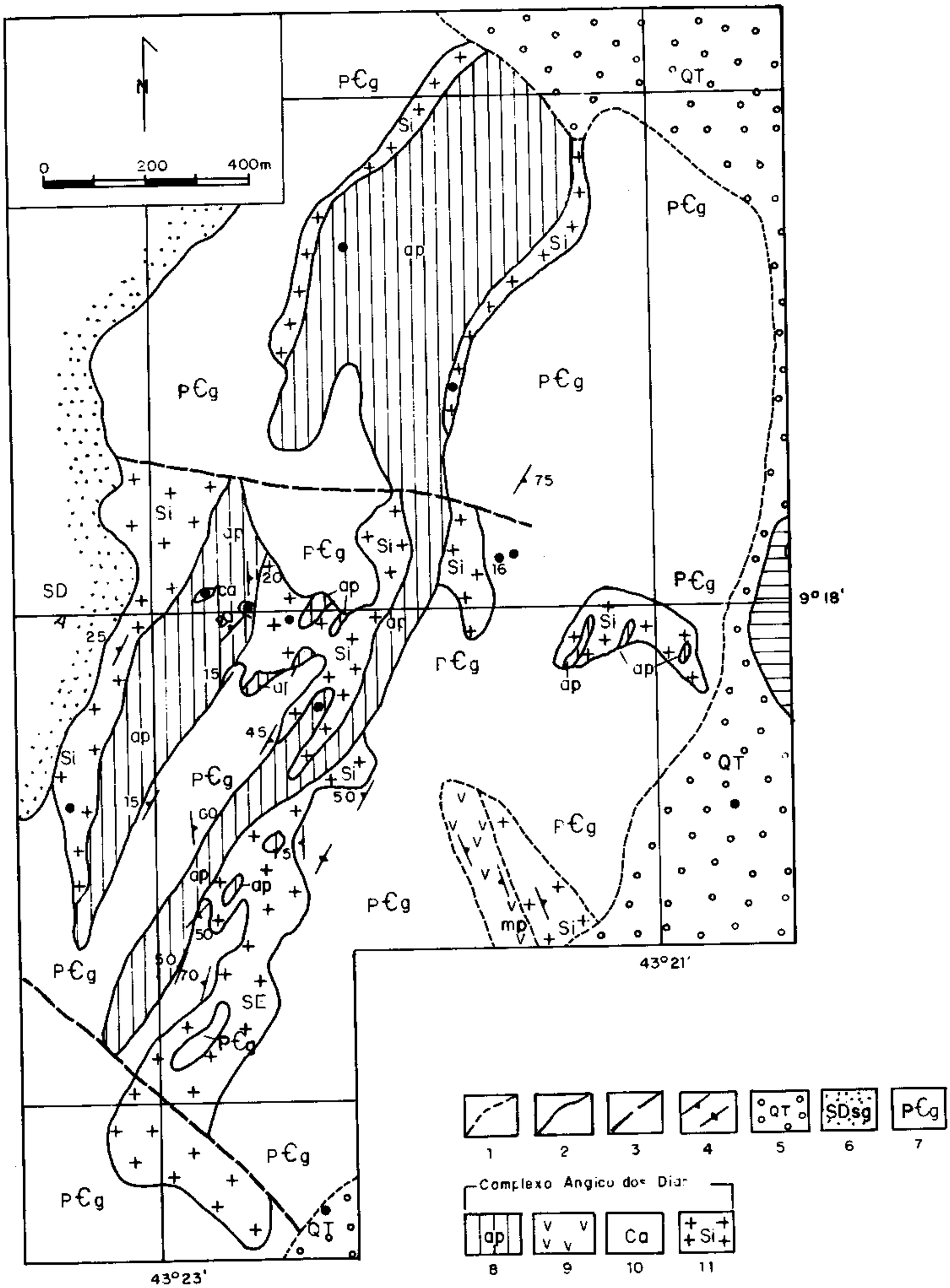


Figura 2.23 – Mapa Geológico do Complexo Angico dos Dias, Bahia: 1. Limite de cobertura superficial; 2. Contato; 3. Falhas; 4. Direção e mergulho de foliação, direção de foliação vertical; 5. Arenitos ferruginosos de idade terciário - quaternária; 6. Arenitos e conglomerados do Grupo Serra Grande (Neo-Siluriano); 7. Embasamento gnáissico-migmatítico; 8. Apatitito; 9. Mica piroxenito; 10. Carbonatito; 11. Predominância de sienito com piroxenito subordinado (segundo Silva et al., 1987, modificado).

calcopirita, esfalerita e galena. O tipo sem feldspato é dominantemente formado por fenocristais de biotita em matriz de biotita, tremolita-actinolita, calcita e clorita.

Os estudos petroquímicos apresentados por Silva *et al.* (1988) mostram que os piroxenitos apresentam predominância de FeO/Fe_2O_3 (média de 2,47/1) e conteúdo relativamente alto de CO_2 e F (em média 0,76% e 3.220 ppm, respectivamente). Dados dos ETR quando comparados aos do carbonatito mostram razões semelhantes de Eu/Eu* (0,60 a 1,09) e Eu/Sm (0,20 a 0,36) para ambos litótipos, bem como padrões semelhantes de distribuição (figura 2.25). Segundo Silva *et al.* (1988) os resultados para os ETR são perfeitamente comparáveis aos das rochas da série piroxenito-melteigito-ijolito.

Em relação aos sienitos, não há uma dispersão significativa dos teores individuais dos elementos maiores e menores entre os três litótipos pertencentes a este grupo. Apresentam em geral um excesso de alumina (8,30 a 21,20%) sobre álcalis (5,4 a 10,5%) e o CaO (1,4 a 12,7%), o que caracteriza sienitos do tipo peraluminosos a metaluminosos (alcalifeldspato sienitos) (figura 2.24). Os resultados analíticos para os elementos-traço indicam teores compatíveis com os de rochas alcalinas comuns, exceto pela pobreza em Nb e Th. O padrão de distribuição dos ETR é similar para os três litótipos (figura 2.25), o que sugere cogeneticidade. As curvas são inclinadas para a direita dos diagramas e mostram tendência à horizontalização a partir do Ho. Não ocorrem anomalias negativas do Eu (Eu/Eu* = 0,82-1,15) e as amostras com anomalia positiva mostram-se as mais tectonizadas.

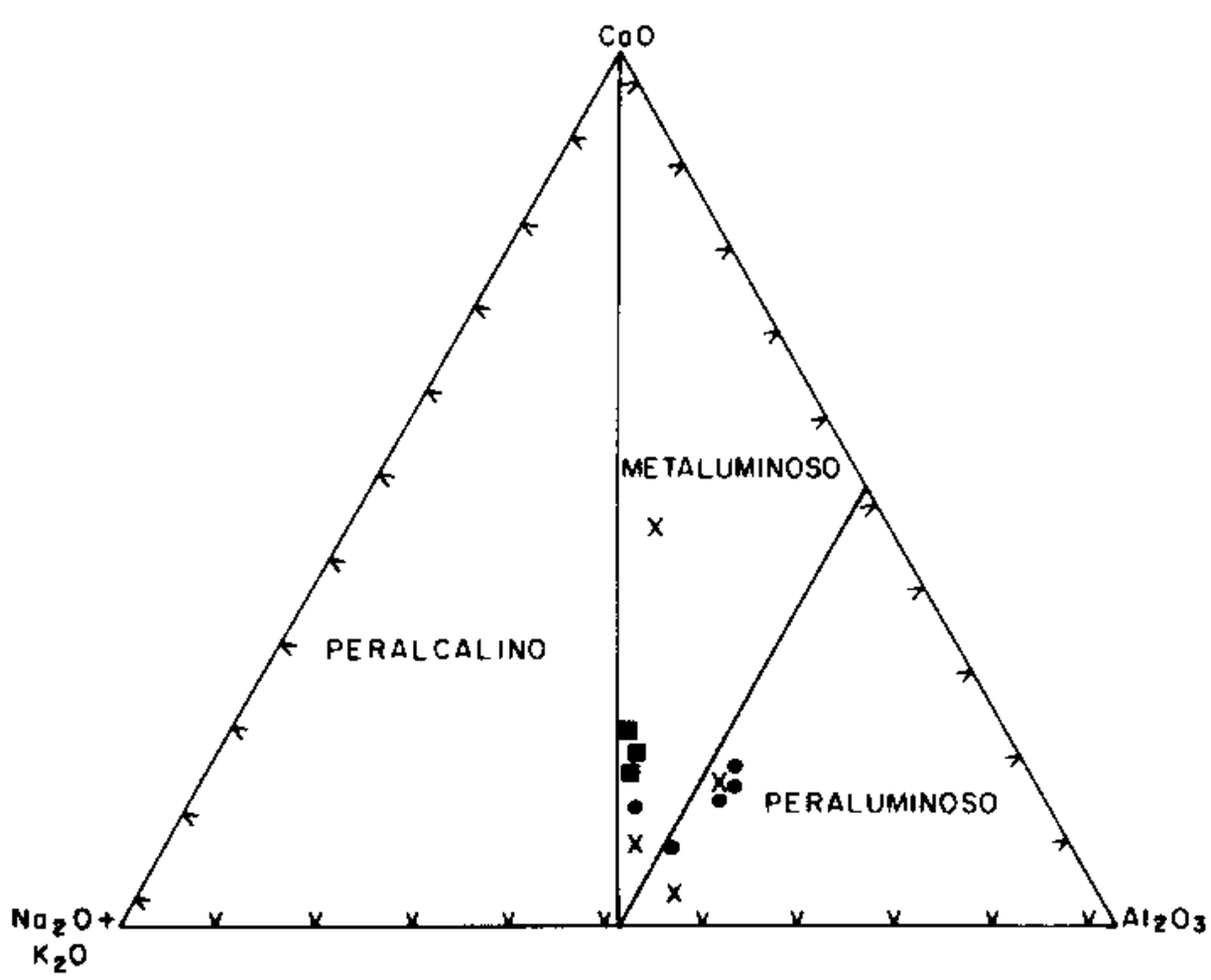


Figura 2.24 – Plot molecular CaO - Al_2O_3 - Na_2O + K_2O (Loiselle & Wones, 1979) com amostras dos tipos sieníticos do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias.

Os dados petroquímicos para as amostras de carbonatito indicam razões $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$ variando entre 0,15 e 0,90 e razões $(Na_2O + K_2O)/Al_2O_3$ entre 0,01 e 0,11. Segundo Silva *et al.* (1988), estes valores caracterizam magmas típicos de carbonatitos. Os teores de Nb, Ta e Th, elementos muito característicos de carbonatitos, são extremamente baixos para as rochas de Angico dos Dias. Os padrões de distribuição dos ETR para duas espécimes de apatita carbonatito não apresentam anomalias para Eu e são similares aos dos demais litótipos do complexo. Em adição, as razões Eu/Eu* = 0,88 a 0,91 e Eu/Sm = 0,23 a 0,24 e ETRL/ETRP = 26,04 a 27,99 são características de carbonatitos em geral (Silva *et al.*, 1988).

Para os lamprófiros, os elevados conteúdos de TiO_2 (2,2 a 4,3%), de P_2O_5 (0,25 a 0,45%), de CO_2 (1,8 a 4,2%) e de álcalis, permitem denominá-los de álcali-lamprófiros. O padrão de distribuição dos ETR é semelhante aos padrões das outras litologias do complexo (Silva *et al.*, 1988).

Segundo Silva *et al.* (1987 e 1988) não foram observadas evidências de processos de fenitização nas litologias do complexo e de suas encaixantes. Por outro lado, o conteúdo elevado de apatita (teor médio de P_2O_5 cinco vezes maior que o valor médio calculado por Heinrich, 1966, para os carbonatitos) não encontra paralelo em outros complexos carbonatíticos.

Os elevados conteúdos de ETR, das razões ETRL/ETRP e de (La/Lu) N indicam que os litótipos do complexo se cristalizaram a partir de um magma basáltico alcalino (Silva *et al.*, 1988). Cullers & Graf (1984) sugerem que um magma basáltico rico em álcalis poderia formar-se por fusão de 5% de granada peridotito do manto superior e a cristalização fracionada originaria a série rochosa presente nos complexos carbonatíticos. A mesma hipótese é compartilhada por Silva *et al.* (1988).

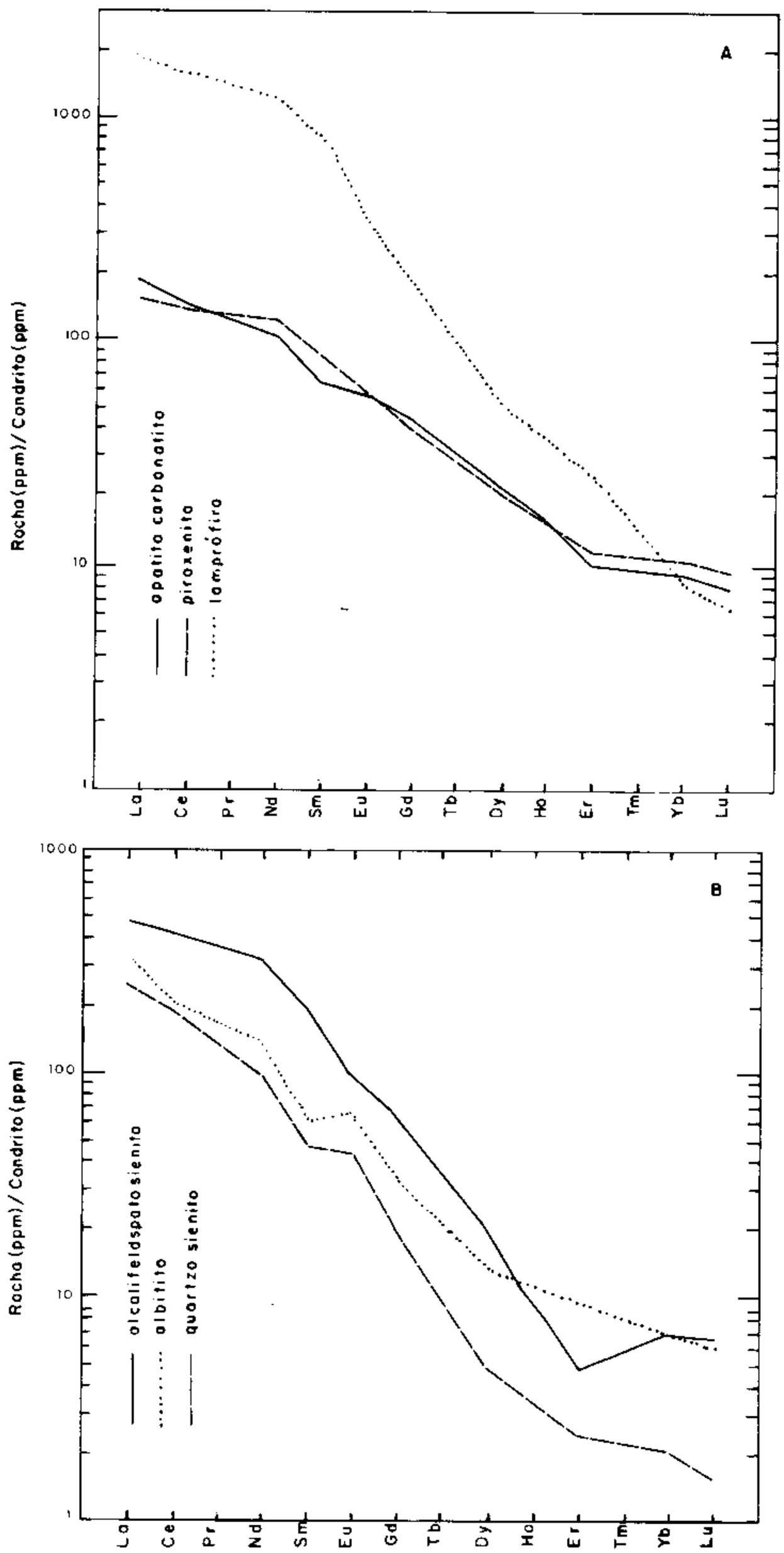


Figura 2.25 – Padrões de distribuição de ETR, normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978), dos litótipos constituintes do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (segundo Silva et al., 1988).

A alteração do diopsídio a um produto constituído por biotita+tremolita+calcita nos piroxenitos, e do diopsídio a tremolita-actinolita nos sienitos, sugerem condições metamórficas de temperaturas compatíveis com a fácies xisto-verde. Os dados publicados indicam que o metamorfismo acompanhou o tectonismo regional, gerando recristalização parcial do carbonato e exsolução de ilmenita em cristais de magnetita martitizada. O cisalhamento superposto imprimiu texturas rúpteis tipo *pull-apart* nos grãos de apatita e texturas dúcteis tipo estiramento, sigmóides e *kinking*, nos pseudomorfos e na biotita.

O Complexo Angico dos Dias está situado em um domínio magnético de fraca intensidade que é composto por alguns dipólos, sendo que um desses dipólos é representativo desse complexo. Apresenta o mínimo magnético a nordeste e o máximo a sudoeste. Dados aerorradiométricos indicam que a razão Th/K é maior que 2.

Um dos perfis geofísicos terrestres, executados na 2ª fase do projeto, foi localizado entre esse complexo e 7km ao sul do povoado do Peixe. O início do perfil mostra que, associado ao complexo tem-se uma anomalia radiométrica com amplitude de 200cps e que corresponde a uma anomalia de máximo magnético e um resíduo gravimétrico positivo de aproximadamente 6mgal (figura 2.26).

A CBMM realizou datações em grãos de zircão e baddeleyíta pelo método U/Pb e em grãos de apatita por traços de fissão. Todos os grãos foram extraídos dos tipos carbonatíticos. O método U/Pb mostra que, em um diagrama Concórdia, os dados plotam próximo a uma idade de 2.011 ± 6Ma. (figura 2.27), que é a admitida para a cristalização do carbonatito (Silva *et al.*, 1987).

Para a apatita, as análises por traços de fissão forneceram um valor médio (3 determinações) de 336 ± 16 Ma. Segundo Mariano (1987 *in* Silva *et al.*, 1988), a apatita e a baddeleyíta são co-cristalizados e a idade de 336 ± 16 Ma. (Neo-Devoniano – Paleocarbonífero) representa o último evento termal na área, com temperatura acima de 100°C.

2.3.4.5 Suíte Alcalina Serra do Meio (Subunidades 8a, 8b, 8c e 8d)

Na porção NNW da área do projeto ocorre uma faixa, na direção NE-SW, com mais de 50km de extensão, caracterizada por fortes anomalias aeromagnéticas e aerocintilométricas, contendo uma expressiva suíte de granitos alcalinos supersaturados (figura 2.12). Esta faixa ultrapassa os limites da área do projeto, adentrando pelo Piauí, a nordeste (folhas Peixe SC.23-X-D-I e São Raimundo Nonato, SC.23-X-D-II), e pelo município de Pilão Arcado, a sudoeste (Folha Guariba, MI-1509). A denominação desta suíte deve-se a um dos mais expressivos acidentes geográficos desta faixa, que é sustentado topograficamente por um dos maciços alcalinos. Além dessa exposição são dignas de menção aquelas existentes na serra da Pedra Comprida, nos povoados do Calixto, Pitombas, Cacimbinha, Pedra Branca, Mudubim e Queimadas, e nas lagoas de Santa Úrsula, Sal e do Peixe.

A primeira menção aos maciços constituintes da Suíte Alcalina Serra do Meio deve-se a Leite *et al.* (1987), em programa desenvolvido pela CBPM, para avaliação do potencial metalogenético da região. Posteriormente, a partir de trabalhos publicados versando sobre a caracterização petrológica (Leite & Fróes, 1989), a evolução mineraloquímica (Leite *et al.*, 1991) e a correlação desta com os eventos tectônicos crustais do Proterozóico na região (Leite *et al.*, 1992 e 1993) esta suíte passou a contar com um número suficiente de dados que vem balizando as sugestões na interpretação da evolução magmática e tectônica da área (ver Leite *et al.*, 1993).

Plá Cid & Conceição (1993) e Plá Cid (1994), com base nas assinaturas geoquímicas dos maciços constituintes dessa suíte, subdividiram estes em tipos peraluminosos, metaluminosos, metaluminosos parcialmente peralcalinos e essencialmente peralcalinos. Essa subdivisão é aqui adotada, designando-os, respectivamente de 8a, 8b, 8c e 8d (figura 2.28).

O tipo peraluminoso (Subunidade 8a) é restrito à porção extrema, SSW, de um maciço cuja expressão maior ocorre no estado do Piauí. Na lagoa do Leandro, o maciço mostra-se intemperizado, fraturado, contendo uma foliação milonítica verticalizada com associada lineação mineralógica de fraco *plunge* para norte. O granito é de cor clara com estrutura gnáissica fenoclástica, composto essencialmente por pertita, albita e microclínio, quartzo ao longo de níveis preferenciais, e biotita marrom a castanho-claro parcialmente recristali-

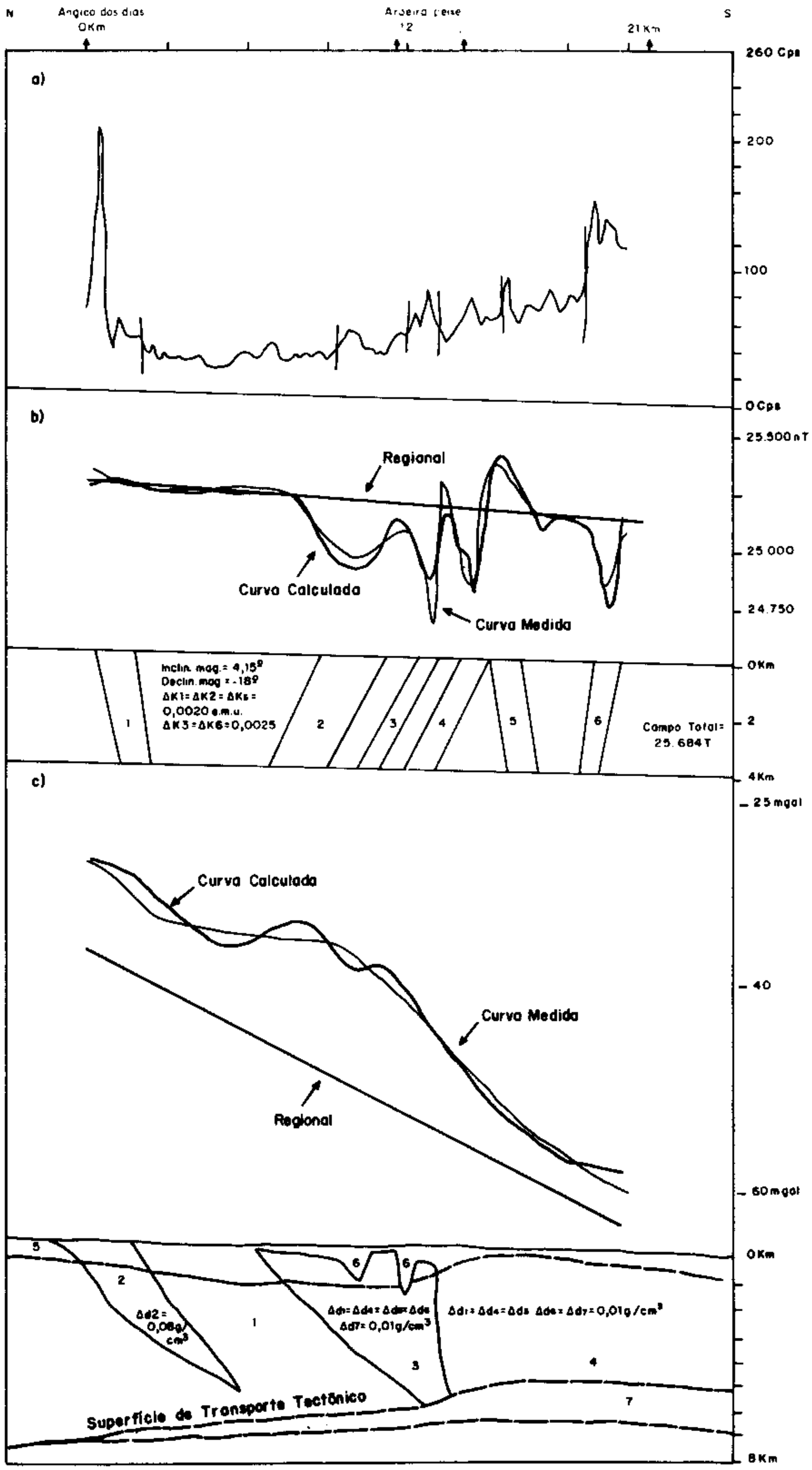


Figura 2.26 – Perfis cintilométrico (a), magnetométrico (b) e gravimétrico (c) no trecho Angico dos Dias / Entroncamento para Mudubim (Gomes, 1994).

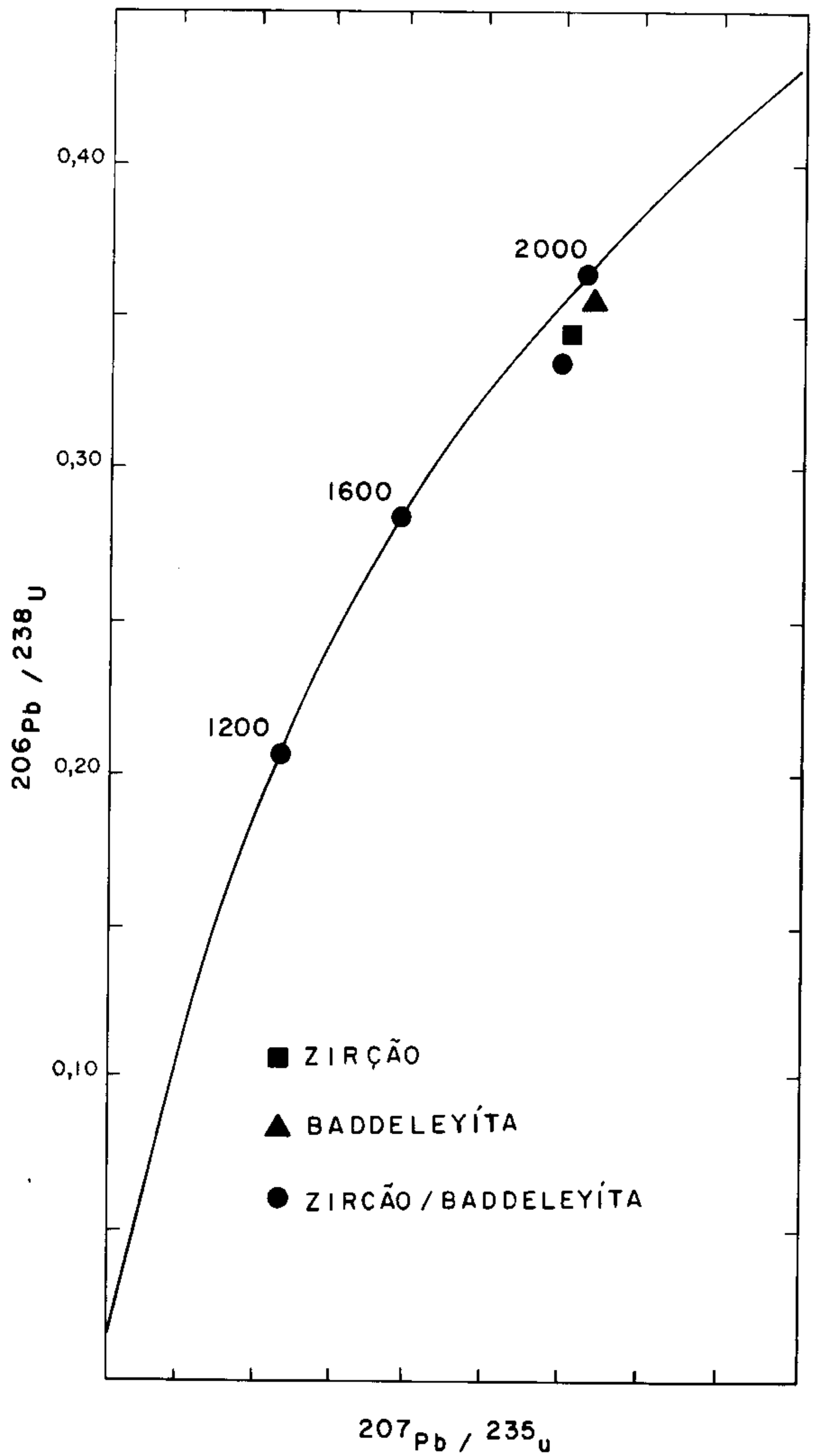


Figura 2.27 – Diagrama Concórdia relativo às análises em zircão, baddeleyíta e zircão / baddeleyíta do carbonatito de Angico dos Dias (Silva et al., 1987).

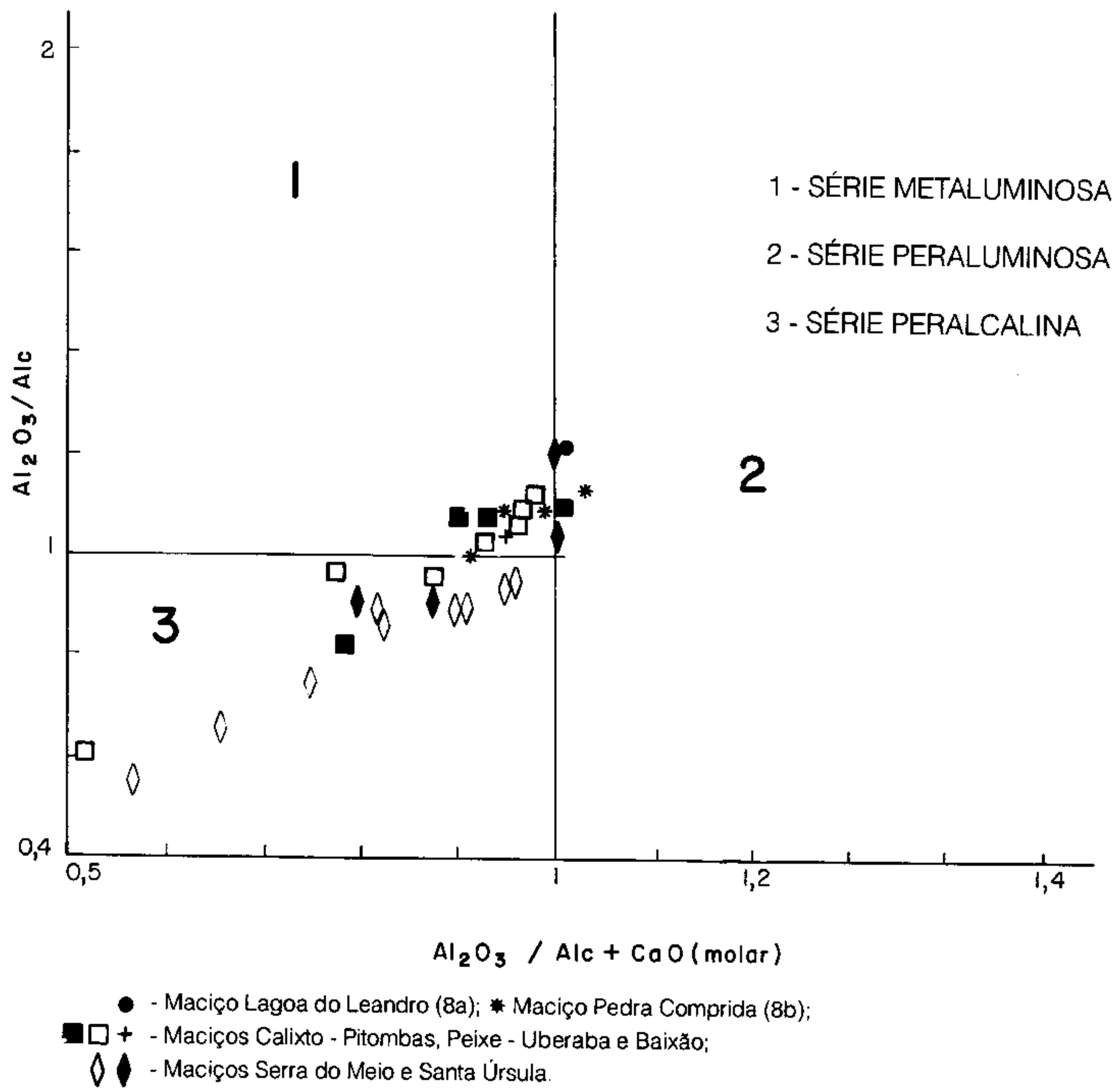


Figura 2.28 – Diagrama Al_2O_3 / Na_2O + K_2O X Al_2O_3 / Na_2O + K_2O + CaO de Maniar e Picolli (1989) para classificação do grau de alcalinidade com amostras da Suíte Alcalina Serra do Meio.

zada e associada a mica branca e óxido de ferro (tabela2.12).

Os dados petroquímicos (tabela 2.13) da única amostra do maciço analisada indicam o seu caráter peraluminoso com Al_2O_3 > Na_2O + K_2O + 2CaO (14,1:11,4). Os elementos-traço de alta carga iônica, como o Nb, Y, Zr, Ce que têm sido utilizados em diagramas discriminantes de ambientes tectônicos, mostram uma assinatura diferente das dos demais maciços. Os teores de Y (26ppm), Zr (450ppm), Nb (26ppm) são bem mais baixos em relação aos dos demais maciços. Já, os teores de Ba (890ppm), Rb (310ppm) e Sr (220ppm) são comparativamente maiores, especialmente os dois últimos elementos, e são similares aos dos tipos peraluminosos alcalinos da Austrália (ver dados de Collins *et al.*, 1982 e Clemens *et al.*, 1986). No *plot* molecular CaO - Al_2O_3 - K_2O + Na_2O a amostra posiciona-se no campo peraluminoso (figura 2.29).

O padrão de distribuição dos ETR exibe forte declividade caracterizando alto fracionamento com razão (La/Lu)N = 88,325. Esse forte enriquecimento

Tabela 2.12 – Composição modal dos maciços peraluminoso (Lagoa do Leandro) e metaluminosos (Pedra Comprida e Baixão) da Suíte Alcalina Serra do Meio.

Minerais	Maciço			
	Pedra Comprida		Baixão	Lagoa Leandro
	Amostras		Amostra	Amostra
	AA-R-003	CL-R-08	CL-R-90	CL-R-23
Pertita	40	-	35	-
Quartzo	40	21	22	20
Microclínio +Albita	9	-	35	-
Biotita	5	-	3	7
Moscovita	3	-	-	-
Calcita	2	-	TR	-
Fluorita	1	-	TR	-
Allanita + Epídoto	TR	-	-	-
Titanita	TR	8	TR	TR
Opacos	TR	64	1	-
Feldspato	-	7	-	TR
Mica Branca	-	-	-	71
K-Feldspato	-	-	-	2
Plagioclásio	-	-	-	-
Aegirina-Augita	-	-	4	-

de ETRL sobre ETRP (figura 2.30) deve-se ao alto conteúdo de mica na rocha, evidenciando contaminação crustal do magma original alcalino.

O tipo metaluminoso (Subunidade 8b) ocorre nas proximidades da serra e do povoado da Pedra Comprida, na parte NNE da área (ver Carta Geológica).

O maciço da Pedra Comprida mostra-se intrusivo em mica-quartzo xistos e em magnetita-moscovita quartzito da Unidade Serra da Boa Esperança e tem contato provável a leste com o Complexo Campo Alegre de Lourdes. Apresenta-se como um granito gnáissico com forte segregação e orientação de palhetas finas de biotita, em meio a um agregado sacaroidal fino, quartzo-feldspático, entre os quais observa-se fenoclastos estirados, fusiformes, de feldspatos com até 5,0mm de comprimento. Ao exame microscópico os fenoclastos são compostos por pertita parcialmente desmisturada para albita e microclínio, enquanto que a matriz é constituída por microclínio, albita, quartzo (em parte forma bolsões de aspecto venular), biotita esverdeada associada a moscovita, e os acessórios calcita, fluorita e allanita associada a epídoto, titanita e óxidos de ferro.

Dados de análise química (tabela 2.13) indicam que o maciço metaluminoso da Pedra Comprida contém teores de SiO_2 acima de 70%, Al_2O_3 entre 9,3 e 13,2%, MgO muito baixo, CaO entre 0,46 e 0,89% e razão K_2O/Na_2O = 1,05 e 1,88. No diagrama do grau de alcalinidade de Maniar & Picolli (1989) as amostras desse maciço plotam muito próximo ao limite dos campos de definição dos tipos de granito (figura 2.28), o que sugere fácies graníticas diferenciadas ao longo do maciço, variando desde o tipo peraluminoso até o parcialmente peralcalino.

Os teores de Nb, Y e Zr são mais elevados em relação aos dos demais maciços. Os padrões de distribuição dos ETR para duas amostras (figura 2.31) mostram-se semelhantes entre si, com razões La/Lu = 17 a 21, e são mais enriquecidos em ETRP do que o tipo peraluminoso (Unidade 8a).

No diagrama ternário Qz-Ab-Or normativo (figura 2.32) há um *trend* de evolução do maciço Lagoa do Leandro para o Pedra Comprida, em virtude do aumento de quartzo normativo. Esse *trend* perpendicular ao mínimo termal sugere diferenciação por cristalização fracionada para o maciço Pedra Comprida.

Tabela 2.13 – Dados analíticos dos maciços peraluminoso (Lagoa do Leandro) e metaluminosos (Pedra Comprida e Baixão) da Suíte Alcalina Serra do Meio.

Elemento	Maciço					
	Pedra Comprida				Baixão	Lagoa Leandro
	Amostras				Amostra	Amostra
	CL-055	CL-054A	CL-105	GA-R-013	CL-R-090	CL-R-024
SiO_2	73,3	75,7	74,0	74,1	71,7	70,2
Al_2O_3	11,6	9,4	12,3	10,8	13,2	14,1
Fe_2O_3	1,3	3,0	0,6	3,8	0,37	1,2
FeO	2,5	2,2	2,5	1,8	3,2	1,9
CaO	0,89	0,46	0,7	0,38	0,76	1,3
MgO	0,23	0,16	L0,10	0,20	L0,10	0,64
Na_2O	3,5	3,1	4,0	2,6	4,2	3,7
K_2O	4,6	4,0	4,2	4,9	5,2	5,1
MnO	0,11	0,17	0,10	0,05	0,13	0,07
TiO_2	0,42	0,34	0,27	0,38	0,23	0,45
P_2O_5	L0,05	L0,05	L0,05	L0,05	L0,05	0,06
H_2O^+	0,30	0,54	0,28	0,54	0,17	0,62
CO_2	0,93	0,37	0,66	0,08	0,50	0,31
O≡F	0,05	0,05	0,06	0,10	0,08	0,06
Fet	2,83	3,81	2,36	4,06	2,75	2,32
F	0,12	0,11	0,13	0,23	0,18	0,14
Ba	390	200	1.080	300	330	890
Nb	130	350	95	170	120	26
Cs	L5	L5	L5	L5	L5	10
Rb	82	160	110	160	130	310
Hf	27	68	81	22	15	8
Sr	73	29	27	25	40	220
Y	95	270	210	180	170	26
Zr	1.060	2.690	930	1.050	600	450
Ga	35	29	34	23	40	27
V	L8	L8	L8	L8	L8	25
Th	18	45	14	6	12	140
U	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Cl	L10	L10	L10	L10	44	L10
Ta	L5	26	L5	L5	L5	L5
Cu	11	15	11	7	15	15
Co	28	28	28	28	34	39
Ni	41	18	18	24	29	29
Cr	103	77	26	52	77	52

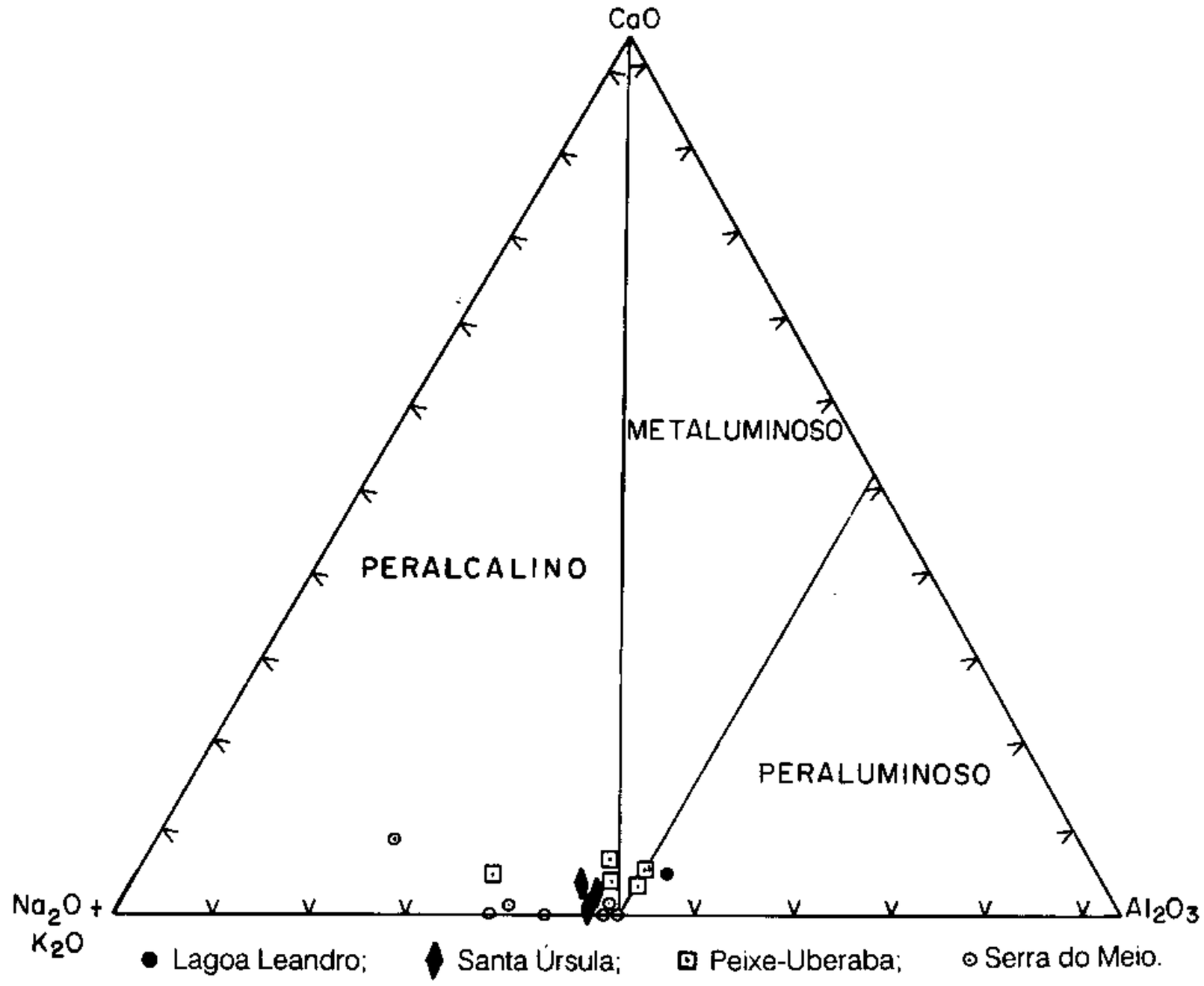


Figura 2.29 – Plot molecular de Loiselle & Wones (1979) com amostras da Suíte Alcalina Serra do Meio.

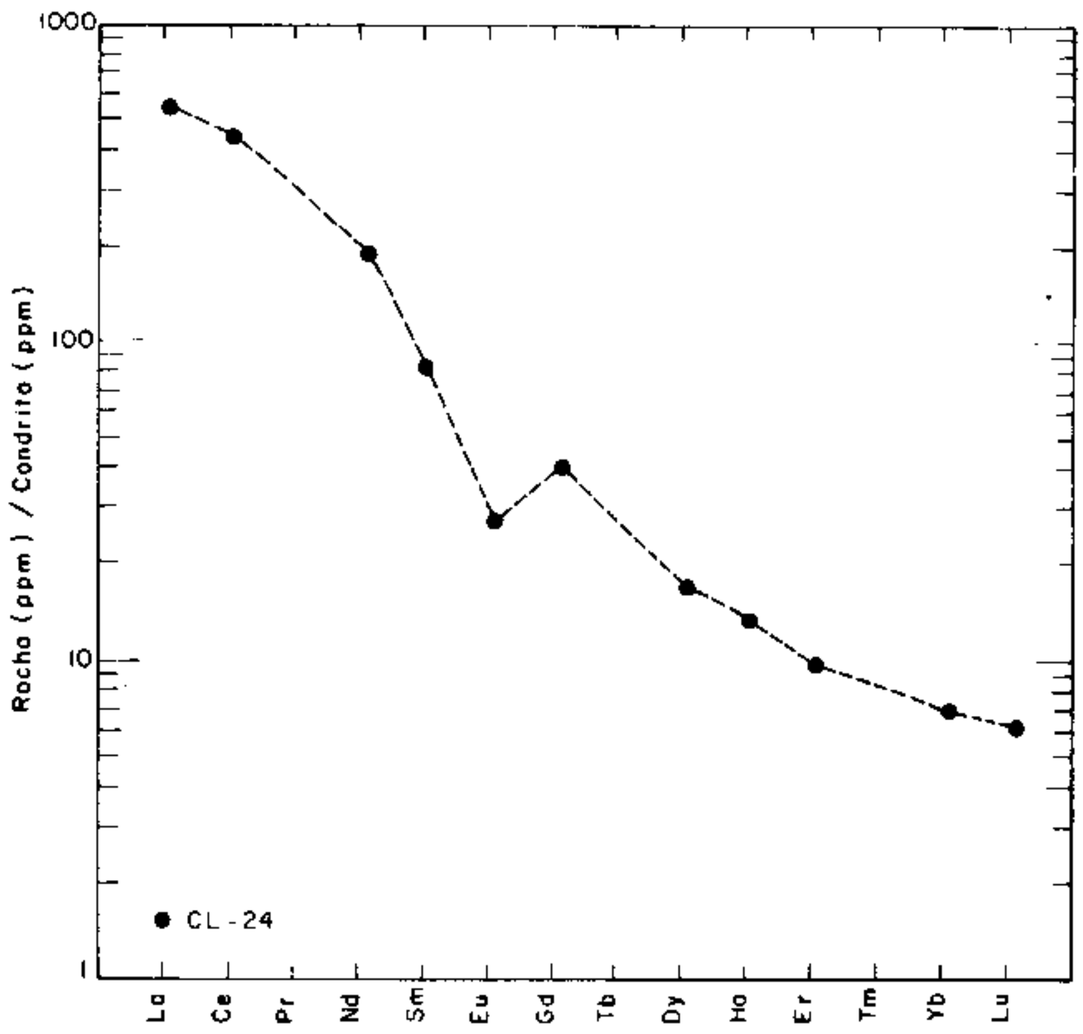


Figura 2.30 – Padrão de distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978), para o maciço Lagoa do Leandro (8a - tipo peraluminoso).

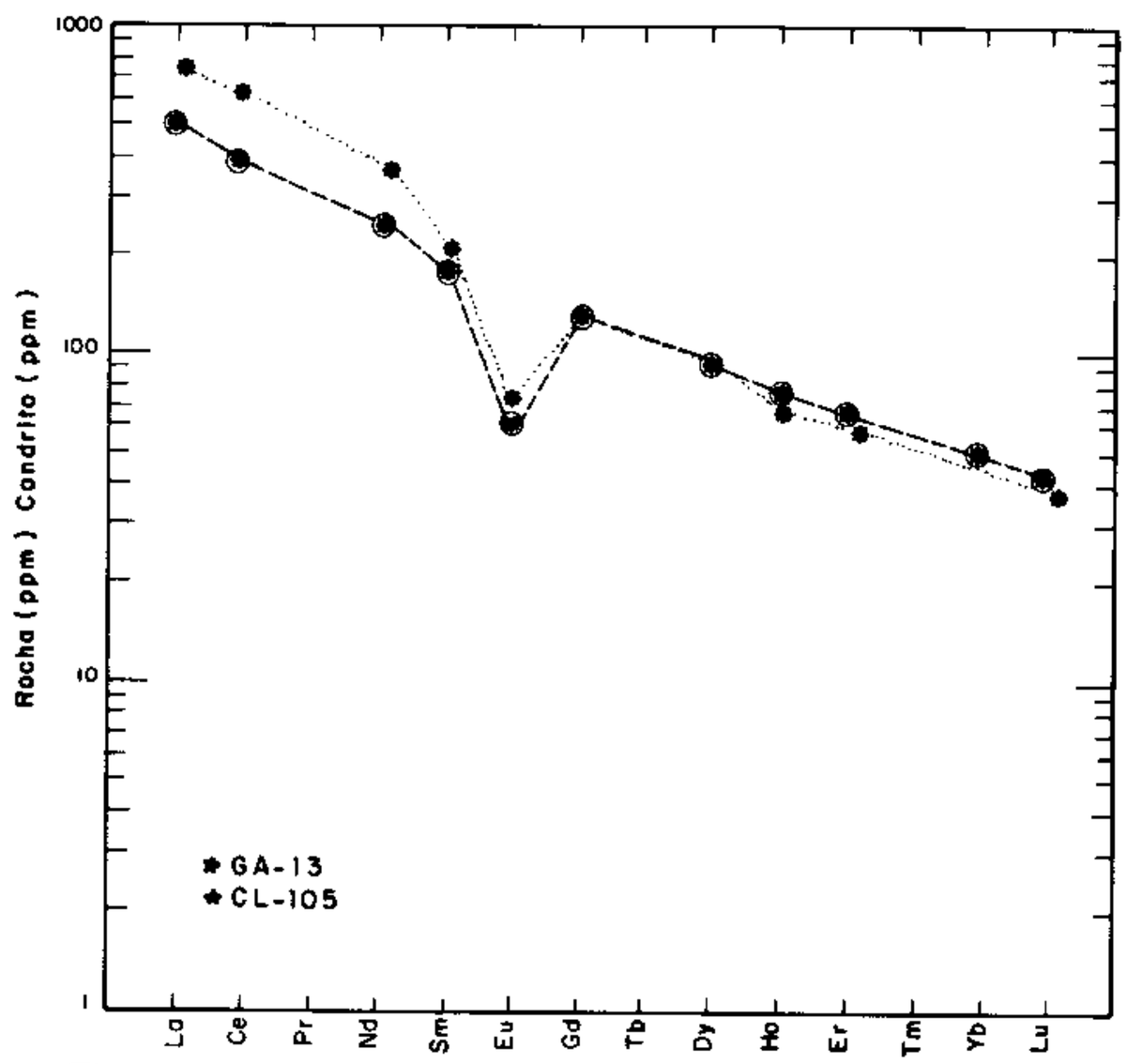


Figura 2.31 – Padrões de distribuição de ETR, normalizados em relação ao condrito (Evensen et al., 1978) do maciço metaluminoso da Pedra Comprida (GA-13 e CL-105), Suíte Alcalina Serra do Meio.

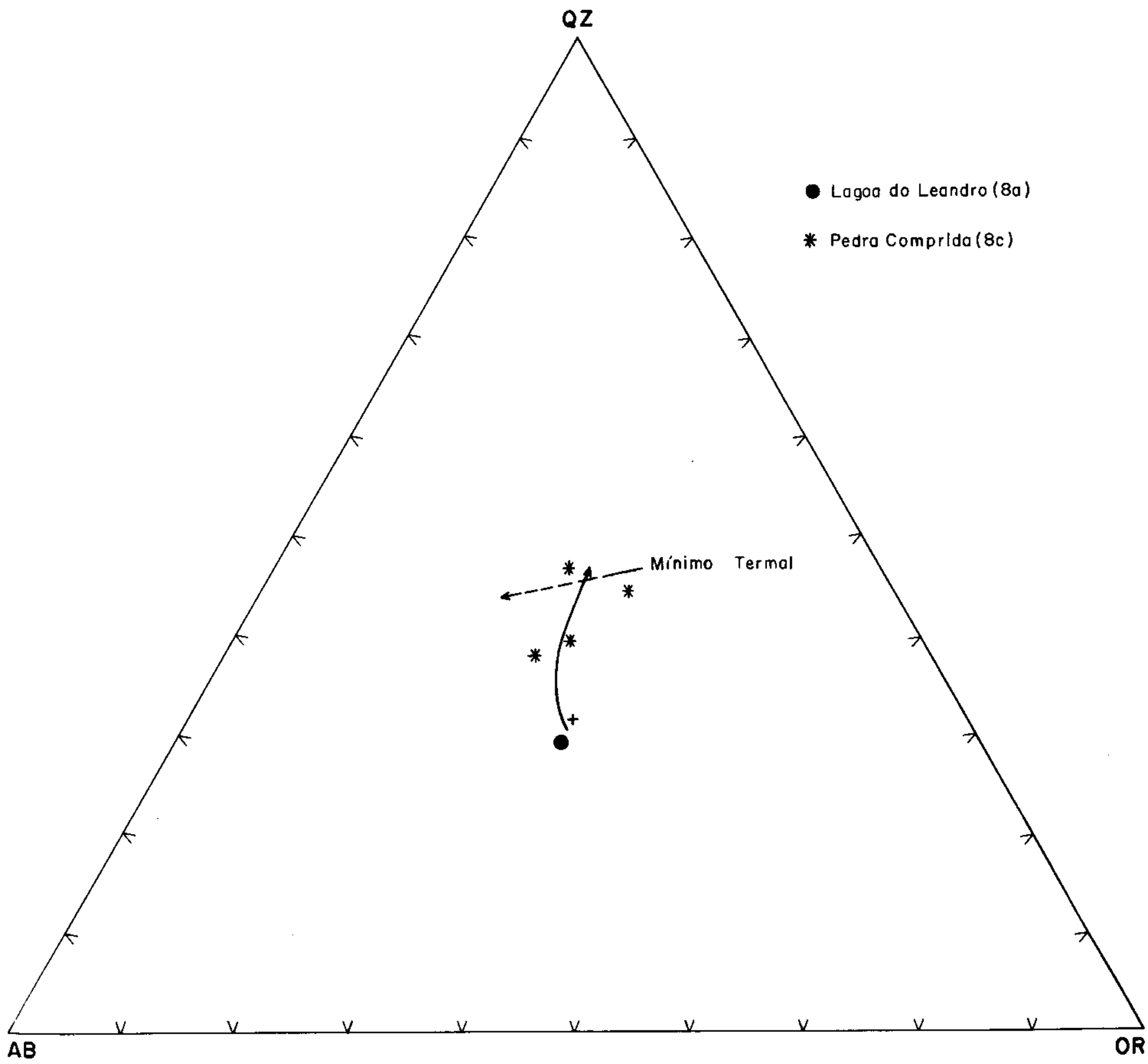


Figura 2.32 – Diagrama Qz-Ab-Or (Kosinowski, 1981) com amostras dos maciços peraluminoso (8a) e metaluminoso (8b) da Suíte Alcalina Serra do Meio.

Os granitos metaluminosos parcialmente peralcalinos (Subunidade 8c) são representados pelos maciços do Baixão, Calixto-Pitombas e Peixe-Uberaba (ver Carta Geológica). O primeiro alinha-se a sudoeste com o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias e representa um pequeno maciço de dois quilômetros aflorantes. Os dois últimos são mais possantes, com área aflorante mínima de 25km^2 para o primeiro, e de 60km^2 para o segundo, podendo representar um único maciço, conforme interpretação no perfil geológico anexo ao mapa. Outra característica em comum, entre os dois últimos, são as bordas que apresentam-se bandadas e redobradas, com ondulação dos eixos da fase F_{n+2} segundo caimentos suaves, ora para NNW ora para SSE. Nestas bordas não se observam superfícies de cisalhamento como em outros pontos.

O maciço do Baixão apresenta relações de contato com o litótipo encaixante, as quais estão mascaradas pela cobertura detrítica cenozóica. Trata-se de um corpo de formato elipsoidal com dimensões de 2,0km x 1,0km, bordejado na sua porção norte por uma escarpa sustentada pelos arenitos conglomeráticos do Grupo Serra Grande.

No afloramento localizado entre o Baixão Novo e o Baixãozinho foi observada uma rocha de granulação média a grossa, milonitizada segundo mergulho médio para NW, contendo uma lineação de estiramento mineral, cuja atitude sugere transcorrência oblíqua. Na parte mais alta da colina, sustentada pelo maciço, a rocha apresenta uma granulação muito fina com nítida foliação penetrativa. Ao exame microscópico os litótipos apresentam textura milonítica. A porção grossa é constituída por grãos de quartzo e feldspato, com palhetas orientadas de biotita marrom, e finos cristais de aegirina-augita. Imersos na matriz ocorrem fenoclastos de pertita, seccionados por microfraturas preenchidas por quartzo. Os acessórios são cristais de fluorita associada aos microcorredores de cisalhamento, de magnetita, envolvida por coroas de esfeno de granulação fina, de zircão e carbonato. A porção de granulação muito fina compreende uma massa de grãos quartzo-feldspáticos com tamanho médio de 0,04mm, exibindo contatos suturados e extinção ondulante. Biotita e opacos ocorrem em permeio. Trata-se de um ultramilonito derivado do litótipo mais grosso.

O maciço Calixto-Pitombas aflora nas cercanias desses povoados, próximo à divisa com o Piauí. Ao norte apresenta contato com moscovita-quartzo xistos da Unidade Serra da Boa Esperança, estando conjuntamente dobrado e redobrado, indicando intrusão em condições pré-tectônicas. Em nível mesoscópico apresenta-se de coloração cinza a rosada, gnáissico e lineado, com segregação de minerais máficos e presença de fenoclastos fusiformes, orientados, de feldspato pertítico, em meio a uma matriz sacaroidal, fina, rica em óxido de ferro. Por vezes, observam-se fenoclastos de magnetita e a presença de fenoclastos prismáticos de anfibólio sódico. Em nível microscópico, foram classificados em protomilonitos e milonitos de leuco-alcaligranito, riebeckita alcaligranito, álcali-quartzo-sienito, alcaligranito, aegirina alcaligranito, aegirina-riebeckita alcaligranito, biotita alcaligranito e magnetita alcaligranito. Os constituintes mineralógicos (tabela 2.14) são fenoclastos fusiformes de pertita em processo de desmisturação para microclínio e albita e grãos menores segundo mosaico poligonal de quartzo, microclínio e albita com interstícios preenchidos por óxidos de ferro. A biotita, quando presente, mostra-se com pleocroísmo castanho-esverdeado. A riebeckita ocorre de duas maneiras, a primeira, em finos grânulos, associada a aegirina esquelética, intersticial ao mosaico e ao longo dos planos de foliação milonítica; a segunda, em prismas idiomórficos, esqueléticos, englobando grãos de quartzo e feldspato, orientados, também, nos planos de cisalhamento. Prismas aciculares de aenigmatita (anfibolóide) associam-se aos de riebeckita ou estão inclusos em quartzo neoformados. Os acessórios são calcita, apatita, fluorita, allanita, moscovita, zircão e titanita.

O maciço Peixe-Uberaba tem seus melhores afloramentos no sítio Poço de Pedra, na lagoa do Peixe, na fazenda Uberaba e na estrada abandonada Cacimbinha – Fazenda Uberaba. Os contatos desse maciço são recobertos por sedimentos detríticos cenozóicos, embora na lagoa do Peixe possam ser observados enclaves de anfibolito biotitizado e um pequeno afloramento de gnaisse bandado. Na fazenda Uberaba a foliação milonítica mostra-se dobrada e é caracterizada por um bandamento composto por magnetita e piroxênio sódico.

Em nível mesoscópico e microscópico, apresenta características texturais e paragênese mineralógica similares aos do maciço Calixto-Pitombas (tabela 2.15). A descrição petrográfica do enclave de

Tabela 2.14 – Composição modal (%) das amostras (total de 20) do maciço Calixto-Pitombas (tipo metaluminoso) da Suíte Alcalina Serra do Meio. Lâminas delgadas resgatadas do Projeto Peixe – Pau-de-Birro (CBPM/SGM, 1988).

Pertita	Quartzo	Albita + Microclínio	Riebeckita	Aegirina	Opacos	Biotita	Moscovita	Apatita	Allanita	Calcita	Zircão	Aenigmatita	Fluorita	Titanita
20 - 69	05 - 42	TR - 47	0 - 7	0 - 5	0 - 10	0 - 2	0 - 5	0 - TR	0 - TR	0 - TR	0-TR	0 - 15	0 - TR	0 - TR

Tabela 2.15 – Composição modal (%) das amostras (total de 11) do maciço Peixe-Uberaba (tipo peralcalino parcialmente metaluminoso) da Suíte Alcalina Serra do Meio. Sete lâminas delgadas resgatadas do Projeto Peixe – Pau-de-Birro (CBPM/SGM, 1988) e 4 lâminas delgadas do presente projeto.

Pertita	Quartzo	Albita + Microclínio	Riebeckita	Aegirina	Opacos	Biotita	Moscovita	Apatita	Allanita ± Epídoto	Calcita	Zircão	Fluorita	Titanita
03 - 70	03 - 45	TR - 20	0 - 7	0 - 1	0 - 3	01 - 36	0 - 2	0 - TR	0 - 7	0 - TR	0 - TR	0 - TR	0 - TR

anfibolito biotitizado na lagoa do Peixe apresenta plagioclásio com extinção ondulante, formato tabular, geminação Carlsbad e zoneamento, biotita com pleocroísmo marrom a castanho-amarelado, crenulada e formando *kink bands*, epídoto e quartzo. A partir dessa descrição, o enclave foi classificado como uma rocha gabróica retrometamorfizada.

Os dados petroquímicos (tabela 2.16) mostram que os teores de SiO_2 são similares aos dos maciços metaluminosos, embora os teores de Al_2O_3 sejam ligeiramente inferiores (7,4 a 13,2%) e os de CaO superiores (0,43 a 1,1%) e a razão K_2O /NaO = 0,63 a 3,0.

Os teores de Nb, Y, Zr e Rb são menores para o Calixto-Pitombas, em relação ao maciço Peixe-Uberaba, e sugerem um caráter menos alcalino e menos evoluído do primeiro.

Nos diagramas de distribuição dos ETR normalizados em relação ao condrito, tanto a anomalia de Eu quanto o enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP são menos pronunciados para o maciço Calixto-Pitombas quando comparados aos do maciço Peixe-Uberaba. Neste último, chama a atenção, ainda, a forte anomalia negativa do Eu na amostra CL-18C, que sugere um processo acentuado de diferenciação magmática neste maciço (figura 2.33A).

No diagrama normativo Qz-Ab-Or (figura 2.34) pode-se observar um enriquecimento de quartzo normativo aliado a uma queda no ortoclásio normativo, na evolução do maciço Calixto-Pitombas. O *trend* perpendicular ao mínimo termal quartzo-feldspático sugere diferenciação por cristalização fracionada. Para o maciço Peixe-Uberaba os dados plotam ao longo do mínimo termal quartzo-feldspático. Tal posicionamento sugere produtos de fusão mínima, em vez de um processo por cristalização fracionada.

Os maciços peralcalinos (Subunidade 8d) da Serra do Meio e de Santa Úrsula afloram na porção WNW e centro-oeste da área de estudo. O primeiro sustenta topograficamente a serra homônima e apresenta contato com moscovita-quartzo xisto da Unidade Serra da Boa Esperança através de falha de empurrão. Constitui área aflorante aproximada de 150km^2, estendendo-se ainda para oeste, além dos limites da região estudada.

O maciço Santa Úrsula apresenta suas melhores exposições na margem da lagoa do Sal, no povoado da Pedra Branca e na lagoa Santa Úrsula. Sua área aflorante é de aproximadamente 70km^2. Ao sul faz contato com micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança, através de falha de empurrão, e ao norte este contato mostra-se recoberto por sedimentos detríticos cenozóicos (ver Carta Geológica).

Em ambos os maciços, os afloramentos são bastante representativos e elucidativos para compreensão da evolução tectônica da região (ver próximo capítulo). Os maciços mostram-se invariavelmente milonitizados, afetados que foram por uma tectônica de cisalhamento tangencial de caráter dúctil, e são de granulação média a grossa, contendo fenoclastos de pertita com dimensões de até 1,0cm. O anfibólio sódico, do tipo riebeckita, está presente ao longo das superfícies de cisalhamento e, na lagoa do Sal, preenchem filões em conjunto com quartzo, segundo hábito prismático de dimensões centimétricas. São comuns, também, finas segregações de minerais máficos, constituídos por anfibólios e piroxênios sódicos e magnetita. Na lagoa de Santa Úrsula ocorre um enclave, com mais de um metro de comprimento e com espessura decimétrica, de um litótipo rico em biotita.

Ao exame microscópico, as amostras dos dois maciços (tabelas 2.17 e 2.18) foram classificadas como protomilonito de quartzo sienito, aegirina-quartzo sienito, epídoto-aegirina-quartzo sienito, riebeckita-aegirina-quartzo sienito, leuco-alcaligranito, aegirina alcaligranito, biotita alcaligranito, magnetita alcaligranito, riebeckita alcalissienito e riebeckita sienogranito. A textura varia de milonítica *mortar* a granoblástica, granular hipidiomórfica, granonematoblástica e granolepidoblástica. A mineralogia é composta por fenoclastos tabulares a fusiformes, com dimensões de até 6mm, de pertita e que apresenta, ainda, processo de desmisturação para albita e microclínio. A matriz é, em geral, microquebrada, recristalizada e constituída essencialmente por cristais poligonais de microclínio de alta triclinicidade, albita não geminada e de quartzo que tende a agregar-se em microbolsões lenticulares concordantes com a foliação. É comum a presença de cristais esqueléticos de aegirina e riebeckita, por vezes segregadas em finas bandas. Ao longo dos planos de cisalhamento cristalizaram-se prismas porfiroclásticos de riebeckita, que por vezes são substituídos por feixes aciculares de aenigmatita (anfibolóide de sódio e titânio) que configuram sombras de pressão. Palhetas de biotita vermelha e vênulas de titanita acompanham a foliação milonítica e substituem os grãos de piroxênio. A magnetita, quando componente essencial, forma cristais cúbicos, ou, quando componente varietal, forma manchas im-

Tabela 2.16 – Dados analíticos de amostras de maciços peralcalinos parcialmente metaluminosos (8c) da Suíte Alcalina Serra do Meio.

	Maciço Calixto-Pitombas					Maciço Peixe		Maciço Uberaba
	GR-R-056	GA-R-046a	GA-R-014b	GA-R-014c	GA-R-014	GA-R-068	CL-R-080	GA-R-046
SiO_2	75,0	72,3	69,5	73,3	70,2	74,5	75,1	71,4
Al_2O_3	9,7	11,3	13,2	10,4	12,2	12,1	12,1	12,0
Fe_2O_3	5,1	3,0	2,2	4,2	1,9	0,64	0,58	3,7
FeO	2,2	1,9	3,2	1,4	3,5	1,8	1,4	1,8
CaO	0,43	0,58	1,1	0,34	1,2	0,79	0,67	0,64
MgO	0,17	L0,10	0,12	L0,10	0,32	L0,10	L0,10	L0,10
Na_2O	3,8	4,6	4,7	4,6	4,0	3,8	3,7	4,8
K_2O	2,4	4,8	4,1	4,3	4,4	5,0	4,9	4,3
MnO	0,22	0,22	0,19	0,18	0,22	0,06	0,05	0,18
TiO_2	0,33	0,44	0,51	0,54	0,58	0,15	0,10	0,43
P_2O_5	L0,05	L0,05	L0,05	L0,05	0,06	L0,05	L0,05	L0,05
H_2O^+	0,17	0,19	0,28	0,29	0,25	0,35	0,42	0,26
CO_2	0,30	0,45	0,73	0,19	0,77	0,48	0,41	0,19
O≡F	0,03	0,03	0,03	0,04	0,08	0,08	0,16	0,06
Fet	5,28	3,58	4,03	4,03	4,05	1,85	1,50	3,99
F	0,075	0,081	0,064	0,083	0,18	0,18	0,39	0,13
Ba	500	340	1.310	600	990	160	220	510
Nb	130	50	75	52	120	120	140	77
Cs	L5	L5	L5	7	8	5	L5	L5
Rb	98	72	81	75	120	190	280	88
Hf	22	8	26	8	L8	10	L8	12
Sr	15	19	120	18	120	35	42	40
Y	120	44	95	91	79	170	200	80
Zr	870	340	1.200	370	400	430	260	600
Ga	35	40	36	37	33	46	44	37
V	L8	L8	L8	L8	14	L5	L8	L8
Th	24	L5	12	L5	L5	27	77	6
U	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Cl	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20
Ta	6	L5	L5	6	7	10	12	L5
Cu	19	7	15	11	11	22	11	11
Co	23	28	34	34	45	28	34	28
Ni	18	18	18	18	41	59	29	47
Cr	52	52	26	39	77	116	39	65
La	-	-	-	-	70,870	-	50,130	76,290
Ce	-	-	-	-	161,700	-	114,800	170,90
Nd	-	-	-	-	76,780	-	56,00	79,10
Sa	-	-	-	-	14,630	-	13,260	14,54
Eu	-	-	-	-	2,399	-	0,558	2,249
Gd	-	-	-	-	10,460	-	13,040	10,810
Dy	-	-	-	-	7,864	-	16,200	0,160
Ho	-	-	-	-	1,849	-	3,364	1,721
Er	-	-	-	-	3,362	-	9,678	4,079
Yb	-	-	-	-	2,341	-	8,121	3,300
Lu	-	-	-	-	0,617	-	0,916	0,443
La_n/Lu_n	-	-	-	-	23,206	-	5,681	17,876

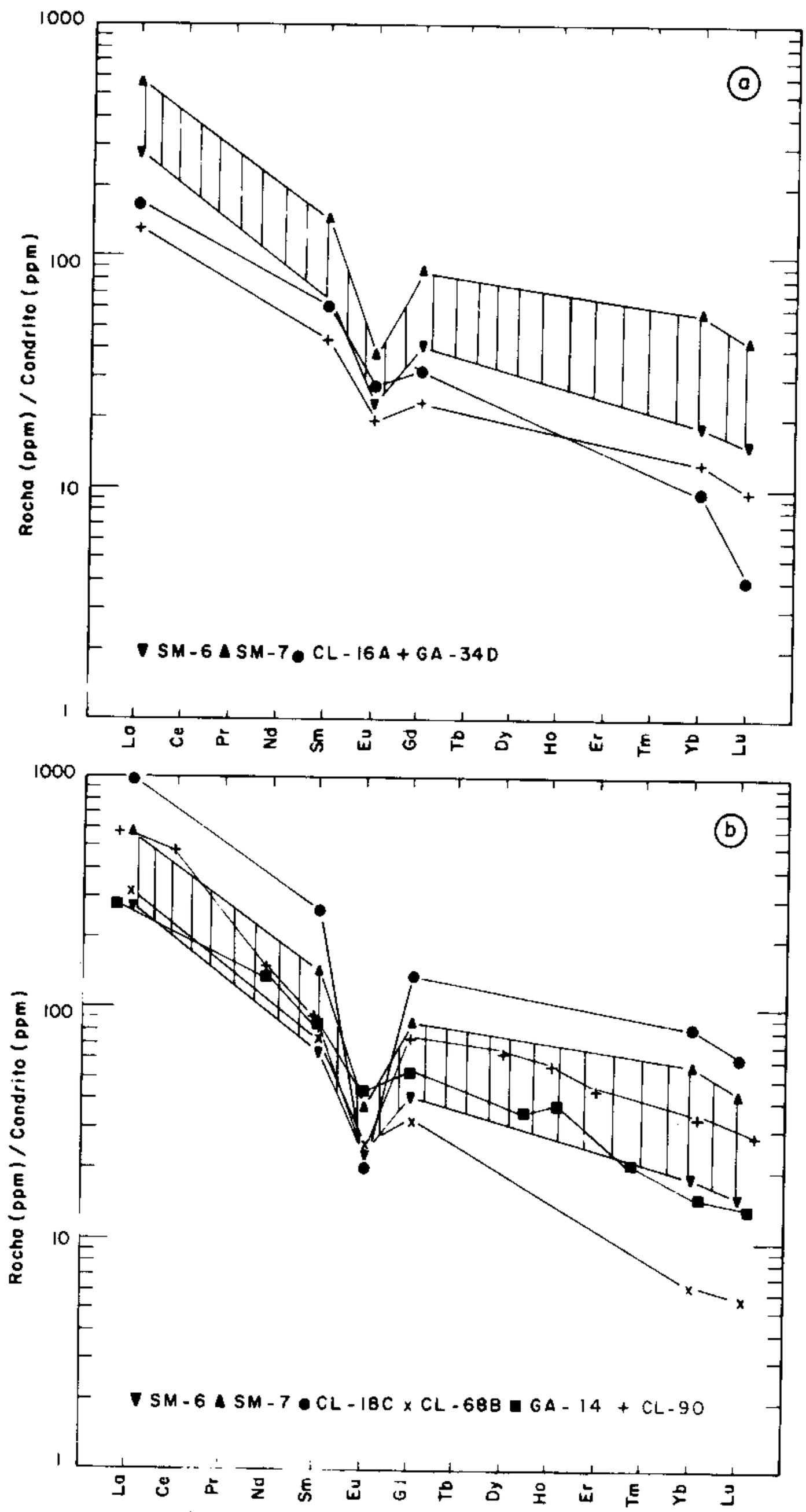


Figura 2.33A – Padrões de distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Masuda et al., 1973): a) Do maciço peralcalino Santa Úrsula (CL-16A e GA-34D); b) Dos maciços metaluminosos parcialmente peralcalinos Peixe - Urberaba (CL-18C, CL-68B) Calixto - Pitombas (GA-14) e Baixão (CL-90). Ambos comparados ao do maciço Serra do Meio (SM-6 e SM-7) que é do tipo peralcalino.

Tabela 2.17 – Composição modal (%) de amostras (16 seções delgadas resgatadas do Projeto Remanso, CBPM/SGM - 1987 e 2 seções do Projeto Peixe – Pau-de-Birro, CBPM/SGM, 1988) do maciço alcalino Serra do Meio (peralcalino).

Pertita	Quartzo	Albita + Microlínio	Riebeckita	Aegirina	Opacos	Biotita	Apatita	Allanita+ Epídoto	Calcita	Zircão	Fluorita	Titanita
07 - 71	12 - 30	05 - 69	TR - 07	1 - 20	TR - 05	0 - 03	0 - 01	0 - 01	0 - 03	0 - TR	0 - 01	0 - 01

Tabela 2.18 – Composição modal (%) de amostras (2 seções delgadas resgatadas do Projeto Remanso, CBPM/SGM - 1987 e 7 seções deste projeto) do maciço peralcalino Santa Úrsula.

Pertita	Quartzo	Albita + Microlínio	Riebeckita	Aegirina	Opacos	Biotita	Apatita	Allanita + Epídoto	Calcita	Zircão	Fluorita	Aenigmatita	Titanita
05 - 60	12 - 41	14 - 47	TR - 35	TR - 10	TR - 05	TR - 05	TR	TR	TR - 01	0 - TR	0 - TR	0 - 04	0 - 02

pregnando os piroxênios, anfibólios sódicos e titanita. Os acessórios mais comuns são apatita, fluorita e calcita que preenchem os interstícios do mosaico, e os mais raros são allanita e monazita associadas a aegirina, e zircão em diminutos cristais idiomórficos associado aos máficos.

Dados analíticos dos maciços Serra do Meio e Santa Úrsula (tabela 2.19) mostram que os teores de SiO_2 variam de 69,4 a 73,5% para o maciço Santa Úrsula (exceção da amostra GA-35A com teor de 87%, em função do extremo grau de milonitização e silicificação) e de 67,4 a 75,8% para o Serra do Meio. A somatória K_2O + Na_2O para o Santa Úrsula é de 9,0 a 9,6%, enquanto para o Serra do Meio é de 7,5 a 12,5%. A razão K_2O/Na_2O varia de 0,92 a 1,0 para o primeiro maciço e, de 1,02 a 1,58 para o segundo, refletindo uma tendência mais potássica para o Serra do Meio.

No diagrama para classificação do grau de alcalinidade (Maniar & Picolli,1989), as amostras do maciço Serra do Meio plotam somente no campo dos peralcalinos, enquanto os do maciço Santa Úrsula apresentam uma variação interna no grau da alcalinidade (figura 2.27).

O enriquecimento dos elementos-traço de alta carga iônica Nb, Y e Zr para o maciço Serra do Meio é compatível com o caráter peralcalino.

Os diagramas simplificados de distribuição dos ETR, normalizados para os dados de Masuda *et al.* (1973), para esses maciços e para os enclaves máficos (figuras 2.33A e B), mostram que o somatório dos ETR de Santa Úrsula é menor que o da Serra do Meio. A anomalia de Eu é menos pronunciada no maciço Santa Úrsula, dado esse compatível para um maciço menos diferenciado. A diferenciação tem prosseguimento no maciço Serra do Meio, onde o limite inferior do envelope de variação foi definido pela amostra SM-6 com teor de 70,2% SiO_2 e o superior pela SM-7 com 75,7% SiO_2.

Algumas amostras do maciço Serra do Meio possuem padrões de distribuição que plotam fora do envelope traçado. Estas amostras apresentam, ainda, anomalias negativas de Ce, indicando alterações secundárias de caráter metassomático. Segundo Leite & Fróes (1989), estas amostras mostram-se mais milonitizadas e em geral com maior teor de minerais máficos, indicando condições mais intensas na percolação de fluidos alcalinos tardios no protólito.

Os diagramas de distribuição dos ETR para os enclaves máficos têm características semelhantes ao de basaltos intraplacas normais (figura 2.33B), porém não está claro se são ou não representantes de um magmatismo menos evoluído que possa ter dado origem aos granitos.

No diagrama normativo Qz-Ab-Or (figura 2.34) observa-se uma perfeita evolução do granito Serra do Meio, no sentido de SM-6 para SM-7, isto é, no sentido de SW para NE, indicando um forte enriquecimento normativo de quartzo (de 33 para 42%), aliado a uma crescente queda da alcalinidade com teor de acmita normativa diminuindo de 23% (SM-6) a 1% (SM-7). O trend perpendicular ao mínimo termal quartzo-feldspato sugere diferenciação por cristalização fracionada, semelhante ao dos maciços Calixto-Pitombas e Santa Úrsula.

Leite *et al.* (1991), a partir de estudos petrográficos e mineraloquímicos nos tipos peralcalinos e metaluminosos, apontaram uma paragênese primária *hypersolvus* de pertita, magnetita e de algum quartzo que teria se formado a temperaturas superiores a 800°C, típica de granitos alcalinos tipo "A" (Collins *et al.*, 1982; Whalen *et al.*, 1987; Eby, 1992). Essa paragênese *hypersolvus* foi recristalizada ao longo de microcorredores de fluxo tectônico, gerando desmisturação dos fenoclastos de pertita para albita e microclínio. A ação de fluidos alcalinos tardi-magmáticos, progressivamente enriquecidos em sódio-ferro, nos protólitos *hypersolvus*, foi contemporânea aos eventos tectônicos de cisalhamento tangencial e transcorrente (Leite *et al.*, 1992). Essa recristalização gerou, ainda, pequenos cristais subédricos de aegirina-augita, aegirina, riebeckita e, mais tardiamente, cristais prismáticos de riebeckita, palhetas de biotita da série annita-siderita e os feixes aciculares de aenigmatita, além de alguns acessórios. O baixo teor da molécula de jadeíta nos cristais de aegirina sugere condições de cristalização *subsolidus* a baixas pressões, inferiores a 3kbar e temperaturas inferiores a 600°C (Leite *et al.*, 1991).

Os dados sugeridos de pressão e temperatura são compatíveis com condições metamórficas de xisto-verde alto a anfibolito inferior, porém biotitas ricas em annita são pouco freqüentes em

Tabela 2.19 – Dados analíticos dos maciços peralcalinos da Suíte Alcalina Serra do Meio.

ELEMENTO	AMOSTRA														
	CL-16A (1)	GA-34D (2)	GA-35B (3)	GA-35A (4)	SM-1 (5)	SM-2 (6)	SM-3 (7)	SM-4 (8)	SM-5 (9)	SM-6 (10)	SM-7 (11)	SM-8 (12)	SM-9 (13)	SM-10 (14)	CL-16D (15)
SiO_2	69,40	73,50	73,50	87,0	75,80	70,60	67,40	74,30	74,80	70,20	75,70	70,60	75,80	73,90	49,70
TiO_2	0,42	0,42	0,42	0,42	0,28	0,29	0,21	0,32	0,28	0,36	0,19	0,45	0,23	0,27	3,00
Al_2O_3	12,30	11,30	11,30	5,20	10,40	12,60	7,80	9,20	8,0	6,90	9,40	8,20	10,40	11,50	13,50
Fe_2O_3*	6,09	4,26	3,96	2,67	3,98	3,61	11,26	7,04	8,24	12,83	6,24	10,48	4,28	4,18	10,65
MnO	0,13	0,10	0,12	0,05	0,07	0,12	0,22	0,17	0,10	0,05	0,07	0,12	0,09	0,06	0,32
MgO	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,22	0,03	0,11	0,04	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	2,00
CaO	0,42	0,35	0,91	0,12	0,10	0,80	0,10	0,40	0,03	0,03	0,03	0,10	0,10	0,03	6,80
Na_2O	5,0	4,6	4,6	2,30	3,40	4,60	5,90	3,20	3,50	4,40	2,90	4,60	3,60	3,90	3,80
K_2O	4,6	4,4	4,6	1,10	5,30	5,90	6,60	4,80	4,50	4,50	4,60	4,40	5,10	5,30	5,70
P_2O_5	0,08	0,05	0,04	0,09	0,05	0,08	0,03	0,05	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,92
Total	98,53	99,01	99,48	98,98	99,41	98,82	99,55	99,59	99,51	99,35	99,22	98,99	99,60	99,20	96,39
H_2O^+	0,30	0,10	0,05	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
PF	0,93	0,46	0,59	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,19
Cr	3	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	148	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	2	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	12	8	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	36	42	40	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	97	77	89	3	130	140	140	200	130	110	130	130	180	140	1.829
Ba	540	290	290	200	65	280	94	480	10	58	58	110	47	71	686
Sr	3	5	14	3	10	59	10	24	10	10	10	10	10	10	20
Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
Nb	47	48	48	48	260	146	200	480	200	160	460	680	174	210	124,0
Zr	563	403	454	240	1.250	440	940	850	1.120	440	2.890	1.700	660	1.040	300
Y	70	59	53	5	140	86	180	120	55	80	240	250	97	150	76
Th	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
La	54,03	42,34	-	-	185,88	159,20	72,90	287,40	123,70	88,10	178,0	199,00	111,20	156,00	73,34
Ce	132,60	96,03	-	-	318,20	185,70	120,20	274,00	175,40	76,70	384,30	265,90	181,70	141,70	168,0
Nd	53,94	43,67	-	-	124,70	98,90	52,40	180,00	560,20	66,90	129,30	130,30	73,50	85,70	88,22
Sm	11,81	8,36	-	-	24,00	18,70	9,40	29,60	87,60	12,60	28,20	28,10	16,00	17,90	15,0
Eu	2,01	1,43	-	-	2,30	1,80	0,80	2,70	8,70	1,71	2,71	3,60	1,60	1,80	4,13
Gd	8,39	6,11	-	-	18,70	14,60	7,20	16,80	52,40	10,70	22,50	30,30	13,80	15,20	12,42
Dy	6,53	6,19	-	-	16,40	12,10	4,20	10,10	33,60	10,10	21,60	35,80	16,10	14,70	11,20
Ho	1,20	1,22	-	-	2,90	2,10	0,60	1,70	5,80	1,70	3,90	2,30	2,90	2,60	2,18
Er	2,69	3,18	-	-	8,50	6,40	2,0	4,90	15,70	5,10	12,40	19,10	9,60	7,70	5,64
Tm	-	-	-	-	1,10	1,00	0,20	0,80	2,20	0,70	0,10	-	-	-	-
Yb	2,0	2,68	-	-	6,80	5,40	2,0	5,20	11,20	3,90	11,80	14,20	9,40	6,10	3,83
Lu	0,13	0,32	-	-	0,80	0,60	0,30	0,70	1,30	0,50	1,40	6,50	1,10	0,70	0,44
F	-	-	-	-	1.000	2.900	650	1.450	59	340	940	1.375,0	1.500,0	390,0	-

1 a 4 Maciço Santa Úrsula; 5 a 14 - Maciço Serra do Meio; 15 - Enclave Máfico Santa Úrsula.

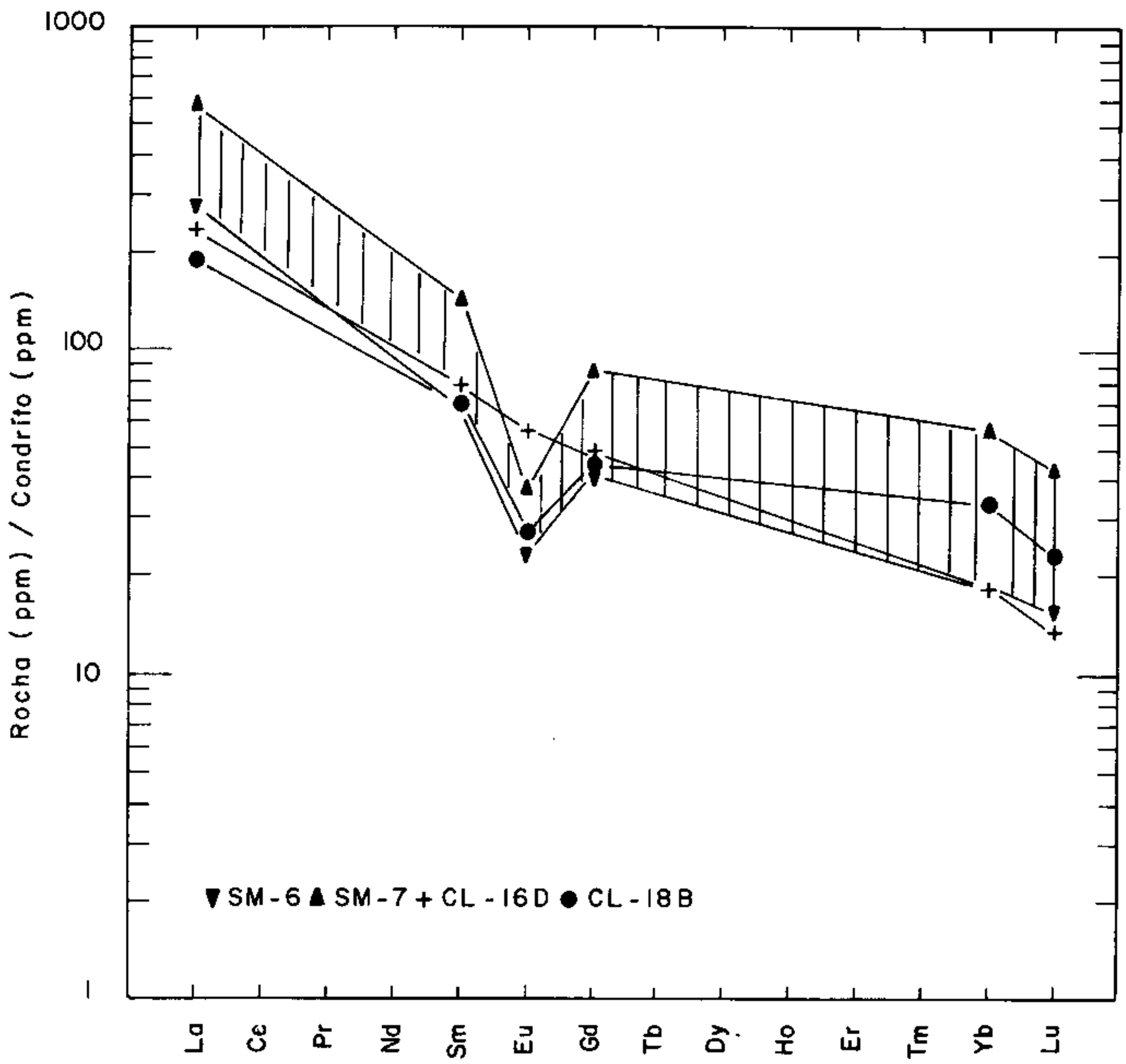


Figura 2.33B – Padrões de distribuição dos ETR, normalizados em relação ao condrito (Masuda et al., 1973), dos enclaves máficos, encontrados nos maciços alcalinos, comparados aos do maciço Serra do Meio que é do tipo peralcalino.

condições metamórficas e não existem dados na literatura da aenigmatita formada sob tais condições. Portanto, aventa-se um modelo pelo qual a recristalização *subsolvus*, que foi contemporânea ao tectonismo tangencial e transcorrente, tenha se dado por influência de fluidos alcalinos tardios progressivamente enriquecidos em sódio e ferro.

Uma outra discussão levantada para os maciços alcalinos refere-se à sua tipologia, ao ambiente tectônico de colocação e cristalização e à fonte magmática geradora. Leite & Fróes (1989), Leite (1993) e Plá Cid & Conceição (1993), utilizando-se de diagramas de discriminação de ambientes tectônicos (figura 2.35), caracterizam esses maciços como sendo granitos anorogênicos (tipo "A") intrusivos em condições supracrustais de intraplaca continental. Leite (1993), ao utilizar dos diagramas de Eby (1992) para reconhecimento de subgrupos químicos de granitos tipo "A", afirma que as razões similares dos elementos-traço de alta carga iônica definem um magma parental basáltico similar ao de ilhas oceânicas, intrusivos, porém, em ambiente de rifte continental, ou em ambiente de domeamento crustal a partir da instalação de *hot spots* ou plumas mantélicas, subjacentes à crosta continental (figuras 2.36A, e 2.36B). Estes dados em conjunção com aqueles apresentados anteriormente sugerem que a suíte alcalina evoluiu a partir de um magma basáltico alcalino empobrecido em CaO, MgO, Al_2O_3, Sr, Ba e Eu e rico em álcalis, Fe, Zr, Nb, Rb e Y, por processo de

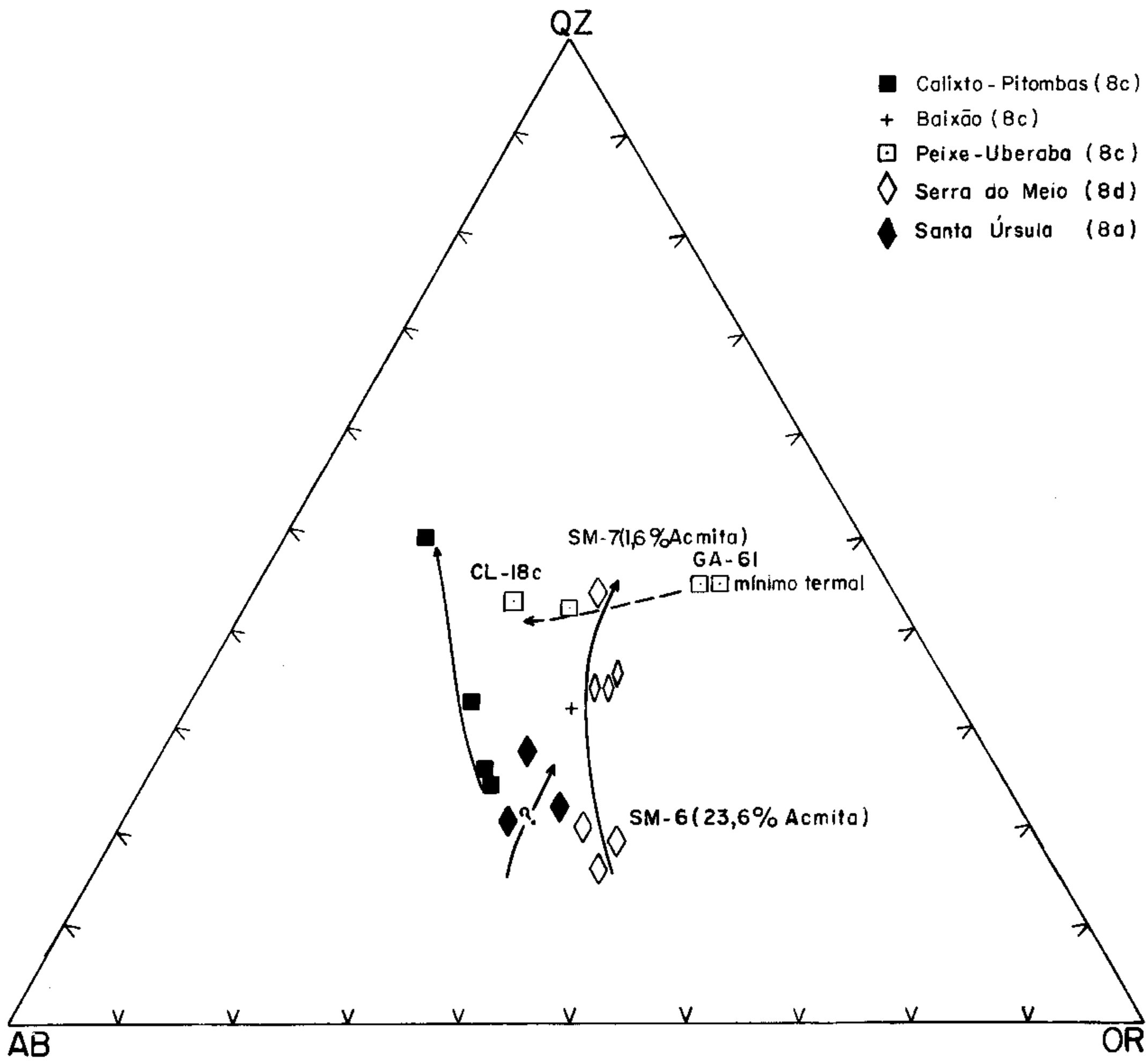


Figura 2.34 – Diagrama Qz - Ab - Or (Kosinowski, 1981), com amostras dos maciços metaluminosos parcialmente peralcalino (8c) e peralcalino (8b) da Suíte Alcalina Serra do Meio.

diferenciação (possivelmente cristalização fracionada) para os maciços peralcalinos, sendo que os tipos metaluminosos (Peixe-Uberaba, Pedra Comprida e parte do Calixto-Pitombas) mostram características de fusão parcial mínima, compatíveis com produto híbrido, rico em líquido crustal e pobre em líquido peralcalino.

A assinatura geofísica desses maciços apresenta níveis de radiação entre 60 e 100cps, e anomalias magnéticas que apresentam feições de dipólo com amplitude de até 750nT, segundo campo total de até 25.650nT. Contudo, não exibem distorção do campo gravimétrico da Terra, o que os caracteriza como maciços magnéticos de baixa densidade.

Plá Cid (1994) obteve 4 diagramas isocrônicos de referência, por meio de análises radiométricas de Rb/Sr em rocha total, relacionadas aos maciços Calixto-Pitombas, Santa Úrsula, Peixe e Pedra Comprida.

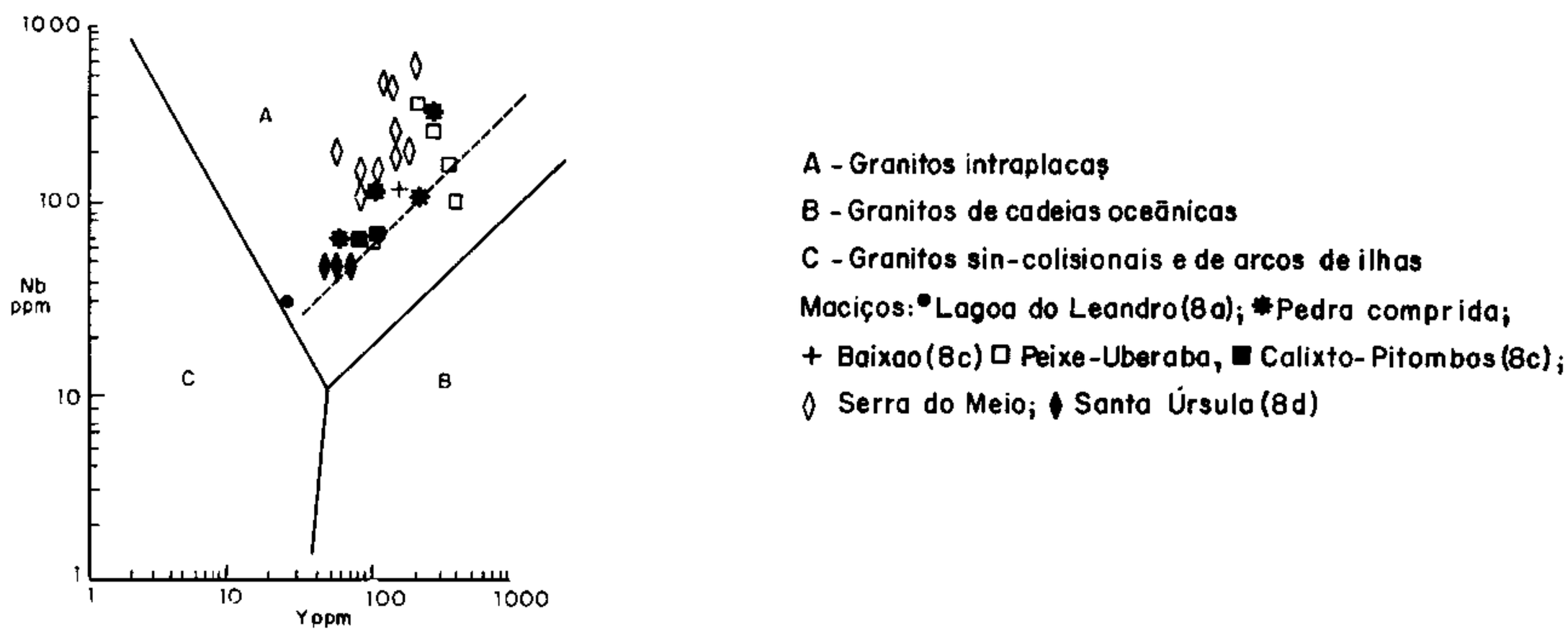


Figura 2.35 - Distribuição das amostras dos diferentes maciços da Suíte Alcalina Serra do Meio no diagrama discriminado de ambiências tectônicas de intrusão (Pearce et al., 1984).

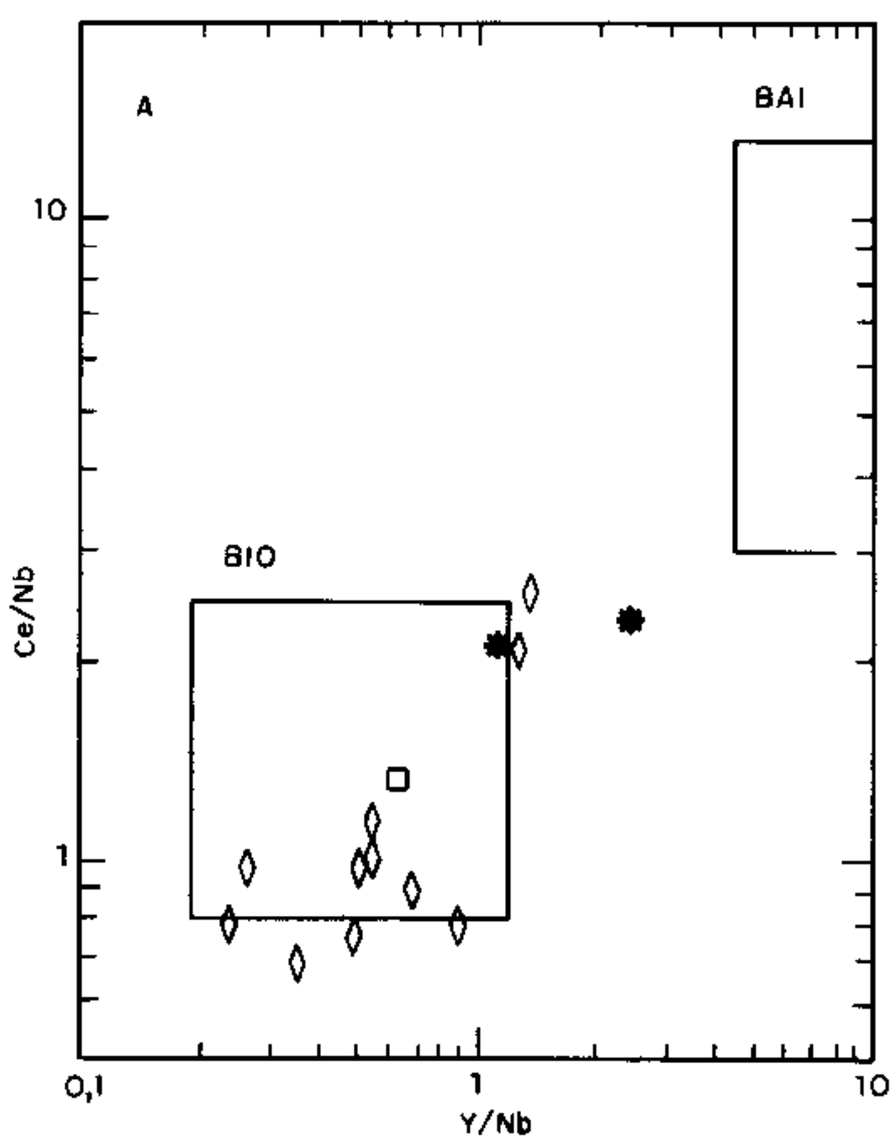


Figura 2.36 A – Distribuição das amostras dos maciços da Suíte Alcalina Serra do Meio nos diagramas de Eby (1992) sugerindo fonte magmática similar aos basaltos de ilhas oceânicas (BIO).

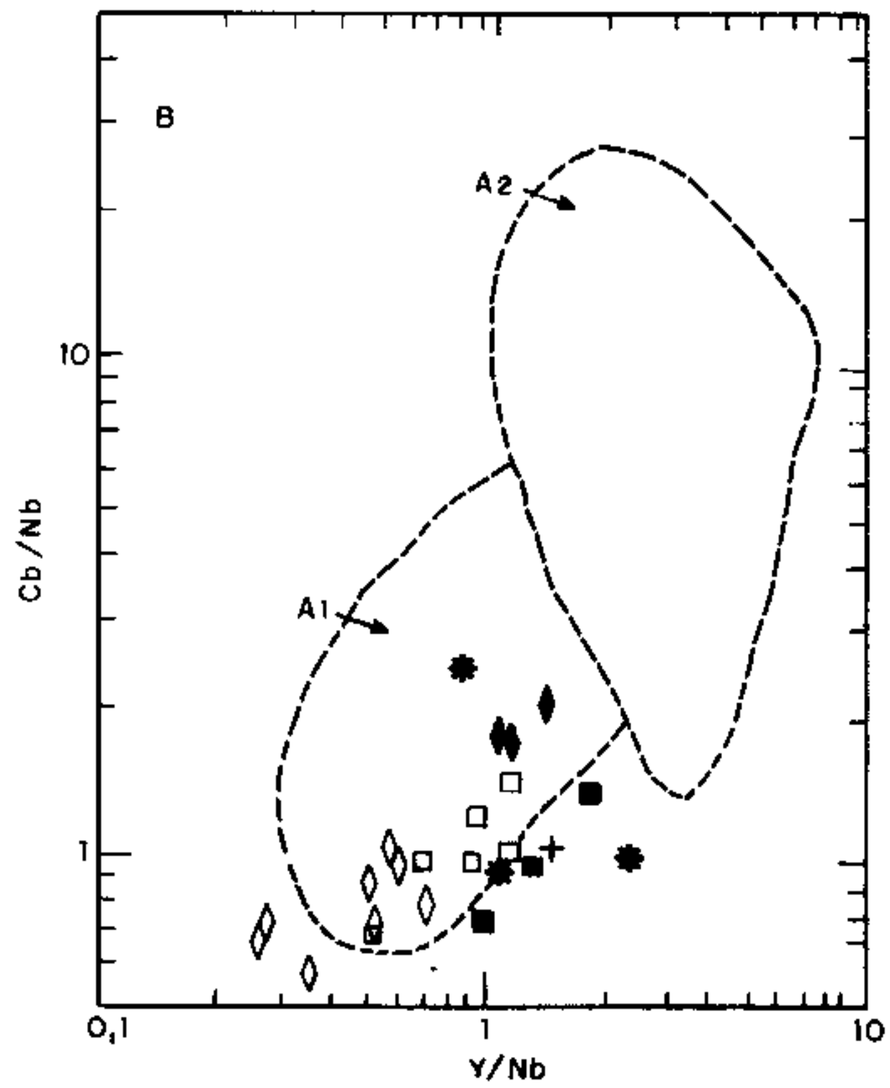


Figura 2.36B – Distribuição das amostras dos maciços da Serra do Meio sugerindo intrusões em riftes continentais ou durante magmatismo intraplaca (campo A1).

Os resultados, listados a seguir, merecem os seguintes comentários:

MACIÇO	IDADE	RAZÃO DE Sri	MSWD
Santa Úrsula	474 ± 11 Ma.	0,74967 ± 0,00151	1,22
Peixe	729 ± 98 Ma.	0,72257 ± 0,00833	115,01
Calixto-Pitombas	601 ± 70 Ma.	0,71933 ± 0,00374	46,61
Pedra Comprida	750 ± 39 Ma.	0,71590 ± 0,00320	10,73

As isócronas apresentam um MSWD elevado, exceto a do maciço Santa Úrsula e como os resultados analíticos apresentam erros relativamente baixos (Plá Cid, 1994), as isócronas, bem como as razões iniciais, refletem um grande efeito de reabertura do sistema Rb-Sr pela tectônica brasiliana, a ponto dessa homogeneizá-lo totalmente no maciço Santa Úrsula (Plá Cid, 1994).

Deste modo, os dados isocrônicos não são conclusivos e apenas corroboram as observações de campo, as quais evidenciam que a Suíte Alcalina Serra do Meio foi afetada pelos eventos deformativos do Ciclo Brasiliano. Reafirmam, ainda, a necessidade de consecução de análises radiométricas mais precisas, tais como U/Pb e Pb/Pb em zircão, para obtenção de idades de cristalização do protólito.

2.3.5 Bacia do Parnaíba

Na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes os sedimentos da Bacia do Parnaíba ocorrem no extremo-noroeste, junto à divisa com o estado do Piauí (figura 2.37). São representados pelos grupos Serra Grande e Canindé (Rodrigues, 1967; Carozzi *et al.*, 1975), que formam um relevo de chapada com terminações em escarpas abruptas, junto ao embasamento pré-cambriano. As formações constituintes desses grupos, na região, mostram-se adelgaçadas e orientadas conforme a borda da bacia, segundo a direção NE-SW, com mergulhos fracos para NW e localmente para SW.

2.3.5.1 Grupo Serra Grande (Unidade 4)

O termo "Série da Serra Grande" foi criado por Small (1913) para caracterizar os arenitos, conglomerados e calcários que formam a serra homônima, na margem oriental da Bacia do Parnaíba, no estado do Ceará. Kegel (1953) atribuiu ao Serra Grande uma idade do Siluriano Superior ao Devoniano. Rodrigues (1967) e Carozzi *et al.* (1975), com base em estudos bio-crono e litoestratigráficos, petrográficos e geoquímicos, definiram o Grupo Serra Grande como sendo constituído pelas formações Mirador, Tianguá, Jaicós e Itaim, depositadas entre o Siluriano Inferior e o Devoniano Inferior.

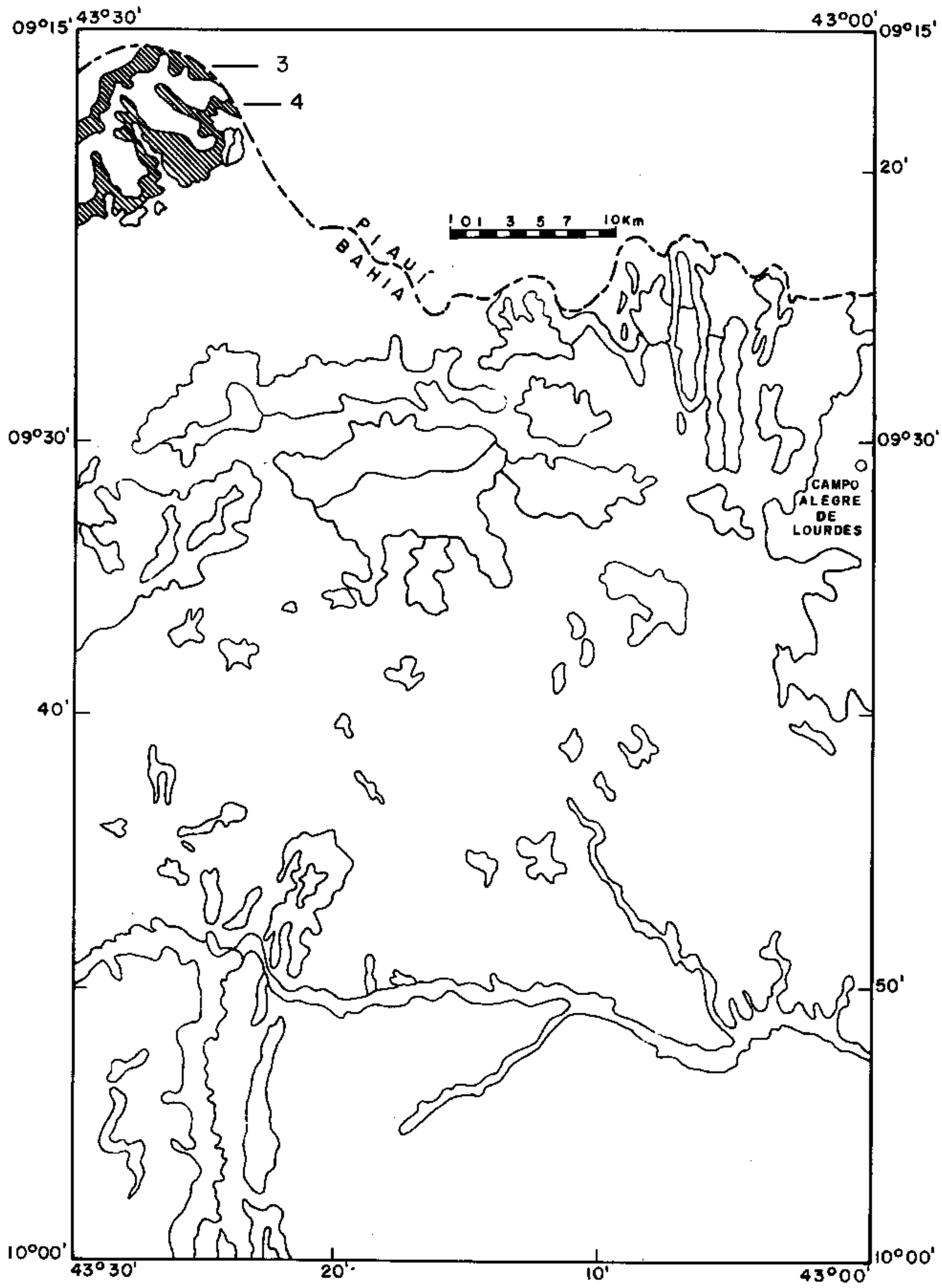
Caputo & Lima (1984) redefiniram esse grupo subdividindo-o em três formações: Ipú, Tianguá e Jaicós, depositadas no Ordoviciano Superior e no Siluriano.

No estado da Bahia, as melhores exposições do Grupo Serra Grande ocorrem nas encostas abruptas dos boqueirões que ficam nos arredores dos povoados de Angico dos Dias, Açu, Baixãozinho e Baixão Novo. No Baixãozinho pode-se observar a seção-tipo na região, composta por níveis basais conglomeráticos, contendo seixos e matacões de quartzo com até 40cm de diâmetro em matriz arenosa, que gradam ao topo para arenitos conglomeráticos, arenitos com estratificação cruzada-acanalada e tabular e arenitos maciços (figura 2.38). Esses arenitos apresentam coloração variando de branco a vermelho-ocre, esta devido à laterização, são bem compactados e mal selecionados.

Ao microscópio (seções delgadas resgatadas do Projeto Peixe – Pau-de-Birro, SGM/CBPM, 1988), apresentam seixos e grãos mal selecionados com dimensões de até 1,5cm de quartzo (monocristalino) e arenito (policristalino) com palhetas intersticiais de sericita. A matriz é constituída por grãos, na faixa de silte, de quartzo e por agregados de sericita, com turmalina detrítica e cimento de limonita. A classificação petrográfica é de um arenito conglomerático limonítico. Amostra classificada como quartzo grauvaca ferruginosa apresenta feldspato como constituinte de uma matriz que cimenta a grãos de areia quartzosa grossa (tabela 2.20).

A interestratificação de estratos de arenitos maciços, ou com cruzadas acanaladas e tabulares, e de conglomerados em matriz arenosa indica um sistema deposicional do tipo leque aluvionar, retratando assim uma sedimentação continental.

Caputo & Lima (1984), ao descreverem camadas métricas de diamictitos na região da serra Vermelha, estado do Maranhão, incluídas na Formação Ipú, sugerem uma ambiência de deposição em leques glaciais e periglaciais gradando para leques deltaicos e frente de leque deltaico no interior da bacia. Segundo Cunha (1986), as seções are-



3	4
Grupo Canindé	Grupo Serra Grande

Figura 2.37 - Distribuição dos sedimentos da Bacia do Parnaíba na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

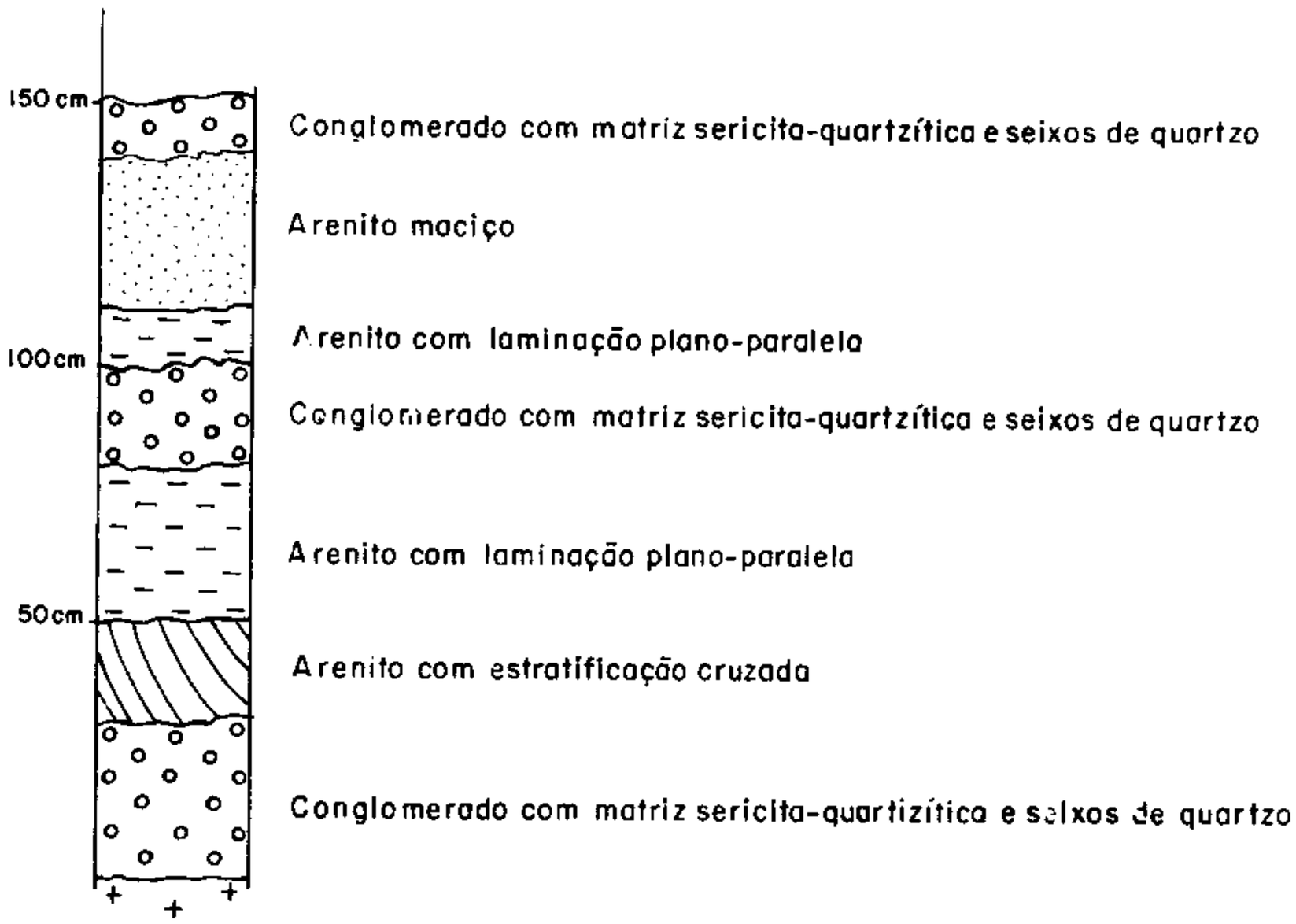


Figura 2.38 – Seção-tipo do Grupo Serra Grande, indicando um ambiente deposicional de planície aluvial, na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes (povoado do Baixãozinho).

Tabela 2.20 – Composição modal dos litótipos pertencentes aos sedimentos dos grupos Serra Grande e Canindé (Bacia do Parnaíba).

Amostra Nº	Seixos e Grãos				Matriz		
	Arenito	Quartzo	Turmalina	Moscovita	Quartzo+Feldspato	Limonita	Moscovita
SI-083* PPB-20	10	75	TR	-	-	15	-
SI-084* PPB-20B	-	77	TR	3	TR	5	15
SI-091* PPB-27	-	59	TR	1	TR	40	-

*Seções delgadas resgatadas do Projeto Peixe – Pau-de-Birro (SGM/CBPM, 1988). As amostras PPB-20 e 20-B referem-se ao Grupo Serra Grande. A amostra PPB-27 refere-se ao Grupo Canindé.

nosas basais do Grupo Serra Grande apresentam estruturas características de barras e canais produzidas por rios com padrão anastomosado. Tais interpretações corroboram uma sedimentação continental para o Grupo Serra Grande.

A ausência de fósseis na seção basal (Formação Ipú) do Grupo Serra Grande torna difícil o estabelecimento de uma idade para o início da sedimentação do mesmo. Caputo & Lima (1984) constataram a existência de quitinozoários, miasporos e graptólitos na Formação Tianguá, atribuindo uma idade do Siluriano Inferior e confirmam a idade anteriormente proposta por Carozzi *et al.* (1975). Caputo & Lima (1984) afirmam, ainda, que os conglomerados e diamictitos da Formação Ipú exibem estruturas de origem flúvio-glacial semelhantes às unidades litoestratigráficas ordovicianas que ocorrem na África Ocidental. Finalmente, para a Formação Jaicós, parte superior do grupo, esses autores com base em estudos de esporomorfos, consideram sua deposição no Siluriano Superior.

Trabalhos mais recentes, como os de Cunha (1986) e Góes *et al.* (1990), corroboram essas idades para a deposição do Grupo Serra Grande.

Os arenitos e conglomerados apresentam um fraco relevo magnético. Uma anomalia magnética, situada no extremo-noroeste, junto à divisa do Piauí, deve refletir o embasamento magnético. Os níveis radiométricos são de fraco a moderado, situados entre 100 a 400cps.

O Grupo Serra Grande tem sido correlacionado à Formação Tacaratu das bacias do Tucano Norte e Jatobá, com a Formação Trombetas da Bacia Amazônica e com as formações Rio Traíra-Vila Maria e Furnas da Bacia do Paraná.

2.3.5.2 Grupo Canindé (Unidade 3)

O termo Grupo Canindé foi proposto por Rodrigues (1967) e Carozzi *et al.* (1975) reunindo as formações Pimenteiras, Cabeças e Longá. Caputo & Lima (1984) e Góes *et al.* (1990), com base em análises estratigráficas e palinológicas, incluíram a unidade arenosa da Formação Itaim como seção basal do Grupo Canindé.

Na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes, os sedimentos desse grupo são de difícil observação. Próximo ao Baixão dos Tocos e à área de ocorrência do Complexo Carbonatítico Angico dos Dias, foram anotados esparsos afloramentos de folhelhos avermelhados, contendo nódulos e oólitos ferruginosos ou ainda uma fina estratificação com alternância de níveis quartzosos e de óxidos de ferro. Com base em trabalhos de fotointerpretação geológica e de compilação de dados referentes à descrição de litofácies do Grupo Canindé foram delimitadas as áreas de ocorrência desse grupo (ver Carta Geológica).

Embora seja descrito pelos autores em epígrafe a existência de uma discordância erosiva entre os grupos Serra Grande e Canindé, não foi possível observar tal relação, face à inexistência de acessos e a cobertura cenozóica que mascara tal contato.

Carozzi *et al.* (1975) consideram que as estruturas sedimentares e o conteúdo fossilífero das formações constituintes do grupo são relacionadas a deltas coalescentes. Cunha (1986) afirma que as unidades do Grupo Canindé representam alternâncias de ciclos transgressivos (formações Pimenteiras e Longá) e de ciclos regressivos (formações Itaim e Cabeças). Essas unidades seriam constituídas pelo retrabalhamento de clásticos continentais que foram depositados em ambientes litorâneos pouco profundos, segundo condições climáticas temperadas a frias nas proximidades de geleiras.

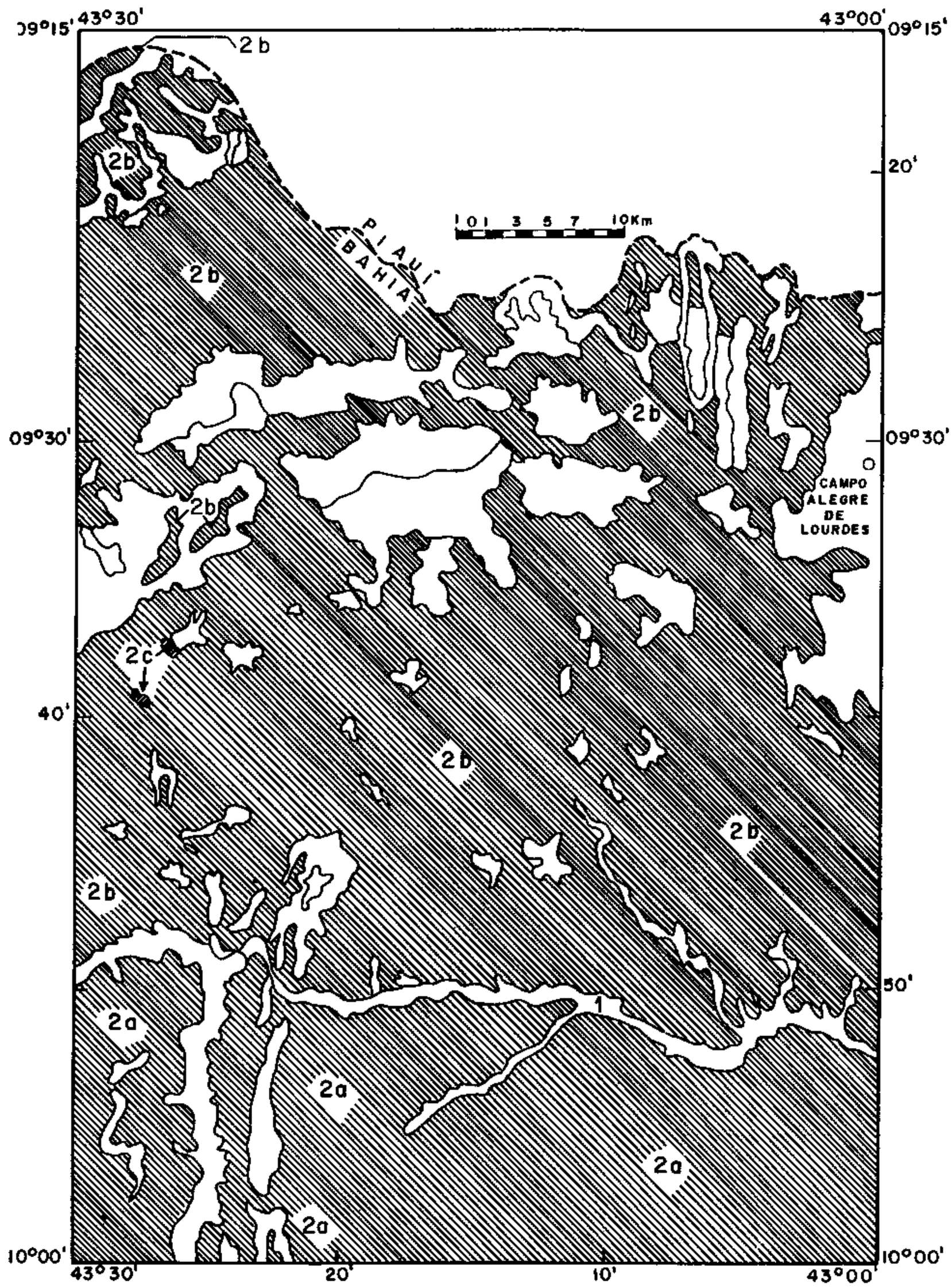
O posicionamento desse grupo é sugerido entre o Devoniano Médio e o Carbonífero Inferior, recobrindo concordantemente as unidades do Grupo Serra Grande (Carozzi *et al.*, 1975). Caputo & Lima (1984), Cunha (1986) Góes *et al.* (1990) ao incluírem a Formação Itaim nesse grupo, afirmam que a sua deposição teria se desenvolvido entre o Devoniano Inferior e o Carbonífero Inferior.

O padrão geofísico do Grupo Canindé na área do projeto é representado por fracos níveis radiométricos (100 a 400cps) e um fraco relevo magnetométrico.

O Grupo Canindé tem sido correlacionado à Formação Ponta Grossa na Bacia do Paraná, Inajá, nas bacias do Tucano e Jatobá, e formações Maecuru, Ererê, Curuá e Faro da Bacia do Amazonas.

2.3.6 Coberturas Cenozóicas

As coberturas cenozóicas são representadas por sedimentos detríticos e lateríticos do Tércio-Quaternário e por aluviões quaternários. Recobrem grande parte da área do projeto (figura 2.39) prin-



1	2a	2b	2c
Aluviões	Areias eólicas	Formações detríticas areno-argilosas e areno-siltosas	Crostas lateríticas

Figura 2.39 – Distribuição geográfica dos sedimentos detríticos e lateríticos cenozóicos na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes.

cipalmente na parte centro-sul da Folha Campo Alegre de Lourdes, seja no topo das elevações topográficas seja ao longo do pediplano regional. Suas características revelam que os eventos geomorfológicos de pediplanação foram distintos ao longo do Cenozóico, envolvendo mudanças de clima e morfogênese mecânica ao longo das superfícies de pediplanação.

Tais coberturas, descritas com maior detalhe na Carta de Formações Superficiais (Anexo II), são aqui agrupadas em depósitos do Tércio-Quaternário (Plioceno-Pleistoceno) e depósitos do Quaternário (Holoceno), de acordo com suas características físicas e suas correlações com os dados disponíveis na literatura, concernentes à evolução geomorfológica da região.

2.3.6.1 Depósitos do Terciário-Quaternário (Subunidades 2a, 2b, e 2c)

São constituídos por areias eólicas (Subunidade 2a), formações detríticas (Subunidade 2b) e lateritos (Subunidade 2c), relacionados aos estágios de pediplanação da região durante o Plioceno-Pleistoceno.

As areias eólicas (Subunidade 2a) ocorrem, principalmente a sul da Vereda do Pilão Arcado, constituindo notável feição morfológica ao longo da extensa planície do vale do rio São Francisco. São compostas por sedimentos arenosos de cor branca, angulosos e de granulação média a fina. Ao longo dessa planície formam dunas fixadas, por vezes alongadas em forma parabólica e com alturas de até 30m. Uma análise das fotografias aéreas tiradas em 1968 (USAF) e das imagens do satélite LANDSAT-5, bandas 5 e 7 (1990), indica que a deflação eólica tem-se processado com sentido de ESE para WNW. Na Folha Peixe esses cordões arenosos recobrem as formações detríticas (Subunidade 2b) e são formados pela deflação eólica das areias provenientes da desagregação *in situ* dos sedimentos dos grupos Serra Grande e Canindé.

As formações detríticas (Subunidade 2b) representam a unidade de maior extensão superficial na área do projeto. Nos platôs sustentados pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba são representadas por coberturas areno-siltosas inconsolidadas, parcialmente lateritizadas, formadas por processo de desagregação *in situ* dos sedimentos e do escoamento superficial ao longo de vales e escarpas.

Na parte sudoeste da Folha Peixe essas formações detríticas são representadas por sedimentos coluviais areno-siltosos ou síltico-arenosos de coloração amarelada, às vezes vermelho-claro, localmente com cascalho na base, cimentados em matriz arenosa de cor cinza a branco. A espessura total dessa unidade varia de 2 a 4m e é relacionada a pedimentação da borda da chapada.

Na região que corresponde à parte norte da Folha Campo Alegre de Lourdes e sudeste da Folha Peixe, sedimentos eluviais/coluviais/solos litólicos de cores amarelo-claro ou vermelho desenvolvem-se sobre rochas de natureza granítico-alcalina, gabróica, xistosa e gnáissica. Os processos formadores variam do intemperismo físico-químico ao escoamento superficial. São comuns as cascalheiras de quartzo *in situ*, bem como as cascalheiras coluviais, formadas pelo desmantelamento dos veios de quartzo, associados a solos vermelhos ferruginosos.

Já no pediplano regional, partes central e centro-sul da Folha Campo Alegre de Lourdes, a cobertura é representada por sedimentos areno-siltosos de cor acinzentada, espessura variando de 1 a 6m, sobre níveis basais de cascalho médio a grosso em matriz arenosa laterizada com espessura variada de até 2m. Para sul, essa unidade acha-se recoberta por fino nível de areia remobilizada (proveniente do campo de areias eólicas) que atinge espessura de até 30cm.

Tais formações detríticas, admitidas como de idade plio-pleistocênica (Barbosa *et al.*, *in* Projeto Radam, 1973), ao conterem um nível de cascalho basal laterizado, indicam que a morfogênese mecânica foi bastante atuante durante o período do processo de pediplanação.

Crostas lateríticas (Subunidade 2c) ocorrem ao longo de toda área, nas bordas de platôs, vales ou lombadas, associadas aos litotipos ricos em ferro, sendo as mais expressivas as dos povoados da Santa Úrsula, Baixão dos Caboclos e Caboclo dos Mangueiros, além das crostas laterítico-fosfáticas relacionadas ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias e que constituem importante jazida de rocha fosfática.

Tais lateritas, designadas localmente por "cabeça-de-jacaré", apresentam uma estrutura oolítica concrecionária, em que os oólitos de dimensões centimétricas cimentam a seixos e *boulders* de quartzo e *chert* de dimensões decimétricas. Po-

dem, ainda, ser observadas nos poços e cacimbas, sotopostas às coberturas detríticas, ao longo do pediplano regional. Isto indica que o processo de pediplanação iniciou com um clima úmido, terminando em clima seco.

2.3.6.2 Depósitos do Quaternário (Subunidade 1a)

Referem-se aos depósitos aluvionares (Subunidade 1a) da Vereda do Pilão Arcado e de seus afluentes, e a dois depósitos no extremo-nordeste da área. São compostos dominantemente por areias com argilas subordinadas. Níveis de cascalho fino podem ser observados próximos às serras do Brejo e da Pimenteira. Dados de sondagem a percussão, utilizada na perfuração de poços artesianos pela Companhia de Engenharia Rural do Estado da Bahia - CERB, indicam que a espessura do aluvião na Vereda do Pilão Arcado atinge 30m na localidade da Intendência, extremo-sudeste da área.

3

Geologia Estrutural/Tectônica

3.1 Introdução

A região de estudo do Projeto Campo Alegre de Lourdes está inserida no contexto dos limites da porção norte do Cráton do São Francisco (Almeida, 1977) ou, mais precisamente, no limite do extremo-setentrional do Domínio Tectônico "Corredor do Paramirim" (Alkmim *et al.*, 1993), entre as faixas de dobramentos Riacho do Pontal e Rio Preto. Este posicionamento geotectônico (figura 2.2) reflete um arcabouço tectônico proterozóico, expresso por dobramentos, cavalgamentos e transcorrências, afetando gnaisses e migmatitos do embasamento arqueano, rochas supracrustais, uma suíte granítica alcalina e complexos toleiíticos e carbonatíticos. Por outro lado, esse magmatismo relaciona-se a um ambiente anorogênico em crosta continental. Essa conjunção de dados indica que a evolução tectônica experimentou período(s) expressivo(s) de distensão crustal, necessário(s) e suficiente(s) para permitir ascensão de material magmático das partes profundas da litosfera, bem como a instalação de bacias sedimentares. Deste modo, os processos anorogênicos da região são parâmetros utilizados como referência geocronológica/estratigráfica para estabelecimento de um modelo de evolução tectônica.

Para uma melhor apresentação dos elementos estruturais reconhecidos na região, decidiu-se pela reunião desses elementos em domínios, onde as feições planares e lineares possibilitam uma análise estrutural consistente. Essa metodologia de abordagem faz-se necessária pelas dificuldades encontradas na região, tais como a presença de extensas e espessas formações superficiais que restringem o número de afloramentos na área e a própria localização desta em região remota de baixo índice populacional, com dificuldades e precariedade de acessos. Conseqüentemente, a cronocorrelação entre os eventos de deformação dos diferentes terrenos pré-cambrianos é feita com ressalvas.

3.2 Análise Estrutural dos Domínios

O estudo dos diversos elementos estruturais contidos nos afloramentos da área permitiram a elaboração

de um quadro tectônico subdividido em cinco domínios (figura 3.1): I – Fragmento do Embasamento Arqueano de Campo Alegre de Lourdes; II – Cinturão de Transcorrências e Dobramentos das Serras da Boa Esperança e Pedra Comprida; III – Cavalgamentos da Serra do Meio-Santa Úrsula; IV – Cobertura Dobrada do Grupo Santo Onofre e V – Cobertura Não-Deformada da Bacia do Parnaíba.

O Fragmento do Embasamento Arqueano de Campo Alegre de Lourdes é constituído pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico, de composição granodiorítico-trondhjemítica, metamorfizado na fácies anfibolito e intrudido por diques granitóides. A característica estrutural mais marcante desse fragmento arqueano é a rotação de seus elementos estruturais (dobramentos provavelmente transamazônicos) por um cinturão de cisalhamento transcorrente, dúctil, sinistral e com direção submeridiana, relacionado à tectônica brasiliana.

Entre os afloramentos estudados, o mais representativo é o de extensos lajedos da fazenda Brasileiro, a sul da cidade de Campo Alegre de Lourdes, onde foram constatados três eventos de deformação: D_n, representado pelo bandamento gnáissico e mobilizados subparalelos; D_{n+1}, refletido por dobras apertadas a isoclinais com planos

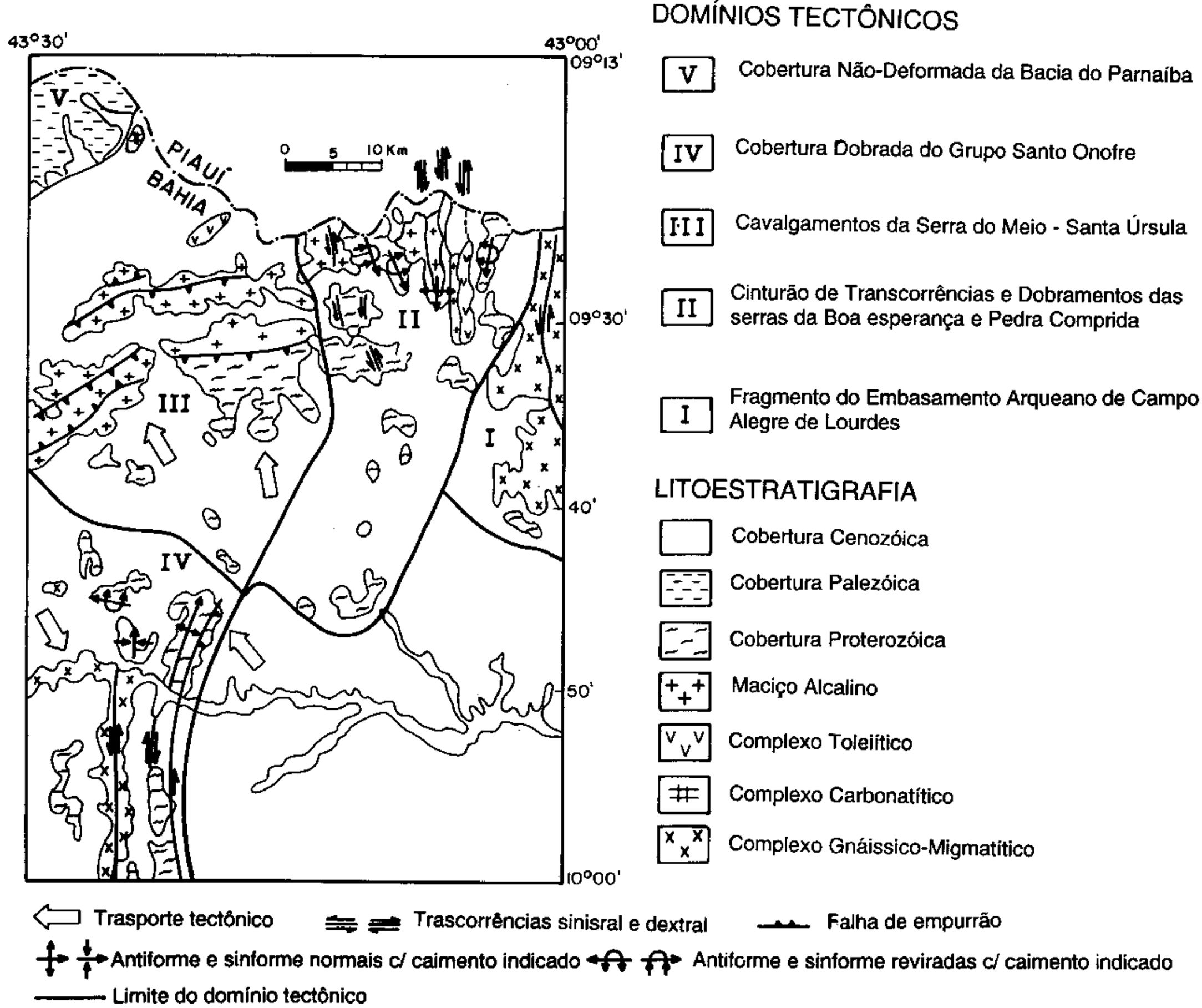


Figura 3.1 – Domínio tectônicos da região de Campo Alegre de Lourdes.

axiais NW-SE e mergulhos variados; e D_{n+2}, por dobras abertas com planos axiais próximos a E-W, subverticalizados (figura 3.2). Em alguns pontos são observados padrões de interferência de dobramentos D_{n+1} e D_{n+2}, tipo laço e, localmente, domos e bacias. Diques granitóides com estruturas de fluxo magmático, tardi a pós-tectônicos, mostram-se de granulação fina ao longo dos planos axiais de dobramentos D_{n+2} ou pegmatóides ao longo da direção N-S. Características de cisalhamento transcorrente limitam-se a discretas *shear bands* centimétricas, paralelas às superfícies axiais S_{n+2}.

Outro afloramento expressivo é o da lagoa de Campo Alegre de Lourdes, onde se observam zonas de cisalhamentos transcorrentes, dominantemente sinistrais (figura 3.3a), localmente formando conjugados com transcorrências dextrais (figura 3.3b). Nessas zonas transcorrentes foram observadas dobras de arrasto e superfícies S-C associadas a uma forte lineação de estiramento com *rake* baixo a moderado, por vezes com cavalgamentos muito localizados (rampas frontais, figura 3.4). Levantamento de detalhe de parte do afloramento indica que dobras de arrasto são subparalelas a dobras isoclinais (D_{n+1}) com planos axiais NNE-SSW e que a transposição se deu ao longo de corredores com direção próxima a N-S, com sentido de movimento dominantemente sinistral (figura 3.1).

Na lagoa das Marrecas, o bandamento migmatítico (S_n) é redobrado em dobras isoclinais (D_{n+1}) e abertas (D_{n+2}) com eixos NNW-SSE, resultando em padrões de interferência tipo laço. Os dobramentos D_{n+2} apresentam ondulações de seus eixos com *plunges* suaves na direção NNW-SSE. Os diques granitóides à biotita confirmam as observações da fazenda Brasileiro, que sugerem colocação tardi a pós D_{n+2}.

Sumariando, as principais feições estruturais deste domínio são dobramentos e redobramentos pré-brasilianos, freqüentemente rotacionados por transcorrências brasilianas.

No âmbito do Cinturão de Transcorrências e Dobramentos das serras da Boa Esperança e Pedra Comprida ocorrem megadobras regionais que emprestam a estas serras (bem como a das Pitombas) feições morfológicas típicas de cristas e vales estruturais, perfeitamente delineadas em aerofotos e imagens de satélite. Esse cinturão envolve micaxistos, xistos calcíferos e metacalcários da Unidade Serra da Boa Esperança, maciços alcalinos de composição variando de metaluminosa a peraluminosa da Suíte Alcalina Serra do Meio e o Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (figura 3.1).

Nos flancos leste da antiforme revirada da serra da Boa Esperança e da antiforme normal da serra da Pedra Comprida, os micaxistos apresentam uma forte xistosidade ou bandamento fino (S_1), dobrado e com foliação de plano axial (S_2) na direção em torno de N-S, com mergulho suave a médio para E ou W. Uma lineação de estiramento com caimento suave para sul ocorre impressa em superfícies de cisalhamento subvertical (NS), e paralela a segregações de quartzo tipo *rods* e *mullions*.

No fechamento da antiforme da serra da Pedra Comprida foram observadas características semelhantes às descritas no parágrafo anterior, tais como minidobras recumbentes (D_1) de eixos com caimento suave para sul. Os eixos mostram-se paralelos a estruturas tipo *mullion* e a lineações de estiramento (figura 3.5). Já no flanco oeste desta megaestrutura a superfície S_1 apresenta forte mergulho para oeste e S_2 mergulho fraco também para oeste. A partir destes dados Jardim de Sá (1988) interpretou a estrutura da serra da Pedra Comprida como uma sinforme invertida, redobrada por uma antiforme D_3 (figura 3.6).

Na região do Baixão do Calixto, mais precisamente no morro da Santa Cruz, a xistosidade S_1 mostra-se estruturada em minidobras isoclinais intrafoliais (D_2) e estas estão redobradas coaxialmente segundo superfícies axiais subverticais (S_3) com direção N-S e eixos com fraco caimento para sul.

Bandas de cisalhamento transcorrentes sinistrais, milimétricas a centimétricas, subverticais, truncam as minidobras D_3 no morro da Santa Cruz e nos afloramentos do povoado do Velame, segundo disposições anastomosadas em torno da direção N-S. Na parte centro-sul da Folha Campo Alegre de Lourdes, os esparsos afloramentos de micaxistos e metacalcários confirmam os redobramentos coaxiais. No sítio Caraíba, o micaxisto encaixante da rocha básica metassomatizada (Unidade 12) de Pau-de-Birro também mostra-se redobrado coaxialmente. Bandas de cisalhamento NW-SE, de médio mergulho para SW, têm associados Lx com fraco a médio *rake*, denotando cisalhamento transcorrente oblíquo.

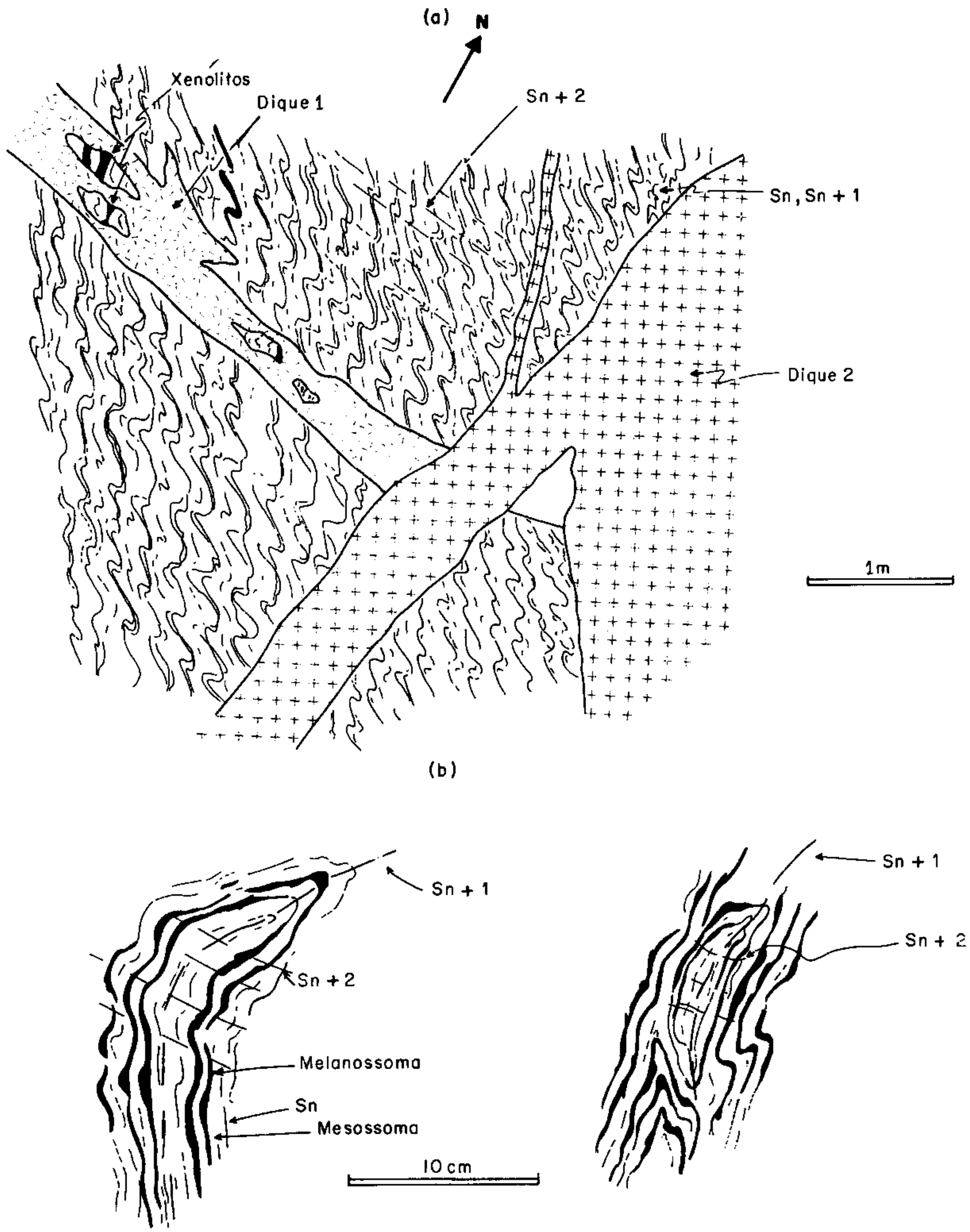


Figura 3.2 – Detalhes do lajedo de migmatito bandado da fazenda Brasileiro (afloramento GA-01): a) Parte do afloramento com duas intrusões de veios granitóides posteriores à deformação D_{n+2}; b) Figuras de interferência dos dobramentos D_{n+1} e D_{n+2}, observadas localmente no afloramento (Santos, 1992).

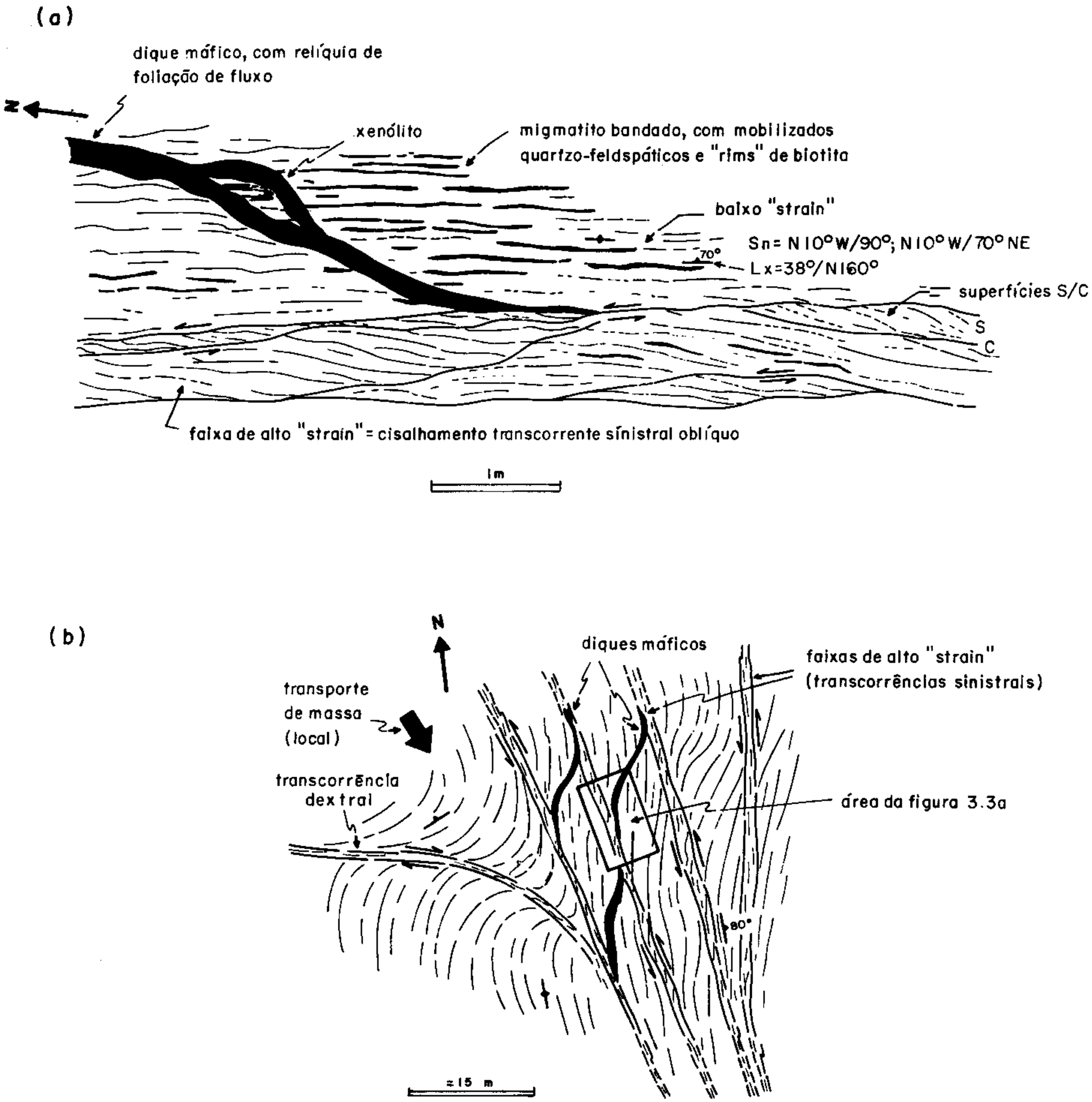


Figura 3.3 – Aspectos das deformações observadas em lajedos de migmatito bandado na lagoa de Campo Alegre de Lourdes (afloramento GA-09): a) Detalhe da geometria dos cisalhamentos transcorrentes sinistrais oblíquos, que predominam no local, afetando também diques máficos; b) Interpretação dos movimentos das zonas de cisalhamento observadas em parte do afloramento (Santos, 1992).

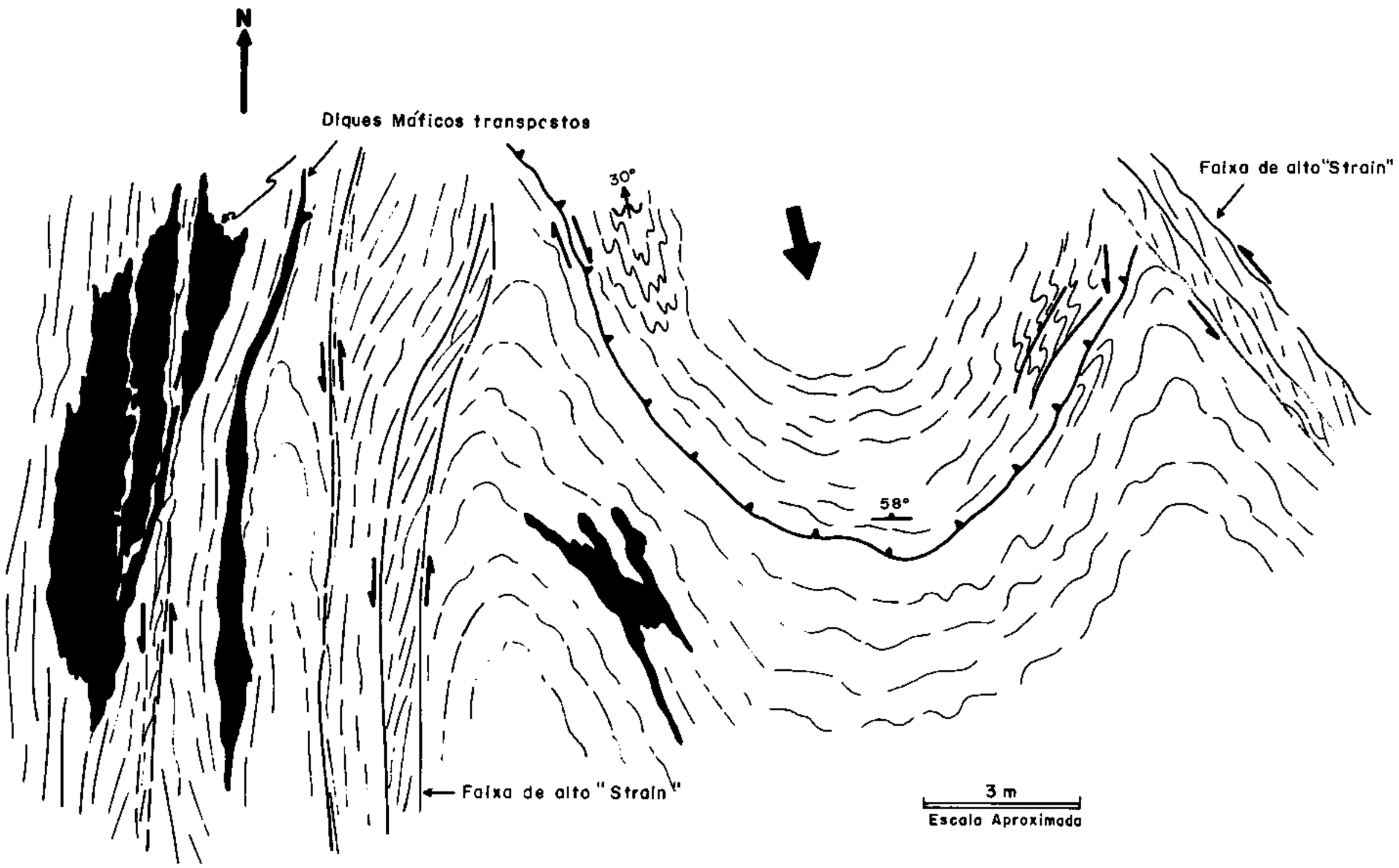


Figura 3.4 – Detalhe de parte do afloramento GA-09, localizado na lagoa de Campo Alegre de Lourdes. Migmatito com alta taxa de fusão, com diques máficos descontínuos, transpostos, sendo freqüente a presença de dobras abertas e apertadas e zonas de cisalhamento transcorrentes quase sempre sinistrais; evidências locais de cavalgamento dirigido de NNW para SSE, indicado pela seta maior (Santos, 1992).

Os elementos estruturais dos maciços alcalinos Pedra Comprida (metaluminoso, Subunidade 8b) e Calixto-Pitombas (metaluminoso parcialmente peralcalino, Subunidade 8c), posicionados no cinturão de dobramentos e transcorrências, sugerem que estes foram afetados pelos mesmo(s) evento(s) tectônico(s), descritos acima para a Unidade Serra da Boa Esperança, como veremos a seguir.

Na fazenda Leondinha, superfícies S-C impressas sobre granito alcalino metaluminoso indicam movimento transcorrente sinistral na direção N-S, por vezes rompendo flancos de dobras D_2 com charneiras angulosas ("ponta-de-faca").

No flanco oeste da antiforme D_3 da serra da Pedra Comprida, o afloramento do granito alcalino no povoado homônimo contém dobras desenhadas por bandas descontínuas de concentração de magnetita com superfícies axiais N-S subparalelas a uma foliação milonítica anastomosada. A assimetria das minidobras, associada a uma lineação de estiramento de baixo *rake*, impressa na foliação milonítica, indica movimento transcorrente dúctil, dextral, que por sua vez é afetado por cisalhamento rúptil, refletido por sistema de fraturas escalonadas, preenchidas por veios de quartzo e sugerindo movimento transcorrente sinistral (figura 3.7).

Outra notável feição são as estruturas tipo *mullion* com lineação de estiramento paralela, orientada 10°/N190^o, observadas na parte central da antiforme da serra da Pedra Comprida e que são desenvolvidas sobre o maciço alcalino metaluminoso (foto 01). As características são típicas de um tectonito L, onde

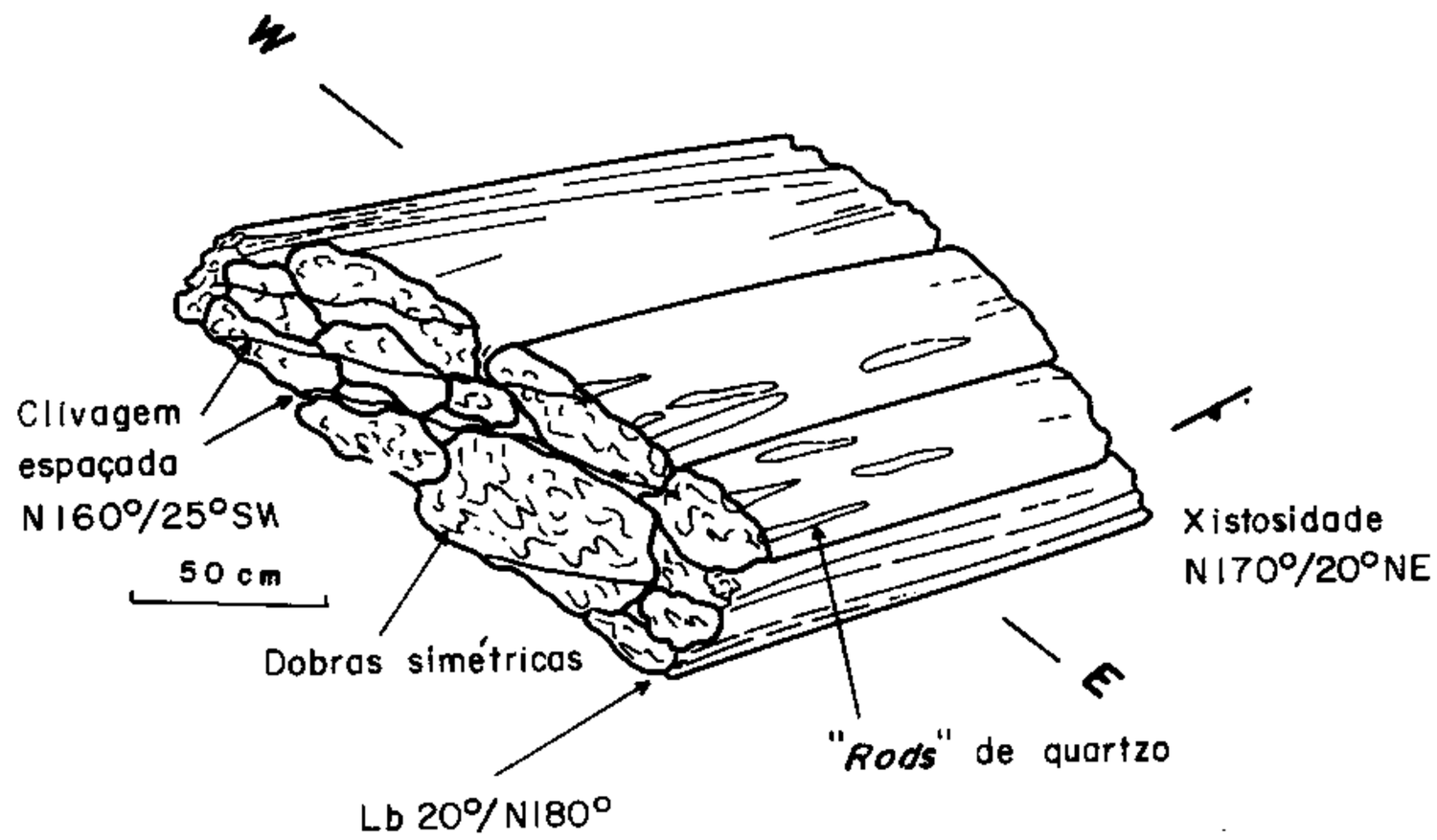


Figura 3.5 – Muscovita-quartzo xisto da Unidade Serra da Boa Esperança, com estruturas tipo rods e mullions, no franco E de megadobra orientada N-S. Afloramento CL-186, na serra da Pedra Comprida (Santos, 1994).

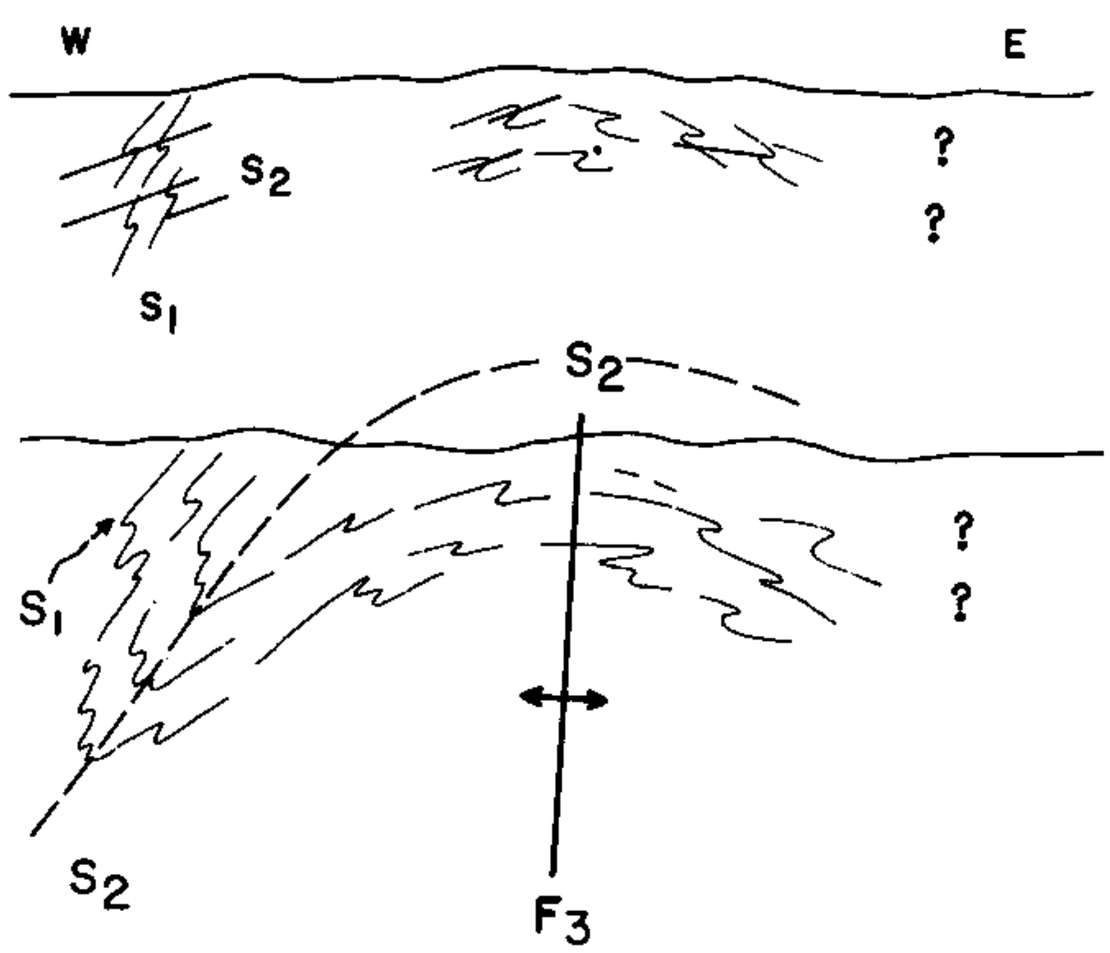


Figura 3.6 – No corte superior temos os dados estruturais (minidobras e foliação) dos afloramentos CL-111 e 112. Abaixo, a interpretação hipotética sugerida para a estrutura dos metassedimentos da antiforme da serra da Pedra Comprida (Jardim de Sá, 1988).

as feições lineares são predominantes sobre as planares.

Outro afloramento bastante ilustrativo e representativo da borda do maciço Calixto-Pitombas está localizado no povoado do Baixão do Calixto. Apresenta um bandamento (S_1) com intercalações anfibolíticas/biotíticas e graníticas leucocráticas, estruturadas em dobras abertas a fechadas, localmente tipo caixa (*box fold*), relacionadas à deformação D_3 (a deformação D_2 é representada por dobras intrafoliais, isoclinais, locais) com foliação de plano axial vertical e eixos de caimento suave ora para NNW, ora para SSE (figura 3.8).

No povoado de Pitombas, o maciço alcalino apresenta uma foliação milonítica de atitude N20°W/45°NE com lineação de estiramento 20°/N10°E. Essas atitudes associadas a dobras de arrasto indicam cisalhamento transcorrente sinistral com componente oblíquo.

Na Baixa da Ema, no estado do Piauí, os granitóides alcalinos alternam-se com os xistos sob a forma de *sheets*, bolsões e *boudins*, estruturados concordantemente em dobras isoclinais, apertadas a abertas e zonas de cisalhamento transcorrente sinistral. Os eixos mostram variações no sentido do caimento, mas a lineação de estiramento, nos pla-

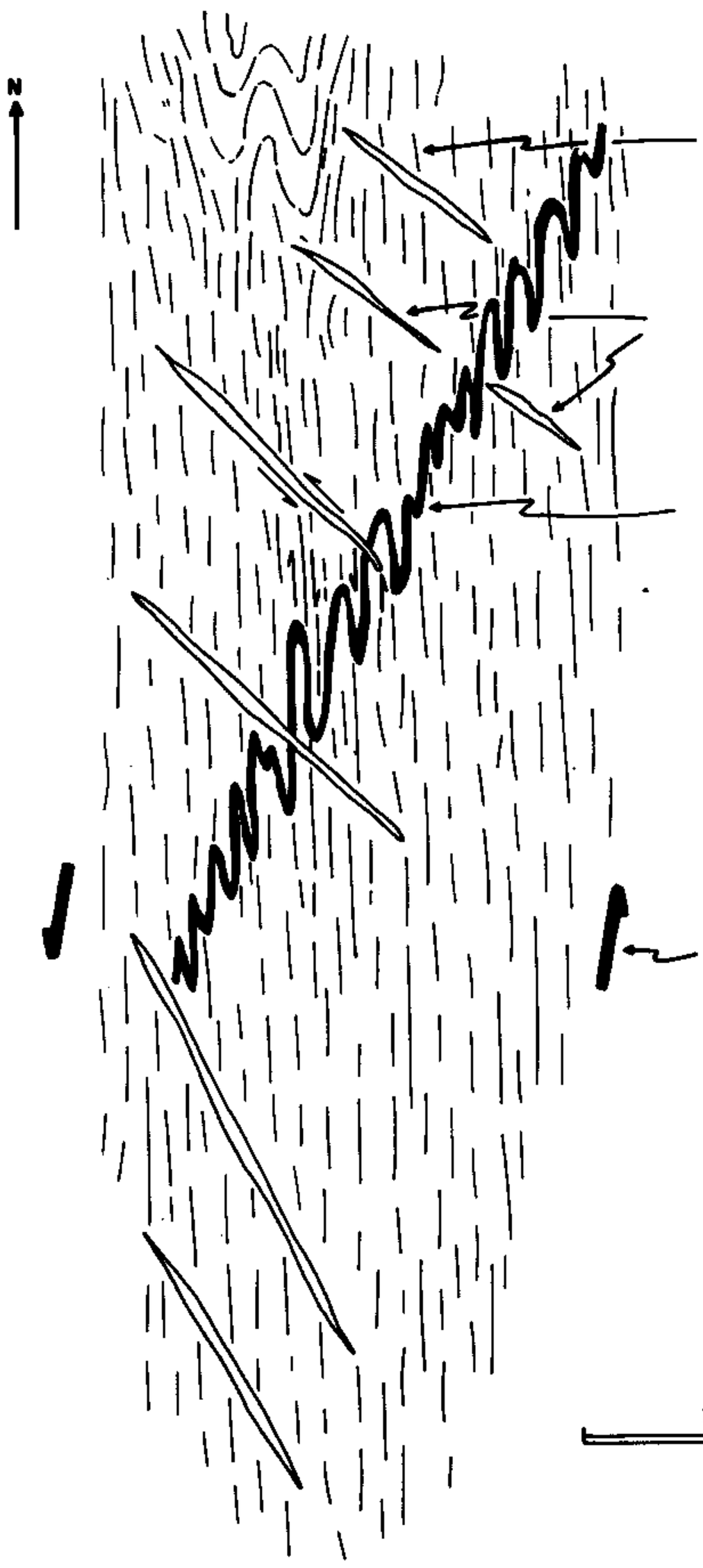


Figura 3.7 – Maciço alcalino aflorando (em planta) na fazenda Baixão dos Bois / Pedra Comprida, com veios de quartzo escalonados, sugerindo a presença de cisalhamento transcorrente sinistral rúptil, superposto a dobramentos anteriores (afloramento GA-13) (Santos, 1992).

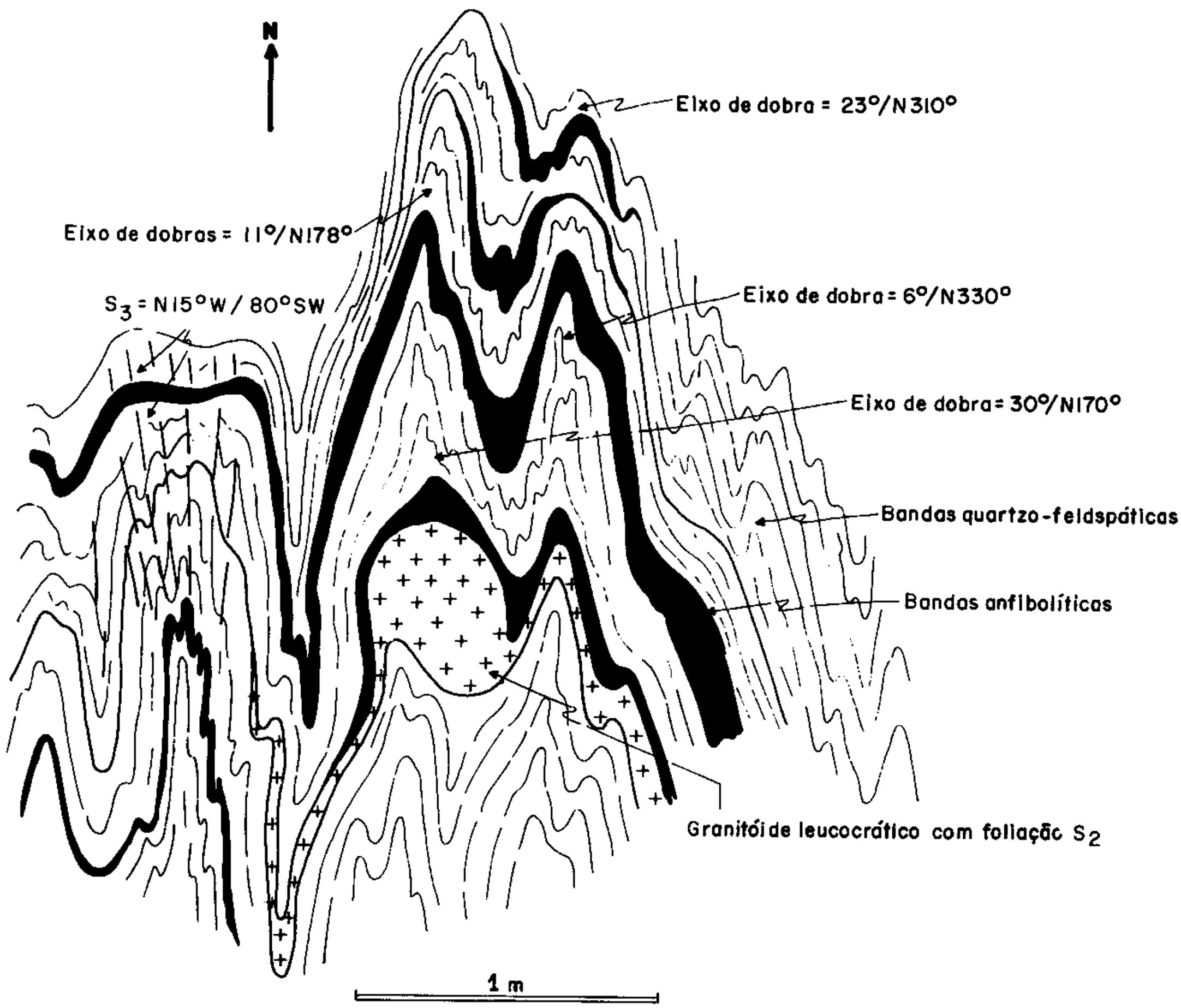


Figura 3.8 – Estilo de deformação da borda do maciço alcalino que aflora no Baixão do Calixto (afloramento GA-14). Notar a ondulação dos eixos das dobras ao longo da direção NNW-SSE (inversão do caimento do eixo).

nos de transcorrência, mostra suave caimento, invariavelmente para N145°. Nas zonas de pouca influência da transcorrência, o conjunto está redobrado coaxialmente (figura 3.9).

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes, situado também no âmbito do Cinturão Serra da Boa Esperança – Pedra Comprida, apresenta-se dobrado em estilo sinformal revirado com vergência para leste e redobrado segundo dobras abertas normais orientadas N-S com ondulações quase ortogonais. Este conjunto de dobras mostra-se transposto por uma tectônica de cisalhamento transcorrente dúctil-rúptil dextral, com direção submeridiana.

Os morros de minério de Fe-Ti-V apresentam marcante acamadamento ígneo primário, destacado por níveis de cumulato de feldspato alterado. No morro Redondo observa-se uma foliação S_1, paralela ou subparalela a S_0, que é de plano axial de uma dobra isoclinal afetando S_0. Esta foliação, comum a todo o minério, varia progressivamente de E-W, a partir do morro Testa Branca, até N-S, a partir da extremidade sul do morro Redondo. O mergulho é de forte ângulo para

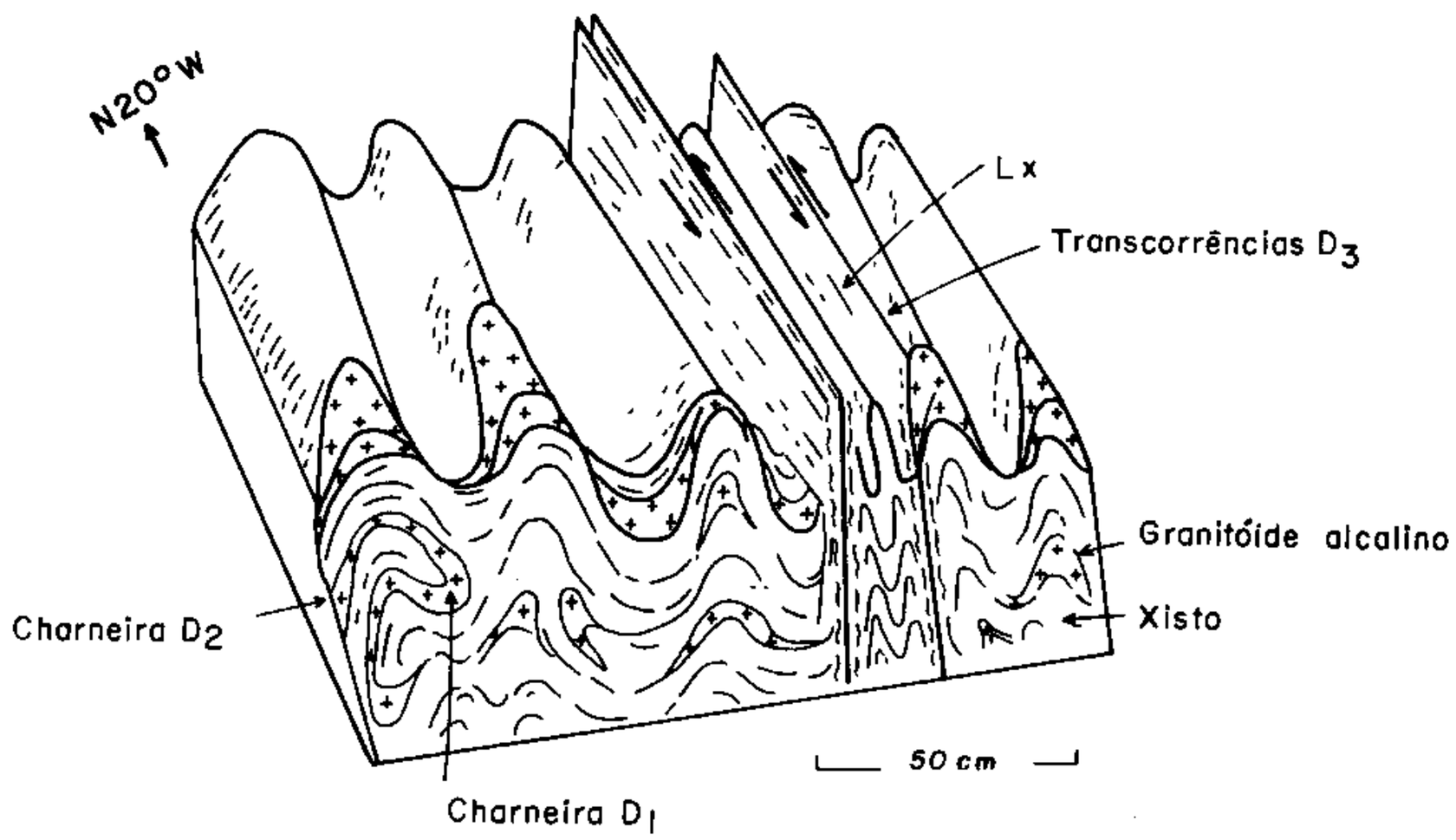


Figura 3.9 – Bloco-diagrama esquemático, baseado no afloramento CL-180, localizado na Baixa da Ema, estado do Piauí, que mostra micaxistos quartzosos e granitóides alcalinos envolvidos em dobramentos e redobramentos coaxiais, com eixos de fraco caimento para N145°, por vezes ondulados ou subparalelos à lineação de estiramento. Faixas de cisalhamento transcorrente sinistral rotacionam as dobras e mascaram os redobramentos (dobras pré-brasilianas transpostas por transcorrências brasilianas ?) (Santos, 1994).

oeste e sul (morro Testa Branca e extremidade norte do morro Redondo). Vistos a nível de mapa (figura 3.10), o minério mostra-se dobrado em uma sinforme revirada com eixo "plungeando" para sul, com exceção do morro Branco. No morro Redondo uma dobra isoclinal sugere o flanco invertido de uma sinforme com flanco normal a leste correspondente ao morro Chico Velho (Jardim de Sá, 1988). Nesse morro, observa-se uma zona de cisalhamento transcorrente dextral com componente oblíqua, superposta aos dobramentos ou, talvez, tardia aos dobramentos abertos (D_2), corroborando com as observações de Jardim de Sá (1988).

Estruturas de cavalgamento rúpteis e rúpteis-dúcteis de baixo ângulo com geometria de rampas e pisos, caracterizando leques imbricados e duplexes são observadas nos morros Testa Branca, Redondo, Tuiuiú e Sítio. No morro Testa Branca os planos de deslocamento mostram-se ondulados (figura 3.11) desenvolvendo níveis milimétricos a centimétricos de milonitos, com lineação de estiramento mineral com fraco caimento para N240°. Níveis de brecha fosfática aluminosa, portanto recristalizada em condições hidrotermais, preenchem parte das superfícies de cavalgamento (foto 02). A geometria do cavalgamento indica transporte tectônico de WSW para ENE. No morro Redondo as superfícies de empurrões são de baixo a médio ângulo e com senso de movimentação de WSW para ENE (lineação de estiramento mineral 30°/N280°). No morro Tuiuiú a tectônica tangencial origina planos de cavalgamento rúpteis (foto 03) provocando arrastos no bandamento S_0, desenvolvendo geometrias tipo duplex, dirigidas de SSW para NNE (lineação de estiramento mineral 30°/N195°).

A integração dos indicadores cinemáticos observados nos morros Redondo, Chico Velho e Testa Branca (figura 3.10) mostra que os corpos de minério de Fe- Ti-V podem ter sido originalmente um único corpo. Os dobramentos e redobramentos, seguidos de transcorrências orientadas N-S, podem ter sido responsáveis pela fragmentação do corpo em vários *macroboudins*".

O Domínio de Cavalgamento Serra do Meio-Santa Úrsula abrange a parte noroeste da área mapeada (figura 3.1). Engloba o maciço peralcalino parcialmente metaluminoso (Peixe-Uberaba), os dominantemente peralcalinos (Santa Úrsula e Serra do Meio) e suas encaixantes (os micaxistos da Unida-

de Serra da Boa Esperança). Também foram englobados nesse domínio o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias e o corpo piroxenítico de Caboclo dos Mangueiros. No primeiro foram observados dobramentos normais abertos com planos axiais NNE-SSW e eixos com caimento suave para N10°-30°E, que pode ser reflexo do evento tangencial.

A principal característica desse domínio são cavalgamentos de baixo ângulo, com direção WSW-ENE, cujos indicadores cinemáticos indicam transporte tectônico de SSE para NNW, com ondulações ao longo dessa direção (figura 3.1). No maciço Santa Úrsula, povoado de Santa Clara, o riebeckita-quartzo sienito local apresenta um bandamento milonítico Sn com direção ENE-WSW e mergulho subvertical para SSE, desenvolvido em regime transcorrente e seccionado por superfícies de cavalgamento, também de natureza milonítica, com direção ENE-WSW e mergulhos fracos para SSE e NNW (figura 3.12). Sobre as superfícies de cavalgamento está impressa uma forte lineação de estiramento (Lx), com desenvolvimento de prismas de riebeckita com rake próximo de 90°, inclusive em veios de quartzo e de granitóides alcalinos mais finos e tardios.

Na lagoa de Santa Úrsula, extensos lajedos do maciço homônimo apresentam superfícies S-C, com arranjo sigmoidal, bem como fenoclastos assimétricos com sombras de pressão, rotação de cristais e lineação de estiramento mineral (prismas de riebeckita). As superfícies apresentam-se onduladas, com fracos mergulhos, ora para SSE, ora para NNW e os critérios cinemáticos indicam movimentação de SSE para NNW. Observam-se também falhamentos rúpteis-dúcteis orientados NNW-SSE, subverticais, com desenvolvimento de pseudotaquilitos e *gouge* de falha, de espessuras milimétricas, e com estrias de fricção suborizontais. As características desses falhamentos tardios são de transcorrências dextrais.

No maciço Peixe-Uberaba são três os afloramentos expressivos que denotam a tectônica tangencial. Na margem norte da lagoa do Peixe, um bandamento milonítico apresenta atitude de direção ENE-SSW e mergulho suave para NW, com lineação de estiramento mineral de baixo caimento para NW. Na margem sul da lagoa, sugestões locais de dobras tipo bainha e superfícies S-C indicam movimentação dirigida de SSE para NNW. Na fazenda Uberaba a foliação milonítica está dobrada com eixos de dobras paralelos à lineação de estiramento mineral (Lx) de alto *rake*, marcada por concentrações de magnetita e piroxênio sódico. Já no sítio Poço de Pedra, foliações conjugadas S-C indicam transporte tangencial contrário, de NW para SE. Esta movimentação é confirmada pela presença de entelhamento dos fenoclastos de feldspato. Finalmente, no âmbito do maciço Peixe-Uberaba, na margem norte da lagoa do Peixe, o ortognaisse alcalino bandado apresenta dobras apertadas e redobramentos abertos. O bandamento apresenta intercalações anfibolíticas boudinadas.

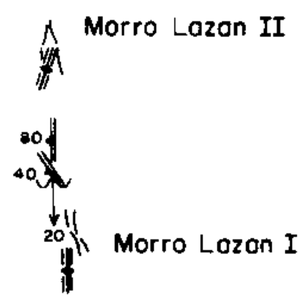
No maciço Serra do Meio foram observadas foliações miloníticas com baixo ângulo de mergulho para SE e para NW. Nas localidades da Serra do Meio e Morro Redondo os indicadores cinemáticos, tipos sigmóides de quartzo e fenoclastos assimétricos de feldspato, indicam movimentação de SE para NW. Já na porção sul do maciço, a foliação milonítica mergulha invariavelmente para NW segundo baixo ângulo. Não foram observados indicadores cinemáticos seguros nesse local.

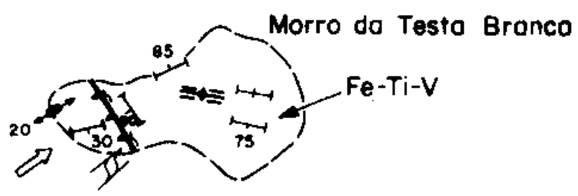
Em relação aos metassedimentos situados no Domínio de Cavalgamentos Serra do Meio-Santa Úrsula, foi observado, no sangradouro da barragem do povoado da Barra, um quartzo micaxisto intemperizado, com xistosidade ENE-SSW e mergulho suave para sudeste e estruturas Lx, representadas por agregados de quartzo e mica, orientados 20°/N165°, paralelos a uma clivagem de crenulação. Superfícies conjugadas S-C indicam movimentação de cavalgamento dirigido de SE para NW.

Em resumo, todos os litótipos proterozóicos desse domínio estão estruturados por dobramentos e cavalgamentos dirigidos de SE para NW originados e estabilizados durante o Ciclo Brasiliano.

No Domínio da Cobertura Dobrada do Grupo Santo Onofre observa-se, a nível de mapa, que a estruturação das serras sustentadas pelos metassedimentos desse grupo, configura redobramentos gerados por esforços oblíquos configurando padrões de interferência aproximadamente "bumerangue" (tipo 2, de Ramsay, 1967) (ver Carta Geológica).

O morro do Jacu está estruturado em uma antiforme (D_2) com caimento para norte, enquanto que a serra da Capoeira constitui uma antiforme revirada.





CONVENÇÕES

Fe-Ti-V	Ferro-Titânio-Vanádio (ilmenita-magnetitito)
	Contato aproximado
50	Acamadamento ígneo com mergulho inclinado e vertical
60	Foliação com mergulho inclinado gerada na fase de deformação D_2
60	Foliação milonítica com mergulho inclinado e vertical
70	Fratura com mergulho inclinado
10	Lineação de estiramento com caimento
30	Lineação de intersecção com caimento
25	Eixo de dobra menor com caimento
30	Lineação de estiramento com representação do sentido do movimento tangencial
	Zona de cisalhamento sem movimento definido
	Falha / Zona de cisalhamento de empurrão
	Empurrão com geometria duplex
1	Sinforme revirado com caimento (Fase D_1)
2	Sinforme normal (Fase D_2)
	Sentido de transporte tectônico

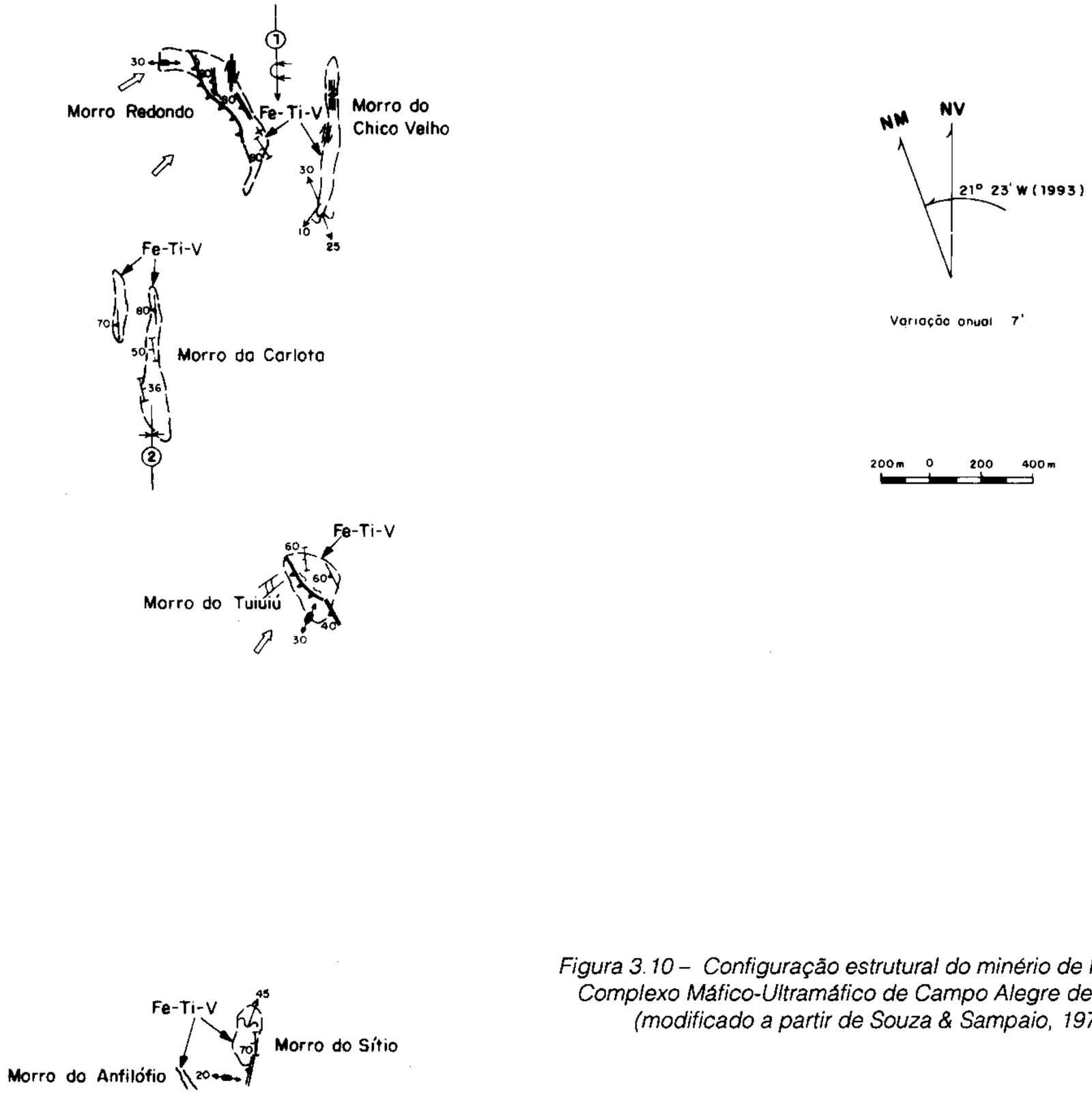


Figura 3.10 – Configuração estrutural do minério de Fe-Ti-V do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (modificado a partir de Souza & Sampaio, 1979).

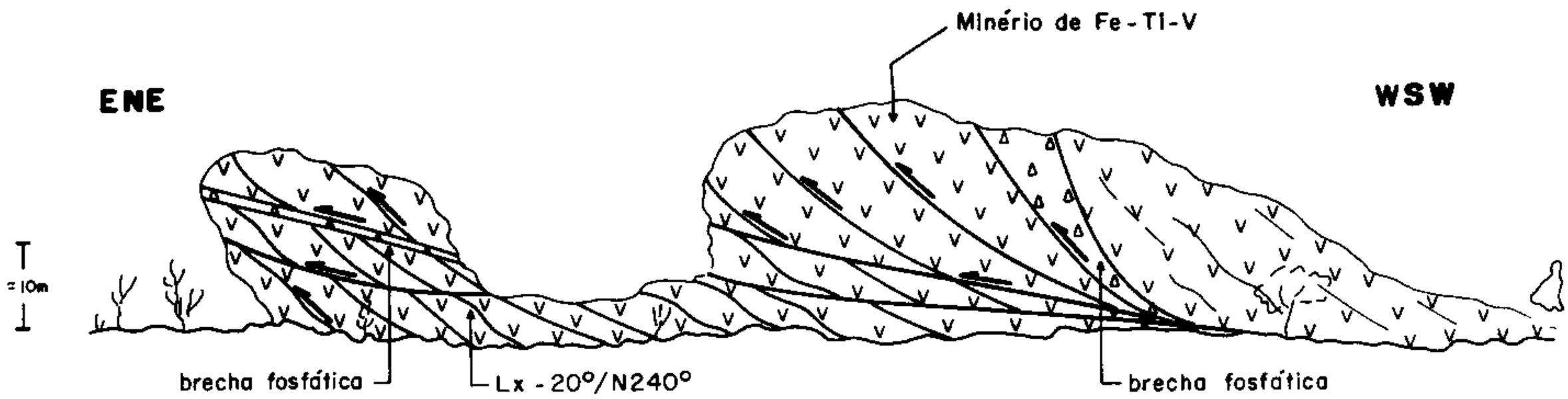


Figura 3.11 – Perfil esquemático do morro Testa Branca, composto de minério de Fe-Ti-V, apresentando marcante S_0 magmático destacado por cumulatos de feldspato, com atitude variando de mergulho (vertical até 40°SW). Estruturas de cavalgamento de baixo ângulo, com leques imbricados e duplexes indicam transporte tectônico de WSW para ENE. Observar a presença de dois planos de movimentação contendo brecha fosfática, regime é dominantemente rúptil a rúptil-dúctil (Santos, 1992).

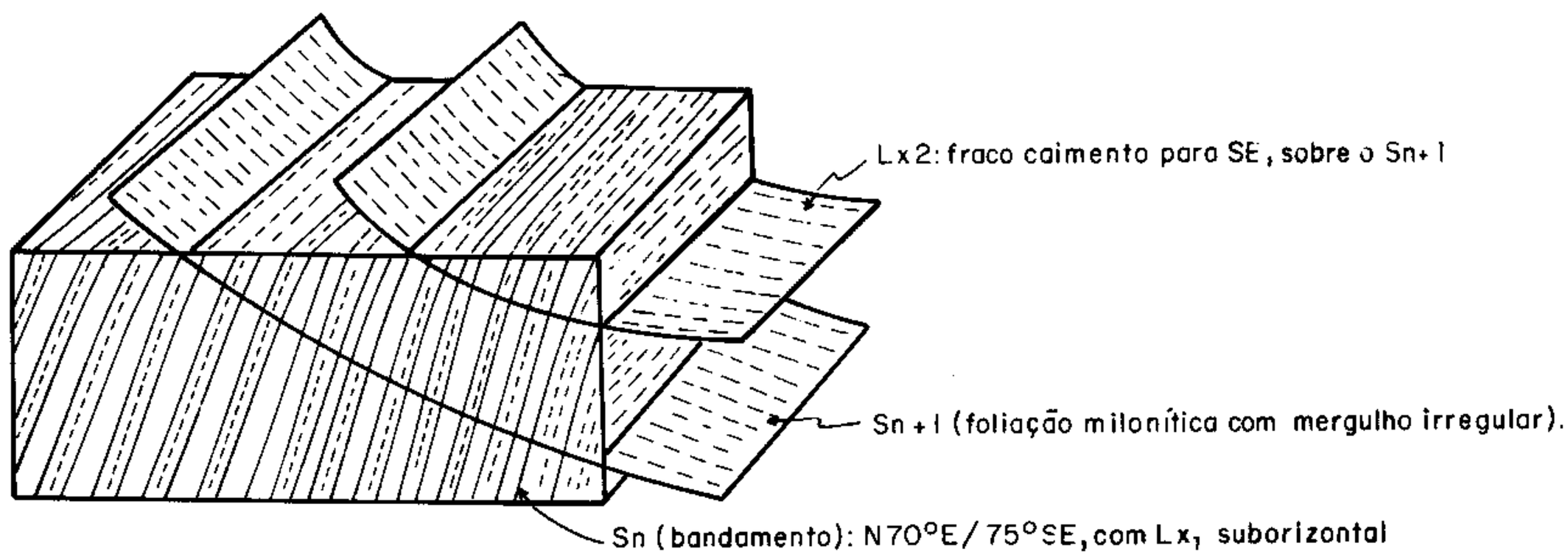


Figura 3.12 – Feições estruturais esquemáticas, observadas no maciço peralcalino de Santa Úrsula (pontos GA-34 e GA-35). Povoado Santa Clara (Santos, 1992B).

Entre a serra da Capoeira (a noroeste) e a serra da Pimenteira (a leste) ocorrem três morrotes que configuram uma sinforme reclinada (D_2) (ver Carta Geológica). No flanco oriental dessa estrutura observa-se uma foliação de plano axial N30°E /75°NW, com minidobras assimétricas com eixos de forte a médio caimento para NE.

Outro afloramento elucidativo sobre a evolução estrutural do Grupo Santo Onofre situa-se na porção nordeste da serra da Pimenteira. A foliação S_2 (foto 04) varia na direção de NE-SW com mergulhos fortes para SE ou NW, constituindo foliação de plano axial de dobramentos mesoscópicos , com eixos verticalizados a subverticalizados. Feições

indicativas de cavalgamentos rúpteis a rúpteis-dúcteis (fotos 05 e 06) seccionam a foliação (S_2), configurando geometria de falhas tipo duplex com movimentação dirigida de SE para NW (foto 06). Essas falhas de cavalgamento apresentam atitude média N30°E/20°SE e brechação do quartzito com cimento de óxido de ferro, com estrutura botrioidal (hematita + goethita). Esses níveis de óxido de ferro de espessura centimétrica são provavelmente originários de percolação hidrotermal a partir de um suposto corpo básico subjacente, interpretado a partir de uma forte anomalia aeromagnética local (Gomes, 1993). Estrias de falha em planos verticalizados E-W indicam transcorrência tardia, rúptil e de sentido sinistral (foto 06).

Ainda na serra da Pimenteira, em boqueirão situado na porção central, aflora quartzo-moscovita xisto com fino bandamento em que predominam quartzo ou moscovita (S_1). Este bandamento mostra-se dobrado (D_2) e transposto ao longo de planos NNE-SSW, subverticais para NW, com remobilização de quartzo ao longo desses planos e recristalização de biotita a moscovita + óxido de ferro, evidenciando cisalhamento transcorrente. Sigmóides de quartzo ao longo da foliação milonítica denotam sentido sinistral.

No cruzamento da estrada BR-020 (abandonada) com a serra do Brejo ocorre a presença de uma minifalha transcorrente dextral na direção NE e com desenvolvimento de estrutura de distensão tipo *pull apart* preenchida por quartzo. A correlação entre essa transcorrência e a mencionada no parágrafo anterior sugere a formação de um par conjugado. Outras evidências de cisalhamento transcorrente são observadas a sul dessa estrada, através de lineações de estiramento mineral (segregações de quartzo estirado), alinhadas paralelamente aos eixos, o de dobras apertadas com caimento suave para NE.

A oeste dos povoados do Barreiro do Arroz e Panasco, um pequeno morrote de formato sinuoso reflete, em mapa, padrão de interferência de dobramentos superpostos. Na extremidade norte deste serrote ocorrem dobras abertas e apertadas com plano axial verticalizado na direção NE-SW (D_2). Essas dobras contêm uma lineação de interseção oblíqua aos seus eixos, o que sugere um dobramento anterior.

Em síntese, os metassedimentos do Grupo Santo Onofre foram estruturados por duas fases de deformação contracional: a Fase D_1 originou dobramentos antiformais e sinformais orientados N-S (compressão E-W); e a Fase D_2 que provocou redobramentos na terminação norte das serras do Brejo e da Pimenteira (compressão NW-SE). Ambas as deformações são atribuídas ao Ciclo Brasiliano, bem como as transcorrências tardias associadas.

Finalmente, no Domínio das Coberturas Não-Deformadas da Bacia do Parnaíba, poucos dados foram obtidos, devido à dificuldade de acesso. Nos raros afloramentos visitados ocorrem estruturas primárias, estratificação paralela e cruzada segundo a direção NE-SW e mergulhos fracos para NW e SW, e com indicações locais de paleocorrentes de SE para NW. A nível de fotointerpretação são traçados fraturamentos de direção predominante E-W.

3.3 Evolução Tectônica

A área do projeto está posicionada muito próximo à zona de conjunção entre as províncias estruturais Parnaíba, Borborema e São Francisco, conforme a definição de Almeida (1977). Em relação à Província São Francisco, a área situa-se no extremo-setentrional do Corredor de Deformação do Paramirim (Alkmin *et al.*, 1993) e entre as faixas de dobramentos Riacho do Pontal (Brito Neves, 1975) a leste, e Rio Preto (Costa *et al.*, 1974), a oeste (figura 2.2). A estabilização final da área é admitida como sendo de idade brasiliana (ver Fuck *et al.*, 1993).

O não-reconhecimento da sedimentação típica (litótipos característicos do Supergrupo São Francisco) e de magmatismo associados ao Ciclo Brasiliano, na região de Campo Alegre de Lourdes, dificulta o posicionamento local do limite do Cráton do São Francisco com relação às faixas dobradas marginais. Em adição, o contexto geotectônico particular da área é caracterizado por transportes de massas rochosas, tangenciais e transcorrentes, em terrenos originalmente submetidos a uma tectônica extensional.

Os dados implicam em um modelo mais amplo, envolvendo inversão dos movimentos crustais, de extensionais para colisionais, tanto na margem cratônica, quanto na cobertura mesoproterozóica interna do Grupo Santo Onofre. Esta inversão dos movimentos é coerente com a tectônica brasiliana, e as variações observadas nos estilos estruturais e nas vergências são devidas à irregularidade na geometria dos limi-

tes, com reentrâncias e saliências do Cráton do São Francisco (e de um possível "Cráton do Parnaíba", subjacente à bacia paleozóica) e ao envolvimento de materiais rochosos geologicamente muito diferentes. Pode-se fazer uma analogia ao modelo de "edentação tectônica", proposto por Torres *et al.* (1994) para a Faixa Riacho do Pontal. Nessa faixa, estudos efetuados por Jardim de Sá *et al.* (1992) indicam que o limite cratônico corresponde a falhas de empurrão ou à superfície basal das frentes de *nappes* brasilianas das supracrustais do Complexo Casa Nova que recobrem o embasamento. Por outro lado, Angelim & Silva Filho (1993) interpretaram a estruturação da porção centro-ocidental da Faixa Riacho do Pontal a partir do amalgamento de terrenos proterozóicos, em função de uma tectônica que envolveu cavalgamentos com rampas laterais de movimentação preferencial de norte para sul.

Feições de colisão de blocos crustais na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes são expressas no Domínio de Cavalgamentos Serra do Meio-Santa Úrsula, não só pelos dados estruturais como também pelos gradientes gravimétricos registrados (Gomes, 1993). Os estudos dos indicadores cinemáticos indicam movimentação preferencial de SE para NW, análogo ao movimento tangencial com vergência para norte, na parte mais distal da Faixa Rio Preto em relação ao Cráton do São Francisco (ver Egydio da Silva, 1987).

No âmbito do "Corredor de Deformação do Paramirim", os dados regionais disponíveis para o extremo setentrional indicam mecanismos de cisalhamento transcorrente sinistral para a serra do Estreito ou Brejo (situada na porção oriental do corredor) e dextral para a serra do Boqueirão (situada na porção ocidental) (figura 2.2). Dados obtidos pelo Projeto Campo Alegre de Lourdes, para a região do extremo-setentrional do Grupo Santo Onofre sugerem que este teria atuado como rampa lateral ao Domínio de Cavalgamentos Serra do Meio-Santa Úrsula.

Na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes identificam-se, pelo menos, três eventos anorogênicos. O primeiro evento é indicado pelos dados das assinaturas geoquímicas dos corpos ígneos plutônicos que mostram colocação e cristalização de magmas toleiíticos e alcalinos em ambiente continental, a partir de mecanismos de rifteamento ou domeamento crustal, gerados por plumas mantélicas (Leite, 1993). Esse magmatismo tem uma idade mínima pré-transamazônica (paleoproterozóica), conforme os dados radiogênicos obtidos para o Complexo Carbonatítico Angico dos Dias (Silva *et al.*, 1988). O segundo evento distensivo é registrado pela presença da sedimentação Espinhaço cuja fase rifte foi iniciada após o Evento orogenético Transamazônico (1.800Ma.). O terceiro evento corresponde à instalação da Sinéclise do Parnaíba, que ocorreu durante o Fanerozóico.

Neste contexto, na Unidade Serra da Boa Esperança, os eventos deformacionais inicialmente deram origem a uma forte xistosidade, com mobilizados paralelos de quartzo (D_1). Esta xistosidade foi redobrada segundo dobras reviradas a reclinadas (D_2), com planos axiais de baixo ângulo (melhor observados próximo às charneiras das megadobras regionais), tendo ainda sofrido um terceiro evento de dobramento, coaxial à Fase D_2, gerando dobras normais a reclinadas, com planos axiais de alto ângulo (D_3) e eixos suborizontais.

A indisponibilidade de dados geocronológicos que possam responder pela idade de cristalização dos maciços alcalinos e dos complexos toleiíticos, deixa a questão em aberto com relação à(s) idade(s) de toda a magmatogênese na área e conseqüentemente, da(s) idade(s) dos eventos deformacionais da Unidade Serra da Boa Esperança. Admitindo-se que todas as rochas plutônicas são associadas cronologicamente ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, pode-se assumir que esses eventos deformacionais iniciaram-se no Ciclo Transamazônico. Todavia, não foram observados corpos carbonatíticos no âmbito da Unidade Serra da Boa Esperança, mas sim, os maciços graníticos alcalinos, o que não afasta a possibilidade de que a colocação desses maciços tenha se dado durante o Mesoproterozóico, ou seja, pós-Transamazônico. Neste caso, os eventos deformacionais que atingiram as supracrustais proterozóicas da área, incluso o Grupo Santo Onofre, ter-se-iam iniciado durante o Ciclo Brasiliano.

Transcorrências superpostas, aproveitando antigas superfícies de cisalhamento do embasamento, progressivas, pelo menos em parte, com a fase de dobramento D_3, desenvolveram corredores dúcteis que rotacionaram os dobramentos.

Na parte leste da área, por influência da proximidade do embasamento e pelos aspectos geológicos locais (reentrâncias e saliências do embasamento, presença de litótipos mais competentes, granitos metaluminosos e camadas de ilmenita

magnetitito, e de menor competência, micaxistos e rochas máficas), o caráter dominante foi o de cisalhamento transcorrente, dúctil, de direção submeridiana formando pares conjugados dextrais e sinistrais com movimentação principal de NW para SE. Na parte noroeste e centro-oeste da área, o caráter dominante foi o de cisalhamento tangencial, dúctil e concomitante ao cisalhamento transcorrente, com movimentação de SE para NW segundo esquema de rampas laterais e frontais. O modelamento gravimétrico permitiu identificar uma zona de descontinuidade crustal entre as regiões de Alto Alegre (Bahia) e Lagoa do Mato (Piauí), com sugestão de uma tectônica colisional de blocos (Gomes, 1993). Entre dois perfis (figuras 2.24 e 2.28) o gradiente lateral gravimétrico varia de 1,0mgal/km, no sul da região, a 1,30 - 1,45mgal/km ao norte. Esse comportamento indica adelgaçamento da crosta para norte, incorporação pela crosta superior de material mantélico e colisão de blocos crustais.

O local mais representativo para configuração do esquema de rampas laterais e frontais é o Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (morros de minério de Fe-Ti-V) (figura 3.10), enquanto o ponto mais representativo dos dobramentos coaxiais e transcorrências que envolvem a Unidade Serra da Boa Esperança e a Suíte Alcalina Serra do Meio, encontra-se fora da área do projeto, mais precisamente no local denominado Baixa da Ema, no estado do Piauí (figura 3.9).

Na Baixa da Ema, os granitóides alcalinos alternam-se com os xistos sob a forma de *sheets*, bolsões e *boudins*, estruturados concordantemente em dobras isoclinais, apertadas a abertas, paralelizadas a uma zona de cisalhamento transcorrente sinistral, de direção submeridiana. Os eixos mostram variações no sentido do caimento, mas a lineação de estiramento nos planos de transcorrência mostra suave caimento, invariavelmente para N145°. Nas zonas de pouca influência da transcorrência, o conjunto mostra estar redobrado coaxialmente (figura 3.9).

Em relação ao Grupo Santo Onofre, os dados estruturais sugerem a seguinte evolução:

1) dobramentos e transcorrências, provavelmente transamazônicos, no substrato granítico;
2) instalação do rifte ensiálico ou aulacógeno Espinhaço com sedimentação do Grupo Santo Onofre (Espinhaço Setentrional) no Mesoproterozóico;
3) tectogênese brasiliana, com dois eventos de dobramento, e transcorrência tardia.

Ao primeiro evento compressional relacionam-se dobras orientadas N-S, com foliação de plano axial de baixo ângulo, que é preservado na extremidade oeste da serra da Capoeira. O segundo evento, resultante de compressão dirigida de NW para SE, desenvolveu dobras com foliação de plano axial de médio a alto ângulo para NW, modelando culminações antiformais e sinformais abertas. Este redobramento, quando visto em mapa, sugere padrões oblíquos de interferência, tipo cogumelo ou bumerangue, como na antiforme do morro do Jacu e no serrote a oeste do povoado Barreiro do Arroz. Ao Evento D_2 seguiu-se uma tectônica transcorrente rúptil-dúctil, coincidente tanto em direção (N-S), quanto no padrão geométrico resultante, com aquele observado na porção nordeste da área, no Domínio de Transcorrências e Dobramentos das Serras da Boa Esperança e da Pedra Comprida.

A idade brasiliana admitida para todas as deformações superpostas ao Grupo Santo Onofre baseia-se nos trabalhos executados mais a sul, no Espinhaço Setentrional e na Chapada Diamantina (Alkmim *et al.*, 1993; Rocha & Domingues, 1993; Danderfer Filho *et al.*, 1993). Quanto aos dobramentos da Unidade Serra da Boa Esperança e da Suíte Alcalina Serra do Meio, da porção norte da área, resta a dúvida se em parte são proterozóicos pré-brasilianos ou se são totalmente brasilianos. Isto é, se os maciços alcalinos são correlacionáveis cronologicamente ao Complexo Angico dos Dias, portanto, paleoproterozóicos em idade, ou a um possível rifteamento com magmatismo associado de idade mesoproterozóica, cujo processo de inversão motriz tenha-se dado somente no Brasiliano. Esse magmatismo mesoproterozóico não pode ser de todo descartável. Primeiro porque se admitirmos uma cristalização *hypersolvus* alcalina paleoproterozóica, isto representaria um lapso de tempo muito grande entre esta e a cristalização *subsolvus*, também alcalina, esta última relacionada ao Evento Brasiliano (Leite *et al.*, 1993). E, segundo, porque dados recentes na literatura geológica confirmam um evento de magmatismo mesoproterozóico de 1.000Ma. na porção norte da Faixa Riacho do Pontal (Brito Neves *et al.*, 1993).

4

Geologia Econômica/Metalogenia

4.1 Jazimentos Minerais

A região de Campo Alegre de Lourdes dispõe de significativas reservas de minérios de ferro-titânio-vanádio e de rocha fosfática (apatita). Embora sejam reservas de grande volume, restrições impostas pelos baixos preços no mercado mundial, pelas condições da infra-estrutura local e a não-economicidade dos ensaios tecnológicos executados para a recuperação do vanádio vêm impedindo que esses jazimentos entrem em operação comercial.

A localização da região em lugar remoto, o baixo índice populacional e a conseqüente precariedade da infra-estrutura local estão entre os fatores determinantes para o não-aproveitamento econômico desses bens minerais. Em relação às estradas, a região não está ligada ao resto do país por asfalto, e a malha viária municipal apresenta tráfego precário, que se agrava sobremodo durante o período chuvoso da região (dezembro a março). O fornecimento de energia elétrica é dependente da Usina Boa Esperança, localizada no estado do Piauí e sofre constantes interrupções durante o período chuvoso. Finalmente, por estar inserida na região do Polígono das Secas, o município não dispõe de fonte permanente de água, sendo que a cidade de Campo Alegre de Lourdes não tem serviços de esgoto e água encanada.

Outras ocorrências minerais cadastradas na área do Projeto Campo Alegre de Lourdes compreendem: o calcário, que em alguns locais é explotado de modo rudimentar e intermitente para fabricação de cal, de uso na construção civil; o cristal-de-rocha, objeto de garimpagem no passado; o quartzito, aproveitado de modo esporádico como pedra-de-talhe; a vermiculita, associada ao fosfato; e os indícios minerais de grafita e fluorita.

4.1.1 Ferro-Titânio-Vanádio

Um expressivo depósito de ferro-titânio-vanádio e outros jazimentos menores, associados a complexos toleiíticos acamadados, fazem da região uma das maiores portadoras mundiais desse tipo de minério.

O minério de Campo Alegre de Lourdes (jazimentos números 1 a 7, ver Carta Metalogenética/ Previsional), localizado a 10km a oeste da sede do município, é formado por 11 morros com formato de *inselbergs* no pediplano regional, que estão alinhados em um *trend* aproximado NNE-SSW. Estes morros, aqui interpretados como *macroboudins* devido ao cisalhamento dúctil-rúptil de direção N-S, recebem as seguintes denominações de sul para norte: Anfilófio, Sítio, Tuiuiú, Carlota (dois morros), Chico Velho, Redondo, Testa Branca, Lazan I e II e Branco. Estes jazimentos minerais constituem parte do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes e são englobados na Área Mineralizada /Previsional IIa.

O minério, classificado como ilmenita magnetitito, está associado a um complexo máfico-ultramáfico de filiação toleiítica, composto por metapiroxenitos e metagabros/anortositos (Couto, 1989) com raras expressões de afloramento. Dados obtidos pela CBPM com a execução de projetos para avaliação econômica do minério (Projeto Ferro-Titânio de Campo Alegre de Lourdes I, 1976, e II, 1977) indicam um corpo intrusivo de forma alongada, medindo aproximadamente 11km de comprimento e 1,5km de largura.

A estrutura interna do minério reflete tanto características ígneas como tectônicas. Estruturas de *cumulus* são observadas tanto a nível físico, contatos de fase ou gradacionais dos óxidos de ferro-titânio com silicatos, quanto a nível químico, contatos crípticos dados pelo empobrecimento de V_2O_5 em direção ao topo, ao longo de intervalos de vinte metros (Couto, 1989). Em adição, uma espessa faixa de oxidação, presente em todos os depósitos, ocorre desde o topo dos morros até o nível de aplainamento regional (Sampaio *et al.*, 1986).

O minério oxidado possui cor avermelhada a cinza-avermelhado, magnetismo fraco, por vezes ausente, textura granoblástica média a fina, quase isotrópica. Sua composição mineralógica é a seguinte: martita (hematita secundária formada pela martitização da titanomagnetita), ilmenita (com alteração ao longo das bordas e de fraturas para ilmenorrutilo), leucoxênio, limonita, goethita, lepidocrocita, caulinita (produto de alteração da ganga silicática) e strenguita.

O minério não-oxidado distribui-se unicamente em subsuperfície. Apresenta coloração preta, forte magnetismo, textura granoblástica média, inequigranular, isotrópica ou levemente orientada. A composição mineralógica é de titanomagnetita (grãos xenomórficos de 0,5 a 2,5mm, com exsolução de ilmenita e inclusões de minerais da ganga e sulfetos), ilmenita (cristais com dimensões de 0,1 a 0,5mm, xenomórficos, geminados e com inclusões irregulares de minerais da ganga, sulfetos e finas lamelas de exsolução de hematita), rutilo, sulfetos (pirita, calcopirita, pentlandita, pirrotita, arsenopirita e esfalerita) e minerais da ganga (titanita, serpentina, epídoto, clorita, anfibólios e carbonatos).

A tabela 4.1 mostra os resultados da análise química do minério de Campo Alegre de Lourdes, nos jazimentos números 2 e 5.

Foi estabelecida a cota 500m (nível médio do pediplano) como *datum* de referência para cálculo das reservas do depósito mineral. A tabela 4.2 fornece o quadro-resumo das reservas avaliadas.

Vários estudos tecnológicos foram realizados por diversos laboratórios, nacionais e estrangeiros, visando a obtenção de concentrados de titânio e de vanádio (tabela 4.3).

Os resultados mostraram-se desanimadores devido ao alto consumo de reagentes químicos ou de energia elétrica na obtenção de concentrados, tornando os processos inviáveis economicamente. A causa principal desse alto consumo de reagentes reside na estrutura amorfa (martitização) dos minerais-minério (hematita titanífera e ilmenita). Deste modo, a recuperação do titânio e do vanádio nos concentrados fica prejudicada tanto nos processos físicos que envolvam separação magnética, quanto nos processos metalúrgicos/químicos (Sampaio *et al.*, 1980).

Outras duas ocorrências de ferro-titânio-vanádio foram identificadas pela CBPM durante campanhas de exploração mineral regional (Projeto Peixe – Pau-de-Birro, 1987-88) e durante o mapeamento regional neste projeto.

A primeira ocorre próximo ao povoado de Barreiro Preto (jazimento nº 20, ver Carta Metalogenética/Previsional), localizado a 10km a nordeste do distrito do Peixe. Neste local, os levantamentos aerogeofísicos (Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba, 1978) e terrestres (este projeto e os projetos Remanso I, 1985/86 e Remanso II, 1987) identificaram uma forte anomalia magnética com intensidade de campo total superior a

Tabela 4.1 – Composição química (em %) dos jazimentos nº 2 (morro Testa Branca) e nº 5 (morro do Tuiuiú).

1. Minério Não-Oxidado

Local	Amostra	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3
Morro Testa Branca	AH - 171	21,05	24,1	13,7	0,36	0,005
	AH - 172	28,01	32,2	21,1	0,63	0,005
	AH - 173	24,98	37,5	21,8	0,62	0,005
	AH - 174	31,76	31,4	22,4	0,65	0,005
	AH - 175	28,55	32,4	21,0	0,64	0,005
	AH - 176	29,25	31,5	20,9	0,60	0,005
	AH - 230	24,26	38,2	20,8	0,86	0,005
	AH - 231	22,48	40,4	20,5	0,90	0,005
	AH - 232	24,44	37,6	20,8	0,76	0,005
	AH - 233	25,16	38,6	20,6	0,70	0,005
	AH - 234	24,62	36,8	19,8	0,64	0,005
	AH - 235	23,91	41,8	19,3	0,75	0,005
Morro Tuiuiú	AH - 480	11,16	49,5	19,5	0,70	0,005
	AH - 481	13,02	48,2	19,5	0,72	0,005
	AH - 482	14,14	46,7	19,9	0,62	0,005
	AH - 483	20,47	39,7	19,6	0,82	0,005
	AH - 484	16,74	42,2	18,0	0,76	0,005
	AH - 485	10,79	52,1	19,2	0,88	0,005

2. Minério Oxidado (Não-Magnético)

Local	Amostra	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3
Morro Testa Branca	AH - 124	7,85	59,1	20,6	0,75	0,005
	AH - 125	7,85	59,8	18,9	0,88	0,016
	AH - 126	7,31	59,5	19,4	1,00	0,018
	AH - 127	6,78	55,0	19,4	0,66	0,032
	AH - 128	6,78	59,2	21,0	0,71	0,005
	AH - 129	6,60	58,5	22,0	0,80	0,005
	AH - 195	7,49	59,4	23,0	0,77	0,005
	AH - 196	6,06	59,3	22,8	0,66	0,005
	AH - 197	1,07	48,8	12,2	0,32	0,012
	AH - 198	3,39	63,0	21,9	0,64	0,005
	AH - 199	2,85	63,2	20,8	0,65	0,005
	AH - 200	6,60	60,0	21,7	0,62	0,005
Morro Tuiuiú	AH - 440	3,34	62,5	21,3	0,84	0,005
	AH - 441	3,15	62,2	23,3	0,80	0,005
	AH - 442	6,68	58,8	19,4	0,72	0,005
	AH - 443	2,22	60,5	17,9	0,64	0,005
	AH - 444	7,80	57,6	20,0	0,80	0,005
	AH - 445	5,94	54,6	17,4	0,72	0,005

Fonte: Sampaio *et al.*, 1986.

Tabela 4.2 – Quadro-resumo das reservas do minério de Fe-Ti-V de Campo Alegre de Lourdes.

Morro	Reservas Medidas				Reservas Indicadas				Reservas Inferidas				Reserva do Colúvio	Reserva Total
	Tonelagem	Teores (%)			Tonelagem	Teores (%)			Tonelagem	Teores (%)				
		Fe	TiO_2	V_2O_5		Fe	TiO_2	V_2O_5		Fe	TiO_2	V_2O_5	(t)	(t)
Branco	8.558.994	44,36	20,34	0,80	84.486	44,49	20,15	0,80	7.370.564	-	20,33	0,80	1.310.088	17.324.132
Testa Branca	14.876.630	42,86	20,17	0,66	14.375.384	-	20,17	0,66	1.548.874	-	20,19	0,64	4.234.322	35.035.210
Redondo	12.643.712	45,06	20,71	0,77	11.649.136	-	20,68	0,77	2.878.761	-	20,89	0,76	2.578.836	29.750.445
Chico Velho	1.058.752	41,31	23,08	0,71	499.844	-	21,44	0,73	90.421	-	24,88	0,74	763.247	2.412.264
Carlota Maior	4.474.335	44,62	21,69	0,93	-	-	-	-	3.719.173	-	21,57	0,92	2.946.030	11.139.538
Carlota Menor	106.410	43,89	22,45	0,82	415.665	-	22,45	0,82	-	-	-	-	188.044	710.719
Tuiuiú	6.274.258	44,15	20,19	0,75	1.973.036	44,15	20,19	0,75	3.260.271	-	20,19	0,75	1.931.530	13.439.095
Sítio	612.250	38,64	18,65	0,56	200.052	38,64	18,65	0,56	424.728	-	18,65	0,56	230.188	1.467.218
Lazan II	-	-	-	-	157.352	46,90	21,21	0,77	189.628	-	21,21	0,77	19.252	366.232
Lazan I	-	-	-	-	20.480	46,90	21,21	0,77	34.560	-	21,21	0,77	7.140	62.180
Anfilófio	-	-	-	-	10.726	38,64	18,65	0,56	-	-	20,61	0,79	11.945	22.671
Total	48.605.341	43,94	20,53	0,75	29.386.161	-	20,42	0,71	19.516.980	-	20,61	0,79	14.220.622	111.729.104

Fonte: Sampaio *et al.*, 1986.

Tabela 4.3 – Resumo dos processos investigados para beneficiamento do minério de Fe-Ti-V.

Entidade	Processo	Época	Produtos
Outokumpu Oy	Pirometalúrgico	Abril/81	Aço/escória de titânio/escória de vanádio
CEPED	Eletrodeposição	Fev/81	Ferro eletrolítico/Rutilo sintético/V_2O_5
CEPED	Hidrometalúrgico	Nov/80	Óxido de ferro/Óxido de titânio/V_2O_5
Rautaruuki Oy	Separação física/Flotação/Hidrometalúrgico	Maio/80	Concentrado de ilmenita/V_2O_5
CEPED	Separação física/Hidrometalúrgico	Dez/78	Concentrado de ilmenita V_2O_5
Centro Técnico Aeroespacial	Separação física/Hidrometalúrgico	Set/78	Rutilo sintético/V_2O_5/Concentrado de ilmenita
Paulo Abib Engª. S/A	Separação física	Jul/78	Concentrado FeV/Concentrado de ilmenita

Fonte: Sampaio *et al.*, 1986.

25.500nT e anomalias terrestres de pico a pico de até 1.250nT associada a anomalia gravimétrica com resíduo positivo de 10mgal e contraste de densidade de 0,10 a 0,11g/cm^3. Um furo de sondagem de caráter exploratório, executado pela CBPM (Projeto Peixe – Pau-de-Birro, 1987/88) identificou um complexo máfico acamadado, denominado de Complexo Máfico do Peixe, composto por metagabros e metagabro-noritos com camadas de ilmenita magnetitito, cuja maior expressão atinge espessura de 22m ao longo do testemunho de sondagem, segundo profundidade próxima a 100m. (Área Mineralizada/Previsional IIb).

A textura do minério é do tipo granoblástica, poligonal a granular xenomórfica, segundo grãos de titanomagnetita e ilmenita em contatos retos entre si. A martitização da titanomagnetita (até 50% da composição mineralógica) é variada, aumentando com a intensidade do cisalhamento, apresentando, ainda, exsolução de finíssimas lamelas de ilmenita. Os grãos de ilmenita (até 40% da composição) tendem a ser poligonais e estão em mosaico com a titanomagnetita. Os acessórios são de sulfetos (pirita, pirrotita e calcopirita) intersticiais ao mosaico de titanomagnetita + ilmenita ou como inclusões (pirrotita) nos grãos de ilmenita. Os teores químicos (Leite & Silva, no prelo) de Fe variam de 25,8 a 39,1% (média de 32% Fe), os de TiO_2 de 11,1 a 18,7% (média de 14% TiO_2) e os de V_2O_5 de 0,42 a 0,76% (média de 0,53% V_2O_5). Foram executadas análises químicas para Ag, Au, Pt, Pd e Rh e a maioria dos resultados situa-se abaixo dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados. Os melhores resultados foram de 2ppm Ag; 0,30ppm Au; 0,06ppm Pt e 0,02 ppm Pd, sempre associados à maior presença de sulfetos.

A outra ocorrência de ferro-titânio-vanádio é a do morro da Gameleira (jazimento nº 21, ver Carta Metalogenética/Previsional) na fazenda Morro Velho, situada a cerca de 15km a noroeste da cidade de Campo Alegre de Lourdes. A grande quantidade de óxidos de ferro associados ao moscovita-quartzo xisto da Unidade Serra da Boa Esperança, sugere um *pipe* de magnetitito. As dimensões aproximadas, ao nível de afloramento, são de 5m x 2m x 1m e os teores acusados são de 36,5% Fe_2O_3; 11,3% TiO_2 e 0,25% V_2O_5.

4.1.2 Apatita (Rocha Fosfática)

Importante jazida de rocha fosfática (jazimento nº 8, ver Carta Metalogenética/Previsional) localizada no povoado Angico dos Dias, município de Campo Alegre de Lourdes, ocorre associada ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias de idade paleoproterozóica (Silva *et al.*, 1988). O jazimento dista aproximadamente 65km a noroeste da sede do município e a 12km a sudoeste da cidade de Caracol, no estado do Piauí (Área Mineralizada/Previsional I).

O jazimento foi descoberto, em 1985, pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) que efetuou trabalhos de prospecção de

detalhe e estudos de viabilidade econômica, até o início da década de 90.

O Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias possui comprimento superior a 2.250m e largura aparente de 500m. O formato lenticular é uma função dos eventos tectônicos superpostos. Os principais litótipos constituintes são carbonatíticos – olivina-apatita sovito, biotita-apatita sovito e magnetita-apatita sovito – e feldspáticos (alcalifeldspato sienito, alcalidiorito e albitito (Silva *et al.*, 1988). Ocorrem ainda, de forma restrita, piroxenito (diopsidito) e lamprófiros.

O carbonatito é mineralizado em apatita, constituindo o minério primário, com teor médio de 8% de P_2O_5 (Silva *et al.*, 1988). Os minerais essenciais são: calcita (50%), apatita (20%), olivina (11%), biotita/flogopita (10%) e magnetita com exsoluções de ilmenita (5%) enquanto os acessórios mais comuns são baddeleyíta, monazita, pirrotita e pirita. A apatita ocorre em geral como cristais de formato ovóide, fraturados, e com dimensão média de 0,4cm (Liberal & Cassola, 1989).

Os controles do minério primário são o litológico e o estrutural e os dois corpos principais estão orientados, predominantemente, na direção NNE-SSW e segundo ângulos suaves de mergulho para NW. O primeiro corpo apresenta espessura regular em torno de 50m, e o segundo, espessura de até 100m (Liberal & Cassola, 1989).

A tectônica compressiva superposta atuante durante o Ciclo Brasiliano, que gerou cisalhamento tangencial e transcorrente com componente oblíquo, na porção norte da área, foi responsável pelo formato lenticular dos corpos do minério ("macroboudinagem").

Dados de quimismo em oito amostras de carbonatito (Liberal & Cassola, 1989) evidenciam valores bastante elevados de P_2O_5 (7,0 a 14%), CaO (35,2 a 48,4%), BaO (0,04 a 0,49%) e SrO (0,87 a 1,18%). Em relação aos elementos menores, os teores de Nb, Ta, Th e V são muito baixos para os carbonatitos e para os demais litótipos do complexo.

O outro tipo de minério é resultante de processos de enriquecimento supergênico residual que ocorreram durante o Plioceno-Pleistoceno, contemporâneos ao processo de laterização regional. Esse minério é significativamente mais rico em P_2O_5, constituindo um apatitito, devido à maior estabilidade da apatita, em relação aos carbonatos e silicatos, perante os processos intempéricos.

O apatitito é constituído por minerais residuais – apatita, baddeleyíta, zircão, magnetita e ilmenita – e por minerais supergênicos – vermiculita, argilominerais, óxidos e hidróxidos de ferro, quartzo, carbonato, apatita coloidal, gorceixita e goiasita.

A avaliação das reservas do depósito de minério residual (apatitito), efetuada pela CBMM pelo método da Krigagem em blocos de tamanho de 100m x 25m x 3 m, definiu uma reserva medida de 12,5 milhões de toneladas, considerando um teor de corte de 6,0% P_2O_5 e um teor médio de 15,4% P_2O_5 (reservas de P_2O_5 contido de 1,92 milhões de toneladas). No minério primário foram bloqueadas reservas de cinqüenta milhões de toneladas com teor médio de 8,0% P_2O_5.

Estudos de beneficiamento do minério residual visando a obtenção de concentrados fosfáticos, executados pela Paulo Abib Engenharia para a CBMM, foram feitos a partir de três rotas: lavagem e separação magnética de baixa intensidade; lavagem e separação magnética de alta intensidade e flotação (Liberal & Cassola, 1989).

Em relação à primeira rota, o concentrado obtido (recuperação em P_2O_5 de 81,3%) pode ser utilizado para fabricação de termofosfato, desde que precedida de etapa de granulação ou pelotização antes da entrada nos fornos convencionais.

Quanto à segunda rota, o concentrado (recuperação em P_2O_5 de 69,5%) mostra-se adequado para produção de ácido fosfórico, SSP ou TSP, partindo-se de amostra de minério com 18,5% P_2O_5. Já a rota por flotação contempla o aproveitamento integral do depósito, com produção de concentrado (recuperação em P_2O_5 de 84,2%) com especificação adequada para fabricação de ácido fosfórico, TSP ou SSP.

Ao realizar estudos de avaliação de mercado para fertilizantes fosfatados nas regiões Norte e Nordeste, a CBMM propõe um projeto industrial visando a produção de duzentas mil toneladas/ano de concentrado fosfático para abastecimento de unidades intermediárias de solubilização, que deverão produzir SSP e TSP.

4.1.3 Calcário

Ocorrências locais de metacalcário cinza, de granulação fina e estrutura laminada/foliada, foram registradas na parte central da Folha Campo Alegre

de Lourdes (jazimentos nºs 9 e 10, 14 a 19) na Unidade Serra da Boa Esperança. Os afloramentos são, no máximo, de 50m x 20m (na lagoa do Aristóteles), constituindo dolinas que são responsáveis pelo rápido escoamento das águas pluviais.

Ao exame petrográfico o metacalcário apresenta uma textura granoblástica, bem orientada, e contém impurezas de mica, feldspato e quartzo que perfazem até 8% da composição modal.

Dois desses afloramentos, localizados no povoado Alto do Consolo (jazimento nº 9), a 15km a sudoeste da cidade de Campo Alegre de Lourdes (Área Mineralizada/Previsional IIIa), e no povoado da Boa Esperança (jazimento nº 10), a 50km a sudoeste da mesma cidade (Área Mineralizada/Previsional IIId), são utilizados de modo intermitente e rudimentar para fabricação de cal, através do uso de caieiras, para reboco de casas e prédios. O primeiro é situado no leito da Vereda do Pilão Arcado e as escavações atingiram profundidades de até três metros, em uma área de 100m x 50m. A última produção foi em 1976, segundo um total aproximado de 10t de cal, consumida nos municípios de Campo Alegre de Lourdes e Pilão Arcado. O segundo afloramento está situado a 1,5km a noroeste do povoado e as dimensões de escavação são semelhantes às do primeiro. A última produção foi em 1990, vendida no município de Campo Alegre de Lourdes (não há informações sobre dados quantitativos).

4.1.4 Cristal-de-Rocha

Dois pequenos garimpos abandonados de cristal-de-rocha, associados a micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança, estão localizados no povoado São Gonçalo (jazimento nº 11) e na fazenda Lagoa do Meio (jazimento nº 12). As drusas de quartzo hialino com dimensões de até 3cm estão associadas a veios de quartzo que preenchem fraturas ou ocorrem em zonas de charneiras de dobramentos na Unidade Serra da Boa Esperança. Na fazenda Lagoa do Meio (jazimento nº 12) as escavações atingiram uma área de 100m x 50m. Já no povoado de São Gonçalo o material escavado é de natureza elúvio-coluvionar e a cata atingiu profundidades de até 2m em uma área de 100m x 60m. Dados de produção foram obtidos apenas em relação ao último garimpo. Segundo comunicação verbal dos moradores, a última produção foi de aproximadamente 50kg em 1990.

4.1.5 Quartzito

No topo do morro do Jacu, a um quilômetro a noroeste do povoado Joaquim da Silva, foram extraídas placas de moscovita-quartzito do Grupo Santo Onofre (jazimento nº 13) com dimensões de 1m x 1m e espessuras próximas a 10cm. A escavação tem uma área de 20m x 30m e atingiu profundidades de até 2m. Essas placas foram utilizadas localmente como pedra-de-talhe.

4.1.6 Vermiculita

Ocorrência de vermiculita eluvionar, associada a grânulos de apatita ovóide, está relacionada à jazida de rocha fosfática (jazimento nº 8) do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias. As palhetas micáceas são de poucos milímetros de comprimento, cor preta, brilhante, mole (não flexível) e apresentam poder de expansão quando aquecidas ao fogo.

Segundo Caldasso *et al.* (1981), escavações antigas feitas por garimpeiros extraíram a vermiculita de granulação mais grossa de veios. A concentração irregular e a pequena dimensão das palhetas torna a ocorrência antieconômica.

4.1.7 Grafita

Amostra de quartzo-grafita xisto (jazimento nº 22), foliada e crenulada e englobada na Unidade Serra da Boa Esperança, foi retirada a 32m de profundidade, próximo ao nível freático de um poço, no povoado Lagoa Funda. A ocorrência não apresenta qualquer interesse econômico.

4.1.8 Fluorita

Uma pequena ocorrência de fluorita (jazimento nº 23) foi registrada a 6km a sul do povoado do Peixe, e a 200m a sul da bifurcação entre a estrada abandonada para Jatobá e a que vai para o povoado do Mudubim, associada a maciço peralcalino da Suíte Alcalina Serra do Meio. Os cristais de fluorita têm dimensões de 1 a 3mm, são de cor violácea e estão fraturados. Ocorrem associados a granito al-

calino milonitizado e, a nível microscópico, ao longo de microcorredores de cisalhamento. Os teores em amostras de rocha são de até 3.640ppm de flúor.

4.2 Metalogenia Previsional

A integração multidisciplinar das informações obtidas durante a execução do Projeto Campo Alegre de Lourdes permitiu a delimitação de oito áreas previsionais comprovadamente mineralizadas em ferro-titânio-vanádio (áreas IIa e IIb), em rocha fosfática (área I) e em calcário (áreas IIIa, b, d, e, g), além de outras sete, possíveis e potenciais para mineralizações de calcário (áreas IIIc, f), de lantânio-zircônio-nióbio-ítrio (áreas IVa e b), de bário-nióbio-ítrio (área V), de cromo (área VI) e elementos de terras-raras (área VII). Tais áreas tornam-se prioritárias para execução de programas de prospecção e exploração mineral.

A caracterização, na região, de maciços alcalinos de complexos máficos-ultramáficos e carbonatíticos como intrusões anorogênicas, em ambiente continental, faz com que a metalogenia previsional assuma um caráter bem específico, condicionada pela presença das diferentes rochas ígneas.

Deste modo, as áreas previsionais apresentam uma íntima relação com as associações litológicas ígneas, razão pela qual adotou-se o critério de descrição dessas áreas a partir dessas associações líticas. Os complexos Carbonatítico de Angico dos Dias, Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes e Máfico do Peixe, aos quais relacionam-se as áreas mineralizadas/previsionais I, II a, e II b, respectivamente, os mais importantes por encerrarem os jazimentos de fosfato (área I) e de ferro-titânio-vanádio (áreas II a e II b) não serão abordados nesse item, por já terem sido retratados quando da descrição dos respectivos jazimentos minerais (item 4.1).

Descrições sobre as características das áreas mineralizadas/previsionais também são encontradas na legenda da Carta Metalogenética/Previsional (Anexo III).

4.2.1 Maciços Alcalinos de Afinidade Metaluminosa Parcialmente Peralcalina

Estes maciços, denominados de Serra do Meio e Peixe-Uberaba, agrupados na Suíte Alcalina Serra do Meio, definem uma extensa faixa de direção NE-SW, que se prolonga desde a serra do Meio até o limite da Bahia com o Piauí, e são caracterizados por anomalias de La, Zr, Nb e Y, segundo análises por espectrometria de emissão quantitativa em amostras de sedimento de corrente e de concentrado de bateia (ver Carta Metalogenética/Previsional).

O maciço Serra do Meio (Área Mineralizada/Previsional IVa) é o que apresenta anomalias mais acentuadas para Zr, tanto em sedimento de corrente, com teores de até 1,1% Zr, quanto em concentrado de bateia, quando a análise mineralométrica evidenciou amostras constituídas por até 85% de zirconita. No povoado da Serra do Meio, anomalias radiométricas terrestres com amplitudes de até 110cps de contagem total fizeram com que a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) executasse dois furos de sondagem vertical com aproximadamente cem metros de extensão cada. O litótipo intersectado foi o granito peralcalino milonitizado e os dados fornecidos por microscopia eletrônica de varredura (sistema EDS) indicam a presença de cristais micrométricos (< 0,50mm) de monazita, alanita, torita, zircão e xenotima (Bruno F. Riffel, com. pessoal).

O maciço Peixe-Uberaba (Área Mineralizada/Previsional IVb), caracterizado por anomalias de La-Zr-Nb e Y em amostras de sedimento de corrente, contém na sua porção nordeste anomalias de Pb de até 70ppm (sedimento de corrente) enquanto que na porção sudoeste apresenta anomalias de Sn de até 1.000ppm (concentrado de bateia). Análise mineralométrica de concentrado de bateia determinou a presença de traços de cassiterita e monazita e de até 60% do volume de grãos de zircão. Foram coletadas 15 amostras de rocha nos afloramentos ao redor do povoado do Peixe para verificação de possíveis mineralizações de cassiterita. Os teores médios foram os seguintes: K = 3,64% (análise pelo método quantitativo); Mg = 0,11% (análise pelo método quantitativo); Rb = 126ppm e Sr = 61ppm (ambos por espectrografia de emissão); Zn = 257ppm (análise por absorção atômica, abertura com HNO_3 conc. quente) e F = 3.192ppm (análise por eletrodo de íon específico). Sn e W, analisados respectivamente por espectrografia de emissão e colorimetria, mostram teores abaixo dos limites de detecção, enquanto que o Li só foi de-

tectado em 4 amostras (valor máximo de 25ppm), segundo o método analítico de absorção atômica, abertura com HNO_3 conc. quente. Os resultados obtidos, portanto, não são indicativos de mineralizações de Sn, W e Li.

Em ambos os maciços, o La apresenta um *background* elevado da ordem de 140ppm em sedimento de corrente e de 500ppm em concentrado de bateia, e valores anômalos de até 1.000 ppm (concentrado de bateia); o Zr mostra *background* elevado da ordem de 1.650ppm e valores anômalos acima de 3.960ppm em sedimento de corrente; o Nb apresenta *background* elevado de 110 e 50ppm e valores anômalos acima de 260 e 70ppm, respectivamente, para sedimento de corrente e concentrado de bateia; e o Y com *background* elevado de 100 e 300ppm em sedimento de corrente e concentrado de bateia, e valores anômalos de até 2.000ppm (concentrado de bateia).

4.2.2 Maciços Alcalinos de Afinidade Metaluminosa

O maciço Calixto-Pitombas (Área Mineralizada/Previsional V), pertencente à Suíte Alcalina Serra do Meio, ocorre no extremo-setentrional da área mapeada e tem seu nome emprestado dos povoados situados no seu domínio fisiográfico. Durante a prospecção geoquímica regional foram analisados os seguintes elementos: La, Zr, Nb e Y (análise por espectrometria de emissão quantitativa); Ba e Mn (análise por absorção atômica); e P (análise por colorimetria, abertura com K_2SO_7). Os resultados definiram um conjunto anômalo com valores de até 5.000ppm de Zr (sedimento de corrente), Nb de até 260ppm (sedimento de corrente), La e Y, 500 e 1.000ppm, respectivamente (concentrado de bateia), Ba e Mn, 900 e 1.200ppm, respectivamente (sedimento de corrente), e P de até 460ppm (sedimento de corrente). Provavelmente os valores altos de Mn refletem a presença dos litótipos metassedimentares encaixantes.

De um modo geral os valores dos elementos citados refletem concentrações mais baixas do que as dos maciços parcialmente peralcalinos, e não foram identificados cristais de zirconita e monazita nas análises mineralométricas dos concentrados de bateia.

4.2.3 Rocha Metassomatizada de Pau-de-Birro

Uma extensa anomalia aeromagnética com dimensões aproximadas de 19km x 5km, na direção NE-SW, com intensidade de campo total de 25.700nT, foi objeto de prospecção mineral por parte da CBPM (projetos Remanso, 1986-87 e Peixe – Pau-de-Birro, 1988). Essa anomalia situa-se a sul do povoado de Pau-de-Birro e os levantamentos geofísicos terrestres de magnetometria e gravimetria, executados nos projetos em epígrafe e neste projeto, delimitaram anomalias magnéticas com amplitudes de até 2.000nT e um resíduo gravimétrico de 6,25mgal. Essas anomalias são semelhantes às de um corpo máfico em profundidade (Gomes, 1993).

Os esparsos afloramentos relacionados a essas anomalias definem uma rocha fortemente metassomatizada, com vestígios de textura ígnea (grãos de formato tabular fortemente saussuritizados e com estruturas de zoneamento mineralógico). Furo de sondagem exploratória executado pela CBPM (Projeto Peixe – Pau-de-Birro, 1988) identificou uma rocha fortemente metassomatizada com níveis ricos em epídoto e allanita, contendo teores litogeoquímicos de até 700ppm de La + Ce e de 70ppm de Y + Yb, bem como conteúdo de magnetita em até 10% da composição modal.

A prospecção geoquímica regional, executada na primeira fase do projeto, identificou uma zona anômala com *trend* NE-SW para Sr-P-Fe e Ba. Na segunda fase foi executada amostragem de sedimento de corrente e solo que foram analisados para Cr, Ni, Co, Zn, Mn, P e Cr. Os resultados analíticos, todavia, não indicaram qualquer destaque geoquímico além dos já identificados pela fase anterior e mostram que a anomalia geofísica de Pau-de-Birro exibe um *background* mais elevado que o do regional para os elementos considerados, sobretudo o Ba.

Todavia, as características geofísicas, petrográficas e litogeoquímicas são favoráveis para interpretação da presença de uma rocha metassomatizada (Área Mineralizada/Previsional VII) o que implica uma investigação mais detalhada, a partir de furos de sondagem direcionados mais para o centro da anomalia gravimétrica, visando não só a identificação do protólito, mas também possíveis mineralizações associadas aos processos metassomáticos (P, Sr, Fe e ETR).

4.2.4 Piroxenito Caboclo dos Mangueiros

No povoado do Caboclo dos Mangueiros, situado a 51km a sudoeste da cidade de Campo Alegre de Lourdes, foram retiradas amostras de uma cacimba, identificadas como um piroxenito de granulação grossa (Unidade 13). A prospecção geofísica terrestre mostra que o corpo não é magneticamente anômalo e contém um resíduo gravimétrico positivo de 1,0mgal.

Por outro lado, na prospecção geoquímica da 1ª fase do projeto, foram identificados teores de Cr acima de 5.000ppm em concentrado de bateia e de até 3.000ppm em sedimento de corrente, sem, todavia, identificação de cromita nas análises mineralométricas. Os dados, quando plotados em mapa, mostram que a anomalia é bem maior que o corpo mapeado (ver Carta Metalogenética/Previsional).

Para verificação da consistência desta anomalia foi executado um trabalho de adensamento de amostragem com coleta de 37 amostras de concentrado de bateia que foram analisadas para Ni, Co, Cu e Cr. Para identificar a possível fonte do Cr as amostras foram analisadas utilizando-se de duas aberturas: HNO_3 concentrado a quente e por $HF + H_3PO_4$. As amostras mais enriquecidas mostram teores de até 3,2% Cr com abertura de ácido fosfórico e de 430ppm Cr com abertura de ácido nítrico, sugerindo a presença de cromita no concentrado (o ataque com ácido mais forte abre minerais da série da cromita).

Ficou caracterizada, assim, uma expressiva anomalia de Cr que se estende para montante das drenagens que cortam o corpo ultramáfico mapeado (Área Mineralizada/Previsional VI). Isto sugere que o piroxenito é mais extenso do que o mapeado ou então existe algum horizonte da cobertura cenozóica que contém alguma cromita detrítica que está sendo liberada para as drenagens.

Entre todos os alvos investigados através da prospecção geoquímica, a anomalia do piroxenito do Caboclo dos Mangueiros destaca-se com o maior potencial metalogenético.

4.2.5 Calcário

Além dos jazimentos de calcários que já foram objeto de explanação (jazimento nº 9 – Área Mineralizada/Previsional IIIa, e a nº10 – Área Mineralizada/Previsional IIId), descritos no subitem 4.1.3, outros jazimentos de metacalcário, também englobados na Unidade Serra da Boa Esperança, de coloração cinza, granulação fina e estrutura foliada, foram registrados na parte centro-oeste da área. Estes jazimentos, não têm sido objeto de explotação por parte dos moradores locais e ocorrem nos povoados da Lagoa do Aristóteles (jazimentos números 15 e 16 – Área Mineralizada/Previsional IIIb), Mundo Novo (jazimento nº 14 – Área Mineralizada/Previsional IIIc), Baixão do Leonélio (jazimento nº 18 – Área Mineralizada/Previsional IIIe), Antônio Velho (Área Mineralizada Previsional IIIf) e fazenda Pedra Furada (jazimento nº 19 – Área Mineralizada/Previsional IIIg).

De um modo geral constituem pequenos afloramentos de largura métrica, sotopostos a um elúvio de coloração avermelhada.

5

Hidrogeologia

5.1 A Carta Hidrogeológica

Na carta hidrogeológica anexa, a título de simplificação, procurou-se representar o estado físico da água subterrânea dentro de sua moldura geológica. Em essência, a carta apresenta um agrupamento das características geológicas mais importantes do ponto de vista das demandas, da utilização e da proteção da água subterrânea.

O cartograma é constituído por um mapa principal na escala 1:100.000 e dois mapas de encarte na escala 1:400.000. No de maior escala consta uma síntese dos dados geológicos interpretados do ponto de vista hidrogeológico, acrescida de dados complementares relativos às águas subterrâneas. Obteve-se, assim, uma representação dos principais temas relativos à estrutura, usos e potencialidades dos aqüíferos (sistemas, importância hidrogeológica e produtividade).

Constam também da carta os dados geológicos de base (litologia, estratigrafia e estrutura), hidrográficos e hidrológicos, pontos d'água e sobre a hidrodinâmica dos aqüíferos.

Nos mapas de encarte se fez constar informações relativas à qualidade das águas (salinidade, tipos químicos, etc.), à vulnerabilidade natural dos sistemas aqüíferos à poluição e o relacionamento dos sistemas aqüíferos com os condicionamentos de superfície.

Na composição dos mapas procurou-se atender não só o setor técnico especializado, como também o usuário não-especializado, fazendo-se constar um maior número de informações práticas (explotabilidade, profundidades de captação, usos da água, produtividades, etc.) sem comprometer a representação cartográfica.

A metodologia de elaboração da carta consiste, essencialmente, na caracterização hidrogeológica das várias litologias cartografadas, tendo como suporte de interpretação, além das estruturas geológicas, dados sobre a ocorrência (tipo, extensão, profundidade e permeabilidade, vazões dos poços, tipo de fluxo, etc.) e qualidade das águas subterrâneas e outras informações influentes na formação, desenvolvimento e conservação dos aqüíferos (declividade do terreno, solo, vegetação, clima, grau de aproveitamento do solo, etc.).

O mapa principal apresenta, por superposição de símbolos, ornamentos e cores, além das características físicas (níveis de água nos poços,

vazões, etc.) e químicas (isolíneas de salinidade) das águas subterrâneas, uma classificação dos aqüíferos segundo três aspectos: tipos e características dos sistemas aqüíferos, importância hidrogeológica relativa local e produtividade dos aqüíferos.

5.1.1 Os Sistemas Aqüíferos

O sistema aqüífero é caracterizado por um conjunto de elementos físicos (transmissividade, permeabilidade etc.) e geométricos (forma, limites, etc.), via de regra sujeitos a determinadas ações externas ao sistema (bombeamento, recarga artificial, drenagem, etc.). A definição do sistema aqüífero foi feita tendo por base os critérios de estrutura, do modo e da ordem de grandeza da permeabilidade, e as condições de superfície passíveis de interferir no comportamento das águas subterrâneas.

Além dos elementos retromencionados, indicam-se também o tipo de aqüífero (livre, confinado ou semiconfinado) e a melhor maneira de aproveitamento do sistema (poço tubular, poço escavado, poço radial, etc.). A partir da definição da estrutura dos sistemas aqüíferos e seus limites, baseada no comportamento hidrogeológico das litologias predominantes, convenientemente agrupadas e do arcabouço estrutural da área, obteve-se uma representação hidrolitológica, onde cada unidade é constituída por um sistema, com um ou mais níveis aqüíferos.

5.1.2 Classes de Produtividade dos Sistemas Aqüíferos

A produtividade dos sistemas aqüíferos é representada em faixas de valores da capacidade específica (l/s/m). Na representação pontual, a dimensão do símbolo do poço varia de acordo com a vazão do mesmo, definida para rebaixamento do nível d'água de 25m.

A ordem de grandeza das classes de produtividade dos sistemas aqüíferos foi fixada segundo os limites abaixo:

- Inferior a 0,033 l/s/m
- Entre 0,033 e 0,11 l/s/m
- Entre 0,11 e 0,44 l/s/m
- Entre 0,44 e 1,11 l/s/m
- Superior a 1,11 l/s/m

5.1.3 Importância Hidrogeológica Relativa Local

A importância hidrogeológica relativa local (grande, mediana, pequena, muito pequena e negligenciável) tem conceituação subjetiva e a definição das áreas foi feita mediante um confronto equilibrado entre a disponibilidade, a necessidade e a qualidade (salinidade, contaminação) da água e explotabilidade (possibilidades técnicas e econômicas de captação) do aqüífero.

5.1.4 Fácies Hidroquímicas e Tipos Químicos de Água

As fácies hidroquímicas e os tipos químicos das águas subterrâneas da área foram determinados mediante a interpretação de resultados das análises químicas através do diagrama triangular de Piper. Em mapa na escala 1:400.000, impresso na margem da carta 1:100.000, são individualizadas as áreas de ocorrência de mesma fácies hidroquímica, identificadas por uma letra maiúscula (ex: B – bicarbonatada).

Os tipos químicos são identificados por duas letras minúsculas (ex: bc – bicarbonatada de cálcio) gravadas junto ao ponto d'água. No mesmo mapa são apresentados também, além das isolíneas de TSD (total de sólidos dissolvidos), dados individuais de qualidade de água, tais como: dureza total, índice de troca de base (itb), taxa de adsorção de sódio (SAR) e algumas relações iônicas.

5.1.5 Condições das Áreas de Exposição dos Sistemas Aqüíferos

As relações mais importantes das águas subterrâneas com o meio exterior que possam exercer modificações substanciais no desenvolvimento e conservação dos aqüíferos, estão representadas em mapas de encarte na escala 1:400.000. Não se pretendeu explorar o assunto em profundidade, mas fornecer informações básicas importantes na elaboração de política de aproveitamento e proteção das águas subterrâneas.

Na distinção dos tipos de relacionamento foi levado em conta, entre outros, os fatores seguintes: relevo, níveis de urbanização/aproveitamento do solo, cobertura vegetal/desmatamento, inundações (naturais ou provocadas), graus de consolida-

ção da rocha e da fissuração/carstificação, existência de mineração, nível de industrialização, etc.

5.1.6 Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos à Poluição

A vulnerabilidade dos aqüíferos à contaminação é a maior ou menor facilidade de serem afetados por carga contaminante. Ela é controlada principalmente pela inacessibilidade hidráulica da zona saturada e pela capacidade de atenuação da zona não-saturada.

Por falta de informações mais precisas, a avaliação da vulnerabilidade dos aqüíferos na área abrangida pelas folhas Campo Alegre de Lourdes e Peixe foi feita levando-se em conta o tipo de ocorrência das águas subterrâneas (surgentes e livres), as características dos estratos da zona não-saturada (grau de consolidação, caráter litológico, grau de fissuração, condutividade hidráulica vertical, etc.) e a profundidade do nível d'água. Cada um desses parâmetros é identificado por um fator numérico que varia de 0-1, conforme estabelecido pelo Sistema DIOS para Avaliação do Índice de Vulnerabilidade do Aqüífero (Foster, 1987). O produto dos três índices obtidos fornece um valor que levado à escala abaixo indica o grau de vulnerabilidade do aqüífero à contaminação.

Até o índice 0,1 o risco de contaminação é mínimo, o que acontece onde não há fluxo; entre 0,1 e 0,4 o risco poderá existir desde que haja uma fonte de poluição persistente durante um tempo relativamente longo. A partir do índice 0,4 a probabilidade do aqüífero ser contaminado está intimamente relacionada ao tipo, tamanho e perduração da carga contaminante, sendo tanto maior quanto maior for o índice.

5.1.7 Informações Cartográficas Adicionais

Os dados adicionais aqui referidos dizem respeito àqueles utilizados para representação de informações pontuais relativas à hidrogeologia, qualidade química e uso da água.

Na hidrogeologia, esses dados compreendem a simbologia de pontos d'água, suas características dimensionais e hidrodinâmicas, simbologia de fratura com possibilidade de ocorrência de água subterrânea, limite das áreas de importância hidrogeológica relativa local e de produtividade dos sistemas aqüíferos.

Sobre a qualidade química foram traçadas curvas de igual resíduo seco, indicada a simbologia da concentração de sais e também os valores dos principais parâmetros de qualidade de água.

O uso da água está indicado no mapa por uma letra maiúscula em vermelho, localizada ao lado do simbolo do ponto d'água, sendo H para consumo humano, G para consumo animal, I para irrigação e F para abastecimento industrial.

5.2 Hidrogeologia da Folha

Os estudos hidrogeológicos realizados no Projeto Campo Alegre de Lourdes constaram de três fases:

a) Coleta de dados bibliográficos em diversos órgãos, como CPRM, CERB, DNOCS, EMATERPE, nas prefeituras municipais de Pilão Arcado e Campo Alegre de Lourdes e na empresa particular Poço Rede. Durante os trabalhos de escritório foram utilizadas fotos aéreas na escala 1:60.000 e imagens de LANDSAT, escala 1:100.000, para detalhamento da rede de drenagem, lançamento de novas estradas, separação das áreas favoráveis para captação de água subterrânea e caracterização dos demais elementos necessários à confecção dos mapas auxiliares e do mapa hidrogeológico como produto final.
b) Trabalhos de campo, com coleta de informações sobre os pontos d'água cadastrados (incluindo a localização mediante a utilização de fotografias aéreas na escala 1:60.000) e preenchimento de fichas específicas do Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAS. Sempre que possível foram medidos no campo o nível d'água, pH, temperatura, profundidade, vazão e coletadas amostras para análises físico-químicas.
c) Interpretação dos dados hidrogeológicos, correções e ajustes nos mapas auxiliares, tratamento estatístico dos dados, elaboração da carta hidrogeológica e relatório final.

Na área do projeto, as águas subterrâneas ocorrem em rochas sedimentares consolidadas

e inconsolidadas que formam os aqüíferos intergranulares, e em rochas fissuradas, que se comportam como aqüíferos fraturados. Conseqüentemente, o armazenamento e a circulação da água estão intimamente relacionados à existência de poros, fraturas, juntas abertas e cavidades de dissolução (zonas carstificadas). Outrossim, ocorrem coberturas areno-argilosas, que foram denominadas de aqüíferos intergranulares, sobrepostos a aqüíferos fraturados. Os sistemas aqüíferos são representados por Formações Superficiais do Quaternário (Subunidade 1a), e Tércio-Quaternário (subunidades 2a, 2b e 2c), dos grupos Canindé (Unidade 3), Serra Grande (Unidade 4) e Santo Onofre-Formação Sítio Novo (subunidades 5a e 5b), da Unidade Serra da Boa Esperança (subunidades 6a e 6b), do Complexo Gnáissico-Migmatítico (subunidades 7a, 7b e 7c), Suíte Alcalina Serra do Meio (subunidades 8a, 8b, 8c e 8d), Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (Unidade 9), Complexo Máfico do Peixe (Unidade 10), Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (Unidade 11) e corpos máfico-ultramáficos diversos (unidades 12 e 13).

Como se verifica a seguir, os sistemas aqüíferos estão definidos conforme as unidades estratigráficas descritas no Capítulo 2, item 2.3, assim como as convenções geológicas da Carta Hidrogeológica. Detalhes sobre a geologia e outros temas devem-se reportar a capítulos específicos desta nota explicativa, bem como a Carta Geológica anexa.

Foram catalogados 94 poços tubulares, 23 poços escavados e uma nascente, que corresponde a densidade média de 01 ponto d'água para cada 32,5km^2, considerada muito baixa para uma melhor interpretação. Além disso, os pontos d'água estão distribuidos irregularmente, verificando-se uma maior concentração próxima à cidade de Campo Alegre de Lourdes e, também, um poço em cada um dos povoados de Santa Úrsula, Mandarino, Quebra-Cangalha, Currais e outros menores; em Peixe e Angico os poços foram secos. Na maioria dos poços os dados relativos a profundidade, vazão, nível estático, nível dinâmico, revestimento, etc. estão incompletos (ver Catálogo Geral de Pontos D'Água). Ficou constatado, também, ser muito pequena a disponibilidade de água subterrânea em relação à grande demanda, tendo em vista que não existe rio perene e nas poucas barragens as águas são salobras e poluidas. Na parte sul da folha não existe ocupação humana e, por isso, não aparecem obras de captação de água subterrânea. A tabela 5.1 e a figura 5.1 mostram a distribuição dos pontos d'água por município, na situação atual.

Tabela 5.1 – Distribuição dos pontos d'água por município.

Situação Atual	Município		
	Campo Alegre de Lourdes	Pilão Arcado	Total
Funcionando	62	14	76
Desativados	09	06	15
Abandonados	25	02	27
Total	96	22	118

Entre os 118 pontos d'água cadastrados, 76 estão em atividade (64,41%), 15 estão desativados (12,71%), e 27 abandonados (22,88%). A maioria dos poços produtores está localizada nos vales, a pouca distância e, às vezes, até na calha dos riachos: fendas, na interseção de fraturas ou associação destas com dolinas.

Com relação aos poços escavados, foram cadastrados 23 em toda a área estudada, geralmente situados nas partes planas ou próximo dos riachos, com profundidades entre 04 e 60m. A única nascente está localizada a norte de Cacimbinha, próximo à serra das Pitombas.

A média do total de sais dissolvidos (TSD) foi de 851mg/l, (máximo de 2.133mg/l e mínimo de 107mg/l) sendo as águas, de uma maneira geral passáveis (salobras) a más (salgadas), ocasionalmente boas, utilizadas para o consumo humano e animal, devido à grande carência de água na área.

A tabela 5.2 mostra a distribuição dos pontos d'água por sistema aqüífero, bem como os valores médios de profundidade, nível estático e vazão específica. A figura 5.2 apresenta histogramas de distribuição percentual das principais características dos poços tubulares tais como: profundidade, nível estático, nível dinâmico, vazão nominal, vazão específica e entradas d'água.

5.2.1 Sistemas Aqüíferos

Na carta hidrogeológica da folha foram identificados cinco sistemas aqüíferos, (figura 5.3), com as seguintes características:

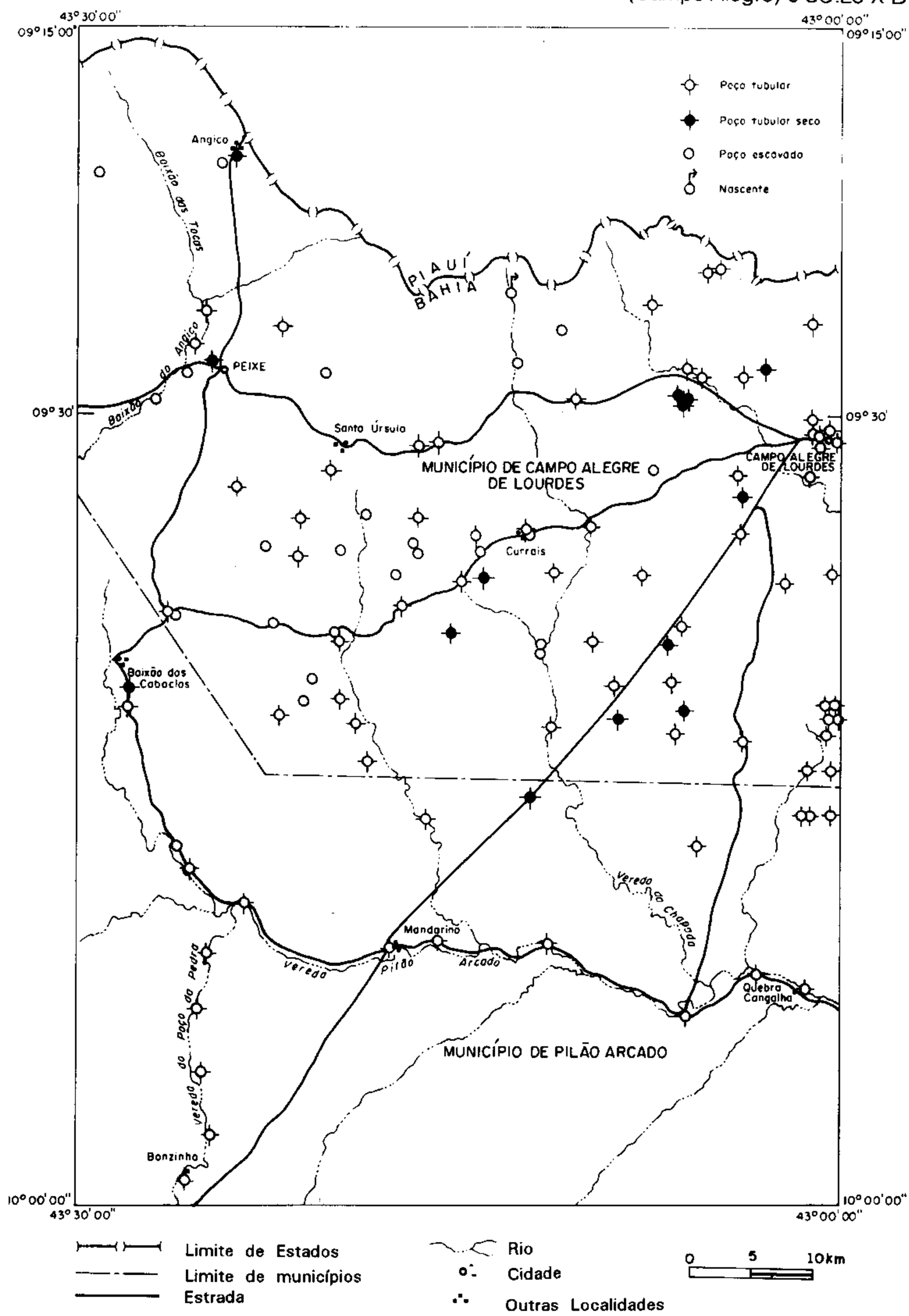


Figura 5.1 – Distribuição dos pontos d'água por município.

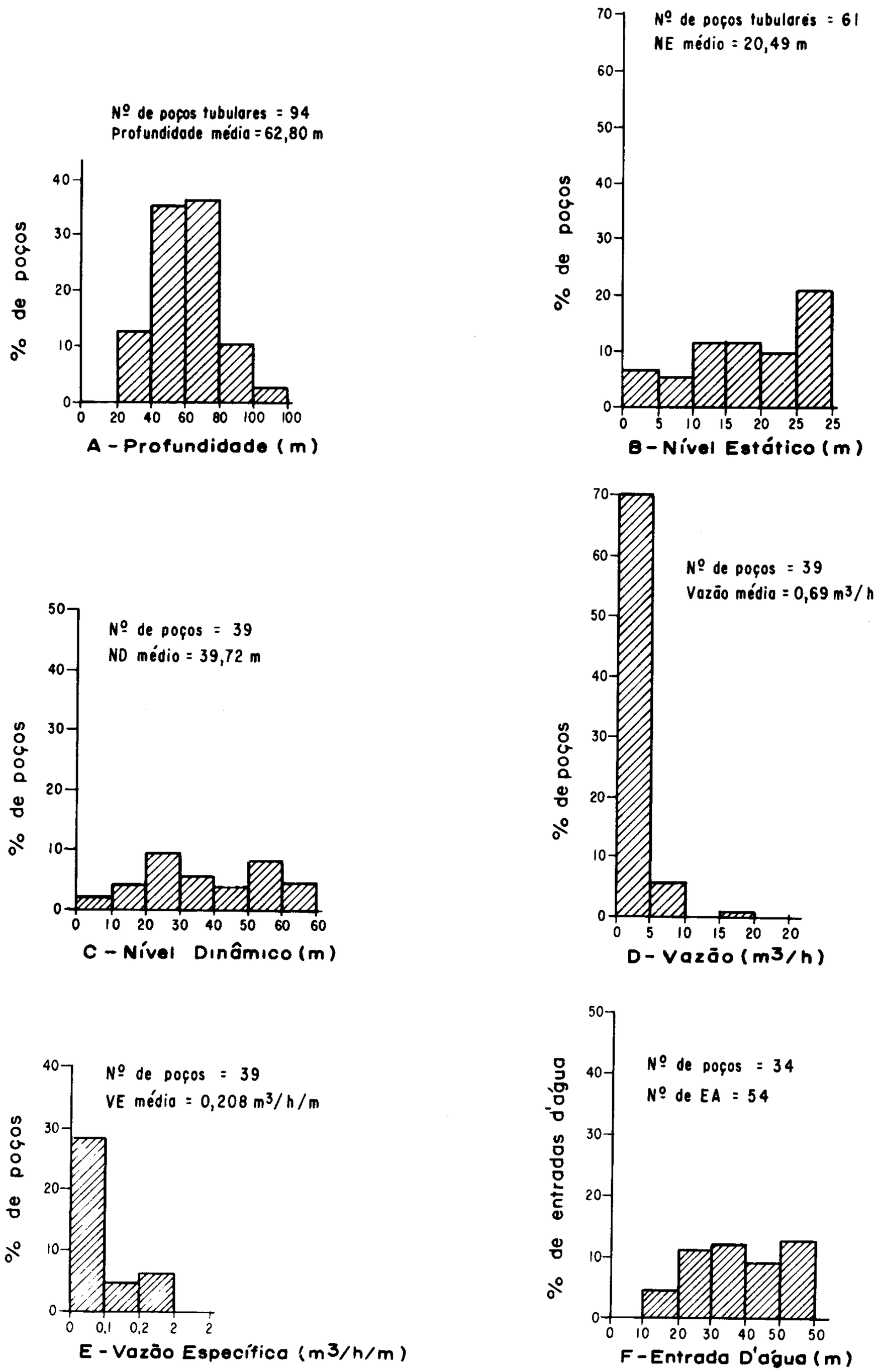
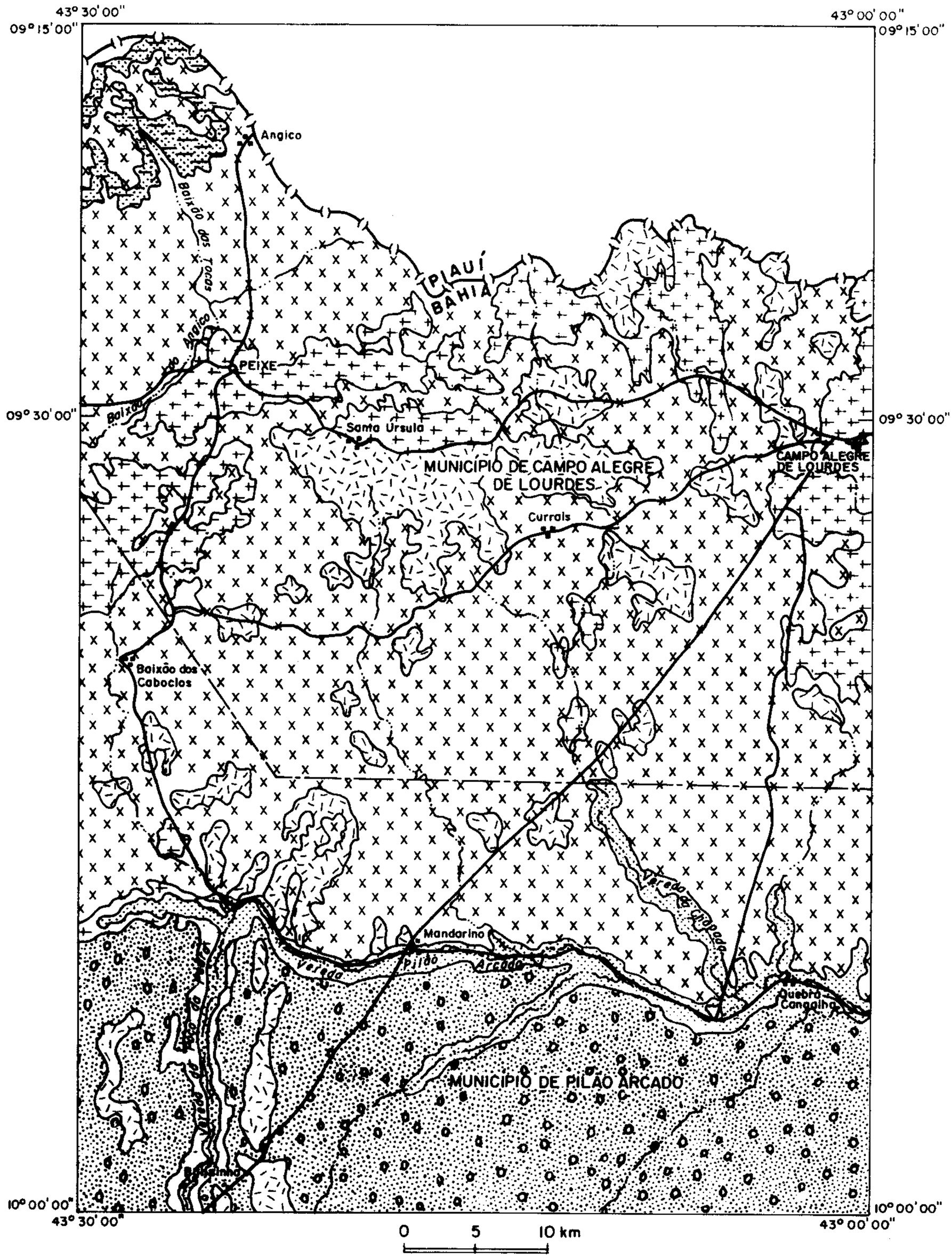


Figura 5.2 – Características dos poços tubulares.



Aqüíferos intergranulares, estensos, livres

Aqüíferos intergranulares, estensos, multicamadas, livres.

Aqüíferos intergranulares, descontínuos livres.

Aqüíferos descontínuos, restritos a zonas fraturadas, livres.

Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres e com ocorrência de horizontes calcíferos de melhores condições hídricas.

Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres capeadas por sedimentos inconsolidados, semipermeáveis a permeáveis de pequena espessura.

Figura 5.3 – Sistemas aqüíferos.

Tabela 5.2 – Distribuição dos pontos d'água por sistema aqüífero.

Especificação	Sistema Aqüífero						
	a	c	e	g	g'	h	Não-Identificado
Poço Tubular	-	-	01	26	14	49	05
Poço Escavado	-	01	-	06	07	09	-
Nascente	-	-	-	01	-	-	-
Profundidade Média (m)*	-	-	-	52,16	57,98	66,70	76,20
Nível Estatístico Médio (m)**	-	-	-	14,07	19,72	23,43	30,17
Vazão Específica Média (m^3/h/m) ***	-	-	-	0,430	0,192	0,072	0,170

Observações:

* Nº de poços tubulares considerados = 94
** Nº de poços tubulares considerados = 61
*** Nº de poços tubulares considerados = 39

a - Aqüíferos intergranulares extensos, livres

São representados por sedimentos arenosos do Terciário-Quaternário (Subunidade 2a) com permeabilidade alta. As suas características hidrogeológicas são desconhecidas pois não existe nenhuma obra de captação – a região é completamente desabitada. Portanto, não se recomenda nenhuma obra de captação nas condições atuais, por falta de usuário. Em futuros estudos, esses sedimentos devem merecer maior atenção visando definir o seu comportamento hidrogeológico.

Este sistema ocorre a sul da Vereda Pilão Arcado, numa faixa com largura entre 15 e 20km, relevo plano, abrangendo uma área de 850km^2, que corresponde a 22,26% da área total. A espessura estimada varia de 2 a 40m.

É uma área tipicamente de recarga, com escoamento rápido e constitui a fonte de recarga dos sistemas aqüíferos subjacentes.

c - Aqüíferos intergranulares extensos, multicamadas, livres

São representados por rochas sedimentares dos grupos Canindé (Unidade 3) e Serra Grande (Unidade 4). Ocorre no extremo-noroeste da folha e estão parcialmente cobertos por formações superficiais detríticas (Subunidade 2b) formadas a partir da desagregação *in situ* dos próprios sedimentos.

Pela sua composição litológica, a permeabilidade vária de média a alta. Foi cadastrado apenas um poço escavado (nº 94) com 13,50m de profundidade que revelou água de boa qualidade, com resíduo seco de 400mg/l.

Recomenda-se a captação através de poços escavados de grande diâmetro, localizados nos vales, próximo do contato com as rochas cristalinas subjacentes. Poços tubulares de até 70m poderão ser perfurados para captação de água nos dois aqüíferos.

A alimentação verifica-se diretamente das chuvas. O sistema, aqui representado por uma porção da zona de recarga, geralmente é pobre em água subterrânea, porém desenvolve-se para o norte, no estado do Piauí, por toda a Bacia do Parnaíba, onde constitui um excelente aqüífero.

Este é o menor sistema aqüífero da folha, com 80km^2, correspondendo a 2,1% da área total, e sua espessura estimada é, no máximo, 60m.

e - Aqüíferos intergranulares descontínuos, livres

Correspondem às áreas de ocorrência dos depósitos aluvionares (Subunidade 1a) das veredas Pilão Arcado e Poço da Pedra, e seus afluentes. A calha principal está localizada na região meridional, numa faixa de direção leste-oeste, com largura entre 0,5 e 2,0km. A permeabilidade é alta. Sua alimentação é proveniente diretamente das chuvas, bastante irregulares, com ampla predominância dos períodos de estiagem, e, indiretamente, da rede de drenagem. O aproveitamento de suas águas é feito através de poços escavados (cacimbas) que secam nas estiagens prolongadas, freqüentes na região. Foram perfurados 10 poços tubulares e todos atravessaram este sistema, penetrando nos subjacentes g e h, onde é efetuada captação de água.

Somente o poço nº 34 (Angico Torto) tem a captação de água de dois sistemas, isto é, a espessura do aluvião é de 30m e o nível estático de 23m, com água de boa qualidade (340mg/l de resíduo seco). Portanto, recomenda-se a perfuração de poços tubulares de até oitenta metros de profundidade para captação de água dos dois sistemas ou, quando não for possível, do sistema aqüífero subjacente. A construção de barragens subterrâneas em locais apropriados aumentaria consideravelmente as reservas de água recuperáveis.

Este sistema aqüífero tem uma área de 90km^2, abrangendo 2,4% da área total, e sua espessura máxima, de 30m, foi verificada nos poços números 34 (Angico Torto) e 99 (Intendência).

A alta permeabilidade proporciona o escoamento rápido. O seu principal exutório é a percolação das águas para os sistemas aqüíferos subjacentes (g e h) e, em menor escala, a evapotranspiração.

g -Aqüíferos descontínuos, restritos a zonas fraturadas, livres

São representados por rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico (subunidades 7a, 7b e 7c), da Suíte Alcalina Serra do Meio (subunidades 8a, 8b, 8c e 8d), do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (Unidade 9), do Complexo Máfico do Peixe (Unidade 10), do Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (Unidade 11) e de Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos (unidades 12 e 13). A permeabilidade é variável, comumente baixa. O armazenamento de água está condicionado à presença de fraturas abertas e intercomunicadas. Nos poços cadastrados a maior profundidade perfurada foi de 70m, sendo que a entrada d'água mais profunda ocorreu aos 66m (tabela 5.3). Daí, recomenda-se o aproveitamento de suas reservas hídricas subterrâneas por poços tubulares de, no máximo, 70m de profundidade. A qualidade da água varia de boa a má, com valores de resíduo seco entre 240 e 2.133mg/l.

A alimentação deste sistema é processada por intermédio das chuvas que caem em suas áreas de ocorrência e se infiltram nas fraturas abertas. O regime pluviométrico é muito irregular, com períodos de estiagem mais longos do que os chuvosos. O escoamento superficial rápido e a ausência de rios perenes são fatores que contribuem negativamente para a sua recarga.

Tabela 5.3 – Profundidade das entradas d'água do sistema aqüífero g.

Nº de Poço	Local	Entrada de Água (m)
03	Casa de Farinha	28 e 30
06	Lagoa de Dentro do Pombo	16
08	Marrecas	47 e 66
53	Cacimba Nova	32
55	Panasco	18
56	Serrote	22
57	Bonzinho	34
86	Pedra Branca	35 e 42

Apenas nas áreas cobertas pelos depósitos aluvionares e detríticos a retenção das águas pluviais prolongam o tempo de recarga – ver sistema aqüífero e. O escoamento, neste caso, é efetuado através dos sistemas de fraturas superficiais e profundas, onde a velocidade de circulação é controlada pela permeabilidade e condições topográficas.

Os exutórios que resultam em suas descargas naturais, são processados através dos seguintes fatores:

- A rede de drenagem: esta atua somente nos períodos de chuva, constituindo áreas de descarga intermitentes.
- Nascentes: foi cadastrada apenas uma, próximo ao povoado de Pitombas, no norte da folha, com baixa vazão (menor do que 1,0m^3/h).
- Evapotranspiração: os verões e estiagens prolongados, com altas temperaturas e insolação intensa constituem os principais fatores de perda das reservas de água subterrânea do sistema.

Este sistema aqüífero abrange uma área de 320km^2, que corresponde a 8,4% da área total, distribuído em, praticamente, toda a área estudada. A espessura saturada está diretamente relacionada com a profundidade das fraturas. Dos 26 poços tubulares cadastrados em apenas oito foram registradas entradas d'água, com profundidades entre 16 e 66m. As características hidrodinâmicas não foram determinadas por insuficiência de dados.

g' - Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres e com ocorrência de horizontes calcíferos de melhores condições hídricas

Devido à similaridade do comportamento hidrogeológico, este foi considerado como um subsistema do sistema aqüífero anterior (g). São representados por rochas do Grupo Santo Onofre-Formação Sítio Novo (subunidades 5a e 5b) e pela Unidade Serra da Boa Esperança (subunidades 6a e 6b).

A permeabilidade é variável, predominando a baixa. O armazenamento é proporcionado pela saturação das fraturas e cavidades de dissolução das rochas carbonáticas. A maior profundidade de entrada d'água foi de 60m, registrada no poço nº 85, perfurado no povoado de Barreiro do Espinheiro, no norte da folha (tabela 5.4). Assim, recomenda-se o aproveitamento das suas águas através de poços tubulares de até 70m de profundidade, de preferência nas áreas de relevo mais suave e com indicações de fraturamento. A potabilidade da água é geralmente passável a má, às vezes dura, devido à presença de cálcio, e, localmente, boa; o resíduo seco médio é 863mg/l, e é utilizada para o consumo humano e animal.

As condições de alimentação, escoamento e os exutórios deste subsistema são idênticas às do sistema ao qual pertence (g), com exceção de nascente porque não foi localizada nenhuma.

Este subsistema aqüífero ocupa uma área de 310km^2, que corresponde a 8,1% do total da folha e ocorre em forma de manchas isoladas distribuídas por toda a área do projeto.

h - Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres, capeados por sedimentos inconsolidados, semi-permeáveis a permeáveis de pequena espessura

São representados pelo conjunto de rochas cristalinas existentes na área do projeto que estão cobertas pelas formações detríticas do Tércio-Quaternário (Subunidade 2b). A permeabilidade é baixa a muito baixa, e a água é de potabilidade boa a má, com resíduo seco variando de 200 a 1.600mg/l. O armazenamento de água é proporcionado pela existência de fraturas abertas ou cavidades, cuja intensidade e ordem de grandeza determinam o volume das suas reservas. Entre os poços cadastrados foi constatada a presença de fraturas até a profundidade de 90m (tabela 5.5), por isso se recomenda o aproveitamento através de poços tubulares de até 90m. Devido à cobertura, a locação dos poços deve ser bastante criteriosa, de preferência nas partes mais baixas e com indícios de fraturas. Com o relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado, nos períodos de chuva forma-se grande número de lagoas rasas, que abastecem a população. Com a estiagem, as lagoas vão secando e os moradores passam a escavar poços de grandes diâmetros (cacimbas) que também secam. Normalmente, esses poços são protegidos por cercas para aguardar novas chuvas.

A alimentação deste sistema aqüífero é proveniente da infiltração das águas das chuvas que caem sobre a cobertura detrítica.

Tabela 5.4 – Profundidade das entradas d'água do subsistema aqüífero g'.

Nº de Poço	Local	Entrada de Água (m)
19	Santa Maria ou Lagoa do Fundo	21
27	Baixão Velho	23, 26 e 49
28	Jequitaia	58 a 59
33	Casa de Farinha	28 e 30
85	Barreiro do Espinheiro	60

Tabela 5.5 – Profundidade das entradas d'água do sistema aqüífero h.

Nº de Poço	Local	Entrada de Água (m)
05	Brotas	28, 50 e 39
10	Barreiro Vicentino	17 e 23
13	Milian	22
15	Lagoa do Angico	18 e 21
16	Zé da Silva	46
18	Currais	18 e 58
21	Pau-de-Birro	56
22	Fazenda Santiago	90
23	Lagoa do M. Duarte	60
25	Malhada	47 e 87
29	Baixão da Fadiga	46
35	Baixão do Leonélio	31 e 54
37	Sítio Zé Vicente	40
49	Baixão do Jacú	33 e 63
78	Sede IV – Pedra Comprida	29, 31 e 40
79	Sede IV – Pedra Comprida	44 e 84
89	Tanquinho	24 e 34
90	Poço do Baixão	44 e 45

Neste caso, como nos sistemas aqüíferos já descritos, a recarga é intermitente devido à alternância dos períodos de chuva e estiagem, porém prolongada pela lenta infiltração e pela suavidade do relevo. Como se trata de um sistema aqüífero fraturado, o seu escoamento se verifica, naturalmente, através das fendas ou fraturas interconectadas, devendo ser bastante lento devido ao relevo plano.

Os exutórios considerados mais importantes são:

- Rede de drenagem, que é alimentado pelo sistema aqüífero apenas nos períodos de chuva, que formam as áreas de descargas naturais.
- Evapotranspiração, que é um fator permanente e mais atuante devido as altas temperaturas durante, praticamente, o ano inteiro, tornando-se o principal responsável pelas perdas d'água.

Este é o maior sistema aqüífero da folha, abrangendo uma área de 2.150km^2, que corresponde a 56,6% da área total, distribuído em quase toda a folha. A espessura considerada foi de 90m, que corresponde à entrada d'água mais profunda. Os dados levantados não permitiram determinar as características hidrodinâmicas.

5.2.2 Produtividade dos Sistemas Aqüíferos e a Importância Hidrogeológica Relativa Local

Em relação à produtividade dos sistemas aqüíferos, considerando um rebaixamento padrão de 25m, foram identificadas duas classes, estabelecidas por valores da capacidade específica dos poços, segundo os limites a seguir: inferior a 0,033l/s/m, e entre 0,033 e 0,11l/s/m, (figura 5.4).

A classe da produtividade inferior a 0,033l/s/m ocorre em todos os sistemas aqüíferos explorados e, por conseguinte, está distribuída por toda a folha.

Foram cadastrados, somente, 39 poços com valores de vazão específica, sendo que 22 deles estão nesta faixa de produtividade, e correspondem a 56% do total; todavia, ocupa mais de 80% da área da folha. O nível estático varia de 0,80m a 35,50m de profundidade.A classe de produtividade entre 0,033 e 0,11l/s/m ocorre também nos mesmos sistemas aqüíferos da classe anterior e abrange uma área menor do que 20% da folha, onde foram cadastrados apenas 17 poços. O nível estático apresenta uma variação de 1m a 32m.

Pelos resultados apresentados verifica-se que a produtividade dos sistemas aqüíferos da folha é muito baixa, e, localmente, baixa a média; a maior vazão registrada foi de 4,44l/s.

Em relação à importância hidrogeológica relativa local, foram identificadas três classes: mediana, muito pequena e negligenciável. Na determinação das classes, levou-se em consideração os fatores quantidade, qualidade e explotabilidade, já citados anteriormente (item 5.1.3), além das necessidades e costumes locais de uso da água. É bom frisar, que um mesmo sistema aqüífero pode pertencer a uma ou mais classes, em função da área de ocorrência, das necessidades locais, da topografia, etc. Por outro lado, em uma área de mesma importância hidrogeológica relativa local, poderá aparecer uma ou mais classes de produtividade e vice-versa.

- Importância hidrogeológica relativa local mediana (e4, g4 e h4)

Abrange 3 sistemas aqüíferos, onde os poços, de uma maneira geral, têm produtividade baixa a média, e as águas são de qualidade passável a má, excepcionalmente boa, com teor de sais dissolvidos variando de 200 a 2.133mg/l. A explotação é feita através de poços tubulares de até noventa metros de profundidade. Os poços perfurados, em sua maioria, encontram-se próximos à cidade de Campo Alegre de Lourdes e aos povoados de Santa úrsula, Mandarino, Quebra-Cangalha e Currais, onde existe carência de água de superfície, boa densidade demográfica e, muitas vezes, bom controle estrutural para locação de poços.

- Importância hidrogeológica relativa local muito pequena (c2, e2, g2 e h2)

Nesta classe estão incluídos quase todos os sistemas aqüíferos, com exceção do sistema aqüífero a, que não é explotado. Em alguns trechos as rochas exibem fraturas, que, não raro, estão fechadas e/ou preenchidas. Os poços têm baixas vazões e as águas subterrâneas, de uma maneira geral, têm qualidade passável a má e as áreas de ocorrências apresentam pequena densidade demográfica. Não existem fontes permanentes da água superficial e a po-

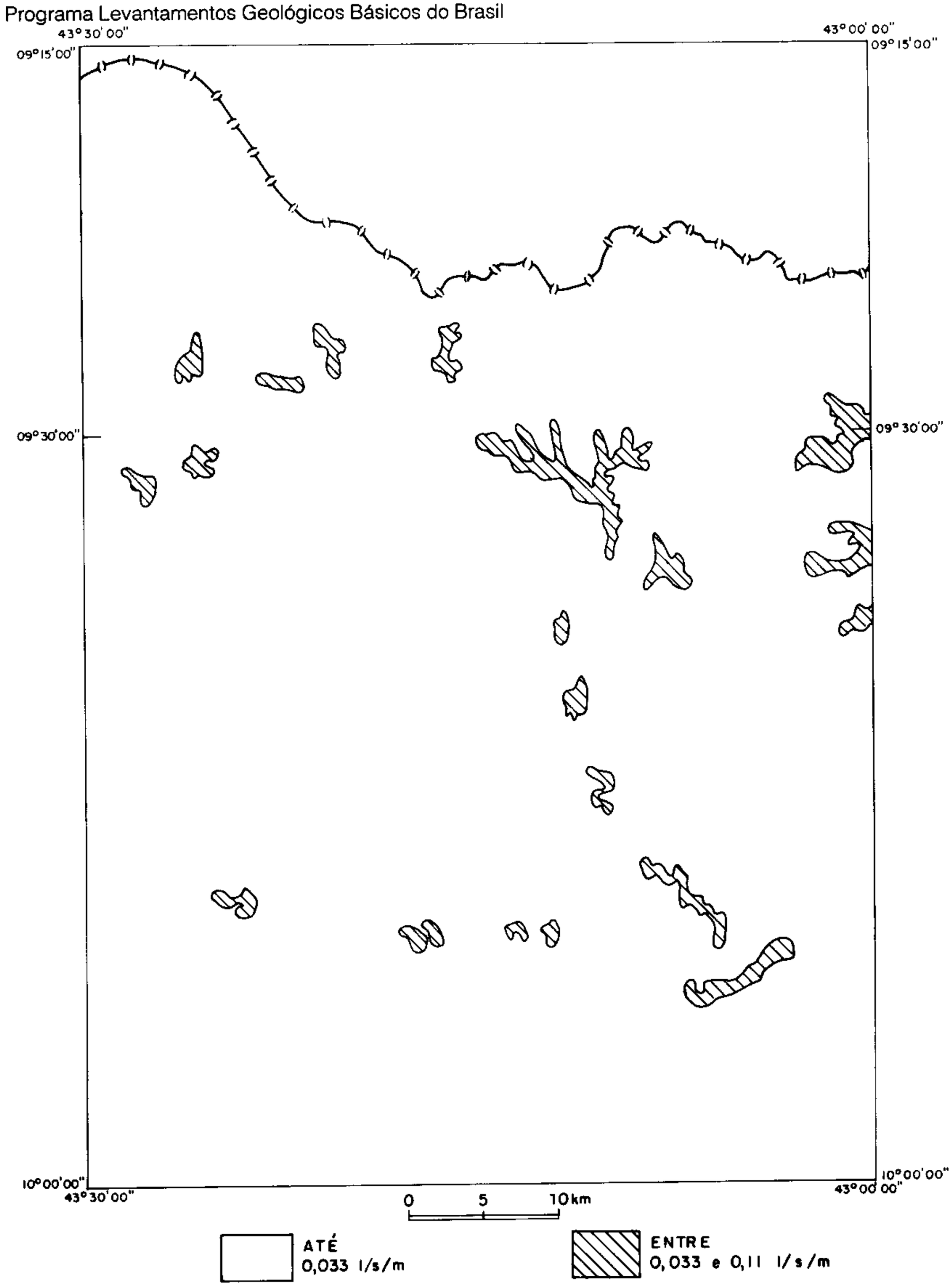


Figura 5.4 – Produtividade dos sistemas aqüíferos.

pulação é obrigada a recorrer aos poços tubulares ou escavados, quase sempre com água de alta salinidade (acima de 1.000mg/l), no período das secas.

- Importância hidrogeológica relativa local negligenciável (a1, c1, g1 e h1)

Nesta classe estão incluídos quatro sistemas aqüíferos – apenas o sistema aqüífero e, formado pelas aluviões foi excluído. As áreas foram definidas como desfavoráveis em virtude de restrições de natureza topográfica, sendo delimitadas pelas partes elevadas, de relevo acidentado e de difícil acesso, divisores de água, incidência de poços secos, fraturamento fechado e/ou preenchido com detritos argilosos e ocupação humana praticamente inexistente. No sul da folha, área de ocorrência do sistema aqüífero a, o relevo é plano, porém a taxa de ocupação humana é zero.

5.2.3 Condições das Áreas de Exposição dos Sistemas Aqüíferos

No Projeto Campo Alegre de Lourdes foram separadas quatro áreas, no que tange à exposição dos sistemas aqüíferos e às condições de superfície, levando-se em consideração, principalmente, a litologia, o relevo e o grau de aproveitamento do solo. Estas áreas aparecem em mapa de encarte, na escala 1:400.000, com as características descritas a seguir:

- Área de recarga em sedimentos inconsolidados de elevada permeabilidade

É representada pelos depósitos aluvionares, areno-argilosos, do Quaternário. Geralmente, são de pequenas espessuras (até 30m) e funcionam como áreas de recargas para os aqüíferos fraturados. O solo é fértil devido às argilas e matéria orgânica e, por isso, é bem utilizado no plantio de feijão, milho, mandioca e árvores frutíferas (manga, mamão, banana). A cobertura vegetal natural é praticamente nula.

- Área de recarga em sedimentos consolidados de média a alta permeabilidade

Localiza-se no extremo-noroeste da folha, representada pelos arenitos finos e conglomeráticos dos grupos Canindé e Serra Grande. Existem boas condições de recarga devido à sua permeabilidade. O solo é fértil porém pouco utilizado, devido à altitude elevada. A vegetação natural é típica de caatinga e ocupa mais de 50% da área.

- Área predominantemente de recarga de aqüífero fraturado, com ocorrência de níveis calcíferos. Relevo ondulado a plano, com zonas de descarga pontuais

Abrange grande parte da folha, compreendendo as rochas do Grupo Santo Onofre, Unidade Serra da Boa Esperança, complexos Gnáissico-Migmatítico e Carbonatítico, e corpos máfico-ultramáficos. Localmente, apresentam-se com fraturas que constituem as principais zonas de recarga. O solo é razoavelmente fértil e o índice de ocupação é estimado em 60%. Utilizado como pastos e para pequenos plantios de milho e feijão no inverno.

- Área de recarga de coberturas semipermeáveis,sobre aqüíferos fraturados

Está distribuída em toda a folha, sendo formada por areias inconsolidadas e formações detríticas de pouca espessura. A sua baixa permeabilidade dificulta o nível de recarga, que é compensado pela grande área de ocorrência e o relevo semiplano. Solo geralmente fértil e bom índice de ocupação – principalmente pastos e algumas plantações (no inverno). Na vegetação natural, predominam arbustos e árvores de pequeno porte, ocupando cerca de 50% da área central e praticamente 100% no sul da folha.

5.2.4 Vulnerabilidade Natural dos Aqüíferos à Poluição

A vulnerabilidade natural dos aqüíferos à poluição é caracterizada pela maior ou menor facilidade de contaminação por agentes externos. No presente estudo foi tomada por base a escala de vulnerabilidade organizada por Foster (1987) através do Sistema DIOS para Avaliação do Índice de Vulnerabilidade do Aqüífero, citado no item 5.1.6. Foram determinadas três classes de vulnerabilidade (negligenciável, moderada e alta), indicadas no mapa de encarte, escala 1:400.000.

a - Vulnerabilidade Negligenciável

Definida para as áreas geralmente de relevo acidentado, que abrange parte dos grupos Canindé e

Santo Onofre, Suíte Alcalina Serra do Meio e complexos máfico-ultramáficos. A baixa permeabilidade e o pouco fraturamento as tornam minimamente vulneráveis.

b - Vulnerabilidade Moderada

Esta classe engloba as coberturas areno-argilosas residuais, parte das rochas dos grupos Canindé e Serra Grande (parte basal) e dos complexos máfico e ultramáfico, de relevo plano ou pouco ondulado. Neste caso, existe o risco de contaminação devido ao meio aqüífero ser representado por poros e fraturas, onde a água circula com alguma facilidade. A profundidade do nível estático é pequena e a proteção superficial é precária devido ao uso constante do solo, notadamente em torno dos núcleos urbanos.

c - Vulnerabilidade Alta

Limitada a uma faixa estreita no sentido leste-oeste e outra norte-sul, que formam os vales das veredas Pilão Arcado e Poço da Pedra, preenchidos por aluviões, bastante permeáveis, que são áreas de intensa recarga, onde as águas passam diretamente da superfície para a subsuperfície, tornando o sistema extremamente vulnerável a qualquer substância contaminante.

5.2.5 Uso Atual e Condições de Exploração

A área do Projeto Campo Alegre de Lourdes está contida no polígono das secas e o seu clima é semiárido. Não existe rio perene. Apenas na sede do município e no povoado de Peixe existem dois açudes de pequeno porte que abastecem a população e os animais. Deve-se ressaltar que as águas desses açudes, além de poluídas, detêm um nível de salinização bastante elevado, devido à evaporação. O povo se abastece a partir desses reservatórios, por falta de outra fonte alternativa de suprimento d'água. Estas condições já demonstram a importância da água subterrânea para a sobrevivência da população.

Em todos os aglomerados urbanos – cidade e povoados – foram perfurados poços. Nos povoados de Peixe e Angico os poços foram secos, e na cidade de Campo Alegre de Lourdes os poços são insuficientes para abastecer a população.

Assim, a água subterrânea é utilizada nas duas atividades básicas que são o consumo humano e animal – não existe irrigação nem indústria. Portanto, dos 76 pontos d'água em funcionamento, todos eles destinam-se ao consumo humano e animal, mesmo assim em condições precárias. Em certos núcleos habitacionais, o poço tubular ou escavado mais próximo fica a 5 ou 6km de distância.

Considerando a demanda total, estima-se a relação de 70% de água subterrânea para 30% de água superficial.

As condições de exploração dos sistemas aqüíferos estão definidas dos seguintes modos:

- O sistema aqüífero a não é explorado. Ocorre em uma área completamente desabitada. Por isso não se conhece o seu potencial hidrogeológico.
- O sistema aqüífero c é explorado apenas por um poço escavado com 13,50m de profundidade, situado no extremo-noroeste da folha. A água é de boa qualidade e utilizada para consumo humano e animal.
- No sistema aqüífero e foram perfurados 10 poços tubulares com profundidades entre 40m e 90m, todos eles situados nas calhas das veredas Poço das Pedras e Pilão Arcado. Todos os poços atravessaram este sistema e captam água nos sistemas subjacentes g ou h. Apenas o poço nº 34, no povoado de Angico Torto, a água captada é proveniente de dois sistemas e de boa qualidade (item 5.2.1).

A análise dos perfis dos poços e a Carta Geológica indicam que três poços captam água do sistema aqüífero g, dois do subsistema aqüífero g' e os outros cinco, por não ser possível identificar o sistema, foram classificados como indefinidos.

- O sistema aqüífero g é explorado através de 26 poços tubulares (incluídos os 3 poços do sistema aqüífero e), 6 poços escavados e uma nascente, com profundidades que variam de 1 a 70m (com média de 52,46m) distribuídos nas áreas ao norte, leste e oeste. A produtividade específica média é de 0,430m^3/h/m, a mais alta dos sistemas aqüíferos e a salinidade média é alta (953mg/l de resíduo seco).
- O subsistema aqüífero g' é explorado por 14 poços tubulares (incluídos os 2 poços do sistema aqüífero e) e 7 poços escavados, com profundidade variando entre 4 e 80m (a média é de 57,98m) distribuídos em toda a folha. A produtividade específica média é de 0,192m^3/h/m, considerada baixa para os padrões normais, porém muito boa para as necessidades lo-

cais. A salinidade média é elevada (863mg/l de resíduo seco).

- O sistema aqüífero h é o mais explorado com 49 poços tubulares e 9 poços escavados, com profundidades de 05 a 120m (média de 66,78m) distribuídos por toda a folha. A produtividade específica média é a mais baixa, com 0,072m^3/h/m, mesmo assim, os poços são intensamente utilizados. A salinidade média é elevada (com 658mg/l de resíduo seco).

Os poços são completados com revestimento de aço galvanizado e de PVC rígido, com diâmetro nominal de seis polegadas. Os equipamentos de bombeamento mais utilizados são: bomba injetora, compressor e bomba submersa. Entretanto, o mais popular é o sarilho – que não tem custo operacional. Os reservatórios são construídos de fibra de vidro, alvenaria/cimento e concreto, com capacidade variando de 2 a 50m. Os poços escavados são revestidos com tijolinhos.

A cidade de Campo Alegre de Lourdes é abastecida por quatro poços tubulares e pelo açude existente junto à cidade. Não possui rede de distribuição e, portanto, não existe qualquer sistema de tratamento. Os poços n°s 1, 2, 3 e 4 produzem uma vazão nominal de 22,1m^3/h para atender uma população urbana de 3.752 habitantes (IBGE 1991).

Os principais povoados (Santa úrsula, Mandarino, Angico Torto, Intendência, Quebra-Cangalha, etc.) são abastecidos por poços tubulares (um em cada povoado) e a água é consumida pela população *in natura*. Nos povoados de Peixe e Angico dos Dias a população se abastece em açude e represa situados nas periferias, com água sem nenhuma higiene – que é também utilizada pelos animais. Os poços perfurados nesses povoados deram resultados negativos (secos).

Na zona rural, a água para os consumos humano e animal é proveniente de poços tubulares e escavados, pequenas represas ou barragens existentes nas fazendas e pequenas propriedades. Nos períodos de seca a prefeitura fornece caminhões-pipa para atender a população mais carente.

5.2.6 Qualidade das Águas

O estudo hidroquímico das folhas Campo Alegre de Lourdes e Peixe visou, primeiramente, caracterizar a composição química da água subterrânea em cada sistema aqüífero, a partir das análises químicas disponíveis, as quais foram interpretadas segundo a metodologia convencional. Foram também analisados os aspectos relacionados com a sua qualidade para os diversos usos – consumo humano e animal, irrigação e industrial – bem como a influência do meio ambiente, visando fornecer informações básicas para o melhor aproveitamento e proteção das águas subterrâneas.

- Amostragem, Análises Químicas e Processamento dos Resultados

Dos 118 pontos d'água cadastrados durante os trabalhos de campo já existiam 11 com análises físico-químicas. Foram coletadas outras 54 amostras, sendo 42 em poços tubulares e 12 em poços escavados. Dessas, 8 amostras foram repetidas para comparação de resultados, e, no final, foram consideradas o total de 57 análises. Não foram realizadas análises para determinação de resíduos de defensivos agrícolas, porque não foi constatado nenhum vestígio de aplicação desses produtos.

As novas análises físico-químicas foram efetuadas no laboratório do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. As já existentes foram realizadas no laboratório da Universidade Federal da Bahia – UFBa, conforme apresentadas na tabela 5.6.

O tratamento preliminar dos dados foi feito através do programa de computador HIDROQ, desenvolvido pela USP. Entretanto, os dados disponíveis foram considerados insuficientes e não permitiram uma interpretação adequada, mesmo procurando o aproveitamento máximo desses resultados.

Considerando as 57 análises físico-químicas disponíveis, a densidade para a área estudada é de uma análise para cada 67km^2, o que é considerada muito baixa para a definição dos diversos parâmetros (Custódio & Llamas, 1976). Além disso, os resultados das análises não corresponderam ao que era esperado: 40 análises foram classificadas como sa-

Tabela 5.6 – Qualidade das análises físico-químicas.

Laboratório	Análises Realizadas	Qualidade das Análises		
		Satisfatória	Aceitável	Não-Aceitável
DNOCS	46	40	03	03
UFBa	11	0	02	09
Total	57	40	05	12

tisfatórias, isto é, dentro dos limites de erro permissível (Logan, 1965) e mais 5 apresentaram erro máximo de 10%, que foram consideradas aceitáveis, perfazendo um total de 45 análises, utilizadas neste estudo hidroquímico.

Com relação aos sistemas aqüíferos, as análises ficaram assim distribuídas: 01 no sistema aqüífero c, 13 no sistema aqüífero g, 8 no subsistema aqüífero g', 19 no sistema aqüífero h e 4 sem sistema aqüífero definido porque foram dos poços perfurados sobre as aluviões e captam água do sistema subjacente, que não foi identificado.

Os parâmetros físico-químicos determinados nos laboratórios foram os seguintes: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza total, resíduo seco, cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, cloro, sulfato, bicarbonato, nitrito e nitrato. Os resultados das análises estão contidos no Catálogo Geral de Pontos d'Água (anexo ao texto).

- Classificação e Composição Química

A classificação das águas amostradas, segundo a sua composição química, foi obtida a partir do diagrama triangular de Piper. Neste diagrama, cada ponto representa os valores percentuais dos principais cátions e ânions determinados em mg/l e transformados em meq/l. A soma dos percentuais dos constituintes contidos nos vértices do triângulo perfazem 100%. Para as fácies hidroquímicas predominam as águas cloretadas em 44%, seguidas das bicarbonatadas com 38% e, finalmente, as mistas com 18%. Entre os tipos químicos predominam as águas mistas com 55%, em seguida vem as cálcicas com 38% e, por último, as magnesianas com 7%. Verifica-se, portanto, a ausência das águas sulfatadas e sódico-potássicas.

Com relação à condutividade elétrica, os resultados indicaram que 18% das amostras analisadas apresentaram condutividade abaixo de 500 micromhos/cm, 33% entre 500 e 1.000micromhos/cm, 31% entre 1.000 e 2.000micromhos/cm e 18% acima de 2.000micromhos/cm. Como a salinidade é diretamente proporcional à condutividade elétrica os valores do teor de sais dissolvidos (TSD) foram os seguintes: 31% abaixo de 500mg/l, 33% entre 500 e 1.000mg/l, 33% entre 1.000 e 2.000mg/l e 3% acima de 2.000mg/l, ficando o valor médio em 843mg/l, classificado como passável, conforme o quadro de distribuição de freqüência dos resíduos secos (tabela 5.7).

Tabela 5.7 – Distribuição de freqüência dos resíduos secos.

Resíduo Seco (mg/l)	Nº de Amostras	Freqüência (%)	
		Relativa	Acumulada
0 - 500	14	31	31
500 - 1.000	15	33	64
1.000 - 2.000	15	33	97
> 2.000	01	03	100

Os resultados de pH apresentaram grande predominância de águas ácidas com 75% das amostras, seguindo-se as básicas com 18% e somente 7% de águas neutras. O valor máximo foi de 9,0 e o mínimo de 6,2. O valor médio de 6,7 indica águas muito próximas das neutras.

A dureza total apresentou o valor máximo de 1.480mg/l de $CaCO_3$, o mínimo de 48mg/l, ficando o valor médio em 499mg/l. De acordo com a classificação de dureza de Klut Olszewski as águas analisadas apresentaram a distribuição de freqüência constante da tabela 5.8.

- Fácies Hidroquímicas e Tipos Químicos de Água

Conforme dito anteriormente, as fácies hidroquímicas e os diversos tipos químicos das águas foram determinados a partir do diagrama triangular de Piper, e lançados no mapa de encarte (escala 1:400.000)com o respectivo zoneamento. Os tipos químicos que ocorrem na área, bem como sua freqüência relativa, estão apresentados na tabela 5.9. Nas figuras 5.5a, b, c e d as águas estão classificadas de acordo com o sistema aqüífero a que pertencem.

- Águas Bicarbonatadas

As águas pertencentes a este grupo têm como característica a predominância do ânion $HCO_3^{=}$,

Tabela 5.8 – Distribuição de freqüência de dureza.

Intervalo	Classificação	Freqüência (%)
Dureza até 7° F	Água muito mole	03
Dureza de 7 a 12° F	Água mole	13
Dureza de 12 a 20° F	Água algo dura	13
Dureza maior que 20° F	Água muito dura	71

(1° F = 10 mg/l de $CaCO_3$)

Tabela 5.9 – Tipos químicos das águas subterrâneas.

Tipos Químicos	Siglas	Nº de Amostras	Relativa (%)
Águas Bicarbonatadas	B		
a) Bicarbonatada de Cálcio	bc	04	09
b) Bicarbonatada de Magnésio	bm	03	07
c) Bicarbonatada Mista	bm	10	22
Águas Cloretadas	C		
a) Cloretada de Cálcio	cc	10	22
b) Cloretada Mista	cm	10	22
Águas Mistas	M		
a) Mista de Cálcio	mc	03	07
b) Mista Mista	mm	05	11
Total		45	100

isto é, contêm mais de 60% desse radical em meq/l e totalizaram 38% das amostras analisadas. A salinidade é muito baixa, com resíduo seco variando entre 106mg/l (mínimo) a 633mg/l (máximo) e com o valor médio 394mg/l. Com relação ao pH este grupo está enquadrado nas águas levemente ácidas, com valores variando de 6,2 a 7,2, com o valor médio de 6,6. Entre os cátions predominaram as bicarbonatadas mistas com 58,8% das amostras, seguidas das bicarbonatadas de cálcio com 23,5% e, por último, as bicarbonatadas de magnésio com 17,7%. A procedência das amostras relativas aos sistemas aqüíferos teve a seguinte distribuição:do sistema aqüífero c uma amostra, do g cinco amostras, do g' três amostras, do h seis amostras e duas de sistema aqüífero não-identificado.

- Águas Cloretadas

Foram classificadas neste grupo (com predominância do ânion Cl) 44% das amostras, sendo, portanto, o grupo predominante. A salinidade é bastante alta, com o TSD variando de 667mg/l a 2.133mg/l, ficando o valor médio em 1.245mg/l, muito acima do limite recomendável para o consumo humano.

Com relação à dureza, todas as amostras foram classificadas como "muito dura" com o valor médio de 80 F. Os valores de pH variam de 6,4 a 8,5, ficando a média em 6,9, sendo considerada como água neutra. Entre os cátions houve um equilíbrio entre as cloretadas de cálcio (50%) e as mistas (50%). A procedência das amostras foi a seguinte: 6 amostras do sistema aqüífero g, 4 do g', 9 do h e 1 de sistema aqüífero não-identificado.

- Águas Mistas

Nas águas classificadas neste grupo não há predominância entre os ânions, e perfazem apenas 18% das amostras. Com referência aos cátions foram identificados apenas dois tipos: mista de cálcio (3 amostras) e mista mista (cinco amostras). A salinidade (TSD) varia de 280mg/l para o valor mais baixo, até 1.666mg/l para o mais alto. O valor médio é 793mg/l, considerada apenas tolerável para o consumo humano. Os valores de pH ficaram entre 6,4 e 8,8, com a média de 6,9, considerada como água neutra. No que se refere à dureza, o índice médio foi de 39,5 F, classificada como água "muito dura". As amostras deste grupo foram coletadas predominantemente nos poços do sistema aqüífero h com 4 amostras, 2 amostras no g, 1 no g' e 1 de sistema aqüífero não-identificado.

- Nível e Tipos de Contaminação

Durante os trabalhos de campo não foram observadas fontes reais ou potenciais de contaminação dos sistemas aqüíferos da área estudada. Não há indústrias na região, sendo as principais atividades econômicas a agricultura e a pecuária. As culturas predominantes são feijão, milho e mandioca, cultivadas por métodos tradicionais pelos pequenos produtores para o consumo local. Também não existe cultura irrigada.

O ritmo de desenvolvimento socioeconômico é tão lento que não se pode prever algum tipo de contaminação dos aqüíferos a curto ou médio prazo. Assim, foi considerada desnecessária a coleta de amostras d'água para determinação de compostos químicos (Aldrin, DDT, Dieldrin, Heptacloro, etc.), utilizados como defensivos agrícolas.

- Qualidade das Águas Para Usos Diversos

Qualidade das Águas para o Consumo Humano e Animal

De acordo com a Organização Mundial de Saúde a qualidade da água para o consumo humano deve ser analisada sob quatro características diferentes: físico-química, bacteriológica, biológica e radioativa. Nos trabalhos aqui desenvolvidos foram

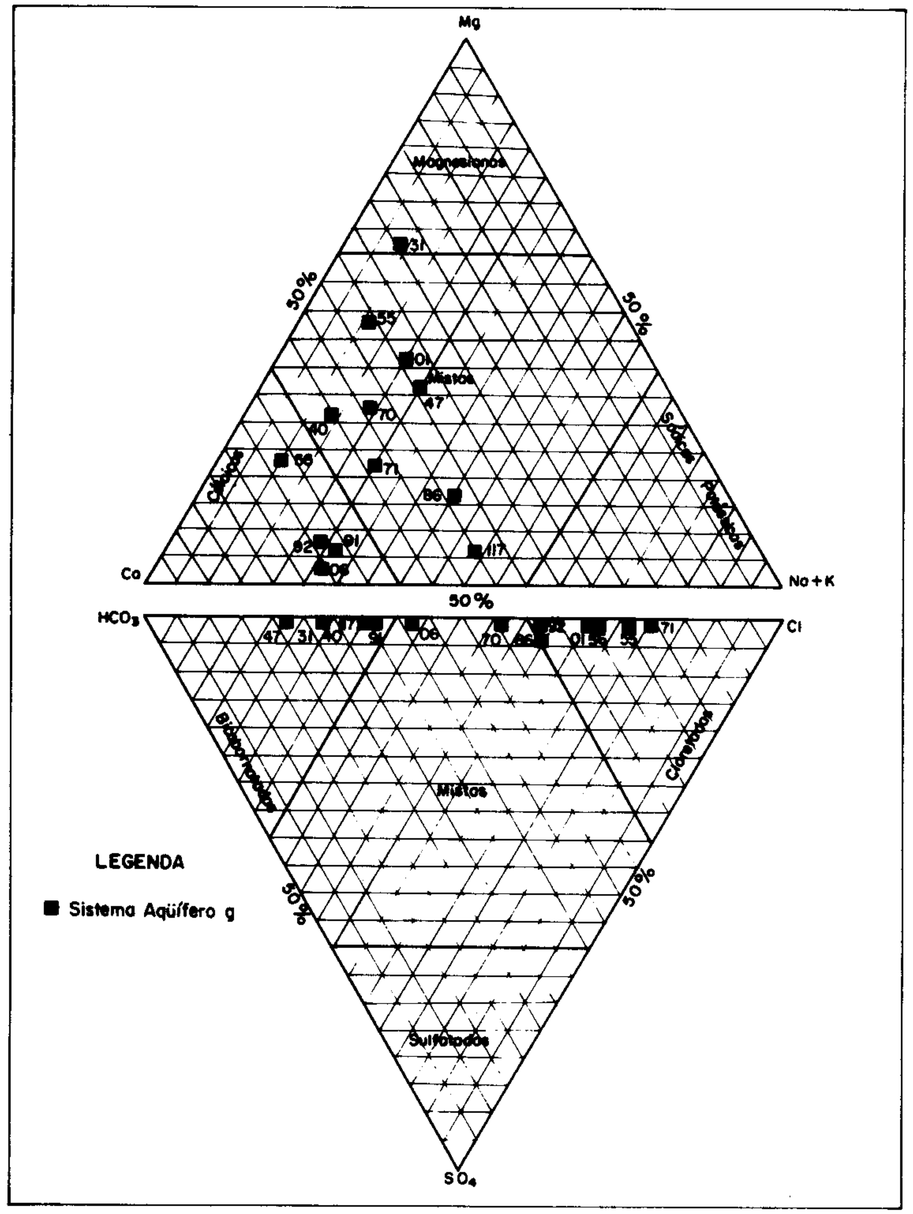


Figura 5.5a – Diagrama de Piper-Classificação Hidroquímica.

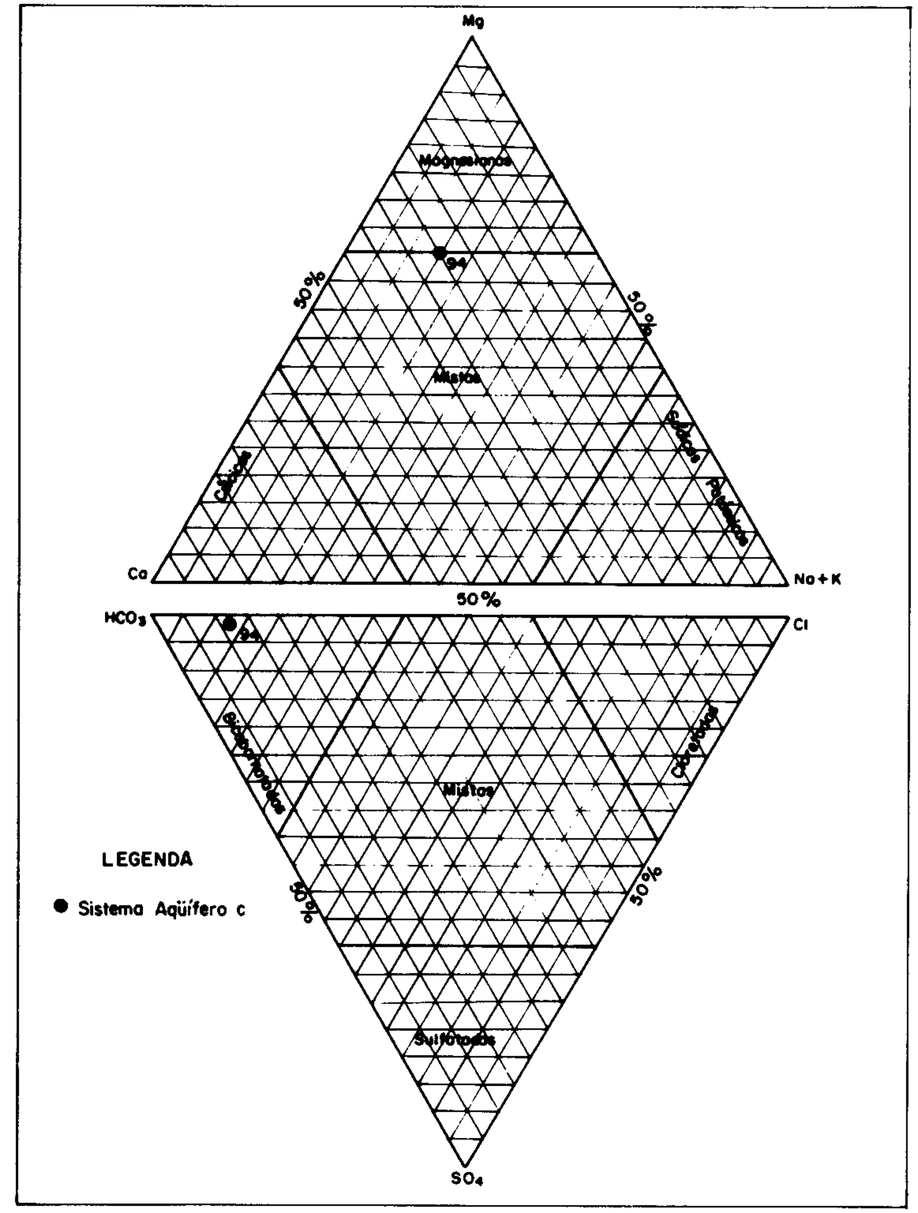


Figura 5.5b – Diagrama de Piper-Classificação Hidroquímica.

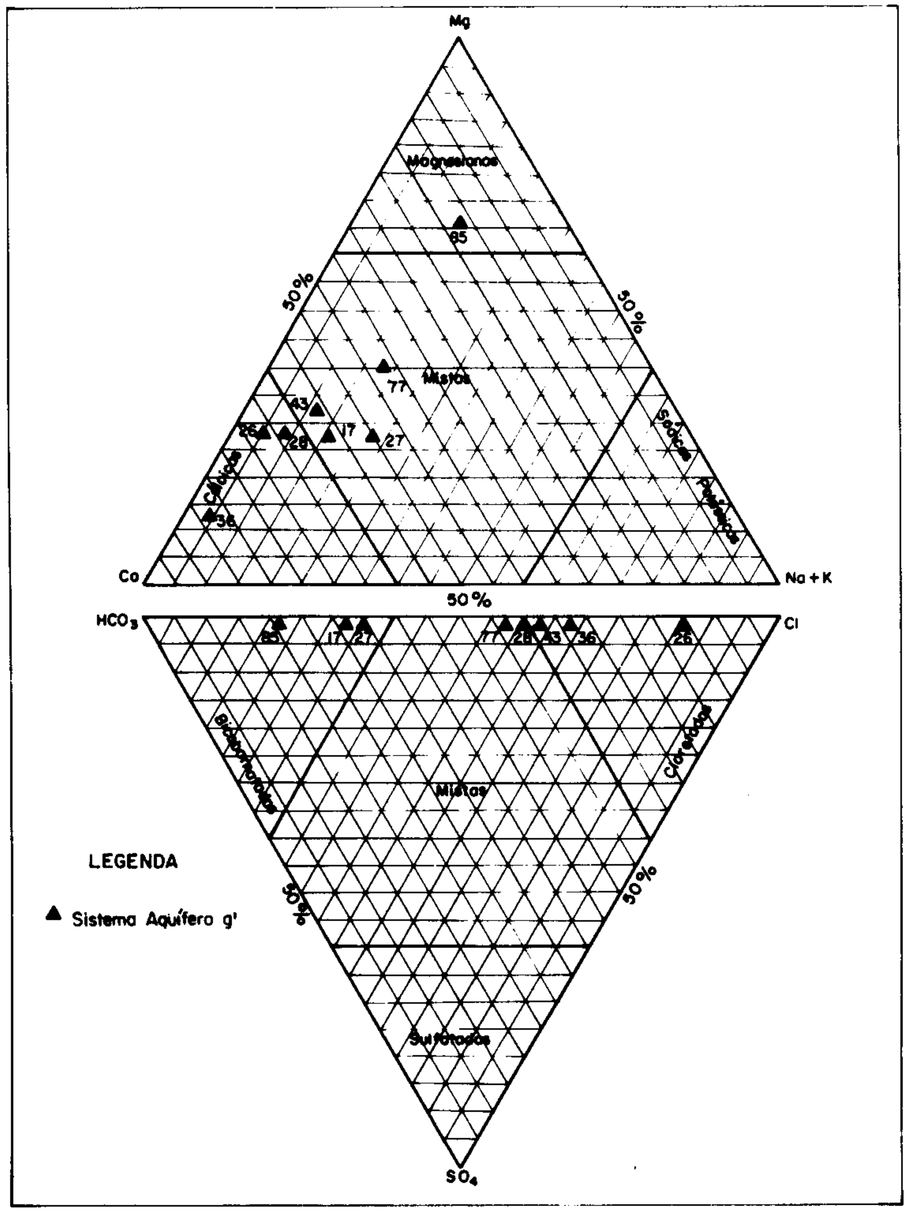


Figura 5.5c – Diagrama de Piper-Classificação Hidroquímica.

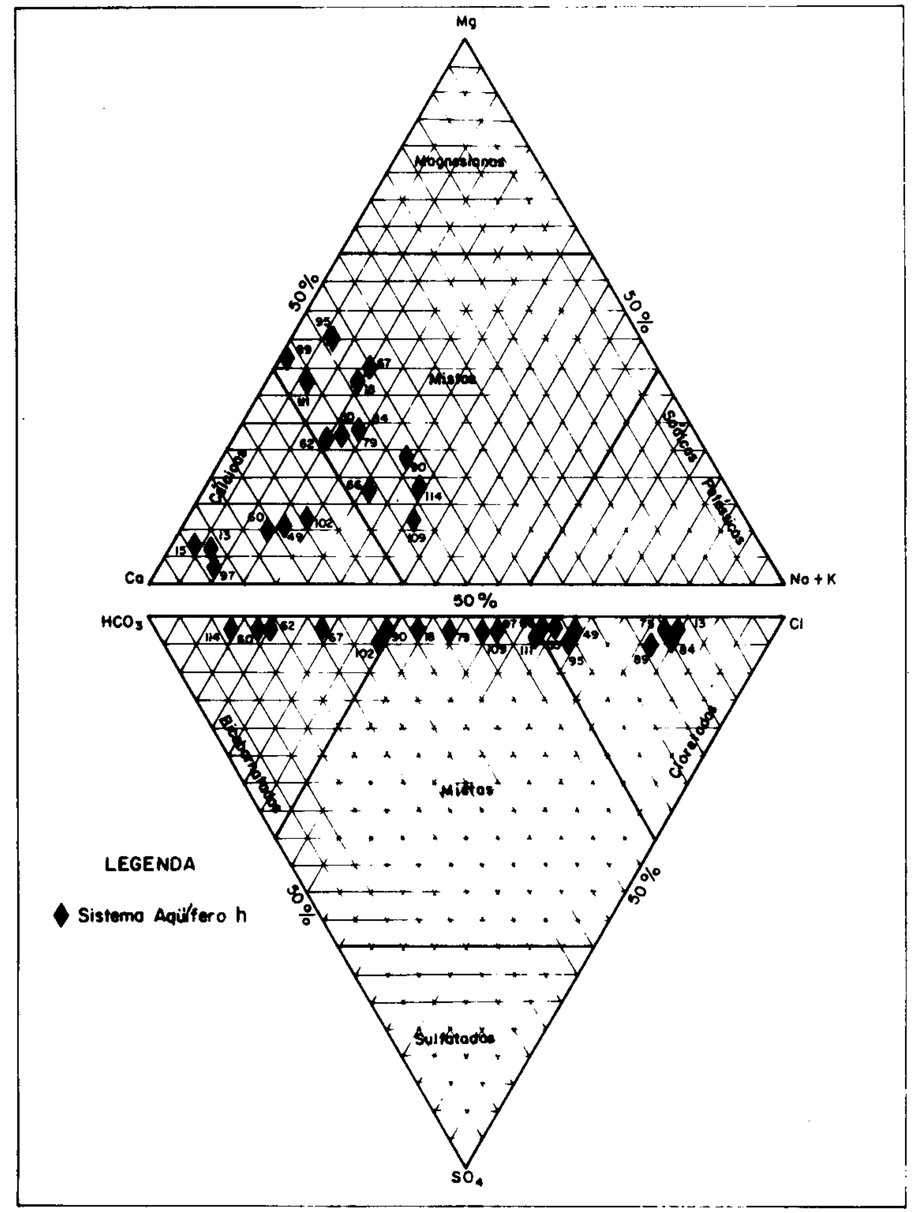


Figura 5.5d – Diagrama de Piper-Classificação Hidroquímica.

determinadas apenas as características físico-químicas. Estas permitem determinar a potabilidade e, conseqüentemente, se a água é adequada ou não para o consumo humano.

A classificação da potabilidade foi baseada nos padrões estabelecidos por Schoeller, 1965 (Custódio & Llamas, 1976). Segundo o autor, os padrões foram determinados a partir da pressão osmótica do organismo humano, considerando os principais elementos componentes da água, tais como Ca, Mg, Na, Cl, SO_4, incluindo também a dureza e resíduo seco.

A tabela 5.10 apresenta a situação das águas analisadas, onde estão indicadas as freqüências relativas do número de amostras para cada condição de potabilidade permanente, em função dos parâmetros considerados.

Tabela 5.10 – Freqüência da potabilidade das águas amostradas (%).

Potabilidade Permanente / Parâmetros	Boa	Passável	Medíocre	Má
Resíduo Seco	31	33	33	03
Na	98	02	-	-
Mg/12+Ca/20	38	27	29	06
Dureza (Grau Hidrométrico	-	-	07	93
Cl	47	18	31	04
SO4	50	50	-	-

O diagrama apresentado é o de Schoeller modificado por Berkaloff (Custódio & Llamas, 1976), que é mais completo porque acrescenta aos elementos, o pH, K e CO_3. Os diagramas das figuras 5.6a, b, c, e d contêm, em escala logarítmica, gráficos de 10 análises consideradas representativas de 4 sistemas aqüíferos. Verifica-se que a potabilidade das águas representadas nos diagramas é, predominantemente, boa e, eventualmente, passável a medíocre.

Com relação ao consumo animal os padrões adotados para a determinação da qualidade das águas são mais tolerantes e se baseiam nos valores do resíduo seco. Os limites adotados no presente estudo são os mesmos adotados pela Austrália Ocidental (Logan, 1965) e estão apresentados na tabela 5.11, levando-se em conta o porte médio do animal.

Verificando-se os resultados das amostras analisadas, constata-se que os valores do resíduo seco obtidos estão todos abaixo do limite de tolerância pelas aves, não havendo, portanto, restrições para o consumo animal.

Tabela 5.11 – Limites de potabilidade para animais.

Discriminação	Resíduo Seco (mg/l)
Aves	2.860
Porcos	4.290
Cavalos	6.435
Gado Leiteiro	7.150
Gado de Corte	10.000
Carneiro	12.900

Qualidade das Águas para o Uso Industrial

O uso da água na indústria é tão diversificado que cada atividade exige características próprias de qualidade. Para a maioria das indústrias as características mais importantes da água são a agressividade e o poder incrustante. A agressividade da água se deve à sua condutividade, teor de oxigênio e ânions que formam óxidos. Como na área estudada não existe atividade industrial, não foi efetuado estudo mais detalhado da qualidade da água para esse fim. No caso de futuros projetos industriais o abastecimento d'água deve ser objeto de estudo específico.

Em todos os sistemas aqüíferos verificou-se uma grande variação do valor do resíduo seco e, por isso, há restrições para o uso industrial.

A tabela 5.12 apresenta os limites aconselháveis do resíduo seco, dureza total e alcalinidade TAC, para algumas pequenas atividades industriais existentes na área, e outras possíveis de virem a ser implantadas, segundo os padrões adotados por Moore (1940) e Anderson (1966) (Custódio & Llamas, 1976).

Analisando os resultados das amostras consideradas neste trabalho, foi elaborada a tabela 5.13, onde está representada a freqüência relativa dos valores dentro dos limites constantes da tabela 5.12.

Qualidade das Águas para Irrigação

A qualidade das águas para irrigação foi determinada a partir da classificação adotada pelo *U.S. Salinity Laboratory* (Logan, 1965), cujos tipos são determinados através de um gráfico semi-logarítmico, onde são plotados em abcissas os valores da condutividade elétrica, em micromhos/cm a 25°C,

Tabela 5.12 – Limites aconselháveis para diversos usos industriais (Moore, 1940; Anderson, 1966).

Uso Industrial	Resíduo Seco (mg/l)	Dureza Total (mg/l)	Alcalinidade TAC (mg/l)	Outros Requisitos
Padaria	-	-	-	Água potável
Lavanderia	-	50	-	-
Curtume	-	50 a 135	-	-
Doces	-	-	100	Água potável
Conservas	-	-	25 a 75	Água potável
Cervejas	75	-	500	Água potável
Refrigerantes	50 a 100	250	850	Água potável

Tabela 5.13 – Freqüência relativa das águas analisadas para uso industrial.

Uso Industrial	Resíduo Seco (mg/l)	Dureza Total (mg/l)	Alcalinidade TAC (mg/l)	Outros Requisitos
Padaria	100	100	100	100
Lavanderia	100	02	100	100
Curtume	100	18	100	100
Doces	100	100	07	100
Conservas	100	100	02	100
Refrigerantes	0	100	100	100
Cervejas	0	38	100	100

em ordenadas a razão de adsorção de sódio (RAS), calculada a partir dos teores, em meq/l, de Na, Ca e Mg, segundo a seguinte expressão:

$$RAS = \frac{rNa}{\sqrt{1/2(rCa+rMg)}}$$

Os tipos de água são definidos para os diversos tipos de solo e culturas que se pretendam irrigar. Nos gráficos das figuras 5.7a, b, c e d estão plotados os valores da condutividade elétrica e da RAS das amostras analisadas em cada sistema aqüífero, tendo sido identificados os seguintes tipos:

C_1-S_1: Água de baixa salinidade. Condutividade elétrica entre 100 e 250micromhos/cm a 25°C, que corresponde de 64 a 160mg/l de resíduo seco. Baixo teor de sódio. Pode ser usada na maioria da culturas e em quase todos os tipos de solo, com muito pouco perigo de desenvolver salinidade ou concentração de sódio, exceto em solos de baixa permeabilidade. Nesta classe foi enquadrada somente uma amostra proveniente do sistema aqüífero g.

C_2-S_1: Água de salinidade média. Condutividade elétrica entre 250 e 750micromhos/ cm a 25°C, que corresponde ao intervalo de 160 a 480mg/l de resíduo seco. Baixo teor de sódio. Pode ser usada em culturas moderadamente tolerantes a sais e em solos com condições de drenagem regular. Não é necessário um controle de salinidade rigoroso e há pouco risco de concentração de sódio. Das amostras analisadas 29% (13 amostras) foram classificadas neste grupo, provenientes dos sistemas aqüíferos c (01 amostra), g (3 amostras), g' (01 amostra), h (7 amostras) e uma amostra de sistema aqüífero não-identificado.

C_3-S_1: Água de alta salinidade e baixo teor de sódio. Condutividade elétrica entre 750 e 2.250micromhos/cm a 25°C, correspondendo ao intervalo de 480 a 1.440mg/l de resíduo seco. Não pode ser utilizada em solos de drenagem deficiente. As culturas devem ser com plantas selecionadas e muito tolerantes a sais. Deve-se manter o controle de salinidade dos solos, mesmo com dre-

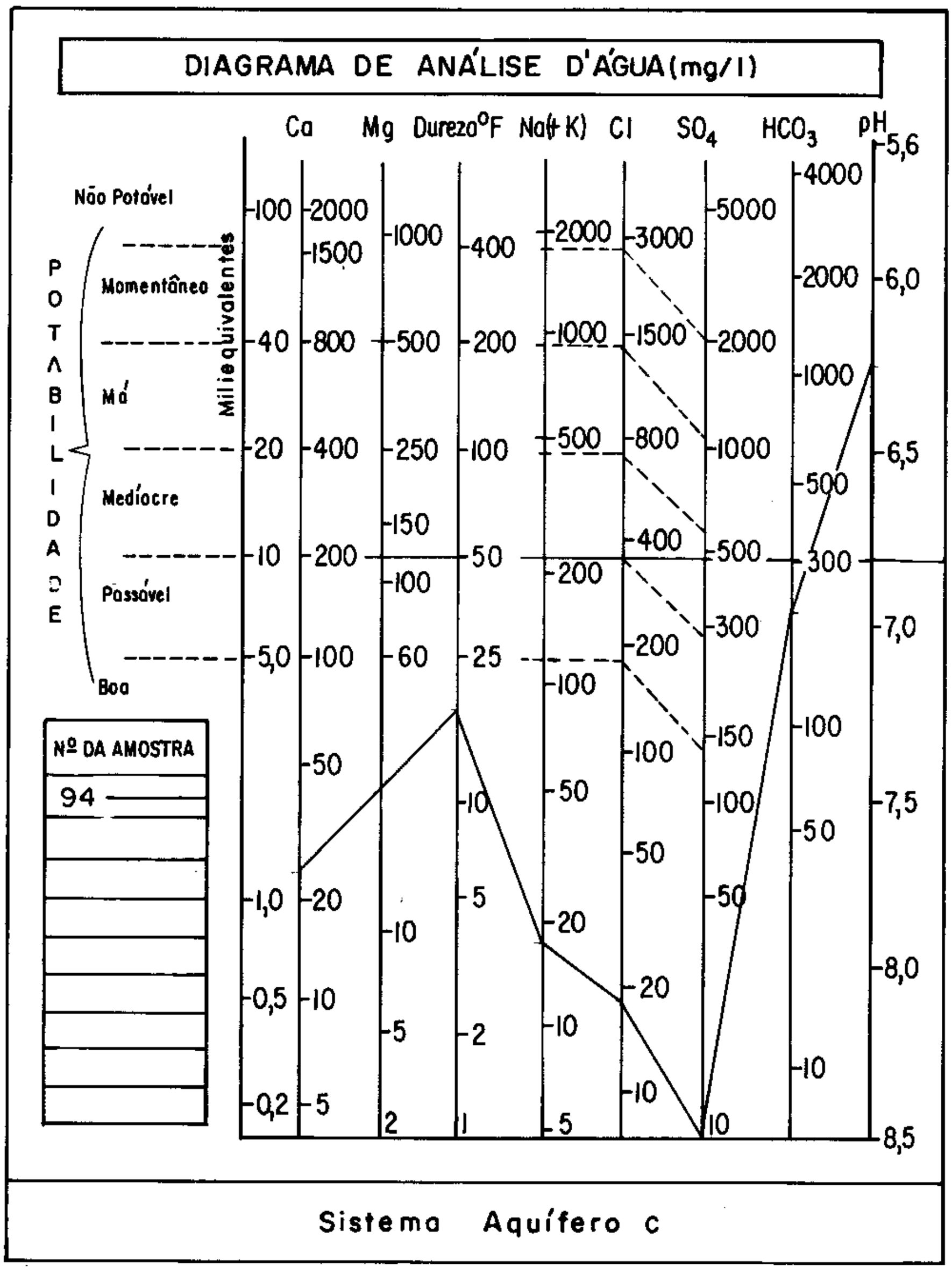


Figura 5.6a – Amostras representativas dos sistemas aqüíferos.

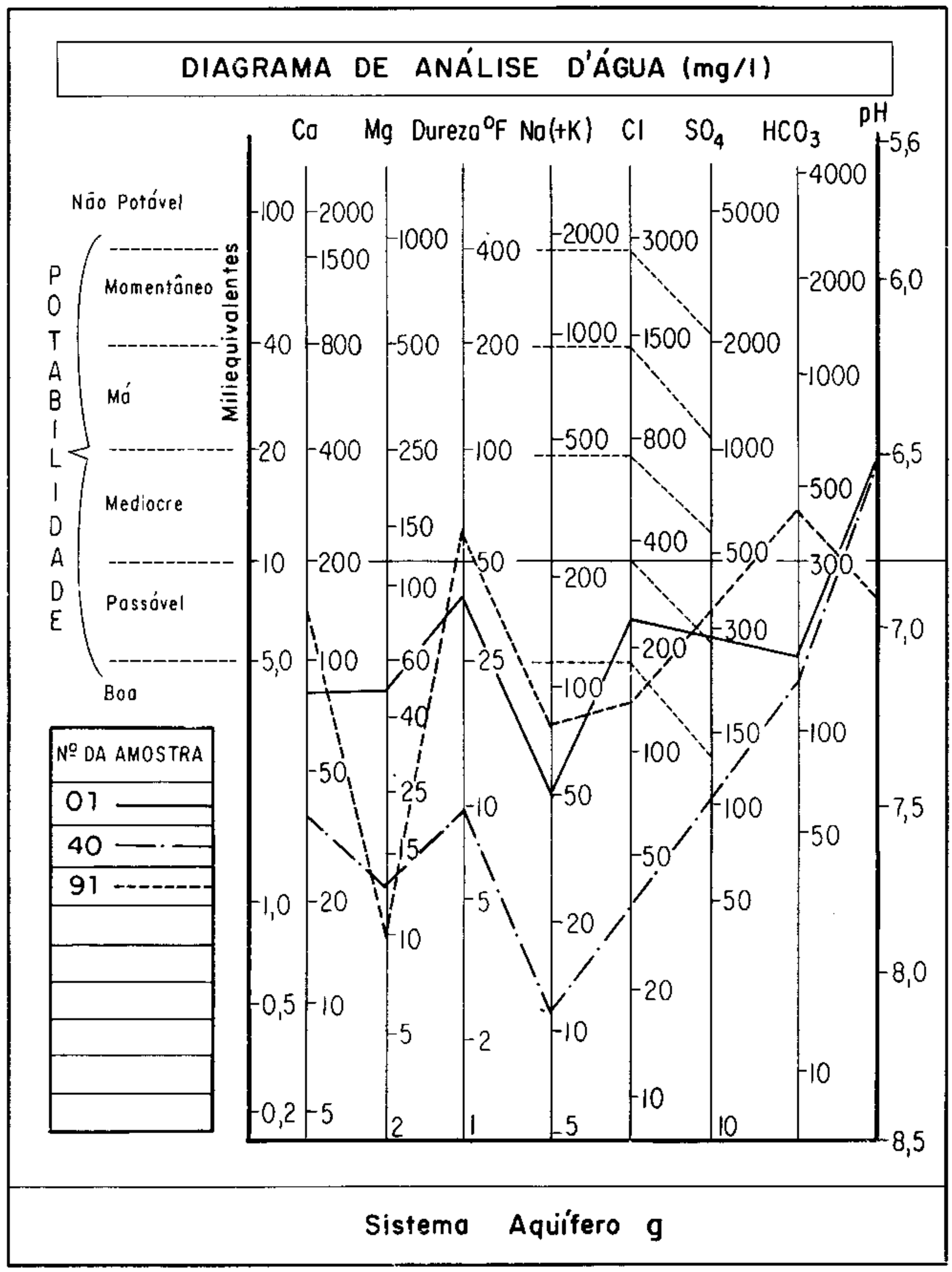


Figura 5.6b – Amostras representativas dos sistemas aqüíferos.

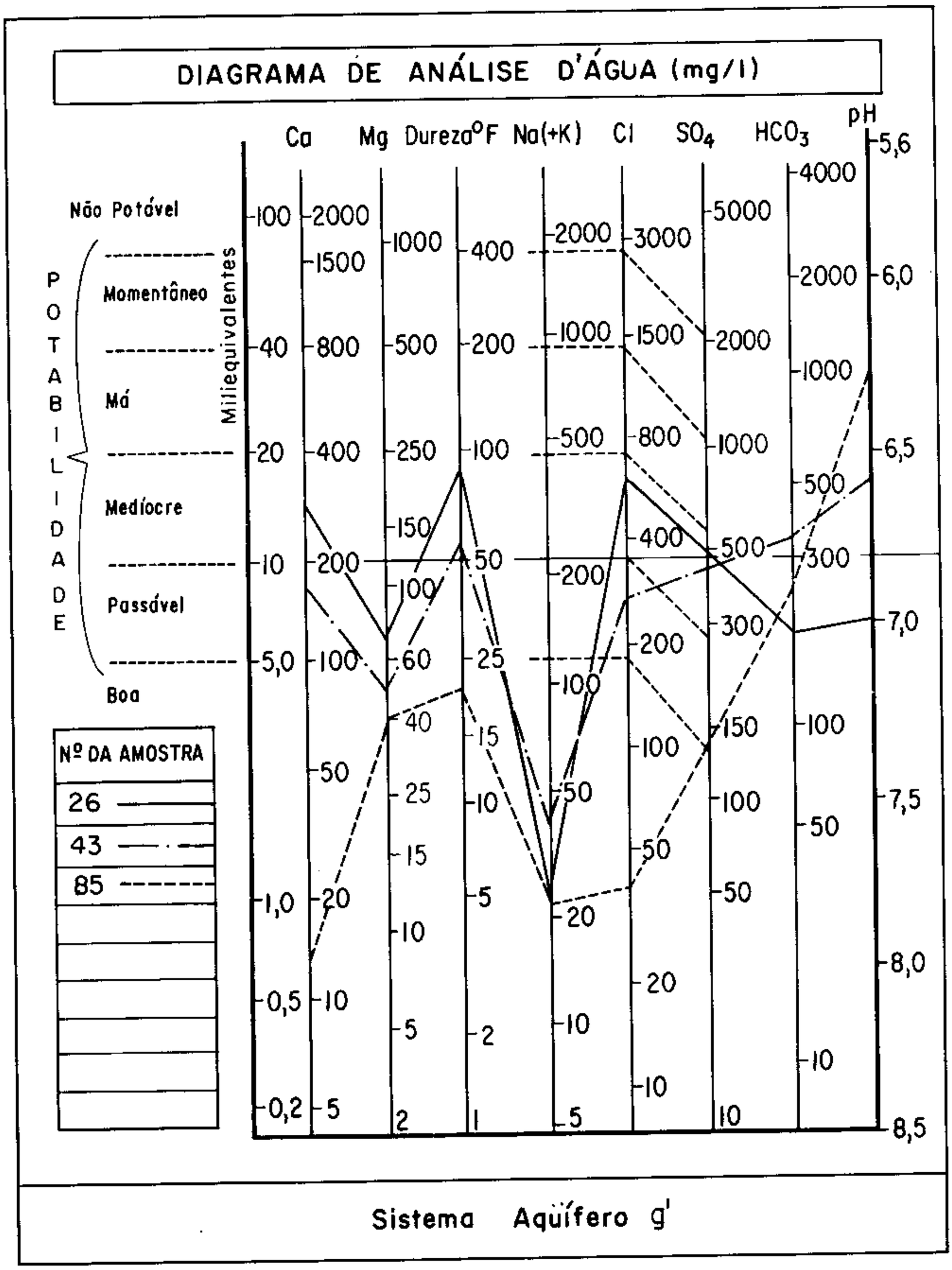


Figura 5.6c – Amostras representativas dos sistemas aqüíferos.

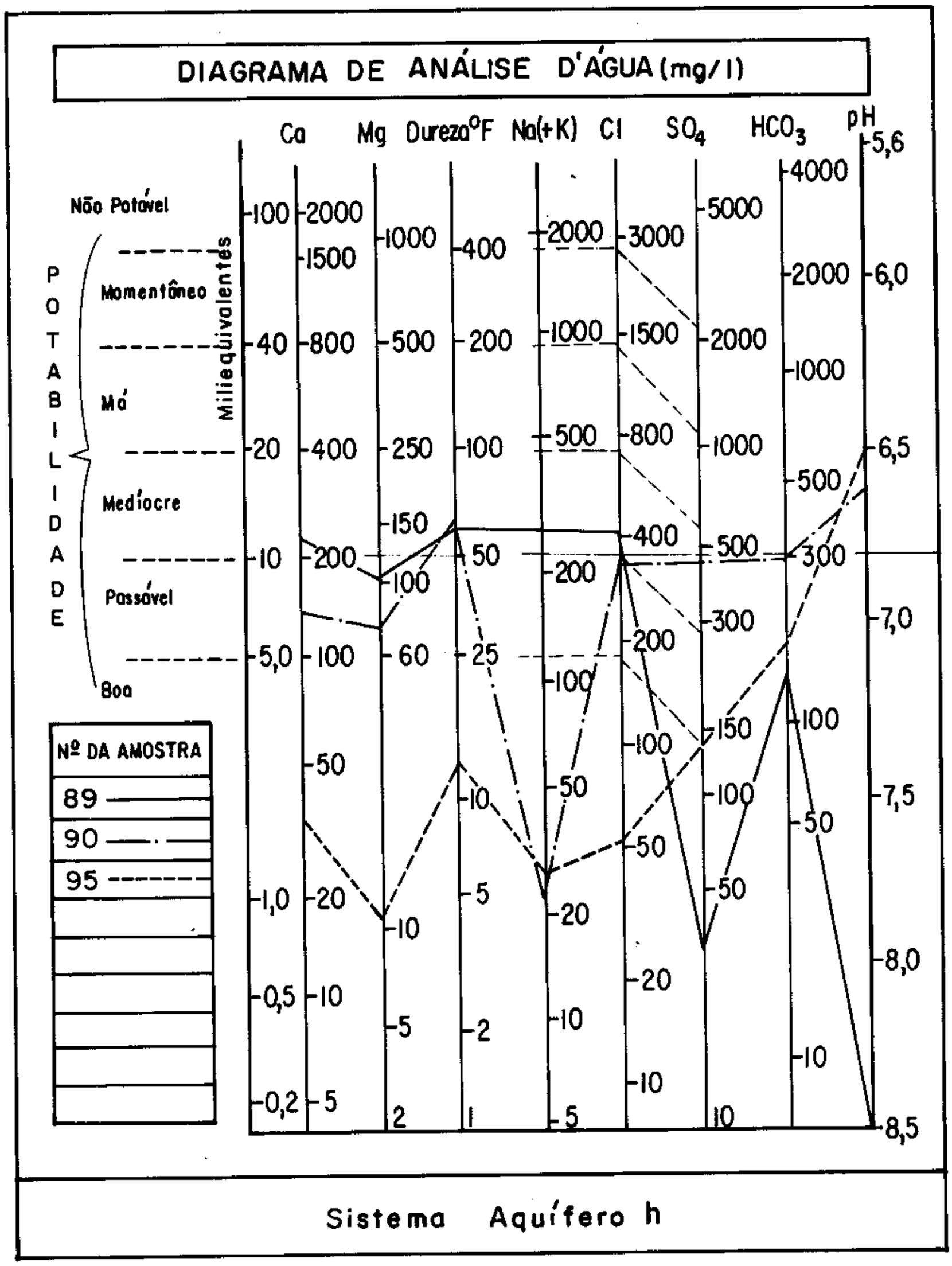


Figura 5.6d – Amostras representativas dos sistemas aqüíferos.

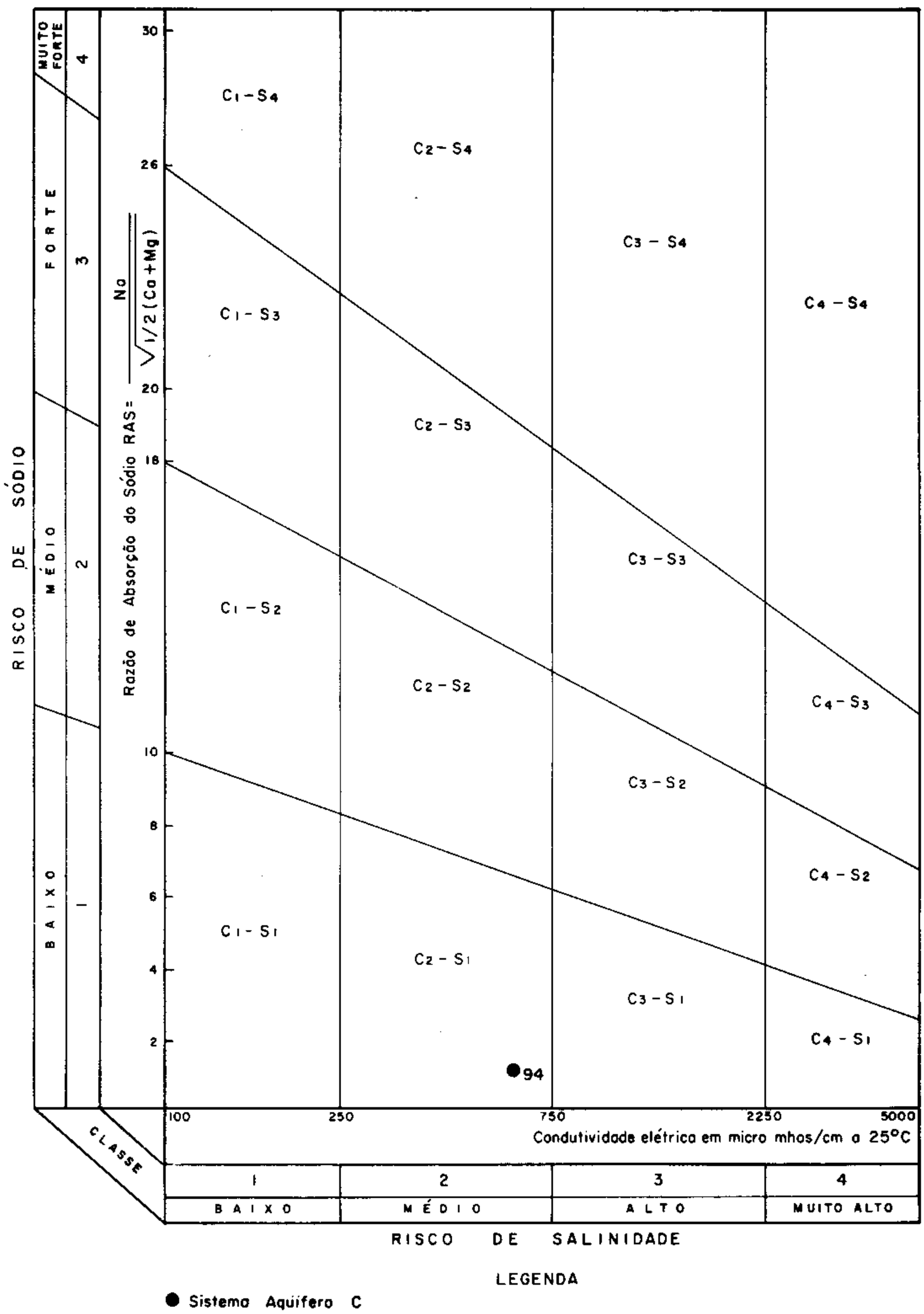


Figura 5.7a – Diagrama de classificação das águas para irrigação.

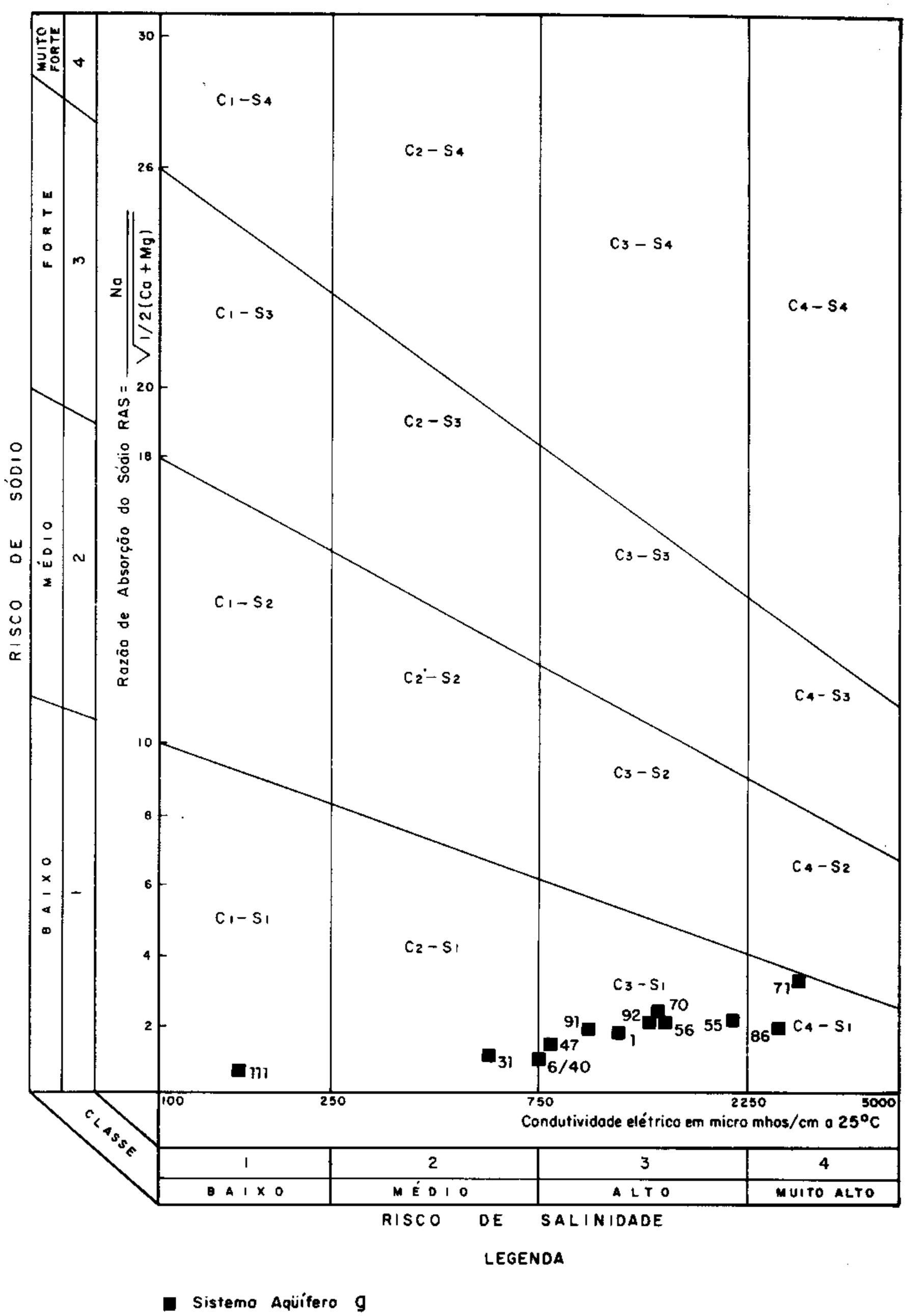


Figura 5.7b – Diagrama de classificação das águas para irrigação.

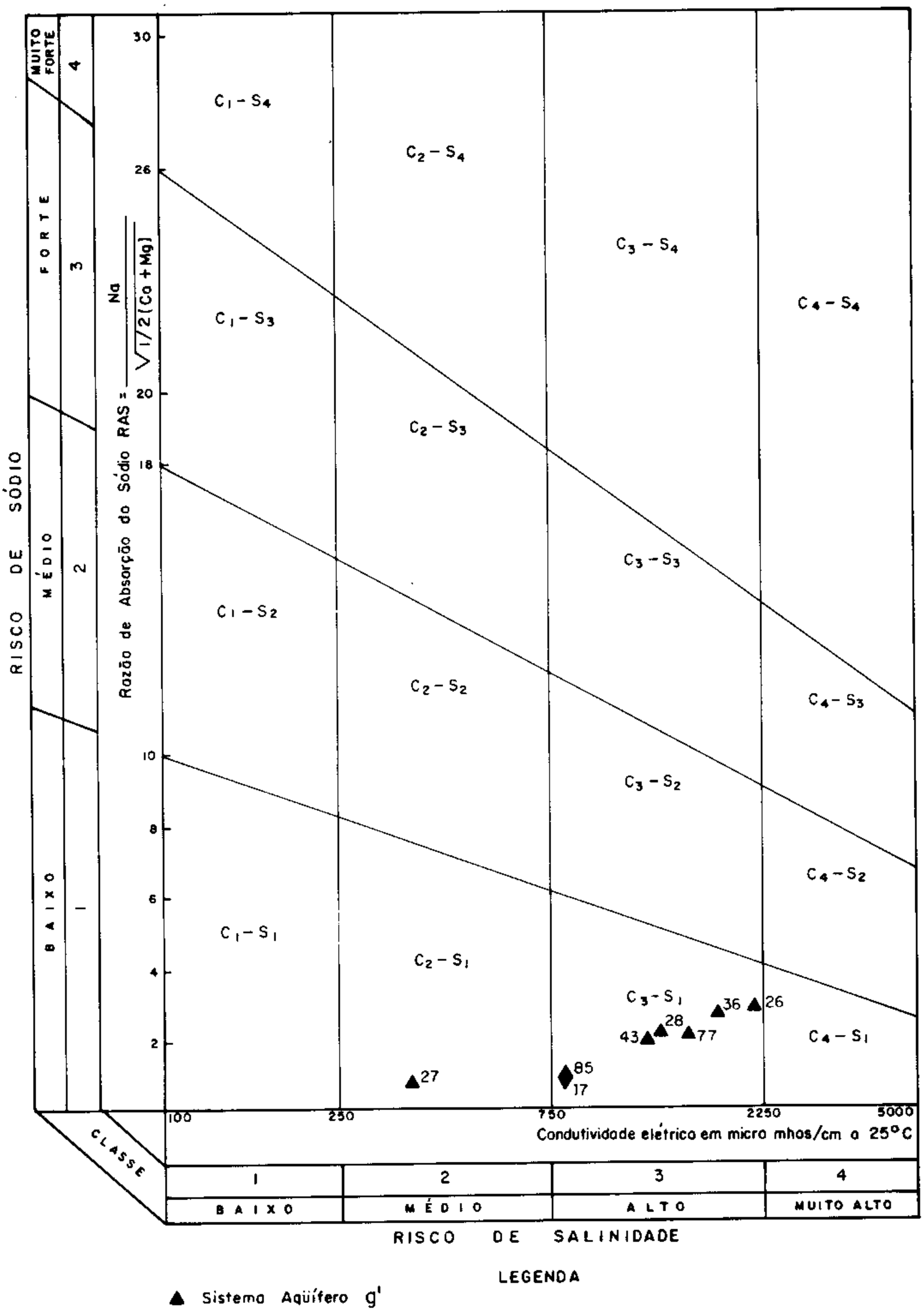


Figura 5.7c – Diagrama de classificação das águas para irrigação.

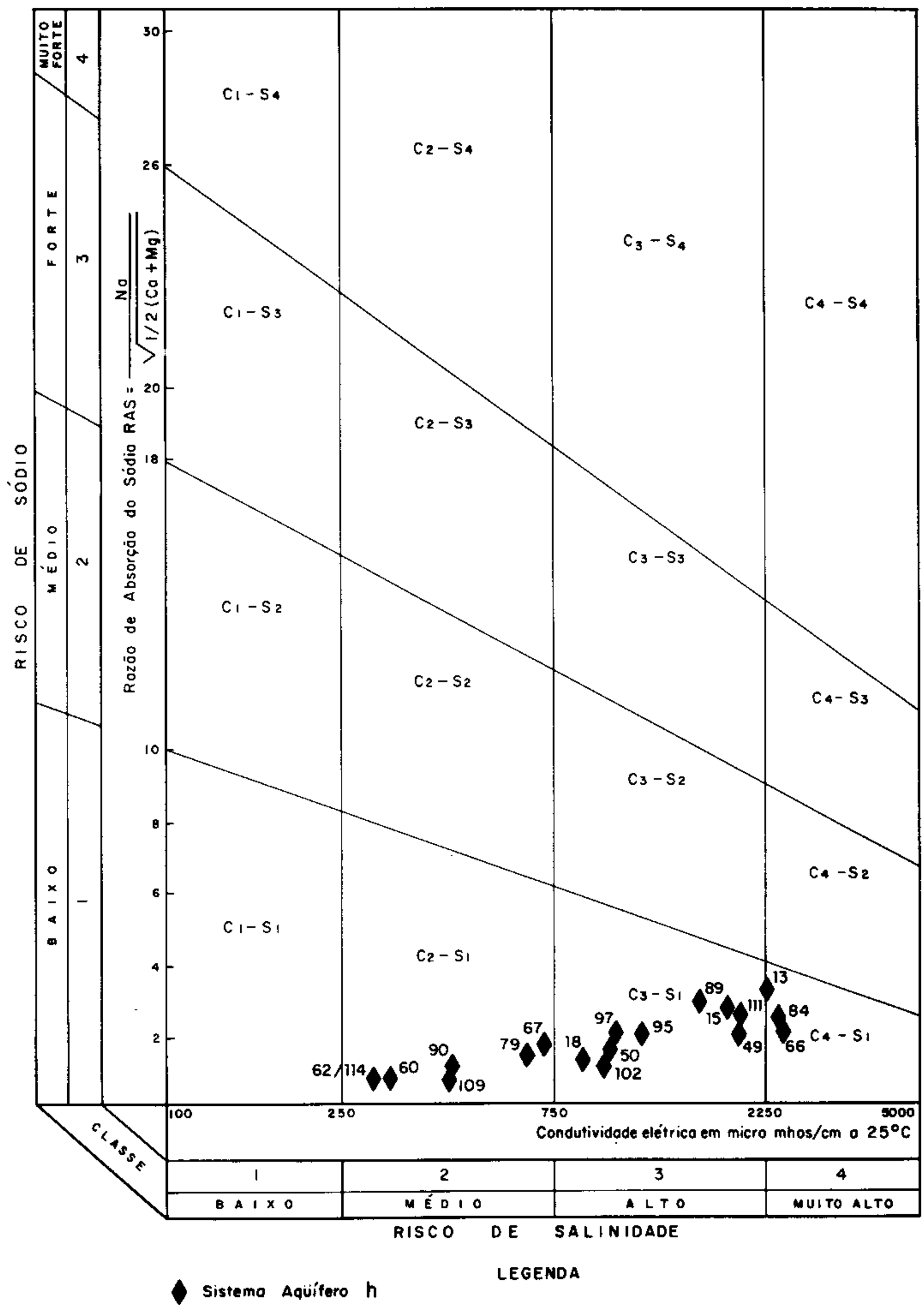


Figura 5.7d – Diagrama de classificação das águas para irrigação.

nagem adequada. Poucas possibilidades de concentração de sódio. Neste grupo foram classificadas 56% das amostras (25 amostras), provenientes dos sistemas aqüíferos g (7 amostras), g' (7 amostras), h (9 amostras) e 2 amostras de sistema aqüífero não-identificado.

C_4-S_1: Água de salinidade muito alta e baixo teor de sódio. Condutividade entre 2.250 e 5.000 micromhos/cm a 25°C (equivalente ao resíduo seco entre 1.440 e 3.200mg/l). De um modo geral não se prestam a irrigação, entretanto, podem ser, excepcionalmente, utilizados em solos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados. Somente as plantas de altíssima resistência salina podem ser cultivadas. Presença de teores nocivos de sódio passíveis de troca é mínima. Nesta classe estão classificadas 13% das amostras, provenientes das sistemas aqüíferos g (2 amostras) e h (3 amostras) e uma amostra de sistema aqüífero não-identificado.

De acordo com os resultados das amostras analisadas e classificadas nos gráficos das figuras 5.7a, b, c e d, verifica-se que apenas 2% das águas podem ser utilizadas em irrigação sem restrições, 29% em culturas moderadamente tolerantes a sais, em solos com drenagem regular, e os restantes 69% requerem condições especiais quanto ao tipo de cultura, solo e drenagem. Todos os sistemas aqüíferos apresentaram o teor de salinidade médio a alto e, por isso, requer cuidado, tanto na escolha do tipo de cultura como na qualidade do solo.

5.2.7 Gestão das Águas Subterrâneas

- Nível de Conhecimento Atual

Não foi encontrado nenhum trabalho ou estudo hidrogeológico da área. Os únicos trabalhos relacionados com as águas subterrâneas na região são aqueles relativos à perfuração de poços tubulares para as prefeituras e particulares. Esses poços foram perfurados por firmas particulares (POÇO REDE, HIDRODINÂMICA) e órgãos públicos (CERB, DNOCS, CISAGRO).

- Gerenciamento dos Recursos

No âmbito estadual o órgão oficial de gerenciamento de recursos hídricos é a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, através do Departamento de Recursos Hídricos. Na cidade de Campo Alegre de Lourdes (a única da área estudada) o abastecimento d'água é gerenciado pela prefeitura. Nos povoados de Peixe, Angico, Santa Úrsula e Mandarino, os poços e açudes que os abastecem foram perfurados ou construídos pelas prefeituras, que indicam moradores para administrá-los.

- Facilidades Governamentais

Órgãos governamentais atuam na área com a finalidade de prestar assistência técnica e apoio financeiro nas diversas atividades econômicas. A atuação desses órgãos é fundamental para a fixação do homem nos locais de origem, evitando a emigração para as grandes cidades nos períodos de seca.

Os principais órgãos são:

CERB - Companhia de Engenharia Rural da Bahia.
Esta companhia é responsável pela perfuração e instalação da maioria dos poços públicos da área. Também constrói barragens e pequenas represas. A sede fica em Salvador e tem escritório regional em Feira de Santana.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.
Atua como órgão de financiamento de projetos agropecuários, assistência técnica e apoio às prefeituras nos períodos de seca. Tem escritório em Salvador.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.
Executa perfuração de poços tubulares para as prefeituras e particulares. Atua também na construção de açudes e barragens e dá assistência às prefeituras nos períodos de seca. A sede da 4ª Diretoria Regional fica em Salvador.

EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola.
Órgão de apoio e assistência técnica aos agricultores e pecuaristas.

COELBA - Companhia de Energia Elétrica do Estado da Bahia.
Responsável pela eletrificação e controle do meio ambiente. O escritório regional está sediado em Salvador.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.
Órgão responsável pela preservação e controle do meio ambiente. O escritório regional está sediado em Salvador.

BB - Banco do Brasil S.A.
Órgão oficial que dá apoio financeiro às diversas atividades socioeconômicas, principalmente a agricultura e pecuária. Tem agência em Pilão Arcado e posto em Campo Alegre de Lourdes.

BNB - Banco do Nordeste do Brasil S.A.
Órgão oficial que dá apoio financeiro às diversas atividades socioeconômicas, principalmente a agricultura e pecuária. Tem agência na cidade vizinha de Remanso.

6

Conclusões e Recomendações

O Projeto Campo Alegre de Lourdes, parte integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, foi executado através do acordo de cooperação mútua celebrado pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Além das cartas Geológica e Metalogenética-Previsional na escala 1:100.000, dois novos produtos foram obtidos de acordo com a nova metodologia prevista para o PLGB: as cartas Hidrogeológica e de Formações Superficiais, também na escala 1:100.000. Estes dois novos produtos são de interesse, não só para a comunidade do setor mineral, mas também para às instituições governamentais, federais, estaduais e municipais, visando à tomada de decisões e diretrizes no desenvolvimento regional e municipal.

Devido ao caráter multidisciplinar dos estudos executados, as conclusões e recomendações nesta Nota Explicativa são apresentadas por tema(s).

6.1 Geologia/Tectônica/Metalogenia

6.1.1 Conclusões

Os agrupamentos litológicos de idades arqueano-proterozóico-paleozóicas foram organizados nas seguintes unidades litoestratigráficas: Complexo Gnáissico-Migmatítico; Unidade Serra da Boa Esperança; Rochas Plutônicas Diversas, incluindo o Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, o Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes, o Complexo Máfico do Peixe, a Suíte Alcalina Serra do Meio e os Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos; Grupo Santo Onofre; e Bacia do Parnaíba. Menciona-se, ainda, a existência de uma extensa e espessa cobertura detrítico-laterítica cenozóica que será melhor abordada nas conclusões referentes às Formações Superficiais.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico ocupa a porção leste da área e compreende uma associação de rochas gnáissicas e migmatíticas banda-

das, metamorfizadas na fácies anfibolito, de idade provavelmente arqueana, intrudidas por diques granitóides, tardi a pós-tectônicos. Os "melanossomas" máficos representam enclaves fortemente metassomatizados. O conjunto mesossoma tonalítico e gnaisses leucocráticos constitui um produto ígneo da suíte TTG. Os diques granitóides são de linhagem subalcalina ou monzonítica.

A Unidade Serra da Boa Esperança é representada por metapsamitos/pelitos na parte nor-nordeste e por metassedimentos margosos com lentes de metacalcário, na parte central da área mapeada. O grau metamórfico é crescente de sul para norte, passando da zona de biotita para a zona da granada. Nas zonas de intenso cisalhamento dúctil, as condições de metamorfismo são de caráter retrógrado, havendo recristalização da biotita em mica branca + óxido de ferro. Os estudos petrográficos e de quimismo de rocha indicam metassedimentos silicosos (em que quartzo é o constituinte dominante) anormalmente enriquecidos em Na_2O na porção norte da área. Este enriquecimento está associado aos efeitos das intrusões e recristalizações sintectônicas dos maciços alcalinos.

O Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes representa um corpo cumulático diferenciado e de filiação toleiítica, formado por processos de cristalização fracionada e recristalizado sob condições sintectônicas na fácies xisto-verde, zona da biotita. Os litótipos componentes são metapiroxenitos, metagabros/anortositos e ilmenita magnetititos, estes últimos constituindo o minério de Fe-Ti-V. Os teores de titânio e alumínio nos clinopiroxênios indicam um ambiente de intrusão anorogênica de intraplaca.

O Complexo Máfico do Peixe é, também, um corpo básico diferenciado, de linhagem toleiítica, constituído por metagabros e metagabro-noritos com estruturas *lit par lit* de grã fina e grossa, e por camadas cumuláticas de ilmenita magnetitito. As assinaturas geoquímicas de elementos maiores definem dois grupos de rochas diferenciadas, caracterizadas por razões distintas de MgO/FeO e padrões de distribuição de elementos de terras-raras (ETR), com ou sem presença de anomalias positivas de Eu.

O Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias representa uma associação carbonatítica cristalizada no Paleoproterozóico, composta por carbonatitos, sienitos, albititos e litótipos secundários de piroxenito, alcalidiorito e lamprófiros. A cristalização do mesmo é suposta a partir de um magma basáltico alcalino de origem mantélica. Mineralizações de apatita são responsáveis pela formação de dois tipos de jazimentos fosfáticos: o primário, representado por apatita sovitos, e o secundário, mais enriquecido em apatita, formado por processos de alteração supergênica.

A Suíte Alcalina Serra do Meio é constituída por granitos tipo A (anorogênicos), intrusivos na Unidade Serra da Boa Esperança. Representam granitos enriquecidos em SiO_2, álcalis e em elementos incompatíveis de alta carga iônica como o Zr, Nb, Y, bem como ETR e F. O *trend* alcalino supersaturado varia de peralcalino para metaluminoso e peraluminoso, no sentido de sudoeste para nordeste na área. Os padrões de distribuição dos elementos de terras-raras e as assinaturas dos elementos incompatíveis indicam cristalização de magmas semelhantes a basaltos de arcos-de-ilha, porém, em condições de rifte ensiálico ou domeamento crustal intraplaca, a partir da instalação de plumas mantélicas. Esta cristalização primária se processou em condições *hypersolvus* (alta temperatura) e foi seguida por recristalização *subsolvus* sin a tardi-tectônica, por ação de fluidos alcalinos empobrecidos em alumina.

Dentre os Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos destacam-se o piroxenito de granulação grossa e mineralizado em cromo, denominado de Caboclo dos Mangueiros, e a rocha metassomatizada a sul do povoado de Pau-de-Birro. Esta última não foi, ainda, definitivamente caracterizada, pois, apesar de suas assinaturas geofísicas de magnetometria (campo total aproximado de 26.000nT) e gravimetria (contraste de densidade entre 0,10 e 0,11g/cm^3) serem semelhantes aos dos complexos toleiíticos acamadados da área, os raros afloramentos indicam uma rocha fortemente tectonizada e metassomatizada, enquanto que os dados de quimismo mostram rocha empobrecida em SiO_2 e enriquecida em Al_2O_3, Fe_2O_3, Na_2O e TiO_2, o que deixa margem à dúvida quanto ao protólito, se ígneo ou sedimentar.

O Grupo Santo Onofre é constituído por moscovita quartzitos e moscovita-quartzo xistos de idade

paleoproterozóica, metamorfizados na fácies xisto-verde. Repousa discordantemente sobre um embasamento provavelmente arqueano, representado por ortognaisses de composição granítica.

A Bacia do Parnaíba aflora no extremo-noroeste da área, precisamente na divisa dos estados da Bahia e do Piauí, e é constituída por arenitos conglomeráticos do Grupo Serra Grande e por arenitos/siltitos ferruginosos do Grupo Canindé. Os arenitos conglomeráticos, de idade ordoviciano-siluriana, são representativos de um ambiente deposicional em leques aluviais, enquanto o segundo grupo, de idade devoniano-carbonífera, de um ambiente marinho raso.

A evolução tectônica é assinalada por eventos de magmatismo intrusivo anorogênico, e por eventos de dobramentos e cisalhamentos transcorrentes e tangenciais, esses últimos eventos associados à tectogênese brasiliana. A partir dos estudos dos parâmetros petrológicos e de análise estrutural da região, foram definidos 5 domínios tectônicos.

- Fragmento do Embasamento Arqueano de Campo Alegre de Lourdes, definido pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico e com, pelo menos, três fases de deformação, provavelmente transamazônicas, sendo D_n representada pelo bandamento gnáissico com migmatização associada, D_{n+1} refletida por dobras apertadas a isoclinais com planos axiais de atitudes variadas, e D_{n+2}, predominantemente coaxial a D_{n+1}, representada por dobramentos abertos normais a reclinados. Faixas de cisalhamento dúctil, transcorrentes sinistrais, na direção NNE-SSW, atribuídas ao Ciclo Brasiliano, arrastam e reorientam esses dobramentos. Não foi possível estabelecer uma cronocorrelação desses eventos de dobramento com os dos demais domínios, devido à ausência de afloramentos representativos dos contatos embasamento/coberturas.
- Cinturão de Transcorrências e Dobramentos das Serras da Boa Esperança e da Pedra Comprida, localizado na porção NNE da área, constituído por maciços alcalinos e os metapsamitos pelitos encaixantes da Unidade Serra da Boa Esperança. Os diferentes litótipos estão estruturados em dobras coaxiais orientadas NNW-SSE a NNE-SSW, com eixos suborizontais subparalelizados a lineações de estiramento. Essas lineações estão impressas em zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais e dextrais NNE-SSW e NNW-SSE. Cavalgamentos rúpteis e rúpteis-dúcteis e transcorrências dextrais associadas são desenvolvidos no minério de Fe-Ti-V de Campo Alegre de Lourdes, com movimentação de massas rochosas de SSW para NNE. Foram definidos três eventos de deformação para os metapsamitos pelitos. O primeiro (D_1), é representado por uma forte xistosidade com mobilizados paralelos de quartzo. Esta xistosidade é dobrada em estilo revirado com planos axiais de baixo ângulo (D_2) e eixos com caimento suave para sul. O terceiro evento (D_3) é representado por redobramentos coaxiais com dobras de planos axiais submeridianos e subverticalizados e eixos suborizontais. Estruturas tipo *mullion* ocorrem paralelas aos eixos de dobras coaxiais e a lineações de estiramento de fraco *rake* nos planos miloníticos subverticalizados. Feições de dobramentos (D_2) e redobramentos (D_3) são, também, observados nos morros de minério de Fe-Ti-V. A disposição dos morros de minério, em planta, é reflexo de arrastos e formação de *megaboudins* sobre estes dobramentos, devido às transcorrencias dextrais.
- Domínio de Cavalgamentos Serra do Meio-Santa Úrsula, localizado na parte centro-noroeste da área, composto por maciços alcalinos e toleiíticos e micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança. É caracterizado por uma tectônica tangencial de baixo ângulo, dúctil, com transporte de massa dirigido de SE para NW.
- Domínio da Cobertura Dobrada do Grupo Santo Onofre, abrange a parte sudoeste da área e é caracterizado por dobras com planos axiais de baixo a médio ângulo com mergulho variado (D_2), e redobramentos oblíquos, não-coaxiais, com planos axiais NE-SW de forte mergulho para NW (D_3). Associados a estes redobramentos ocorrem feições indicativas de cavalgamentos rúpteis, com geometria de falhas tipo duplex e movimentação dirigida de SE para NW, no flanco oriental da estrutura regional da serra da Pimenteira ou do Brejo, e de transcorrências submeridianas.
- Domínio das Coberturas Não-Deformadas da Bacia do Parnaíba, localizado no extremo noroeste da

área, onde se observam fraturas subverticalizadas com direção aproximada E-W e acamadamentos com mergulhos suborizontais para NW.

Os dados aqui apresentados, quando comparados àqueles disponíveis na literatura geológica, configuram um quadro geométrico análogo ao da tectônica brasiliana superposta ao limite norte do Cráton do São Francisco e às faixas dobradas Riacho do Pontal e Rio Preto.

Na região de Campo Alegre de Lourdes, o levantamento gravimétrico terrestre indica forte gradiente lateral ascendente para norte, característico de uma tectônica colisional. A cinemática resultante desta tectônica colisional está impressa tanto nos metassedimentos do Grupo Santo Onofre quanto naqueles da Unidade Serra da Boa Esperança, bem como nas rochas plutônicas alcalinas e toleiíticas. A vergência apontada para NW pelo movimento tangencial, contrária ao Cráton do São Francisco, é análoga à vergência observada por Egydio da Silva (1987) para a parte interna da Faixa Rio Preto.

Resta a dúvida sobre a idade de colocação dos maciços alcalinos e complexos toleiíticos acamadados, bem como dos metassedimentos encaixantes. Se esse plutonismo está relacionado ao magmatismo gerador do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, que tem idade de 2.000Ma., os eventos de dobramento da parte nordeste da área, pelo menos em parte, têm uma idade pré-brasiliana. Nessa área, apenas as transcorrências submeridianas e os cavalgamentos com vergência para NW são seguramente brasilianos.

A análise metalogenético-previsional, com base na integração multidisciplinar das informações geológicas, geofísicas e geoquímicas, além do cadastramento mineral, delimitou os seguintes jazimentos/depósitos minerais e áreas com interesse para a prospecção mineral:

- Apatita (rocha fosfática da Área Mineralizada/Previsional I), associada ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, com reservas bloqueadas de 50 milhões de toneladas a um teor médio de 8,0% P_2O_5 de minério primário, e 12,5 milhões de toneladas com teor médio de 15,4% P_2O_5 de minério secundário (crosta fosfática originada por enriquecimento supergênico). Testes de beneficiamento, realizados para a CBMM, detentora dos bens minerários, demonstram a viabilidade econômica da produção de um concentrado fosfático para aproveitamento na fabricação de fertilizantes. A jazida é caracterizada por anomalias radiométricas com amplitudes de 200cps e razões Th/K > 2 e por anomalias geoquímicas de até 1,8% P, 1.500ppm Ba e 700ppm Sr.
- Ferro-Titânio-Vanádio associados a um expressivo depósito (Área Mineralizada/Previsional IIa) e outras ocorrências menores relacionadas a complexos toleiíticos acamadados. O depósito é constituído por 11 morros, alinhados na direção N-S, que, juntos, perfazem uma reserva total de, aproximadamente, 112 milhões de toneladas com teores médios de 45% Fe, 21% TiO_2 e 0,75% V_2O_5. O minério é subdividido em oxidado e não-oxidado. O primeiro é resultante da alteração intempérica e ocorre desde o topo dos morros até o nível de aplainamento regional e é composto por martita, ilmenita, leucoxênio, limonita, goethita, lepidocrocita, caulinita e strenguita. O minério não-oxidado distribui-se unicamente em subsuperfície e é composto por titanomagnetita, ilmenita, rutilo, sulfetos, e minerais silicáticos da ganga. Ensaios tecnológicos para obtenção de concentrados de titânio e vanádio têm demonstrado a inviabilidade econômica para aproveitamento do minério, devido à forte oxidação do minério primário. Além deste depósito, outras duas ocorrências foram registradas: a primeira, uma camada com 22m de espessura aparente, situada a 100m aproximadamente de profundidade, e com teores médios de 32% Fe, 13% TiO_2 e 0,53% V_2O_5, relacionada ao Complexo Máfico do Peixe (Área Mineralizada/Previsional IIb); a segunda representa um *pipe* intrusivo em micaxistos, próximo ao depósito relacionado ao Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes. As ocorrências e depósitos de Fe-Ti-V definem anomalias magnéticas com até 0,0030 e.m.u. de susceptibilidade magnética e amplitudes de até 1.250nT e anomalias gravimétricas com resíduos de até 20mgal e contraste de densidade de até 0,11g/cm^3.
- Calcário, que ocorre na forma de lentes associadas aos xistos calcíferos da Unidade Serra da Boa Esperança. De um total de 8 ocorrências registradas, 2 têm sido utilizadas de modo perió-

dico, através de processos rudimentares, na fabricação de cal, visando consumo local (Áreas mineralizadas/Previsionais IIIa a IIIg).

- Cristal-de-Rocha, relacionado a veios de quartzo associados aos micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança, e que foram objeto de garimpagem no passado, com pequena produção de drusas de quartzo hialino.
- Pedra-de-Talhe, relacionada a moscovita quartzito do Grupo Santo Onofre, extraída de modo esporádico para consumo local.
- Vermiculita, em plaquetas de poucos milímetros de comprimento, de natureza eluvionar, e associada à apatita residual do Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias. Essa ocorrência foi objeto de garimpagem no passado.
- Indícios minerais de fluorita e grafita associados, respectivamente, a granito alcalino e a quartzo-grafita xisto.
- Os maciços peralcalinos e metaluminosos definem anomalias geoquímicas de La, Zr, Nb e Y e geofísicas de radiometria (Áreas mineralizadas/Previsionais IVa, IVb e V) . Em relação às primeiras, foram dosados teores de até 1,1% Zr, 1.000ppm de La, 260ppm de Nb e 2.000ppm de Y. Análise mineralométrica em concentrado de bateia mostra a presença de zirconita e monazita, a primeira constituindo até 85% dos grãos das amostras.
- A rocha metassomatizada que ocorre a sul do povoado de Pau-de-Birro está associada à anomalia aeromagnética com intensidade de campo total acima de 26.000nT, e a anomalias terrestres de magnetometria, com amplitude de até 20.000nT, e de gravimetria, com resíduo gravimétrico positivo de 6,25mgal e contraste de densidade de 0,11g/cm^3. Estes dados são típicos de uma rocha básica. A prospecção geoquímica definiu um *background* elevado para Sr-P-Fe e Ba enquanto dados de análises química e petrográfica indicam rocha fortemente metassomatizada com teores litogeoquímicos de até 700ppm de La+Ce e de 70ppm de Y+Yb (Área Mineralizada/Previsional VII).
- O piroxenito que ocorre no povoado do Caboclo dos Mangueiros é associado à anomalia geoquímica com teores de Cr de até 3,2% em concentrado de bateia, sugerindo mineralizações de cromita associadas (Área Mineralizada/Previsional VII).

6.1.2 Recomendações

Visando dar continuidade à melhoria na qualidade do conhecimento do acervo geológico e metalogenético da região, não só para melhor direcionamento de futuros programas de levantamento geológico básico ou de prospecção mineral, mas também na solução de questões ainda pendentes da área estudada, são sugeridas as seguintes propostas:

- Levantamentos geológicos básicos, em escala 1:100.000 do restante da Folha Peixe e da Folha São Raimundo Nonato, ambas no Piauí, e da Folha Guaribas, no estado da Bahia. Estas folhas abrangem o *trend* NE-SW das intrusões alcalinas e carbonatíticas. Estes levantamentos básicos visam, não só a descoberta de mineralizações afins (fosfato, elementos de terras-raras, nióbio, zirconita, etc.), mas também o de ampliar o conhecimento geotectônico com respeito ao limite setentrional do Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais.
- Prospecção mineral de semidetalhe, em escalas de 1:25.000 a 1:10.000, envolvendo principalmente métodos indiretos de geofísica-magnetometria, eletromagnetometria, IP e gravimetria, bem como geoquímica de solo e sondagem rotativa a diamante de cunho exploratório, para investigação da rocha metassomatizada do povoado de Pau-de-Birro e do piroxenito de Caboclo dos Mangueiros, visando concentrações minerais respectivas de fosfato, estrôncio, bário, de elementos de terras-raras e de cromo.
- Caracterização metamórfica dos litótipos da Unidade Serra da Boa Esperança, através de estudos mineraloquímicos, visando a compreensão das paragêneses minerais e a definição das condições termobarométricas do(s) episódio(s) de metamorfismo.
- Caracterização petrológica do Complexo Máfico do Peixe, a partir de estudos de evolução mineraloquímica e sua comparação com o Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes, para estabelecimento de um modelo evolutivo de cristalização a partir de magma(s) de filiação toleiítica.
- Determinações geocronológicas pelos métodos U/Pb em zircões e apatitas, respectivamente, nos

maciços alcalinos e nos complexos toleíticos acamadados, para estabelecimento da(s) idade(s) de cristalização e, por conseguinte, da(s) idade(s) do evento(s) de magmatismo anorogênico.

6.2 Formações Superficiais

6.2.1 Conclusões

A aplicação de uma metodologia específica de mapeamento das formações superficiais levou à caracterização de 18 unidades dessas formações e de seus processos formadores geomorfológicos. Além disto, as características identificadas e descritas na legenda do Mapa de Formações Superficiais (Anexo II) podem ser utilizadas como parâmetros básicos na tomada de decisões para implantação de planos diretores de expansão urbana, de infra-estrutura municipal e regional, considerando as exigências de estudos de impacto ambiental para implantação de obras.

Foram definidas 7 unidades de formações superficiais do tipo residual e 11 do tipo transportada. As do tipo residual são representadas por coberturas areno-siltosas (02) relacionadas à desagregação *in situ* e ao escoamento superficial dos sedimentos da Bacia do Parnaíba; por sedimentos eluviais (02), areno-siltosos, desenvolvidos a partir da intemperização dos diversos litótipos mapeados; por solos litólicos/solos eluviais inconsolidados, formados a partir da fragmentação mecânica e do intemperismo químico dos litótipos da região (01); por cascalheiras de quartzo *in situ* (01); e por crostas lateríticas ferruginosas e fosfáticas (01).

As do tipo transportada são definidas por coluviões areno-siltosos (04) relacionadas a bordas de chapada e de platôs e que contêm, por vezes, seixos e matacões basais; sedimentos areno-siltosos (01), consolidados, contendo um constante nível de cascalho médio a grosso com seixos e *boulders* em matriz areno-siltosa laterizada, relacionado ao processo de pediplanação regional; a mesma unidade para sul, apresenta uma fina cobertura de areias eólicas remobilizadas (01); sedimentos arenosos angulosos (02), resultantes de deflação eólica dos aluviões e dunas da planície do rio São Francisco; aluviões arenosos ou areno-argilosos (01) ao longo das calhas das drenagens principais; sedimentos síltico-arenosos ou argilo-arenosos (01) relacionados a processos de decantação nas depressões fechadas (lagoas) que ocorrem no pediplano regional; e, por cascalheiras coluviais (01), formadas pelo desmantelamento dos veios de quartzo.

Quanto à utilização na construção civil, os níveis de cascalho são indicados para pavimentação de estradas, enquanto que os sedimentos síltico-arenosos ou argilo-arenosos contidos nas depressões fechadas, são utilizados na fabricação de tijolos e lajotas.

6.2.2 Recomendações

- Em nível metodológico é recomendável que os geólogos a serem envolvidos com a atividade de mapeamento das formações superficiais possam ter um maior período de treinamento no que tange ao conhecimentos de geomorfologia e pedologia.
- Consecução de análises e ensaios industriais dos materiais com potencial para uso na construção civil local, como no caso do calcário na fabricação de cal, areia na fabricação de argamassa e argilas em olarias.
- Análises químicas das unidades com potencial agrícola, para uma melhor orientação no planejamento agrícola local.

6.3 Hidrogeologia

6.3.1 Conclusões

O objetivo do levantamento hidrogeológico é dotar a área de um documento básico para melhor conhecimento e aproveitamento das águas subterrâneas. Espera-se que esse objetivo tenha sido atingido, pelo menos, em parte. No cadastramento dos pontos d'água, os dados levantados foram considerados insuficientes em quantidade e qualidade e, às vezes, pouco confiáveis, não permitindo melhor interpretação e maior precisão dos resultados.

Dos trabalhos executados resultaram as seguintes conclusões:

- A água subterrânea nas folhas de Campo Alegre de Lourdes e Peixe desempenha um papel da maior importância na vida de seus habitantes. Para

se ter uma idéia, basta citar que não há nenhum rio perene, ocorrendo apenas pequenos açudes numa área de 3.800km^2. Estima-se que mais de 70% da população dependa da água subterrânea.

- Dos 5 sistemas aqüíferos definidos nas folhas, dois merecem destaque: são os aqüíferos g e h que juntos ocupam uma área de 2.800km^2, correspondente a 73% da área total, e onde estão distribuídos 95% dos pontos d'água (112 pontos).
- Em termos potenciais, todos os sistemas aqüíferos têm baixa capacidade específica, com a média 0,164m^3/h/m, sendo a mais alta no aqüífero g com 0,430m^3/h/m e a mais baixa no aqüífero h, com 0,072m^3/h/m.
- Com relação à composição química, as águas apresentam salinidade média a alta, com o valor do resíduo seco médio de 851mg/l. Entre os tipos químicos verificou-se um certo equilíbrio, com ligeira predominância das águas cloretadas com 44%, as bicarbonatadas com 38% e, por último, as mistas com 8%.
- Na classificação das águas para os diversos usos verifica-se o seguinte:

a) Para o consumo humano 64% das águas amostradas apresentaram potabilidade boa a passável e 36% de médio medíocre a má.

b) Para o consumo animal não há restrições. Todas as águas analisadas estão dentro dos padrões recomendados.

c) Para a irrigação, 31% das águas analisadas podem ser utilizadas em culturas moderadamente tolerantes, em solos com drenagem regular. Os restantes 69% requerem condições especiais quanto ao tipo de cultura, solo e drenagem.

d) Para o uso nas pequenas atividades industriais existentes (padaria, lavanderia, curtume, doces) as águas foram consideradas adequadas. Em futuras indústrias são necessárias análises criteriosas.

Quanto à vulnerabilidade natural dos aqüíferos à poluição, o sistema aqüífero e é o mais vulnerável devido à sua alta permeabilidade e à intensa recarga.

- Não foi constatado nenhum tipo de contaminação nos sistemas aqüíferos da região; não há indústria nem irrigação e o ritmo de desenvolvimento socioeconômico é tão lento que não permite prever algum tipo de contaminação a curto ou médio prazo.
- As entidades governamentais que atuam na área para assistência técnica e apoio financeiro são: SUDENE, DNOCS, EBDA, Banco do Brasil e Banco do Nordeste do Brasil.

6.3.2 Recomendações

- Execução, pelos órgãos governamentais, de um programa de sondagem de poços tubulares, técnicamente consistente, para atender a população extremamente carente de água potável.
- Execução de um programa de recuperação de poços obstruídos ou abandonados que produziam água de boa qualidade.
- Alertar as prefeituras e proprietários particulares da importância da proteção sanitária dos poços tubulares na prevenção da poluição dos aqüíferos.
- No caso de futuros projetos de irrigação, exercer a fiscalização e orientação técnica no uso de defensivos agrícolas e alertar sobre o perigo que eles representam para a contaminação dos aqüíferos e os efeitos danosos que podem causar ao organismo humano e aos animais em geral.

Referências Bibliográficas

ALKMIN, F.F, NEVES, B.B. de Brito, ALVES, J.A.C. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. *In*: DOMINGUES, I.M.L., MISI, A. (Ed.). *O Cráton do São Francisco*. Salvador: SBG, SGM, 1993. p.45 - 49.

ALMEIDA, F.F.M. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.7, nº 4, p. 349 - 367, 1977.

ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., NEVES, B.B. de Brito. The Upper Precambrian of South America. *Boletim IG-USP*, São Paulo, v. 7, p. 45-80, 1976.

ANGELIM, L.A.A. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil:* Carta geológica, carta metalogenética/previsional - Escala 1: 100.000 (Folha SC.24-V-A-III, Santa Filomena) Estados de Pernambuco e Piauí. Brasília: DNPM/CPRM, 1988, 146p. il. 2 mapas (*in* bolso) 29,5cm.

ANGELIM, L.A.A. Relações tectono-estruturais entre o Cinturão Móvel Riacho do Pontal e o Grupo Chapada Diamantina. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos*. São Paulo: SBG, 1992. 2v. il .v.1 p. 305-307.

ANGELIM, L.A.A. & SILVA FILHO, M.A. Compartimentação geotectônica do Cráton do São Francisco na região de Sobradinho, Bahia. *In*: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG; SGM; 1993. p. 221-223.

BARBOSA, G.V., BOAVENTURA, R.S., PINTO, M.N. Geomorfologia de parte das folhas SC.23, Rio São Francisco e SC.24, Aracaju. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. *Parte das folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju*. Rio de Janeiro: 1973. p. II2 - II24. (Levantamento de recursos naturais, 1).

BARBOSA, O. *Geologia das folhas Remanso-Sento Sé, Bahia*. Petrópolis: PROSPEC, 1965.

BARKER, F. & ARTH, J.G. Generation of trondhjemitic-tonalitic liquids and Archean bimodal trondhjemitic basalt suites. *Geology*, Boulder, v. 4, p. 596-600, 1976.

BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, Amsterdam, v. 48, p. 43-45, 1985.

BRITO NEVES, B.B. ver NEVES, B.B. de Brito.

BRUNI, M.A.L., ALMEIDA, J.T., BRUNI, E.C. *Texto explicativo para a carta geológica do Brasil ao milionésimo*: Folha rio São Francisco - SC.23. Brasília: DNPM, 1974.

CALDASSO, A.L.S., ENNES, E.R., GRAZIA, C.A. O. *Projeto Sudeste do Piauí I*: relatório final integrado. Recife: CPRM, 1973. Convênio DNPM-CPRM.

CALDASSO, A.L.S., ENNES, E.R., GRAZIA, C.A. *Geologia da Região Sudeste do Piauí - Projeto Sudeste do Piauí*. Brasília: DNPM, Geologia 21, Seção Geologia Básica 15, 1981, 1v., Convênio DNPM - CPRM.

CAPUTO, M.V. & LIMA, E.C. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande, Bacia do Parnaíba. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., 1984, Rio de Janeiro. *Anais*... Rio de Janeiro: SBG, 1984. v.2, p. 740-753.

CAROZZI, A.V., FALKENHEIN, F.U.M., CARNEIRO, R.G., *et al. Análise ambiental e evolução tectônica sinsedimentar da seção siluro-eocarbonífera da bacia do Maranhão*. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1975. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração do Petróleo, 7).

CARVALHO, J.S. & AZEVEDO, R.R. *Projeto Campo Alegre de Lourdes*, hidrogeologia, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe (parcial), Estado da Bahia, Salvador: CPRM, 1994 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Convênio CBPM-CPRM.

CASSEDANNE, J.P., CASSEDANNE, J.O., MARANHÃO, R. Le gîte titanifére de Pedra Comprida (Municipe de Campo Alegre de Lourdes, État de Bahia). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.6, nº1, p. 53-69, 1976.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES (BA). *Informações básicas dos municípios baianos*, região baixo médio São Francisco. Salvador: 1993. (Informações Básicas dos Municípios Baianos, 3).

CLEMENS, J.D., HOLLOWAY, J.R., WHITE, A.J.R. Origin of an A-type: Experimental constraints. *American Mineralogist*, Washington, D.C., v.71, p.317-324, 1986.

COLLINS, W.J., BEAMS, S.D., WHITE, A.J.R., CHAPPEL, B.W. Nature and origin of A-type granites with particular reference to Southeastern Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Berlin, v. 80, p. 189-200, 1982.

CONDIE, X.C. *Archean greenstone belts*. Amsterdam: Elsevier, 1981.

COSTA, L.A.M. & INDA, H.A.V. O aulacógeno do Espinhaço. *Ciências da Terra*, Salvador, v.1, p.13-18, 1982.

COSTA, L.A.M., PORTELA, A.P., MARCHETO, Z.M.L., *et al. Projeto Leste do Tocantins-Oeste do rio São Francisco*: relatório final. Rio de Janeiro: PROSPEC, 1976. Convênio DNPM-CPRM.

COUTO, L.F. *Estudo petrológico do complexo máfico-ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes (Ba) e dos óxidos de Fe-Ti-(V) associados*. Brasília: 1989. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

COUTO, L.F. & NILSON, A.A. Mineralogia e geoquímica do minério de Fe-Ti (V) de Campo Alegre de Lourdes (Ba). *In*: Simpósio Regional de Geologia Bahia-Sergipe, 1., 1992, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1992. p. 134-137.

COUTO, L.F. & NILSON, A.A. Petrologia do complexo acamadado de Campo Alegre de Lourdes (Ba). *In*: Simpósio Regional de Geologia Bahia-Sergipe, 1., 1992, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1992A. p. 38-41.

CULLERS, R.L., GRAF, J.L. Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: predominantly basic and ultrabasic rocks. *In*: HENDERSON, P. (Ed.) *Rare earth element geochemistry*. Amsterdam: Elsevier, 1984. (Development in Geochemistry, 2). p. 234-274.

CUNHA, F.M.B. *Evolução paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico*. Rio de Janeiro, 1986. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M.R. *Hidrogeologia subterrânea*. Barcelona: Omega, 1976.

DALTON de SOUZA, J. *et al.*, ver SOUZA, J. Dalton de *et al.*

DANDERFER, FILHO, A., LAGOEIRO, L.E., ALKMIN, F.F. O sistema de dobramentos e empurrões da Chapada Diamantina (Ba): registro da inversão do aulacógeno do Espinhaço no decorrer do Evento Brasiliano. *In*: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1993. p. 197-199.

DAVINO, A. Delineamento dos limites e estruturas do Cráton do Paramirim por gravimetria. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 31., 1982, Camboriú. *Anais*... Salvador: SBG, 1982. v.5, p. 2573-2582.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA (S.P.). *Estudos de águas subterrâneas, região administrativa 5: Campinas.* São Paulo: 1981. 2v.

DOMINGUES, J.M.L. As coberturas do Cráton do São Francisco: uma abordagem do ponto de vista da análise de bacias. *In*: DOMINGUES, J.M.L., MISI, A. (Ed.). *O Cráton do São Francisco.* Salvador: SBG, SGM, 1993. p. 137-159.

EBY, G.N. Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, Boulder, v. 20, nº 7, p. 641-644, 1992.

EBY, G.N. The A - type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos*, Oslo, v. 26, p. 115-134, 1990.

ESTADOS UNIDOS. Army. *Manual técnico nº 5-297 dos Departamentos do Exército e da Força Aérea Norte Americana, Poços.* Tradução de Paulo S. Nogami. Washington: USAID, 1957.

EVENSEN, N.H., HAMILTON, P.J., O'NIONS, R.K. Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Oxford, v. 42, nº 8, p. 1199-1212, 1978.

FIGUEROA, I. (Org). *Petrolina, folha SC.24-V-C-III*: Estados de Pernambuco e Bahia. Brasília: DNPM, 1988. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).

FUCK, R.A., JARDIM de SÁ, E.F., PIMENTEL, M.M., *et al.* As faixas de dobramentos marginais do Cráton do São Francisco: síntese dos conhecimentos. *In*: DOMINGUES, J.M.L., MISI, A. (Ed.). *O Cráton do São Francisco.* Salvador: SBG, SGM, 1993. p. 161-185.

GAVA, A. MONTES & A.S.L., OLIVEIRA, E.P. Granitos alcalinos no sudeste do Piauí: caracterização geológica, petrográfica e geoquímica. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 6, p. 2767-2786.

GOÉS, A.M.O., SOUZA, J.M.P., TEIXEIRA, L.B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 4, nº1, p. 55-64, 1990.

GOMES, R.A.A.D., (Org.). *Projeto Campo Alegre de Lourdes, aerogeofísica, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV, Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I, Peixe, Estados da Bahia e Piauí.* Salvador: CPRM, 1993. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil) Convênio CBPM-CPRM.

GOMES, R.A.A.D., (Org.). Projeto Campo Alegre de Lourdes, geofísica, relatório temático, perfis geofísicos terrestres, folhas SC. 23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe . Estados da Bahia e Piauí. Salvador: CPRM, 1994 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB). Convênio CBPM-CPRM.

GOMES, R.A.A.D. & MOTTA, A.C. *Projeto levantamento gravimétrico do Estado da Bahia*: relatório final. Salvador: CPRM, 1980. Convênio DNPM-CPRM.

HARKER, A. *The natural history of igneous rocks.* New York: Mac Millan, 1909.

HEINRICH, E. W. *The geology of carbonatites.* Chicago: Rend McNally, 1966.

INDA, H.A.V. & BARBOSA, J.F. *Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia*, escala 1:1.000.00. Salvador: CPM, 1978.

IRVINE, T. N. & BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, Ottawa, v. 8, nº 5, p. 523-548, 1971.

JARDIM DE SÁ, E.F. ver SÁ. E.F. Jardim de.

JENSEN, L.S. *A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks.* Toronto: Ontario Division of Mine, 1976. (Miscelaneous Paper, 66).

KAUL, P.F.T. *Geologia da quadrícula de Boquira, Bahia.* Recife: SUDENE, 1970.

KEGEL, W. *Contribuição para o estudo do devoniano na Bacia do Parnaíba.* Rio de Janeiro: DNPM. DGM, 1953.

KEGEL, W. As inconformidades na Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro: DNPM-DGM, 1956. (Boletim, 160).

KENNEDY, W. Q. Zones of progressive regional metamorphism in the Marine Schists of the Western Highlands of Scotland. *Geological Magazine*, Cambridge, v. 86, p. 43-56, 1949.

KOSINOWSKI, M.H.F. MSONRM, a FORTRAN program for the improved version of mesonorm calculation. Computers & Geociences, v. 8, nº 1, p. 111-120, 1982.

LAIRD, J. & ALBEE, A.L. Pressure, temperature and time indicators in mafic schist: their application to reconstructing the polymetamorphic history of Vermont. *American Journal of Science*, New Haven, v. 281, p. 127-175, 1981.

LEAL, A.S. *Mapa hidrogeológico do PLGB:* modelo e legenda, documento interno. Belo Horizonte: s. ed., 1991.

LEITE, C.M.M. Caracterização dos maciços alcalinos como granitos tipo A na província toleítica-alcalina de Campo Alegre de Lourdes (Bahia). *In*: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 4., 1993, Brasília. *Anais*... Brasília: SBGq, 1993. v. 1, p. 38-40.

LEITE, C.M.M., CONCEIÇÃO, H., CRUZ, M.J. Plutonismo hiperalcalino supersaturado da Província de Campo Alegre de Lourdes: evolução mineraloquímica e suas implicações. *In*: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 3., 1991, São Paulo, Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 1., 1991, São Paulo. *Resumos*... São Paulo: SBGq, 1991. v. 2, p. 717-720.

LEITE, C.M.M. & FRÓES, R.J.B. Características petroquímicas do granito alcalino Serra do Meio (Campo Alegre de Lourdes - Bahia). *In*: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 2., 1989, Rio de Janeiro. *Anais*... Rio de Janeiro: SBGq, 1989. v. 1, p. 157-167.

LEITE, C.M.M., MORAIS, A.M.V., SÁ, E.P., SANO, E.E. *et al. Projeto Remanso, fase I:* relatório final. Salvador: CBPM, 1987. Convênio SME-CBPM.

LEITE, C.M.M., SANTOS, R.A., CONCEIÇÃO, H. Feições estruturais e recristalizações mineralógicas associadas na suíte alcalina de Campo Alegre de Lourdes. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 37., 1992, São Paulo. *Boletim de resumos expandidos*. São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 97-98.

LEITE, C.M.M., SANTOS, R.A., CONCEIÇÃO, H. A província toleítica-alcalina de Campo Alegre de Lourdes: geologia e evolução tectônica. *In*: Simpósio sobre o Craton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1993. v. 1, p. 56-59.

LEITE, C.M.M. & SILVA, R.W. *Projeto Peixe - Pau-de-Birro*: relatório final. Salvador: CBPM, no prelo. Convênio SME-CBPM.

LIBERAL, G.S. & CASSOLA, H.L. O depósito de fosfato Angico dos Dias, Ba.: geologia, beneficiamento e aproveitamento econômico. *In*: Congresso Brasileiro de Mineração, 3., 1989, São Paulo. *Coletânea de trabalhos técnicos*. Brasília: IBRAM, 1989. v. 2, p. 266-287.

LIMA, R.F.F., SILVA, B.C., SOARES, J.V. *et al. Projeto ferro-titânio de Campo Alegre de Lourdes, fase I*. Salvador: CBPM, 1977. Convênio SME-CBPM.

LOGAN, J. *Interpretação de análises químicas de água*. Recife: s. ed., 1965.

LOISELLE, M.C. & WONES, D.R. Characteristics and origin of anorogenics granites. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, Boulder, v. 11, p. 468, 1979.

MANIAR, P.D. & PICOLLI, P.D. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, v. 181 e p. 635-643, 1989.

MARTIN, H. *Methods geochimiques d'étude des socles Archeans:* applications aux mecanismes de diferenciation croute-manteau: curso ministrado no IGEO. UFBa., 1988. Salvador: UFBa. IGEO, 1988.

MARTINS, J.S., VIEIRA, L.S., PERES, R.N. Levantamento exploratório de solos de parte das folhas SC.23, Rio São Francisco e SC.24, Aracaju. In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. *Parte das folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju*. Rio de Janeiro: 1973. (Levantamento de recursos naturais, 1). p. III3-III 79.

MASCARENHAS, J.F. *Evolução geotectônica do Pré-Cambriano do Estado da Bahia*. Textos Básicos, v.2, p. 57-165, Salvador: SME, Bahia, 1979.

MASCARENHAS, J.F., PEDREIRA, A.J., MISI, A. et al Província São Francisco. *In*: ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y. (Ed.). *O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo. Ed. Edgar Bluecher, 1984. p. 46-122.

MASCARENHAS, J.F. & GARCIA, T.W. *Mapa geocronológico do Estado da Bahia:* texto explicativo, escala 1:1.000.000. Salvador: SGM, 1989.

MASUDA, A. Geochemistry of lanthanides in basalts of central Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, Amsterdam, v. 4, nº 4, p. 284-292, 1968.

MASUDA, A., NAKAMURA, N., TANAKA, T. Fine structures of mutually normalized rare-earth patterns of chondrites. *Geochimica Cosmochimica Acta*, Oxford, v.37, p.239-244, 1973.

MORAES, R.A.V. & LEITE, L.W.B. *Projeto borda sul da bacia do Parnaíba*: levantamento aerogeofísico, relatório final. Petrópolis: PROSPEC, 1978. Convênio DNPM-CPRM.

MOUTINHO DA COSTA, L.A. ver COSTA, L.A.M.

McKIE, D. Fenitization. *In*: TUTTLE, O.F., GITTENS, J. (Eds.). *Carbonatites*. London: Interscience, 1966. p. 261-294.

NARDI, L.V.S. Caracterização petrográfica e geoquímica dos granitos metaluminosos da associação alcalina: Revisão. *Pesquisas*, Porto Alegre, v.18, nº 1, p.44-57, 1991.

NEVES, B.B. de Brito. *Inventário hidrogeológico básico do nordeste*: folha 24 - Aracaju, SE. Recife: SUDENE, 1972. (Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 33).

NEVES, B.B. de Brito. *Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino*. São Paulo, 1975. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

NEVES, B.B. de Brito, VAN SCHUMS, W.R., BABINSKI, M., SABIN, T. O evento de magmatismo de 1,0Ga nas faixas móveis ao norte do Cráton do São Francisco. *In*: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1993. p. 243-245.

NISBETT, E.G. & PEARCE, J.A. Clinopiroxene composition in mafic lavas from different tectonic settings. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Berlin, v. 63, p. 149-160, 1977.

NITSCH, K.H. Stabilitaetsbeziehungen von prehnit- und pumpellyit-haltiger Paragenesen. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Berlin, v. 30, p. 240-260, 1971.

O'CONNOR, J.T. *A classification for quartz-rich igneous rock based on feldspar ratios*. Washington: US Government Printing Office, 1965. (Geological Survey Professional Paper, 525).

PEARCE, T.H. Chemical variations in the Paladise sill. *Journal of Petrology*, Oxford, v. 11, nº 1, p. 15-32, 1970.

PEARCE, T.H., HARRIS, N.B.W., TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, Oxford, v. 25, p. 956-983, 1984.

PFLUG, R., RENGER, F. Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Cráton San Franciscano. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 27., 1973, Aracaju: SBG, 1973. v. 2, p. 5-19.

PLÁ CID, J. *Granitogênese Alcalina de Campo Alegre de Lourdes (Norte da Bahia): Petrografia, Mineraloquímica e Geoquímica*. Salvador, 1994. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia.

PLÁ CID, J. & CONCEIÇÃO, H. Magmatismo granítico alcalino na faixa de dobramento Riacho do Pontal, divisa Bahia-Piauí. *In*: Simpósio de Geologia do Nordeste, 15., 1993. Natal. *Anais*... Natal: SBG, INPE, 1993. p. 90-92.

PORCHER, C.A. *Geologia das quadrículas de Ipupiara e Oliveira dos Brejinhos-Ba.*: relatório interno. Recife: SUDENE, 1970.

ROCHA, G.M.F. & DOMINGUEZ, J.M.L. As fases de deformação brasiliana atuantes nos supergrupos Espinhaço e São Francisco no Estado da Bahia *In*: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1993. v. 1, p. 200-204.

RODRIGUES, R. Estudo sedimentológico e estratigráfico dos depósitos silurianos e devonianos da Bacia do Parnaíba: relatório interno. Belém: PETROBRÁS, DENOR, 1967.

SÁ, E.F. Jardim de. A Chapada Diamantina e a faixa Santo Onofre: um exemplo de tectônica intra-placa no proterozóico médio do Cráton São Francisco. In: INDA, H.A.V., MARINHO, M.M., DUARTE, F.B. (Org.). *Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia:* textos básicos. Salvador: CPM, 1981. v. 4, p. 111-120.

SÁ, E.F. Jardim de. *Projeto Peixe - Pau-de-Birro*: relatório interno de consultoria. Salvador: CBPM, 1988.

SÁ, E.F. Jardim de & HACKSPACHER, P.C. Reconhecimento estrutural na borda norte do Cráton do São Francisco. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 31., 1980, Camboriú. *Anais*... Camboriú: SBG, 1980, v.5., p. 2719-2731.

SÁ, E.F. Jardim de, FUCK, A.R., MACEDO, M.H.F., KAWASHITA, K. Estruturas brasilianas no limite norte do Cráton do São Francisco. *In*: Simpósio Regional de Geologia Bahia-Sergipe, 1., 1992, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1992. p. 113-116.

SÁ, E.F. Jardim de, MACEDO, M.H.F., TORRES, H.H.F., KAWASHITA, K. Geochronology of metaplutonics and the evolution of supracrustal belts in the Borborema Province, NE Brazil. *In*: Congresso Latino-Americano de Geologia, 7., 1988, Belém. *Anais*... Belém: SBG, 1988. v.1, p.49-62.

SÁ, E.F. Jardim de & SOUZA, L.C., Relações estratigráficas e a tectônica tangencial transamazô-

nica na borda norte do Cráton do São Francisco. *In*: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 2, 1989, Fortaleza. *Atas*...Fortaleza: SBG, 1989, Boletim nº11, p.237-240.

SÁ, J.H.S. *Texto explicativo para o mapa metalogenético do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000.* Salvador: CPM, 1983.

SAMPAIO, D.R., FEITOSA, J.A., MARQUES, M.N., OLIVEIRA, W.D. *Projeto amostragem do minério de Campo Alegre de Lourdes e testes de beneficiamento na Finlândia:* relatório final. Salvador: CBPM, 1980. Convênio SME-CBPM.

SAMPAIO, D.R., LIMA, R.F.F., MOREIRA, J.F.C. Os depósitos de ferro, titânio e vanádio de Campo Alegre de Lourdes, Bahia. *In:* SCHOBBENHAUS, C., COELHO, C.E.S. (Eds.). *Principais depósitos minerais do Brasil.* Brasília: DNPM, CVRD, 1986. v. 2, p. 481-491.

SANTOS, R.A. Projeto Campo Alegre de Lourdes: relatório de viagem, interno. Salvador: CBPM, 1992 A. Convênio CPRM-CBPM.

SANTOS, R.A. *Projeto Campo Alegre de Lourdes*: relatório de viagem, interno. Salvador: CBPM, 1992 B. Convênio CPRM-CBPM.

SANTOS, R.A. *Projeto Campo Alegre de Lourdes:* relatório de viagem, interno. Salvador: CBPM. 1994. Convênio CPRM-CBPM.

SHERATON, J.W. & BLACK, L.P. Chemical evolution of granitic rocks in the East Antartic Shield with particular reference to post-orogenic granites. *Lithos*, Oslo, v. 21, p. 37-52, 1988.

SILVA, A.B., LIBERAL, G.S., ISSA FILHO, A. *et al. Depósito de fosfato em carbonatito do pré-cambriano, Angico Dias, Ba.* Salvador: SBG, 1987.

SILVA, A. B., LIBERAL, G.S., SAD, J.H.G. *et al.* Geologia e petrologia do complexo Angico dos Dias (Bahia, Brasil), uma associação carbonatítica pré-cambriana. *Geochimica Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 2, nº 1, p. 81-108, 1988.

SILVA, M.E. da. *O sistema de dobramento Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco.* São Paulo: 1987. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

SILVA, M.E. da. KARMANN, I., TROMPETTE, R. Litoestratigrafia do Supergrupo Espinhaço e Grupo Bambuí no noroeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 19, nº 2, p. 141-152, 1989.

SILVA, M.E. da, TROMPETTE, R., KARMANN, I. O sistema de dobramentos Rio Preto - parte intracratônica de uma zona de colisão envolvendo as placas do Congo-São Francisco e do NE, Brasil, Centro Oeste África *In*: Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, 2., 1993, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, SGM, 1993. p. 305-307.

SMALL, H. *Geologia e suprimento d'água subterrânea do Ceará e parte do Piauhy.* Rio de Janeiro: IFOCS, 1913.

SORENSEN, H. *The alkaline rocks.* New York: John Wiley, 1974.

SOUTO-MAIOR, J. *Groundwater in Northeastern Brasil.* Recife: SUDENE, 1969.

SOUZA, A.S. & SAMPAIO, D.R. *Projeto ferro-titânio de Campo Alegre de Lourdes, fase II.* Salvador: CBPM, 1979. Convênio SME-CBPM.

SOUZA, J. Dalton de; TEIXEIRA, L.R.; FIGUEROA, I. *et al. Projeto Colomi;* Geologia e prospecção geoquímica da região de Remanso - Sento Sé. Relatório final. Salvador: CPRM, 1979. 10v. Convênio DNPM - CPRM.

SOUZA, L.C. & SÁ, E.F. Jardim de. O metamorfismo e a tectônica de nappes na porção marginal sul da Faixa Riacho do Pontal. *In*: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 2, 1989, Fortaleza, *Atas*... Fortaleza: SBG, 1989. p. 241-244.

TALWANI, M. & HERTZMAN, J.R. Comportation of magnetic anomalies causes by two dimensionals stuctures of arbitrary shape. *Geological Sciences*, Stanford, v. 9, p. 464-480, 1964.

TEIXEIRA, L.R. *Projeto Campo Alegre de Lourdes, geoquímica, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe (parcial), Estado da Bahia.* Salvador: CPRM, 1994 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Convênio CBPM-CPRM.

TORRES, H.H.F., OLIVEIRA, R.G.O., FIGUEIROA, I. Edentação tectônica da extremidade norte do Cráton do São Francisco na Faixa Riacho do Pontal. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, 1994, Balneário de Camboriú. *Boletim de Resumos Expandidos. s.1*: SBG, 1994. v.1. p.222-223.

WHALEN, J.B, CURRIE, K.L., CHAPPELL, B.W. A type granites: geochemical characteristics discrimination and petrogenesis. *Contributions to*

Mineralogy and Petrology, Berlin, v. 95, p. 407-411, 1987.

WINGE, M. *Geologia da região das serràs do Estreito e do Boqueirão (NW da Bahia e SSE do Piauí).* Recife: SUDENE, 1972. (Geologia Regional, 17).

WINKLER, H.C.F. *Petrogenesis of metamorphic rocks.* 2 ed. New York: Springer, 1967.

WINKLER, H.C.F. *Petrogenesis of metamorphic rocks.* 4. ed. New York. Springer, 1976.

YARDLEY, B.W.D. *An introduction to metamorphic petrology.* Essex: Longman, 1989.

APÊNDICES

SÚMULA DE DADOS DE PRODUÇÃO

1. Mapeamento Geológico

Caminhamento Geológico (km) 3.524
Afloramentos Estudados 340
Cadastramento Mineral 24

2. Análise Petrográfica

Seção Delgada 78

3. Geoquímica

3.1. Prospecção Geoquímica

3.1.1. Amostragem

Sedimento de Corrente 422
Concentrado de Bateia 344
Rocha 15
Solo 15

3.1.2. Análises de Sedimento de Corrente

Absorção Atômica 422
Clorimetria 341
Espectometria de Emissão Quantitativa 335
ICP 87

3.1.3. Análises de Concentrado de Bateia

Mineralometria 304
Espectrografia de Emissão (Trinta elementos-padrão) 304
Absorção Atômica 37
ICP 37

3.1.4. Análise de Solo
Absorção Atômica 15
Colorimetria 15
ICP 15
3.1.5. Análises de Rocha
Análise Quantitativa 15
Espectrografia de Emissão 15
Absorção Atômica 15
Colorimetria 15
Eletrodo de Íon Específico 15
3.2. Litogeoquímica
3.2.1. Análises de Rocha
Quantitativas de Óxidos 45
Absorção Atômica 38
Fuorescência de Raios X 49
Espectrografia de Emissão 07
Eletrodo de Íon Específico 12
Terras-Raras por ICP 29

4. Geofísica Terrestre (Km)
Gravimetria 138
Magnetometria 144
Cintilometria 144

5. Hidrogeologia
5.1. Cadastramento de Pontos Dágua
Poços Tubulares 94
Poços Escavados 23
Nascentes 01
5.2. Amostragem
Análises Físico-Químicas 54

DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL PARA CONSULTA

Toda a documentação técnica gerada através do levantamento geológico básico multidisciplinar, na escala de 1:100.000, realizado nas folhas Campo Alegre de Lourdes e Peixe (parcial), está disponível aos usuários para consulta e reprodução reprográfica e/ou eletrônica.

Os documentos originais estão arquivados na Superintendência Regional de Salvador – SUREG/SA da CPRM e na sede da CBPM, sendo que os produtos finalizados também poderão ser consultados através do Serviço de atendimento ao Usuário do CEDOT – Centro de Documentação Técnica da CPRM, no Escritório do Rio de Janeiro.

Estão disponíveis os seguintes mapas na escala 1:100.000:

- Mapa de Afloramentos;
- Mapa de Fotolineamentos;
- Mapa Lito-Estrutural;
- Mapa de Jazimentos Minerais;
- Mapa de Indícios Petrológicos para Metalogenia;
- Mapa de Pontos d'Água;
- Mapa de Produtividade de Aqüíferos;
- Mapa de Importância Hidrogeológica Relativa Local;
- Mapa de Totais de Sólidos Dissolvidos (TSD);
- Mapa de Amostragem Geoquímica;
- Mapa Geoquímico;
- Mapa Magnetométrico de Campo Total;
- Mapa Magnetométrico de Campo Total com as Unidades Radiométricas de Contagem Total;
- Mapa Radiométrico de Contagem Total;
- Mapa Radiométrico de Contagem Total com as Unidades Magnetométricas de Campo Total;
- Mapa do Canal do Urânio;
- Mapa do Canal do Tório;
- Mapa do Canal do Potássio;
- Mapa Simplificado das Razões U/K, Th/K e U/Th;
- Mapa Magnetométrico de Campo Total com as Unidades Radiométricas de Contagem Total-Integração com a Geoquímica.

Os mapas geoquímicos, geofísicos e hidrogeológicos integram os três relatórios temáticos a seguir referenciados:

- TEIXEIRA, L.R. Projeto Campo Alegre de Lourdes, geoquímica, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe (parcial), Estado da Bahia. Salvador: CPRM, 1994 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Convênio CBPM-CPRM.
- GOMES, R.A.A.D. Projeto Campo Alegre de Lourdes, aerogeofísica, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe, Estados da Bahia e Piauí. Salvador: CPRM, 1993 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Convênio CBPM-CPRM.
- GOMES, R.A.A.D. Projeto Campo Alegre de Lourdes, geofísica, relatório temático, perfis geofísicos terrestres, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e Sc.23-X-D-I Peixe, Estados da Bahia e Piauí. Salvador: CPRM, 1994 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB). Convênio CBPM-CPRM.
- CARVALHO, J.S. & AZEVEDO, R.R. Projeto Campo Alegre de Lourdes, hidrogeologia, relatório temático, folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe (parcial), Estado da Bahia, Salvador: CPRM, 1993 (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil). Convênio CBPM-CPRM.

Finalmente, estão armazenados em arquivo eletrônico, sob a forma de base de dados do Sistema de Informações Geológicas do Brasil–SIGA e do Sistema Estatístico de Amostragem em Geoquímica – SEAG, os seguintes documentos:

- Planilhas de Descrição de Afloramentos (Base AFLO);
- Planilhas de Análises Petrográficas (Base PETR);
- Planilhas de Cadastro de Recursos Minerais (Base META);
- Cadastro Geoquímico do Projeto (SEAG)
- Cadastro de Pontos d'Água (SIAGAS, em implantação.)

Os sistemas de informação SIGA e SEAG podem ser acessados de qualquer local do Brasil, através de computadores interligados à Rede Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes – RENPAC – da EMBRATEL.

Para a obtenção de quaisquer informações, o interessado deve dirigir-se ao Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS da DIDOTE ou à Superintendência Regional de Salvador – CPRM e à CBPM, através de consulta pessoal, por correspondência, telefone, fax ou e-mail.

SEUS: Av. Pasteur, 404 – Praia Vermelha – CEP 22.290.040 – Rio de Janeiro – RJ. Telefone: (021) 295-5997 – Fax: 021) 295-5897 – E-mail: tbf@cristal.cprm.gov.br.

SUREG-SA: Av. Ulysses Guimarães, 2862 – Sussuarana – Centro Administrativo da Bahia – CEP: 41.213.000– Salvador – BA. Telefone: (071) 230-9977 – Fax: (071) 371-4005 – E-mail: cprmsa@bahianet.com.br.

Ilustrações Fotográficas

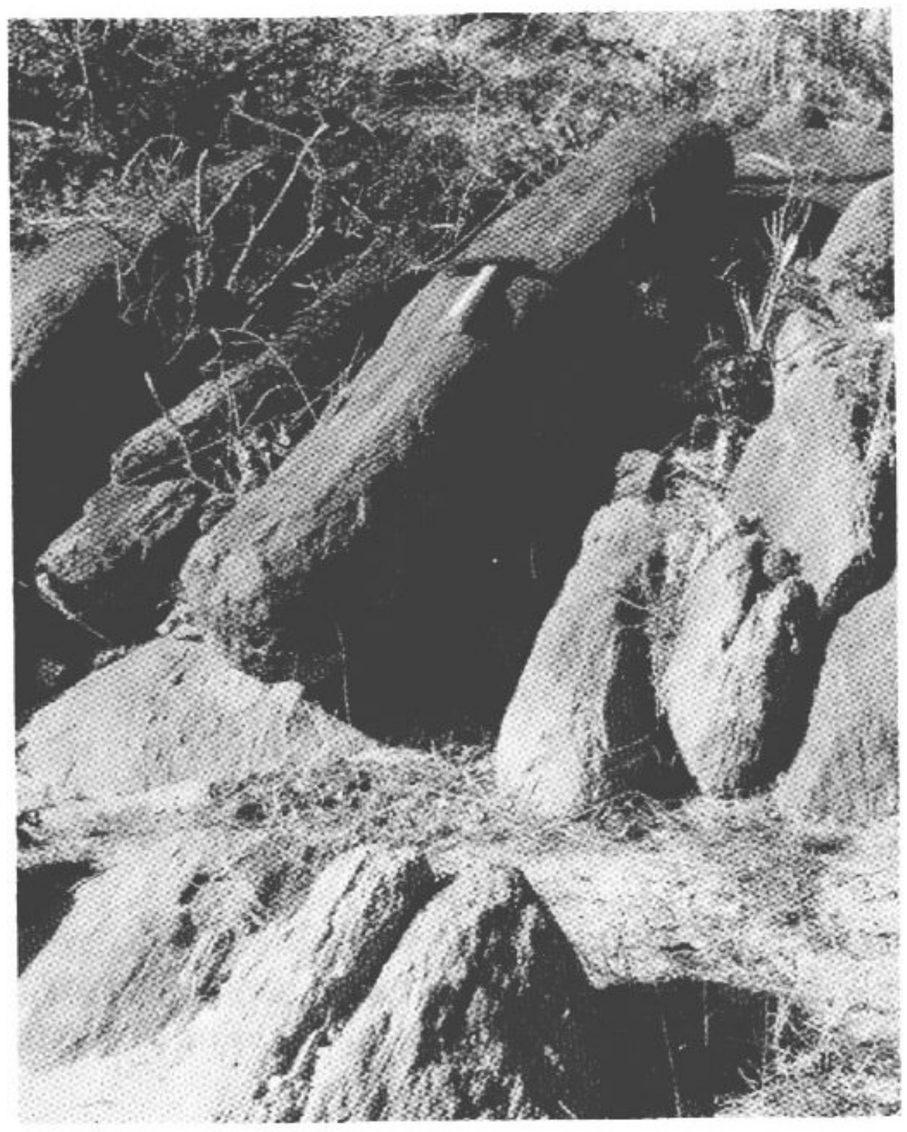


Foto 1 – Estrutura tipo mullion (tectonito orientado N-S) com lineação de estiramento paralela, desenvolvida sobre o maciço metaluminoso da serra da Pedra Comprida. Região de charneira da estrutura antiformal homônima, a NW de Campo Alegre de Lourdes.

Foto 2 – Brecha fosfática desenvolvida ao longo de superfície de cavalamento de baixo ângulo no morro de minério de Fe-Ti-V da Testa Branca, a NW de Campo Alegre de Lourdes.

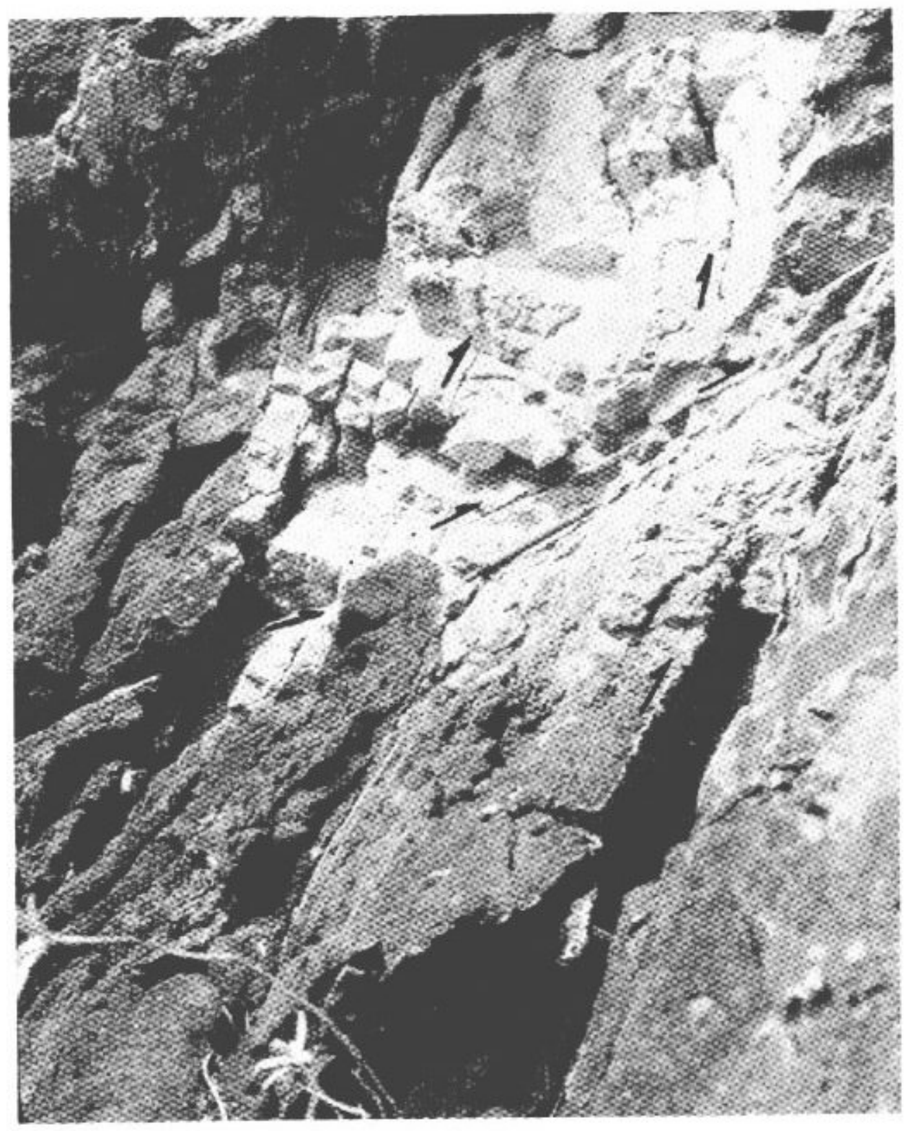


Foto 3 – Cavalgamento com movimentação WSW para ENE e estruturas tipo duplex, arrastando camadas cumuláticas de feldspato no minério Fe-Ti-V do morro do Tuiuiú.

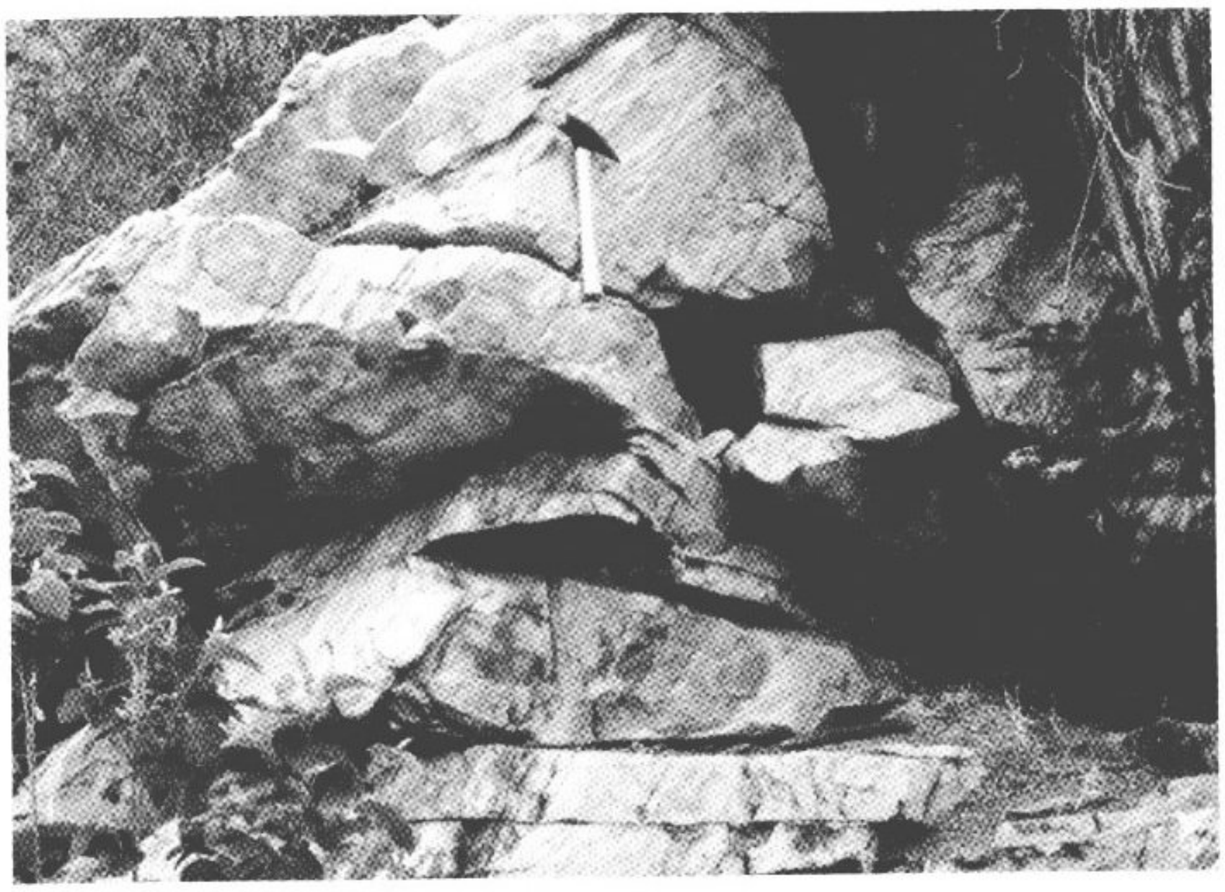


Foto 4 – Foliação de plano axial de dobramento D_2, com mergulho de valor médio para leste. Afloramento CL-154 na serra da Pimenteira, em quartzito do Grupo Santo Onofre.

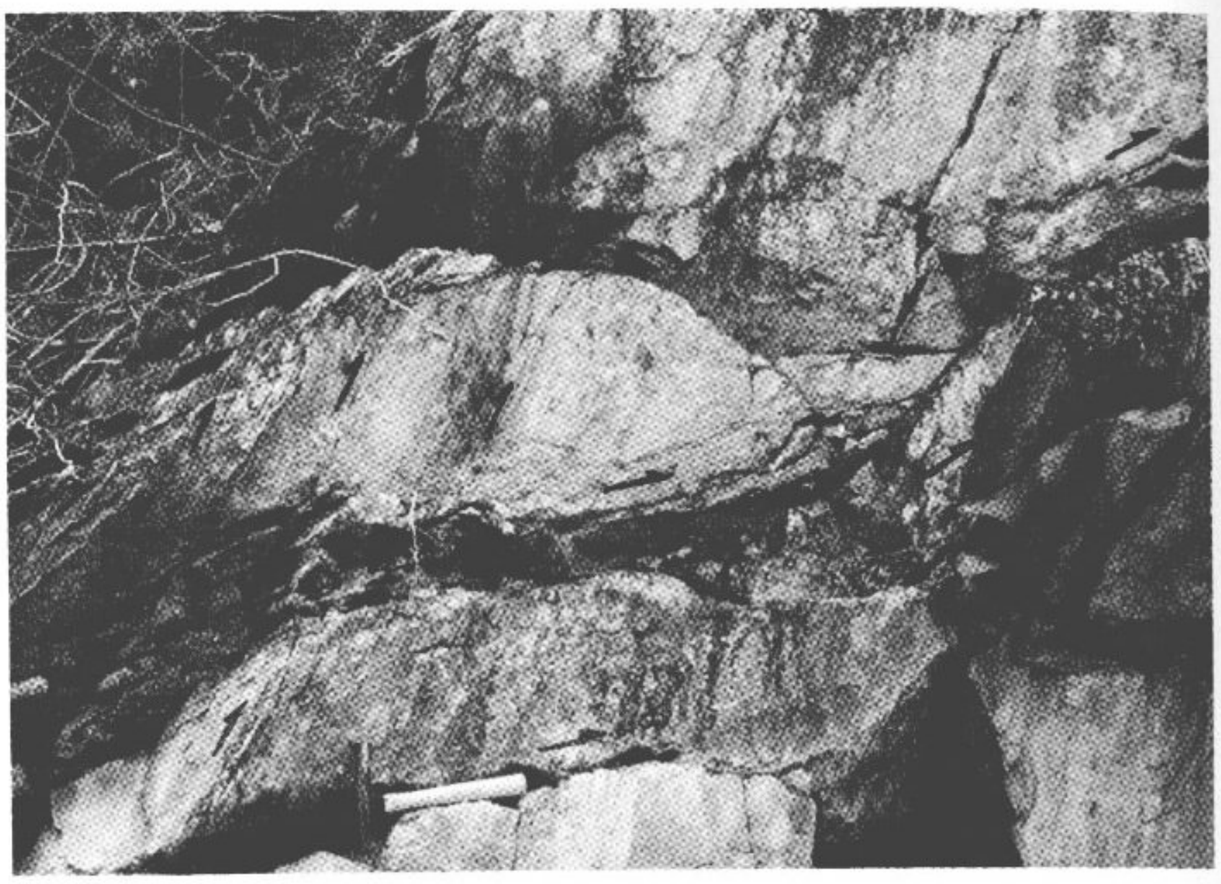


Foto 5 – Superfícies de cavalgamento rúpteis a rúpteis-dúcteis com movimentação de SE para NW (da esquerda para a direita à foto) seccionando a foliação S_2. Mesmo afloramento da foto anterior (CL-154), em quartzito do Grupo Santo Onofre.

Foto 6 – Geometria das superfícies de cavalgamento (perpendiculares ao plano da foto) com sentido de movimento de SE para NW. Estrias de falha em plano verticalizado E-W (paralelo ao plano da foto) indicam transcorrência tardia, rúptil, de sentido sinistral. Afloramento CL-154, quartzitos do Grupo Santo Onofre, serra da Pimenteira (mesmo local da foto anterior).

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA			CARACTERÍSTICAS DO PONTO					
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL.	PROF.	NE COTA	ND PROF	REBAIX.	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)				m		l/s
001	Lagoinha	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'50'	09°30'52"	465	.....	16/09/93	PT	6"	70,00	1,00	19,00	18,00	2,77
002	Cardoso	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'47"	09°31'02"	470	.....	.....	PT	6"	45,00	3,00	25,00	23,00	0,33
003	Casa de Farinha	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°00'24"	09°30'33"	465	.....	16/09/93	PT	6"	33,00	6,00	10,00	-4,00	2,19
004	Dezim	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'11"	09°30'56"	470	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,83
005	Grotas	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°03'54"	09°34'30"	490	22/10/85	.....	PT	6"	70,00	28,00	60,00	32,00	0,42
006	Lagoa de Dentro	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°04'02"	09°32'20"	470	.....	17/09/93	PT	6"	45,00	12,00	24,00	12,00	0,67
007	Baixão Seco	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°03'52"	09°33'08"	460	29/10/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
008	Marrecas	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°02'30"	09°36'18"	470	01/12/87	27/01/88	PT	6"	70,00	26,10	38,43	12,33	2,61
009	Genipapinho	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'14"	09°36'02"	460	.....	.....	PT	6"	42,00	6,00	18,00	12,00	1,39
010	Barreiro do Vicentino	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°03'50"	09°42'14"	430	20/07/84	08/08/84	PT	5"	60,00	13,00	42,90	29,90	0,27
011	Carolindo	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'11"	09°41'05"	445	04/11/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
012	Casaco	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'34"	09°38'41"	470	03/11/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
013	Milian	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'33"	09°40'03"	460	.....	18/09/93	PT	6"	55,00	14,00	30,00	16,00	0,05
014	Lagoa do Vitor	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°08'45"	09°41'26"	430	01/11/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
015	Lagoa do Angico	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°08'51"	09°40'06"	450	.....	18/09/93	PT	6"	28,00	0,80	24,00	23,20	0,61
016	Zé da Silva	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°07'18"	09°32'03"	500	04/12/87	26/01/88	PT	6"	70,00	21,18	53,87	32,60	0,27
017	Barreiro	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°09'38"	09°34'07"	460	.....	26/09/93	PT	6"	42,00	6,00	25,00	19,00	1,39
018	Currais	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°12'20"	09°34'18"	470	.....	20/09/93	PT	6"	64,00	16,00	30,00	14,00	0,69
019	St. M. ou La. do Fundo	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°14'20"	09°34'22"	470	.....	.....	PT	6"	61,00	16,00	40,00	24,00	0,05
020	La. do Fundo	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°04'06"	09°35'06"	475	.....	.....	PE	-	60,00	-	-	-	-

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA		CARACTERÍSTICAS DO PONTO						
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL.	PROF.	NE COTA	ND PROF.	REBAIX.	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)				m		l/s
021	Pau-de-Birro	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°14'54"	09°36'14"	475	.....	.....	PT	6"	74,00	50,00	-	-	0,05
022	Faz. Santiago	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°17'18"	09°37'05"	470	05/12/87	.....	PT	6"	100,00	-	-	-	0,09
023	Lagoa do M. Duarte	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°19'42"	09°38'20"	470	12/12/87	06/02/88	PT	6"	80,00	20,13	68,44	48,31	0,11
024	Lagoa do M. Duarte	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°20'00"	09°38'18"	470	.....	.....	PE	48"	20,00	5,00	-	-	-
025	Malhada	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°21'21"	09°38'18"	480	10/12/87	06/02/88	PT	6"	96,00	28,87	72,60	43,73	1,19
026	Garajau	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°18'43"	09°33'40"	500	.....	21/09/93	PE	48"	25,00	24,50	-	-	-
027	Baixão Velho	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°20'12"	09°32'12"	500	12/12/87	21/09/93	PT	6"	70,00	-	-	-	0,05
028	Jequitaia	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°19'41"	09°40'35"	460	23/09/85	21/09/93	PT	6"	70,00	12,70	58,70	46,00	0,51
029	Baixão da Fadiga	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°19'00"	09°41'42"	450	11/06/93	.....	PT	6"	80,00	-	-	-	0,80
030	Baixão do Erigídio	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°18'48"	09°43'01"	430	01/01/88	01/02/88	PT	-	80,00	26,40	62,65	36,25	0,03
031	Caruá	C. A. Lourdes	BA	Arnaldo A. da Silva	43°11'21"	09°41'36"	430	.....	22/09/93	PT	6"	38,00	18,00	-	-	0,97
032	Lagoa do Arrodeio	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°12'13"	09°44'23"	430	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	Seco
033	Mandarino	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°17'36"	09°50'12"	430	16/10/87	14/11/87	PT	6"	70,00	16,55	41,96	25,41	1,88
034	Angico Torto	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°15'38"	09°50'08"	425	13/10/87	15/11/87	PT	6"	80,00	23,25	55,05	1,80	0,19
035	Baixão do Leonélio	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°16'18"	09°45'18"	430	18/10/87	02/02/88	PT	6"	70,00	24,65	50,95	26,30	0,70
036	Lagoa do Arroz	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°07'49"	09°36'00"	470	.....	23/09/93	PT	6"	48,00	6,00	25,00	19,00	0,83
037	Sítio do Zé Vicente	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°09'37"	09°38'18"	470	30/10/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
038	Zé Vicente	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°09'37"	09°38'18"	470	.....	.....	PT	6"	40,00	32,00	36,00	4,00	0,17
039	Cacimba da Vaca	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°11'55"	09°38'42"	435	.....	.....	PE	48"	10,00	9,00	-	-	-
040	Cacimba da Vaca	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°11'55"	09°38'23"	435	.....	23/09/93	PE	48"	13,00	11,00	-	-	-

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA		CARACTERÍSTICAS DO PONTO						
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL.	PROF.	NE COTA	ND PROF	REBAIX.	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)				m		l/s
041	Sítio Novo	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°15'16"	09°38'11"	470	.....	.....	PT	6"	63,00	30,00	-	-	0,03
042	Barreiro da Porteira	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°16'38"	09°33'56"	500	.....	.....	PT	6"	40,00	35,00	-	-	– 2,50
043	Faz. Mundo Novo	C. A. Lourdes	BA	José Bastos	43°16'48"	09°34'54"	470	.....	24/09/93	PE	48"	13,00	12,00	-	-	-
044	Mosquiteira	C. A. Lourdes	BA	Antonio Mendes	43°17'30"	09°36'03"	470	.....	.....	PE	48"	23,50	20,00	-	-	-
045	Mundo Novo	C. A. Lourdes	BA	Realina Maria Alves	43°16'38"	09°35'16"	465	.....	.....	PE	48"	13,00	12,00	-	-	-
046	Cab. das Mangueiras	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°26'24"	09°36'54"	470	.....	.....	PT	6"	65,00	-	-	-	0,28
047	Cab. das Mangueiras	Pilão Arcado	BA	Coletivo	43°26'15"	09°37'31"	470	.....	27/09/93	PE	48"	20,00	18,00	-	-	-
048	Baixão do Jacú	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°27'55"	09°40'12"	460	.....	.....	PT	6"	72,00	-	-	-	Seco
049	Baixão do Jacú	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°27'55"	09°40'51"	450	.....	27/09/93	PT	-	67,00	33,00	60,00	27,00	0,08
050	Comandante	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°25'19"	09°47'06"	430	.....	27/09/93	PT	6"	65,00	-	-	-	0,05
051	Volta da Serra	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°23'19"	09°48'26"	425	.....	.....	PT	6"	70,00	60,00	-	-	1,39
052	Comandante	Pilão Arcado	BA	José Ribeiro da Silva	43°25'24"	09°46'14"	430	.....	.....	PE	48"	5,00	4,90	-	-	-
053	Cacimba Nova	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°24'47"	09°50'24"	430	29/10/87	30/01/88	PT	6"	70,00	26,89	65,44	38,55	0,09
054	Garajau	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°25'00"	09°52'35"	430	.....	.....	PT	6"	45,00	-	-	-	0,14
055	Penasco	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°24'55"	09°54'53"	430	.....	28/09/93	PT	6"	45,00	14,00	-	-	0,28
056	Serrote	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°24'36"	09°57'09"	435	.....	28/09/93	PT	6"	40,00	16,00	24,00	8,00	0,42
057	Bonzinho	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°25'32"	09°58'52"	435	.....	.....	PT	6"	55,00	16,00	-	-	0,08
058	Pau-de-Birro	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°13'57"	09°36'08"	460	.....	.....	PT	6"	55,00	-	-	-	Seco
059	Bandeira de Baixo	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°21'15"	09°40'40"	460	.....	.....	PE	48"	12,00	11,00	-	-	-
060	Lagoa Velha	C. A. Lourdes	BA	Antonio A. Divino	43°20'51"	09°39'52"	460	.....	20/09/93	PE	48"	12,00	7,00	-	-	-

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA		CARACTERÍSTICAS DO PONTO						
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL.	PROF.	NE COTA	ND PROF	REBAIX.	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)				m		l/s
061	Alto Alegre	C. A. Lourdes	BA	Aurelio P. da Silva	43°22'24"	09°37'54"	470	.....	.....	PE	48"	23,50	23,00	-	-	-
062	Caraíba	C. A. Lourdes	BA	Pedro L. dos Santos	43°22'39"	09°34'50"	490	.....	0/09/93	PE	48"	12,00	10,00	-	-	-
063	Jurema	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°21'30"	09°35'18"	475	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,03
064	Mandacaru	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°19'36"	09°35'03"	500	.....	.....	PE	48"	14,50	14,00	-	-	-
065	Sereno	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°01'08"	09°32'16"	460	.....	.....	PT	6"	45,00	5,00	20,00	15,00	1,53
066	Lagoa Alegre	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'18"	09°37'53"	460	.....	10/12/93	PT	6"	32,30	14,00	19,00	5,00	0,28
067	Carolindo	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'25"	09°41'56"	445	.....	10/12/93	PT	6"	27,00	23,00	-	-	0,25
068	C. Alegre de Lourdes	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'24"	09°30'47"	465	.....	.....	PT	6"	44,00	19,00	-	-	0,55
069	Levada	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°00'57"	09°30'42"	465	.....	.....	PT	6"	60,00	12,00	-	-	0,33
070	Sítio Água Fria	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°01'07"	09°30'09"	465	.....	13/12/93	PT	6"	55,00	5,00	30,00	25,00	1,11
071	Mudubim	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°23'52"	09°32'36"	550	.....	13/12/93	PT	6"	70,00	8,00	-	-	1,11
072	Currais	C. A. Lourdes	BA	Ermínio V. da Silva	43°12'12"	09°34'26"	475	.....	.....	PE	48"	25,00	22,00	-	-	-
073	Faz. Campo Formoso	C. A. Lourdes	BA	Dalvino J. Alves	43°11'15"	09°35'54"	470	.....	.....	PT	6"	50,00	13,00	38,00	25,00	0,13
074	Barra da Lagoa	C. A. Lourdes	BA	Djalma R. Feitosa	43°12'39"	09°27'58"	500	.....	.....	PE	48"	4,00	3,00	-	-	-
075	Pitombas	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°13'02"	09°25'15"	540	.....	.....	NA	-	1,00	0,50	-	-	-
076	Bandeira de Cima	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°22'07"	09°41'12"	470	.....	.....	PT	6"	95,00	22,00	41,00	19,00	0,47
077	Lg. Joãozinho	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°03'53"	09°28'36"	475	.....	30/09/93	PT	6"	52,00	15,00	30,00	15,00	0,69
078	Pedra Comprida IV	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°05'42"	09°28'33"	470	25/02/93	.....	PT	6"	88,00	-	-	-	0,05
079	Pedra Comprida V	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°05'48"	09°28'34"	470	03/03/93	13/09/93	PT	6"	120,00	-	-	-	0,28
080	Pedra Comprida III	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°06'03"	09°28'18"	480	.....	.....	PT	6"	50,00	-	-	-	0,42

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA		CARACTERÍSTICAS DO PONTO						
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL.	PROF.	NE COTA	ND PROF	REBAIX.	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)				m		l/s
081	Sítio Pé do Morro I	C. A. Lourdes	BA	Leónidas	43°06'06"	09°29'19"	500	1991?	.....	PT	6"	73,00	-	-	-	Seco
082	Sítio Pé do Morro II	C. A. Lourdes	BA	Leónidas	43°06'12"	09°29'28"	500	1991?	.....	PT	6"	45,00	-	-	-	Seco
083	Sítio Pé do Morro III	C. A. Lourdes	BA	Leónidas	43°06'13"	09°28'42"	500	1991?	.....	PT	6"	48,00	-	-	-	Seco
084	Baixão do Calixto	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°10'53"	09°26'40"	510	.....	13/09/93	PE	48"	20,00	17,50	-	-	-
085	B. Espinheiro	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°10'24"	09°29'42"	500	.....	30/09/93	PT	6"	70,00	20,00	60,00	40,00	0,05
086	Pedra Branca	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°15'50"	09°31'06"	480	.....	13/09/93	PT	6"	55,00	14,00	40,00	26,00	0,33
087	Ramalho	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°16'37"	09°31'18"	490	.....	13/09/93	PT	6"	50,00	43,30	-	-	0,05
088	Peixe	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°24'44"	09°27'56"	490	08/12/87	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
089	Tanquinho	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°22'06"	09°26'44"	510	07/12/87	08/02/88	PT	6"	70,00	14,11	48,92	34,81	0,23
090	Poço do Baixão	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°25'03"	09°26'02"	470	31/09/85	10/12/93	PT	6"	58,00	35,50	51,60	16,10	0,33
091	Cacimba Velha	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°25'44"	09°28'24"	460	.....	13/12/93	PE	48"	15,00	13,70	-	-	-
093	Faz. Mh. Caraíba	C. A. Lourdes	BA	Manoel H. dos Santos	43°25'26"	09°27'18"	465	.....	20/09/93	PT	6"	52,00	20,00	-	-	0,33
094	Bom Gosto	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°29'06"	09°20'39"	550	.....	20/09/93	PE	48"	13,50	11,90	-	-	-
095	Sítio Floresta	C. A. Lourdes	BA	Elson C. de Farias	43°24'30"	09°20'18"	510	.....	21/09/93	PE	48"	8,60	6,80	-	-	-
096	Angico	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°23'56"	09°20'04"	520	.....	.....	PT	6"	70,00	-	-	-	Seco
097	Lagoas	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°05'36"	09°46'12"	430	1993	22/09/93	PT	6"	50,00	27,00	-	-	0,28
098	Quebra Cangalha	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°01'11"	09°51'43"	410	.....	22/09/93	PT	6"	60,00	38,70	-	-	0,22
099	Intendência	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°03'09"	09°51'06"	410	17/09/85	17/09/85	PT	6"	90,00	35,00	62,00	27,00	0,15
100	Poço Dantas	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°05'54"	09°52'50"	415	.....	22/09/93	PT	6"	61,00	20,00	38,00	18,00	0,55
101	Espinheiros	Pilão Arcado	BA	Prefeitura Municipal	43°11'13"	09°50'00"	420	.....	23/09/93	PT	6"	90,00	33,90	-	-	0,28

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (1)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

Nº DO PONTO	LOCALIZAÇÃO							DATA		CARACTERÍSTICAS DO PONTO						
					COORDENADAS			PERF.	COLETA	NATU-REZA	ϕ POL	PROF.	NE COTA	ND PROF	REBAIX	VAZÃO
	LOCAL	MUNICÍPIO	EST.	PROPRIETÁRIO	X	Y	Z			(*)		m				l/s
102	Faz. Mundo Novo I	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'12"	09°43'18"	430	.....	28/09/93	PT	6"	60,00	-	-	-	0,83
103	Faz Mundo Novo II	Pilão Arcado	BA	Fernando S. Braga	43°01'09"	09°45'04"	430	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,28
104	Faz. Mundo Novo III	Pilão Arcado	BA	Fernando S. Braga	43°01'28"	09°45'04"	430	23/10/83	.....	PT	6"	86,00	70,00	-	-	0,05
105	Faz. Mundo Novo IV	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°01'14"	09°43'18"	430	27/10/82	.....	PT	6"	96,00	30,00	-	-	0,55
106	Faz. Mundo Novo V	Pilão Arcado	BA	Fernando S. Braga	43°00'11"	09°45'00"	430	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,28
107	Faz. Mundo Novo VI	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'02"	09°41'22"	435	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,14
108	Faz. Mundo Novo VII	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'14"	09°41'22"	435	19/10/82	.....	PT	6"	84,00	25,00	-	-	0,14
109	Faz. Mundo Novo VIII	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'14"	09°40'53"	435	21/10/82	14/12/93	PT	6"	96,00	36,00	-	-	4,44
110	Faz. Mundo Novo IX	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'27"	09°40'58"	435	.....	.....	PT	6"	60,00	-	-	-	0,14
111	São José	C. A. Lourdes	BA	Prefeitura Municipal	43°01'00"	09°26'34"	500	.....	30/09/93	PT	6"	50,00	19,30	-	-	0,05
112	Faz. Morro Branco I	C. A. Lourdes	BA	Marcelino Ribeiro	43°04'45"	09°24'21"	530	.....	.....	PT	6"	90,00	21,00	-	-	0,05
113	Sítio Pé do Morro IV	C. A. Lourdes	BA	Leónidas	43°06'30"	09°29'08"	500	.....	.....	PT	6"	40,00	-	-	-	Seco
114	Faz. Mundo Novo X	C. A. Lourdes	BA	Fernando S. Braga	43°00'21"	09°42'00"	435	.....	14/12/93	PT	6"	60,00	-	-	-	0,83
115	Faz. Morro Branco II	C. A. Lourdes	BA	Marcelino Ribeiro	43°07'33"	09°25'42"	530	.....	.....	PT	6"	30,00	5,00	10,00	5,00	1,11
116	Faz. Morro Branco III	C. A. Lourdes	BA	Marcelino Ribeiro	43°05'15"	09°24'30"	510	.....	.....	PT	6"	40,00	-	-	-	Seco
117	Cacimba Lagoa de Cima	C. A. Lourdes	BA	Coletivo	43°20'20"	09°28'26"	540	.....	15/12/93	PE	48"	17,80	7,10	-	-	0,28
118	Faz. José Galo	C. A. Lourdes	BA	José Galo	43°02'55"	09°28'11"	490	.....	.....	PT	6"	40,00	-	-	-	Seco

(*) PT = Poço Tubular
PERF = Perfuração
PE = Poço Escavado
PROF = Profundidade

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv. (m^3)	Observação
001	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas						Bomba Submersa		Funcionando
002	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas						Bomba Submersa		Funcionando
003	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas					28 e 30	Bomba Elétrica	03	Funcionando
004	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas						Bomba Elétrica	02	Funcionando
005	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	18,00				39	Sarilho		Funcionando
006	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas					16	Bomba Manual		Funcionando
007	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas	70,00							Poço Seco
008	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas	70,00				47 e 66	Bomba Injetora	05	Funcionando
009	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse e Migmatito	Fendas								Abandonado
010	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	8,60				17 e 23	Bomba Injetora	10	Funcionando
011	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	1,00							Poço Seco
012	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	3,00							Poço Seco
013	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.					22	Bomba Manual		Funcionando
014	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	70,00							Poço Seco
015	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.					18 e 21	Bomba Manual		Funcionando
016	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	11,00				46	Bomba Injetora	08	Funcionando
017	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas						Bomba Injetora	24	Funcionando
018	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.					18 e 58	Bomba Manual		Funcionando
019	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas					21	Sarilho		Funcionando
020	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas						Sarilho		Funcionando
021	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.					56	Sarilho		Funcionando
022	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	1,00				90			Desativado

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv (m^3)	Observação
023	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	2,00				60	Bomba Injetora	05	Funcionando
024	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
025	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	2,00				47 e 87			Desativado
026	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	25,00					Sarilho		Funcionando
027	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	70,00				23 e 49	Bomba Manual		Funcionando
028	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	70,00				58 a 59	Bomba Injetora	05	Funcionando
029	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	2,00				46	Bomba Injetora	10	Funcionando
030	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	80,00							Seco
031	Máfico-ultramáfico	Rocha Básica	Fendas	38,00					Bomba Injetora	05	Funcionando
032	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	60,00							Poço Seco
033	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.	2,00				29 e 51	Bomba Injetora	30	Funcionando
034	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.	25,00				34			Desativado
035	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	2,00				31 e 54	Bomba Injetora	05	Funcionando
036	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	48,00					Bomba Injetora	10	Funcionando
037	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	13,00				40			Abandonado
038	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Abandonado
039	Máfico-ultramáfico	Rocha Básica	Fendas	10,00					Sarilho		Funcionando
040	Máfico-ultramáfico	Rocha Básica	Fendas	13,00					Sarilho		Funcionando
041	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
042	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	40,00					Bomba Manual		Funcionando
043	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	13,00					Sarilho		Funcionando
044	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	23,50					Sarilho		Funcionando

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv. (m^3)	Observação
045	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	13,00					Sarilho		Funcionando
046	Máfico-ultramáfico	Rocha Básica	Fendas	65,00							Abandonado
047	Máfico-ultramáfico	Rocha Básica	Fendas	20,00					Sarilho		Funcionando
048	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
049	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.					33 e 63	Sarilho		Funcionando
050	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
051	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.								Desativado
052	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
053	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.	2,00				32	Sarilho		Funcionando
054	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.						Sarilho		Funcionando
055	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse	Fendas	45,00				18	Bomba Manual		Funcionando
056	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.					22	Sarilho		Funcionando
057	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse	Fendas	55,00				34	Sarilho		Funcionando
058	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
059	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
060	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
061	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
062	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
063	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
064	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	14,50					Sarilho		Funcionando
065	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse-Migmatito	Fendas	45,00					Bomba Injetora	05	Funcionando
066	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv. (m^3)	Observação
067	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
068	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse-Migmatito	Fendas	44,00							Funcionando
069	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse-Migmatito	Fendas	60,00							Funcionando
070	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Gnaisse-Migmatito	Fendas	55,00							Funcionando
071	Serra do Meio	Granito	Fendas	70,00					Bomba Injetora	05	Funcionando
072	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
073	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Abandonado
074	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	4,00					Sarilho		Funcionando
075	Serra do Meio	Granito	Fendas								Funcionando
076	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Bomba Injetora		Funcionando
077	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	52,00					Bomba Injetora	05	Funcionando
078	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	3,00				29, 31 e 40			Abandonado
079	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	3,00				44 e 84	Bomba Injetora	10	Funcionando
080	Serra do Meio	Granito	Fendas	50,00							Abandonado
081	Serra do Meio	Granito	Fendas	73,00							Poço Seco
082	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
083	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
084	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando
085	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	70,00				60	Sarilho		Funcionando
086	Serra do Meio	Granito	Fendas	55,00				35 e 42	Sarilho		Funcionando
087	Serra do Meio	Granito	Fendas	50,00					Sarilho		Funcionando
088	Serra do Meio	Granito	Fendas	70,00							Poço Seco

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv (m^3)	Observação
089	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	2,00				24 e 34	Bomba Injetora	05	Funcionando
090	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.	27,00				44 e 45	Bomba Injetora	01	Funcionando
091	Serra do Meio	Granito	Fendas	15,00					Sarilho		Funcionando
092	Serra do Meio	Granito	Fendas	30,00					Sarilho		Funcionando
093	Serra do Meio	Granito	Fendas	52,00					Bomba Pistão	02	Funcionando
094	Serra Grande	Arenito	Interg.						Sarilho		Funcionando
095	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho	02	Funcionando
096	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
097	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Bomba Manual		Funcionando
098	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.						Sarilho		Funcionando
099	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.					50, 60 e 73		05	Desativado
100	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.					36 e 38	Sarilho		Funcionando
101	Formações Superficiais	Aluvião	Interg.						Sarilho		Funcionando
102	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Bomba Submersa	50	Funcionando
103	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							50	Desativado
104	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							10	Desativado
105	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							50	Desativado
106	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							50	Desativado
107	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							50	Abandonado
108	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Abandonado
109	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Bomba Submersa	20	Funcionando
111	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Sarilho		Funcionando

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (2)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS DO AQÜÍFERO										
Nº do Ponto	Grupo ou Formação	Litologia	Tipo	Espessura Total Perfurada (m)	T (m^2/s)	K (m/s)	S	Entradas d'água (m)	Unidades de bombeamento	Reserv. (m^3)	Observação
110	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.						Catavento		Funcionando
112	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.							03	Desativado
113	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
114	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Desativado
115	Sa. da Boa Esperança	Quartzo xistos	Fendas	30,00							Abandonado
116	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco
117	Serra do Meio	Granito	Fendas	17,80					Sarilho		Funcionando
118	Formações Superficiais	Formação Detrítica	Interg.								Poço Seco

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (3)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS																					
Nº do Ponto	Análise Nº Data	Cond. mhos/cm	pH	TAC mg/l de $CaCO_3$	Dureza	RS	Ca	Mg	Na	K mg/l	Cl	SO_4	HCO_3	NO_2	NO_3	rMg/ rCa	rK/ rNa	r(Na+k)/ rCl	rSO_4/ rCl	rCl/ $rHCO_3$	Itb	RAS
001	07/10/93	1.200,0	6,5		420,00	800,0	80,0	53,0	18,0	53,0	261,0	0,0	186,0	0,00	0,000	1,0922	1,7312	0,2905	0,0003	2,4160	+0,710	2,044
003	07/10/93	1.700,0	6,7		660,00	1 133,3	530,0	29,0	32,0	43,0	357,0	0,0	322,0	0,03	0,000	0,0902	0,7901	0,2474	0,0002	1,9084	+0,753	3,797
006	17/10/93	750,0	6,4		124,00	500,0	48,0	1,0	8,0	21,0	53,0	0,0	125,0	0,00	0,000	0,0343	1,5434	0,5920	0,0014	0,7302	+0,408	1,113
008	11/04/88	1.318,6	8,0		412,17	879,0	311,5	24,6	0,1	0,1	208,9	15,2	268,0	16,12	0,003	0,1300	0,5879	0,0012	0,0537	1,3417	+0,999	2,963
010	05/10/84	1.875,0	8,5		372,28	1.250,0	84,5	70,2	0,1	0,1	268,4	32,4	263,2	0,01	1,610	1,3692	0,5879	0,0009	0,0891	1,7549	+0,999	2,235
013	18/10/93	2.400,0	7,0		1.160,00	1.600,0	424,0	24,0	18,0	29,0	729,0	0,0	248,0	0,08	0,000	0,0933	0,9472	0,0741	0,0001	5,0586	+0,926	3,401
015	18/10/93	1.900,0	6,9		840,00	1.266,7	312,0	14,0	7,0	18,0	497,0	0,0	198,0	0,03	0,000	0,0740	1,5119	0,0546	0,0001	4,3199	+0,945	2,891
016	11/04/88	1.329,3	8,1		681,88	886,2	516,6	40,3	0,0	0,0	358,1	13,6	292,8	0,00	1,310	0,1287	0,5879	0,0007	0,0280	2,1051	+0,999	3,814
017	26/10/93	800,0	6,6		140,00	533,3	41,0	9,0	6,0	10,0	40,0	0,0	136,0	0,03	0,000	0,3619	0,9799	0,4580	0,0018	0,5061	+0,542	1,180
018	20/10/93	900,0	6,7		361,00	600,0	52,0	24,0	11,0	14,0	82,0	0,0	198,0	0,00	0,000	0,7609	0,7483	0,3617	0,0009	0,7127	+0,638	1,511
023	13/04/88	1.629,4	8,5		797,75	1 086,3	275,4	127,4	0,0	0,0	342,2	232,5	122,7	0,03	0,137	0,7629	0,5879	0,0007	0,5015	4,8003	+0,999	3,480
025	13/04/88	1.243,5	8,5		512,84	829,0	346,6	40,5	0,0	0,0	177,1	170,0	167,3	0,00	0,000	0,1928	0,5879	0,0014	0,7087	1,8216	+0,999	3,212
026	22/10/93	2.200,0	7,0		1 020,00	1.466,7	304,0	62,0	12,0	18,0	634,0	0,0	198,0	0,00	0,000	0,3362	0,8819	0,0549	0,0001	5,5108	+0,945	3,184
027	21/10/93	360,0	6,7		98,00	240,0	27,0	7,0	6,0	11,0	30,0	0,0	97,0	0,00	0,000	0,4274	1,0779	0,6409	0,0025	0,5323	+0,359	0,981
028	21/10/93	1.300,0	6,8		540,00	866,7	160,0	34,0	14,0	18,0	246,0	0,0	285,0	0,00	0,000	0,3503	0,7559	0,1541	0,0003	1,4856	+0,846	2,322
031	21/10/93	550,0	6,5		168,00	366,7	21,0	28,0	2,0	8,0	30,0	0,0	175,0	0,00	0,000	2,1981	2,3518	0,3446	0,0025	0,2951	+0,655	1,294
033	03/02/88	509,2	9,0		214,18	339,5	106,1	26,4	0,0	0,0	39,8	17,2	76,3	13,99	0,009	0,2216	0,5879	0,0062	0,3189	0,7358	+0,994	2,445
034	03/02/88	364,5	9,0		240,72	243,0	168,7	17,6	0,0	0,0	37,6	4,0	174,9	0,00	0,000	0,1718	0,5879	0,0065	0,0785	0,3699	+0,993	2,221
035	11/04/88	1.468,6	8,0		759,76	979,1	552,3	50,6	0,0	0,0	190,0	100,0	468,5	0,00	0,000	0,1511	0,5879	0,0013	0,3885	0,6980	+0,999	3,983
036	23/10/93	1.800,0	7,1		860,00	1.200,0	320,0	14,0	12,0	12,0	433,0	0,0	372,0	0,00	0,000	0,0721	0,5879	0,0679	0,0002	2,0034	+0,932	2,926
040	23/10/93	750,0	6,5		100,00	500,0	38,0	13,0	6,0	8,0	35,0	0,0	154,0	0,00	0,000	0,5640	0,7839	0,4716	0,0021	0,3912	+0,528	1,218
043	07/10/93	1.400,0	6,6		640,00	933,3	176,0	48,0	21,0	27,0	310,0	0,0	335,0	0,05	0,000	0,4496	0,7559	0,1834	0,0002	1,5926	+0,817	2,523
047	07/10/93	800,0	6,5		226,00	533,3	46,0	27,0	19,0	26,0	48,0	0,0	288,0	0,00	0,000	0,9676	0,8046	0,1015	0,0015	0,2868	+0,029	1,503
049	07/10/93	2.000,0	6,7		700,00	1.333,3	340,0	24,0	35,0	47,0	394,0	0,0	335,0	0,05	0,000	0,1649	0,7895	0,2451	0,0002	2,0241	+0,755	2,641
050	07/10/93	1.000,0	6,7		400,00	666,7	104,0	34,0	18,0	27,0	207,0	0,0	198,0	0,00	0,000	0,5390	0,8819	0,2524	0,0004	1,7993	+0,748	1,998

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (3)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS																					
Nº do Ponto	Análise Nº Data	Cond. mhos/cm	pH	TAC mg/l de $CaCO_3$	Dureza	RS	Ca	Mg	Na	K mg/l	Cl	SO_4	HCO_3	NO_2	NO_3	rMg/ rCa	rK/ rNa	r(Na+k)/ rCl	rSO_4/ rCl	rCl/ $rHCO_3$	Itb	RAS
053	13/04/88	750,4	8,9		326,70	500,3	96,9	56,1	0,0	0,0	61,7	0,0	245,4	0,00	0,000	0,9544	0,5879	0,0040	0,0550	0,4326	+0,996	2,173
055	07/10/93	2.100,0	7,3		780,00	1 400,0	136,0	106,0	32,0	47,0	491,0	0,0	260,0	0,05	0,000	1,2849	0,8635	0,1873	0,0002	3,2504	+0,813	2,784
056	07/10/93	1.600,0	6,7		680,00	1 006,7	200,0	43,0	14,0	33,0	406,0	0,0	272,0	0,05	0,000	0,3544	1,3859	0,1269	0,0002	2,5695	+0,873	2,600
060	07/10/93	320,0	6,5		112,00	213,0	40,0	3,0	0,1	13,0	16,0	0,0	138,0	0,00	0,000	0,1236	7,6433	0,8331	0,0046	0,1996	+0,167	1,059
062	07/10/93	300,0	6,4		106,00	200,0	30,0	8,0	2,0	11,0	16,0	0,0	124,0	0,00	0,000	0,4396	3,2337	0,8161	0,0046	0,2222	+0,184	1,038
066	29/12/93	2.400,0	6,7		1.000,00	1 600,0	264,0	46,0	90,0	80,0	513,0	0,0	521,0	0,04	0,000	0,2873	0,5226	0,4119	0,0001	1,6948	+0,588	2,912
067	29/12/93	700,0	6,9		360,00	466,7	95,0	52,0	23,0	23,0	99,0	0,0	496,0	0,00	0,000	0,9024	0,5879	0,5689	0,0007	0,3436	+0,431	2,123
070	29/12/93	1.600,0	6,6		680,00	1 066,7	180,0	73,0	46,0	60,0	374,0	0,0	496,0	0,00	0,000	0,6686	0,7669	0,3351	0,0002	1,2979	+0,665	2,737
071	29/12/93	3.200,0	6,9		1.260,00	2 133,3	332,0	81,0	106,0	129,0	883,0	0,0	372,0	0,04	0,000	0,4022	0,7155	0,3176	0,0001	4,0855	+0,682	3,408
077	07/10/93	1.700,0	6,6		700,00	1.133,3	160,0	72,0	41,0	53,0	359,0	0,0	459,0	0,00	0,000	0,7419	0,7600	0,3100	0,0002	1,3462	+0,690	2,637
079	22/12/93	650,0	7,3		340,00	433,3	90,0	28,0	18,0	33,0	148,0	0,0	260,0	0,00	0,000	0,5129	1,0779	0,3897	0,0005	0,9798	+0,610	1,843
084	29/12/93	2.400,0	7,0		920,00	1.600,0	243,0	80,0	6,2	70,0	676,0	0,0	248,0	0,00	0,000	0,5427	0,6638	0,2353	0,0001	4,6931	+0,765	3,058
085	07/10/93	800,0	6,3		206,00	533,3	16,0	40,0	12,0	15,0	39,0	0,0	254,0	0,03	0,000	0,1214	0,7349	0,8232	0,0019	0,2643	+0,177	1,430
086	29/12/93	2.800,0	6,6		1.480,00	1 866,7	191,0	41,0	136,0	109,0	464,0	0,0	521,0	0,00	0,000	0,3539	0,4712	1,6650	0,0002	1,5330	+0,335	2,540
087	29/12/93	1.800,0	7,0		920,00	1.200,0	242,0	58,0	90,0	80,0	178,0	0,0	520,0	0,00	0,000	0,3951	0,5226	1,1872	0,0004	0,5892	+0,110	2,902
089	13/04/88	1.661,6	8,5		676,19	1 107,7	231,9	108,4	0,1	0,1	542,2	4,0	161,7	11,25	0,041	0,7705	0,5879	0,0005	0,0545	0,7698	+1,000	3,201
090	05/01/94	420,0	6,5		140,00	280,0	37,0	11,0	15,0	19,0	50,0	0,0	149,0	0,00	0,000	0,4901	0,7447	0,8072	0,0015	0,5777	+0,193	1,173
091	05/01/94	950,0	6,9		700,00	633,3	167,0	10,0	46,0	47,0	153,0	0,0	446,0	0,00	0,000	0,0987	0,6007	0,7422	0,0005	0,5905	+0,258	2,140
092	07/10/93	1.400,0	6,5		520,00	933,3	184,0	14,0	35,0	66,0	290,0	0,0	310,0	0,03	0,000	0,1254	1,1087	0,3925	0,0003	0,6100	+0,608	2,273
093	07/10/93	1.800,0	6,7		480,00	1 200,0	160,0	192,0	18,0	37,0	306,0	0,0	160,9	0,00	0,000	1,9783	1,2086	0,2003	0,0002	3,2728	+0,800	3,448
094	07/10/93	600,0	6,2		210,00	400,0	24,0	36,0	9,0	14,0	19,0	0,0	248,0	0,00	0,000	2.4729	0,9146	1,3986	0,0039	0,1318	+0,053	1,442
095	07/10/93	1.200,0	6,6		700,00	800,0	144,0	82,0	18,0	12,0	360,0	0,0	310,0	0,00	0,000	0,9388	0,3920	0,1073	0,0002	1,9987	+0,893	2,639
097	07/10/93	1.000,0	6,5		500,00	666,7	192,0	5,0	9,0	23,0	222,0	0,0	310,0	0,03	0,000	0,0429	1,5025	0,1565	0,0003	1,2325	+0,844	2,235
098	07/10/93	1.400,0	6,4		460,00	933,3	152,0	19,0	39,0	60,0	305,0	0,0	248,0	0,03	0,000	0,2061	0,9045	0,3756	0,0002	2,1164	+0,624	2,139
099	16/05/86	2.500,0	8,8		319,94	1 666,7	242,4	18,9	0,1	0,1	245,7	47,1	191,6	1,05	0,000	0,1287	0,5879	0,0010	0,1217	2,2066	+0,999	2,613
100	07/10/93	500,0	6,2		104,00	333,3	30,0	7,0	10,0	45,0	49,0	0,0	131,0	0,00	0,000	0,3847	2,6457	1,1474	0,0015	0,6436	-0,095	1,018

CATÁLOGO GERAL DE PONTOS D'ÁGUA (3)

PROJETO CAMPO ALEGRE DE LOURDES

	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS																					
Nº do Ponto	Análise Nº Data	Cond. mhos/cm	pH	TAC mg/l de $CaCO_3$	Dureza	RS	Ca	Mg	Na	K mg/l	Cl	SO_4	HCO_3	NO_2	NO_3	rMg/ rCa	rK/ rNa	r(Na+k)/ rCl	rSO_4/ rCl	rCl/ $rHCO_3$	Itb	RAS
101	07/10/93	800,0	6,3		190,00	533,3	41,0	21,0	12,0	22,0	34,0	0,0	223,0	0,00	0,000	0,8444	1,0779	1,1310	0,0022	0,2633	-0,034	1,374
102	07/10/93	950,0	6,4		240,00	633,3	80,0	10,0	9,0	25,0	80,0	0,0	223,0	0,00	0,000	0,2061	1,6332	0,4568	0,0009	0,6174	+0,543	1,552
109	07/10/93	420,0	6,7		136,00	280,0	36,0	5,0	14,0	25,0	63,0	0,0	97,0	0,10	0,000	0,2290	1,0499	0,7025	0,0012	1,1179	+0,298	1,051
111	07/10/93	2.000,0	7,1		1.000,00	1.333,3	240,0	96,0	23,0	23,0	472,0	0,0	496,0	0,03	0,000	0,6594	0,5879	0,1193	0,0002	1,6380	+0,881	3,152
114	07/10/93	300,0	7,2		112,00	200,0	29,0	6,0	6,0	30,0	15,0	0,0	159,0	0,00	0,000	0,3411	2,9397	2,4302	0,0049	0,1624	-0,232	0,985
117	29/12/93	160,0	7,2		48,00	106,7	13,0	1,0	5,0	19,0	15,0	0,0	47,0	0,00	0,000	0,1268	2,2342	1,6625	0,0049	0,5496	-0,363	0,605

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-	Caracaraí[2]
NB.20-Z-B e 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-X-A	Floresta[2]
SC.24-X-B	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 Insua[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	— Descrição 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

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.22-Y-B	São Félix do Xingu[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
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-V-A	Almenara[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
SG.22-Z-D-II-1	Brusque[1]
SG.22-Z-D-V	Florianópolis[1]
SG.22-Z-D-VI	Lagoa[1]
SH.22-V-C-IV	Santa Maria
SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul[2]
SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho[1]
SH.22-Y-B	Porto Alegre[1]

Folhas em Editoração

NA.20-Y	Rio Marauiá[1]
SA.20-V	Rio Cuiuni[1]
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.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]
SH.22-Y-C-II	Piratini[1]

[1]Levantamento 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.

Departamento de Apoio Técnico
Giuseppina Giaquinto de Araujo

Divisão de Cartografia
Paulo Roberto Macedo Bastos

Divisão de Editoração Geral
Maria da Conceição C. Jinno

EQUIPES DE PRODUÇÃO

Cartografia Digital

Carlos Alberto da Silva Copolillo
Carlos Alberto Navarro
Carlos Alberto Ramos
Ivan Soares dos Santos
Ivanilde Muniz Caetano
João Carlos de Souza Albuquerque
José Barbosa de Souza
José Carlos Ferreira da Silva
José de Arimatheia dos Santos
José Henrique da Silva
José Pacheco Rabelo
Luiz Cláudio Ferreira
Luiz Guilherme A. Frazão
Marco Antonio de Souza
Maria Luiza Poucinho
Marília Santos Salinas do Rosário
Paulo Henrique M. Menezes
Paulo José da Costa Zilves
Samuel dos Santos Carvalho
Sueli Mendes Sathler
Wilhelm Petter de Freire Bernard

Editoração

Antônio Lagarde
Edaloir Rizzo
Erika Rosa
Hélio Tomassini de Oliveira Filho
Jean Pierre Souza Cruz
José Luiz Coelho
Laura Maria Rigoni Dias
Marília Asfura Turano
Pedro da Silva
Sandro José Castro
Sérgio Antônio Pessoa de Lima

FOLHA SC.23-X-D-IV/I - CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE

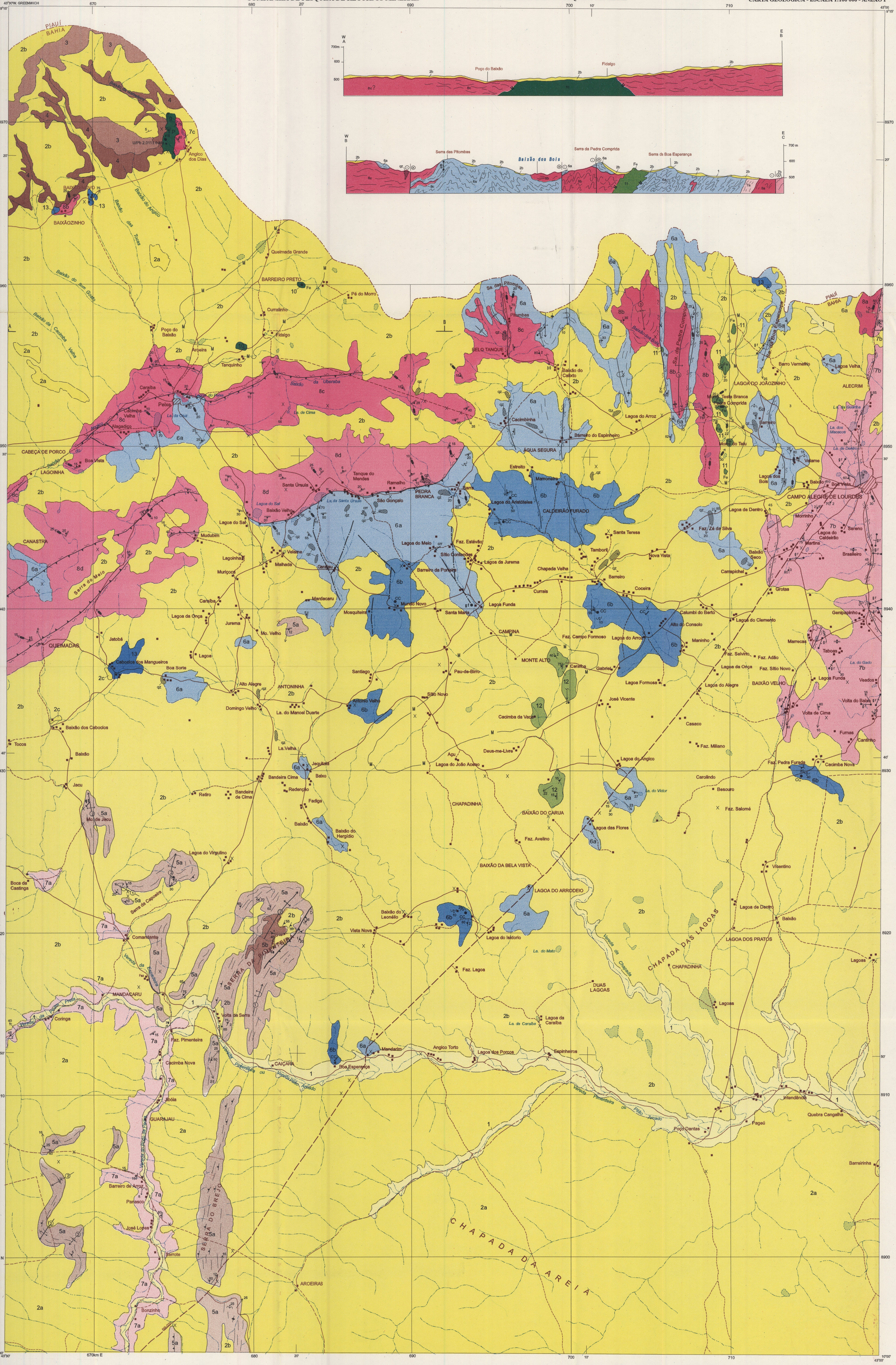
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

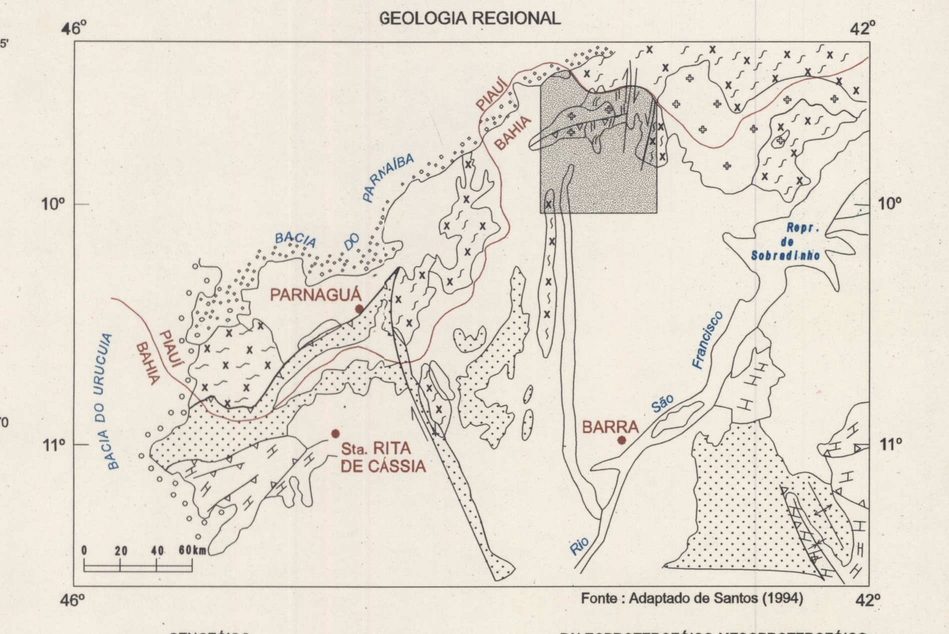
ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA GEOLÓGICA - ESCALA 1:100 000 - ANEXO I

DEINF DIDOTE CPRM
REL 2550 1/4

CARTA GEOLÓGICA
FOLHA CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE -SC.23-X-D-IV/I
ESCALA 1:100 000 - CBPM / CPRM, 1996





CENOZÓICO
- Coberturas diversas

PALEOZÓICO-MESOZÓICO
- Bacias do Urucuia e Parnaíba

NEOPROTEROZÓICO
- Supergrupo São Francisco

MESOPROTEROZÓICO
- Supergrupo Espinhaço
- Granitóides

PALEOPROTEROZÓICO-MESOPROTEROZÓICO
- Unidade Serra da Boa Esperança

ARQUEANO
- Complexo Gnáissico-Migmatítico
- Cavalgamentos principais
- Transcorrências dextrais e sinistrais
- Anticlinal
- Sinclinal
- Contatos
- Limite interestadual

FANEROZÓICO

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS CENOZÓICAS

QUATERNÁRIO (<1,8Ma)

1 — Depósitos aluvionares arenosos com níveis subordinados de argilas e cascalho fino.

TÉRCIO-QUATERNÁRIO (PLIOCENO-PLEISTOCENO: 0,01-5 Ma)

2a 2b 2c — Areias eólicas constituídas por grãos angulosos de granulação média a fina, localmente constituindo dunas parabólicas fixadas (2a); formações detríticas elúvio-coluviais areno-siltosas e areno-argilosas, inconsolidadas, contendo nível basal de cascalho (2b); crostas lateríticas com seixos e *boulders* de quartzo e *chert* (2c).

BACIA DO PARNAÍBA

PALEODEVONIANO-PALEOCARBONÍFERO (325 - 395 Ma)
Grupo Canindé

3 — Folhelhos avermelhados contendo nódulos e oólitos ferruginosos, com estratificação tabular fina de níveis quartzosos e óxido de ferro.

NEO-ORDOVICIANO-NEOSSILURIANO (395 450 Ma)
Grupo Serra Grande

4 — Arenitos conglomeráticos e conglomerados mal selecionados, com grãos e seixos de quartzo e arenitos em matriz síltica, interestratificados com arenitos contendo estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, grauvacas ferruginosas e arenitos maciços.

PROTEROZÓICO

MESOPROTEROZÓICO (1 000 - 1.800 Ma)
Grupo Santo Onofre
Formação Sítio Novo

5a 5b — Quartzitos de granulação fina a média micáceos a laminados, com níveis enriquecidos de óxido de ferro (5a); moscovita-quartzo xisto limonitizados, contendo cubos de pirita (5b).

PALEOPROTEROZÓICO (1 800 - 2 500 Ma) - MESOPROTEROZÓICO (1 000 - 1 800Ma)
Unidade Serra da Boa Esperança

6a 6b — Moscovita-quartzo xisto, magnetita-moscovita quartzito, granada-biotita-feldspato-quartzo xisto e albita-quartzo xistos (6a); xistos calcíferos, incluindo quartzo-moscovita xistos limonitizados, calcita-biotita (moscovita) quartzo xistos, calcita quartzito feldspáticos e lentes de metacalcários impuros (6b).

ARQUEANO (<2.500 Ma)

Complexo Gnáissico - Migmatítico

7a 7b 7c — Ortognaisses a duas micas, de composição granítica, milonitizados (7a); gnaisses migmatíticos, com mesossoma de composição tonalítica e leucossoma granítico a trondhjemítico; localmente com bandas granadíferas e milonitizados (7b); leucognaisses graníticos, milonitizados (7c).

ROCHAS PLUTÔNICAS ATRIBUÍDAS AO PALEO - MESOPROTEROZÓICO

Suíte Alcalina Serra do Meio

8a 8b 8c 8d — Granitos alcalinos do tipo A (anorogênicos), com quatro fácies distintas: fácies peraluminosa a duas micas (8a); fácies metaluminosa a biotita (8b); fácies dominantemente metaluminosa; e peralcalina subordinada, contendo biotita, anfibólios e piroxênios sódicos (8c); fácies peralcalina, com anfibólios e piroxênios sódicos (8d)

Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (2.000 Ma)

9 — Associação carbonatítica, dominando sienitos e olivina-apatita sovitos com piroxênitos, alcalidioritos e lamprófiros subordinados; contem importante depósito de rocha fosfática.

Complexo Máfico do Peixe

10 — Associação gabronorítica, acamadada com níveis subordinados de piroxenitos, incluindo metagabros, magnetita gabros, ilmenita magnetititos, e metagabronoritos, maciço subaflorante delimitado por magnetometria.

Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes

11 — Associação máfico-ultramáfica acamadada, composta por piroxenitos, gabros, leucogabro-anortositos, ilmenita-magnetititos e apatititos, localmente milonitizados e cortados por diques de diabásio tardios; incluem expressivos depósitos de Fe-Ti-V.

Corpos Máficos-Ultramáficos Diversos

12 — Provável maciço plutônico de composição básica, metassomatizado, contendo fenoclastos de plagioclásio em matriz xistificada composta por esfeno, clorita, quartzo, albita, moscovita calcita e magnetita; delimitação do corpo subaflorante feita através de magnetometria.

13 — Metapiroxenitos, metagabros e clorita-actinolita xistos, provavelmente associados a granitóides alcalinos.

↑ Possibilidade de variação da posição estratigráfica da unidade.

- Contato definido
- Contato aproximado
- Contato obtido por magnetometria
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha, fratura ou zona de cisalhamento
- Falha contracional
- Zona de cisalhamento
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento contracional
- Fotolineações estruturais: traços de superfícies S
- Antiforme normal
- Antiforme normal com caimento
- Antiforme invertida com caimento
- Sinforme normal
- Sinf. normal com caimento
- Sinf. invert. com caimento
- Gerações sucessivas de dobramentos: dobras D1, D2, D3
- Acamadamento com mergulho medido
- Acamadamento ígneo com mergulho medido
- Foliação com mergulho indicado (fotointerpretada)
- Foliação com mergulho medido
- Foliação vertical
- Foliação milonítica com mergulho indicado e medido
- Foliação milonítica vertical
- Diferentes gerações sucessivas de foliação, numa mesma seqüência tectono-estratigráfica: S1, S2...
- Lineação B com caimento indicado e medido
- Lineação de estiramento com caimento indicado e medido
- Lineação de estiramento com caimento medido e sentido de movimento indicado: rampa acima e abaixo.
- Lineação de estiramento h.
- Lineação de estiramento horizontal com indicação do movimento transcorrente sinistral e dextral
- Diques de rochas granitóides, inclinados e verticais
- Dique de rocha ultramáfica
- Minidobras simétricas com caimento medido: charneiras antiformes e sinformes
- Minidobra assimétrica com caimento medido
- Minidobra intrafolial
- Redobramento tipo bumerangue
- Redobramento tipo laço
- U/Pb 2.011±6Ma Datação geocronológica
- Veio de quartzo
- Afloramento estudado
- Ocorrência mineral
- Garimpo intermitente
- Fe Depósito de Fe-Ti-V
- P Depósito de rocha fosfática
- Perfil geológico
- Transcorrência sinistral (na seção geológica)
- Transcorrência dextral (na seção geológica)
- Substância mineral: ccr-cristal de rocha; CC-calcário; F-flúor; qt-quartzito (pedra de talhe) vm-vermiculita; gf-grafita; Fe-ferro.
- Cidade
- Vila
- Outras localidades
- Estrada federal planejada
- Estrada não pavimentada, tráfego periódico
- Caminho
- Limite interestadual
- Curso de água periódico
- Lagoa periódica

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

	44°00' – 43°30'	43°30' – 43°00'	43°00' – 42°30'
9°00' – 9°30'	GUARIBAS SC.23-X-C-III	PEIXE SC.23-X-D-I	SÃO RAIMUNDO NONATO SC.23-X-D-II
9°30' – 10°00'	CABEÇA DO TEMPO SC.23-X-C-VI	CAMPO ALEGRE DE LOURDES SC.23-X-D-IV	CAMPO GRANDE SC.23-X-D-V
10°00' – 10°30'	AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III	BREJO DA SERRA SC.23-Z-B-I	SALDANHA SC.23-Z-B-II

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

Base planimétrica e tema digitalizados pela Divisão de Cartografia-DICART, a partir das folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe, escala 1:100.000, 1ª ed.,1ª imp., DSG, 1974 e 1978.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da CBPM e CPRM, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Compilação e orientação na SUREG/SA: Euvaldo Carvalhal Britto.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia-DICART/Departamento de Apoio Técnico-DEPAT/Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI.
Diretor da DRI: Gil Pereira de Souza Azevedo
Chefe do DEPAT: Giuseppina Giaquinto de Araujo
Chefe da DICART: Manoel Leite de Sá
Supervisão da Digitalização: Paulo Roberto Macedo Bastos
Digitalização: Risonaldo Pereira da Silva, Luiz Claudio Ferreira, Marco Antonio de Sousa.
Tratamento digital das legendas: Samuel dos Santos Carvalho
Planejamento e Edição Cartográfica: Wilhelm P. de F. Bernard, Marília S. do Rosário, Maria Luiza Poucinho e José Henrique da Silva.
Revisão do tema na DIEDIG: Antonio Lagarde.

Autores: Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)
Gileno Amado de Cerqueira Lopes (CBPM)

Supervisor: Reginaldo Alves dos Santos (CPRM)

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, através de suas Unidades Regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO. Este projeto foi concluído em setembro de 1994 pela Superintendência Regional de Salvador e pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, através do convênio de Cooperação Mútua CBPM-CPRM, sob a coordenação regional dos geólogos João Dalton de Souza (CPRM) e Juracy de Freitas Mascarenhas (CBPM) e coordenação nacional do geólogo Inácio de Medeiros Delgado (CPRM).

CARTA GEOLÓGICA

ESCALA 1:100 000

2 0 2 4 6km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45°W.Gr., acrescida as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG.
Declinação magnética do centro das folhas em 1996 :21°49' W, cresce 7' anualmente

CPRM Serviço Geológico do Brasil
companhia baiana de pesquisa mineral

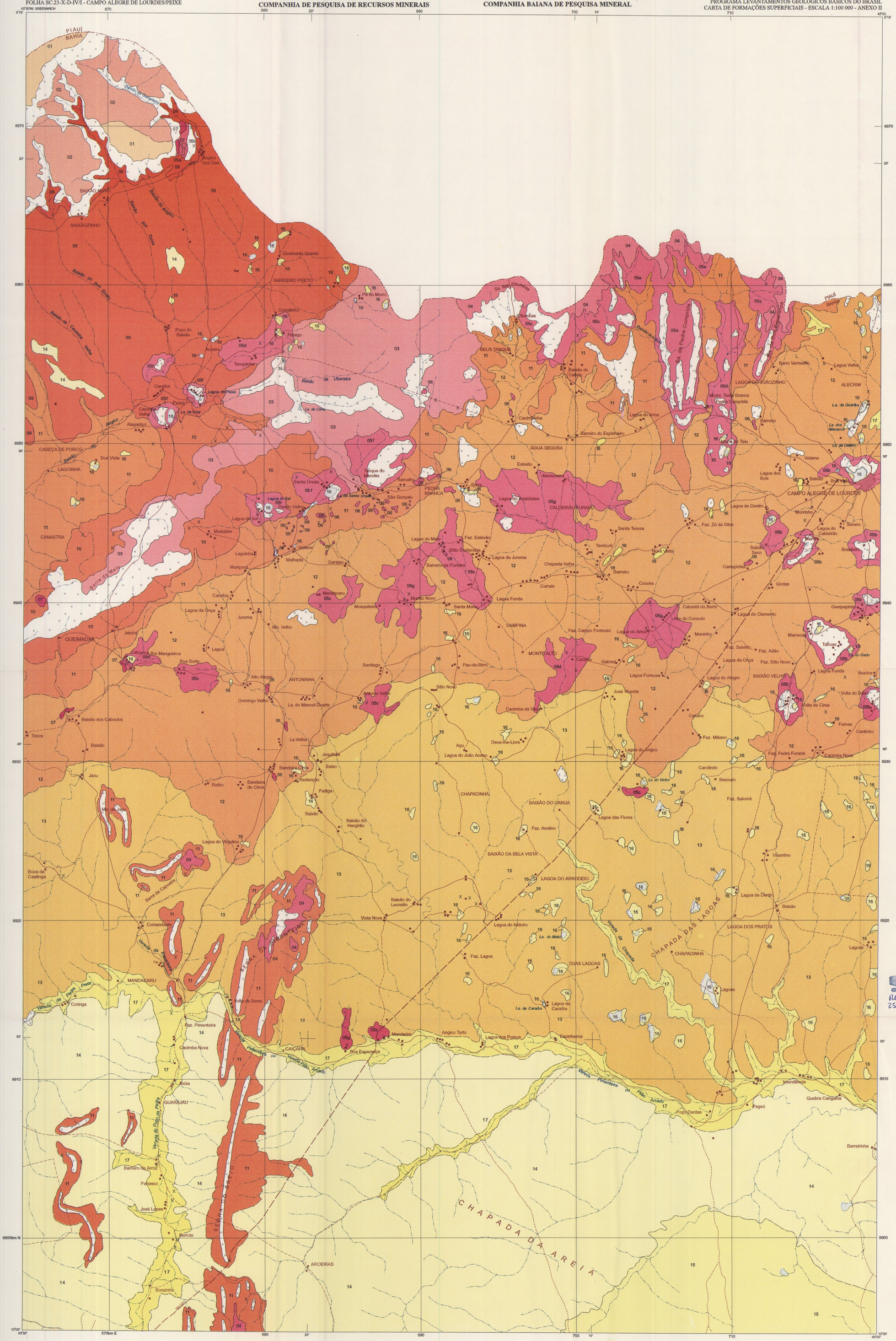
1996

FOLHA SC.23-X-D-IV/I - CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE

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

ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS - ESCALA 1:100 000 - ANEXO II



FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

TIPO	UNIDADES	CARACTERÍSTICAS	PROCESSO FORMADOR	FEIÇÃO DO RELEVO	ESPESSURA	PERMEABILIDADE/ POROSIDADE	USOS/ CONSIDERAÇÕES GERAIS
RESIDUAL	01	Cobertura areno/siltosa. Areias quartzosas inconsolidadas e angulosas, de coloração branca a rosada, granulometria de fina a média.	Desagregação *in situ* dos sedimentos dos Grupos Serra Grande e Canindé (arenização). Intemperismo.	Topo da chapada (borda sul da Bacia do Parnaíba). Altitude de 700m.	Estimada entre 1 e 2m.	Alta/muito alta.	Área restritiva para implantação de estradas.
	02	Cobertura areno/siltosa parcialmente laterizada. Areias coluviais, quartzosas, inconsolidadas, anguiosas, coloração branca a rosada, granulometria fina a média. Ao longo das drenagens apresenta uma camada fina de solo orgânico.	Escoamento superficial, e secundariamente arenização e laterização.	Planos inclinados na encosta da chapada, limitados por escarpas. Altitude 600 a 700m.	Variável.	Alta/muito alta.	Área restritiva para implantação de estradas.
	03	Sedimentos eluviais, areno/siltosos, parcialmente consolidados, de cor amarela média, desenvolvidos a partir de rochas graníticas de natureza alcalina.	Intemperismo / laterização intensa.	Topos tabulares de platô. Altitude 550 a 600m.	Superior a 1,5m.	Média/média a baixa.	Sujeita à erosão pluvial por ocasião de chuvas torrenciais.
	04	Sedimentos eluviais, areno/siltosos, parcialmente consolidados, amarelados, desenvolvidos a partir de sedimentos metamorfizados (micaxistos e quartzitos).	Intemperismo.	Topo e encostas de espigões e serras. Altitude 600 a 670m.	Variável e acima de 1m.	Média/média.	Sujeita à erosão pluvial por ocasião de chuvas torrenciais.
	05	Solos litólicos/solos eluvais, textura areno-argilosa,inconsolidados, cores variando nas tonalidades de amarela a vermelha, desenvolvidos a partir das seguintes rochas: complexo carbonatítico com apatita(05a);gnaisses e migmatitos (05b);micaxistos (05c); ígneas máficas e ultramáficas mineralizadas em Fe-Ti-V.(05d) micaxistos e granitos alcalinos não-individualizados(05e); maciços graníticos alcalinos (05f);calcários e xistos carbonáticos (05g).	Intemperismo (fragmentação mecânica da rocha).	Topo e encostas de platôs e morrotes no pediplano (05a, 05c, 05e); pediplano suavemente ondulado (05b, 05d,05f); kárstico (05g).	Inferiores a 1m.	Média a baixa/média a baixa.	Áreas de uso intensivo na agricultura de subsistência e formação de pastos (05a,05d). Áreas contendo dolinas e sumidouros de águas pluviais (05g) sujeitas facilmente à erosão.
	06	Cascalheiras de quartzo *in situ* associadas a veios de quartzo.	Intemperismo (fragmentação mecânica dos veios).	Topos e encostas de lombadas no pediplano.	Inferiores a 1m.	Baixa/baixa.	Cascalho adequado para pavimentação de estradas.
	07	Sedimentos laterizados em forma de crostas ferruginosas e fosfáticas.	Ferruginização e lixiviação.	Bordas de platôs e de vales ou de lombadas.	Entre 1 e 2m.	Nula.	As crostas fosfáticas constituem reservas exploráveis de rocha fosfática.
TRANSPORTADA	08	Coluviões na encosta das chapadas/solos litólicos nas escarpas. Coluviões areno-siltosos de cor cinza a creme, inconsolidados contendo blocos e matacões da laterita e rocha arenítica.	Escoamento superficial-queda de blocos da escarpa -laterização,	Borda da chapada, vales em reentrâncias, escarpas, talus e encostas de alta declividade	Variável, superiores a 1m.	Alta a média/média.	Restritiva para implantação de estradas.
	09	Sedimentos coluviais areno-siltosos ou siltico-arenosos de coloração amarelada, às vezes vermelha clara, localmente com nível de cascalho basal. Os seixos e *boulders* de cascalhos estão dispersos em matriz arenosa de cor cinza a branca.	Pedimentação da borda da chapada. Escoamento superficial.	Pedimentos *glacis* da borda da chapada. Altitude 500 a 600m.	Próxima a 3m.	Média/média.	Áreas com problemas mínimos para implantação de estradas.
	10	Sedimentos coluviais areno-siltosos de cor amarelada clara ou vermelha, com horizontes de cascalho de poucos centímetros na base. Mostram-se pouco consolidados e de granulação fina.	Escoamento superficial.	Encostas do platô granítico. Altitude 480 a 560m.	Não determinada.	Baixa/baixa.	Sujeita a deslizamento e erosão por ocasião de chuvas torrenciais.
	11	Sedimentos coluviais areno-argilosos ou areno-siltosos de cores variadas, consolidados, granulação fina a média, com eventuais blocos de rocha e crosta laterítica associados .	Escoamento superficial.	Encostas de platôs e serras.	Variável, por vezes superiores a 2m.	Alta/alta.	Áreas utilizadas para agricultura de subsistência.
	12	Sedimentos areno-siltosos de cor acinzentada , consolidados, em grãos angulosos a subarredondados, contendo eventuais blocos maiores e um constante nível de cascalho médio a grosseiro com seixos e *boulders* subarredondados em matriz areno-siltosa laterizada. Na base ocorre saprólito ou eluvio de rochas diversas .	Escoamento superficial (processo de pediplanação).	Colinas e depressões do pediplano. Altitude 450 a 500m.	Variada de 1 a 6m, sendo que o nível de cascalho atinge até 2m.	Média/ média a alta.	Cascalho adequado para pavimentação de estradas.
	13	Mesmo perfil e características da unidade 12, porém com uma cobertura de areias eólicas remobilizadas, de cor branca,granulometria de fina a média,em grãos angulosos.	Escoamento superficial (processo de pediplanação) e deflação eólica.	Colinas e depressões no pediplano. Altitude 450 a 500m.	Variada de 1 a 6m, sendo que a cobertura arenosa é fina, com espessura média de 30cm.	Alta/alta	Cascalho basal adequado para pavimentação de estradas.
	14	Sedimentos arenosos de cor branca, angulosos, granulação fina a média, retrabalhados constantemente pelos ventos. Recobrem o pediplano e são oriundos da planície do Rio São Francisco ao sul ou da chapada da Bacia do Parnaíba a norte.	Deflação eólica.	Pediplano suave a ondulado (sem dunas).	Não determinada.	Alta/alta	Zona restritiva para implantação de estradas.
	15	Sedimentos arenosos de cor branca, angulosos, granulação fina a média, retrabalhados constantemente pelos ventos e recobertos por dunas fixas alongaçaes.	Deflação eólica.	Campos de dunas.	Dunas de ±30m de altura.	Alta/muito alta.	Zona inapta para implantação de estradas.
	16	Sedimentos siltico/arenosos ou argilo/arenosos, com níveis de cascalho de cor cinza e com matéria orgânica disseminada no fundo das depressões.	Escoamento superficial e decantação (precipitação).	Depressões fechadas (lagoas) no pediplano.	Acima de 1m.	Baixa/baixa.	Utilizadas como barreiros ou plantio de arroz na época das chuvas, e para olaria no período seco.
	17	Aluviões arenosos ou arano-argilosos, granulação fina a média subarredondada e com níveis de cascalho fino.	Escoamento fluvial.	Calha de drenagens principais.	Variável, até 30m.	Alta/alta.	Zonas aptas para construção de açudes.
	18	Cascalheiras coluviais, formadas pelo desmantelamento dos veios de quartzo.	Intemperismo e escoamento superficial.	Encostas das lombadas nos pediplanos.	Variável. Abaixo de 1m.	Alta/alta.	Cascalho adequado para pavimentação.

Áreas de exposição do substrato.
Para identificação dos litótipos ver Carta Geológica (anexo I).

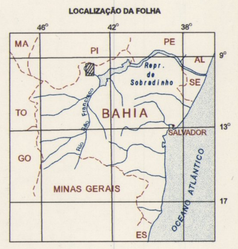
X Ponto de exposição do substrato.
Contato definido
Contato aproximado

Cidade
Vila
Outras localidades
Estrada federal planejada
Estrada não pavimentada, tráfego periódico
Caminho
Limite interestadual
Curso de água periódico
Lagoa periódica

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

GUARIBAS SC.23-X-C-III	PEIXE SC.23-X-D-I	SÃO RAMUNDO NONATO SC.23-X-D-II
CABEÇA DO TEMPO SC.23-X-C-VI	CAMPO ALEGRE DE LOURDES SC.23-X-D-IV	CAMPO GRANDE SC.23-X-D-V
AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III	BREJO DA SERRA SC.23-Z-B-I	SALDANHA SC.23-Z-B-II

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



Base planimétrica e tema digitalizados pela Divisão de Cartografia-DICART, a partir das folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe, escala 1:100 000, 1ª e 2ª ed.,1ª imp., DSG, 1974 e 1978.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da CBPM e CPRM, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Compilação e orientação na SUREG/SA: Euvaldo Carvalhal Britto.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia-DICART/Departamento de Apoio Técnico-DEPAT/Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI.
Diretor da DRI: Gil Pereira de Souza Azevedo
Chefe do DEPAT: Giuseppina Giaquinto de Araújo
Chefe da DICART: Manoel Leite de Sá
Supervisão da Digitalização: Paulo Roberto Macedo Bastos
Digitalização: Risonaldo Pereira da Silva, Luiz Claudio Ferreira.
Tratamento digital das legendas: Samuel dos Santos Carvalho
Planejamento e Edição Cartográfica: Wilhelm P. de F. Bernard, Marília S. do Rosário, José Henrique da Silve e Maria Luiza Poucinho.
Revisão do tema na DIEDIG: Antonio Lagarde.

Autores: Ronaldo Ramalho (CPRM)
Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)

Colaborador: Luis Fernando Costa Bomfim (CPRM)

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, através de suas Unidades Regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO. Este projeto foi concluído em setembro de 1994 pela Superintendência Regional de Salvador e pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, através do convênio de Cooperação Mútua CBPM-CPRM, sob a coordenação regional dos geólogos João Dalton de Souza (CPRM) e Juracy de Freitas Mascarenhas (CBPM) e coordenação nacional do geólogo Inácio de Medeiros Delgado (CPRM).

CARTA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

ESCALA 1:100 000

2 0 2 4 6km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45ºW.Gr., acrescida as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal:Córrego Alegre, MG.
Declinação magnética do centro das folhas em 1996 :21º49' W, cresce 7' anualmente.

DEINF DIDOCS CPRM REL 2550 2/4

CPRM Serviço Geológico do Brasil

companhia baiana de pesquisa mineral

1996

FOLHA SC.23-X-D-IV/I - CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE

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

ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL - ESCALA 1:100 000 - ANEXO III

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE -SC.23-X-D-IV/I
ESCALA 1:100 000 - CBPM / CPRM, 1996

CPRM DEINF DIDOTE
REL 2550 3/4

ÁREAS MINERALIZADAS/PREVISIONAIS

M / IA **PROVÁVEL** Relação entre jazimento e o contexto geológico claramente definida; identificação de metalotectos comprovados e indicados; presença de indícios diretos e indiretos de mineralizações.	M / IA **POSSÍVEL** Contexto geológico favorável; identificação e/ou continuidade de metalotectos indicados e inferidos; raridade de indícios diretos de mineralizações e presença de indícios indiretos.	M / IA **POTENCIAL** Contexto geológico favorável; identicação e/ou continuidade de metalotectos inferidos; presença de indícios indiretos de mineralização e ausência de indícios diretos.

CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS

ÁREA I - Corresponde ao Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias, de idade paleoproterozóica (2.011± 6 Ma, pelo método de U/Pb em zircão e baddeleyíta).
É composto essencialmente por sienitos e carbonatitos com associação de piroxenito, alcalidioritos e lamprófiros.
Levantamentos geofísicos aéreos e terrestres caracterizam anomalias radiométricas com razões Th/K>2 (aéreas) e valores de 200cps de contagem total (terrestre). A prospecção geoquímica regional e de semidetalhe, revela presença de fortes anomalias de P (até 1,8%), Ba (até 1500ppm) e Sr (até 700ppm).
O Complexo Angico dos Dias encerra importante jazida de rocha fosfática, tendo sido bloqueadas reservas de 50 milhões de toneladas de minério primário (apatita sovito) com teor médio de 8,0% P_2O_5 e 12,5 milhões de toneladas de minério secundário (crosta fosfática originada por enriquecimento supergênico) com teor médio de 15,4% P_2O_5.
A vermiculita é um bem mineral acessório sendo que grande parte dela foi garimpada de modo rudimentar na década de 60.

ÁREAS IIa,b - Englobam o Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes e o Complexo Máfico do Peixe. Trata-se de complexos toleíticos altamente diferenciados, formados por processos de acumulação que originou estruturas bandadas segundo contatos de fase e modal.
O Complexo Campo Alegre de Lourdes é composto da base para o topo por piroxenitos, gabro-anortositos e ilmenita magnetitito. O Complexo Peixe é composto por gabro-norito, ilmenita magnetitito, gabro e leucogabro, que exibem variações de granulometria bruscas, entre fina e grosseira, com exceção dos cumulatos ricos em óxidos de Fe-Ti.
Tais complexos mostram domínios geofísicos caracterizados por anomalias magnetométricas com até 0,0030 e.m.u. de susceptibilidade magnética e amplitudes de até 700nT, e por anomalias gravimétricas com resíduos de até 20mgal e contraste de densidade de até 0,11g/cm³.
A prospecção geoquímica regional delimitou anomalias de Cr-Ni de até 1 000 e 70ppm em concentrado de bateia e de V de até 150ppm, também em concentrado.
O Complexo Campo Alegre de Lourdes encerra importante depósito de Fe-Ti-V com reservas bloqueadas da ordem de 112 milhões de toneladas com teores médios de 45% Fe, 21% TiO_2 e 0,75% V_2O_5, dados esses que classificam o depósito como sendo de médio a baixo teor. O Complexo do Peixe apresenta ao longo de um furo de sondagem exploratório, uma camada de ilmenita magnetitito com 22m de espessura com teores médios de 32% Fe, 13% TiO_2 e 0,53% V_2O_5.

ÁREAS IIIa,b,c,d,e,f,g - Circunscrevem essencialmente os litótipos carbonatados da Unidade Serra da Boa Esperança, ou seja xistos calcíferos com lentes de metacalcário impuro.
As lentes de metacalcário tem sido utilizadas, de modo periódico e através de processos rudimentares, para fabricação de cal (áreas IIIa e IIIe), visando consumo local.

ÁREAS IVa,b - Abrangem os maciços alcalinos Serra do Meio e Peixe - Uberaba e seus contatos com micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança. O primeiro apresenta afinidade peralcalina e o segundo metaluminosa parcialmente peralcalina.
Encerram expressivas anomalias de La(>1 000ppm), Zr (1,4%), Nb (200ppm) e Y (1 000ppm) em concentrado de bateia e em sedimento de corrente. Foram observados grânulos de zirconita e monazita em concentrado de bateia. A área IVb diferencia-se por conter anomalias de Sn (50ppm) e Pb (70ppm).
Expressivas anomalias magnéticas com 25 700nT de campo total e até 700nT de amplitude, e anomalias radiométricas com 650cps de contagem total e amplitude de 60cps estão associadas a estas áreas.
Foi observado a nível de afloramento (indício mineral) e através de indício petrográfico mineralizações de fluorita de cor violácea ao longo da foliação milonítica no maciço alcalino Serra do Meio. Tais ocorrências situam-se bem próximas a estações geoquímicas anômalas para Zr (até 1,1%).

ÁREA V - Abrange o maciço alcalino Calixto-Pitombas de afinidade metaluminosa parcialmente peralcalina e seu contato com micaxistos da Unidade Serra da Boa Esperança.
Encerra expressiva anomalia de Zr (5 000ppm), Ba (900ppm), Y (1 000ppm), Mn (1 200ppm), P(467ppm) em amostras de concentrado de bateia (Y e Nb) e sedimento de corrente (Zr, Ba, Mn e P).
As assinaturas geofísicas mostram anomalia magnética com 25 650 nT de campo total e radiométrica com 650cps de contagem total.

ÁREA VI - Inclui um corpo piroxenítico de granulação grosseira associado a uma faixa anômala para Cr, com valores em concentrado de bateia de até 3,2% Cr (abertura com ácido fosfórico para análise do concentrado) sugerindo a presença de cromita. A anomalia estende-se para montante das drenagens que cortam o corpo piroxenítico mapeado, sugerindo que sua área em subsuperfície seja bem maior.
Levantamento geofísico terrestre indica coincidência de anomalias magnética (amplitude de 500nT) e radiométrica (amplitude de 80cps).

ÁREA VII - encerra uma anomalia aeromagnética expressiva com 25 700nT de campo total. Levantamentos terrestres indicam anomalias magnéticas com amplitudes de 2 000nT e gravimétrica com resíduo positivo de 6,25mgal. Tais anomalias são indicativas de corpos máficos a ultramáficos.
Apesar da prospecção geoquímica não ter realçado nenhum elemento de interesse (apenas zonas de *background* elevado para Sr, Fe, P e Ba), dados obtidos a partir de esparsos afloramentos e de testemunhos de sondagem exploratória indicam rocha básica metassomatizada com valores litogeoquímicos de até 790ppm de La + Ce e de 70ppm para Y + Yb.

M=Metálicos
IA=Insumos Agrícolas

LISTAGEM DE RECURSOS MINERAIS

Nº DE REF.	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	ROCHA HOSPEDEIRA/ ENCAIXANTE E/OU ASSOCIADA	DADOS ECONÔMICOS
01	Ferro, Titânio, Vanádio	Faz. Morro Branco	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 8.559 x 10³t; RI 84 x 10³t; RINF 7.371x10³t; Teores médios: 44,4% Fe; 20,2% TiO_2; 0,8% V_2O_5
02	Ferro, Titânio, Vanádio	Morro Testa Branca	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 14.877x10³t; RI 14.375x10³t; RINF 1.549x10³t; Teores médio: 42,9% Fe; 20,2% TiO_2; 0,7% V_2O_5
03	Ferro, Titânio, Vanádio	Mo. Redondo e Chico Velho-Pov. Pedra Comprida	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 13.703x10³t; RI 12.149x10³t; RINF 2.969x10³t; Teores médios: 44,8% Fe; 20,8% TiO_2; 0,8% V_2O_5
04	Ferro, Titânio, Vanádio	Mo. da Carlota-Faz. Leondinha	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 4.571x10³t; RINF 1.946x10³t; Teores médios: 44,6% Fe; 21% TiO_2; 0,9% V_2O_5
05	Ferro, Titânio, Vanádio	Mo. da Tuiuiú-Faz. Leondinha	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 6.274x10³t; RI 1.973x10³t; RINF 3.260x10³t; Teores médios: 44,1% Fe; 20,2% TiO_2; 0,7% V_2O_5
06	Ferro, Titânio, Vanádio	Mo. do Sítio-Povoado Velame	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RM 612x10³t; RI 200x10³t; RINF 425x10³t; Teores médios: 38,6% Fe; 18,7% TiO_2; 0,6% V_2O_5
07	Ferro, Titânio, Vanádio	Mo. Lazan I e II e Sítio do Anfilófio	Metapiroxenitos/Metagabros/Ilmenita magnetititos	RI 188x10³t; RINF 224x10³t; Teores médios: 46,9% Fe; 21,2% TiO_2; 0,77% V_2O_5
08	Fósforo (Rocha fosfática e vermiculita)	Povoado Angico dos Dias	Complexo Carbonatítico: metapiroxenitos, metassienitos, metacarbonatitos, lamprófiros, crosta fosfática	Minério residual: RM 12.500x10³t; c/ teor médio de 15,4% P_2O_5 Min. Prim.: RM de 50.000x10³t c/teor médio de 8,0% P_2O_5
09	Calcário	Povoado Alto do Consolo	Metacalcário/Xistos calcíferos	Produção de cal para construção civil de modo intermitente e rudimentar
10	Calcário	Pov. da Boa Esperança	Metacalcário/Xistos calcíferos	Pequena produção de cal para construção civil de modo intermitente e rudimentar
11	Cristal-de-rocha	Povoado São Gonçalo	Veio de quartzo em moscovita-quartzo xisto	—
12	Cristal-de-rocha	Faz. Lagoa do Meio	Veio de quartzo em moscovita-quartzo xisto	—
13	Quartzito (pedra-de-talhe)	Faz. Joaquim da Silva	Sericita quartzito	Pequena produção intermitente para contrução civil
14	Calcário	Faz. Mundo Novo	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
15	Calcário	Pov. Lagoa do Aristóteles	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
16	Calcário	Pov. Lagoa do Aristóteles	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
17	Calcário	Povoado do Barreiro	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
18	Calcário	Pov. Lagoa do Isidoro	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
19	Calcário	Faz. Pedra Furada	Metacalcário/Xistos calcíferos	—
20	Ferro	Povoado Barreiro Preto	Metagabros/Tremolititos/Ilmenita magnetititos	Teores médios de 32% Fe; 14% TiO_2 e 0,53% V_2O_5
21	Ferro, Titânio, Vanádio	Morro da Gameleira-Faz. Morro Velho	*Pipe* de magnetitito em moscovita-quartzo xisto	Teores médios de 36,5% Fe_2O_3; 11,3% TiO_2 e 0,25% V_2O_5
22	Grafita	Povoado Lagoa Funda	Moscovita-quartzo xisto grafitoso	—
23	Flúor	Rcho. Baixa Funda-Pov. Jatobá	Granito alcalino milonitizado	Teor em rocha de 3.640ppm F

DISCRIMINAÇÃO DOS METALOTECTOS

ÁREAS	INDÍCIOS DE MINERALIZAÇÕES	METALOTECTOS COMPROVADOS	METALOTECTOS INDICADOS	METALOTECTOS INFERIDOS
I	Fósforo / vermiculita (Ba, Sr, P) Th/K>2	Apatita sovito e crosta fosfática associada formada por processo de enriquecimento supergênico.	Lineamento de *trend* NE-SW relacionado à tectônica oblíqua que pode conter outros complexos cabonatíticos.	—
IIa,b	Ferro-Titânio-Vanádio >25 500nT (campo total) 0,10 a 0,11g/cm³ (contraste de densidade)	Camadas de ilmenita magnetitito formadas por processo magmáticos de acumulação e associadas a complexos máfico-ultramáficos.	—	—
IIIa, b, c, d, e, f, g	Metacalcário	Lentes de metacalcário impuro.	Zonas de xistos calcíferos.	—
IVa, b	Zirconita / monazita (La, Zr, Nb, Y)	Maciços granitóides alcalinos de afinidade metaluminosa a parcialmente peralcalina.	Lineamento de *trend* NE-SW relacionado à tectônica de cisalhamento tangencial superposta aos maciços granitóides alcalinos.	—
V	(Zr, Ba, Y, Mn, P)	Maciço granitóide alcalino de afinidade metaluminosa a parcialmente peralcalina.	Lineamento de *trend* N-S relacionado à tectônica de cisalhamento transcorrente superposta ao maciço granitóide alcalino.	—
VI	(Cr)	—	Corpo de piroxenito.	—
VII	ETR (La, Ce, Y, Yb) 26 000nT (campo total). 0,10g/cm³ (contraste de densidade)	—	Rocha metassomatizada.	—

Metalotectos

CARACTERÍSTICAS DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

METÁLICAS	INDUSTRIAIS	INSUMOS AGRÍCOLAS
Fe - ferro Ti - titânio V - vanádio	F - flúor crr - cristal-de-rocha gf - grafita qt - quartzito para pedra-de-talhe	P - fósforo cc - calcário vm- vermiculita

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (mineral-minério sublinhado)
- Fe, Ti, V: titanomagnetita + ilmenita + hematita + rutilo + pirita + pirrotita + calcopirita + ouro + clorita + albita
- crr: quartzo hialino + quartzo leitoso
- P, vm: apatita + calcita + vermiculita + óxido de ferro + flogopita
- qt: quartzo + sericita
- F: fluorita + feldspato + quartzo + biotita
- cc: calcita + mica + quartzo + feldispato

MORFOLOGIA (orientada na direção dos corpos)
- estratiforme
- lenticular
- colunar *pipe*, chaminé
- indeterminada ou não conhecida

CLASSE DO JAZIMENTO
- ligados a rochas básico - ultrabásicas
- ligados a rochas alcalinas, carbonatitos e kimberlitos
- sedimentares e/ou associados a seqüências sedimentares
- metamórfico - metassomáticos
- filoniano - hidrotermais

INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Zonas Anômalas
- P-Sr-Ba: em sedimento de corrente e/ou concentrado de bateia para P(fósforo), Sr(estrôncio), Ba(bário), Fe(ferro), Ni(níquel), Cr(cromo), La(lantânio), Zr (zircônio), Nb(nióbio), Y(ítrio), V(vanádio), Sn(estanho), Pb (chumbo).

Estações Anômalas
(Valores em ppm ou percentagem quando indicado)
- Cr: em concentrado de bateia para Cr(cromo), V(vanádio), Sn(estanho), Y(ítrio), Nb(nióbio), La(lantânio), Ag(prata), Au(ouro) e registro de cs(cassiterita), ap(apatita), zr(zirconita) e mz(monazita), Ni(níquel).
- Nb Y: em sedimento de corrente e concentrado de bateia
Cr (cromo), Ni (níquel), V(vánadio), Fe(ferro), Cu (cobre), P(fósforo), Mn(manganês), Sr(estrôncio), Co (cobalto), Zn(zinco), Ba(bário), La(lantânio), Nb(nióbio), Pb(chumbo), Y(ítrio), Sn(estanho), Zr(zircônio), B(boro), Ag(prata), Mg (magnésio), mg(magnetita), mz(monazita), pi(pirita) e zr(zirconita).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS
- 0.0020: eixo de dipolo magnético com indicação de susceptibilidade magnética.
- M: contorno de zona de susceptibilidade magnética (M) anômala.
- 0.10: trecho gravimétrico anômalo com dados de contraste de densidade (g/cm³), obtido por levantamento terrestre.
- R 200: contorno de zona radiométrica anômala com valor de contagem total (R)=200 cps, delimitada por levantamento terrestre.
- Th/K>2: zona radiométrica anômala com eTh/eK>2.

OUTROS INDÍCIOS
- (S) silicificação
- (mi) microclinização
- ETR: indícios litogeoquímicos de enriquecimento em elementos de terras-raras
- (fl) fluoritização
- (SS) saussuritização
- (C) carbonatização
- # laterização

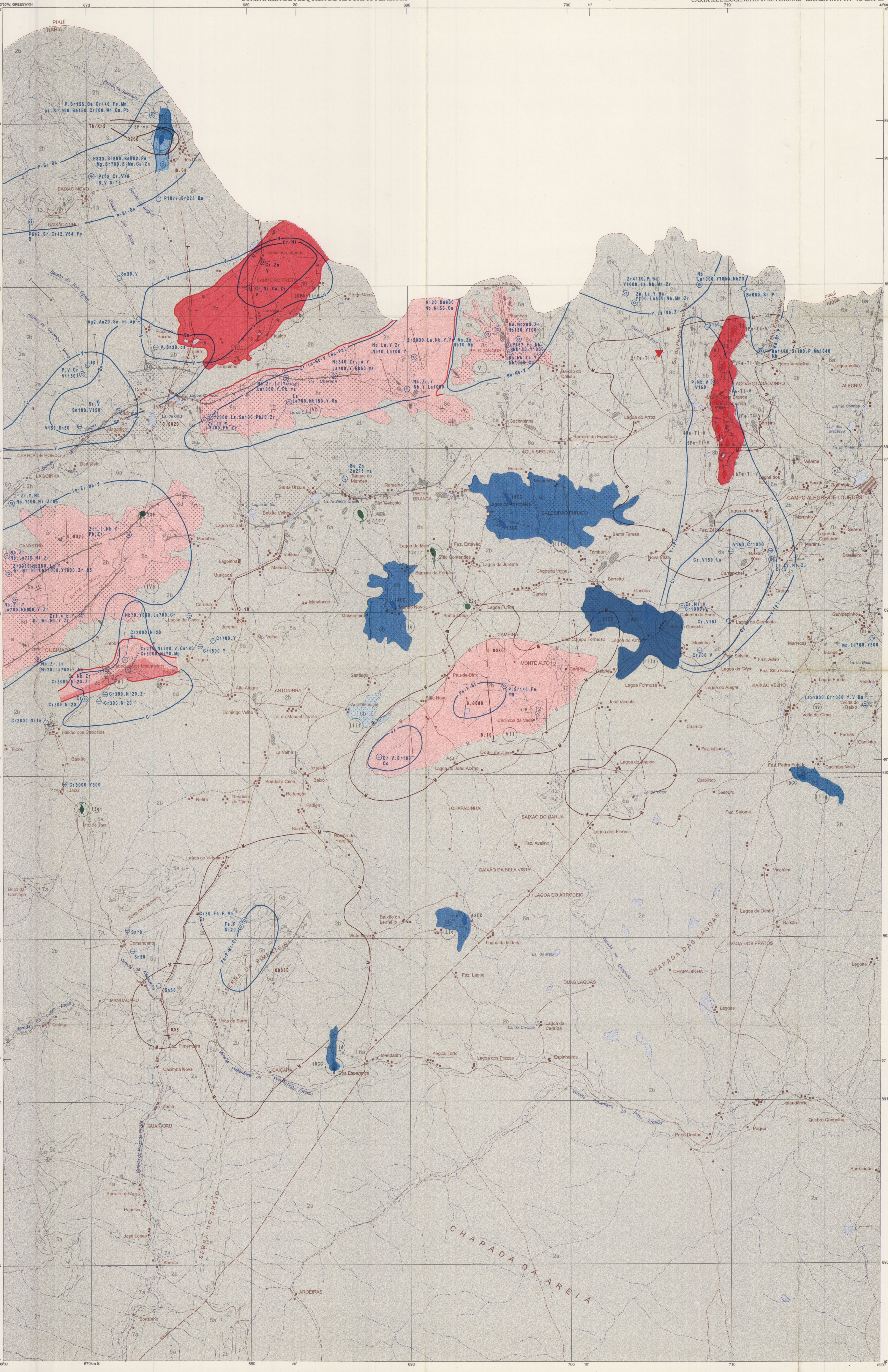
DADOS ECONÔMICOS

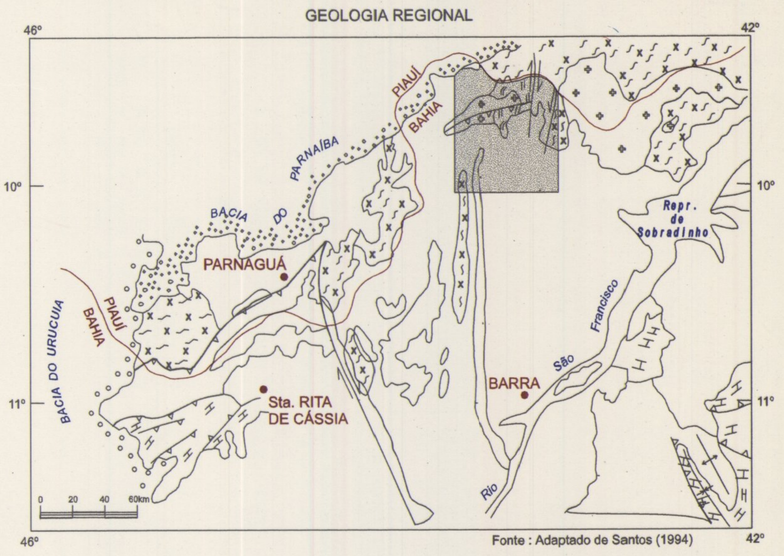
TAMANHO: pequeno, médio, grande

SITUAÇÃO ATUAL: depósito, intermitente, garimpo (lavra rudimentar)

CATEGORIAS

SUBSTÂNCIA	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE	UNIDADE
Fósforo		<5x 10⁶	5x 10⁶>	t P_2O_5
Flúor		<6x 10⁴	2x 10⁵>	t CaF_2
Ferro		<5x 10⁷	5x 10⁸>	t Fe
Grafita		<3x 10⁵	3x 10⁶>	t grafita
Quartzito		<2x 10⁶	10⁸>	t quartzito
Titânio		<10⁵	10⁶>	t TiO_2
Vermiculita		<5x 10⁴	5x 10⁵>	t vermiculita





CENOZÓICO	PALEOPROTEROZÓICO-MESOPROTEROZÓICO
Coberturas diversas	Unidade Serra da Boa Esperança
PALEOZÓICO-MESOZÓICO	ARQUEANO
Bacias do Urucuia e Parnaíba	Complexo Gnáissico-Migmatítico
NEOPROTEROZÓICO	Cavalgamentos principais
Supergrupo São Francisco	Transcorrências dextrais e sinistrais
MESOPROTEROZÓICO	Sinclinal
Supergrupo Espinhaço	Anticlinal
Granitóides	Contatos
	Limite interestadual

FANEROZÓICO

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS CENOZÓICAS

QUATERNÁRIO (<1,8 Ma)

1 — Depósitos aluvionares arenosos com níveis subordinados de argilas e cascalho fino.

TÉRCIO-QUATERNÁRIO (PLIOCENO-PLEISTOCENO: 0,01-5 Ma)

2a 2b 2c — Areias eólicas constituídas por grãos angulosos de granulação média a fina, localmente constituindo dunas parabólicas fixadas (2a); formações detríticas elúvio-coluviais areno-siltosas e areno-argilosas, inconsolidadas, contendo nível basal de cascalho (2b); crostas lateríticas com seixos e *boulders* de quartzo e *chert* (2c).

BACIA DO PARNAÍBA

PALEODEVONIANO-PALEOCARBONÍFERO (325 - 395 Ma)
Grupo Canindé

3 — Folhelhos avermelhados contendo nódulos e oólitos ferruginosos, com estratificação tabular fina de níveis quartzosos e óxido de ferro.

NEO-ORDIVICIANO-NEOSSILURIANO (395 - 450 Ma)
Grupo Serra Grande

4 — Arenitos conglomeráticos e conglomerados mal selecionados, com grãos e seixos de quartzo e arenitos em matriz síltica, interestratificados com arenitos contendo estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, grauvacas ferruginosas e arenitos maciços.

PROTEROZÓICO

MESOPROTEROZÓICO (1.000 - 1.800 Ma)
Grupo Santo Onofre
Formação Sítio Novo

5a 5b — Quartzitos de granulação fina a média, micáceos a laminados, com níveis enriquecidos de óxido de ferro (5a); moscovita-quartzo xistos limonitizados, contendo cubos de pirita (5b).

PALEOPROTEROZÓICO (1.800 - 2.500 Ma) - MESOPROTEROZÓICO (1.000 - 1.800 Ma)
Unidade Serra da Boa Esperança

6a 6b — Moscovita-quartzo xistos, magnetita-moscovita quartzito, granada-biotita-feldspato-quartzo xistos e albita-quartzo xistos (6a); xistos calcíferos, incluindo quartzo-moscovita xistos limonitizados, calcita-biotita (moscovita) quartzo xistos, calcita-quartzito feldspáticos e lentes de metacalcários impuros (6b).

ARQUEANO (<2.500 Ma)

Complexo Gnáissico - Migmatítico

7a 7b 7c — Ortognaisses a duas micas, de composição granítica, milonitizados (7a); gnaisses migmatíticos, com mesossoma de composição tonalítica e leucossoma granítico a trondhjemítico; localmente com bandas granadíferas e milonitizados (7b); leucognaisses graníticos, milonitizados (7c).

ROCHAS PLUTÔNICAS ATRIBUÍDAS AO PALEO - MESOPROTEROZÓICO

Suíte Alcalina Serra do Meio

8a 8b 8c 8d — Granitos alcalinos do tipo A (anorogênicos), com quatro fácies distintas: fácies peraluminosa a duas micas (8a); fácies metaluminosa a biotita (8b); fácies dominantemente metaluminosa; e peralcalina subordinada, contendo biotita, anfibólios e piroxênios sódicos (8c); e fácies peralcalina, com anfibólios e piroxênios sódicos (8d).

Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias (2.000 Ma)

9 — Associação carbonatítica, dominando sienitos e olivina-apatita sovitos com piroxênitos, alcalidioritos e lamprófiros subordinados; contém importante depósito de rocha fosfática.

Complexo Máfico do Peixe

10 — Associação gabronorítica, acamadada com níves subordinados de piroxenitos, incluindo metagabros, magnetita gabros, ilmenita magnetititos, e metagabronoritos, maciço subaflorante delimitado por magnetometria.

Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes

11 — Associação máfico-ultramáfica acamadada, composta por piroxenitos, gabros, leucogabro-anortositos, ilmenita magnetititos e apatititos, localmente milonitizados e cortados por diques de diabásio, tardios, incluem expressivos depósitos de Fe-Ti-V.

Corpos Máficos-Ultramáficos Diversos

12 — Provável maciço plutônico de composição básica, metassomatizado, contendo fenoclastos de plagioclásio em matriz xistificada composta por esfeno, clorita, quartzo, albita, moscovita, calcita e magnetita; delimitação do corpo subaflorante feita através de magnetometria.

13 — Metapiroxenitos, metagabros e clorita-actinolita-xistos, provavelmente associados a granitóides alcalinos.

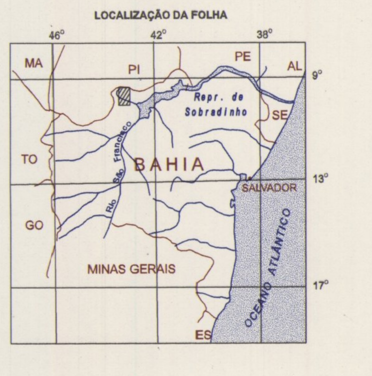
↑ Possibilidade de variação da posição estratigráfica da unidade.

- Contato definido
- Contato aproximado
- M — Contato obtido por magnetometria
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha, fratura ou zona de cisalhamento
- Falha contracional
- Zona de cisalhamento
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento contracional
- Fotolineações estruturais: traços de superfícies S
- Antiforme normal
- Antiforme normal com caimento
- Antiforme invertida com caimento
- Sinforme normal
- Sinforme normal com caimento
- Sinforme invertido com caimento
- Gerações sucessivas de dobramentos: dobras D1, D2...D3
- Acamadamento com mergulho medido
- Acamadamento ígneo com mergulho medido
- Foliação com megulho indicado (fotointerpretada)
- Foliação com mergulho medido
- Foliação vertical
- Foliação milonítica com mergulho indicado e medido
- Foliação milonítica vertical
- Diferentes gerações sucessivas de foliação, numa mesma seqüência tectono-estratigráfica: S1, S2...
- Lineação B com caimento indicado e medido
- Lineação de estiramento com caimento indicado e medido
- Lineação de estiramento com caimento medido e sentido de movimento indicado: rampa acima e abaixo
- Lineação de estiramento horizontal
- Lineação de estiramento horizontal com indicação do movimento transcorrente sinistral
- Diques de rochas granitóides, inclinados e verticais
- Dique de rocha ultramáfica
- Minidobras simétricas com caimento medido: charneiras anti-formes e sinformes
- Minidobra assimétrica com caimento medido
- Minidobra intrafolial
- Redobramento tipo bumerangue
- Redobramento tipo laço
- Veios de quartzo
- Cidade
- Vila
- Outras localidades
- Estrada federal planejada
- Estrada não pavimentada, tráfego periódico
- Caminho
- Limite interestadual
- Curso de água periódico
- Lagoa periódica

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

	44°00' – 43°30'	43°30' – 43°00'	43°00' – 42°30'
9°00' – 9°30'	GUARIBAS SC.23-X-C-III	PEIXE SC.23-X-D-I	SÃO RAIMUNDO NONATO SC.23-X-D-II
9°30' – 10°00'	CABEÇA DO TEMPO SC.23-X-C-VI	CAMPO ALEGRE DE LOURDES SC.23-X-D-IV	CAMPO GRANDE SC.23-X-D-V
10°00' – 10°30'	AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III	BREJO DA SERRA SC.23-Z-B-I	SALDANHA SC.23-Z-B-II

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



Base planimétrica e tema digitalizados pela Divisão de Cartografia-DICART, a partir das folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe, escala 1:100 000, 1ª e 2ª ed., 1ª imp., DSG, 1974 e 1978.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da CBPM e CPRM, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Compilação e orientação na SUREG/SA: Euvaldo Carvalhal Britto.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia-DICART/Departamento de Apoio Técnico-DEPAT/Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI.
Diretor da DRI: Gil Pereira de Souza Azevedo
Chefe do DEPAT: Giuseppina Giaquinto de Araujo
Chefe da DICART: Manoel Leite de Sá
Supervisão da Digitalização: Paulo Roberto Macedo Bastos
Digitalização: Risonaldo Pereira da Silva, Luiz Cláudio Ferreira
Planejamento e Edição Cartográfica: Wilhelm P. de F. Bernard, Marília S. do Rosário, Maria Luiza Poucinho, José Henrique da Silva.
Revisão do tema na DIEDIG: Antonio Lagarde.

Autor: Carlson de Matos Maia Leite (CBPM)

Colaboradores:
Geologia - Gileno Amado de Cerqueira Lopes (CBPM)
Geoquímica - Léo Rodrigues Teixeira (CPRM)
Geofísica - Raymundo A. A. D. Gomes (CPRM)

Supervisores:
Geologia - Reginaldo Alves dos Santos (CPRM)
Metalogenia - João Pedreira das Neves (CPRM)

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, através de suas Unidades Regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO. Este projeto foi concluído em setembro de 1994 pela Superintendência Regional de Salvador e pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, através do convênio de Cooperação Mútua CBPM-CPRM, sob a coordenação regional dos geólogos João Dalton de Souza (CPRM) e Juracy de Freitas Mascarenhas (CBPM) e coordenação nacional do geólogo Inácio de Medeiros Delgado (CPRM).

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL

ESCALA 1:100 000

2 0 2 4 6km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45ºW.Gr., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre, MG.
Declinação magnética do centro das folhas em 1996 :21º49' W, cresce 7' anualmente

CPRM Serviço Geológico do Brasil

companhia baiana de pesquisa mineral

1996

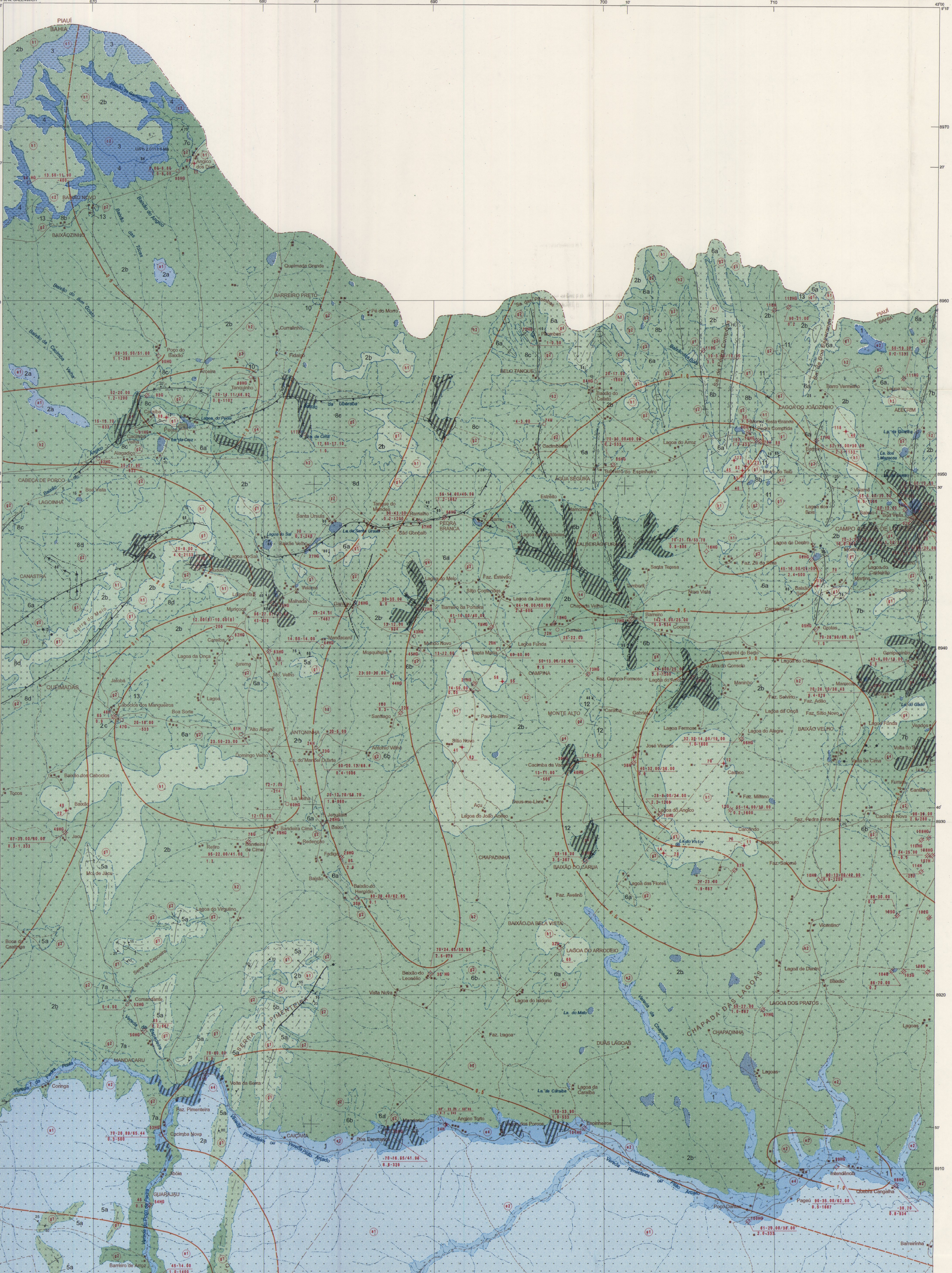
FOLHA SC.23-X-D-IV/I - CAMPO ALEGRE DE LOURDES/PEIXE

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

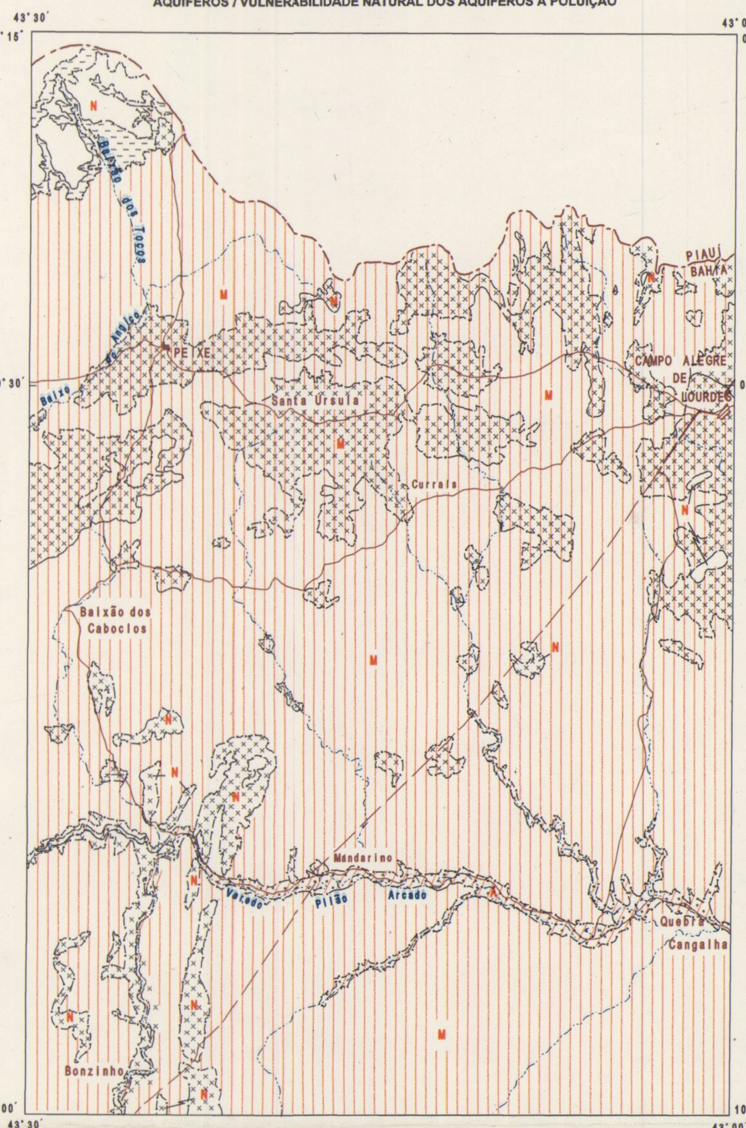
ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL

DEINF DIDOTE CPRM
REL 2550 4/4

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
CARTA HIDROGEOLÓGICA - ESCALA 1:100 000 - ANEXO IV



MAPA DE CONDIÇÕES DAS ÁREAS DE EXPOSIÇÃO DOS AQÜÍFEROS / VULNERABILIDADE NATURAL DOS AQÜÍFEROS À POLUIÇÃO



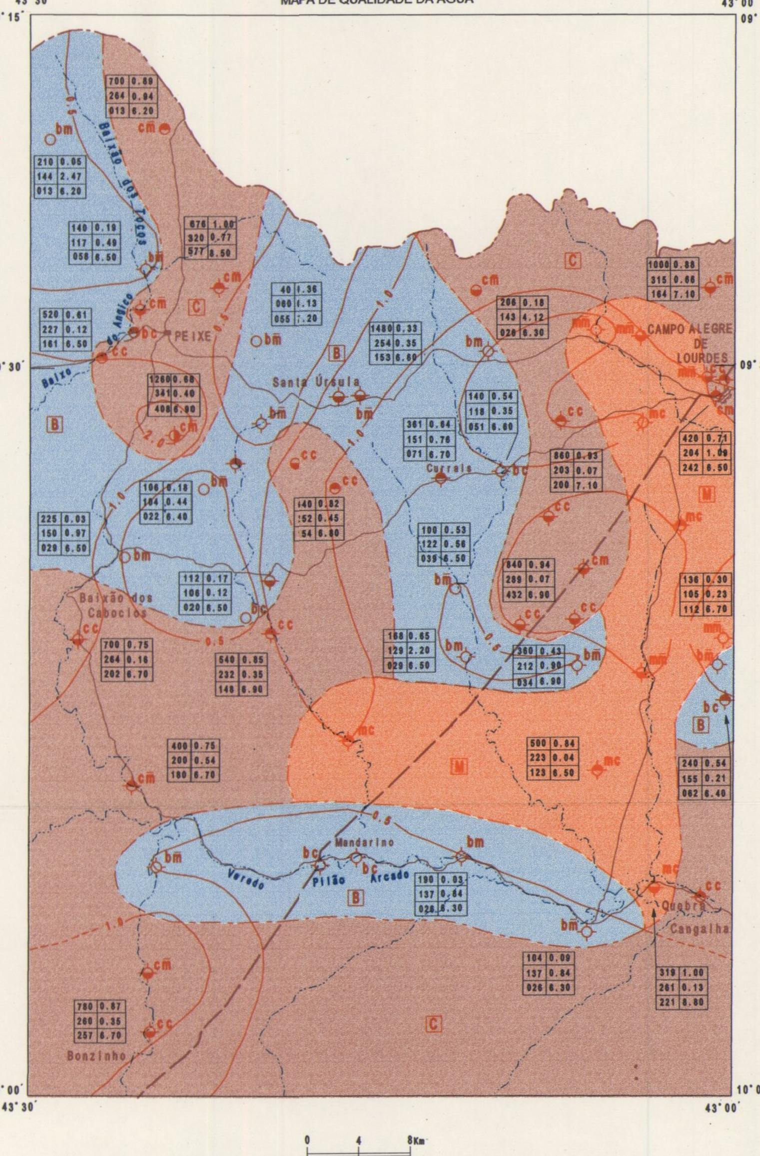
ÁREAS DE EXPOSIÇÃO DOS AQÜÍFEROS

- Área de recarga em sedimentos inconsolidados de elevada permeabilidade.
- Área de recarga em sedimentos consolidados de média a alta permeabilidade.
- Área predominantemente de recarga de aqüífero fraturado, com ocorrências de níveis calcíferos. Relevo ondulado a plano ondulado e com zonas de descargas pontuais.
- Área de recarga de coberturas semi-permeáveis a permeáveis, sobre aqüíferos fraturados.

VULNERABILIDADE NATURAL DOS AQÜÍFEROS À POLUIÇÃO

A ALTA — M MODERADA — N NEGLIGENCIÁVEL — Limite de Área de Exposição dos Aqüíferos

MAPA DE QUALIDADE DA ÁGUA



1 - TIPOS QUÍMICOS DAS ÁGUAS

- B Bicarbonatadas
  - bc - bicarbonatada de cálcio
  - bm - bicarbonatada de magnésio
  - bm̃ - bicarbonatada mista
- C Cloretadas
  - cc - cloretada de cálcio
  - cm - cloretada de magnésio
  - cm̃ - cloretada mista
- M Mistas
  - mc - mista de cálcio
  - mm̃ - mista mista
- Limite de áreas de tipos químicos de águas subterrâneas diferentes

2 - QUALIDADE QUÍMICA

Concentração de Sais na Água (g/l)

- Poço escavado — Poço tubular
- Inferior a 0,5
- Entre 0,5 e 1,0
- Entre 1,0 e 2,0
- Acima de 2,0
- Curvas de igual resíduo seco (g/l)
- Aproximada

Dados de Qualidade de Água

1	2
3	4
5	6

1 - Dureza total em mg/l de $CaCo_3$
2 - Índice de troca de base (Itb)
3 - Taxa de adsorção de sódio (SAR)
4 - Relação rMg/rCa
5 - Relação rCl/rHCO_3
6 - pH

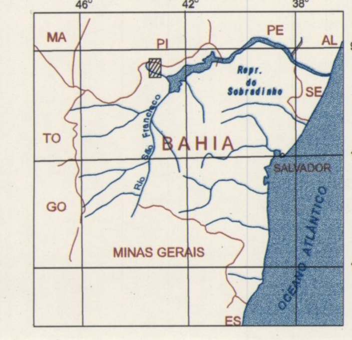
Obs: A hierarquia dos poços é a mesma da Carta Hidrogeológica.

- Cidade
- Vila
- Outras localidades
- Estrada federal planejada
- Estrada não pavimentada, tráfego periódico
- Caminho
- Limite estadual
- Curso de água periódico
- Lagoa periódica

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

44°00'	43°30'	43°00'	42°30'
GUARIBAS SC.23-X-C-III	PEIXE SC.23-X-D-I	SÃO RAIMUNDO NONATO SC.23-X-D-II	9°00'
CABEÇA DO TEMPO SC.23-X-C-VI	CAMPO ALEGRE DE LOURDES SC.23-X-D-IV	CAMPO GRANDE SC.23-X-D-V	9°30'
AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III	BREJO DA SERRA SC.23-Z-B-I	SALDANHA SC.23-Z-B-II	10°00' / 10°30'

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



Base planimétrica e tema digitalizados pela Divisão de Cartografia-DICART, a partir das folhas SC.23-X-D-IV Campo Alegre de Lourdes e SC.23-X-D-I Peixe, escala 1:100 000, 1ª e 2ª ed., 1ª imp., DSG, 1974 e 1978.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica, foram transferidos pelos técnicos da CBPM e CPRM, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Compilação e orientação na SUREG/SA: Euvaldo Carvalhal Britto.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade da Divisão de Cartografia-DICART/Departamento de Apoio Técnico-DEPAT/Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI.
Diretor da DRI: Gil Pereira de Souza Azevedo
Chefe do DEPAT: Giuseppina Giaquinto de Araujo
Chefe da DICART: Manoel Leite de Sá
Supervisão da Digitalização: Paulo Roberto Macedo Bastos
Digitalização: Risonaldo Pereira da Silva, Luiz Claudio Ferreira.
Tratamento digital das legendas: Samuel dos Santos Carvalho
Planejamento e Edição Cartográfica: Wilhelm P. de F. Bernard, Marília S. do Rosário, José Henrique da Silva e Maria Luiza Poucinho.
Revisão do tema na DIEDIG: Antonio Lagarde.

Autores: Robério Ribeiro de Azevedo (CPRM)
José Santana de Carvalho (CPRM)

Colaboradores:
Geologia: Carlson de Matos Leite (CBPM)
Gileno Amado de Cerqueira Lopes (CBPM)

Supervisor:
Hidrogeologia: Antonio de Souza Leal (CPRM)

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, através de suas Unidades Regionais, sob a coordenação do Departamento de Geologia - DEGEO. Este projeto foi concluído em setembro de 1994 pela Superintendência Regional de Salvador e pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM, através do convênio de Cooperação Mútua CBPM-CPRM, sob a coordenação regional dos geólogos João Dalton de Souza (CPRM) e Juracy de Freitas Mascarenhas (CBPM) e coordenação nacional do geólogo Inácio de Medeiros Delgado (CPRM).

HIDROGEOLOGIA

Negligenciável 1	Muito pequena 2	Pequena 3	Mediana 4	SISTEMAS AQÜÍFEROS
a1				a - Aqüíferos intergranulares extensos, livres. Permeabilidade alta. Não é recomendável obra de captação nas condições atuais por se tratar de área desabitada.
c1	c2			c - Aqüíferos intergranulares extensos, multicamadas, livres. Permeabilidade média a alta. Água de boa qualidade, com resíduo seco de 400 mg/l. Captação através de poços escavados nos vales, na zona de contato com aqüíferos subjacentes.
	e2		e4	e - Aqüíferos intergranulares descontínuos livres, sobre aqüíferos dos tipos g e h. Permeabilidade alta. Água de qualidade boa a má com resíduo seco variando de 243 a 1.667 mg/l. Aproveitamento através de poços escavados ou tubulares de até 80 metros de profundidade para captação do aqüífero subjacente.
g1	g2		g4	g - Aqüíferos descontínuos restritos a zonas fraturadas, livres. Permeabilidade variável, comumente baixa a nula. Água de qualidade boa a má com resíduo seco variando de 240 a 2.133 mg/l, localmente. Aproveitamento através de poços tubulares de até 70 metros de profundidade.
g'1	g'2		g'4	g'- Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres e com ocorrência de horizontes calcíferos de melhores condições hídricas. Permeabilidade variável. Água de potabilidade passável a boa, localmente salobra e dura, com resíduo seco médio de 953 mg/l. Aproveitamento através de poços tubulares de até 70 metros de profundidade.
h1	h2		h4	h - Aqüíferos descontínuos, associados a zonas fraturadas, livres, capeados por sedimentos inconsolidados, semi-permeáveis a permeáveis de pequena espessura. Permeabilidade baixa a muito baixa, localmente impermeável. Água de potabilidade boa a má, com resíduo seco variando de 200 a 1.600 mg/l. Aproveitamento através de poços tubulares de até 90 metros de profundidade.

PRODUTIVIDADE DO AQÜÍFERO
(Capacidade específica dos poços)

- Até 0,033 l/s/m
- Entre 0,033 e 0,11 l/s/m.

PRODUTIVIDADE DO POÇO

A B C (A- Nascente, B - Poço Escavado, C - Poço Tubular)

- Entre 3 e 10 m^3/h
- Até 3 m^3/h
- Seco
- Poço tubular com vazão estimada

Vazões definidas para um rebaixamento de 25 m.

Disposição dos Elementos (1 — 2-3 / 4-5)

1 - Número do poço
2 - Profundidade (m)
3 - Nível estático (m) / Nível dinâmico (m)
4 - Vazão (m^3/h)
5 - Total de sais dissolvidos (mg/l)

USO DA ÁGUA

H - Consumo humano
G - Consumo animal

OUTROS ELEMENTOS HIDROGEOLÓGICOS

- Fratura com possibilidade de ocorrência de água subterrânea.
- Limite de extensão de áreas de importância hidrogeológica relativa local.
- Limite de extensão de áreas de produtividade de aqüífero.
- Curvas de igual resíduo seco (g/l), definida e aproximada.
- Limite de extensão de sistema aqüífero.

UNIDADES LITOLÓGICAS
FORMAÇÕES SUPERFICIAIS CENOZÓICAS

QUATERNÁRIO

1 Depósitos aluvionares-areias e argilas.

TÉRCIO-QUATERNÁRIO

2 Areias eólicas (2a), formações detríticas areno-argilosas (2b) e crostas lateríticas (2c)

BACIA DO PARNAÍBA
PALEODEVONIANO-PALEOCARBONÍFERO

3 Grupo Canindé - folhelhos com nódulos ferruginosos.

NEO - ORDOVICIANO-NEOSILURIANO

4 Grupo Serra Grande-arenitos e conglomerados.

MESOPROTEROZÓICO

5 Grupo Santo Onofre/Formação Sítio Novo-quartzitos (5a) e xisto (5b).

PALEOPROTEROZÓICO-MESOPROTEROZÓICO

6 Unidade Serra da Boa Esperança - Xistos pelito - psamíticos (6a) e pelito - calcíferos (6b).

ARQUEANO

7 Complexo Gnáissico-Migmatítico-ortognaisses (7a), gnaisses migmatíticos (7b) e gnaisses milonitizados (7c).

ROCHAS PLUTÔNICAS (PALEO-MESOPROTEROZÓICO)

8 Suíte Alcalina Serra do Meio-granitos alcalinos peraluminosos (8a), metaluminosos (8b), metaluminosos parcialmente peralcalinos (8c) e peralcalinos (8d).

9 Complexo Carbonatítico de Angico dos Dias-carbonatitos, quartzo sienitos, sovito e crosta fosfática.

10 Complexo Máfico do Peixe-associação gabronorítica, acamadada com níveis de piroxenitos.

11 Complexo Máfico-Ultramáfico de Campo Alegre de Lourdes, piroxenitos, gabros e diques de diabásios.

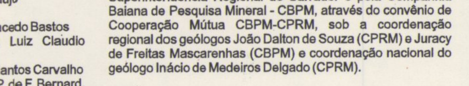
12 / 13 Corpos Máfico-Ultramáficos Diversos-provável maciço plutônico de composição metassomatizado (12), piroxenitos, gabros e xistos (13).

ELEMENTOS ESTRUTURAIS

- Contatos definido e aproximado
- Falha ou zona de cisalhamento
- Fratura ou zona de cizalhamento
- Falha contracional
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento contracional
- Fotolineações estruturais: traços de superfície S
- Antiforme normal
- Antiforme normal com caimento
- Antiforme invertido com caimento
- Sinforme normal
- Sinforme normal com caimento
- Sinforme invertida com caimento
- Acamadamento com mergulho medido
- Foliação com mergulho indicado e medido
- Foliação vertical
- Fratura fechada ou preenchida com mergulho medido
- Fratura fechada ou preenchida vertical
- Fratura aberta com mergulho medido
- Fratura aberta vertical

CARTA HIDROGEOLÓGICA

ESCALA 1:100 000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 45°W.Gr., acrescidas as constantes: 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal:Córrego Alegre, MG.
Declinação magnética do centro das folhas em 1996: 21°49' W, cresce 7' anualmente

CPRM Serviço Geológico do Brasil
companhia baiana de pesquisa mineral

1996